

**JU ZAVOD ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA CRNE GORE**  
**GEOLOGICAL SURVEY OF MONTENEGRO**

---

UDK: 55/56

ISSN 0435-4249

# **GEOLOŠKI GLASNIK**

## **GEOLOGICAL BULLETIN**

KNJIGA XVII BOOK

GEOLOŠKI GLASNIK

KNJIGA XVII

str. 273

PODGORICA, 2019





Uređivački odbor - Editorial Board

dr Marko Pajović, prof. dr Branislav Glavatović, prof. dr Milan Radulović, mr Vladan Dubljević, mr Momčilo Blagojević,  
mr Neda Dević, dr Darko Božović, dr Martin Đaković,  
dr Slobodan Radusinović

Glavni urednik - Chief Editor  
dr Slobodan Radusinović

Tehnički urednici - Technical Editor  
Dr Martin Đaković i Mr Neda Dević

Autori su naučno odgovorni za sadržaj svojih radova  
The author are responsible for the content of their papers

*Adresa - Adress: Geološki glasnik, JU Zavod za geološka istraživanja,  
Naselje Kruševac bb, 81 000 Podgorica, Crna Gora*

Grafičko uređenje - Graphical design  
mr Marinko Račić

Štampa: Art Grafika, Podgorica  
Tiraž: 500 primjeraka

JU ZAVOD ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA CRNE GORE  
GEOLOGICAL SURVEY OF MONTENEGRO

---

UDK: 55/56

ISSN 0435-4249

# GEOLOŠKI GLASNIK

## GEOLOGICAL BULLETIN

KNJIGA XVII BOOK

GEOLOŠKI GLASNIK

KNJIGA XVII

str. 273

PODGORICA, 2019

## SADRŽAJ - CONTENTS

<b>KRYSTYN L., BRANDNER R., ĐAKOVIĆ M., HORACEK M.</b> The lower triassic of Budva zone <i>Donji trijas Budva zone</i>	9 - 23
<b>MILIĆ M., BOŽOVIĆ D.</b> Geološke karakteristike rekristalisalih krečnjaka formacionog tipa „Slatina“ i mogućnost upotrebe u različitim granama industrije <i>Geological characteristics of recrystallized limestone of „Slatina“ formational type and the possibility of use in different branches of industry</i>	25 - 35
<b>BOŽOVIĆ D.</b> Tehničko-građevinski kamen Crne Gore, stanje i potencijali <i>Technical-building stone of Montenegro, condition and potentiality</i>	37 - 53
<b>KRUK B., DEDIĆ Ž.</b> Rudarsko-geološke studije (RGS) u Republici Hrvatskoj <i>Mining-geological studies (RGS) in the Republic of Croatia</i>	55 - 81
<b>GLAVATOVIĆ B.</b> 40 godina od katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Cori: Osvrt na seizmičnost i nacionalnu seizmološku djelatnost <i>40 years of catastrophic earthquake in Montenegro: a review on seismicity and national seismological survey</i>	83 - 99
<b>RADULOVIĆ M. M.</b> Određivanje zona sanitarne zaštite za izvorište „Podgor“ (Crmnica) <i>Delineation of protection zones for the water source „Podgor“ (Crmnica)</i>	101 - 127
<b>HORACEK M., RADULOVIĆ M. M., WYHLIDAL S., MIŠUROVIĆ A., JUNG M.</b> Investigating catchment areas of karst springs in Montenegro: Isotope-hydrological pilot studies <i>Istraživanje slivnih područja karstnih izvora u Crnoj Gori: Izotopsko-hidrološka pilot ispitivanja</i>	129 - 143

## SADRŽAJ - CONTENTS

<b>RADULOVIĆ S. D., ANDRIĆ LJ., MARKOVIĆ M., BOŽOVIĆ D.</b>	
Mogućnost gravitacijske koncentracije bogate Pb-Zn rude iz rudnika „Grot“-kriva Feja kod Vranja <i>Possibility of gravity concentration of rich Pb-Zn ore from “Grot” mine – kriva Feja near Vranje</i>	145 - 161
<hr/>	
<b>BOŽOVIĆ D., RADULOVIĆ S. D., ANDRIĆ LJ., MARKOVIĆ M.</b>	
Definisanje tehnološke šeme dobijanja punioca za različite industrije na bazi krečnjaka “Visočica”- Bjelopavlići <i>Defining the technological process of obtaining fillers for use in various industries on the basis of limestone “Visocica” - Bjelopavlići area</i>	163 - 177
<hr/>	
<b>PRILOZI</b>	179 - 223
<b>IN MEMORIAM</b>	225 - 272



## PRILOG 1

Mr Slobodan Grkavac, Prof. Dr Branislav Glavatović, Dr Miodrag Gomilanović Naučna i stručna dostignuća prof. dr Tihomira Dragaševića, dipl. ing. geofizike	181
---	-----

## PRILOG 2

Dr. Miodrag Gomilanović Sjećanja i pisana riječ rudarskih inspektora u Crnoj Gori	191
---	-----

## IN MEMORIAM

Zarija Perović	227
Dimitrije Škuletić	229
Mr Vukota Đukić	231
Zoran Živković	233
Dr Mirko Mirković	235
Đurđa Pavićević	239
Dr Spasoje Cicmil	241
Veljko Stijović	245
Rade Šuković	247
Zdravko Ivanović	249
Miroslav - Mišo Kalezić	251
Milinko Manojlović	255
Dušan Jokić	257
Sc Mileta Dubak	259
Ivana Škuletić	261
Miomir Damjanović	263
Mr Veselin Radonjić	265
Jugoslav Žic	267
Prof. Dr Mićko Radulović	269



*Leopold Krystyn<sup>1</sup>, Rainer Brandner<sup>2</sup>, Martin Đaković<sup>3</sup>, Micha Horacek<sup>4</sup>*

## THE LOWER TRIASSIC OF BUDVA ZONE

### **Abstract**

Six localities exposing Lower Triassic sediments in the area between Virpazar and Bar have been studied and are all interpreted as belonging to the Budva zone though showing a broad facial diversity in a very small area. Dinerian, Smithian and Spathian ages have been determined by conodont faunas, ammonoids and bivalves. Up-section the facies documents a transition from proximal, shallow marine to distant marine basin slope depositional setting through time, from Werfen-type facies to the ones with a more flyschoid character. This atypical geodynamic development is in contradiction to the today adjoining continuous Werfen-type Lower Triassic of the Dinarids and fits better to sequences described from Crete or Karaburun with a supposed northern (Palaeo)Tethys origin.

**Key words:** *Lower Triassic, Budva zone, facies, stratigraphy, palaeogeography*

## DONJI TRIJAS BUDVA ZONE

### **Apstrakt:**

Proučavano je šest lokaliteta sa donjotrijaskim sedimentima na prostoru između Virpazara i Bara u kojima je primjetna velika facijalna raznovrsnost na veoma malom prostoru. Utvrđena je pripadnost dinerskom, smitijskom i spatijskom potkatu, na osnovu fauna konodonata, amonita i bivalvija. Facije ukazuju na prelaz u depozicionim uslovima od proksimalnog, plitkog mora ka udaljenoj padini basena kroz vrijeme, od facija verfenskog tipa ka onima koje imaju flišoliki karakter. Ovaj netipičan geodinamički razvoj je u suprotnosti sa susjednim donjotrijaskim facijama tipa Verfena u Dinaridima i bolje se uklapa sa izdancima opisanim na Kritu i u Karaburunu sa pretpostavljenim porijeklom u sjevernom (Paleo)Tetisu.

**Ključne riječi:** *donji trijas, Budva zona, facije, stratigrafija, paleogeografija*

---

<sup>1</sup>Prof Dr, Institute of Palaeontology, Vienna University, leopold.krystyn@univie.ac.at

<sup>2</sup>Prof Dr, Institute of Geology and Palaeontology, Innsbruck, Rainer.Brandner@uibk.ac.at

<sup>3</sup>Dr, Geological Survey of Montenegro, Podgorica, comanski@gmail.com

<sup>4</sup>Dr, Department of Lithospheric Research, Vienna University, Austria, micha.horacek@josephinum.at

## 1. INTRODUCTION

The Budva zone has so far most commonly been interpreted as an intra-platform deep-water basin (Schmid et al., 2008 and references therein), developed between South Adriatic and High Karst zones, which both represent shallow water platforms. Deep-water sedimentation has been estimated as characteristic for this zone from the Middle Triassic to Paleogene, now stacked in several thrust units. However, this palaeogeographic model is not applicable for the Lower Triassic, where the corresponding platforms had not been developed yet.

Lower Triassic sediments of the Budva zone show large facial diversity in the stratigraphic succession in a very small area. Between Virpazar and Bar, outcrops are found in Sustaš, Sutomore, Brčeli, Mali Raš and Limljani (Fig. 1). According to previous authors (Pantić-Prodanović, 1975), the total thickness of Lower Triassic sediments in this area is around 250 m. However, the structural situation is extremely complex, so that it is not possible to give exact indications of the thickness. The listed outcrops are part of different tectonic slices which were formed at different times and in different thrust directions (van Unen et al., 2019).

In general, the geographic extent of the studied Lower Triassic locations is over-estimated on the geological map of Mirković et al. (1976), most probably due to its large scale (1:100.000). Also the sections are not in stratigraphic continuity with their surrounding rocks. These are represented by lithologically highly diverse Middle Anisian formations (Ravni Fm., Crimnica Fm. or Tuđemili Fm.). Since the region is densely vegetated and the terrigenous-rich lithologies are quickly weathering, continuous natural outcrops are limited to Brčeli whereas all others are the result of road or railroad cuts.

The age of the investigated rocks (Fig. 2) has, in previous times, largely been estimated based on their lithology or superposition (Miladinović, 1964; Mirković et al., 1978), since they are poor in fossils. However, Smithian sediments have so far been confirmed by ammonoid (Petković and Mihailović, 1935; Đaković, 2017) and conodont faunas (Krystyn et al., 2019), while Spathian age was confirmed by foraminifera (Pantić-Prodanović, 1975), gastropods (Mirković et al., 1978) and conodonts (Krystyn et al., 2014). Induan age was determined based on bivalves (Miladinović, 1964, therein mentioned as “Seisian” sediments), but a substage was not indicated.

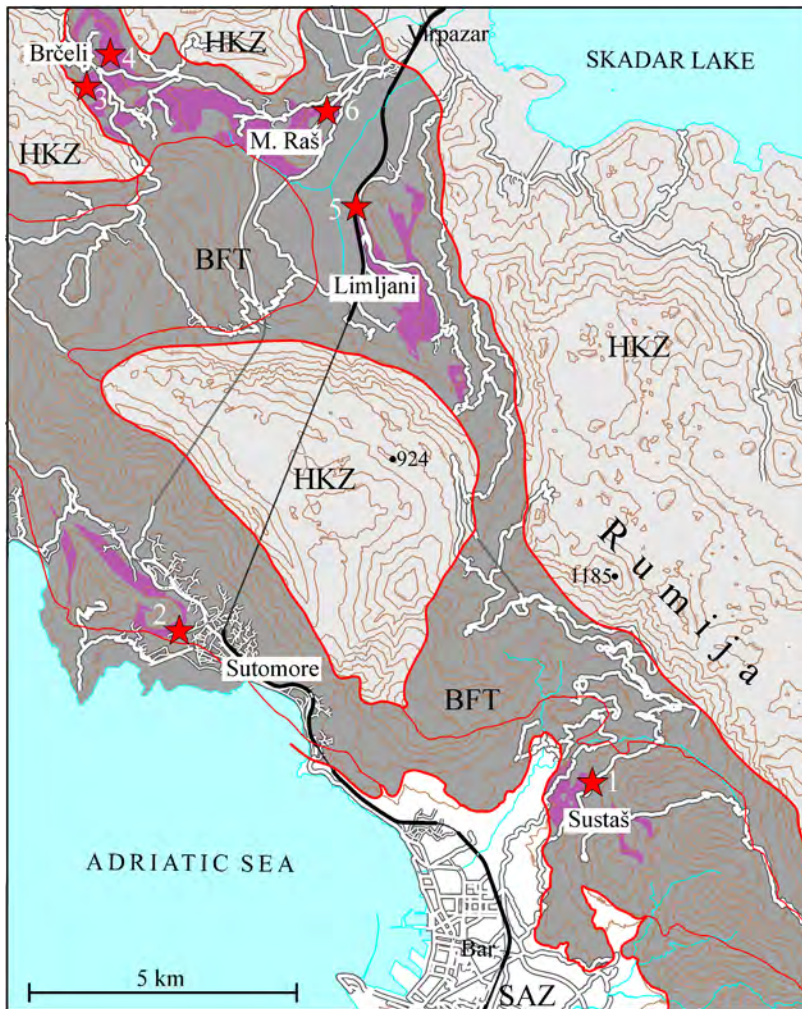


Figure 1. Triassic localities within the Budva zone between Bar and Virpazar (Đaković, 2018, modified); HKZ-High Karst zone, BFT-Budva fold and thrust belt, SAZ-South Adriatic zone, violet areas indicate Lower Triassic rocks, red lines-main emergent thrusts, 1-Sustaš, 2-Sutomore, 3-Brčeli South, 4-Brčeli North, 5-Limljani, 6-Mali Raš.

Lower Triassic rocks of the investigated area are either considered to belong exclusively to the Budva zone (Luković and Petković, 1934; Anđelković, 1981; Brandner et al., 2016) or they are seen as characteristic for both Budva and High Karst Zone (Mirković et al., 1978; Dimitrijević, 1995; Čađenović, 2015) and are supposed to have developed in the same depositional setting until the end of the Anisian. Miladinović (1964) and Mirković et al. (1978) give the most detailed description of Lower Triassic sediments in the area.

These authors distinguish lower and upper parts of Lower Triassic (in both publications described as „Seisian and Campilian stages“), but do not explain the relations between sediments of different age, probably due to the lack of fossil material or lack of direct contact between them. Abundant surrounding Middle Triassic rocks were considered to be in a normal contact with the Lower Triassic deposits. However, these sediments (Crmnica conglomerates, Ravni and Tuđemili formation) mostly contain faunas of Pelsonian age (Dimitrijević and Dimitrijević, 1989), which would imply a considerable interruption in the sedimentary record when a normal contact is assumed.

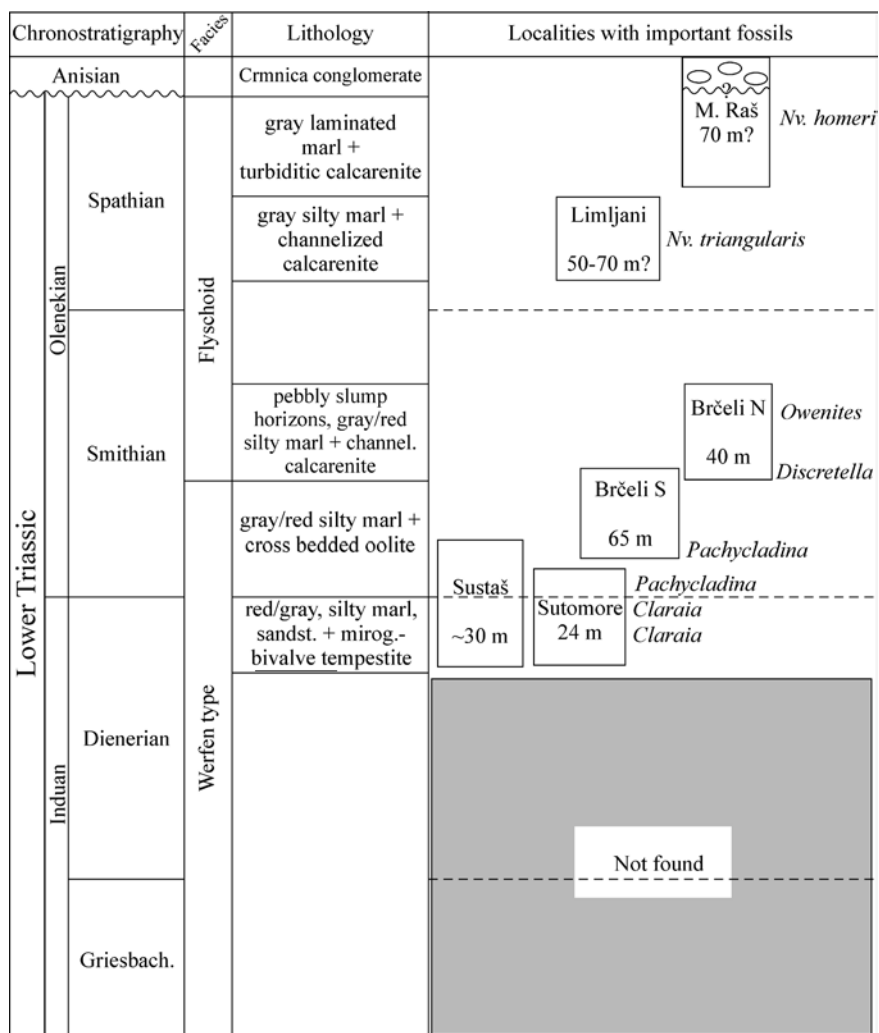


Figure 2. Composite sketch of main facies, lithologies and fossils in the Lower Triassic localities.

## 2. LOCALITIES

Studied sections of Lower Triassic, in stratigraphic order, are: Sustaš, Sutomore, Brčeli south, Brčeli north, Limljani and Mali Raš.

*Sustaš section* is located close to and along the old road from Bar to Virpazar on the western flank of the Rumija mountain range (Fig. 3). It starts in a small ravine (42°07'15.0" N, 19°07'39.1" E) in the woods to the south-east of the road and continues along the road when bending towards the north (upwards). The exposed lithologies are gray and reddish marls, silt- and sandstone, with rare *Claraia* findings for the lower 15 m and gray marls with impure carbonates and some bioclastic beds for the upper 15 m. From both, fossils and facies, the outcrop can be correlated to the biostratigraphically well-dated Sutomore and Brčeli South sections of late Dienerian-early Smithian age.

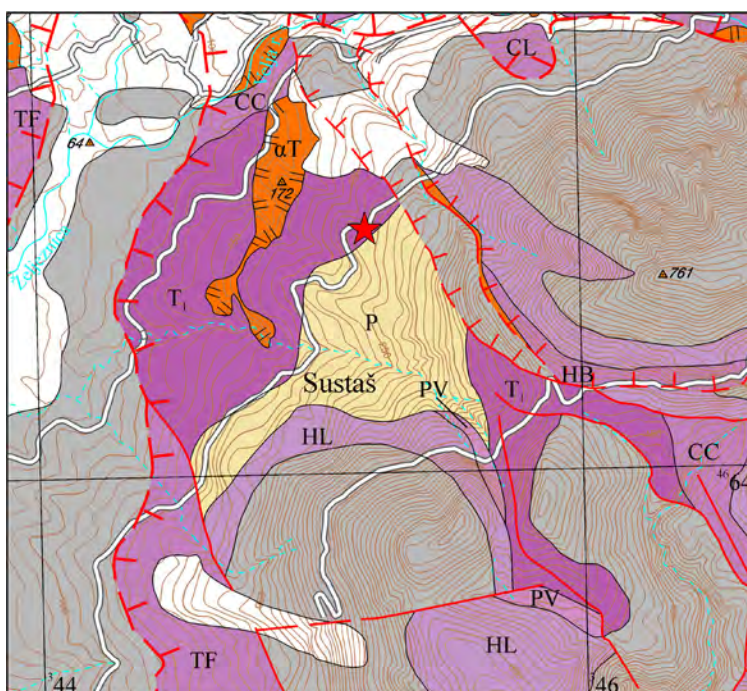


Figure 3. Geological map of Sustaš locality 1:25 000 (Đaković 2018, modified); P-Permian, T1-Lower Triassic, CL-crinoidal limestone, CC-Crmnica Fm., TF-Tuđemili Fm., αT-andesites, HB-Bulog limestone, PV-Pietra verde, HL-Halobia limestone, gray-undifferentiated Jurassic, Cretaceous and Cenozoic rocks, white-Quaternary sediments.

*Sutomore section* (42°08'53.1" N, 19°02'06.4" E) is a well exposed outcrop NW of Sutomore, near Spičansko polje along a newly constructed road (Fig. 4).

Sutomore exposes a sequence of reddish and gray silty marls, impure carbonates, gray tempestites with bivalves, mudstone with microgastropods and a 0,5 m thick bed with cross bedded oolites. The assigned age is – as for Sustaš – late Dienerian to early Smithian, based on the presence of *Claraia claraia* in the lower part. The thickness of the section is 24 metres. The facies is very similar to the Seis/Siusi Member of the Werfen Formation in the Dolomites.

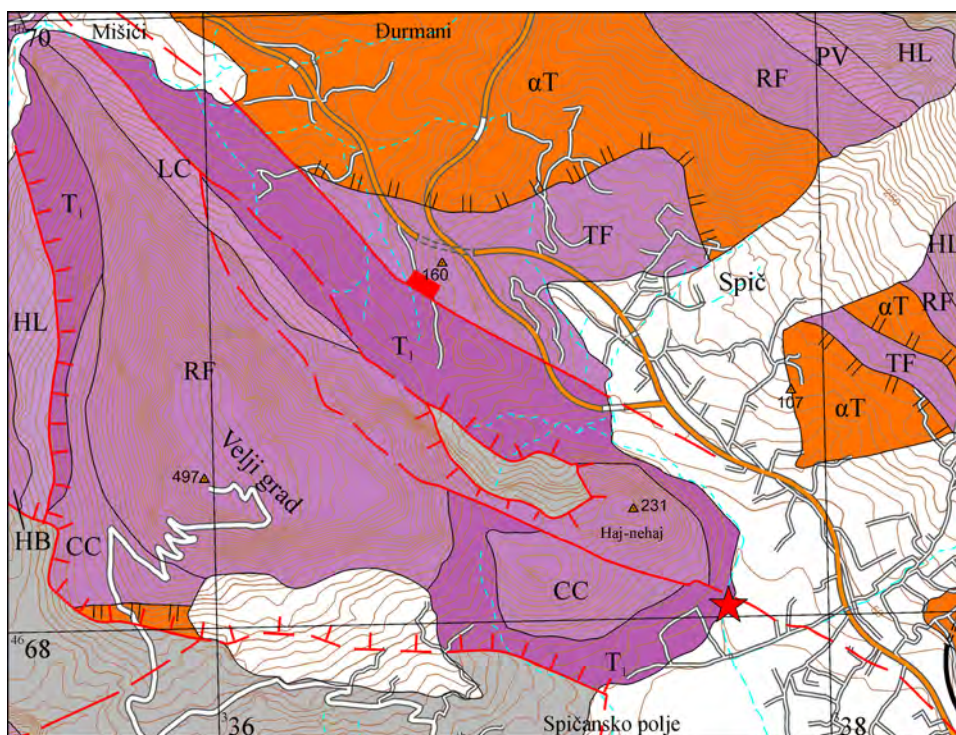


Figure 4. Geological map of Sutomore locality 1:25 000 (Mirković et al., 1976; Đaković 2018, modified); T1-Lower Triassic, CC-Crmnica Fm., TF-Tudemili Fm., RF-Ravni Fm., αT-andesites, HB-Bulog limestone, LC-Ladinian limestone and chert, PV-Pietra verde, HL-Halobia limestone, gray-undifferentiated Jurassic, Cretaceous and Cenozoic rocks, white-Quaternary sediments.

Brčeli South section is situated directly south of the village Brčeli, 5 km west of Virpazar (Fig. 5). The base of the section ( $42^{\circ}14'17.5''$  N,  $19^{\circ}00'46.6''$  E) starts in a small gully and continues upwards into a gentle slope. Exposed sediments are reddish sandy marls and siltstones, with intercalated dm-thick beds of sandstone, cross bedded oolites and a layer of fine conglomerate, with oolites at the base. The 65 m thick section has not been described before and is tentatively assigned an early Smithian age. The facies is comparable to the Werfen Formation in the Dolomites.

Brčeli North section ( $42^{\circ}14'33.3''$  N,  $19^{\circ}01'03.7''$  E) crops out below the old road from Virpazar to Obzovica/Cetinje, 500 m east of Brčeli village (Fig. 5). It is

a locality formed and altered by small landslides due to the softness of the sediment, which dominantly consists of reddish to greenish-gray, silty marls with millimeter thin mica rich sandstone layers, impure carbonates, channel fillings of sandy calcarenites and a slump horizon with well rounded pebbles of reworked Permian limestones. On top of the section occurs a 0,5 m thick bed of cross-bedded calcarenites with layers of pyritized peloids. Ammonoids from the Brčeli North section have already been described almost a century ago by Petković and Mihailović (1935) and the latest works about this sections deals with their taxonomy (Đaković,2017); recently, also conodonts have been found (Krystyn et al., 2019). Based on its rich fossil content, the section is exactly dated as middle Smithian (*Owenites* ammonoid zone and *Ns. spitiensis* conodont zone respectively). Due to the existing landslide and the discontinuous setting of the section the thickness is difficult to assess, we estimate ca. 40 metres.

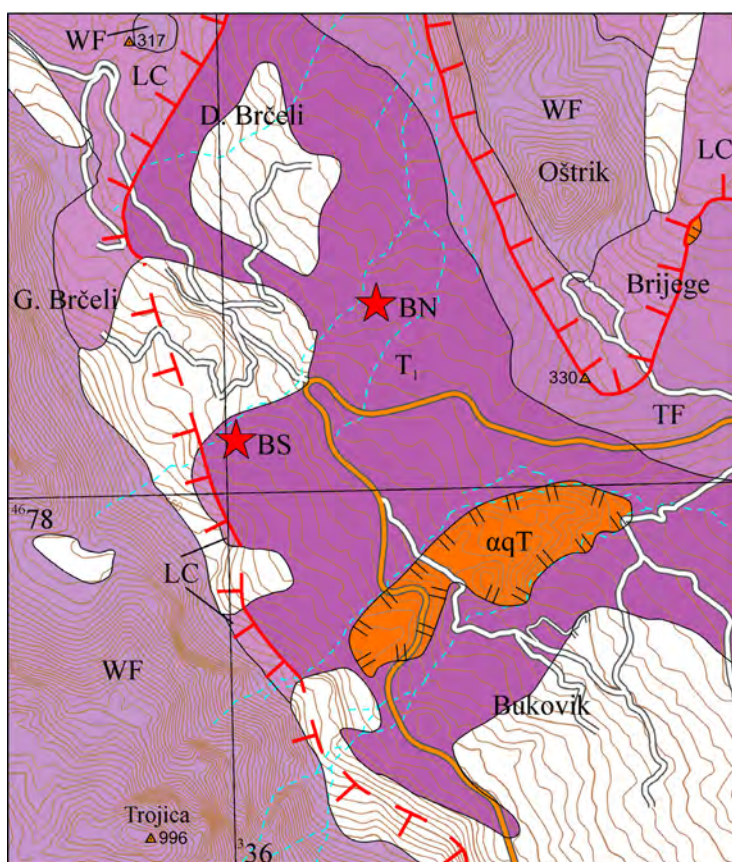


Figure 5. Geological map of Brčeli South (BS) and Brčeli North (BN) localities 1:25 000 (Mirković et al., 1976; Đaković 2018, modified) (T1-Lower Triassic, TF-Tuđemili Fm., αqT-dacites, LC-Ladinian limestone and chert, WF-Wetterstein Fm., white-Quaternary sediments).

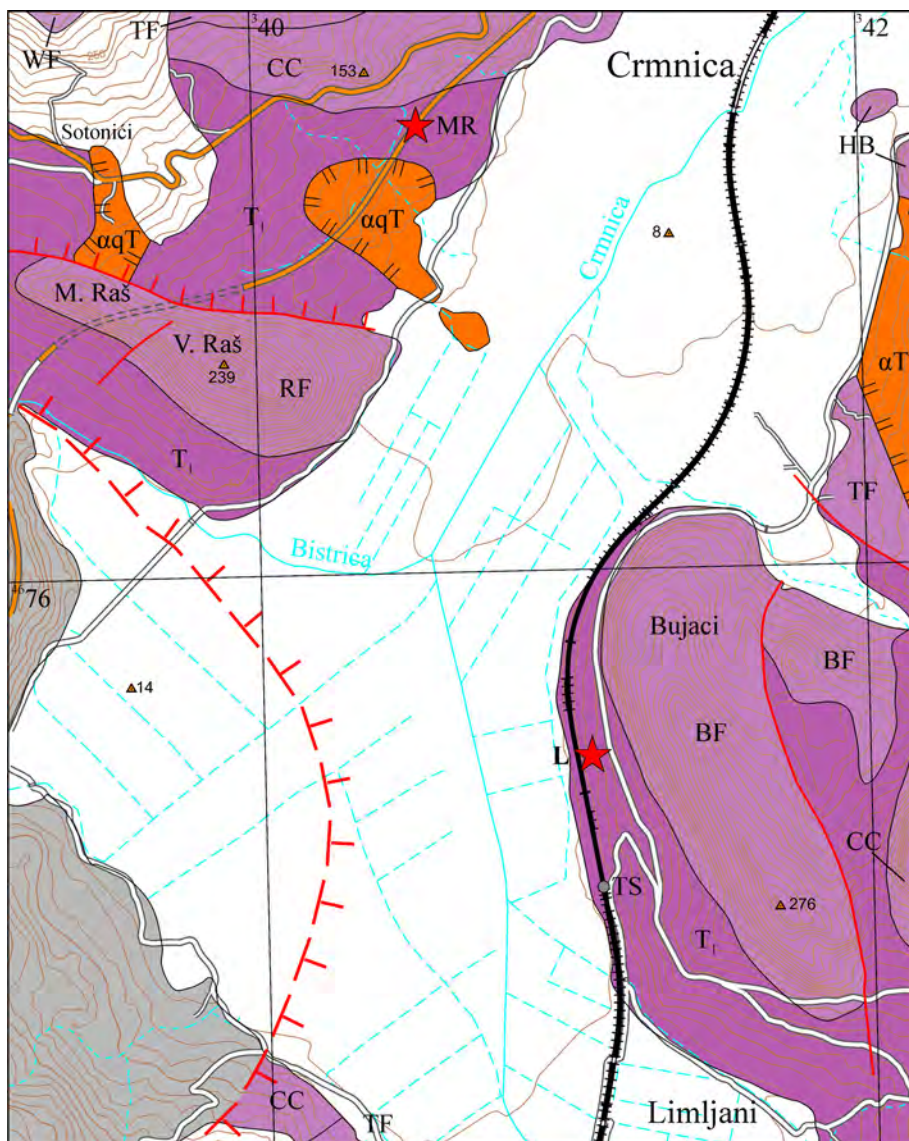


Figure 6. Geological map of Limljani (L) and Mali Raš (MR) localities 1:25 000 (Mirković et al., 1976; Đaković 2018, modified); T1-Lower Triassic, BF-Bujaci Fm., CC-Crmnica Fm., TF-Tudemili Fm., RF-Ravni Fm., αT-andesites, αqT-dacites, HB-Bulog limestone, WF-Wetterstein Fm., gray-undifferentiated Jurassic, Cretaceous and Cenozoic rocks, white-Quaternary sediments.

*Limljani section* (42°12'57.1" N, 19°04'25.6" E) is a railroad cut along the eastern side of the line from Podgorica to Bar, a few hundred meters north of the train station (TS) of the name-giving village (Fig. 6). The exposed rocks are well bedded cm to dm thin limestone beds alternating with greenish gray silty marls. Channel fills with calcarenitic to calciruditic limestones are intercalated. Red siltstones and monomict

conglomerates follow on the top of the section. The section has been assigned a Spathian age by the occurrence of *Novispathodus triangularis*. Due to intense folding, it is difficult to estimate its thickness, which might range from 50 to 70 metres.

*Mali Raš* section (42°14'01.5" N, 19°04'04.8" E) is situated at the new tunnel road from Virpazar to Bar, shortly after the junction from the old road to Petrovac and before the first tunnel, along the northern roadside (Fig. 6). The section starts at the contact to a porphyritic dike and continues towards the north. The exposed rocks build a highly folded sequence of turbiditic calcarenites and thin laminated marls. Bottom marks of the turbiditic layers are well preserved. In the upper part a monomict conglomerate is intercalated in the marlstone. The section has been dated as Spathian, due to the presence of *Neospathodus homeri* (Krystyn et al., 2014). The entire thickness of the section is very difficult to estimate, tentatively we assume 40 to max. 70 metres. Both sections, Mali Raš and Limljani, are very similar in their flyschoid facies development.

### 3. FACIES

The above described Lower Triassic successions were formed in quite differing settings: 1) in shallow water with dominantly mixed siliciclastic and carbonate sedimentation (Sustaš, Sutomore, Brčeli South), 2) on deeper part of the shelf, consisting of marly and clayey sediments (Brčeli North), 3) as calciturbidites with graded calcarenites and rare mudstones and marls (Limljani), or 4) in a flyschoid facies with finely layered marlstones without bioturbation and sandy turbidites as well as marly conglomerates in the upper part of the succession (Limljani, Mali Raš).

The facies of the Budva Lower Triassic thus documents a broad variety from proximal, shallow marine to distant marine basin slope depositional setting with time. Regardless of the position of the sections in different tectonic slices of the Budva fold and thrust belt (Fig. 1), it is possible to assemble them to a composite succession (Fig. 2). The lower part of this succession, i. e. the sections of Sustaš, Sutomore and Brčeli South show a shallow marine ramp environment with a mixed carbonate and siliciclastic sedimentation with coquina tempestites. This facies type is widely spread along the European continental margin and is known as Werfen facies. The upper part with the sections of Brčeli North, Limljani and Mali Raš is completely different, characterized by a flyschoid facies which is not known in the Werfen Group. Turbidites with partly channelized calcarenites and sandstones are intercalated in clayey and silty marls with a rich Smithian ammonoid and conodont fauna. Flyschoid facies and reworked Permian limestones pebbles in a slump horizon of the Brčeli North section indicate a tectonically controlled deepening of the Budva shelf area.

## 4. CONCLUSIONS

All sections are laterally restricted, lens-like outliers (or blocks, Krystyn et al., 2014) which are probably the product of heteroaxial superposition of two sets of fold-thrust structures and moreover polyphased extensional structures (van Unen et al., 2019). The super-imposed High Karst nappe, on the other hand, shows less deformation due to its rheological competence. The almost missing normal stratigraphic contacts of the sections to over- and underlying formations could have resulted from this intense tectonics, but needs further investigations for a full clearance.

The various sections could have had originated from different palaeogeographic regions, thereby explaining their differing depositional environments. However, the absence of time-equivalent facies-different sections is intriguing and let us conclude that all of them have originated from the same palaeogeographic setting, thereby representing a deepening-upward trend through time. Interesting is therefore the relatively offshore and deeper water facies of the younger sections which seemingly evolve from a Werfen-type shallow transitional facies to an open sea and ocean-nearer position during the late Lower Triassic.

Based on the overall lithologies and comparison with Lower Triassic sections in other parts of Dinarides (Aljinović et al., 2018), and conodont and ammonoid faunas discovered in the investigated area, our opinion is that all the studied Lower Triassic rocks belong only to Budva zone.

The Olenekian flyschoid sedimentary development of the Budva zone is remarkable and enigmatic with respect to the surrounding Werfen-type shallow shelfal facies of the western Tethys (Southern Alps, Dinarids, Hellenids). From the rich pandemic Smithian ammonoid (Đaković, 2017; Krystyn et al., 2019) as well as pelagic conodont fauna (Krystyn et al., 2014, 2019), a broader open-marine link to the eastern Tethys has to be assumed. Together with the recent finding of Middle Permian flyschoid rocks containing basal conodonts (*Mesogondolella siziliensis* – Krystyn, unpublished), the proof of ammonoids of Late Permian (*Cyclolobus* – Krystyn et al., 2014) and Bithynian age (*Acrochordiceras hyatti* – Đaković et al., 2018), and the occurrence of Early Anisian pelagic conodonts (*Chiosella timorensis*, *Magnigondolella regalis* – Krystyn, unpublished) in reworked components of the overlying Crimnica Conglomerate, a long-lasting oceanic connection obviously did exist with the Budva zone. For this adjoining open sea two options are here juxtaposed: one already presented in various papers (i.e. Agnani, 2018; Schmid et al., 2019; van Hinsbergen et al. 2019; van Unen et al., 2019) and mirroring a relatively “autochthonistic” view, shows Budva as northern end of the small Pindos Ocean (or “Sea”) along the passive continental margin of Adria. The other option is our new hypothesis with the idea of a primary northern, (Palaeo-) Tethyan position of the Budva zone in Permian-Triassic time, where it was located laterally of Karaburun, Chios and parts of Crete (Zanchi, 2003; Löwen et al., 2017; Zulauf et al., 2018) with which it too shares a well comparable Permian to Early Triassic record.

## Acknowledgments

Financial support to LK and MH by the Austrian Academy of Sciences (ÖAW), Austrian National Committee for IGCP (Proj. 572), is thankfully acknowledged. This is a contribution to IGCP projects 572 and 630.

## REZIME

Ispirivani su lokaliteti donjotrijaske starosti u Budva zoni (Sustaš, Sutomore, Brčeli jug, Brčeli sjever, Limljani i Mali Raš; slika 1) i određena je njihova stratigrafska pripadnost na osnovu konodonata, amonita i bivalvija (slika 2). Izdanci donjeg trijasa na prostoru između Virpazara i Bara interpretirani su kao sastavni dio Budva zone, na osnovu litološkog sastava, amonitskih i konodontskih fauna koje sadrže, kao i poređenja sa drugim donjotrijaskim lokalitetima u Dinaridima (Aljinović i dr., 2018).

Opisani donjotrijaski izdanci formirani su u veoma različitim uslovima: 1) u plitkom moru sa dominantnom mješovitom siliciklastičnom i karbonatnom sedimentacijom (Sustaš, Sutomore, Brčeli jug), 2) na dubljim djelovima šelfa, sa laporovitim i glinovitim sedimentima (Brčeli sjever), 3) kao kalciturbiditi sa gradacionim kalkarenitima i rijetkim madstonima i laporcima (Limljani), ili 4) u flišolikoj faciji sa fino uslojenim laporcima bez bioturbacija i pjeskovitim turbiditima, kao i laporovitim konglomeratima u gornjem dijelu sukcesije (Limljani, Mali Raš).

Svi ispitivani lokaliteti su lateralno ograničeni, u obliku sočiva (ili kao blokovi, Krystyn et al., 2014), koji su vjerovatno produkti heteroaksijalne superpozicije dvije grupe rasjedno-navlačnih struktura i prije svega polifaznih ekstenzionih struktura (van Unen et al., 2019). Na njih navučena zona Visokog krša, sa druge strane, pokazuje manje deformacija zbog svojih reoloških osobina. Nedostatak normalanog stratigrafskog kontakta sa podinom i povlatom je vjerovatno rezultat ove intenzivne tektonike, ali su za rešavanje ovog pitanja potrebna dalja istraživanja.

Ispitivani izdanci mogu da potiču iz različitih paleogeografskih regiona, čime bi se objasnile razlike u depozicionoj sredini. Ipak, odsustvo sinhronih izdanaka sa drugačijim facijama je interesantno i dovodi nas do zaključka da sve one potiču iz istog paleogeografskog okruženja, time predstavljajući trend produbljivanja naviše kroz vrijeme. Zbog toga su interesantne dubokovodne facije, formirane relativno daleko od obale, koje izgleda da se razvijaju iz plitkovodnih facija tipa Verfena prelazom prema otvorenom moru i poziciji bliže okeanu tokom gornjeg dijela donjeg trijasa.

Razvoj olenjoških flišolikih sedimenata Budva zone je nevjerovatan i zagonetan u odnosu na šelfne plitkovodne facije verfenskog tipa zapadnog Tetisa, koje se javljaju u okruženju (Južni Alpi, Dinaridi, Helenidi). Od bogate amonitske (Đaković, 2017; Krystyn et al., 2019), kao i pelaške konodontske faune (Krystyn et al., 2014, 2019) smitijske starosti, mora se pretpostaviti šira veza sa istočnim Tetisom preko otvorenog mora. Zajedno sa skorašnjim pronalaskom flišolikih stijena srednjeg perma koje sadrže basenske konodonte (*Mesogondolella siziliensis* – Krystyn, neobjavljeno),

dokazanim amonitima gornjeg perma (*Cyclolobus* – Krystyn i dr., 2014) i bitinskog potkata (*Acrochordiceras hyatti* – Đaković i dr., 2018), kao i pronalaskom pelaških konodonata donjeg anizika (*Chiosella timorensis*, *Magnigondolella regalis* – Krystyn, neobjavljeno) u pretaloženim komponentama povlatnih konglomerata Crmnice, dugoročna veza između okeana i Budva zone je očigledno postojala. Za ovo susjedno otvoreno more postoje dva suprotstavljena mišljenja: jedno koje je već predstavljeno u različitim publikacijama (npr. Agnani, 2018; Schmid i dr., 2019; van Hinsbergen i dr., 2019; van Unen i dr., 2019) i koje razmatra relativno “autohtonističko” gledište, prikazujući Budvu kao sjeverni kraj malog Pinos okeana (ili “mora”) duž pasivne kontinentalne margine Adrije. Drugo mišljenje je naša nova hipoteza sa idejom o primarno sjevernoj (paleo-)tetiskoj poziciji Budva zone tokom permskog i trijaskog doba, gdje se ona nalazila lateralno od Karaburuna, Hiosa i djelova Krita (Zanchi, 2003; Löwen i dr., 2017; Zulauf i dr., 2018) sa kojima takođe pokazuje sličnosti tokom perma i donjeg trijasa.

## REFERENCES

- Agnani, 2018: *Subduction evolution of the Dinarides and the Cretaceous orogeny in the Eastern Alps: Hints from a new paleotectonic interpretation*. *Tectonics*, 37, p. 621–635.
- Aljinović, D., Horacek, M., Krystyn, L., Richoz, S., Kolar-Jurkovšek, T., Smirčić, D. and Jurkovšek, B., 2018: *Western Tethyan epeiric ramp setting in the Early Triassic: An example from the Central Dinarides (Croatia)*. *Journal of Earth Sciences*, 29, 4, 806–823.
- Anđelković, M., 1981: *Tektonika Spoljašnjih Dinarida Jugoslavije. Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 45, str. 1–93, Beograd.
- Brandner, R., Krystyn, L., Đaković, M. and Horacek, M., 2016: *Middle Triassic palaeotectonic and facial links between Budva zone (Montenegro) and Southern Alps*. Abstract volume of GeoTiro12016 – Annual Meeting of DGGV and PANGEO Austria, p. 32, Innsbruck.
- Čađenović, D., 2015: *Depozicione sekvence (3. i 4. orbitalni red) oolitnih karbonata Crmnice i Crnogorskog primorja*. *Geološki glasnik*, 16, str. 59–93, Podgorica.
- Dimitrijević, M.D., 1995: *Geologija Jugoslavije*. Geoinstitut, 205 str., Beograd.
- Dimtrijević, M. N. i Dimitrijević, M. D., (1989): *Trijaski fliš Crne Gore: rekonstrukcija basena*. *Geološki glasnik*, 13, str. 47–56, Titograd.
- Đaković, M., 2017: *New Early Triassic (Smithian) ammonoids from Gornji Brčeli (southern Montenegro)*. *Austrian Journal of Earth Sciences*, 110/2, p. 96–104, Vienna.
- Đaković, M., 2018: *Stratigrafija trijaskih formacija sa amonitima između Virpazara i Bara (Crna Gora)*. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 238 pp.

- Đaković, M., Gawlick, H.-J., Čađenović, D., Missoni, S., Milić, M. and Krystyn, L., 2018: *Bithynian cherty limestone of the Rosni virovi locality, Budva zone (southern Montenegro)*. Geologica Balcanica XXI International Congress of the Carpathian Balkan Geological Association (CBGA) Abstracts, Advances of Geology in southeast European mountain belts, p. 64, Salzburg.
- van Hinsbergen, D.J.J., Torsvik, T. H., Schmid, S.M., Maženco, L. C., Maffione, M., Vissers, Güreer, D. And Spakman, W., 2019: *Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic*. Gondwana Research 2019, preprint. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.07.009>
- Krystyn, L., Đaković, M., Horacek, M., Lein, R., Čađenović, D. and Radulović, N., 2014: *Pelagically influenced Late Permian and Early Triassic deposits in Montenegro: remnant of Internal Dinarid Neotethys or Paleotethys relict?* Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz, Band 20/1, p. 114, Graz.
- Krystyn, L., Horacek, M., Đaković, M. and Brandner, R., 2019: *Westernmost Tethyan occurrence of marine pelagic ammonoid and conodont fauna in the Smitian (Early Triassic): The Brceli section in Montenegro*. 3rd International Congress on Stratigraphy, STRATI 2019, Abstract book, p. 404, Milano.
- Löwen, K., Meinhold, G., Güngör, T. and Jasper, B., 2017: *Palaeotethys related sediments of the Karaburun Peninsula, western Turkey: constraints on provenance and stratigraphy from detrital zircon geochronology*. Int. J. Earth Sc., 106, 2771-2796.
- Luković, M. i Petković, K., 1934: *Prilog za geološko poznavanje Crne Gore – geološki i tektonski odnosi jednog dela oblasti Crmnice*. Geološki anali Balkanskog poluostrva, 12, sv. 1, str. 153-165, Beograd.
- Miladinović, M., 1964: *Geološki sastav i tektonski sklop šire okoline planine Rumije u Crnogorskom primorju*. Posebna izdanja Geološkog zavoda u Sarajevu, 96 str., Sarajevo.
- Mirković, M., Kalezić, M. i Pajović, M., 1976: *Osnovna geološka karta SFRJ, list Bar*. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd 1968., Savezni geološki zavod, Beograd.
- Mirković, M., Kalezić, M., Pajović, M., Živaljević, M. i Škuletić, D., 1978: *Tumač za listove Bar i Ulcinj K 34-63 i K 34-75*. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd 1968., str. 5-55, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Pantić-Prodanović, S., 1975: *Trijaske mikrofacije Dinarida – Crna Gora, istočna Bosna i Hercegovina i zapadna Srbija*. Posebno izdanje Društva za nauku i umjetnost Crne Gore, 4, Titograd, 250 str.
- Petković, K. i Mihailović, D., 1935: *Nalazak cefalopodske faune u slojevima donjeg trijasa Crne Gore, njene odlike i značaj*. Geološki anali Balkanskog poluostrva, 12, sv. 2, str. 253-267, Beograd.

Schmid, S.M., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M. and Ustaszewski, K., 2008: *The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units*. Swiss Journal of Geosciences, 101, p. 139-183, Basel.

Schmid, S.M., Fügenschuh, B., Kounov, A., Matenco, L., Nievergelt, P., Oberhänsli, R., Pleuger, J., Schefer, S., Schuster, R., Tomljenović, B., Ustaszewski, K. and van Hinsbergen, D.J.J., 2019: *Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey*. Gondwana Research 2019, preprint. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.67.005>.

Stampfli, G. M. and Borel, G. D., 2002: *A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries*. Earth planet. Sci. Lett., 196, p. 17-33.

van Unen, M., Matenco, L., Nadar, F.H., Darnault, R., Mandic, O. and Demir, V., 2019: *Kinematics of foreland-vergent crustal accretion: inferences from the Dinarides evolution*. Tectonics, 38, 49-76. <https://doi.org/10.1029/2018TC005066>.

Zanchi, A., Garzanti, E., Larghi, C., Angiolini, L. and Gaetani, M., 2003: *The Variscan orogeny in Chios (Greece). Carboniferous accretion along a Palaeotethyan active margin*. Terra Nova, 15, 213-223.

Zulauf, G., Dörr, W., Marko, L. and Krahl, J., 2018: *The late Eo-Cimmerian evolution of the external Hellenides: constraints from microfabrics and U-Pb detrital zircon ages of Upper Triassic (meta)sediments (Crete, Greece)*. Int. J. Earth Sc., 107/8, p. 2859-2894. <https://doi.org/10.1007/s00531-018-1632-8>.





*Mileva Milić<sup>1</sup>, Darko Božović<sup>1</sup>*

## **GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE REKRISTALISALIH KREČNJAKA FORMACIONOG TIPA „SLATINA“ I MOGUĆNOST UPOTREBE U RAZLIČITIM GRANAMA INDUSTRIJE**

### ***Apstrakt***

Na prostoru Bjelopavlića kao kartirana jedinica izdvojena je formacija „Slatina“ koju čine rekristalisanli krečnjaci gornje krede. U ovom radu su date njihove strukturne i teksturne, petrološke osobine, paleontološki sadržaj, uslovi i sredine stvaranja kao i njihova primjena u raznim granama industrije.

***Ključne riječi:*** *rekristalisanli krečnjaci, formacija, potencijalnost, Slatina.*

## **GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RECRYSTALLIZED LIMESTONE OF „SLATINA“ FORMATIONAL TYPE AND THE POSSIBILITY OF USE IN DIFFERENT BRANCHES OF INDUSTRY**

### ***Abstract***

In the area of Bjelopavlići, mapping unit of „Slatina“ has been distinguished, made of recrystallized limestones of Upper Cretaceous. In the present paper petrological, structural and textural features, paleontological material, conditions and depositional environment are described, as well as their use in different branches of industry.

***Key words:*** *recrystallized limestones, formation, potentiality, Slatina.*

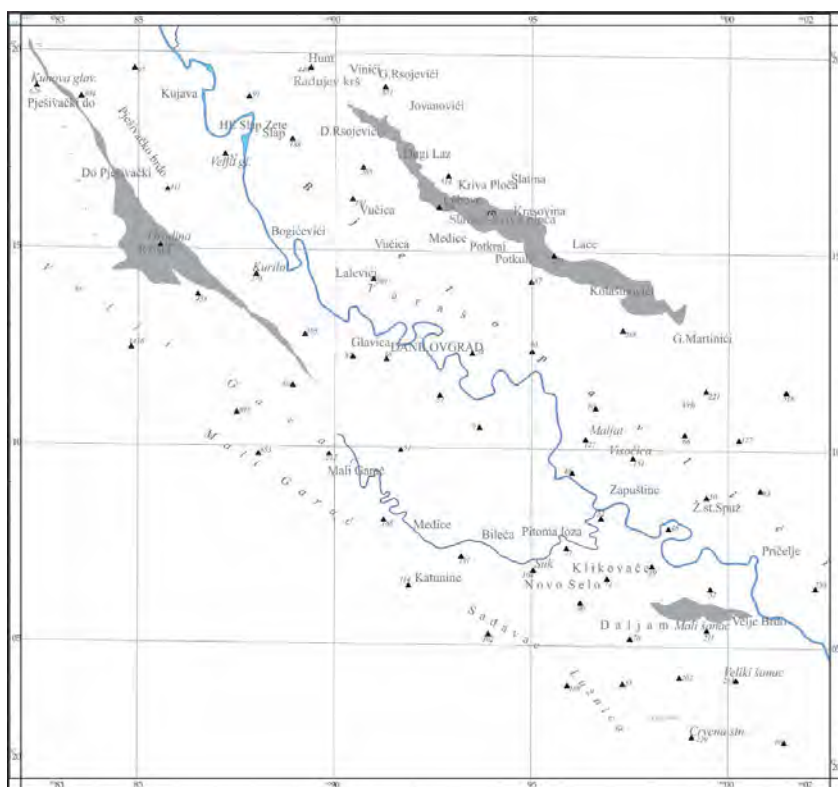
---

<sup>1</sup> *Dipl. Inž. geologije, Zavod za geološka istraživanja Podgorica, mileva.milic1@gmail.com*

<sup>1</sup> *Dr, naučni saradnik, Zavod za geološka istraživanja Podgorica, bozovic.d@geozavod.co.me*

## 1. UVOD

Rekristalisali krečnjaci formacionog tipa „Slatina“ nazvani su po istoimenom ležištu arhitektonsko-građevinskog kamena „Slatina“, koje se nalazi u mjestu Slatina i Kriva Ploča nedaleko od Spuža. Na ovom ležištu je karakterističan razvoj naslaga ovog formacionog tipa zbog čega je i posebno izdvojen. U prošlosti, na predmetnom ležištu je vršena probna eksploatacija, a u manjoj mjeri su i eksploatisani komercijalni blokovi arhitektonsko-građevinskog kamena. Na prostoru Bjelopavlića ovaj formacioni tip se u kontinuitetu nastavlja na formacioni tip „Klikovače“, sa postepenim međusobnim prelazom, uglavnom u sjeveroistočnom dijelu Bjelopavlića, na području Kalezića, Rajčevog dola, Lubova, Krive ploče, južnih padina Miline gomile, Crvene stijene i Glizice, a naslage ovog formacionog tipa konstatovane su i na sjevernim padinama Veljeg brda i mjestu Grbe, neposredno uz asfaltni put Podgorica-Spuž, kao i na sjeveroistočnim padinama brda Velji Garač, na području Gradine i Ržišta (slika 1).



Slika 1. Skica rasprostranjenja rekristalisalih krečnjaka formacionog tipa „Slatina“ (Božović, 2016)

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA

Rad se zasniva na podacima dobijenim tokom rada na Projektima „Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavlića“ i „Potencijalnost karbonatnih sirovina kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila“. Tom prilikom izvršena je prostorna analiza pojedinih formacija krečnjaka i definisani su stratigrafske, litološke i tektonske karakteristike, kao i njihova potencijalnost i primjena u različitim granama industrije. Ova istraživanja pratila su različita specijalistička ispitivanja: petrološko-paleontološka, fizičko-mehanička, fizičko-mineraloška, hemijska i geohemijska.

Odredba karbonata je vršena na osnovu genetske klasifikacije koju daje Dunham (1962), sa dopunom Embry and Klovan (1972) i Folk (1959, 1962). Odredba standardnih mikrofacija (SMF) i facijalnih pojaseva (FP) rađena je po šemama koje daju Wilson (1975) i Flügel (1982).

## 3. GEOLOŠKA GRAĐA TERENA

Krečnjaci formacionog tipa „Slatina“ na prostoru Bjelopavlića u geotektonskom pogledu pripadaju strukturnoj jedinici Visoki krš, odnosno starocnogorskoj kraljušti. U tektonskim inepretacijama različitih domaćih i stranih autora ova strukturno jedinica je različito nazvana (Dalmatinsko-hercegovačka zona, Zona Visokog krša) (Dimitrijević, 1995).

Na osnovu podataka OGK 1:100 000, list Titograd (Živaljević i dr., 1967), u geološkoj građi Bjelopavlića učestvuju sedimenti donje krede (alb-cenoman), gornje krede (turon, senon i mastriht), paleogena i kvartarne tvorevine.

Sedimenti donje krede imaju znatno manje rasprostranjenje u odnosu na gornjokredne sedimente. Granica prema gornjoj kredi, odnosno cenomanu, nije jasno određena zbog odsustva karakteristične faune.

*Sedimenti alb-cenomana* ( $K_{1,2}$ ) predstavljeni su sivožučkastim, bankovitim i slojevitim krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima sa bogatom mikrofaunom: nezazate, prealveoline, miliolide i kuneoline sa sledećim rodovima i vrstama: *Nezzazata simplex*, *Coscinolina sunnilandensis*, *Coscinolina sp.* i dr. Od makrofosila česte su pahiodontne školjke, i ređe nerineje i glaukonije (Živaljević i dr., 1967). Njihova debljina iznosi oko 350 m i izdvojene su na području Tološa.

Gornja kreda na prostoru Bjelopavlića predstavljena je sedimentima turona, senona i mastrihta.

*Sedimenti turona* ( $K_2^2$ ) predstavljeni su žutobjeličastim, bankovitim i masivnim, saharoidnim dolomitima, dolomitičnim krečnjacima, bankovitim i masivnim, bjeličastim, ređe sivkastim krečnjacima. Mjestimično, u donjem dijelu turona, javlja se i zona debljine oko 15 m tankoslojevitih i pločastih krečnjaka sa rožnacima, kao i bituminozne stijene vezane za srednji i gornji turon. Karakteristično je to što u ovom katu dominiraju dolomiti i dolomitični krečnjaci nad krečnjacima, sa čestom mikrofaunom, pretežno sa honodrontima i radiolitidima (Živaljević i dr.,

1967).

**Sedimenti senona** ( $K_2^3$ ) su na području Bjelopavlića najrasprostranjeniji i to su sivobjeličasti, sivi i sivožuti krečnjaci, kao i dolomitični krečnjaci i dolomiti. Najčešće su bankoviti i slojeviti, a ređe i masivni, sa bogatom rudistnom faunom, prvenstveno hipuritima. Takođe, zastupljene su i foraminifere i ređe alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* i kodiacee. Na osnovu navedene faune sedimenti su određeni kao gornji senon, odnosno konijak-santon, a jednim dijelom kampan (Živaljević i dr., 1967).

**Sedimenti mastrihta** ( $K_2^3$ ) predstavljani su bjeličastim, svijetlosivim i blijedožutim, kristalastim krečnjacima, a kadkad i dolomitičnim krečnjacima sa brojnom makro i mikrofaunom, kao i mikroflorom (Živaljević i dr., 1967).

U okviru šireg područja istražnog prostora sedimenti paleogena su predstavljani srednjim eocenom i zauzimaju znatno veliko prostranstvo. To su flišni sedimenti koji imaju pružanje sjeverozapad-jugoistok i leže eroziono-diskordatno preko sedimenata gornje krede. Sedimenti fliša predstavljani su konglomeratima, pešćarima, laporcima i podređeno krečnjacima i krečnjačkim brečama.

Kvartarne naslage na prostoru Bjelopavlića imaju znatno rasprostranjenje. Tvorevine kvartara predstavljani su kvartarnim glinama, deluvijalnim i aluvijalnim naslagama i crvenicom.

#### 4. KREČNJACI FORMACIONOG TIPA „SLATINA“

Na osnovu podataka dobijenih prilikom snimanja detaljnih geoloških stubova i izrade Geološke karte 1:10 000, debljina sedimenata ovog formacionog tipa je promjenljiva i kreće se od 25 do 75 m.

Podinu ovoj formaciji čine krečnjaci formacionog tipa „Klikovača“, a povlatu pelaški i hemipelaški sedimenti formacionog tipa „Jovanovići“ (Božović i dr., 2018).

Formacija je izgrađena od debelobankovitih i masivnih krečnjaka, svijetlosmeđe i bjeličaste boje sa čestim ostacima rudista veličine do 15 cm. Prema Folkovoj klasifikaciji krečnjaci su determinisani kao bioklastični biomikrospariti, biokalkruditi, biokalkareniti, bioonkomikrospariti, biospariti, bioklastični biopelmikrospariti, vrlo rijetko dolomitični biomikrospariti.

Na osnovu Dunhamove klasifikacije to su krečnjaci strukturnog tipa vekston (W), bioklastični pekston (P), skeletno-peloidni pekston (P) i rudistni floatston (F1) u naizmjeničnoj smjeni, a samo mjestimično se javljaju i krečnjaci tipa rudston (Ru). Krečnjaci su veoma često rekristalisali, sa ostacima cijelih ljuštura radiolitesa i hipuritesa. Bioklastični vekston-pekston (W-P) i skeletno-peloidni pekston (P) se ispoljavaju kao samostalni slojevi, a često čine i matriks u floatstonima (F1).

Karbonatna stijena je mikritske i rijetko sparitske strukture, pri čemu je mikritska osnova procesom rekristalizacije pretvorena u mikrosparit. U gornjem dijelu stuba javljaju se, ali veoma rijetko, dolomitični krečnjaci. Stijena obiluje šupljinama koje su zapunjene krupnokristalastim kalcitom.

Za sedimente ovog formacionog tipa karakteristično je da se u njima veoma često nalaze ostaci cijelih ljuštura radiolitesa i hipuritesa: *Hippurites (Vaccinites) taburni*, *Hippurites (Vaccinites) atheniensis* i *Hippurites (Vaccinites) cornuvaccinum*. U istom nivou u ležištu arhitektonsko-građevinskog kamena Slatina (Kriva Ploča) pronađeni su ostaci ljuštura *Hippurites (Vaccinites) atheniensis* i *Sauvagesia tenoicostata*, koji se javljaju u gornjem santonu i donjem kampanu. U krečnjacima ovog formacionog tipa, od skeletnih čestica pored bioklasta ljuštura rudista i skeleta i bodlji ehinida, sadrže i ostatke bentonskih foraminifera: *Nummofalotia apula*, *Moncharmontia apenninica*, *Miliolidae gen. ind.*, *Minouxia lobata*, *Scandonea mediterranea*, *Pararotalia tuberculifera*, *Rotalia trochidiformis*, *Rotorbinella scarsellai*, *Orbitoides hottingeri*, kao i česte alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Mirković, 1993, 1994).

Navedena asocijacija mikrofosila ukazuje da ovi sedimenti u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno gornjem santonu i donjem kampanu (Mirković, 1993, 1994).

#### 4.1. USLOVI I SREDINE STVARANJA

Karbonatne naslage ovog formacionog tipa genetski su vezani za plitkomorski karbonatni sedimentni pojas unutrašnjeg dijela karbonatne platforme. Sedimenti ovog formacionog tipa taloženi su u području karbonatne platforme, odnosno na prednjoj padini (FP 4), sa standardnim mikrofacijama SMF 4 i 5.

U ovoj sredini nastajali su različiti strukturni tipovi krečnjaka, među kojima dominantnu ulogu imaju krečnjaci sa sparitskom osnovom. Krečnjaci tipa vekston (W) i peloidni pekston (P) se javljaju podređeno i sadrže pelete i peletoidne. Onkoidi su rijetki, algalnog su porijekla sa širokim ovojnica. Peleti su ravnomjerno raspoređeni u stijeni sa slabo uočljivim spoljašnjim konturama ili su mikritske osnove bez jasnih kontura, često razoreni. Takođe, u ovim sedimentima su česti ostaci mikritske strukture koji podsjećaju na intraklaste koji su loše sortirani u stijeni, srednje do dobro zaobljeni. U pojedinim tipovima karbonata zapažaju se često i krupni hipuriti, cm veličina (>30 cm).

Od dijagenetskih procesa u sedimentima ovog tipa najznačajniji je proces rekristalizacije, po čemu su krečnjaci ovog formacionog tipa i dobili ime. Iz tog razloga u pojedinim uzorcima krečnjaka ovog formacionog tipa se vrlo teško prepoznaje primarni strukturni tip krečnjaka ili pojedine primarne strukturne komponente. Vrlo često je mikritska osnova procesom rekristalizacije pretvorena u mikrosparit. U osnovnoj masi stijene često su prisutne i šupljine koje su zapunjene mozaičnim kalcitom.

Dolomitizacija je veoma rijetka pojava u sedimentima ovog formacionog tipa i zahvatila je samo pojedine djelove banka u kojima se zapažaju hipidiomorfni kristali dolomita koji sadrže uklopke bitumije i karbonatne materije.

## **5. REZERVE I KVALITET KREČNJAKA FORMACIONOG TIPAA „SLATINA“**

### **5.1 REZERVE**

Na prostoru Bjelopavličke ravnice i njenog oboda postoji deset, više ili manje aktivnih ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena, uglavnom vezanih za sprudne sedimente gornje krede, izgrađene pretežno od rudistnih krečnjaka. Na ležištu Slatina (Kriva ploča) trenutno nema eksploatacije arhitektonsko-građevinskog kamena, ali su u ranijem periodu vršena detaljna geološka istraživanja i izvedena probno-eksploataciona etaža u cilju dobijanja neophodnih parametara za eventualnu buduću eksploataciju. Ukupne eksploatacione rezerve arhitektonsko-građevinskog kamena na ležištu „Slatina“ B+C1 kategorije iznose 525 054 m<sup>3</sup>, od čega B kategoriji pripada 233 557 m<sup>3</sup>, a C1 kategoriji 291 497 m<sup>3</sup>. Obzirom da ležište nije bilo u eksploataciji, nema podataka o stepenu iskorišćenja stijenske u blok masu.

Potencijalne rezerve karbonatnih sirovina ovog formacionog tipa, obzirom na površinu koju zauzimaju od 10,5 km<sup>2</sup> i debljinu od 50 m, iznose oko 525 x 106 m<sup>3</sup>. Potencijalne rezerve blokova arhitektonsko-građevinskog (ukrasnog) kamena, na nivou usvojenog iskorišćenja od 19 % iznose oko 100 x 106 m<sup>3</sup> (Božović, 2016).

### **5.2 KVALITET**

Preciznije definisanje kvalitativnih karakteristika karbonatnih sirovina koje se upotrebljavaju u raznim granama industrije, za krečnjake formacionog tipa „Slatina“, obuhvatilo je ispitivanje: fizičko-mehaničkih, hemijskih i tehnoloških karakteristika.

Na osnovu analiziranih rezultata fizičko-mehaničkih karakteristika, saglasno utvrđenim svojstvima i odredbama standarda SRPS B.B3.200, kamen (krečnjak) formacionog tipa Slatina može se upotrijebiti u arhitektonsko-građevinske svrhe za proizvodnju ploča za unutrašnja oblaganja horizontalnih površina sa umjerenim do intezivnim pješačkim saobraćajem (UH-2 i UH-3), proizvodnju ploča za unutrašnja oblaganja vertikalnih površina (UV), proizvodnju ploča za spoljašnja oblaganja vertikalnih površina objekata visine do 10 m (SV-3), od 10 do 30 m (SV-2) i objekta visine preko 30 m (SV-1), kao i proizvodnju galanterije, ivičnjaka i drugih elemenata u građevinarstvu. Što se tiče dekorativnosti kamena sa ovog područja, kao pokazatelja opšteg izgleda i estetskih vrijednosti koji iz njega proističu, može se konstatovati da kamen ovog tipa pripada grupi dekorativnih po boji i šari.

Obzirom na fizičko-mehaničke karakteristike kamena, na veliku sličnost u ispitivanju arhitektonsko-građevinskog i tehničko-građevinskog kamena, kao i ispitivanja krečnjaka sa aspekta tehničko-građevinskog kamena možemo konstatovati da se kamen ovog formacionog tipa odlikuje veoma dobrim osobinama i da kao takav može naći primjenu za proizvodnju agregata različitih frakcija i njihovu primjenu u tehničko-građevinske svrhe.

U pogledu utvrđenih fizičko-mineraloških, hemijskih i spektrohemijskih karakteristika može se konstatovati, da krečnjaci formacionog tipa Slatina, zahvaljujući novim tehnologijama proizvodnje mogu naći primjenu u sledećim granama industrije:

- industriji boja i lakova, gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti mogu svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom SRPS B.B6.032., u visokokvalitetnu sirovinu (klase kvaliteta A, B, C, D i E);
- industriji gume i PVC-a, gdje zadovoljavaju najvišu klasu kvaliteta A i C u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom SRPSB.B6.031;
- industriji papira, gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih mogu svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom SRPS B.B6.033., u C klasu kvaliteta;
- industriji šećera gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti mogu svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom SRPS B.B6.013. u najkvalitetniju I klasu;
- livarskoj industriji;
- metalurgiji;
- proizvodnji stočne hrane se mogu koristiti u skladu sa definisanim standardom (Sl.I. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00);
- proizvodnji stakla, gdje se u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (SRPSB.B6.020) mogu koristiti u proizvodnji stakla za III klasu kvaliteta; zbog povećanog sadržaja  $Fe_2O_3$  komponente ne mogu se svrstati u veće klase kvaliteta (I i II), iako po drugim parametrima zadovoljavaju više klase kvaliteta.

## **6. POTENCIJALNOST KREČNJAKA FORMACIONOG TIPA „SLATINA“**

Prema stepenu potencijalnosti rekristalivali krečnjaci tipa “Slatina”su klasifikovani kao formacioni tip velike potencijalnosti (Božović i Simić, 2015).

Rekristalivali krečnjaci tipa “Slatina” ima relativno veliko rasprostranjenje na području rudnog rejonu Bjelopavlića (oko 10,5 km<sup>2</sup>), naročito u njegovom sjeveroistočnom dijelu. U okviru ovog formacionog tipa karbonatnih sirovina nalazi se samo jedno ležište arhitektonsko-građevinskog kamena (Slatina-Kriva Ploča).

Imajući u vidu geološke karakteristike, u prvom redu način pojavljivanja (bankoviti do masivni krečnjaci), ovaj formacioni tip sa aspekta potencijalnosti i primjene krečnjaka kao arhitektonsko-građevinski (ukrasni) kamen ocijenjen je kao formacioni tip velike potencijalnosti.

Uzimajući u obzir činjenicu da se radi o krečnjacima veoma povoljnih hemijskih i spektrohemijskih karakteristika, i relativno velikim stepenom bjeline, ovaj formacioni tip sa aspekta njegove primjene kao karbonatno punilo, ocijenjen je kao formacioni tip velike potencijalnosti.

Takođe, uzimajući u obzir fizičko-mehaničke karakteristike ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena Slatina i činjenicu da su ta ispitivanja veoma slična ispitivanjima koja se rade za tehničko-građevinski kamen, ocijenjeno je, da krečnjaci ovog formacionog tipa posjeduju dobra kvalitativna svojstva za njihovu upotrebu kao tehničko-građevinski kamen, odnosno za proizvodnju agregata različiti frakcija.

## REZIME

Na prostoru Bjelopavlića izdvojeni su rekristalisali krečnjaci formacionog tipa „Slatina“. Formacija je izgrađena od debelobankovitih i masivnih krečnjaka, svijetlosmeđe i bjeličaste boje sa čestim ostacima rudista veličine do 15 cm. Prema Folkovoj klasifikaciji krečnjaci su determinisani kao bioklastični biomikrospariti, biokalkruditi, biokalkareniti, bioonkomikrospariti, biospariti, bioklastični biopelmikrosparit, vrlo rijetko dolomitični biomikrospariti.

Novijim istraživanjima u ležištu arhitektonsko-građevinskog kamena Slatina (Kriva Ploča) pronađeni su ostaci ljuštura Hippurites (*Vaccinites*) atheniensis i *Sauvagesia tenoicostata*, koji se javljaju u gornjem santonu i donjem kampanu. Na osnovu asocijacije mikrofosila sedimenti ovog formacionog tipa u strtigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi odnosno gornjem santonu i donjem kampanu. Ranijim istraživanjima ovi sedimenti u stratigrafskom pogledu pripadali gornjoj kredi, odnosno senonu.

Sedimenti ovog formacionog tipa su plitkovodni sedimenti taloženi na području karbonatne platforme, odnosno na prednjoj padini (FP-4), sa standardnim mikrofacijama SMF 4 i 5.

Na osnovu fizičko-mehaničkih, hemijskih i tehnoloških karakteristika rekristalisali krečnjaci formacionog tipa „Slatina“ se mogu upotrebiti u arhitektonsko-građevinske svrhe za proizvodnju ploča za unutrašnja oblaganja, kao i u proizvodnji galanterije, ivičnjaka i drugih elemenata u građevinarstvu.

U pogledu utvrđenih fizičko-mineraloških, hemijskih i geohemijskih karakteristika može se konstatovati, da krečnjaci formacionog tipa Slatina, zahvaljujući novim tehnologijama proizvodnje, mogu naći primjenu u različitim granama industrije. Prema stepenu potencijalnosti rekristalisali krečnjaci tipa “Slatina” su klasifikovani kao formacioni tip velike potencijalnosti.

## SUMMARY

In the area of Bjelopavlići, recrystallized limestones of „Slatina“ formational type have been distinguished. The formation is made of thick bedded to massive limestones, light brown to white in color with abundant fauna of rudist bivalves, up to 15 cm in diameter. According to Folk's classification (1959,1962), determined types of limestone are bioclastic biomicrosparite, biocalcrudite, biocalcarenite, biooncomicrosparite, biosparite, bioclastic biopelmicrosparite and very rarely dolomitic biomicrosparite.

With new investigations in the quarries of architectural-building stone at Slatina (Kriva Ploča) shell remains of *Hippurites (Vaccinites) atheniensis* Ktenas i *Sauvagesia tenoicostata* Polšak have been found, that indicate Late Santonian to Early Campanian age. Based on the microfossil association, limestones of this formational type belong to Upper Cretaceous, i.e. Upper Santonian to Lower Campanian. Previous research of these rocks indicate that they belong to Upper Cretaceous, i.e. Senonian (Mirković, 1993 and 1994).

Rocks of this formational type are shallow water sediments, formed in the area of carbonate platform, i.e. on the slope (FZ 4), with standard microfacies 4 and 5 (Wilson, 1975&Flügel, 1982).

Based on the physical-mechanical, chemical and technological characteristics, recrystallized limestones of „Slatina“ formational type can be used as architectural-building stone for the production of plates for inner paneling, as well as for haberdashery production, sidewalks and other elements in civil engineering.

In terms of established physical-mineralogical, chemical and geochemical characteristics it can be concluded that the limestones of „Slatina“ formational type, thanks to new technologies of production, can be used in different branches of industry.

According to the degree of potentiality, recrystallized limestones of „Slatina“ formational type are classified as the type with great potentiality.

## LITERATURA

Božović, D., 2016: *Mineragenija i potencijalnost karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića*, Crna Gora. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 263 pp.

Božović, D. i Simić, V., 2015: *Ocjena potencijalnosti karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića*. Geološki glasnik, knj. XVI, JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, str. 143-161, Podgorica.

Božović, D., Milić, M. i Đaković, M., 2018: *Pelaški i hemipelaški krečnjaci formacionog tipa Jovanovići kao arhitektonsko-građevinski kamen/Pelagic and hemipelagic limestones of Jovanovići formation type as architectural-building stone*. Zbornik apstrakata sa 17. Kongresa geologa Srbije sa međunarodnim učešćem/ Abstract proceedings from 17th Serbian Geological Congress with International Participation, Vrnjačka Banja. Izdavač/Publisher: Srpsko geološko društvo, Beograd/Serbian geological Society, Belgrade, ISBN 978-86-86053-19-0, Prošireni abstrakt, str./pp. 352-357.

Čadenović, D., Mirković, M. i Čepić, M., 1996: *Karakteristike kampanskih formacija Dinarske karbonatne platforme prostora Bjelopavlića*. Geološki glasnik, knj. XV, Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, str.59-89, Podgorica.

Dimitrijević, M.D., 1995: *Geologija Jugoslavije*. Geoinstitut, 205 str., Beograd.

Dunham, R. J., 1962: *Classification of carbonate rocks according to depositional texture*. American of Petroleum Geologists Bulletin, 1, pp. 108-121.

- Embry, A. F. and Klovan, J. E., 1971: *A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island*. N.W.T. Bulletin of Canadian Petroleum Geology v19, pp. 730-781.
- Flügel, E., 1982: *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 633 p.
- Folk, R. L., 1959: *Practical petrographic classification of limestones*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 43/1, pp. 1-38, Tulsa.
- Folk, R. L., 1962: *Spectral subdivision of limestone types*. In: Ham, W. E. (Ed.), Classification of Carbonate Rocks. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 1, pp. 62-84, Tulsa.
- Mirković, M., 1993: *Izveštaj o biostratigrafskom ispitivanju karbonatnih sedimenata senona rudnog rejona Bjelopavlića*. FSD Instituta za tehnička istraživanja, Podgorica, 57 str.
- Mirković, M., 1994: *Izveštaj o biostratigrafskoj analizi karbonatnih sedimenata rudnog rejona Bjelopavlića*. FSD Instituta za tehnička istraživanja, Podgorica, 95 str.
- Živaljević, M., Pajović, M., Đokić, V. i Škuletić, D., 1967: *Tumač za OGK SFRJ*, list Titograd (K 34-51), 1:100 000. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd, 57 str.
- Wilson, J.L., 1975: *Carbonate facies in geologic history*. "Springer-Verlag", Berlin, 471 p.





*Darko Božović<sup>1</sup>*

## TEHNIČKO-GRAĐEVINSKI KAMEN CRNE GORE, STANJE I POTENCIJALI

### Apstrakt

Tehničko-građevinski kamen predstavlja karbonatnu sirovinu koja u Crnoj Gori praktično ima neograničen potencijal, tako da se, sa pravom može reći da je Crna Gora bogata tehničko-građevinskim kamenom i da predstavlja jednu od najznačajnijih mineralnih sirovina. U Crnoj Gori je otkriveno više ležišta tehničko-građevinskog kamena, koja se javljaju u u okviru različitih geoloških formacija. U ovom radu prikazana su ležišta, geološke karakteristike, rezerve, kvalitet i potencijalnost tehničko-građevinskog kamena.

*Ključne riječi: tehničko-građevinski kamen, rezerve, kvalitet, potencijalnost.*

## TECHNICAL-BUILDING STONE OF MONTENEGRO, CONDITION AND POTENTIALITY

### Abstract

Technical-building stone represents a carbonate raw material that practically has unlimited potential in Montenegro, so it can be said that Montenegro is rich in technical-building stone and that it represents one of the most important raw materials. A large number of technical-building stone deposits is registered in Montenegro, that are developed in different geological formations. In the present paper, deposits of technical-building stone, their geological characteristics, reserves, quality and potentiality are being represented.

*Keywords: technical-building stone, reserves, quality, potentiality.*

---

<sup>1</sup> Dr, naučni saradnik, Zavod za geološka istraživanja Podgorica, bozovic.d@geozavod.co.me

## 1. UVOD

U geološkoj građi Crne Gore, karbonatne stijene učestvuju sa oko 65%, a predstavljene su, uglavnom, krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima, uz značajno prisutvo dolomita. Ove stijene su do sada valorizovane kroz korišćenje u građevinarstvu, uglavnom kao tehničko-građevinski kamen, a znatno manje kao arhitektonsko-građevinski (ukrasni) kamen (Pajović i Radusinović, 2010).

U Crnoj Gori je do sada je istraživano više lokaliteta tehničko-građevinskog kamena, a u današnje vrijeme su registrovana 42 ležišta, sa utvrđenim bilansnim rezervama i kvalitativnim (fizičko-mehaničkim) karakteristikama, i gotovo u svim se vrši ili se vršila proizvodnja tehničko-građevinskog kamena. Sva ležišta su krečnjačkog i krečnjačko-dolomitskog, ređe dolomitskog sastava, osim ležišta Okruglički krš Štitarica kod Mojkovca koje je vulkanskog (keratofirskog) sastava. Ležišta se javljaju u okviru različitih geoloških formacija: permskih, trijaskih, jurskih, krednih, eocenskih i kvartarnih, kao i u okviru različitih geotektonskih jedinica. Imajući u vidu geološku građu Crne Gore, broj ležišta tehničko-građevinskog kamena mogao bi biti znatno veći, ali obzirom da se radi o jeftinoj sirovini koja ne trpi preveliki transport, ključni faktor za uvrštavanje u ležišta i rentabilnu eksploataciju predstavlja lokacija geoloških formacija i potencijalnih nalazišta (Gomilanović, 1999). Stalan je trend povećanja interesovanja investitora za dobijanje koncesije za istraživanje i eksploataciju tehničko-građevinskog kamena, posebno u primorskoj regiji, a u poslednje vrijeme i u centralnom i sjevernom dijelu Crne Gore. To je i osnovni razlog da su ležišta tehničko-građevinskog kamena najviše raspoređena u primorskom dijelu Crne Gore (Ilić, 2005), kao dijelu koji se najviše razvija i gradi i ima povećanu potrebu za ovom mineralnom sirovinom. Pored navedenog, na povećanje interesovanja utiče razvoj privatnog preduzetništva u oblasti građevinarstva i nastojanje ozbiljnih građevinskih privrednih društava da obezbijede sopstvenu sirovinsku bazu. Rezerve tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori, dokazane su u 40 ležišta, od kojih se dvadeset nalaze na Primorju, dvanaest u centralnom dijelu i osam u sjevernom dijelu Crne Gore.

Kao tehničko-građevinski kamen koristi se i šljunak i pijesak glacijalnog i fluvioglacijalnog porijekla. Ova mineralna sirovina ima veoma veliko rasprostranjenje na teritoriji Crne Gore i javlja se u vidu moćnih naslaga na padinama planina, u karstnim poljima, karstnim površima i drugim karstnim oblicima. Šljunak i pijesak glacijalnog i fluvioglacijalnog porijekla predstavlja mineralnu sirovinu koja se koristi za nasipanje i izgradnju puteva, a kao otkopani, separisani i obrađeni materijal koristi se u tehničko-građevinske svrhe, odnosno kao agregat za proizvodnju betona i asfalta, kao i u druge građevinske svrhe.

## 2. GEOGRAFSKI PRIKAZ

Na području Crne Gore do sada, istraživano je više lokaliteta tehničko-građevinskog kamena, a u današnje vrijeme su ovjerene rezerve za 40 ležišta. Ležišta tehničko-građevinskog kamena, zastupljena su u južnom (primorskom), centralnom i sjevernom dijelu Crne Gore (slika 1). Najveći broj ležišta tehničko - građevinskog kamena nalazi se u primorskom dijelu Crne Gore, kao području koje se intezivno razvija i gradi i koje ima povećanu potrebu za tehničko-građevinskim kamenom, odnosno agregatima za proizvodnju betona i asfalta. Takođe, na ovom području su i u prethodnom periodu bili najveći centri eksploatacije tehničko-građevinskog kamena, kao posledica značajnog porasta potrošnje ovog materijala poslije zemljotresa 1979. godine.

U primorskom dijelu Crne Gore i njegovom zaleđu registrovana su 22 ležišta tehničko-građevinskog kamena koja administrativno pripadaju opštinama Ulcinj, Bar, Kotor i Herceg-Novi.

Na području opštine Ulcinja otkrivena su dva ležišta tehničko-građevinskog kamena koja se nalaze na području Briske gore, odnosno na njenim jugoistočnim i zapadnim padinama i to ležišta "Darza" i "Ristova punta".

Na teritoriji opštine Bar nalazi se šest ležišta sa dokazanim rezervama tehničko-građevinskog kamena. Na sjevernim i sjeveroistočnim padinama brda Možura nalazi se istoimeno ležište tehničko-građevinskog kamena "Možura". Na sjevernim i sjeveroistočnim padinama brda Volujica, u neposrednoj blizini Bara nalaze se tri ležišta tehničko-građevinskog kamena: "Volujica", "Velji Zabio" i "Goran". Takođe, na teritoriji opštine Bar nalazi se i ležište tehničko-građevinskog kamena "Haj-Nehaj", koje je locirano na sjeveroistočnim padinama uzvišenja Velji Grad, u blizini Sutomora, dok se ležište tehničko-građevinskog kamena "Kalac" nalazi na sjeveroistočnom dijelu uzvišenja Velja glava u blizini magistralnog puta Petrovac-Virpazar-Podgorica. Takođe, na prostoru Gluhog dola, u široj okolini Paštrovačke gore, nalazi se i ležište tehničko-građevinskog kamena "Todorov krš".

Na teritoriji opštine Kotor registrovano je šest ležišta tehničko-građevinskog kamena: Platac, Rudine-Nalježići, Nalježići, Lješevići-Gajevi, Krivošije Donje i Kameno more. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Platac" nalazi se u priobalnom dijelu Crne Gore, u području Grblja, u mjestu Krimovice. Na prostoru mjesta Nalježići, nalaze se dva ležišta tehničko-građevinskog kamena: "Nalježići" i "Rudine-Nalježići". U uvalama ovog područja pretežno su deponovani sedimenti koji su nastali kao siparišne - padinske breče, a danas se eksploatišu kao građevinski materijal. Na karstnom području Krivošija i Kamenog mora, na oko 2-3 km vazdušne linije od Risna nalaze se ležišta tehničko-građevinskog kamena "Krivošije Donje" i "Kameno more".



Slika 1. Pregledna geografska karta Crne Gore sa ucrtanim ležištima tehničko-građevinskog kamena

Na području opštine Herceg-Novi registrovano je pet ležišta tehničko-građevinskog kamena: Bjelotina, Kruševice I, Kruševice II, Sitnica i Kotobilj. Sva ležišta su locirana sjeverno i sjeverozapadno od Herceg-Novog u blizini regionalnog puta Herceg-Novi - Trebinje.

U centralnom dijelu Crne Gore registrovano je 12 ležišta tehničko-građevinskog kamena sa dokazanim rezervama i kvalitetom. Od toga pet ležišta administrativno pripada teritoriji opštine Podgorica, po tri ležišta su na području opština Danilovgrad i Nikšić, dok se jedno ležište nalazi na teritoriji opštine Cetinje.

Ležište tehničko-građevinskog kamena “Zagrablje” nalazi se na području istoimene zaravni, na oko 1 km jugoistočno od Cetinja u neposrednoj blizini magistralnog

puta Podgorica-Cetinje-Budva. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Sađavac" kao i ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena Visočica i Maljat administrativno pripadaju opštini Danilovgrad. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Sađavac" nalazi se u u ataru mjesta Komunice, a locirano je na sjevernim padinama istoimenog brda Sađavac. Pojedina ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena kao što su "Maljat" i "Visočica" su ujedno i ležišta tehničko-građevinskog kamena, koja dio stijenske mase koji ostaje prilikom eksploatacije komercijalnih blokova arhitektonsko-građevinskog (ukrasnog) kamena, kao i oštećene, ispucale i karstifikacijom zahvaćene partije, koriste za proizvodnju tehničko-građevinskog kamena, odnosno agregata različitih frakcija (Božović i Simić, 2015). Nalaze se u neposrednoj blizini Spuža preko kojeg su povezani sa Danilovgradom i Podgoricom starim asfaltnim putem.

Na području teritorije opštine Podgorica nalaze se ležišta Potoci, Žuti krš, Pelev brijeg, Bajčetinci i Lopate. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Potoci" nalazi se u području istoimenog mjesta, sjeveroistočno od Podgorice, u neposrednoj blizini magistralnog puta Podgorica-Kolašin. Takođe, u neposrednoj blizini ovog puta, sjeverno od Podgorice, ispod Vežešnika nalazi se ležište tehničko-građevinskog kamena "Žuti krš". Ležišta tehničko-građevinskog kamena "Pelev brijeg", "Bajčetinci" i "Lopate" se nalaze u zoni koridora budućeg autoputa Bar-Boljare, odnosno dionice Smokovac-Uvač-Mateševo. Na ovim ležištima su izvedena detaljna geološka istraživanja u cilju dokazivanja ekonomskih rezervi tehničko-građevinskog kamena i njegovih kvalitativnih karakteristika, a u cilju obezbeđivanja proizvodnje tehničko-građevinskog kamena, isključivo za potrebe izgradnje autoputa.

Na području opštine Nikšić nalaze se ležišta tehničko-građevinskog kamena "Grabova kosa", "Midova kosa" i "Kuside". Ležište "Grabova kosa" nalazi se na karstnom području istoimenog mjesta, koje pripada jugoistočnim obroncima planine Budoš, u neposrednoj blizini starog asfaltnog puta Nikšić-Podgorica preko Pandurice. Na sjevernim padinama planine Budoš nalazi se i ležište tehničko-građevinskog kamena "Midova kosa", dok se ležište "Kuside" nalazi se u blizini istoimenog mjesta, zapadno od Nikšića, u neposrednoj blizini magistralnog puta Nikšić-Trebinje.

U sjevernom dijelu Crne Gore registrovano je osam ležišta tehničko-građevinskog kamena na kojima su izvršena detaljna geološka istraživanja, utvrđene bilansne rezerve i kvalitet tehničko-građevinskog kamena i to: Krš-Kaluđerski laz, Lješnica-Bioča, Taskavac-Štitarica, Okruglički krš-Štitarica, Otilovići, Rajčevo brdo, Bušnje i Vilići.

Ležište tehničko-građevinskog kamena "Krš" nalazi se u ataru sela Kaluđerski laz, jugoistočno od Rožaja. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Lješnica-Bioče" nalazi se u klisuri istoimene rijeke Lješnice, uzvodno od sela Bioča, u neposrednoj blizini lokalnog asfaltnog puta Bioča-Petnjica i administrativno pripada opštini Bijelo Polje. Ležišta tehničko-građevinskog kamena (krečnjaka) "Taskavac" i vulkanita "Okruglički krš" nalaze se u mjestu Štitarica, jugozapadno

od Mojkovca, na obali Štitaričke rijeke, odnosno na sjeveroistočnim padinama planinskog uzvišenja Gradac. Na području opštine Pljevlja nalaze se četiri ležišta tehničko-građevinskog kamena: Otilovići, Rajčevo brdo, Bušnje i Vilići. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Otilovići" nalazi se u blizini Pljevalja, u sjeverozapadnom području istoimenog mjesta, neposredno uz regionalni asfaltni put Pljevlja-Slijepač most. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Rajčevo brdo" nalazi se sjeveroistočno, od grada Pljevalja, u neposrednoj blizini lokalnog asfaltnog puta Pljevlja-Crljenice koji se, kod lokaliteta Mramor, priključuje na regionalni put Pljevlja-Bijelo Polje i Pljevlja-Prijepolje. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Bušnje" nalazi se u neposrednoj blizini regionalnog puta Pljevlja-Gradac, sa desne strane korita rijeke Čehotine.

U Crnoj Gori su registrovana samo dva ležišta šljunka i pijeska fluvio-glacijalnog porijekla: Batnjica kod Herceg-Novog i Ražano polje kod Žabljaka. Ležište šljunka i pijeska "Batnjica" nalazi se u neposrednoj blizini Herceg-Novog, u blizini lokalnog asfaltnog puta za Crkvice, dok se ležište šljunka i pijeska "Ražano polje", nalazi u sjeveroistočno od Žabljaka u blizini puta Žabljak-Podgora.

### **3. GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA I POJAVA TEHNIČKO- GRAĐEVINSKOG KAMENA U CRNOJ GORI**

Ležišta tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori su uglavnom krečnjačkog i krečnjačko-dolomitnog, ređe dolomitnog sastava, i javljaju se u okviru različitih geoloških formacija: permskih, trijaskih, jurskih, krednih, eocenskih i kvartarnih, kao i u okviru različitih geotektonskih jedinica (Božović i dr., 2018). Samo jedno ležište tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori je vulkanskog odnosno keratofirskog sastava (Okruglički krš-Štitarica kod Mojkovca).

#### *Ležišta permske starosti*

Ležište tehničko-građevinskog kamena "Taskavac-Štitarica" izgrađuju paleozojski sedimenti, tj. krečnjaci donjeg i srednjeg perma ( $P_{1,2}$ ) i jedino je ležište u Crnoj Gori koje je genetski vezano za sedimente permske starosti.

#### *Ležišta trijaskih starosti*

Na teritoriji Crne Gore, u okviru trijaskih geoloških formacija, zastupljeno je dvanaest ležišta tehničko-građevinskog kamena sa dokazanim bilansnim rezervama i utvrđenim kvalitativnim karakteristikama. Najveći broj ležišta nalazi se na sjeveru Crne Gore, njih sedam: Bušnje, Rajčevo brdo, Otilovići i Vilići kod Pljevalja, Okruglički krš kod Mojkovca, Krš-Kaluđerski laz kod Rožaja i Lješnica-Bioča kod Berana i pripadaju Durmitorskoj tektonskoj jedinici. Mineralnu sirovinu u ležištu tehničko-građevinskog kamena "Bušnje" izgrađuju masivni, rekristalisali krečnjaci anizijskog kata ( $T_2^1$ ). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Rajčevo brdo", nalazi se u okviru gornjetrijaskog kompleksa karbonatnih stijena ( $T_3$ ) predstavljenog sprudnim, slojevitim, ređe bankovitim krečnjacima noričkog, noričko-retskog, do retolijaskog razvića. I ležište tehničko-građevinskog kamena "Otilovići" izgrađuju karbonatne naslage gornjeg trijasa (karnik-norik), predstavljene krečnjacima i

ređe dolomitičnim krečnjacima. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Vilići" izgrađuju karbonatne naslage srednjeg trijasa (ladinika), predstavljene slojevitim i bankovitim krečnjacima i ređe dolomitičnim krečnjacima. Samo jedno ležište tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori je vulkanskog porijekla. To je ležište "Okruglički krš-Štitarica" izgrađeno od vulkanskih stijena srednjotrijaske starosti (anizik-ladinik). U ležištu su zastupljeni kvarceratofiri, keratofiri i znatno ređe keratofirski i kvarceratofirski tufovi i tufiti. Mineralnu sirovinu u ležištu tehničko-građevinskog kamena "Krš-Kaluđerski laz" kod Rožaja predstavljaju masivni, debelobankoviti i bankoviti krečnjaci i slabo dolomitisani krečnjaci ladinske starosti ( $T_2^2$ ), dok ležište tehničko-građevinskog kamena "Lješnica-Bioča" izgrađuju karbonatne naslage srednjeg trijasa (anizika), predstavljene masivnim krečnjacima i rijetko dolomitičnim krečnjacima. Četiri ležišta trijaskе starosti se nalaze u zaleđu Crnogorskog primorja. U okviru Budva zone to su ležišta Kotobilj kod Herceg-Novog, Haj-Nehaj kod Sutomora i Kalac u zaleđu Čanja, a u zoni Visokog krša ležište Kruševice I na području Herceg-Novog. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Kotobilj" izgrađuje serija krečnjaka i dolomita i njihovih prelaznih oblika ladinsko-gornjotrijaske starosti. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Haj-Nehaj" izgrađuju karbonatni sedimenti srednjotrijaske starosti, predstavljeni anizijskim rekristalisanim krečnjacima ( $T_2^1$ ), ladinskim brečiziranim krečnjacima sa uklopcima rožnaca ( $^1T_2^2$ ) i masivnim bioklastičnim krečnjacima sa rijetkim uklopcima rožnaca ( $^2T_2^2$ ). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Kalac" izgrađuju karbonatne naslage srednjeg trijasa - anizika ( $T_2^1$ ) predstavljene dolomitima, dolomitičnim krečnjacima i podređeno krečnjacima. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Kruševice I" izgrađuju karbonatni sedimenti gornjeg trijasa ( $T_3$ ), gdje dominiraju debeloslojeviti, bankoviti do masivni krečnjaci, koji se smjenjuju sa dolomitičnim krečnjacima.

U centralnom dijelu Crne Gore nalazi se ležište "Zagrablje" kod Cetinja. U geološkoj građi ovog ležišta učestvuju gornjotrijaski karbonatni sedimenti predstavljeni debelobankovitim i bankovitim, ređe slojevitim dolomitima i dolomitskim brečama, dolomitičnim krečnjacima i krečnacima koji pripadaju lofer formaciji gornjeg trijasa ( $T_3$ ).

#### *Ležišta jurske starosti*

U okviru geotektonske jedinice Visokog krša, u okviru jurskih sedimenata, otkriveno je pet ležišta tehničko-građevinskog kamena. Na području Nikšića, ležište "Midova kosa" genetski je vezano za tintinidske krečnjake gornje jure ( $J_3^3$ ) koji su predstavljeni slojevitim i bankovitim, krečnjacima sa nepravilnim prosljocima dolomitičnih krečnjaka. Na području opštine Podgorica nalazi se ležište tehničko-građevinskog kamena "Pelev Brijeg". U geološkoj građi ležišta učestvuju karbonatni sedimenti gornje jure, odnosno oksford-kimeridža ( $J_3^{1,2}$ ) predstavljeni slojevitim, debeloslojevitim i bankovitim krečnjacima. U zaleđu Herceg-Novog, javljaju se tri ležišta: Bjelotina, Kruševice II i Sitnica, izgrađena od karbonatnih stijena, prvenstveno krečnjaka jurske starosti. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Bjelotina" u cjelosti se nalazi na terenu koji izgrađuju karbonatni sedimenti donje jure ( $J_1$ ), a predstavljeni

su slojevitim do bankovitim krečnjacima sa plavinama onkoida. I ležište tehničko-građevinskog kamena "Kruševice II" u cjelosti izgrađuju karbonatne stijene donje jure ( $J_1$ ), predstavljene slojevitim do bankovitim krečnjacima i krečnjačkim brečama. U geološkoj građi ležišta tehničko-građevinskog kamena "Sitnica" učestvuju karbonatne naslage gornje jure - malma ( $J_3$ ), predstavljene slojevitim, debeloslojevitim i ređe bankovitim (preko 1,5 m) krečnjacima.

#### *Ležišta kredne starosti*

Najveći broj ležišta tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori nalazi se u okviru gornjokrednih karbonatnih sedimenata. Na Crnogorskom primorju, u okviru Jadransko-jonske zone Crne Gore otkriveno je deset ležišta tehničko-građevinskog kamena: Darza, Ristova punta i Možura u okolini Ulcinja, Velji zabio, Goran i Volujica na području Bara, Platac i Lješevići-Gajevi na području Luštica i Grblja, kao i Krivošije Donje i Kameno more u zaleđu Risna. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Darza" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede, santon-kampana i mastrihta ( $K_2^{4,5}$  i  $K_2^6$ ), predstavljene slojevitim i bankovitim, krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i ređe dolomitima. Mineralnu sirovinu u ležištu tehničko-građevinskog kamena "Ristova punta" čine slojeviti krečnjaci promjenljive debljine i proslojci dolomitičnih krečnjaka ili dolomita. U geološkoj građi ležišta "Možura" učestvuju karbonatne stijene gornje krede predstavljene bankovitim i debelobankovitim krečnjacima i krečnjačkim brečama santon-kampana ( $K_2^{4,5}$ ) i slojevitim i bankovitim krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima mastrihta ( $K_2^6$ ). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Velji Zabio", se nalazi na sjeveroistočnom krilu antiklinale Volujica-Šasko brdo, koje izgrađuju sedimenti gornje krede tj. santon-kampana ( $K_2^{4,5}$ ). Ovi sedimenti predstavljeni su slojevitim, debeloslojevitim do bankovitim, mjestimično i masivnim krečnjacima, koji su djelimično brečizirani. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Goran" predstavljeno je takođe gornjokrednim sedimentima odnosno krečnjacima santon-kampana ( $K_2^{4,5}$ ). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Volujica" izgrađuju karbonatni sedimenti gornje krede, predstavljeni krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i ređe dolomitima, koji po starosti odgovaraju santon-kampanu ( $K_2^{4,5}$ ) i mastrihtu ( $K_2^6$ ). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Platac" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede odnosno mastrihta ( $K_2^6$ ), predstavljene slojevitim i bankovitim, slabobituminoznim, krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima. Ležišta tehničko-građevinskog kamena "Krivošije Donje" i "Kameno more" koja se nalaze na području istoimenih mjesta u zaleđu Risna izgrađuju karbonatne naslage gornje krede - turona ( $K_2^2$ ), koje su predstavljene bankovitim i masivnim, slabobituminoznim krečnjacima. U zaleđu Crnogorskog primorja, na Paštrovačkoj gori nalazi se ležište "Todorov krš", koje je takođe genetski vezano za sedimente gornje krede, a otkriveno je u okviru geotektonske jedinice Visoki krš. U geološkoj građi ležišta učestvuju veoma čisti krečnjaci sa sadržajem kalcijum-karbonata ( $CaCO_3$ ) preko 99%, koji u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno santon-kampanu ( $K_2^{4,5}$ ) i mastrihtu ( $K_2^6$ ). U centralnom dijelu Crne Gore, u zoni Visokog krša, nalazi se devet ležišta tehničko-građevinskog kamena koja su genetski vezana za sedimente gornje krede, i to u

blizini Nikšića ležišta Grabova kosa i Kuside, u okolini Danilovgrada ležišta Sađavac, Maljat i Visočica, i na području opštine Podgorica ležišta tehničko-građevinskog kamena Potoci, Žuti krš, Bajčetinci i Lopate. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Kuside" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede - turona ( $K_2^2$ ), predstavljene slojevitim i bankovitim krečnjacima koji su mjestimično manje ili više dolomitisani. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Grabova kosa", izgrađuju karbonatne naslage gornje krede, odnosno cenomana ( $K_2^1$ ), koji su predstavljeni slojevitim i debeloslojevitim, a rjeđe bankovitim krečnjacima sa proslojcima dolomita. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Sađavac" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede (kampan-mastrihta), predstavljene slojevitim i bankovitim, slabobituminoznim krečnjacima i rijetko dolomitičnim krečnjacima. Ležišta "Maljat" i "Visočica" u okolini Spuža su prevashodno ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena, na kojima se nakon eksploatacije komercijalnih blokova ostatak koristi kao tehničko-građevinski kamen. I ova dva ležišta u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi (kampan-mastriht), a predstavljenu su uglavnom masivnim krečnjacima (Božović, 2016). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Potoci" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede (turona), predstavljene slojevitim, bankovitim i ređe masivnim krečnjacima. U geološkoj građi ležišta tehničko-građevinskog kamena "Žuti krš" učestvuju krečnjaci turonske starosti, predstavljeni smjenom slojevitih, bankovitih do masivnih krečnjaka, koji su u značajnoj mjeri ispucali, sa brojnim prslinama i pukotinama. U geotektonskom pogledu ležišta tehničko-građevinskog kamena "Bajčetinci" i "Lopate" pripadaju geotektonskoj jedinici Visoki krš, odnosno Kučkoj kraljušti. Nalaze se u okviru geološke formacije senonskog fliša (K23). U geološkoj građi ležišta "Bajčetinci" dominantno učešće imaju karbonatne naslage predstavljene brečiziranim krečnjacima i karbonatnim brečama i tipičnim flišnim sedimentima. U geološkoj građi ležišta tehničko-građevinskog kamena "Lopate" učestvuju dva paketa krečnjaka, flišni i deluvijalni sedimenti. Prvi paket izgrađuju sivi do tamnosivi, mjestimično i rumeni krečnjaci (1K25,6) koji predstavljaju štetnu komponentu, dok je drugi paket predstavljen bankovitim i masivnim, sivim i tamnosivim brečastim krečnjacima i ređe krečnjačkim brečama (1K25,6) koji predstavljaju korisnu komponentu za proizvodnju tehničko-građevinskog kamena.

#### *Ležišta eocenske starosti*

U okviru geotektonske jedinice Visokog krša, u okviru jurskih sedimenata, otkriveno je pet ležišta tehničko-građevinskog kamena. Na području Nikšića, ležište "Midova kosa" genetski je vezano za tintinidske krečnjake gornje jure (J33) koji su predstavljeni slojevitim i bankovitim, krečnjacima sa nepravilnim proslojcima dolomitičnih krečnjaka.

Na području opštine Podgorica nalazi se ležište tehničko-građevinskog kamena "Pelev Brijeg". U geološkoj građi ležišta učestvuju karbonatni sedimenti gornje jure, odnosno oksford-kimeridža (J31,2) predstavljeni slojevitim, debeloslojevitim i bankovitim krečnjacima. U zaleđu Herceg-Novog, javljaju se tri ležišta: Bjelotina, Kruševica II i Sitnica, izgrađena od karbonatnih stijena, prvenstveno krečnjaka jurske starosti. Ležište tehničko-građevinskog kamena

“Bjelotina” u cjelosti se nalazi na terenu koji izgrađuju karbonatni sedimenti donje jure (J1), a predstavljeni su slojevitim do bankovitim krečnjacima sa plavinama onkoida. I ležište tehničko-građevinskog kamena “Kruševica II” u cjelosti izgrađuju karbonatne stijene donje jure (J1), predstavljene slojevitim do bankovitim krečnjacima i krečnjačkim brečama. U geološkoj građi ležišta tehničko-građevinskog kamena “Sitnica” učestvuju karbonatne naslage gornje jure - malma (J3), predstavljene slojevitim, debeloslojevitim i ređe bankovitim (preko 1,5 m) krečnjacima.

#### *Ležišta kredne starosti*

Najveći broj ležišta tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori nalazi se u okviru gornjokrednih karbonatnih sedimenata. Na Crnogorskom primorju, u okviru Jadransko-jonske zone Crne Gore otkriveno je deset ležišta tehničko-građevinskog kamena: Darza, Ristova punta i Možura u okolini Ulcinja, Velji zabio, Goran i Volujica na području Bara, Platac i Lješevići-Gajevi na području Luštica i Grblja, kao i Krivošije Donje i Kameno more u zaleđu Risna. Ležište tehničko-građevinskog kamena “Darza” izgrađuju karbonatne naslage gornje krede, santon-kampana i mastrihta (K24,5 i K26), predstavljene slojevitim i bankovitim, krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i ređe dolomitima. Mineralnu sirovinu u ležištu tehničko-građevinskog kamena “Ristova punta” čine slojeviti krečnjaci promjenljive debljine i proslojci dolomitičnih krečnjaka ili dolomita. U geološkoj građi ležišta “Možura” učestvuju karbonatne stijene gornje krede predstavljene bankovitim i debelobankovitim krečnjacima i krečnjačkim brečama santon-kampana (K24,5) i slojevitim i bankovitim krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima mastrihta (K26). Ležište tehničko-građevinskog kamena “Velji Zabio”, se nalazi na sjeveroistočnom krilu antiklinale Volujica-Šasko brdo, koje izgrađuju sedimenti gornje krede tj. santon-kampana (K24,5). Ovi sedimenti predstavljeni su slojevitim, debeloslojevitim do bankovitim, mjestimično i masivnim krečnjacima, koji su djelimično brečizirani. Ležište tehničko-građevinskog kamena “Goran” predstavljeno je takođe gornjokrednim sedimentima odnosno krečnjacima santon-kampana (K24,5). Ležište tehničko-građevinskog kamena “Volujica” izgrađuju karbonatni sedimenti gornje krede, predstavljeni krečnjacima, dolomitičnim krečnjacima i ređe dolomitima, koji po starosti odgovaraju santon-kampanu (K24,5) i mastrihtu (K26). Ležište tehničko-građevinskog kamena “Platac” izgrađuju karbonatne naslage gornje krede odnosno mastrihta (K26), predstavljene slojevitim i bankovitim, slabobituminoznim, krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima. Ležišta tehničko-građevinskog kamena “Krivošije Donje” i “Kameno more” koja se nalaze na području istoimenih mjesta u zaleđu Risna izgrađuju karbonatne naslage gornje krede - turona (K22), koje su predstavljene bankovitim i masivnim, slabobituminoznim krečnjacima. U zaleđu Crnogorskog primorja, na Paštrovačkoj gori nalazi se ležište “Todorov krš”, koje je takođe genetski vezano za sedimente gornje krede, a otkriveno je u okviru geotektonske jedinice Visoki krš. U geološkoj građi ležišta učestvuju veoma čisti krečnjaci sa sadržajem kalcijum-karbonata (CaCO<sub>3</sub>) preko 99%, koji u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno santon-kampanu (K24,5) i mastrihtu (K26). U centralnom dijelu Crne Gore, u zoni Visokog krša, nalazi se

devet ležišta tehničko-građevinskog kamena koja su genetski vezana za sedimente gornje krede, i to u blizini Nikšića ležišta Grabova kosa i Kuside, u okolini Danilovgrada ležišta Sađavac, Maljat i Visočica, i na području opštine Podgorica ležišta tehničko-građevinskog kamena Potoci, Žuti krš, Bajčetinci i Lopate. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Kuside" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede - turona (K22), predstavljene slojevitim i bankovitim krečnjacima koji su mjestimično manje ili više dolomitisani. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Grabova kosa", izgrađuju karbonatne naslage gornje krede, odnosno cenomana (K21), koji su predstavljeni slojevitim i debeloslojevitim, a rjeđe bankovitim krečnjacima sa proslojcima dolomita. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Sađavac" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede (kampan-mastrihta), predstavljene slojevitim i bankovitim, slabobituminoznim krečnjacima i rijetko dolomitičnim krečnjacima. Ležišta "Maljat" i "Visočica" u okolini Spuža su prevashodno ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena, na kojima se nakon eksploatacije komercijalnih blokova ostatak koristi kao tehničko-građevinski kamen. I ova dva ležišta u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi (kampan-mastriht), a predstavljenu su uglavnom masivnim krečnjacima (Božović, 2016). Ležište tehničko-građevinskog kamena "Potoci" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede (turona), predstavljene slojevitim, bankovitim i ređe masivnim krečnjacima. U geološkoj građi ležišta tehničko-građevinskog kamena "Žuti krš" učestvuju krečnjaci turonske starosti, predstavljeni smjenom slojevitih, bankovitih do masivnih krečnjaka, koji su u značajnoj mjeri ispucali, sa brojnim prslinama i pukotinama. U geotektonskom pogledu ležišta tehničko-građevinskog kamena "Bajčetinci" i "Lopate" pripadaju geotektonskoj jedinici Visoki krš, odnosno Kučkoj kraljušti. Nalaze se u okviru geološke formacije senonskog fliša (K23). U geološkoj građi ležišta "Bajčetinci" dominantno učešće imaju karbonatne naslage predstavljene brečiziranim krečnjacima i karbonatnim brečama i tipičnim flišnim sedimentima. U geološkoj građi ležišta tehničko-građevinskog kamena "Lopate" učestvuju dva paketa krečnjaka, flišni i deluvijalni sedimenti. Prvi paket izgrađuju sivi do tamnosivi, mjestimično i rumeni krečnjaci (1K25,6) koji predstavljaju štetnu komponentu, dok je drugi paket predstavljen bankovitim i masivnim, sivim i tamnosivim brečastim krečnjacima i ređe krečnjačkim brečama (1K25,6) koji predstavljaju korisnu komponentu za proizvodnju tehničko-građevinskog kamena.

#### *Ležišta eocenske starosti*

U Crnoj Gori je otkriveno samo jedno ležište koje je genetski vezano za sedimente eocenske starosti. Ležište tehničko-građevinskog kamena "Lješevići-Gajevi", prema genetskom tipu pripada grupi sedimentnih ležišta, a izgrađuju ga srednjoeocenski - lutetski (E2) karbonatni sedimenti, predstavljeni slojevitim do bankovitim, smeđesivim do smeđim, foraminifersko - numulitskim krečnjacima.

#### *Kvartarna ležišta*

U oblasti Crnogorskog primorja, na području mjesta Nalježići, otkrivena su dva ležišta tehničko-građevinskog kamena: Nalježići i Rudine, koja izgrađuju kataklastične, deluvijalne odnosno padinske (d) breče veoma ujednačenog

petrografskog sastava, deponovane na jugozapadnim padinama Lovćena. Ove deluvijalne breče u pogledu petrografskog sastava pripadaju karbonatnom tipu, jer učešće klasta krečnjačkog sastava premašuje 95% ukupne stijenske mase.

Ležišta šljunka i pijeska “Ražano polje“ i “Batnjica“ izgrađuju kvartarni sedimenti u vidu glacijalnih tvorevina koje su predstavljene morenama (gl). To je prirodna mješavina šljunkovito-pjeskovitog krečnjačkog materijala glacijalnog porijekla (morena), koji je nastao depozicijom po veličini različitih fragmenata (sastojaka) karbonatnih stijena, nošenih lednikom. Glacijalni sedimenti (morenski materijal) je manje ili više zaobljen, stratifikovan, veoma ujednačenog petrografskog sastava, različitog granulometrijskog sastava, od pjeskovitih frakcija, pa do oblutaka veličine do 5 cm, kao i grubozrnih šljunkova, prečnika oblutaka i preko 10 cm, mada nijesu rijetki oblutci prečnika od nekoliko desetina centimetara.

## 4. REZERVE I KVALITET TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA

### 4.1. REZERVE TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA

Ležišta tehničko-građevinskog kamena su otkrivena kako u južnom (primorskom) tako i u centralnom i sjevernom dijelu Crne Gore. Ukupno je registrovana 40 ležišta tehničko-građevinskog kamena sa dokazanim bilansim rezervama B+C1 kategorije u iznosu od 133 629 446,3 m<sup>3</sup>. Od toga rezervama B kategorije pripada 99 724 214,2 m<sup>3</sup>, a rezervama C1 kategorije 33 905 232,1 m<sup>3</sup>. Ukupne eksploatacione rezerve tehničko-građevinskog kamena iznose 113 324 582,9 m<sup>3</sup>. Ranijim aktivnim ležištima tehničko-građevinskog kamena sa dokazanim rezervama i kvalitativnim karakteristikama pripadala su i ležišta Borik II kod Ulcinja, Velja Spilja na Lušnici, Rudine 2-Nalježići i Podi kod Herceg-Novog. Na pojedinim ležištima/pojavama kao što su: Pliješ, Zauglina, Dubrava i Trgaja su izvođena detalja geološka istraživanja koja su bila nepotpuna, tako da ne postoje podaci o rezervama ili o kvalitetu tehničko-građevinskog kamena, ili proračunate rezerve nisu ovjerene kod nadležnih organa tako da nisu ni prikazivana. Procentualna zastupljenost pojedinih kategorija rezervi u ukupnim rezervama za Crnu Goru ukazuje na relativno visok stepen istraženosti sirovinske baze, jer učešće B kategorije rezervi od 99 724 214,2 m<sup>3</sup> ili 75 % dominira nad rezervama C1 kategorije u iznosu od 33 905 232,10 m<sup>3</sup> ili 25%. Učešće rezervi A kategorije izostaje, jer zakonska regulativa to omogućava.

Ležište	Bilansne rezerve po kategorijama, (m <sup>3</sup> )			Eksploatacione rezerve (m <sup>3</sup> )
	B	C <sub>1</sub>	B+ C <sub>1</sub>	
<b>PRIMORSKI DIO</b>				
1. Darza	1 600 908,00	1 779 502,00	3 380 410,00	2 873 348,00
2. Ristova punta	717 146,00	800 288,00	1 517 434,00	1 365 690,00
3. Možura	5 169 020,00	1 692 240,00	6 861 260,00	5 489 008,00
4. Velji zabio	4 718 100,00	2 697 400,00	7 415 500,00	6 673 950,00
5. Goran	1 471 126,00	1 413 051,00	2 884 177,00	2 739 967,00

<i>Ležište</i>	<i>Bilansne rezerve po kategorijama, (m<sup>3</sup>)</i>			<i>Eksploatacione rezerve (m<sup>3</sup>)</i>
	<i>B</i>	<i>C<sub>I</sub></i>	<i>B+ C<sub>I</sub></i>	
<i>6. Volujica</i>	7 162 372,20	2 834 237,10	9 996 609,30	8 996 948,40
<i>7. Haj-Nehaj</i>	1 680 000,00	2 496 000,00	4 176 000,00	3 758 400,00
<i>8. Kalac</i>	3 695 000,00	-	3 695 000,00	3 325 500,00
<i>9. Todorov krš</i>	2 878 250,00	-	2 878 250,00	2 590 425,00
<i>10. Platac</i>	2 799 795,00	308 854,00	3 108 649,00	2 797 784,00
<i>11. Rudine-Nalježići</i>	452 960,00	27 126,00	480 086,00	432 077,40
<i>12. Nalježići</i>	1 191 700,00	268 200,00	1 459 900,00	1 387 855,00
<i>13. Lješevići-Gajevi</i>	1 409 000,00	1 294 000,00	2 703 000,00	2 297 550,00
<i>14. Krivošije Donje</i>	21 255 000,00	1 487 500,00	22 742 500,00	20 468 250,00
<i>15. Kameno more</i>	2 799 795,00	308 854,00	3 108 649,00	2 797 784,00
<i>16. Bjelotina</i>	3 602 710,00	294 988,00	3 897 698,00	3 507 928,00
<i>17. Kruševica I</i>	233 500,00	-	233 500,00	210 150,00
<i>18. Kruševica II</i>	435 000,00	221 000,00	656 000,00	590 400,00
<i>19. Sitnica</i>	382 270,00	-	382 270,00	344 043,00
<i>20. Kotobilj</i>	1 504 000,00	1 440 000,00	2 944 000,00	-
<b>CENTRALNI DIO</b>				
<i>21. Zagrablje</i>	209 333,00	349 091,00	558 424,00	502 582,00
<i>22. Sađavac</i>	3 284 800,00	1 361 778,00	4 646 578,00	4 181 920,00
<i>23. Visočica</i>	1 372 623,00	-	1 372 623,00	1 340 775,00
<i>24. Maljat</i>	-	-	2 126 531,00	1 908 068,00
<i>25. Potoci</i>	2 995 511,00	1 390 567,00	4 386 078,00	3 947 470,00
<i>26. Žuti krš</i>	1 700 000,00	1 983 000,00	3 683 000,00	-
<i>27. Pelev brijeg</i>	147 482,00	-	147 482,00	132 734,00
<i>28. Bajčetinci</i>	1 030 916,00	-	1 030 916,00	927 824,00
<i>29. Lopate</i>	884 806,00	311 641,00	1 196 447,00	1 076 802,00
<i>30. Grabova kosa</i>	677 772,00	251 228,00	929 000,00	836 100,00
<i>31. Midova kosa</i>	869 650,00	114 500,00	984 150,00	885 735,00
<i>32. Kuside</i>	2 359 016,00	1 018 241,00	3 377 257,00	3 039 531,00
<b>SJEVERNI DIO</b>				
<i>33. Krš-Kaluđerski laz</i>	1 362 250,00	2 518 881,00	3 881 131,00	3 493 018,00
<i>34. Lješnica-Bioča</i>	1 837 638,00	667 100,00	2 504 738,00	2 254 264,00
<i>35. Taskavac</i>	615 730,00	436 829,00	1 052 559,00	999 931,05
<i>36. Okruglički krš</i>	1 092 497,00	1 686 495,00	2 778 992,00	2 640 042,00
<i>37. Otilovići</i>	1 342 556,00	730 459,00	2 073 015,00	1 865 714,00
<i>38. Rajčevo brdo</i>	7 958 400,00	1 434 700,00	9 393 100,00	7 984 135,00
<i>39. Bušnje</i>	461 618,00	287 482,00	749 100,00	647 190,00
<i>40. Vilići</i>	2 237 433,00	-	2 237 433,00	2 013 690,00
<b>UKUPNO</b>	<b>99 724 214,2</b>	<b>33 905 232,1</b>	<b>133 629 446,3</b>	<b>113 324 582,9</b>

## 4.2. KVALITET TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA

Ispitivanjima tehničko-građevinskog kamena po pojedinim ležištima u Crnoj Gori utvrđeno je da su njegove kvalitativne karakteristike povoljne, što kamenu iz ovih ležišta omogućava primjenu (valorizaciju) u građevinarstvu u tehničko-građevinske svrhe i to prvenstveno:

- proizvodnju agregata za izradu betona koji nisu izloženi habanju i eroziji,
- proizvodnju agregata za izradu habajućih slojeva od asfaltnih betona po vrućem postupku za puteve sa lakim i vrlo lakim saobraćajnim opterećenjem,
- proizvodnju agregata za donje noseće slojeve od nevezanog materijala,
- proizvodnju agregata za gornje noseće slojeve od bituminiziranog materijala po vrućem postupku za sve grupe saobraćajnog opterećenja,
- proizvodnju agregata za donje noseće slojeve od bituminiziranog materijala po vrućem postupku,
- proizvodnju agregata za donje slojeve cementbetonskog kolovoza,
- proizvodnju tucanika kategorija II za zastor željezničkih pruga,
- proizvodnju agregata za izradu zaštitnog - tamponskog sloja trupa pruge,
- proizvodnju lomljenog kamena i tesanika za gruba zidanja u niskogradnji i visokogradnji,
- proizvodnju kamena za ugradnju u hidrotehničke objekte,
- proizvodnju drobljenog separisanog kamenog agregata za spravljanje: maltera za malterisanje, cementbetona, isključujući betone koji su izloženi habanju i eroziji.

Vrijednosti fizičko-mehaničkih karakteristika vulkanita iz ležišta "Okruglički krš" omogućavaju njegovu primjenu za sve vrste asfalt-betonskih i cement-betonskih kolovoznih zastora i za sve klase saobraćajnih opterećenja, kao i proizvodnju tucanika kategorije I za zastor željezničkih pruga. Tehničko-građevinski kamen karbonatnog sastava u prikazanim ležištima u Crnoj Gori je dobrog kvaliteta, ali rijetko i vrhunskog kvaliteta koji bi se mogao koristiti za habajuće slojeve puteva sa velikim opterećenjem ili brze pruge. Ležišta takvog kamena mogu se naći u terenima izrađenim od vulkanskih stijena u sjeveroistočnom dijelu Crne Gore kao što je ležište Okruglički krš kod Mojkovca. Kada je kvalitet šljunka i pijeska u pitanju postoje izvjesna ograničenja vezana za mogućnost upotrebe zbog sadržaja glinovitih frakcija, organske materije i dr., što se rješava u procesu obrade sirovine.

## 5. POTENCIJALNOST TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA U CRNOJ GORI

Tehničko-građevinski kamen je mineralna sirovina sa praktično neograničenim potencijalom u Crnoj Gori. Do sada je istraživano više lokaliteta, a u današnje vrijeme ovjerene su rezerve za ukupno 40 ležišta. Ova ležišta su prvenstveno krečnjačkog sastava, a samo jedno ležište izgrađuju srednjetrijaske vulkanske stijene, keratofirskog sastava. Ukupne do sada utvrđene bilansne geološke

rezerve tehničko - građevinskog kamena B+C1 kategorije iznose 133 629 446,3 m<sup>3</sup> od čega rezerve karbonatnih stijena iznose 130 850 454,3 m<sup>3</sup>, a vulkanskih stijena svega 2 778 992 m<sup>3</sup>. Ukupne bilansne rezerve šljunka i pijeska u Crnoj Gori B+C1 kategorije iznose 204 007,5 m<sup>3</sup>, dok su eksploatacione rezerve 183 606,75 m<sup>3</sup>.

Potencijalne rezerve tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori imajući u vidu njenu geološku građu su ogromne i praktično neprocenjive. Takođe, potencijalne rezerve tehničko-građevinskog kamena vulkanskog porijekla su relativno velike, obzirom da je sjeveroistočni dio Crne Gore u velikoj mjeri izgrađen od ove vrste stijena koje su do sada veoma malo istraživane kada je u pitanju njihova primjena u tehničko-građevinske svrhe. Međutim, imajući u vidu potrebe tržišta za tehničko-građevinskim kamenom vulkanskog porijekla i njihovu upotrebu za izradu habajućih slojeva puteva sa velikim opterećenjem ili za brze pruge nameće se potreba za eksploatacijom ove mineralne sirovine.

Potencijalne rezerve šljunka i pijeska fluvioglacialnog porijekla su takođe veoma velike, kada imamo u vidu da su na prostoru Crne Gore glacijalne i fluvioglacialne formacije široko zastupljene. U prethodnom periodu na mnogim mjestima u Crnoj Gori vršila se nekontrolisana eksploatacija ove mineralne sirovine. Međutim, kao što je navedeno do danas u Crnoj Gori su na samo dva ležišta šljunka i pijeska vršena detaljna geološka istraživanja i dokazane bilansne geološke rezerve i kvalitet ove mineralne sirovine, koja nisu u eksploataciji. Takođe, treba istaći i činjenicu da eksploatacija šljunka i pijeska fluvioglacialnog porijekla u karstnim poljima u značajnoj mjeri devastira i ugrožava ambijentalne vrijednosti i sadržaje takvih sredina. Iz tog razloga, trebalo bi preduzeti odgovarajuće mjere za ograničenje eksploatacije ovih resursa, tim prije što postoje prirodni uslovi da se umjesto šljunka i pijeska fluvioglacialnog porijekla koriste stijenске mase karbonatnog sastava čijom se preradom dobijaju frakcionisani kameni agregati različitih granulacija.

## REZIME

Tehničko-građevinski kamen zajedno sa šljunkom i pijeskom predstavljaju mineralne sirovine koje čine osnovu građevinarstva i kao takve imaju široku upotrebu za izgradnju infrastrukturnih i stambenih objekata. Iz tog razloga tehničko-građevinski kamen pripada grupi veoma važnih mineralnih sirovina u Crnoj Gori čijom eksploatacijom se postižu značajni ekonomski efekti za privredu.

Međutim, tehničko-građevinski kamen je proizvod sa niskom tržišnom cijenom, gdje transportni troškovi u strukturi prodajne cijene imaju veoma veliki, katkad i presudan značaj. Iz tog razloga transport ove mineralne sirovine na veće udaljenosti postaje ekonomski upitan ili neisplativ, što u velikoj mjeri ograničava veličinu tržišta ove vrlo važne mineralne sirovine neophodne u građevinarstvu. Ponekad je veličina transportnih troškova veoma velika i često prelazi vrijednost same mineralne sirovine. Ležišta tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori su dosta neravnomjerno raspoređena. Najviše ležišta je na Crnogorskom primorju što je i logično kao dijelu Crne Gore koji se najviše i razvija i gradi.

Iako je odobren relativno veliki broj koncesija za istraživanje i eksploataciju tehničko-građevinskog kamena zbog problema transportnih troškova koji direktno utiču na povećanje cijene ove mineralne sirovine, stalno se podnose novi zahtjevi za dodjelu koncesija. Tako je u posljednje vrijeme značajan porast interesovanja investitora za dodjelu koncesija osim u južnom i u centralnom i sjevernom dijelu Crne Gore.

Na osnovu podataka o eksploataciji tehničko-građevinskog kamena preuzetih od Ministarstva ekonomije prosječno je godišnje eksploatisano oko 400 000 m<sup>3</sup> č.s.m. tehničko-građevinskog kamena, što znači da bi vijek eksploatacije bio preko 200 godina računajući sa rezervama ležišta koja imaju koncesiju.

Na osnovu svega prikazanog može se vidjeti da Crna Gora raspolaže sa značajnim rezervama tehničko-građevinskog kamena koje mogu ispratiti značajno veću proizvodnju ove mineralne sirovine od dosadašnje, kroz čiju vrijednost se može sagledati i ekonomska opravdanost planirane eksploatacije tehničko-građevinskog kamena u Crnoj Gori.

## **SUMMARY**

Technical-building stone, together with gravel and sand, represents the mineral raw material that is the basic for building industry and as such it has a widespread use for the building of infrastructural and residential facilities. Because of that, technical-building stone belongs to a group of very important mineral raw materials in Montenegro, the exploitation of which produces significant effects for economy. However, technical-building stone is a product with low market price, in which the cost of transportation in the structure of the sales price is of significant, sometimes even crucial importance. For that reason, transportation at greater distances becomes economically questionable or unprofitable, which limits the market to a large degree for this important mineral raw material, necessary in civil engineering. Sometimes the costs of transportation are too high and often exceed the value of the mineral raw material. Deposits of technical-building stone in Montenegro are unequally distributed. The largest number of deposits is in the coastal region, which is logical because it is a part of Montenegro that is developing the most. Although a large number of concessions for research and exploration of technical-building stone are approved, because of the problems related to the cost of transportation, that directly influence the price of this mineral raw material, new requests for concessions are constantly being submitted. Thus, there has been a significant increase in investor interest in concession granting lately, not only in the southern, but also in central and northern parts of Montenegro.

Based on the information on the exploitation of technical-building stone given by the Ministry of economy, average annual exploitation is around 400 000 m<sup>3</sup> of firm rock mass of technical-building stone, which means that the estimated time of exploitation would be more than 200 years for the reserves in the deposits that already have a concession.

Based on the represented data, it can be concluded that Montenegro has significant reserves of technical-building stone, that can give much bigger production of this mineral raw material than the present one, through which the economic justification of the planned exploitation of technical-building stone in Montenegro can be seen.

## LITERATURA

Božović, D., 2016: *Mineragenija i potencijalnost karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića*, Crna Gora. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 263 pp.

Božović, D. i Simić, V., 2015: *Ocjena potencijalnosti karbonatnih sirovina na području rudnog rejona Bjelopavlića*. Geološki glasnik, knj. XVI, JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, 143-161 str., Podgorica.

Božović, D., Radusinović, S. i Simić, V., 2018: *Karbonatne mineralne sirovine Crne Gore/Carbonate Mineral Raw Materials of Montenegro*. Zbornik apstrakata sa 17. Kongresa geologa Srbije sa međunarodnim učešćem/Abstract proceedings from 17th Serbian Geological Congress with International Participation, Vrnjačka Banja. Izdavač/Publisher: Srpsko geološko društvo, Beograd/Serbian geological Society, Belgrade, ISBN 978-86-86053-19-0, Prošireni apstrakt, str./pp. 263-268.

Gomilarnović, M., 1999: *Mineralne sirovine i rudarska proizvodnja u Crnoj Gori. Ministarstvo industrije, energetike i rudarstva Republike Crne Gore*, 804 str., Podgorica.

Ilić, D., Radusinović, S. i Božović, D., 2005. *Tehničko-građevinski kamen Crnogorskog primorja-potencijali*. FSD Zavod za geološka istraživanja, Podgorica. 35 pp.

Korać, M., Milić, V., Lacman, R., Pajović, M., Radusinović, S. i Božović, D., 2018: *Državni plan eksploatacije mineralnih sirovina za period 2019-2029. godine*. Ministarstvo ekonomije, Direktorat za rudarstvo i geološka istraživanja, 74 str., Podgorica.

Pajović, M. i Radusinović, S., 2010: *Mineralne sirovine Crne Gore, Crna Gora u XXI stoljeću u eri kompetitivnosti, životna sredina i održivi razvoj*. Posebna izdanja Crnogorske akademije nauka i umjetnosti, knj. 73, Sv. 2, str. 237-282, Podgorica.



*Boris Kruk<sup>1</sup>, Željko Dedić<sup>2</sup>*

## **RUDARSKO-GEOLOŠKE STUDIJE (RGS) U REPUBLICI HRVATSKOJ**

### ***Apstraact***

U radu se daje prikaz sadržaja i načina izrade rudarsko-geološke studije. Studija je prilagođena odrednicama Strategije mineralnih sirovina RH i Zakonu o rudarstvu kako bi se na njenim temeljima utvrdilo stanje gospodarenja mineralnim sirovinama, mogućnosti sigurne i pouzdane opskrbe mineralnim sirovinama, predložila racionalna i svrhovita eksploatacija mineralnih sirovina i omogućilo održivo korištenje mineralnih sirovina. Rudarsko-geološka studija (u daljnjem tekstu RGS) će služiti kao podloga za prostorno planiranje u domeni rudarske djelatnosti, odnosno istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina.

***Ključne riječi:*** *rudarsko-geološka studija, mineralna politika, mineralne sirovine, Hrvatska, prostorni plan, rudarstvo, geologija*

## **MINING-GEOLOGICAL STUDIES (RGS) IN THE REPUBLIC OF CROATIA**

### ***Abstract***

The content of mining and geological study is presented in this paper. The study was adapted to the provisions of the Mineral Resources Strategy of the Republic of Croatia and the Law on Mining in order to determine the status of mineral resources management, possibilities of safe and reliable supply of mineral resources, to propose rational and purposeful exploitation of mineral resources and to enable the sustainable use of mineral resources. The mining-geological study (herein after referred to as RGS) will serve as the basis for spatial planning in the field of mining, that is, the exploration and exploitation of mineral resources.

***Keywords:*** *mining-geological study, mineral policy, mineral resources, Croatia, spatial plan, mining, geology*

---

<sup>1</sup> *Mr.sc., dipl.ing.geologije; Hrvatski geološki institut; bkruk@hgi-cgs.hr*

<sup>2</sup> *Dr.sc., dipl.ing.geologije; Hrvatski geološki institut; zdedic@hgi-cgs.hr*

## 1. UVOD

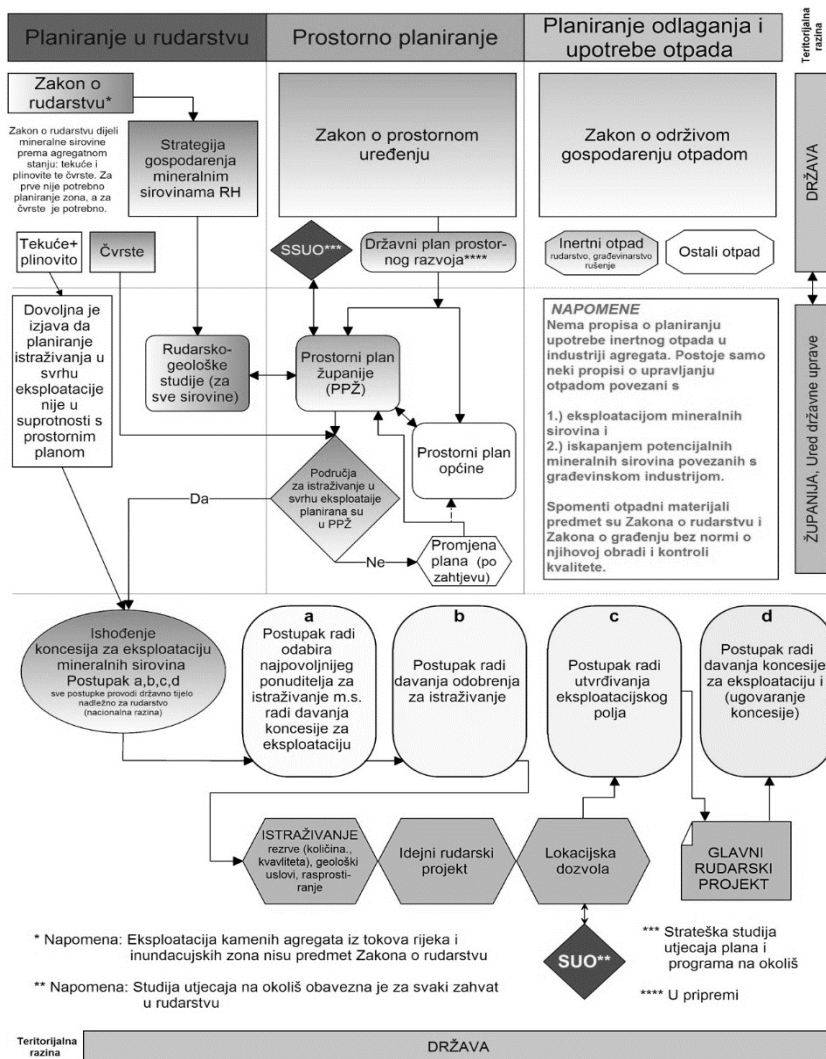
U okviru provedbenog plana upravljanja mineralnim resursima utvrđenim Strategijom gospodarenja mineralnih sirovina Republike Hrvatske (Živković i Krstić, 2008) predložena je izrada Rudarsko-geoloških studija u svrhu definiranja kvalitetnije politike upravljanja neobnovljivim mineralnim resursima na lokalnoj (općine i gradovi) i regionalnoj (županije) razini, a prvi put je propisana Zakonom o rudarstvu iz 2009. godine. Prema Zakonu o rudarstvu jedinice područne (regionalne) samouprave dužne su u svojim strateškim dokumentima prostornog uređenja (Prostorni plan županije (PPŽ) i Prostorni planovi uređenja općina i gradova (PPUO/G)) planirati potrebe i način opskrbe mineralnim sirovinama na temelju Rudarsko-geoloških studija. Dakle, sukladno Zakonu o rudarstvu RGS služi kao stručna podloga za donošenje odluka u domeni gospodarenja mineralnim sirovinama te prostorni planovi iz njih prenose rezultate, zaključke i preporuke u formi zona za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina sukladno Zakonu o prostornom uređenju iz 2013. godine. Izrađuju se na temelju podatka o geološkoj građi, eksploataciji, ležištima i pojavama mineralnih sirovina i valorizaciji potencijala svakog pojedinog eksploatacijskog polja, a na način koji prepoznaje, uvažava i uključuje sugestije i mišljenja svih relevantnih aktera, implementira zakonska ograničenja i uvjete iz prostorno planske dokumentacije. Krajnji rezultat su karte geoloških potencijala na kojima su određene zona pogodnosti, odnosno pogodne zone za istraživanje i eksploataciju (isto kao: za istraživanje u svrhu eksploatacije) u kojima nema oponenata planiranom načinu korištenja prostora.

### 1.1. MJESTO I ULOGA RGS

U cilju efikasnog korištenja mineralnih resursa i kvalitetnije politike upravljanja neobnovljivim mineralnim resursima na lokalnoj (općine i gradovi) i regionalnoj (županije) razini u novom Zakonu o rudarstvu propisana je izrada RGS za svaku Županiju i Grad Zagreb kao podloge za izradu prostornih planova i potpuno je promijenjen način ishoda koncesija za istraživanje i eksploataciju, a **središnja komponenta politike gospodarenja (upravljanja) mineralnim sirovinama je prostorno planiranje** na nacionalnom (državnom), regionalnom (županijskom) i lokalnom (općine i gradovi) nivou (Slika 1).

Izradom RGS definiraju se potencijalni prostori, odnosno **zone pogodne za istraživanje i eksploataciju (tzv. zone pogodnosti)**, koje se integriraju u prostorno plansku dokumentaciju. Takav način prikaza potencijala mineralnih sirovina prihvaćen je i propisan važećim Zakonom o prostornom uređenju iz 2013. godine, gdje je predviđeno planiranje **zona namijenjenih istraživanju i eksploataciji** mineralnih sirovina. Ako je prostor u kojem se namjerava obavljati istraživanje i eksploatacija predviđen u prostornom planu (za čvrste mineralne sirovine) ili s njim nije u suprotnosti (za ugljikovodike, geotermalnu vodu i zbrinjavanje plinova) nadležno tijelo može donijeti Odluku o provođenju javnog nadmetanja za odabir

najpovoljnijeg ponuditelja za istraživanje mineralnih sirovina radi davanja koncesije za eksploataciju. U suprotnom se ne može donijeti Odluka o provođenju javnog nadmetanja (dakle nije predviđeno prostornim planom ili je s njim u suprotnosti).



Slika 1. Konceptualna shema interakcije prostornog planiranja i rudarske djelatnosti u RH (Kruk i dr., 2014., modificirano)

## 1.2. POLAZNE OSNOVE ZA IZRADU STUDIJE

Prema Zakona o rudarstvu (»Narodne novine« broj 56/2013, članak 7.) jedinice područne (regionalne) samouprave (Županije, Općine i Gradovi) dužne su u svojim

strateškim dokumentima prostornog uređenja (Prostorni plan županije (PPŽ) i Prostorni planovi uređenja općina i gradova (PPUO/G)) planirati potrebe i način opskrbe mineralnih sirovinama na temelju RGS, pa je ministar gospodarstva, donio Pravilnik o sadržaju i načinu izrade rudarsko-geoloških studija («Narodne novine» broj 142/2013) kojim se određuju uvjeti koje moraju ispunjavati pravne osobe koje izrađuju studiju, njen sadržaj, način izrade i opremanja te način njihovog donošenja.

Podaci u RGS se, osim podataka određenih Zakonom o pravu na pristup informacijama, sastoje i od drugih podataka koji se koriste uz suglasnost dioničara (shareholder-a), pri čemu je izrađivač dužan čuvati dobivene informacije od javnosti i koristiti ih samo za generalna razmatranja i zaključke, osim ako nema dopuštenje njihovog vlasnika za objavljivanjem.

### **1.3. DONOŠENJE RUDARSKO-GEOLOŠKIH STUDIJA I SUDJELOVANJE JAVNOSTI**

Prije donošenja RGS Županija je dužna prijedlog iste staviti na javni uvid u trajanju od najmanje 30 dana i organizirati najmanje jedno javno predstavljanje. U tijeku javnog uvida i javnog predstavljanja predstavnicima javnosti i zainteresirane javnosti, organizacija civilnog društva, nevladine i neprofitne organizacije mogu iznositi svoje primjedbe i mišljenja.

Mjesto i vrijeme javnog predstavljanja RGS posebnom odlukom donosi Županija i/ili njezin ovlašten predstavnik. Odluka o mjestu i vremenu javnog predstavljanja mora biti oglašena najmanje 15 dana prije održavanja javnog predstavljanja na internet stranici Županije, oglasnoj ploči Županije, odnosno putem sredstva javnog priopćavanja.

Županija mora na javno predstavljanje RGS pozvati ministarstvo nadležno za rudarstvo, ministarstvo nadležno za prostorno uređenje, ministarstvo nadležno za zaštitu prirode i okoliša, te predstavnike jedinica lokalne samouprave koje se nalaze na području Županije, čiji predstavnici mogu na samom javnom predstavljanju ili u roku od 15 dana od istoga dati mišljenje na predloženu RGS.

Nakon obavljenih gore opisanih radnji, usklađenja s prispjelim primjedbama i mišljenjima i donošenja rudarsko-geološke studije na Skupštini Županije, Županija je dužna jedan primjerak rudarsko-geološke studije dostaviti ministarstvu nadležnom za rudarstvo, ministarstvu nadležnom za prostorno uređenje i ministarstvu nadležnom za zaštitu prirode i okoliša, u roku od 30 dana po njezinom donošenju, u analognom i digitalnom obliku.

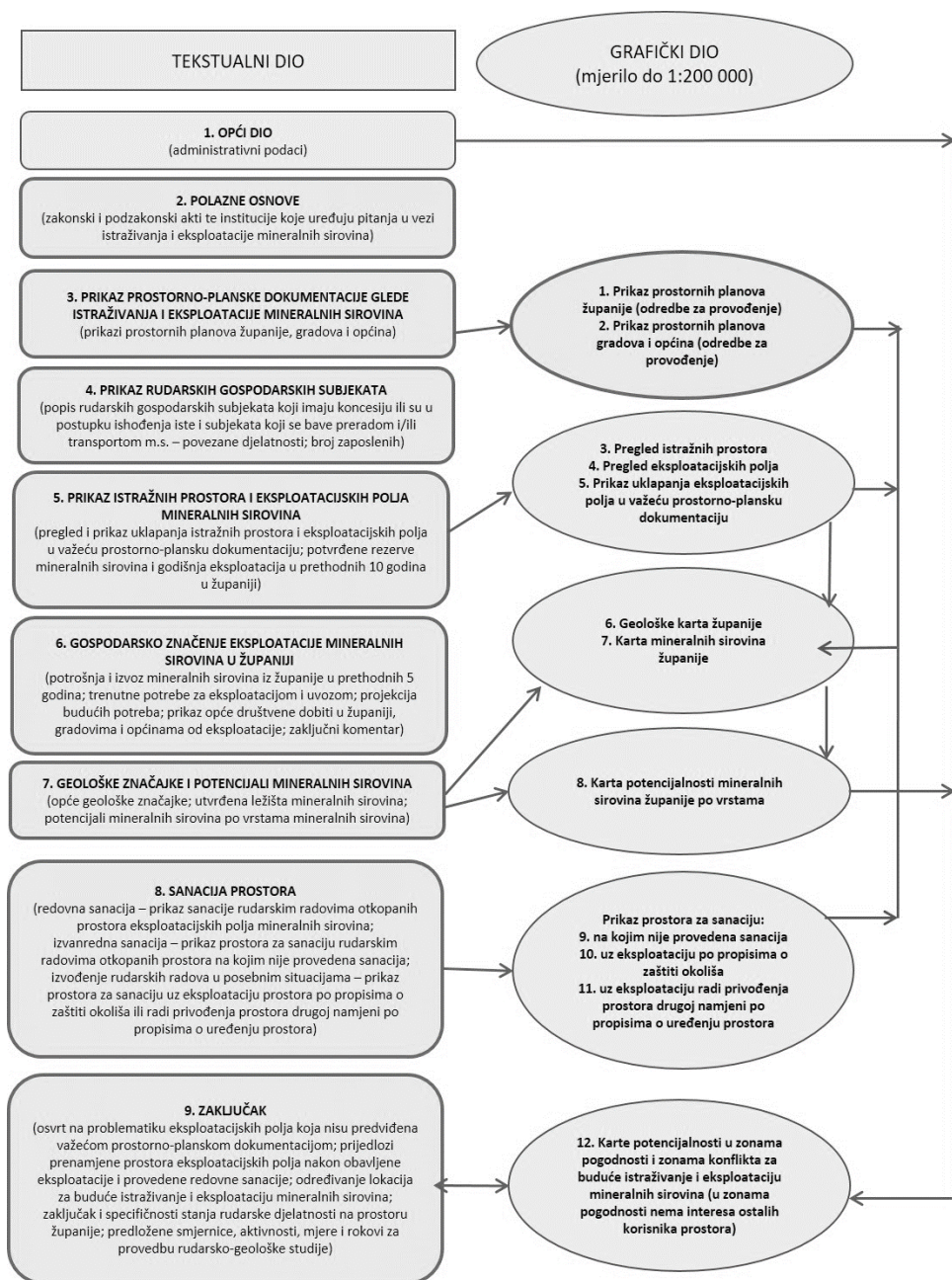
Obavezni sadržaj tekstualnog dijela RGS prema Pravilniku o sadržaju i načinu izrade RGS sastoji se od (1) općeg dijela koji se bavi dokazima o zadovoljenju uvjeta koji izvoditelju daju pravo na izradu studije, (2) polaznih osnova koje sačinjavaju pregled zakonskih i institucionalnih okvira koji uređuju pitanja u svezi

istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina, te drugih poglavlja koja se bave rudarstvom i mineralnim sirovinama u jedinicama regionalne (županija) i lokalne (grad, općina) samouprave, kao što su: (3) prikaz prostorno-planske dokumentacije, (4) prikaz rudarskih gospodarskih subjekata i gospodarskih subjekata povezanih s preradom i transportom mineralnih sirovina, (5) prikaz istražnih i eksploatacijskih prostora i polja s prikazom njihovog uklapanja u postojeće prostorne planove, (6) prikaz gospodarskog značenja eksploatacije mineralnih sirovina, (7) prikaz geološke građe i potencijala mineralnih sirovina i osvrtom na (8) sanacija prostora površinskih kopova u smislu Zakona o rudarstvu s osvrtom na ležišta koji su predviđena ili ih treba predvidjeti za sanaciju. U (9) Zaključku se daje sažetak studije s komentarima o provedenoj analizi stanja s prijedlozima smjernica, aktivnosti, mjera i rokova za provedbu RGS (slika 2).

Pravilnikom je predviđena izrada grafičkih priloga. To su: **1.** Prikaz prostornih planova Županije, **2.** Prikaz prostornih planova gradova i općina, **3.** Pregled istražnih prostora, **4.** Pregled eksploatacijskih polja, **5.** Prikaz uklapanja eksploatacijskih polja u važeću prostorno-plansku dokumentaciju, **6.** Geološke značajke, **7.** Utvrđena ležišta, **8.** Potencijali po vrstama mineralnih sirovina, **9.** Prikaz prostora za sanaciju rudarskim radovima otkopanih prostora na kojim nije provedena sanacija, **10.** Prikaz prostora za sanaciju uz eksploataciju prostora po propisima o zaštiti okoliša, **11.** Prikaz prostora za sanaciju uz eksploataciju radi privođenja prostora drugoj namjeni po propisima o uređenju prostora i **12.** Određivanje lokacija za buduće istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina (slika 2).

Obavezni grafički prilozi mogu se integrirati i prikazati kao posebni grafički prilozi iza teksta (u džepu) mjerila do 1:200 000 ili unutar teksta kao izvodi iz prostornih planova obično u mjerilu kartograma prostorno-planske dokumentacije – M 1:5 000, M 1:25 000 i M 1:100 000. Grafički prikazi najčešće se integriraju, pa se uz mnoštvo tablica, grafičkih priloga (slika) i fotografija u tekstu, prilažu grafički prilozi u džepu kako slijedi:

1. Prikaz prostornog plana Županije – Kartogram 1 - Korištenje i namjena prostora
2. Pregled istražnih prostora i eksploatacijskih polja mineralnih sirovina, utvrđenih ležišta i pojava mineralnih sirovina
3. Prikaz uklapanja istražnih prostora i eksploatacijskih polja mineralnih sirovina u važeću prostorno-plansku dokumentaciju
4. Geološka karta i karta mineralnih sirovina
5. Geološka potencijalnost
6. Geološka potencijalnost u zonama pogodnosti
7. Geološka potencijalnost u zonama konflikta.



Slika 2. Shematski prikaz propisanog sadržaja rudarsko-geološke studije

## 2. METODE IZRADE STUDIJE

Metodologija izrade RGS podijeljena je klasično na kabinetske i terenske radove. Tijekom same izrade prethodi priprema nakon koje se obavljaju terenske provjere prikupljenih podataka i nadopune novim informacijama o realnom stanju na terenu, konzultacije s dionicima te obrada i analiza podataka. Obrada i analiza kartografskih podataka obavlja se metodom GIS-a, tehnologijama ArcInfo, QGis i dr.

U okviru pripremnih radova sastavlja se lista istražnih prostora i eksploatacijskih polja iz podataka koji se dobivaju od nadležnih tijela državne uprave i ministarstva gospodarstva na temelju pismenog zahtjeva. Usporedno s tim obavlja se analiza prostorno-planske dokumentacije Županija i Gradova, čime se dolazi do informacija o uklapanju postojećih istražnih prostora i eksploatacijskih polja u važeću prostorno-plansku dokumentaciju te sastavlja dodatna lista napuštenih ležišta mineralnih sirovina. Iz baze podataka Karte mineralnih sirovina RH registriraju se osim ležišta i pojave mineralnih sirovina. Daljnja popuna liste napuštenih ležišta vrši se pregledom i analizom topografskih karata, satelitskih i ortofoto snimaka terena. Svi istražni prostori, eksploatacijska polja, ležišta i pojave mineralnih sirovina ucrtavaju se na geološku kartu obrađivanog prostora (npr. prostora Županije).

Osim gore spomenutih izvora podataka sakupljaju se i informacije o rudarskim, ekonomskim, društvenim, ekološkim i drugim utjecajima eksploatacije mineralnih sirovina putem anketa i upitnika dionicima. Upitnici i ankete obavezno se šalju rudarskim gospodarskim subjektima i tijelima javne vlasti s istraživanog područja (nadležnim uredima za rudarstvo, tijelima Općina i Gradova, županijskim zavodima za prostorno planiranje i uredima gospodarske komore RH) s naglaskom na godišnju proizvodnju, iznos naknada za eksploataciju i koncesiju, broj zaposlenih u rudarskoj djelatnosti i utjecaj na okoliš. Gospodarski doprinos rudarskih gospodarskih subjekata u cjelini ocjenjuje se na temelju javno dostupnih podataka iz baze Financijske agencije FINA-e (nekadašnja Služba društvenog knjigovodstva).

Nakon pripreme topografskih i geoloških karata u GIS-u izrađuje se kompilacijska geološka karta na temelju Osnovne geološke karte s naglaskom na litološki sastav kronostratigrafskih jedinica, nadopunjuje se s podacima iz detaljnijih geoloških, litostratigrafskih i drugih karata pronađenih u objavljenoj i neobjavljenoj literaturi i dokumentaciji.

Sama obrada i analiza prikupljenih podataka se prema potrebi obavlja prije, paralelno i nakon terenskih radova. Konačna obrada cjelokupnog istraživanja i interpretacija podataka sukladno propisanom sadržaju čini završni dio izrade RGS. Terenski radovi se sastoje od tri osnovne zadaće. Prvo se vrši pregled aktivnih eksploatacijskih polja s predstavnikom rudarskih gospodarskih subjekata te konzultacije u vezi s anketnim upitnicima, zatim se obilaze napuštena ležišta, eksploatacijska polja i istražni prostori kada se procjenjuje njihovo stanje te se s tim u vezi održavaju konzultacije s predstavnicima županijskih tijela javne uprave i zavoda za prostorno planiranje.

### **3. KRATAK SADRŽAJ RUDARSKO-GEOLOŠKE STUDIJE**

#### **3.1. PRIKAZ PROSTORNO PLANSKE DOKUMENTACIJE**

Detaljnom analizom prostorno planske dokumentacije utvrđuju se, u okviru odredbi za provođenje prostornih planova, koji su prostori određeni za odvijanje rudarske djelatnosti. Razlikovali su se prostori predviđeni za istraživanje i eksploataciju, prostori aktivnih i neaktivnih eksploatacijskih polja, ležišta te tzv. prostori „napuštenih eksploatacijska polja“. S obzirom da se nisu implementirale formalno-pravne definicije i postupci odobravanja i zatvaranja istražnih prostora i eksploatacijskih polja sukladno Zakonu o rudarstvu, često su odredbe za provođenje prostornih planova bile u koliziji s propisima u rudarstvu. To bi se trebalo u budućnosti izbjeći primjenom odredaba tek od nedavno važećeg Zakona o prostornom planiranju.

#### **3.2. PRIKAZ RUDARSKIH GOSPODARSKIH SUBJEKATA I SUBJEKATA KOJI SE BAVE PRERADOM I TRANSPORTOM MINERALNIH SIROVINA**

Rudarski gospodarski subjekti su oni koji su u sudskom registru trgovačkih društava i obrtnika registrirani za obavljanje rudarske djelatnosti, ali u studiji se popisuju i analiziraju samo oni kojima je izdana koncesije za eksploataciju i/ili bilo kakva izdana odobrenja i rješenja u vezi s upravnim postupcima u cilju ishođenja koncesije za eksploataciju. Razmatra se njihov društveni i gospodarski doprinos u smislu zaposlenosti i financijskog stanja i doprinosa JRS.

Za gospodarske subjekte koji se bave preradom i/ili transportom mineralnih sirovina samo se daje njihov popis i šifra nacionalne klasifikacije djelatnosti (NKD). To su obično tvrtke koje se bave prijevozom rasutog tereta, proizvodnjom betona i betonske galanterije, cigle i crijepa te različitih građevina.

#### **3.3. PRIKAZ ISTRAŽNIH PROSTORA I EKSPLOATACIJSKIH POLJA MINERALNIH SIROVINA I NJIHOVOG UKLAPANJA U PROSTORNO-PLANSKU DOKUMENTACIJU**

Prikaz istražnih prostora i eksploatacijskih polja mineralnih sirovina sadrži podatke o položaju, veličini/površini, nositelju i/ili ovlašteniku prostora/polja s informacijama o geološkom sastavu, potvrđenim rezervama, eksploataciji, kvaliteti i mogućnostima upotrebe mineralne sirovine.

Prikaz uklapanja eksploatacijskih polja mineralnih sirovina u važeću prostorno-plansku dokumentaciju bavi se analizom neusklađenosti podataka nadležnog Ministarstva, Ureda državne uprave regionalne jedinice samouprave s postojećim i planiranim istražnim prostorima i eksploatacijskim poljima u regionalnim i lokalnim prostornim planovima. Ovim prikazom ukazuje se na uočene nedostatke koje u budućnosti treba korigirati.

### **3.4. POTVRĐENE REZERVE MINERALNIH SIROVINA I GODIŠNJA EKSPLOATACIJA MINERALNIH SIROVINA**

Kretanje potvrđenih rezervi i njihove eksploatacije ovdje se izražava za razdoblje od 10 godina. To omogućava da u dužem periodu sagledamo trend, odnosno pokazatelj napretka ili stagnacije rudarske djelatnosti. Usporedimo li te podatke sa stanjem u RH dobiva se i jasnija slika udjela potvrđenih rezervi i deklarirane eksploatacije u nekoj JRS u odnosu na državu.

### **3.5. GOSPODARSKO ZNAČENJE EKSPLOATACIJE MINERALNIH SIROVINA U JRS**

Gospodarsko značenje izražava se kroz nekoliko pokazatelja. Analizira se ponuda, potražnja i potrošnja u prethodnom petogodišnjem razdoblju, trenutne potrebe za potrošnjom i eventualan izvoz ili uvoz mineralnih sirovina. Dinamika iscrpljivanja utvrđenih rezervi u odnosu na trenutne i simulirane količine eksploatacije razmatra se za rezerve koje su pod koncesijom (dostupne rezerve), rezervi koje su u postupku ishođenja koncesije (dostupne rezerve u budućnosti) i ostalih rezervi (dokazane rezerve u prekinutoj eksploataciji ili prekinutom postupku ishođenja koncesije). U prikazu opće društvene dobiti u županiji razmatra se ukupni prihod JRS po djelatnostima, udio djelatnosti prema ukupnom prihodu, osnovni financijski podaci za rudarstvo, prerađivačku industriju, građevinarstvo, prijevoz i skladištenje te prihod od koncesijskih naknada. Na temelju svih iskazanih pokazatelja daje se prikaz opće društvene dobiti od eksploatacije mineralnih sirovina. Ako je moguće, prema planiranim gospodarskim aktivnostima daje se projekcija budućih potreba za mineralnim sirovinama u jedinici regionalne samouprave (županiji).

### **3.6. SANACIJA PROSTORA**

Sanacija prostora uglavnom se svodi na prikaz površina zahvaćenih rudarskom radovima na kojima nije provedena sanacija. to su prostori nekada eksploatiranih (sada „napuštenih“) ležišta i eksploatacijskih polja za koje je poznat ili nepoznat nekadašnji rudarski gospodarski subjekt koji je obavljao eksploataciju. uz evidentiranje lokacija, takvi prostori klasificiraju se u površine kod kojih se dogodilo prirodno saniranje, koje je potrebno sanirati dodatnim rudarskim radovima i koje je potrebno sanirati dodatnim rudarskim radovima uz dodatnu eksploataciju.

### 3.7. GEOLOŠKE ZNAČAJKE I POTENCIJALI MINERALNIH SIROVINA

Kako bismo valjano mogli razmatrati pitanja vezana za potencijalnost mineralnih sirovina, odnosno dati geološku prosudbu njihove potencijalnosti te mišljenje o gospodarenju sirovinama, izrađuje se Geološka karta jedinice regionalne samouprave, Karta mineralnih sirovina i karta geološke potencijalnosti u mjerilu 1:100 000 s odgovarajućim Tumačima. Moguća su i druga mjerila, ali je navedeno mjerilo obavezno s obzirom da se prostorni planovi na razini jedinice regionalne samouprave (JRS) izrađuju u tom mjerilu. Primjerice, ako se radi za jedinicu lokalne samouprave (JLS) tada je osnovno mjerilo 1:25 000. Druga mjerila koriste se uglavnom kod prikazivanja kartograma u tekstu kad se opisuje potencijalnost svake mineralne sirovine posebno.

Primarna podjela mineralnih sirovina je na nemetalne, metalne i energetske sirovine. Nemetalne mineralne sirovine su prirodne mineralne materije, čija se primjena u gospodarstvu zasniva na njihovim različitim fizičko-kemijskim i tehnički korisnim svojstvima, a ne koriste se za dobivanje metala, niti kao prirodna goriva za pridobivanje energije (nafta, plin, geotermalne vode i ugljen). Sekundarna podjela nemetalnih mineralnih sirovina obavljena je prema podjeli iz Pravilnika o utvrđivanju rezervi, odnosno na karbonatne i silikatne mineralne sirovine za industrijsku preradu i za proizvodnju osnovnih građevinskih materijala (građevni pijesak i šljunak, ciglarka glina, tehničko-građevni kamen) i dr.

Osim prikaza opće geološke građe terena na geološkoj karti, radi razmatranja ležišta i pojava tekućih energenata prikazuje se i dubinska geološka građa. U cilju prostornog definiranja potencijala tekućih i plinovitih energetskih mineralnih sirovina, odnosno ugljikovodika te mineralnih i geotermalnih voda, koje nalazimo u regionalnim kolektorima ugljikovodika i geotermalnim dubokovodnim tijelima, nužno je definirati njihov smještaj u geološkoj vremenskoj vertikali, kompleksno sagledanoj neodvojivo od tektonskih zbivanja kojima je njihov smještaj uvjetovan. Promatraju se:

- Tektono-litostratigrafske jedinice i geološki prostor pružanja – deformacija – dubina zalijeganja, kao rezultata međuovisnosti tektonskih događaja, odnosno
- Tektoniku - dubinske strukturne i tektonske elemente koji su definirali smještaj i značajke tih tektono-litostratigrafskih jedinica kao kolektora ugljikovodika i geotermalnih dubokovodnih tijela.

Potencijali mineralnih sirovina sagledavaju se na temelju geološke građe i rasporeda ležišta i pojava mineralnih sirovina. Na temelju A) geološke građe nekog područja i litoških karakteristika stijena koje mogu sadržavati korisne nakupine mineralne tvari (sirovine), B) istraživanja na postojećim eksploatacijskim poljima ili istražnim prostorima, C) podataka iz baze Karte mineralnih i energetskih sirovina Republike Hrvatske - KMES RH, D) podataka o napuštenim kopovima i ležištima pridobivenim terenskim radom i E) podataka iz prostornih planova, mogu se izdvojiti grupe mineralnih sirovina (nemetalne, energetske i metalne) s geološkom potencijalnošću poredanom po površinama, obično izraženim u km<sup>2</sup>.

Karta geološke potencijalnosti čvrstih mineralnih sirovina prikazuje prirodno prostiranje pojedinih zona mineralnih sirovina bez prostorno-planskih ili zakonskih ograničenja ili zabrana u prostoru. Karta geološke potencijalnosti geotermalne vode prikazuje prirodno prostiranje zona za istraživanje odnosno eksploataciju geotermalnih voda u nekoliko nivoa potencijalnosti procijenjenih prema geotermalnom energetsom potencijalu. Kartu geološke potencijalnosti ugljikovodika ne prikazujemo na klasičan način kao za ostale čvrste mineralne sirovine, već su to su prostori teritorija RH podijeljeni na blokove, za koje Vlada RH raspisuje javno nadmetanje za dodjelu dozvola za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika.

Karte geološke potencijalnosti preklapaju se zatim s kartom zakonskih i prostorno-planskih zabrana te ograničenjima zaštite prirode kako bi se iznjedrile tzv. Karte geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti za istraživanje i eksploataciju i Karte geološke potencijalnosti u zonama konflikta. Način izrade ovih karata za čvrste mineralne sirovine biti će opisane u poglavlju 4.

### **3.8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA**

Zaključna razmatranja sadrže A) osvrt na problematiku eksploatacijskih polja mineralnih sirovina koja nisu predviđena važećom prostorno-planskom dokumentacijom, kao i na istražne prostore i eksploatacijska polja koja su predviđena važećom prostorno-planskom dokumentacijom, ali nisu registrirana kod nadležnih organa za rudarstvo, B) prijedloge prenamjene prostora nekada eksploatiranih (sada „napuštenih“) ležišta i eksploatacijskih polja koja nisu sanirana, C) određivanje lokacija i zona za buduće istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina i D) osvrt na specifičnosti stanja rudarske djelatnosti na prostoru jedinice regionalne samouprave. Na kraju se daju smjernice i aktivnosti kako bi se otklonile utvrđene neusklađenosti i poboljšalo gospodarenje mineralnim sirovinama provedbom predloženih mjera rudarsko-geološke studije.

## **4. POTENCIJALNOST MINERALNIH SIROVINA**

Potencijalnost mineralnih sirovina prikazuje se kartama geološke potencijalnosti. U ovom poglavlju prikazati će se način izrade karata potencijalnosti pri čemu ćemo se poslužiti dijelovima rudarsko-geološke studije Sisačko-moslavačke županije, jer na svom prostoru ima veći broj različitih vrsta mineralnih sirovina, koje se u rudarskim i prostorno-planskim propisima različito tretiraju. Prisutne su sve tri vrste: nemetalne, metalne i energetske mineralne sirovine. Kao što se može istaknuti iz prethodnog teksta, za izradu karte geološke potencijalnosti mineralnih sirovina potrebno je prethodno izraditi niz drugih karata.

Za izradu karte geološke potencijalnosti čvrstih mineralnih sirovina u zonama pogodnosti i zonama konflikta potrebno je prethodno izraditi i slijedeće dvije karte:

1. Karta područja zabrane istraživanja i eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina i
  2. Karta područja uvjetne eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina.
- Integracijom karte potencijalnosti s kartama 1. i 2. dobit ćemo:
3. Kartu geološke potencijalnosti čvrstih mineralnih sirovina u zonama pogodnosti i
  4. Kartu geološke potencijalnosti čvrstih mineralnih sirovina u zonama konflikta.

#### **4.1. KRITERIJI I DEFINICIJE GEOLOŠKE POTENCIJALNOSTI MINERALNIH SIROVINA**

Potencijalnost i nazivi mineralnih sirovina određuju se prema nazivima i kriterijima stupnja istraženosti iz „Pravilnika o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina“ (NN br. 46/18) – u daljnjem tekstu Pravilnik i Karte mineralnih i energetske sirovine RH (KMES) koji je sastavni dio programa Geološke karte RH. Kartu mineralnih sirovina predstavlja integrirana geološka i pregledna karta eksploatacijskih polja, istražnih prostora, ležišta i pojava mineralnih sirovina. U principu su to evidentirani prostori i polja unutar kojih je u tijeku istraživanje odnosno eksploatacija mineralnih sirovina te su utvrđene ili se utvrđuju rezerve A, B i C<sub>1</sub> kategorije propisane Pravilnikom i za koje se posebno izrađuje katalog eksploatacijskih polja i istražnih prostora. U kategoriju C<sub>2</sub> uvrštene su perspektivne rezerve mineralnih sirovina dokumentirane registriranim ležištima i pojavama i procjenjuju se u okviru povoljnih geoloških struktura i stijenskih kompleksa. Kategorija D<sub>1</sub> rezervi nalazi se u neistraženim dijelovima poznatih ležišta i pretpostavljena je na temelju analogije. Kategorija D<sub>2</sub> rezervi pokriva područja na kojima nema eksploatacije mineralnih sirovina ali se njihovo postojanje u određenoj formaciji stijena može pretpostaviti. Potencijalne rezerve kategorije C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, i D<sub>2</sub> se prikazuju kao jedinstveni geološki potencijalan prostor namijenjen istraživanju u svrhu eksploatacije određene mineralne sirovine na kartama geološke potencijalnosti.

#### **4.2. PRIKAZ GEOLOŠKE POTENCIJALNOSTI MINERALNIH SIROVINA**

Prikazi potencijalnosti mineralnih sirovina u daljnjem tekstu odnose se na primjer Sisačko-moslavačke županije (Dedić i Kruk, 2016), kako je to već navedeno u uvodu ovog poglavlja.

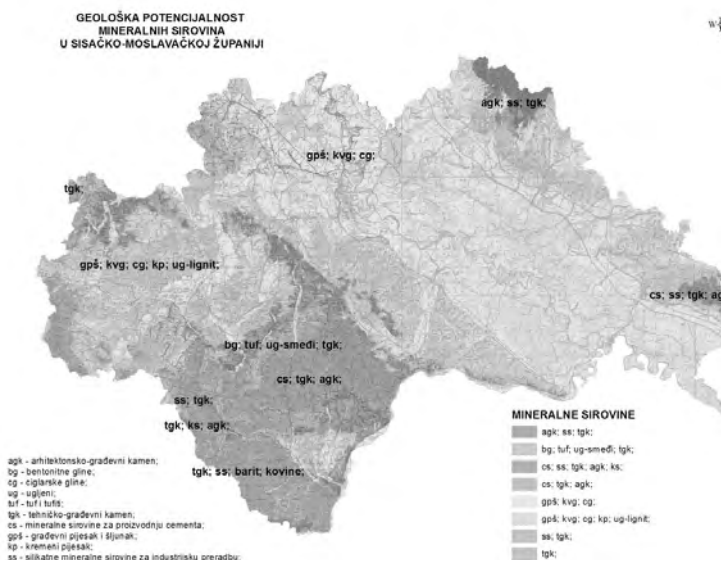
Na temelju geološke građe predmetnog područja i litoloških karakteristika stijena koje mogu sadržavati korisne nakupine mineralne tvari (sirovine), istraživanja na postojećim eksploatacijskim poljima ili istražnim prostorima, bazi podataka o napuštenim kopovima i ležištima (pridobivenim terenskim radom) te njihovim vrstama i učestalosti, mogu se izdvojiti slijedeće grupe mineralnih sirovina (nemetalne, energetske i metalne) s geološkom potencijalnošću poredani po površinama (površina županije oko 4482 km<sup>2</sup>) (Tablica 1. i Slika 3.):

Tablica 1. Grupe mineralnih sirovina (nemetalne, energetske i metalne) s geološkom potencijalnošću poredani po površinama

Redni broj	Nemetalne mineralne sirovine	Površina pokrivenosti županije (km <sup>2</sup> )
1	ciglarska glina	3049.60
2	građevni pijesak i šljunak	2196.10
3	keramičke i vatrostalne gline	1898.55
4	tehničko-građevni kamen	676.30
5	kremeni pijesci	633.10
6	mineralne sirovine za proizvodnju cementa	581.57
7	silikatne sirovine za industrijsku preradbu	526.85
8	arhitektonsko-građevni kamen	346.64
9	karbonatna sirovina za industrijsku preradbu	200.60
10	barit	189.58
11	bentonitna glina	116.10
12	tuf	116.10
	<b>Energetske mineralne sirovine</b>	
1	geotermalne vode iz kojih se može koristiti akumulirana toplina u energetske svrhe	4482.00
2	ugljkovodici (nafta i plin); podijeljeno na 6 istražnih blokova (Vlada RH i AZU,	4482.00
3	ugljen	1026.33
	<b>Metalne mineralne sirovine</b>	
1	mineralne sirovine kovina	233.42

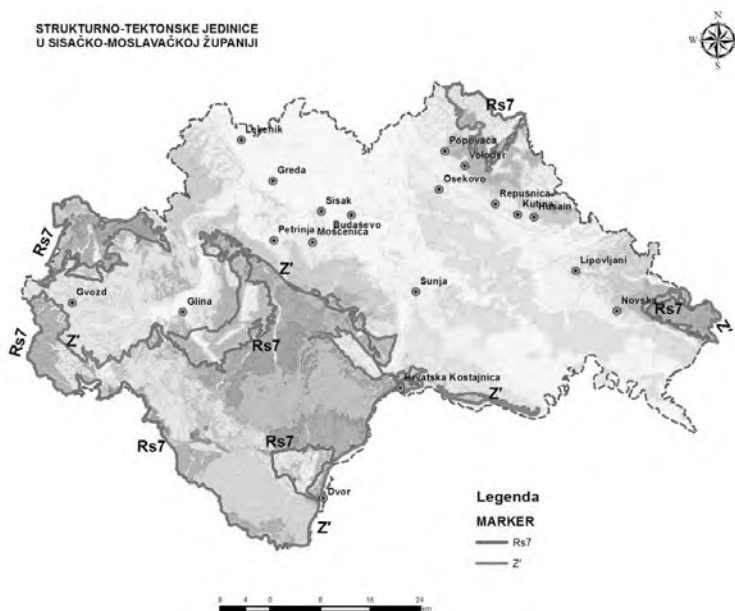
Karta **geološke potencijalnosti** (Slika 3.) prikazuje prirodno prostiranje pojedinih zona mineralnih sirovina (čvrstih mineralnih sirovina) bez prostorno-planskih ili zakonskih ograničenja ili zabrana u prostoru.

U daljnjoj razradi čvrste mineralne sirovine klasifikaciju se prema litološkom i kemijskom sastavu i kakvoći. Npr. ugljeni koji se javljaju u dvije vrste: lignit i smeđi ugljen. Tehničko-građevni kamen se javlja u različitim stijenskim naslagama, te karbonatnim (dolomit i vapnenac), magmatskim (dijabaz, amfibolit) te miješanim, prva dva su povezana i sa drugim vrstama mineralnih sirovina ovisno o kemijskom sastavu (karbonatna sirovina za industrijsku preradbu, silikatne sirovine za industrijsku preradbu). U najstarijim stijenama županije nalazimo i metalne sirovine gdje smo izdvojili dva važnija tipa orudnjenja željezni, te cinkov, olovni i željezni tip.



Slika 3. Karta geološke potencijalnosti čvrstih mineralnih sirovina

Karta **geološke potencijalnosti** (Slika 4.) geotermalne vode (energetske mineralne sirovine) prikazuje prirodno prostiranje zona za istraživanje odnosno eksploataciju geotermalnih voda u nekoliko nivoa potencijalnosti procijenjenih prema geotermalnom potencijalu.



Slika 4. Karta geološke potencijalnosti geotermalne vode - prikaz prostiranja strukturno-tektonskih jedinica s nosiocima geotermalne vode

Potencijalnost geotermalne vode u Sisačko-moslavačkoj županiji je vezana za strukturno-tektonske jedinice koje su nosioci geotermalne vode. Na slici 4. prikazane su strukturno-tektonske jedinice koji su na pojedine načine i nosioci potencijala geotermalne vode. Geološki potencijal geotermalnih voda možemo proglasiti za prostor cijele županije, ali on nije svakako svugdje istog potencijala. Na slici 4. prikazane su tri osnovne strukturno-tektonske jedinice:

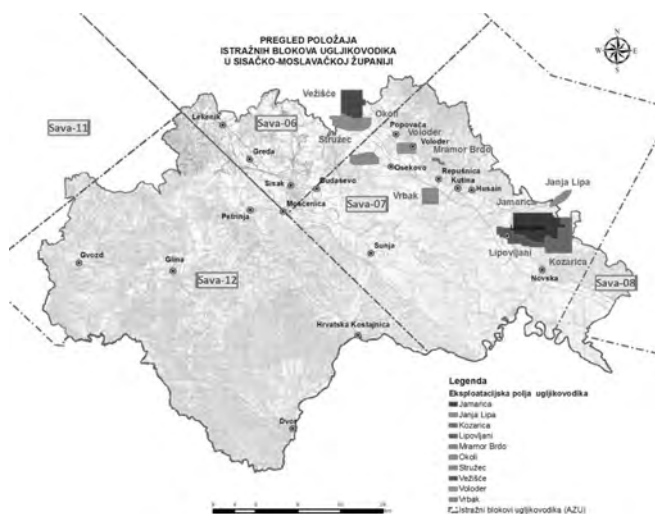
1. Sjeveroistočna uzvišenja Bjelovarskih masiva, Ilovskog rova Moslavine i masiva Slavanskog gorja

2. Glavnog razvoja Savske tercijarne depresije s glavnim jugoistočnim progibima i Banovinskim strukturama i

3. Uzvišenjem Banovinskog masiva s djelomično ogoljelim uzvišenjima i marginalnim bazenima tercijarnim naslagama Savske potoline, te masivima potpuno ogoljelog temeljnog gorja i ostacima mezozoičke karbonatne platforme - podloge tercijara Panonskih prostora.

Jedinica „2“ glavni je nosilac potencijala geotermalne vode i to onog za direktno korištenje u toplinarstvu, ali možda i za proizvodnju električne struje. No i ostale dvije jedinice jugozapada Bjelovarskih masiva i predgorja Slavanskih planina kao i masivi Banovine imaju značajan i ekonomski lakše dohvativ potencijal i već poznate i važne prirodne termalne izvore kod Topuskog na čijem tragu je moguće doći do vrlo značajnih otkrića.

Karte geološke potencijalnosti ugljikovodika (energetske mineralne sirovine) ne prikazuju se na klasičan način kao ostale čvrste mineralne sirovine, već su to prostori, odnosno kopneni dio teritorija RH podijeljen na blokove (Slika 5.), za koje Vlada RH raspisuje javno nadmetanje za dodjelu dozvola za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika (5 istražnih blokova uključuje cijeli prostor županije).



Slika 5. Istražni blokovi za istraživanje i proizvodnju ugljikovodika (Sava-06, Sava-07, Sava-08, Sava-11, Sava-12), u Sisačko-moslavačkoj županiji, te položaj sadašnjih aktivnih eksploatacijskih polja ugljikovodika.

Novi istražni prostori, iz kojih su izuzeta postojeća eksploatacijska polja ugljikovodika, svojim su jednim dijelom definirani i na području Sisačko-moslavačke županije. To su istražni prostori Sava-06, Sava-07, Sava-11, Sava-12 i Sava-08 za koje će Vlada Republike Hrvatske raspisati javno nadmetanje za izdavanje dozvola za istraživanje i eksploataciju ugljikovodika.

#### **4.3. PROSTORI POGODNI ZA ISTRAŽIVANJE U SVRHU EKSPLOATACIJE MINERALNIH SIROVINA**

U procesu određivanja zona namjenjenih za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina koje će se implementirati u prostorno plansku dokumentaciju županije, bilo je nužno definirati prostore u kojima se mineralne sirovine ne mogu istraživati i eksploatirati odnosno područja zabrana istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina ili područja.

Prostori odnosno područja zabrane istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina su prikazani na karti zabrane istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina te uključuju slijedeće (Slika 6.):

1. pojaseve uz cestovnu infrastrukturu (ograničeno je zaštitnim pojasom cesta, koji je definiran člankom 55. Zakona o cestama (NN, 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14). (širina zaštitnog pojasa sa svake strane autoceste i brze ceste 40 m, državne ceste 25 m, županijske 15 m i lokalne ceste 10 m).

2. pojaseve uz željezničku infrastrukturu (ograničeno je zaštitnim pružnim pojasom željezničkih pruga, koji je definiran člankom 7. Alineja 38. Zakon o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (NN, 82/13), te iznosi 100 m s obje strane željezničke pruge, odnosno kolosijeka.)

3. pojaseve minimalnih udaljenosti od građevinskih područja (naselja) i građevinskih područja izvan naselja, gdje istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina treba dopustiti na najmanjim udaljenostima od postojećih građevina, odnosno granica građevinskih područja koja uključuju područja različitih namjena: stambeno-mješovita namjena, ugostiteljsko-turistička namjena, javna i društvena namjena, mješovita namjena, poslovna namjena, sportsko-rekreacijska namjena, groblja.

Potrebno je naglasiti varijabilnost ove odredbe s obzirom na vrstu mineralne sirovine, te način istraživanja i eksploatacije mineralne sirovine, ali i na dinamičnost promjene prostora u desetogodišnjem (srednjoročnom) prostornom planu.

Za određene mineralne sirovine nisu potrebne velike udaljenosti od građevinskih područja (arhitektonsko-građevni kamen, ciglarske gline itd.), dok je za tehničko-građevni kamen potrebna veća udaljenost, zbog aktivne rudarske djelatnosti (miniranja), iako kvaliteta miniranja ovisi isključivo o stručnosti rudarskih djelatnika, te onda kao takva ima minimalni štetni utjecaj na okoliš. Te je preporuka uvođenje monitoringa na miniranje u zoni do 200 m od građevinskih područja.

Potrebno je utvrditi minimalnu zakonsku udaljenost od pojedinačnog građevnog objekta od eksploatacijskog polja mineralne sirovine s obzirom na buku i

prašinu koje se proizvodi. Također i monitoring na opterećenost cestovne infrastrukture te u slučaju preopterećenosti prometnica rudarskom subjektu naložiti promjenu trasa korištenja prometnica ili izradu nove trase u svrhu transporta eksploatirane mineralne sirovine i sanaciju dotada korištene cestovne infrastrukture.

U izradi pojaseva minimalnih udaljenosti od građevinskih područja (naselja) i građevinskih područja izvan naselja za potrebe Studije, razmatrano je da prostorni podaci dostavljeni od Zavoda za prostorno uređenje Sisačko-moslavačke županije su maksimalni razvojni plan određenog građevinskog naselja u narednih 10-15 godina što se smatra ciklus u kojoj je nužno pristupiti reviziji prostornih planova. (2015-2030. god.)

4. zaštićene dijelove prirode i okoliša (park prirode park šume, posebni rezervati, spomenik parkovne arhitekture, spomenik prirode, strogi rezervat i zaštićeni krajolik kako je to definirano Zakonom o zaštiti prirode, (NN, 80/13); i Zakonom o zaštiti okoliša NN 110/07.

5. zone sanitarne zaštite izvorišnih voda sa zahvaćanjem podzemne vode iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernožnom poroznosti (I. II. i III.), sukladno Zakonu o vodama (NN, 80/13, 153/13 - Prijelazne i završne odredbe iz Zakona o gradnji NN, 153/13) i Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN, 61/11m, 47/13), u kojima je zabranjena rudarska djelatnost (podzemna i površinska eksploatacija mineralnih sirovina osim geotermalnih voda i mineralnih voda). Iznimno od odredbi Pravilnika koji zabranjuju rudarsku djelatnost, prema članku 36. Pravilnika (mikrozoniranje) mogu se dopustiti određeni zahvati u prostoru odnosno određene djelatnosti u zonama sanitarne zaštite podzemnih vodonosnika:

1. ako se provedu detaljni vodoistražni radovi kojima se ispituje utjecaj užega prostora zone sanitarne zaštite u kojem se namjerava izvesti zahvat u prostoru odnosno obavljati određena djelatnost (mikrozona) na vodonosnik,

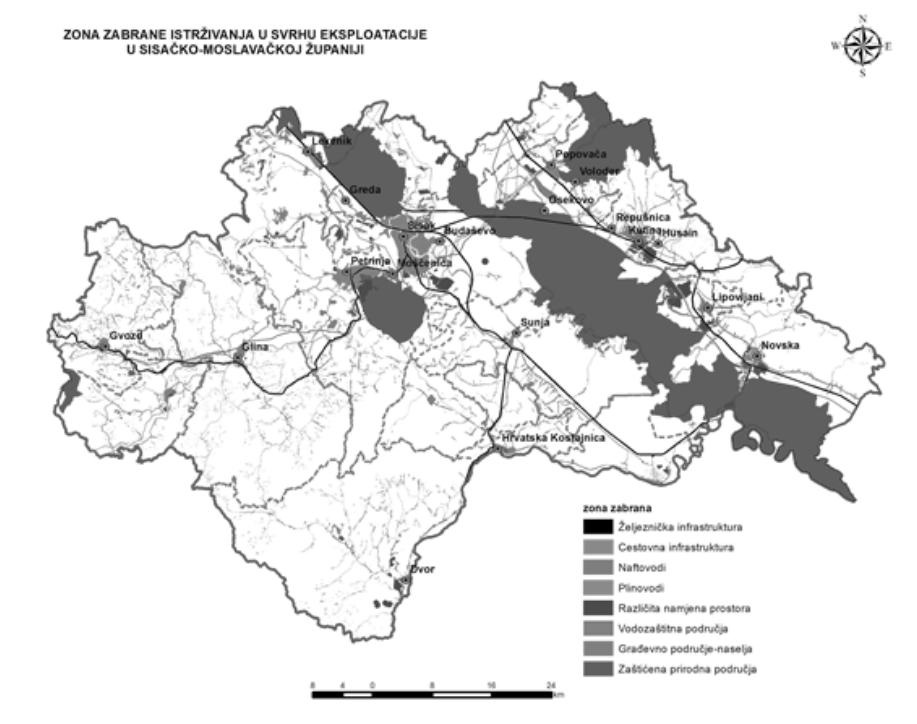
2. ako se na temelju detaljnih vodoistražnih radova izradi poseban elaborat koji ima za svrhu dokazati neštetnost zahvata u prostoru mikrozone odnosno neštetnost obavljanja djelatnosti u mikrozonu (elaborat mikrozoniranja),

3. ako se elaboratom mikrozoniranja predvide odgovarajuće mjere zaštite vodonosnika u mikrozonu.

6. pojasevi oko dalekovoda, plinovoda, naftovoda, vodovoda, pravaca odvodnje otpadanih voda te vodeni sustavi (akumulacije)

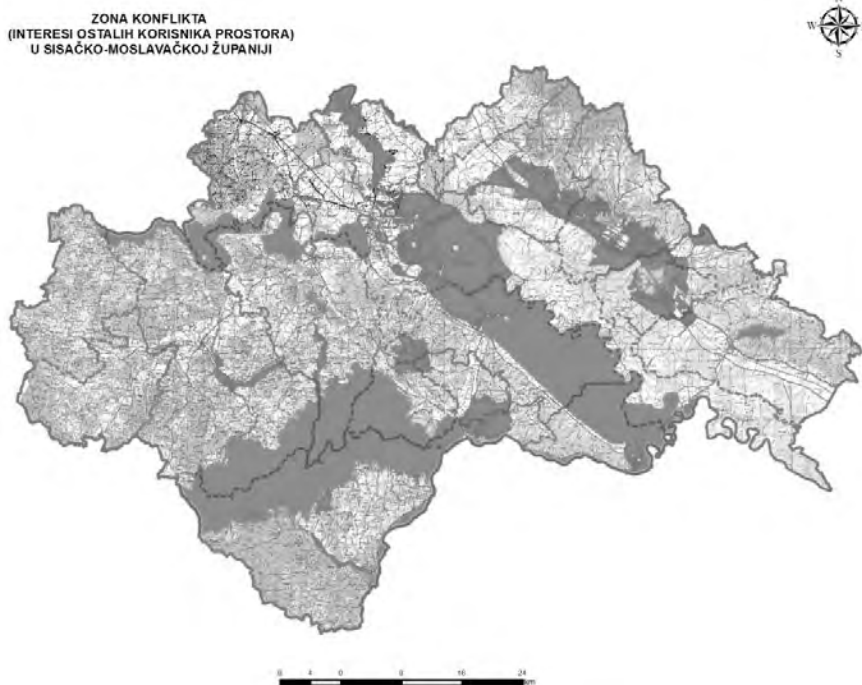
7. vizualnu zaklonjenost kopova (nova eksploatacijska polja određivat će se na najmanje vizualno osjetljivim lokacijama uz uvjet izrade studije krajobrazne analize), ovakva vrsta analize nije napravljena u ovoj Studiji, već je samo preporuka u modelima upravljanja mineralnim resursima u budućnosti.

Prostori odnosno područja ograničenja u istraživanju i eksploataciji mineralnih sirovina su prikazani na karti zona konflikta te uključuju (Slika 7.) Naturu 2000 i dijelove prirode-prijedlog za zaštitu (lokalnog, međunarodnog i regionalnog značaja). U dijelove prirode spadaju Park – šuma, Posebni rezervat – botanički, Posebni rezervat – ornitološki, Posebni rezervat šumske vegetacije, Regionalni park, Spomenik parkovne arhitekture, Spomenik prirode i značajniji krajolici.



*Slika 6. Karta zabrana istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina u Sisačko-moslavačkoj županiji*

Premda se već dugo govori o Naturi 2000, još uvijek postoje evidentni pokazatelji nejasnoća povezanih s temom Nature 2000, načinima utvrđivanja ekološke mreže i njene implikacije te funkcije u smislu održivog razvoja. S obzirom da direktno utječe na poslovanje gospodarskih subjekata, ali i na svakodnevni život, informiranje o značajkama i specifičnostima koje Natura 2000 sa sobom nosi, smatramo izuzetno važnim čimbenikom razvoja Republike Hrvatske. Natura 2000 je europska ekološka mreža koja objedinjuje područja važna za očuvanje europskih ugroženih vrsta i stanišnih tipova. Temelj Nature 2000 čine dvije Direktive: Direktiva o staništima i Direktiva o pticama. Područja koja se izdvajaju temeljem te dvije Direktive zajedno čine mrežu Natura 2000. Od 1. srpnja 2013. Hrvatska ekološka mreža je postala dijelom ove najveće mreže zaštićenih područja na svijetu. U samom temelju Direktive o staništima koja je propisala obavezu izvedbe mreže Natura 2000 leži održivi razvoj. Direktiva o staništima je jedan od mehanizama kojim se na razini EU postižu ciljevi konvencije o biološkoj raznolikosti. Njezine potpisnice su 193 zemlje svijeta i ona definira održivo korištenje prirodnih resursa kao smjer u kojem društvo današnjice želi ići. Natura 2000 doprinosi upravo ovom cilju i održivom razvoju. Od 2001. godine u Hrvatskoj se govori o ekološkoj mreži Natura 2000, a od 2007. godine provodi se postupak ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu koji će se po ulasku u EU nastaviti provoditi i za Natura 2000 područja.



Slika 7. Karta zona konflikta u Sisačko-moslavačkoj županiji

U Hrvatskoj postoji obaveza izrade studije procjene utjecaja na okoliš u čijem se okviru sagledava utjecaj na biološku raznolikost i tu je razlika između procjene utjecaja na prirodu i ocjene prihvatljivosti na ekološku mrežu kod koje se sagledava utjecaj samo na vrste i staništa zbog kojih je područje ugroženo. Studije procjene utjecaja na prirodu su sastavni dio studije procjene utjecaja na okoliš. Sam postupak procjene utjecaja na okoliš nije potaknut položajem samog zahvata nego tipom i naravi zahvata, dok je kod ocjene utjecaja na ekološku mrežu važno utječe li zahvat na zaštićeno područje i njegov integritet. Što se tiče gradnje i općenito zahvata na područjima, Natura 2000 ne isključuje gradnju i ne isključuje zahvate. Ono što je važno da se oni odvijaju na način koji osigurava opstanak vrstama i staništima. To je pravi primjer održivog razvoja. Potrebno je napraviti studiju i sagledati značajnost utjecaja svakog zahvata na Natura 2000 područje, odnosno na vrste i na stanišne tipove. Naravno da svaki zahvat ima neki utjecaj, međutim poanta je procijeniti utječe li značajno te u tom slučaju naći mjere ublažavanja koje će osigurati provedbu zahvata, ali i očuvanje vrsta na tom području. Cilj Nature 2000 je omogućiti kvalitetan suživot čovjeka i prirode. Područja Nature 2000 naše su veliko priznanje, a istovremeno i ogroman izazov i obaveza. Izazov da ga iskoristimo na najbolji način i da Natura 2000 postane temelj održivog razvoja, te obaveza da prirodu sačuvamo i ostavimo budućim generacijama.

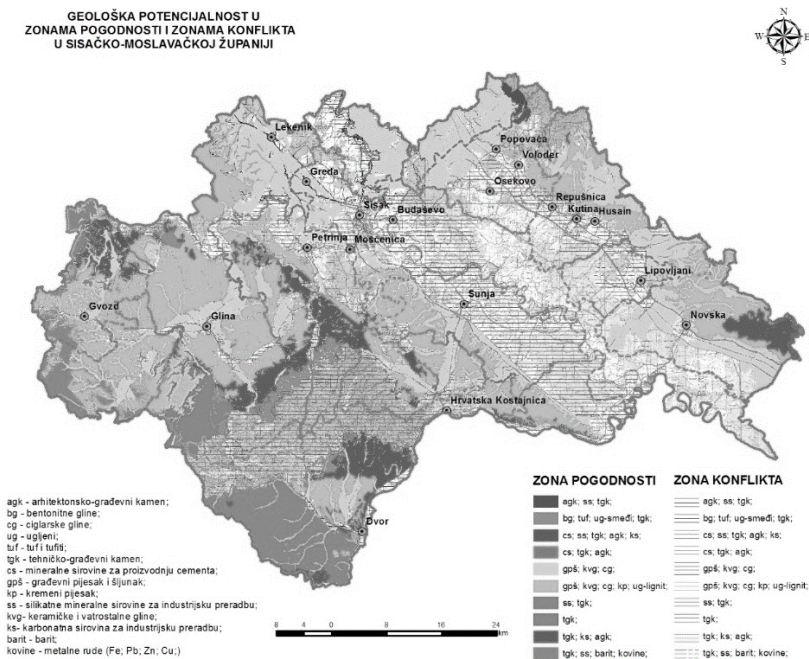
U dogovoru sa Zavodom za prostorno uređenje Sisačko-moslavačke županije dostavljeni su podaci prostornog plana županije te izrađene dvije vrste karata geološke potencijalnosti mineralnih sirovina (karta geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti te karta geološke potencijalnosti u zonama konflikta) koje su kombinirano prikazane na slici 8..

Karta geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti (slika 8.) uključuje one zone geološkog potencijala za čvrste mineralne sirovine u kojima ne postoji interes ostalih korisnika prostora. Odnosno, iz prikaza su isključene zone zabrana istraživanja u svhu eksploatacije mineralnih sirovina, te su preostale zone u kojima se smatra pogodnim dopustiti istraživanja u svrhu eksploatacije mineralnih sirovina.

Zone geološke potencijalnosti u kojima postoje ograničenja u istraživanju u svrhu eksploatacije mineralnih sirovina (čvrstih mineralnih sirovina), odnosno nalaze se u zonama konflikta, više različitih korisnika prostora iskazuje svoj različit interes za prostor, posebno su valorizirane te je izrađena karta geološke potencijalnosti u zonama konflikta (slika 8.), koja uključuje prirodno zaštićena područja ekološke mreže Nature 2000 dijelovima prirode-prijedlog za zaštitu (lokalnog, međunarodnog i regionalnog značaja).

Usklađivanje gospodarskih osnova i razvojnih planova s potrebama zaštite prirode koje će se učinkovitije ostvariti po zaštiti prostora značajno će smanjiti konflikte u prostoru vezane uz održivo korištenje prirodnih dobara. Različite aktivnosti, poput uređivanja vodotoka, eksploatacije šljunka i pijeska iz korita rijeka, izgradnje elektrana, ukoliko nisu adekvatno regulirane mogu ugroziti prirodne vrijednosti u prirodno zaštićenim područjima ekološke mreže Nature 2000 i dijelovima prirode-prijedlog za zaštitu (lokalnog, međunarodnog i regionalnog značaja).

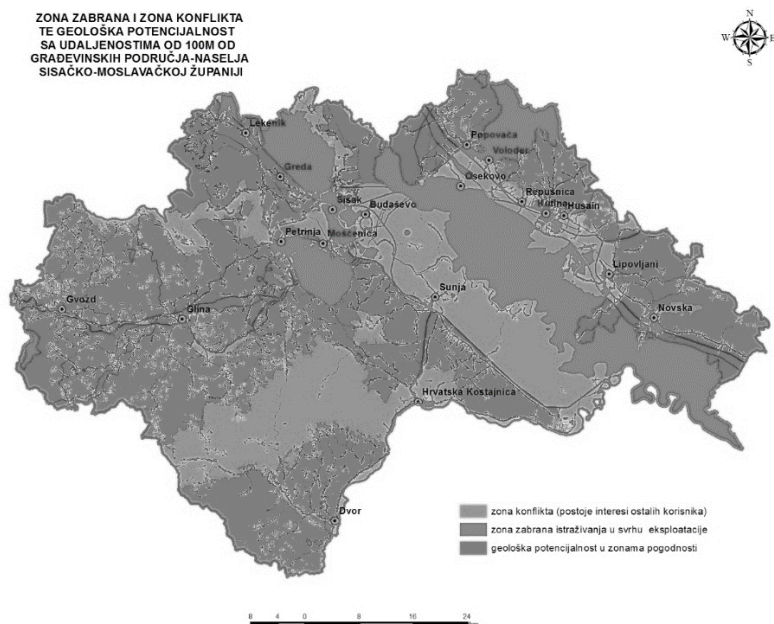
Za potrebe izrade prijedloga prostornog plana izrađena je analiza povećanja odnosno smanjenja površina slobodnih ili zabranjenih za istraživanje u svrhu eksploatacije u Sisačko-moslavačkoj županiji. U tablicima 2. i 3. kao i na slikama 9. i 10. prikazane su površine koje bi zauzimala zona zabrana istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina i zona konflikta (postoje interesi drugih korisnika) te geološka potencijalnost u zonama pogodnosti i geološka potencijalnost u zonama konflikta s obzirom na udaljenosti (100 ili 200 m) zaštitnog pojasa od građevinskih područja – naselja.



Slika 8. Karta geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti i zonama konflikta u Sisačko-moslavačkoj županiji

Tablica 2. Površina koju zauzimaju zone zabrane istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina i zona konflikta (km<sup>2</sup> i %) s obzirom na udaljenost od građevinskih područja - naselja

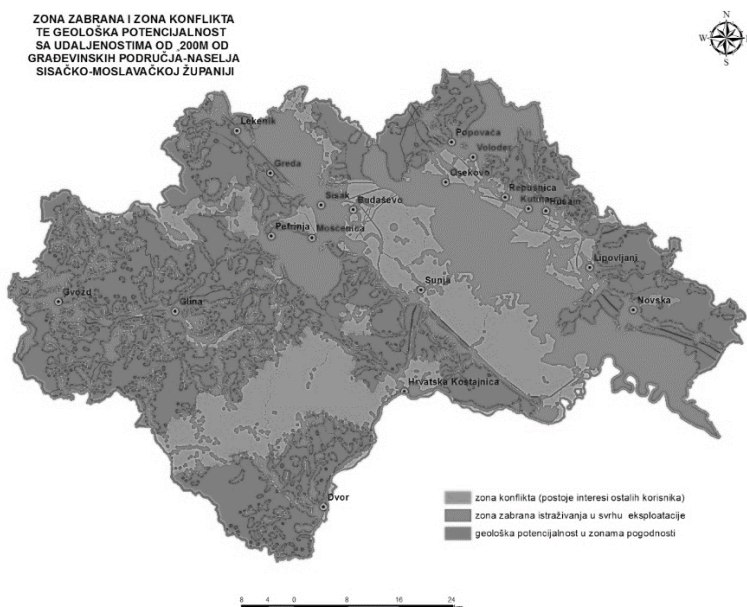
Vrsta zone	Površina koju zauzima zona (km <sup>2</sup> ) s obzirom na udaljenost od građevinskih područja - naselja			Površina koju zauzima zona (%) s obzirom na udaljenost od građevinskih područja - naselja		
	0 m	100 m	200 m	0 m	100 m	200 m
<b>zona zabrana istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina</b>	<b>1239.00</b>	<b>1830.21</b>	<b>2399.38</b>	<b>27.64</b>	<b>40.83</b>	<b>53.53</b>
<b>zona konflikta (postoje interesi drugih korisnika)</b>	<b>1091.31</b>	<b>982.13</b>	<b>884.67</b>	<b>24.35</b>	<b>21.91</b>	<b>19.74</b>



Slika 9. Karta geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti i zonama konflikta sa zonama zabrana i istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina sa 100 m na udaljenosti od građevinskih područja - naselja i zona konflikta (postoje ostali interesi korisnika) u Sisačko-moslavačkoj županiji

Tablica 3. Površina koju zauzimaju geološke potencijalnost u zonama pogodnosti i zonama konflikta (km<sup>2</sup> i %) s obzirom na udaljenost od građevinskih područja - naselja

Vrsta zone	Površina koju zauzima zona (km <sup>2</sup> ) s obzirom na udaljenost od građevinskih područja - naselja			Površina koju zauzima zona (%) s obzirom na udaljenost od građevinskih područja - naselja		
	0 m	100 m	200 m	0 m	100 m	200 m
geološka potencijalnost u zonama pogodnosti	2253.42	1872.25	1521.07	50.49	41.95	34.08
geološka potencijalnost u zonama konflikta	1091.31	982.13	884.67	24.45	22.01	19.82



Slika 10. Karta geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti i zonama konflikta sa zonama zabrana i istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina sa 200 m na udaljenosti od građevinskih područja - naselja i zona konflikta (postoje ostali interesi korisnika) u Sisačko-moslavačkoj županiji

U varijanti da nema zaštitnog pojasa, već su zone pogodnosti geološkog potencijala na kontaktu sa maksimalnim razvojem određenog građevinskog područja – naselja u 28 % županije je zabranjeno istraživanje i eksploatacija, dok je 24% županije u zonama konflikta.

Povećanjem udaljenosti zaštitnog pojasa od 100 m zona zabrana istraživanja i eksploatacije mineralnih sirovina nam se povećava za oko 590 km<sup>2</sup> odnosno 13 % površine županije, ujedno nam se u tom slučaju smanjuje i zona konflikta (slika 9.) Geološka potencijalnost u zonama pogodnosti, povećanjem udaljenosti zaštitnog pojasa od 100 m od građevinskih područja – naselja, smanjuje se za 380 km<sup>2</sup> odnosno 9 % površine županije, povećanjem udaljenosti zaštitnog pojasa od 200 m došlo bi do smanjenja površina geološke potencijalnosti u zonama pogodnosti za još 350 km<sup>2</sup>, te bi u tom slučaju 1/3 županije bila u zonama pogodnosti geološke potencijalnosti odnosno u zonama namijenjenim istraživanju u svrhu eksploatacije, dok bi još oko 20 % bilo u zonama konflikta (slika 10.).

## 5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Prijašnji prostorni planovi često su mijenjani i dopunjavani zbog neadekvatnog pristupa u planiranju gospodarenja mineralnim sirovinama. Istražni prostori i eksploatacijska polja bili su planirani na temelju prikupljenih informacija o starim površinskim kopovima i rudnicima i prenašani iz starijih prostornih planova bez informacija koje bi utvrdile ili naznačile realne pokazatelje o tržištu mineralnih sirovina i geološkoj građi prostora. Prvo, zbog nedovoljnog poznavanja ponude i pogotovo potražnje za mineralnim sirovinama te jasnim stavovima o razvoju infrastrukture i/ili gospodarstva i drugo, zbog nedovoljnog poznavanja geološke građe i nerazumijevanja pojmova „istražnog prostora“ i „eksploatacijskog polja“ kao formalno-pravnih kategorija (njihove definicije, način ishođenja i stečena prava i obaveze propisane su Zakonom o rudarstvu), postalo je jasno da se istražni prostori i eksploatacijska polja kao takvi ne mogu planirati. Planirati se mogu samo potencijalne zone pogodne za istraživanje i eksploataciju u kojima rudarski gospodarski subjekt ili nadležno tijelo za rudarstvo sukladno prikupljenim podacima može pretpostaviti realnu mogućnost postojanja mineralne sirovine, obaviti izbor najpovoljnije lokacije eksploatacije (zahvata) te podnijeti zahtjev za istraživanje u svrhu eksploatacije na odabranoj mikrolokaciji. To bi u praksi značilo da su u odredbama i na kartama prostornog plana koje prikazuju korištenje i namjenu prostora navedeni i kartirani samo postojeći istražni prostori i eksploatacijska polja te „napuštena ležišta (npr. kamenolomi i dr.), a da se u odredbama za provođenje i na kartama planiranja uvjeta korištenja i zaštite prostora ucrtavaju planirane zone za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina. Takvim pristupom u načinu upravljanja mineralnim sirovinama, korištenjem informacija, preporuka i zaključaka iz RGS kao stručne podloge za planiranje gospodarenja istim osigurano je učinkovitije planiranje upravljanja mineralnim sirovinama te je istovremeno znatno smanjena potreba za izmjenama i dopunama prostornih planova u tom segmentu.

**Sudjelovanje šire javnosti** u procesu donošenja odluka o istraživanju i eksploataciji mineralnih sirovina provodi se prije donošenja RGS-a i PP-a kroz njihovo javno predstavljanje i javnu raspravu. Sukladno s tim ne provode se više javne rasprave posebno za istražni prostor i posebno za eksploatacijsko polje, već se njihovo odobravanje i dodjeljivanje donosi Rješenjima nadležnih tijela u okviru jedinstvenog postupka za davanje koncesije za eksploataciju. Kao još jedan vid sudjelovanja javnosti u procesu izrade RGS je dodatno anketiranje svih dionika u dijelu o društveno-ekonomskim i ekološkom pitanjima, a koje se izvodi u slučaju kada izrađivač ocjeni da bi to značajno pridonijelo kvaliteti RGS.

Rudarsko-geološke studije predstavljaju analizu kompilirane faktografije o geološkoj građi, mineralnim sirovinama (raspoređenost i potencijal), rudarskoj djelatnosti u širem smislu (rudarski gospodarski subjekti, istražni prostori i eksploatacijska polja, doprinos gospodarstvu, trendovi korištenja mineralnog resursa i dr.), načinu korištenja i ograničenja u prostoru u odnosu na sve prirodne i antropogene resurse, utjecaju na okoliš i stanju okoliša.

Analizom kompilirane faktografije postiže se **glavni cilj rudarsko-geološke studije**. To je definiranje prostora na kojima nema interesa ostalih korisnika prostora pa je moguće nesmetano istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina, ocjena i preporuke optimalne dinamike iscrpljivanja, odnosno eksploatacije s obzirom na potencijal, stupanj dostupnosti dokazanim rezervama, potrošnju i planove razvoja temeljnog na mineralnim sirovinama. Glavni rezultat analize su između ostaloga **karte potencijalnosti mineralnih sirovina u zonama pogodnosti za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina**. Opisani način planiranja i gospodarenja mineralnim sirovinama u Republici Hrvatskoj, kao njihovom vlasniku, trenutno predstavlja najveći doseg u domeni politike planiranja, odnosno upravljanja mineralnim neobnovljivim resursima na regionalnom nivou.

## SUMMARY

Previous spatial plans have often been modified and supplemented due to inadequate management access to mineral resources planning. Investigation areas and exploitation fields were planned according to collected information on old surface pits and mines and they were transferred from older spatial plans without information that would determine or indicate realistic indicators of the mineral resources market, as well as the geological structure of the area. First of all, due to insufficient knowledge of the supply and especially the demand for mineral resources, as well as clear views on the development of infrastructure and/or management, and secondly due to insufficient knowledge of the geological structure and misunderstanding of the terms “investigation area” and “exploitation field” as formal legal categories (their definitions, the manner of obtaining and the acquired rights and obligations are prescribed by the Mining Law), it has become clear that investigation areas and exploitation fields as such cannot be planned. Potential zones are the only one suitable for investigation and exploitation planning in which the main mining entity or the competent mining authority can assume, in accordance with the collected data, the real possibility of the existence of mineral raw materials, make the selection of the most favorable location of exploitation (intervention), as well as submit a request for investigation for the purpose of exploitation on the selected microlocation. In practice, this would mean that the regulations and maps of the spatial plan showing the use and purpose of the space only existing investigation areas and exploitation fields and “abandoned” deposits (eg. quarries, etc.) are indicated and mapped, and that in the implementing regulations and planning maps of conditions of use and protection of space, the planned zones for investigation and exploitation of mineral resources are drawn. This approach in the way of mineral resources management, using information, recommendations and conclusions from mining-geological studies (MGS) as a professional basis for the management of mineral resources, has ensured more efficient planning of mineral resources management and at the same time significantly reduced the need for changes and amendments to spatial plans in that segment.

**Participation of the general public** in the decision-making process on investigation and exploitation of mineral resources is carried out prior to the adoption of MGS and SP through their public presentation and public debate. Accordingly, no more public debates are conducted specifically for the exploration area and specifically for the exploitation field, but their approval and award are made by the Decisions of the competent authorities within the framework of the unique procedure for granting the exploitation concession. Another form of public participation in the MGS design process as an additional survey of all participants in the section for socio-economic and environmental issues is carried out in the case where the developer assesses that this would significantly contribute to the quality of the MGS.

Mining-geological studies represent an analysis of compiled factography on geological structure, mineral resources (distribution and potential), mining activities in a broad sense (mining management entities, exploration areas and exploitation fields, contribution to the management, trends in the use of mineral resources, etc.), methods of use and limitations in space with respect to all natural and anthropogenic resources, environmental impacts as well as conditions.

By compiled factography analysis the **main objective of the mining-geological study** is achieved. It is the definition of areas where there is no other users interest for the area, so there is possibility to explore and exploit mineral resources without difficulty, as well as to evaluate and recommend optimal dynamics of exhaustion, that is to say exploitation with respect to potential, degree of availability by proven reserves, consumption and development plans based on mineral resources. Inter alia, the main result of the analysis are **maps of mineral resources potentiality in the zones of suitability for the investigation and exploitation of mineral resources**. Previously described planning and management method of mineral resources in the Republic of Croatia, being their owner, currently represents the highest reach in the field of planning policy, that is to say in management of mineral non-renewable resources at the regional level.

## LITERATURA

- Dedić, Ž., & Kruk. B. (koordinatori), 2016: Rudarsko geološka studija Sisačko-moslavačke županije. Hrvatski geološki institut, FSD br. 6/16, Zagreb.
- Kruk, B., Dedić, Ž., Miko, S., Kovačević Galović, E., 2014: Spatial planning and its interaction with mining laws and future waste management act in Croatia. Presented at the SNAP-SEE Finale Conference, Bled, Slovenia.
- Živković, A. & Krsić, D. (koordinatori), 2008: Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske (SGMSRH). Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva, Zagreb.





*Branislav Glavatović*

## **40 GODINA OD KATASTROFALNOG ZEMLJOTRESA U CRNOJ GORI: OSVRT NA SEIZMIČNOST I NACIONALNU SEIZMOLOŠKU DJELATNOST**

### ***Apstrakt***

Sadržaj ovog rada iznijet je u skraćenoj verziji na konferenciji koja je u organizaciji CANU, Ministarstva održivog razvoja i turizma, Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju i Geološkog zavoda, organizovana u Podgorici, 15. aprila 2019. godine, povodom 40 godina od pojave destruktivnog zemljotresa koji je zahvatio Crnu Goru i cijelo južno priobalje Jadrana 15. aprila 1979. godine. U radu je sažeto izložen pregled osnovnih karakteristika tog glavnog zemljotresa, kao i svojstva seizmičnosti cijelog regiona, uključujući istorijski i savremeni period. Prvi put su saopšteni podaci o rejonizaciji tektonski generisanog naponskog polja na terenima Crne Gore i neposrednog okruženja koja su izvedena iz rješenja mehanizama žarišta većeg broja snažnih zemljotresa. Takođe, kratko je izložen razvoj seizmološke djelatnosti u Crnoj Gori, posebno njen tehnički aspekt, kao i ostvareni dometi te nacionalne službe u istraživanju zemljotresnog fenomena.

***Ključne riječi:*** *Zemljotres, seizmičnost, mehanizam žarišta, seizmološka djelatnost.*

## **40 YEARS OF CATASTROPHIC EARTHQUAKE IN MONTENEGRO: A REVIEW ON SEISMICITY AND NATIONAL SEISMOLOGICAL SURVEY**

### ***Abstract***

The contents of this paper were presented in a short version at the conference organized by CANU, Ministry of Sustainable Development and Tourism, Institute for Hydrometeorology and Seismology and Geological Survey, organized in Podgorica, on 15th of April 2019. on the occasion of the 40th anniversary of the devastating earthquake that hit Montenegro and the entire southern Adriatic coast on 15th of April 1979. The paper summarizes the basic characteristics of this major earthquake, as well as the seismic properties of the entire region, including the historical and contemporary periods. For the first time, data on the regional subdivision of the tectonically generated stress field on the territory of Montenegro and the immediate surroundings, derived from the solution of the focal mechanisms of a large number of strong earthquakes, were reported. Also, the development of seismological survey in Montenegro, especially its technical aspect, as well as the accomplishments of that national survey in exploring earthquake phenomenon are briefly presented.

***Key words:*** *Earthquake, Seismicity, Focal mechanism, Seismological survey.*

<sup>1</sup> *Prof. dr. profesor Univerziteta Crne Gore i dugogodišnji direktor Seizmološkog zavoda Crne Gore, u penziji*

## 1. UVOD

Petnaestog aprila ove godine navršilo se 40 godina od dana kada je Crnu Goru 15. aprila 1979. godine, zahvatila prirodna stihija enormnih razmjera, trusna katastrofa koja je bila razornija od bilo koje, više vjekova unazad na ovim prostorima. Zemljotres sa intenzitetom devet stepeni Merkalijeve skale, zahvatio je cijelo Crnogorsko primorje i sjevernu Albaniju, prouzrokujući brojne ljudske žrtve i velika materijalna razaranja (Glavatović, 2019).



Slika 1. Položaj epicentara jačih zemljotresa koji su registrovani u periodu od početka 1979. do kraja 1980. godine na teritoriji Crne Gore i okruženju

Epicentar ovog katastrofalnog zemljotresa nalazio se u Jadranskom moru, između Ulcinja i Bara, na udaljenosti od 14 kilometara od obale. Do kraja 1980. godine (do kada je trajala naknadna seizmička aktivnost) u epicentralnom području koje je pokrilo značajan dio Crnogorskog podmorja i priobalja (slika 1) registrovano je 93 jaka naknadna zemljotresa, sa magnitudom iznad 4 Rihterove jedinice, preko 500 zemljotresa sa magnitudom između 3.5 i 4.0, kao i preko 50.000 slabijih potresa, nanoseći dodatna oštećenja građevinskim objektima.

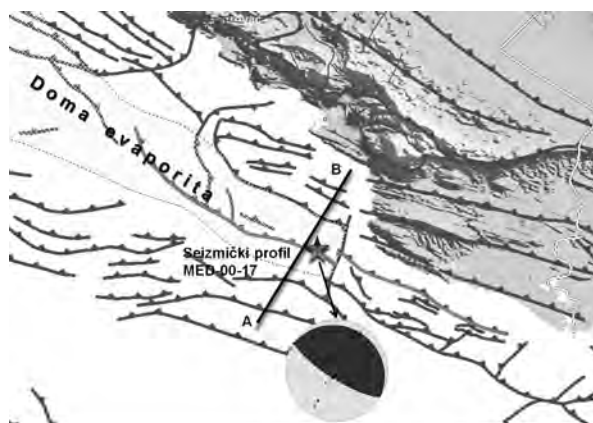
U ovom zemljotresu život je izgubila 101 osoba u Crnoj Gori i 35 u Albaniji. Više od 1.000 ljudi je povrijeđeno, a oko 80.000 je ostalo bez doma. Zemljotres se osjetio čak na udaljenosti od 900 kilometara, dok su štete bile ograničene na Crnu Goru i sjevernu Albaniju, odnosno na prostor od oko 100 kilometara - između Herceg-Novog na sjeveru i Skadra na jugu i oko 25 kilometara obalnog pojasa i zaleđa. Posebno teško su stradali gradovi: Ulcinj, Bar, Petrovac, Budva, Tivat, Kotor, Risan i Herceg-Novi, a razoreno je i 250 drugih naselja (slika 2). Direktna materijalna šteta prouzrokovana zemljotresom je tada procijenjena na 4.5 milijarde američkih dolara, što je na današnjem nivou ekvivalentno vrijednosti od 15.9 milijardi dolara (s obzirom na zvaničnu kumulativnu inflatornu stopu).



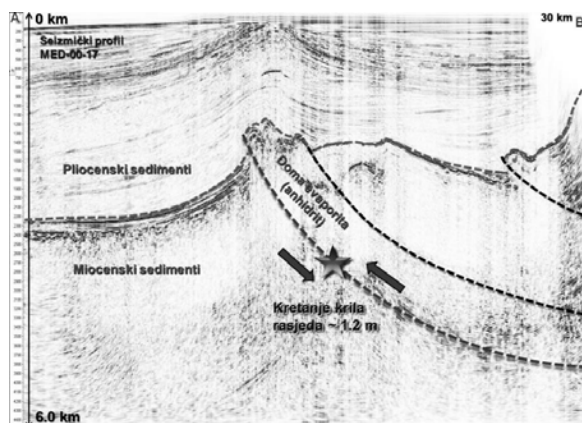
*Slika 2. Karakteristični primjeri razornog dejstva zemljotresa od 15. aprila 1979. godine na Crnogorskom primorju: nekadašnji Hotel "Slavija" u Budvi, ruine Manastira Gradište kod Buljarice, Hotel "Agava" u Baru i Gat broj 2 u Luci Bar*

Tom prilikom bio je uništen ogroman dio modernih hotelskih kapaciteta u regionu, oštećena su 53 zdravstvena objekta, 570 objekata socijalne i dječije zaštite, 240 školskih objekata. Posebno su stradali kulturno-istorijski spomenici (manastiri, crkve, muzeji). Velike štete su konstatovane i na putnoj mreži - oštećeno je oko 350 km magistralnih i 200 km regionalnih puteva. Jedna od specifičnih manifestacija oštećenja tla izazvana zemljotresom bile su pojave likvefakcije (tečenja tla), klizišta i odroni.

Mehanizam žarišta glavnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine u 7 časova, 19 minuta i 40 sekundi (po lokalnom vremenu) ukazuje na izraziti kompresioni karakter naponskog polja koje je uslovalo tektonsko rasijedanje reversnog tipa (slike 3 i 4), što je saglasno sa opštim tipom rasijedanja u podmorju i priobalju (Glavatović, 2010).



*Slika 3. Mehanizam žarišta glavnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine: kružni simbol prikazuje grafičko rješenje mehanizma žarišta, ukazujući na kompresioni karakter naponskog polja koje je uslovalo tektonsko rasijedanje reversnog tipa. Prava linija A-B indicira položaj reflektivnog seizmičkog profila prikazanog na Slici 4*



Slika 4. Reflektivni seizmički profil A-B (slika 3) sa naznakom položaja hipocentra glavnog zemljotresa od 15. aprila 1979. godine (zvijezda) i indicijom rasjeda na kojem je zemljotres generisan

Neophodno je i ovom prilikom podsjetiti da su odmah nakon glavnog zemljotresa 15. aprila, iz svih republika bivše Jugoslavije, kao i velikog broja evropskih i svjetskih država, pristigle brojne stručne ekipe u cilju pružanja pomoći, neposredno se angažujući na pružanje pomoći postradalima i organizovanju efikasnog odgovora na ovu katastrofu, što je imalo nemjerljiv značaj za Crnu Goru i postradalo područje.

Ta masovna pomoć je istovremeno doprinijela i dodatnom opštem uvećanju svijesti o potrebi oraganizovanog, državnog pristupa adekvatnom odgovoru u velikim nesrećama, kao i obavezi upravljanja seizmičkim rizikom.

Period obnove i izgradnje zemljotresom devastiranog prostora bio je praćen realizacijom projekata specijalističkih agencija Ujedinjenih Nacija, čime je označen radikalni napredak na polju prostornog i urbanističkog planiranja i zemljotresnog inženjerstva. Time su stvorene realne pretpostavke za uspostavljanje i sprovođenje strategije smanjenja seizmičkog rizika kroz savremeni integralni pristup. Takav koncept je bio praćen razvojem institucionalnih mehanizama – legislativom i organizacijom, kao što je to neophodno u zemljama izloženim visokom seizmičkom hazardu. Značajna iskustva stečena u ovom zemljotresu, kao i ostvarena unapređenja u oblasti urbanističkog planiranja, projektovanja i građenja objekata, obuhvatila su i domen prevencije, civilne zaštite, pripremljenosti na zemljotres, kao i odgovarajuću edukaciju kadrova.

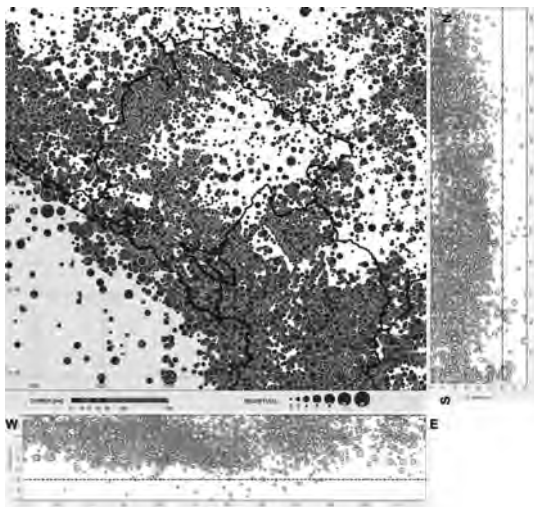
## 2. KARAKTER SEIZMIČNOSTI U REGIONU

Dokumentacioni podaci u kotorskim, dubrovačkim i drugim arhivama, o trusnim efektima na teritoriji Crne Gore i okruženja, sežu više vjekova u prošlost.

Tako na primjer, tokom perioda između XV i XVII vijeka, u toj arhivskoj građi opisana su razaranja više gradova Boke Kotorske i Dubrovnika u 7 snažnih zemljotresa sa epicentrima u podmorju, na oko 15 kilometara od ulaza u Boku Kotorsku. Posljednji u toj rušilačkoj seriji velikih zemljotresa dogodio se 1667. godine, u neposrednoj blizini Dubrovnika, sa intenzitetom X stepeni Merkalijeve skale. Ovaj zemljotres je devastirao ne samo prostor Dubrovnika, nego i cijele Boke Kotorske.

Godine 1905. dogodio se takođe snažan zemljotres u pograničnom području sa Albanijom, u neposrednoj okolini Skadra, izazivajući razaranja sa intenzitetom IX stepeni Merkalijeve skale, pri čemu su u tadašnjoj Podgorici evidentirana rušenja objekata sa intenzitetom od VIII stepeni iste skale. Dugoročna statistička analiza za ovaj dio Balkana, sa vrlo visokom dozom vjerovatnoće ukazuje da praktično svaka generacija, nažalost, ima veliku šansu da doživi bar jedan razoran zemljotres u svom vijeku.

Zemljotres iz 1968. godine, sa intenzitetom od VII stepeni Merkalijeve skale u zaleđu Bara, nije nanio velika razaranja, ali je praktično nagovijestio najsnažniji zemljotres u XX vijeku na cijelom prostoru južnih Dinarida. To je bio katastrofalni zemljotres od 15. aprila 1979. godine, sa magnitudom 7.0 jedinica Rihterove skale. Seizmotektonskom analizom (korelacijom tektonskih i geoloških elemenata i registrovane seizmičnosti) moguće je izvesti opšti zaključak da je cjelokupna evidentna, kao i potencijalna seizmotektonska aktivnost na teritoriji Crne Gore i neposrednom, seizmički uticajnom regionu, vezana za neotektonske procese većih razmjera, pretežno regionalnog, ali lokalnog karaktera, koji se karakterišu visokim seizmogenim potencijalom.



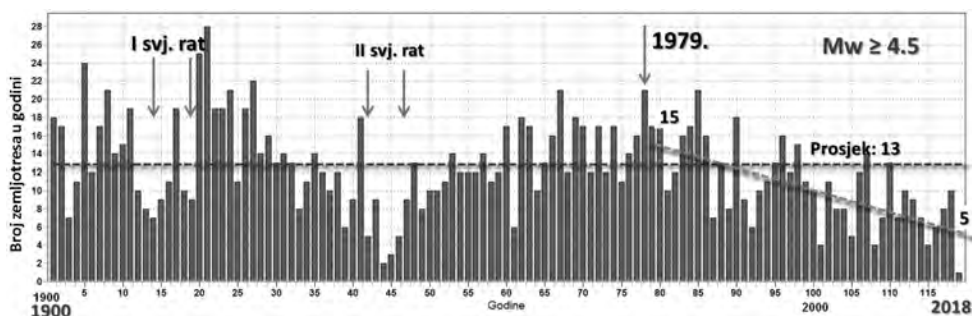
*Slika 5. Položaj epicentara jačih zemljotresa na teritoriji Crne Gore i neposrednog okruženja, na osnovu Kataloga zemljotresa (Seizmološki zavod Crne Gore, 2018) koji obuhvata period od prethodnih 550 godina (do kraja 2017. godine). Donji dio slike prikazuje vertikalni profil hipocentara duž pravca istok-zapad, a desni – duž pravca sjever-jug, indikujući relativno male dubine žarišta svih zemljotresa unutar zemljine kore, pretežno do dubine od 25 km (sa prosječnom vrijednošću od 8.5 km)*

Karakter i intenzitet seizmičke aktivnosti na prostoru južnih Dinarida ilustrativno izražava karta epicentara zemljotresa koji su se dogodili u periodu od XV vijeka do kraja 2018. godine u ovom regionu (slika 5). Na ovoj karti, za period od početka XX vijeka, pa do 1982. godine, prikazani su samo jači zemljotresi, sa magnitudom iznad 3.5 (Rihterovih jedinica<sup>2</sup>), dok je za interval 1983-2018. godine prikazana seizmička aktivnost iznad magnitude 2.

Sa slike 5 je uočljivo da je praktično čitav prostor južnih Dinarida prekriven seizmičkim žarištima. Međutim, ova žarišta se karakterišu vrlo različitim stepenom seizmičkog potencijala. Takođe se može uočiti da je dominantni dio seizmičke aktivnosti lociran u kopnenom i uskom priobalnom dijelu Crne Gore, kao i ostalog dijela Jadrana, dok se centralni dio jadranske mikroploče u zoni južnog dijela Jadrana manifestuje praktično aseizmično.

Ova pojava se može tumačiti prisustvom veoma debelog sedimentnog kompleksa u južnojadranskom basenu (gdje sedimenti mjestimično dostižu debljinu i preko 20 kilometara), ali i prisustvom krute, relativno debele bazaltne ploče u zoni dubokog dijela Jadranskog mora, što je utvrđeno interpretacijom anomalnog ponašanja longitudinalnih seizmičkih talasa u ovom dijelu litosfere (Glavotović, 1988).

Seizmičnost Crne Gore karakterišu brojna autohtona seizmogena žarišta, ali i veći broj seizmogenih zona cijelog zapadnog Balkana, posebno ona sa prostora južne Hrvatske, Hercegovine, sjeverne Albanije i južne i jugozapadne Srbije. Kao izrazito seizmički aktivan prostor Crne Gore, treba svakako apostrofirati seizmogene zone oko Ulcinja i Bara, Budve i Brajića, kao i Boke Kotorske, ali i neposrednu okolinu Berana, cio region Skadarskog jezera, planinski masiv Maganika itd.



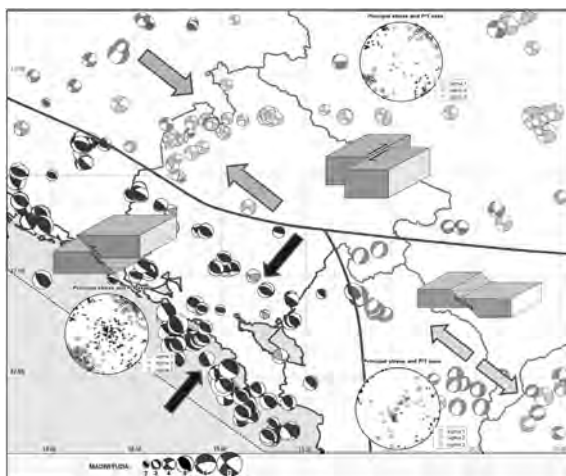
Slika 6. Histogram učestanosti glavnih snažnih zemljotresa po godinama za područje Crne Gore i okruženja tokom poslednjih 120 godina, sa magnitudom  $M_w \geq 4.5$ . Isprekidana horizontalna linija ukazuje na dugogodišnji prosjek od 13 takvih zemljotresa godišnje, dok kosa isprekidana linija izražava prosjek u periodu nakon 1979. godine koji se sistematski smanjuje od 15 1980. godine do 5 tokom 2018. godine

<sup>2</sup> Magnituda zemljotresa je internacionalni termin koji označava relativnu mjeru (kao neimenovani broj) oslobođene energije u žarištu (hipocentru) zemljotresa. Prvi je definisao i numerički izrazio seizmolog Čarls Rihter (Charls Richter) 1935. godine, pa se njemu učast osnovni oblik magnitude naziva Rihterova magnituda i označava sa ML (sa indeksom L koji indicira tzv. lokalni tip magnituda). Magnituda tipa  $M_w$  je tzv. moment magnituda, izvedena iz vrijednosti sračunatog seizmičkog momenta zemljotresa u procesu određivanja mehanizma žarišta tzv. metodom centroidnog momenta tenzora (CMT).

Fluktuacija učestanosti događanja glavnih snažnih zemljotresa po godinama za područje Crne Gore i okruženja tokom poslednjih 120 godina, sa magnitudom  $M_w \geq 4.5$  prikazana je na slici 6. Tokom tog perioda ostvaren je dugogodišnji prosjek događanja takvih zemljotresa od 13 godišnje, dok se u periodu nakon 1979. godine taj prosjek sistematski smanjuje - od 15 tokom 1980. godine do samo 5 u toku 2018. godine. Ovakav proces sa sigurnošću ukazuje da će u narednom periodu neminovno taj disbalans u oslobođenoj i (kontinualno) akumuliranoj količini seizmičke energije, biti kompenziran pojavom jačih zemljotresa u ovom regionu.

Na slici 7 se može sagledati karakter mehanizama geneze (žarišta) zemljotresa, koji su utvrđeni na osnovu analize polariteta primarnih faza vertikalno polarisanih longitudinalnih seizmičkih talasa i CMT metodom koji su registrovani na velikom broju seizmoloških stanica Crne Gore i zemalja okruženja. Kružni simboli na ovoj karti standardizovanim oznakama izražavaju kompresioni i dilatacioni karakter naponskog polja u žarištu.

Iz ove slike je lako uočljivo da su aktivni rasjedi u priobalju, podmorju i spoljašnjem dijelu cijelih Dinarida, gdje vlada dominantno kompresioni karakter tektonskog, odnosno geodinamičkog naponskog polja - gotovo isključivo reversnog karaktera.



*Slika 7. Distribucija karakter mehanizama žarišta zemljotresa na području Crne Gore i neposrednog okruženja: zone reversnih (južna zona), transkurentnih (sjeverni dio) i normalnih rasjeda (jugoistočni region). Na slici su prikazani dijagrami projekcije položaja glavnih osa napona (P i T ose) kao i grafička reprezentacija tipa rasijedanja*

Takođe se zapaža da i u sjevernim djelovima Crne Gore i sjeveroistočnom dijelu zapadnog Balkana pretežno vlada kompresiono polje, ali koje na tim prostorima rezultira horizontalnim (transkurentnim) tipom rasijedanja. Dilataciono stanje naponskog polja, koje uslovljava dominantno normalni tip tektonskog rasijedanja, vlada samo na krajnjem istočnom dijelu Crne Gore (južno od Plava) kao i na cijelom istočnom dijelu Albanije (slika 7).

Pravac dejstva kompresionog tektonskog polja je konzistentan na cijelom posmatranom području, a dobro se zapaža i na karti orijentacije kompresionih P-osa (slika 8) definisanih u rješenjima mehanizama žarišta zemljotresa prikazanih na slici 7, ukazujući na glavni pravac kompresije jugozapad-sjeveroistok, odnosno pravac koji je generalno upravan na Dinaride.



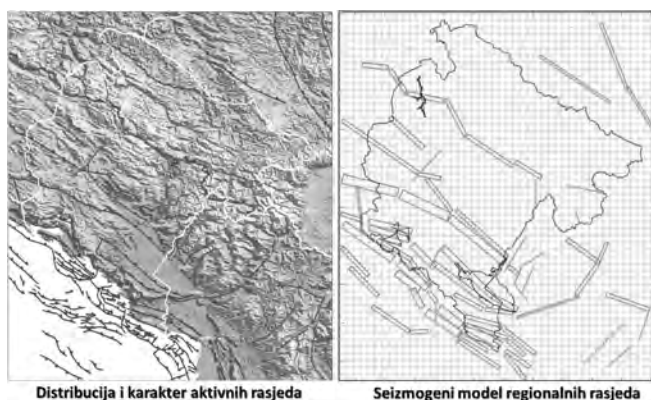
Slika 8. Karta orijentacije kompresionih P-osa utvrđenih rješenjima mehanizama žarišta zemljotresa (slika 7)

U savremenom pristupu modelovanju seizmotektonskih procesa, koristi se i metoda numeričke analize promjene tzv. Kulonovog (Coulomb) napona stvorenog tektonskim procesima u zemljinoj kori u zoni aktivnih rasjeda, koji predstavlja jedan od kvalitetnih kriterijuma za bolje razumijevanje procesa događanja zemljotresa, kao i za pouzdanije izražavanje seizmičkog hazarda.

Po Kulonovom kriterijumu, lom u stijeni nastaje kada Kulonov napon prevaziđe specifičnu kritičnu vrijednost koja zavisi od veličine smičućeg napona na rasjednoj površini, pornog pritiska tečnosti u stijeni i koeficijent trenja na rasjednoj površini. Ova razmatranja se koriste za analizu stanja napona prije i nakon dogođenog loma stijene, dakle u fazi pripreme i događanja tektonskog zemljotresa u realnim uslovima, u cilju predviđanja daljih konsekvenci tog procesa, kao i analize seizmičkog hazarda. Analize promjene Kulonovog napona u brojnim konkretnim slučajevima, ukazuju da pored predikcije načina prostorne distribucije naknadnih zemljotresa, karakteristike ovog napona mogu da ukažu i na položaj budućih hipocentara glavnih zemljotresa.

Na osnovu distribucije regionalnih aktivnih tektonski ruptura, utvrđenih na bazi geofizičkih (dubokih refrakcionih i reflektivnih seizmičkih) ispitivanja i višedecenijskih seizmoloških i geoloških istraživanja i ispitivanja, izrađena je karta regionalnih aktivnih tektonskih rasjeda Crne Gore (Glavatović, 1998) koja je prikazana na slici 9 (lijevo). Seizmotektonskom karakterizacijom tih podataka o rupturama, utvrđen je generalizovani seizmotektonski model teritorije Crne Gore, kao što je prikazano na slici 9 (desno), sa odgovarajućim parametrima geodinamičkih

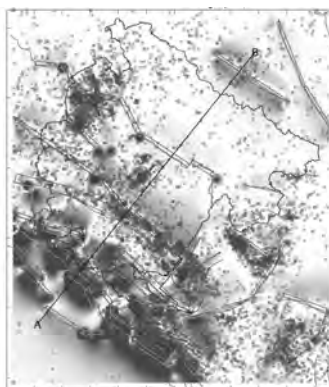
procesa utvrđenim u najnovijim seizmotektonskim istraživanjima (SHARE, 2010-2013).



Slika 9. Distribucija i karakter aktivnih rasjeda na osnovu registrovane seizmičnosti (lijevo) i korespondentni seizmogeni model tih rasjeda (desno)

Rezultati analize stanja tektonskog napona u horizontalnoj ravni stijenske mase na seizmotektonskom modelu cjelokupnog sistema regionalnih rasjeda Crne Gore (slika 9) ilustrovani su na slici 10, u vidu slike promjene Kulonovog tektonskog napona u zoni modelovanih rasjeda. Prikazana je distribucija napona u ortogonalnoj projekciji u površinskoj zoni modelovanih rasjeda, kao i u vertikalnom presjeku do dubine od 30 km.

Saglasno značenju i definiciji Kulonovog napona, na toj slici se mogu uočiti zone povećanog i smanjenog napona, koje će najvjerojatnije u narednom periodu biti poprište manifestacije povećane seizmičke aktivnosti. Uočava se dobra korelacija distribucije intenzivne promjene polja Kulonovog napona i položaja hipocentara zemljotresa koji su se dogodili tokom prethodnih pet vjekova na istom prostoru, indicirajući na solidan kvalitet razvijenog seizmotektonskog modela.



Slika 10. Sračunata promjena (Kulonovog) napona na bazi seizmotektonskog modela (slika 9) - kao posljedica relaksacije tektonskih pritisaka kroz potencijalnu genezu zemljotresa na seizmički aktivnim rasjedima

### **3. NACIONALNA SEIZMOLOŠKA DJELATNOST**

Tokom svih prethodnih godina koje nas dijele od razornog zemljotresa iz 1979. godine, u Seizmološkom zavodu Crne Gore je kontinuirano ulagan značajan napor u cilju ostvarivanja naučnih saznanja o geološkim, geofizičkim i geodinamičkim procesima u regionu, kao i unapređenju tehničkih kapaciteta za efikasan seizmički monitoring. Danas Sektor za seizmologiju Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju raspolaže vrlo značajnom bazom podataka i saznanja o seizmotektonskim procesima terena teritorije Crne Gore i okruženja, dok seizmološka mreža Crne Gore danas broji 14 savremenih seizmoloških, 12 akcelerografskih i 11 geodinamičkih stanica (slika 11).

#### **3.1. SEIZMIČKI I GEODINAMIČKI MONITORING U CRNOJ GORI**

Nakon razornog zemljotresa 15. aprila 1979. godine u Crnoj Gori, tadašnja Seizmološka stanica Titograd se odlukom Vlade transformiše u Republički seizmološki zavod. Krajem 1982. godine, kroz tehnički projekat Ujedinjenih Nacija (UNDP/UNESCO) “Smanjenje seizmičkog rizika na Balkanu”, na teritoriji Crne Gore je instalirana automatska radio-telemetrijska mreža sa 10 kratkoperiodičnih seizmoloških stanica, uz kontinualan prenos analognih seizmičkih signala do akvizicionog Centra u Podgorici (slika 11). Ovaj događaj je označio veliku istorijsku prekretnicu u kvalitetu, efikasnosti i poizdanosti proučavanja seizmičnosti na teritoriji Crne Gore, ali i u cijelom regionu (Glavatović, 1984).

Tokom 1990. godine, Zavod je tehnički inovirao postojeći telemetrijski sistem prenosa analognih podataka, ostvarujući digitalnu akviziciju seizmičkih signala na PC računarima, što je zapravo bio pionirski korak u toj oblasti na prostoru cijele južne Evrope (Glavatović, 1991 i 2003). Krajem 2007. u Zavodu je instaliran akvizicioni sistem SmartGeoHub (Geotech Instruments, SAD) za akviziciju podataka u realnom vremenu i automatski proračun i diseminaciju svih parametara zemljotresa. Sredinom 2008. godine, u poslovnom objektu Zavoda, u specijalnim uslovima koji su obezbijedili minimiziranje gradskog seizmičkog šuma, postavljena je širokopojasna seizmološka stanica (seizmometar, akcelerograf i digitalizator), dobijena kao donacija međunarodnog projekta za oblast cijelog Mediterana (“MedNet”).

Na svim stanicama Seizmološke mreže Crne Gore tokom 2008. i 2009. godine instalirani su digitalizatori tipa SMART24 (sa rezolucijom 24 bita) za digitalizaciju seizmičkih signala, čime je rezolutnost registrovanih signala dovedena na najsavremeniji nivo. Kvalitet i gustina nacionalne seizmološke mreže su dalje unaprijeđeni postavljanjem tri nove seizmološke stanice širokog frekventnog spektra (na Skadarskom jezeru kod sela Dračevica, kod Čeva i u blizini Kolašina), tako da danas Seizmološku mrežu Crne Gore čini ukupno 14 automatskih seizmoloških stanica (slika 11).



Slika 11. Kompleksna savremena geofizička mreža Crne Gore sa ukupno 36 seizmoloških, akcelerografskih i geodinamičkih stanica

Krajem 2009. godine, Seizmološki zavod je proširio svoju djelatnost na geodinamički monitoring teritorije Crne Gore, instaliranjem dvije geodinamičke stanice sa GPS uređajima (Leica GRX 1200) ekstremno visoke preciznosti i preuzimanjem podataka sa nacionalne MONTEPOS mreže GPS permanentnih stanica Crne Gore (slika 12). Kompleksnom obradom podataka višegodišnjeg GPS osmatranja na nizu permanentnih stanica, ostvaruje se vrlo precizno praćenje mikropokreta segmenata zemljine kore, sa tačnošću boljom od jednog milimetra na godišnjem nivou (Glavatović i dr. 2011).



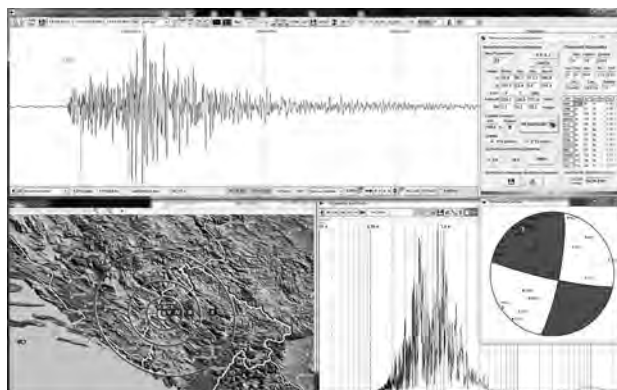
Slika 12. Kinematski horizontalni vektori segmenata zemljine kore na prostoru Crne Gore i okruženja, u uslovima relativnog fiksiranja apulijske platforme, izražavajući prosječnu brzinu zatvaranja Jadrana od oko 4 mm na godišnjem nivou

Seizmički i geodinamički monitoring na teritoriji Crne Gore, pored tehničkog aspekta akvizicije podataka (slika 13), obuhvata i analizu, obradu i diseminaciju podataka o svim registrovanim zemljotresima. Ovi procesi se obavljaju primjenom potpuno automatizovanog kompjuterskog programa „Analiza“ (Glavotović 2010-2019), koji predstavlja funkcionalni agregat velikog broja grafičkih i numeričkih alata, omogućujući cjelovitu i kompleksnu analizu digitalnih seizmograma i automatsku obradu velikog broja parametarskih podataka o lokalnim, bliskim i teleseizmičkim zemljotresima, koji su akvizirani korišćenjem kraktoperioidičnih i dugoperioidičnih seizmografa (slika 14). Ovaj program je razvijen za Windows okruženje u programskom alatu Delphi 7 (visual Pascal).



Slika 13. Sala Seizmološkog akvizicionog centra u Podgorici (Sektor za seizmologiju Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore)

Kao druge značajne djelatnosti nacionalne seizmološke službe Crne Gore, treba pomenuti i izradu karata seizmičke rejonizacije i seizmičkog hazarda, interpretaciju seizmičnosti za potrebe prostornog planiranja, projektovanja i građenja objekata, proučavanje fenomenologije pripreme i događanja zemljotresa, publikovanje specijalnih biltena sa seizmološkim podacima i njihovu razmjenu sa brojnim institucijama širom svijeta itd.



Slika 14. Izgled grafičkog okruženja sa četiri aktivna grafička modula (od brojnih drugih) kompleksnog kompjuterskog programa „Analiza“ za analizu i obradu seizmičkih signala

Više od četiri decenije se u Seizmološkom zavodu Crne Gore kontinualno osmatra i proučava još jedan specifičan geološki fenomen u Crnoj Gori i okruženju - tzv. indukovana seizmičnost, koji se manifestuje u zonama visokih brana, a nastaje kao posljedica dejstva hidrostatičkih i hidrodinamičkih pritisaka vodenog stuba, stvorenih procesima punjenja i pražnjenja velikih akumulacija. Ovaj fenomen je još uvijek posebno izražen u reonu akumulacije HE "Piva", u kojem je od formiranja vještačke akumulacije, tokom prethodne četiri decenije registrovano više hiljada zemljotresa, čija pojava se argumentovano može vezati za hidrostatička i hidrodinamička dejstva vode akumulacionog jezera na stijene regiona.

U okviru svoje izdavačke djelatnosti, Seizmološki zavod svake godine publikuje specijalne seizmološke biltene, koji sadrže najznačajnije informacije o svim zemljotresima koji su se dogodili u Crnoj Gori, zatim u neposrednoj okolini, regionu, kao i o jačim zemljotresima u cijelom svijetu ([www.seismo.co.me](http://www.seismo.co.me)). Zavod obavlja regularnu razmjenu stručnih podataka sa brojnim seizmološkim institucijama Evrope i svijeta, saglasno odgovarajućim protokolima o saradnji.

Seizmološki zavod je tokom svog postojanja ostvario izuzetno značajan doprinos u opserviranju i proučavanju fenomenologije zemljotresa na prostoru Crne Gore, posebno od 1979. godine, od čega je navedeno samo nekoliko sledećih dometa:

- U periodu 1981-1984. realizovan je vrlo značajan Projekat UNDP/ UNESCO „Smanjenje seizmičkog rizika na Balkanu“ (RER/79/014) koji je u seizmološkom dijelu donio izuzetno unapređenje tehničkih kapaciteta i omogućio do-edukaciju svih stručnih kadrova tadašnjeg Zavoda. 1982. godine je u okviru Projekta uspostavljena nacionalna mreža telemetrijskih seizmoloških stanica, prva u regionu;
- 1990. godine je uspostavljena digitalna akvizicija seizmičkih signala na PC računaru i automatska obrada u realnom vremenu - među prvima u Evropi (Glavatović, 1992);
- 2000. godine uspostavljena je geodinamička mreža stanica, a kroz protokol o saradnji sa Upravom za nekretnine Crne Gore, vrši se preuzimanje GPS podataka nacionalne mreže sa permanentnih GPS stanica za geodinamičke opservacije (Glavatović, 2009);
- uspostavljena je kvalitetna stručna i naučna saradnja sa velikim brojem institucija Balkana i Evrope i potpisan protokol o saradnji i razmjeni podataka u realnom vremenu sa svim seizmološkim centrima regiona;
- realizovan je veliki broj studija seizmičnosti za potrebe prostornog i urbanističkog planiranja i projektovanja objekata u seizmičkim uslovima širom Crne Gore;
- 2011. godine Ministarstvo nauke je Seizmološkom zavodu dodijelilo licencu za obavljanje naučno-istraživačke djelatnosti iz oblasti prirodno-matematičkih nauka, čime je Zavod postao naučno-istraživačka ustanova;
- nedavno su izrađene nove karte referentnog maksimalnog horizontalnog ubrzanja tla za povratne periode od 95 i 475 godina (seizmički hazard),

izvršena analiza elastičnih spektara odgovora i klasifikacija tla, koji su dio crnogorskog nacionalnog Aneksa za Eurokod MEST EN1998-1 kroz projekat realizovan od strane Ministarstva održivog razvoja i turizma, Instituta za standardizaciju Crne Gore i Inženjerske komore Crne Gore.

### **3.2. ULOGA I ZNAČAJ SEIZMOLOŠKE DJELATNOSTI U PROCESU UPRAVLJANJA SEIZMIČKIM RIZIKOM**

Kontinualna seizmička aktivnost kroz vrlo dugi istorijski period (izražen u geološkom smislu) uz povremenu pojavu razornih i katastrofalnih zemljotresa na prostoru Crne Gore, kao i cijelog zapadnog Balkana, ukazuje na permanentnu zemljotresnu opasnost kojoj je izložen ovaj region, kao dio vrlo trusnog Mediteranskog područja.

Nakon brojnih velikih zemljotresa u regionu tokom bliže prošlosti, stečena su značajna iskustva i pouke, koje su relevantne domaće i međunarodne institucije iskoristile da utemelje i unaprijede savremeni koncept i strategiju zaštite od zemljotresa (Pavićević, 2000 i 2004). U tim aktivnostima, nacionalne seizmološke službe regiona su imale vrlo značajnu ulogu. Međutim, uprkos značajnim saznanjima i napretku odgovarajućih standarda u oblasti seizmičkog monitoringa i seizmički sigurnog projektovanja i planiranja, još uvijek ne postoji adekvatan tretman složenog aspekta upravljanja seizmičkim rizikom, praktično u svim zemljama regiona. Odsustvo konzistentnih nacionalnih politika u ovoj oblasti manifestuje se kroz, kako nepotpunu institucionalnu i legislativnu organizovanost, tako i kroz tekuću društvenu i profesionalnu praksu i odnose prema osnovnim aspektima i faktorima smanjenja seizmičkog rizika.

Očigledno je da u cilju povećanja bezbjednosti ljudskih i materijalnih vrijednosti, kao i zaštiti kulturno-istorijskih dobara, postojeće stanje na ovom području treba urgentno mijenjati kroz simultanu izgradnju odgovarajućih dugoročnih strategija upravljanja zemljotresnim rizikom u savremenim uslovima u svim zemljama zapadnog Balkana. Obzirom na činjenicu da se razorni i katastrofalni zemljotresi obično manifestuju na teritorijama više država istovremeno, takvoj aktivnosti treba dodijeliti poseban značaj. S tim u vezi, evidentno se nameće i potreba obnove i intenziviranja regionalne saradnje na ovom polju, zasnovane kako na sopstvenim iskustvima, tako i na savremenim konceptima i intencijama projekata Evropske unije i šire međunarodne zajednice (Pavićević, 2004).

Obzirom na visok stepen kvaliteta i pouzdanosti sistema seizmičkog monitoringa u Crnoj Gori, kao i na značajan obim stečenih iskustva u procjeni seizmičkog hazarda i implementaciji baze podataka koja je stvorena u dugoročnom procesu planiranja i projektovanja u seizmičkim uslovima, Crna Gora i njene institucije koje su involvirane u brojne relevantne procese, mogli bi da budu nosilac najznačajnijih aktivnosti u realizaciji navedenih zadataka i obaveza u cijelom regionu.

Stagnaciju daljeg razvoja strategije smanjenja seizmičkog rizika, koja je bila

evidentna tokom prethodnog tranzicionog perioda, neophodno je mijenjati u neposrednoj budućnosti, u vrijeme intenzivnih aktivnosti Crne Gore u procesu evropskih integracija i dostizanja odgovarajućih standarda u toj oblasti.

U tom smislu, neophodno je sprovesti odgovarajuće mjere za dogradnju procedura i instrumenata za pripremu i sprovođenje novog Prostornog Plana Države, kao i prostornih i urbanističkih planova svih opština.

U kontekstu 40 godina od katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Gori, posebno je naglašena potreba uvođenja standarda Eurokod 8 (MEST EN1998), koji se odnosi na projektovanje konstrukcija otpornih na dejstvo zemljotresa.

U našim savremenim uslovima - intenzivne izgradnje, posebno tokom posljednjih dvadesetak godina, naročito na prostoru Crnogorskog primorja i podgoričke kotline, kao i evidentnih pritiska na sva veća urbana područja, dolazi do značajnog sistematskog povećanja seizmičkog rizika. Donošenje i primjena zaštitnih mjera protiv novih razornih zemljotresa - kao geološke i istorijske neumitnosti ovog prostora, predstavlja ne samo razuman, već i obavezujući zadatak naše generacije.

## ZAKLJUČAK

Kao što je u prethodnom izlaganju izloženo, podmorje i priobalni dio Crne Gore posjeduju značajno viši seizmogeni potencijal u odnosu na sjeverni region. Zemljotresi sa magnitudom iznad 6.5 se mogu, sa visokom dozom vjerovatnoće, očekivati i u narednom periodu praktično na cijelom Crnogorskom primorju, podmorju i neposrednom zaleđu, sa mogućnošću formiranja tektonskih ruptura i deformacija zemljine kore većih razmjera. Seizmogeni potencijal prostora Crne Gore lagano opada ka unutrašnjosti, tako da na krajnjem sjeveru očekivane maksimalne magnitude zemljotresa ne prevazilaze vrijednosti od 5.5 jedinica Rihterove skale. Imajući u vidu izrazito visoki nivo istorijske i aktuelne seizmičnosti, kao i visoku dozu pouzdanosti dugoročne prognoze njenog razvoja u budućnosti, izraženu kroz savremene karte seizmičkog hazarda, nameće se kao imperativ svih relevantnih činilaca u procesu prostornog i urbanističkog planiranja, ali i u procesu projektovanja i izgradnje objekata - primjena savremenih normi smanjenja seizmičkog rizika kroz aktivnosti državnih institucija.

Najzad, treba naglasiti da se seizmička aktivnost na teritoriji Crne Gore, kao i u širem okruženju, sa aspekta intenziteta i učestanosti događanja zemljotresa, već dugi niz godina nalazi ispod dugogodišnjeg prosjeka, što je vjerovatno dijelom rezultat izuzetno velike seizmičke i tektonske relaksacije stijenskih masa zemljine kore tog prostora, ostvarene tokom realizacije ogromne serije zemljotresa u 1979. godini, uključujući i katastrofalni zemljotres od 15. aprila te godine. Ipak, imajući u vidu dugoročni karakter i intenzitet seizmičke aktivnosti tokom dokumentovane dugogodišnje zemljotresne istorije prostora južnog Jadrana i južnih Dinarida, realno je očekivati da se u narednom periodu ukupna seizmičnost u regionu intenzivira, što ukazuje na naglašenu potrebu sprovođenja aktivnosti u svim oblastima koje mogu da doprinesu mitigaciji ukupnog seizmičkog rizika.

## SUMMARY

As presented in this paper, the seabed and coastal part of Montenegro have significantly higher seismogenic potential than the northern region. Earthquakes with magnitudes above 6.5 can be expected with a high probability in near future practically on the entire Montenegrin coast, undersea and immediate hinterland, with the possibility of formation of larger tectonic ruptures and deformations of the Earth's crust. The seismogenic potential of the area of Montenegro decreases slightly inland, so that in the far north the expected maximum magnitudes of the earthquake do not exceed the values of 5.5 units of the Richter scale. Considering the extremely high level of historical and current seismicity, as well as the high reliability of the long-term forecast of its development in the future, expressed through modern seismic hazard maps, the obligation of all relevant factors in the process of spatial and urban planning, as well as in the process of design and construction of facilities – the application of modern norms of seismic risk reduction through adequate activities of state institutions seems very important.

Finally, it should be emphasized that seismic activity on the territory of Montenegro, as well as in the wider environment, in terms of the intensity and frequency of earthquake events, has been below the long-term average for many years, which is probably partly the result of extremely high seismic and tectonic relaxation of rock masses of the Earth's crust during a huge series of earthquakes in 1979, including the catastrophic earthquake of April 15 that year. However, given the long-term nature and intensity of seismic activity during the documented long-term earthquake history of the southern Adriatic and southern Dinarides, it is realistic to expect that the total seismicity in the region will intensify in the coming period, indicating the urgent need for activities in all areas that can contribute to the mitigation of total seismic risk.

## LITERATURA

Glavatović, B., 1984: *Nova analogna telemetrijska seizmološka mreža Crne Gore*. Acta Seismologica Iugoslavica, No. 10.

Glavatović, B., 1988: *Simultana obrada grupe zemljotresa u južnim Dinaridima*. Doktorska disertacija, Katedra za geofiziku Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu.

Glavatović, B., 1991: *Automatska digitalna akvizicija i obrada seizmičkih signala u telemetrijskoj seizmološkoj mreži Crne Gore*. Acta Seismologica Iugoslavica, No. 17.

Glavatović, B., 1992: *Digital Seismic Data Acquisition and Processing Using Montenegro Seismic Telemetry Network*. Workshop "Local and National Seismic Networks: Online Data Processing with Microcomputer Facilities" - Walferdange, Luksemburg, nov. 1991, Zbornik radova.

Glavatović, B., 2003: *Neki rezultati i iskustva u digitalnoj akviziciji i obradi seizmičkih signala mreže seizmoloških stanica Crne Gore*. Konferencija 35. godina od razornog zemljotresa u Banja Luci, Banja Luka 2003.

Glavatović, B., 2009: *Geodynamic Model of the Southern Dinarids and Adriatic in the Context of Recent Geophysical Data*. International Conference on 40th Anniversary of Banja Luka Earthquake 1969, held at Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 26-28 Oct. 2009, Zbornik radova.

Glavatović, B., 2010: *Seizmotektonske karakteristike Crne Gore u kontekstu novih geofizičkih podataka*. Divčibare, Serbia, 27.-30. april 2010.

Glavatović, B., 2010-2019: „*Analiza*“ *uputstvo za korišćenje kompjuterskog programa za analizu i obradu digitalnih seizmičkih signala*. Seizmološki zavod Crne Gore, Podgorica.

Glavatović, B., 2019: *Saopštenje: 40 godina od katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Gori. Konferencija "Četrdeset godina od katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Gori" u organizaciji CANU, Ministarstva održivog razvoja i turizma, Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju i Geološkog zavoda. Hotel "Ramada", Podgorica, 15. april 2019.*

Glavatović, B., Vučić, Lj., D'Agostino, N., D'Anastasio, E. and Selvaggi, G., 2011: *Strain accumulation in Montenegro using GPS measurements*. AGU Fall Meeting, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, 5-9 December 2011. San Francisco, California, abstract #G14A-03.

Pavićević B. 2000: *Aseizmičko projektovanje i upravljanje zemljotresnim rizikom*. Udžbenik, publikacija Univerziteta Crne Gore, Podgorica.

Pavićević B. 2004: *Smanjenje seizmičkog rizika kroz iskustva nakon crnogorskog zemljotresa iz 1979. - pouke sa trajnim značenjem*. Tehnika – Naše građevinarstvo, Podgorica, vol. 58/2.

Seizmološki zavod Crne Gore, 2018: *Nacionalni katalog zemljotresa Crne Gore*. Baza seizmoloških podataka Seizmološkog zavoda Crne Gore.

SHARE 2010-2013: *Project „Seismic Hazard Harmonization in Europe“ - Collaborative Project in the Cooperation programme of the Seventh Framework*. Program of the European Commission.

UNDP/UNESCO 1970-1976: *“Seismic Risk Reduction in the Balkan Region”*, Regionalni projekat UNDP/RER/79/014.

[www.seismo.co.me](http://www.seismo.co.me) – Internet prezentacija Seizmološkog zavoda Crne Gore.



Milan M. Radulović<sup>1</sup>

## ODREĐIVANJE ZONA SANITARNE ZAŠTITE ZA IZVORIŠTE „PODGOR“ (CRMNICA)

### *Apstrakt*

Karstna vrela su zbog velike vodopropusnosti karbonatnih stijena često veoma osjetljiva na zagađenje. Podgorska vrela predstavljaju glavno izvorište u vodovodnom sistemu Cetinja. Minimalna izdašnost ovog karstnog izvora iznosi oko 200 l/s. U cilju određivanja zona sanitarne zaštite, za slivno područje Podgorskih vrela su urađene sledeće karte: karta zagađivača, karta hazarda, karta ranjivosti i karta rizika. Uprkos tome što se radi o karstnim terenima koji su veoma osjetljivi na zagađenje, uslovi zaštite izvorišta su i dalje povoljni iz razloga što na ovom području, osim magistralnog puta Podgorica-Budva, nema opasnijih potencijalnih zagađivača podzemnih voda.

*Ključne riječi:* Zone sanitarne zaštite, izvorište „Podgor“, karstna izdan

## DELINEATION OF PROTECTION ZONES FOR THE WATER SOURCE „PODGOR“ (CRMNICA)

### *Abstract*

Karstic springs are often very sensitive to pollution due to the high permeability of carbonate rocks. Podgor springs represent the main water source in a water supply system of Cetinje. The minimum yield of this karst spring is around 200 l/s. For the purpose of delineating the protection zones, the following maps were created for the Podgor spring catchment area: map of pollutants, hazard map, vulnerability map and risk map. Despite the fact that the karst terrain is very sensitive to pollution, conditions for the spring protection are still favourable because, except for the Podgorica–Budva road, there are no other dangerous potential groundwater pollutants.

*Keywords:* Protection zones, water source “Podgor”, karst aquifer

---

<sup>1</sup> Dr, Prof., Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, radulovicmilan33@yahoo.com.

## 1. UVOD

Zone sanitarne zaštite se uspostavljaju oko vodozahvata i pratećih objekata u cilju trajnog očuvanja kvaliteta vode za piće. Karstne izvore uglavnom odlikuje velika izdašnost, ali sa druge strane radi se o rezervama vode koje su veoma osjetljive na zagađenja sa površine terena. U cilju određivanja zona sanitarne zaštite izvorišta neophodno je sprovesti geološka, hidrogeološka i hidrološka istraživanja kako bi se što potpunije definisale karakteristike slivnog područja ispitivanog izvorišta.

Izvorište „Podgor“ predstavlja karstno vrelo velike izdašnosti koje je kaptirano za potrebe vodosnabdijevanja Cetinja. Osnovnu podlogu za pisanje ovog rada predstavljao je Glavni projekat za određivanje zona sanitarne zaštite (Radulović M.M. i dr., 2014). Za pisanje prvog dijela rada značajno je poslužila disertacija (Radulović M.M., 2012) u kojoj su prirodne karakteristike slivnog područja Podgorskih vrela detaljno opisane.

U okviru tekstualnog dijela dat je prikaz opštih odlika područja, geološke građe terena, hidrogeoloških karakteristika, uslova zaštite podzemnih voda od zagađenja, kao i prikaz predloženih zona sanitarne zaštite. Za potrebe adekvatnog sagledavanja uslova zaštite izrađene su karta zagađivača, karta hazarda, karta ranjivosti i karta rizika od zagađenja podzemnih voda na slivnom području Podgorskih vrela.

## 2. FIZIČKO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE

Područje istraživanja se nalazi u južnom dijelu Crne Gore, na oko 10 km zapadno od obale Skadarskog jezera, tačnije od mjesta Vranjine. Samo izvorište „Podgor“ se nalazi u ataru sela Podgor (Crmnica), do kojeg se dolazi lokalnim putem koji se prethodno kod mjesta Brčeli odvaja od magistralnog puta Podgorica-Petrovac. Preko sjeverozapadnog dijela slivnog područja prolazi magistralni put Cetinje-Budva. Geografski položaj slivnog područja je prikazan na topografskoj karti 1:100.000 (slika 1).

Po pitanju vegetacionog pokrivača, na slivnom području Podgorskih vrela dominantno rasprostranjenje imaju listopadne šume, naročito u jugozapadnom dijelu sliva. Četinarske vrste su mnogo rijede zastupljene. Veliki dio površine je pokriven niskim rastinjem (makije, kupina i sl.) koje se veoma često javlja zajedno sa listopadnim drvećem. Na području sliva takođe se javljaju površine sa oskudnom vegetacijom što je karakteristično za karstne terene.

Kao osnova za analizu zastupljenih tipova pedološkog pokrivača korišćena je Pedološka karta Crne Gore 1:50.000 list „Cetinje 1“ (Fuštić i dr., 1970), zatim monografija Zemljišta Crne Gore (Fuštić, 2004) i Studija Prirodne Karakteristike Crne Gore (Radulović M. i dr., 2005). Sa Pedološke karte 1:50.000 (Fuštić i dr., 1970) se može vidjeti da na slivnom području najveće rasprostranjenje ima krečnjačko-dolomitna crnica (rendzina) koja se javlja preko karbonatnih stijena.

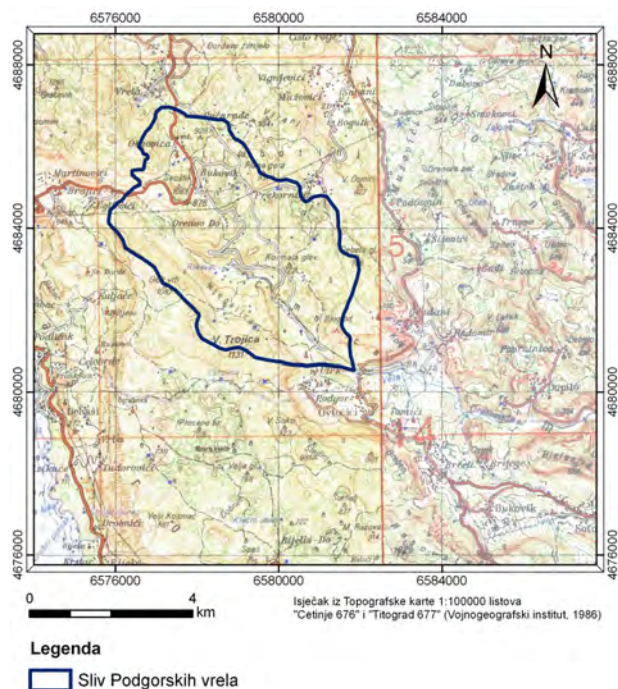
Debljina crnice se generalno kreće od 15 do 30 cm (plitko zemljište), međutim u jugozapadnom dijelu sliva značajnu površinu zauzima crnica debljine ispod 15 cm (veoma plitko zemljište). U većim karstnim depresijama javlja se pretaložena krečnjačko-dolomitska crnica čija se debljina generalno kreće od 60 do 100 cm (duboko zemljište). Osim crnice na slivnom području je zastupljeno i smeđe zemljište srednje dubine (30-60 cm) koje se javlja na krečnjaku i dolomitu, najviše u južnom dijelu sliva.

### 3. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Sliv Podgorskih vrela pripada submediteranskoj klimatskoj zoni. Klimatske karakteristike ovog područja uslovljene su brojnim faktorima kao što su: nadmorska visina, prostorni položaj Paštrovskih planina, blizina jezera i mora, premještanja i sučeljavanja vazdušnih masa različitih fizičkih osobina, karakter podloge i dr. Temperatura vazduha ovog područja se može analizirati na osnovu mjerenih podataka sa klimatološke stanice „Cetinje“ (VOCG, 2001). Srednja višegodišnja temperatura vazduha na klimatološkoj stanici „Cetinje“ iznosi 10 °C. Najniže temperature su u januaru i februaru, a najviše u julu i avgustu.

Za potrebe analize padavina istražnog područja korišćeni su podaci sa padavinskih stanica Podgor i Obzovica (VOCG, 2001), kao i Karta padavina i položaja meteoroloških i hidroloških stanica Crne Gore 1:300.000 (VOCG, 2001). Na osnovu podataka se može zaključiti da srednja višegodišnja suma padavina za sliv Podgorskih vrela iznosi 2853 mm. Najveća količina padavina se izluči u novembru i decembru, a najsušniji mjeseci su jul i avgust.

Evapotranspiracija predstavlja važan klimatski elemenat, naročito za potrebe sagledavanja hidroloških i hidrogeoloških odlika ovog područja. Ranijim istraživanjima (Živaljević i Bošković, 1984; Radulović M., 1994), evapotranspiracija je računata po metodi Turc-a, gdje je dobijeno da u slivu Orahovske rijeke 22% voda od padavina ode na evapotranspiraciju. Evapotranspiracija, odnosno infiltraciono prihranjivanje je procijenjeno i metodom CMB - CI- Mass Balance Method (Radulović M.M. 2012). Koncentracija hlora u padavinama je mjerena mjesečno od 1996. godine (ZHMZ) na padavinskim stanicama „Cetinje“, „Budva“ i „Bar“, tako da se interpolacijom dobija da srednja višegodišnja koncentracija hlora u padavinama, za sliv Podgorskih vrela, iznosi 5,32 mg/l. Na osnovu hemijskih analiza voda Podgorskih vrela (Radulović M., 2000; Dević, 2006) dobijena je srednja vrijednost koncentracije hlora u podzemnim vodama od 6,98 mg/l. Efektivna infiltracija procijenjena CMB metodom iznosi 76,22 % ( $K_i = 5,32/6,98 = 0,7622$ ;  $I_{ef} = 76,22\%$ ), a evapotranspiracija  $ET=23,78\%$ . Dobijena vrijednost ima relativno dobro poklapanje sa gore pomenutom ranije dobijenom veličinom.



Slika 1. Geografski položaj sliva Podgorskih vrela prikazan na topografskoj osnovi 1:100.000 (Radulović M.M., 2012)

#### 4. HIDROGRAFSKE I HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE

Vodotok Velje rijeke, koji je nizvodono od mjesta Opačac poznat pod nazivom Orahovštica, nastaje od Podgorskih vrela koja ističu na koti 172 m.n.m. Velja rijeka se duž svog toka prihranjuje vodama brojnih izvora kao što su: Vrelo, Učak, Vreleza, Smokovjenac, izvori u Građanima i u Brčelimu. Orahovska rijeka se kod Virpazara uliva u Skadarsko jezero, tako da je najnižvodniji dio njenog toka, u hidrološkom maksimumu, pod usporom voda Skadarskog jezera.

U okviru sliva Podgorskih vrela pojavljuje se samo povremeni vodotok Graboštica, koja nastaje od izvora Rikavac na koti 500 m.n.m. u selu Višnjica.

Sistematska hidrološka mjerenja od strane RHMZ Crne Gore u okviru sliva Orahovštica (Živaljević i Bošković, 1984; Radulović M., 1994) su otpočela 1964. godine, postavljanjem vodomjerne stanice u selu Orahovo, čime se kontroliše skoro čitav sliv Orahovštica, tj. oko 62 km<sup>2</sup> slivnog područja. Srednji višegodišnji proticaj Orahovštica na ovom profilu iznosi  $Q_{or} = 3,67 \text{ m}^3/\text{s}$ .

U septembru 1977. godine izgrađena je od strane Energoprojekta hidrološka stanica kod mosta „Opačac“. Ovom hidrološkom stanicom koja je opremljena vodomjernom letvom i limnigrafom, se kontroliše oko 53 km<sup>2</sup> slivnog područja Orahovštica. Srednji višegodišnji proticaj na profilu „Opačac“ iznosi  $Q_{op} = 3,22 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Hidrološka stanica „Podgorska vrela“ osnovana je 1983. godine, za potrebe

sagledavanja mogućnosti zahvatanja većih količina voda sa izvorišta Podgorska vrela i njihovog uključivanja u Cetinjski i Budvanski vodovodni sistem. Između proticaja mjenjenih na HS „Orahovo“ i HS „Podgorska vrela“ je uspostavljena korelativna zavisnost (Živaljević i Bošković, 1984):

$$Q_{pv} = 0,453 \times Q_{or} \quad (1)$$

Dakle, srednji višegodišnji proticaj na profilu „Podgorska vrela“ iznosi 1,64 m<sup>3</sup>/s. Maksimalna srednje mjesečna izdašnost Podgorskih vrela na vodomjernoj stanici „Podgorska vrela“ iznosi 3,09 m<sup>3</sup>/s, a minimalna 0,237 m<sup>3</sup>/s (Živaljević i Bošković, 1984; Radulović M., 1994). Maksimalno izmjerena izdašnost Podgorskih vrela je 11,9 m<sup>3</sup>/s (Živaljević i Bošković, 1984), a minimalna izmjerena izdašnost 169 l/s (Starovlah, 2014).

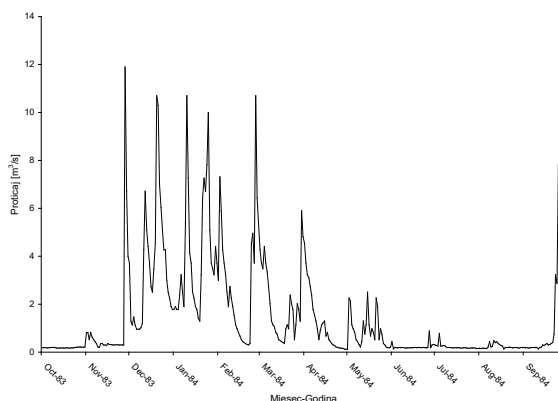
Sa hidrograma proticaja Podgorskih vrela (slika 2) se može uočiti da se radi o tipičnom karstnom režimu oticanja voda.

## 5. GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Slivno područje Podgorskih vrela bi se u geomorfološkom pogledu moglo podijeliti na dvije geomorfološke cjeline (slika 3):

- brdsko-planinski tereni, i
- dolina Graboštice.

Kompletno ovo područje se nadovezuje na površ Stare Crne Gore, koje je skoro u potpunosti izgrađeno od veoma karstifikovanih karbonatnih stijenskih masa, tako da je razviće površinskih i podzemnih karstnih oblika impozantno. Najzastupljeniji površinski karstni oblik na slivnom području predstavljaju škrape koje prekrivaju značajan dio površine ovog terena. Vrtače su na slivu Podgorskih vrela najviše zastupljene u sjevernom i sjevero-istočnom dijelu, što se može uočiti sa Karte rasprostranjenja karstnih depresija (slika 4). Od uvala su zastupljene: Mokri do, Viškov dolac, Višnjicka uvala, Korita, Zaulička uvala, Gluhi do, Obzovička i Lalićevićka uvala.



Slika 2. Hidrogram proticaja Podgorskih vrela za hidrološku godinu 1983-1984 (na osnovu podataka Živaljević i Bošković, 1984)

Suva karstna dolina Graboštica predstavlja najmarkataniji površinski karstni oblik na ovom području, koji se pruža od Višnjice, preko Grabovljana, do Podgora. Od podzemnih karstnih oblika registrovana je jedna pećina u blizini Vardišta, kao i dva značajna ponora, ponor na Obzovici i ponor Seoštik, od kojih je utvrđena direktna hidraulička veza sa Podgorskim vrelima.

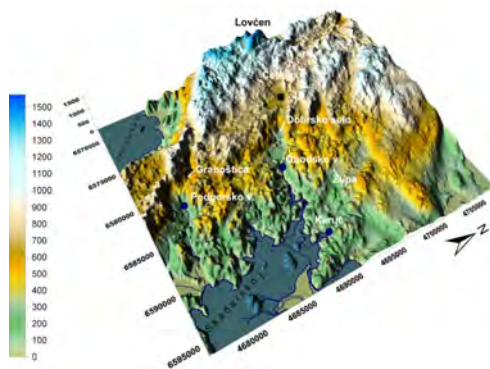
## 6. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

### 6.1. GEOLOŠKI SASTAV

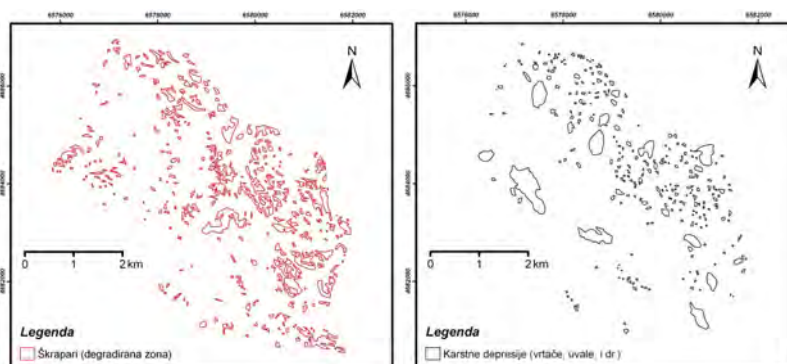
Kao glavna podloga za upoznavanje sa geološkom građom slivnog područja Podgorskih vrela korišćena je Osnovna geološka karta 1:100.000 (Antonijević i dr., 1969).

Područje razmatranog sliva je skoro u potpunosti izgrađeno od karbonatnih stijenskih masa, tačnije od krečnjaka i dolomita, a takođe su zastupljeni i flišni sedimenti, ali u znatno manjem obimu.

Stijene ovog područja su označene na Osnovnoj geološkoj karti (Antonijević i dr., 1969) kao trijaskе, kredne i kvartarne formacije.



Slika 3. Digitalni elevacioni model šireg područja slivova Podgorskih vrela (Radulović M.M., 2012)



Slika 4. Karte rasprostranjenja škrapara (lijevo) i karstnih depresija (desno) na slivu Podgorskih vrela (Radulović M.M., 2012)

*Donji trijas ( $T_1$ ).* Sedimenti donjeg trijasa (verfen) su predstavljeni bankovitim dolomitima sa proslojcima oolitičnih krečnjaka. Rasprostranjenje ovih sedimenata je ograničeno uskom zonom, koja se proteže u zaleđu Podgorskih vrela. U stratigrafskom stubu ove stijene se pojavljuju ispod anizijskog fliša, međutim na ovom području donji trijas je navučen preko flišnih sedimenata. Debljina im iznosi oko 200 m.

*Srednji trijas ( $T_2$ ).* Srednjetrijaske tvorevine su predstavljene flišnim sedimentima ( $T_2^1$ ), krečnjacima ( $T_2^1$ ,  $T_2^2$ ) i vulkanogeno-sedimentnom serijom ( $T_2^2$ ).

*Anizijski fliš ( $T_2^1$ )* je kao kompleks stijena izgrađen od konglomerata, pjeskovitih intersparita, grauvaka, alevrolita, pjeskovitih i vapnovitih laporaca. Na području sliva Podgorskih vrela se pojavljuju u zoni izvorišta „Podgor“, a takođe sa manjim rasprostranjenjem i u blizini Gornjih Seoca. Flišni sedimenti se stratigrafski javljaju preko verfenskih sedimenata, a povlatu im čine ladinski krečnjaci. Maksimalna debljina ovih sedimenata može biti do 200 m.

*Krečnjaci anizijskog kata ( $T_2^1$ )* su predstavljeni bankovitim do masivnim, rjeđe slojevitim krečnjacima. Boja im je siva, a često usled primjesa gvožđa dobijaju žućkastu boju. Ovi krečnjaci nemaju naročito veliko rasprostranjenje na razmatranom slivu. Javljaju se u zaleđu Podgorskih vrela, i u blizini Gornjih Seoca. Debljina ovih stijena varira, a kreće se do 50 m.

*Vulkanogeno-sedimentna serija ( $T_2^2$ )* je predstavljena vulkanskim stijenama (dijabazima i porfiritima), tufovima i tufitima, vulkanskim brečama, rožnacima, laporcima, pješčarima i u najvišim djelovima pločastim krečnjacima. Javljaju se u uzanim zonama sa ranije pomenutim stijenama anizijskog kata, u zaleđu Podgorskih vrela, i na području Obzovice i Gornjih Seoca. Debljina vulkanogeno-sedimentne serije može biti i do 100 m.

*Krečnjaci ladinskog kata ( $T_2^2$ )* se pojavljuju u vidu slojevitih kalkarenita i mikrita, a među njima se često pojavljuju i proslojci dolomita. Ove stijene imaju veće rasprostranjenje od gore pomenutih tvorevina, najviše u zoni doline Graboštica, kao i na području Obzovice i Donjih Seoca. Stratigrafski leže preko vulkanogeno-sedimentne formacije, a povlatu im čine gornjotrijaski dolomiti.

*Gornji trijas ( $T_3$ )* je na ovom području predstavljen bankovitim do masivnim dolomitima, dolomitičnim krečnjacima i krečnjacima. Ove stijene imaju dominantno rasprostranjenje na slivu Podgorskih vrela, gdje zauzimaju oko 80% površine. Stratigrafski normalno leže preko ranije opisanih srednjetrijaskih tvorevina. Debljina dolomita se kreće do 500 m.

**Kreda (K).** Od stijena kredne starosti na ovom području se jedino pojavljuju breče i kalkareniti sa proslojcima globotrunkastih krečnjaka gornje krede ( $K_2$ ). Zauzimaju manju površinu na području Podgora. Debljina ovih sedimenata može da iznosi do 150 m.

**Kvartar (Q).** Od kvartarnih sedimenata jedino je zastupljena crvenica (*terra rossa - ts*) koja uglavnom zapunjava dna vrtača i uvala, a takođe se pojavljuje duž suve karstne doline Graboštica. Debljina crvenice na ovom području se najčešće javlja od 30 do 60 cm.

suve karstne doline Graboštica. Debljina crvenice na ovom području se najčešće javlja od 30 do 60 cm.

## 6.2. TEKTONSKI SKLOP

Tereni šire okoline sliva Podgorskih vrela bili su predmet brojnih proučavanja domaćih i stranih istraživača, i uglavnom se svi slažu da se ovo područje odlikuje izuzetno složenim tektonskim sklopom. Ni do danas nijesu usaglašeni stavovi po pitanju postojanja tektonskih prozora u slivovima Crmničkog polja. Tereni između Jadranskog mora i Skadarskog jezera svakako pripadaju dvijema regionalnim geotektonskim jedinicama, spoljašnjih djelova jugoistočnih Dinarida: Budvansko-Barskoj (Cukali) zoni i zoni Visokog krša (Antonijević i dr., 1973). Slivno područje Podgorskih vrela pripada Starocrnogorskoj strukturalnoj jedinici, koja je izdvojena u okviru veće geotektonske jedinice, zone Visoki krš.

Prema shvatanjima većine prethodnih istraživača, brečasti krečnjaci (K2) koji se javljaju na području Podgora, predstavljaju u stvari tektonski prozor otkriven erozijom unutar trijaskih sedimentnih stijena zone Visokog krša (Antonijević i dr., 1973).

Preko brečastih krečnjaka su duž manjih kraljušti navučeni trijaski sedimenti, tako da je tektonika na ovom području imala značajnu ulogu prilikom formiranja uslova za isticanje izdanskih voda. U okviru slivnog područja zastupljen je veliki broj rasjeda duž kojih su izvršena vertikalna spuštanja i do 150 m.

Pravci kretanja podzemnih voda na ovom području su u značajnoj mjeri zavisni od pravca pružanja nabornih i razlomnih oblika koji generalno prate Dinarski pravac pružanja (SZ-JI). Značajno je takođe pomenuti da se suva karstna dolina Graboštica takođe pruža duž istog pravca.

## 7. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

### 7.1. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Radulović V. i dr. u toku 1983. i 1984. godine izvode detaljna hidrogeološka istraživanja u samoj izvorišnoj zoni Podgorskih vrela i neposrednoj okolini u cilju zahvatanja većih količina izdanskih voda za Budvanski vodovod (Radulović V., 1984). Radulović V. (1989) prikazuje rezultate brojnih hidrogeoloških istraživanja izvedenih u slivu Skadarskog jezera.

Živaljević i Bošković 1984. godine sintetizuju rezultate hidroloških mjerenja izvođenih u periodu od 1965. do 1983. godine od strane RHMZCG.

Za ovo područje urađena je i Osnovna hidrogeološka karta lista „Bar“ 1:100.000, odnosno sekcije „Rijeka Crnojevića“ i „Virpazar“ 1:25.000 (Radulović M. i dr., 1989), a takođe i Osnovna hidrogeološka karta listova „Kotor i Budva“ 1:100.000 (Marić, 1997).

## 7.2. RASPROSTRANJENJE KARSTNE IZDANI

Karstna izdan je rasprostranjena u okviru ispucalih i karstifikovanih karbonatnih stijena, ispod određenog nivoa koji je prevashodno uslovljen prostornim položajem zone isticanja.

Karbonatne stijene rasprostranjene na ovom području zauzimaju skoro stoprocentnu površinu sliva Podgorskih vrela. Radi se o sledećim jedinicama:

- Dolomiti sa proslojcima oolitičnih krečnjaka ( $T_1$ );
- Bankoviti do masivni, rjeđe slojeviti krečnjaci ( $T_2^1$ );
- Slojeviti kalkareniti i mikriti, i proslojci dolomita ( $T_2^2$ );
- Bankoviti do masivni dolomiti, dolomitični krečnjaci i krečnjaci ( $T_3$ ).

O vertikalnom rasprostranjenju karstne izdani je teško govoriti s obzirom da ne postoje podaci istražnog bušenja na osnovu kojih bi se moglo zaključiti o dubinama do baze karstifikacije, a takođe izostaju i podaci o mjerenjima dubine do nivoa izdani.

## 7.3. USLOVI PRIHRANJIVANJA

Na slivu Podgorskih vrela se uglavnom odvija autogeni vid prihranjivanja, što znači da nema značajnijeg doticaja voda sa nekarstnih terena. Na većem dijelu sliva je zastupljena difuzna infiltracija voda od padavina, a mjestimično, kao što je to slučaj sa ponorima Obzovica i Seoštik dolazi do koncentrisane infiltracije voda, koje su prethodno istekle na kontaktu karbonatnih stijena, i manjih partija vodonepropusnih sedimenata (flišni sedimenti i vulkanogena-sedimentna serija). Takođe, prihranjivanje se jednim dijelom odvija i poniranjem rijeke Graboštica koja se pojavljuje samo nakon intenzivnijih padavina.

Veličina efektivne infiltracije na slivu Podgorskih vrela je procjenjena CMB metodom, i iznosi  $I_{ef} = 76,22\%$ . Ova veličina se relativno dobro slaže sa veličinom koja je ranije dobijena metodom Turc-a.

Relativno niske temperature izdanskih voda na Podgorskim vrelima (11-13 °C) ukazuju da su zone prihranjivanja rasprostranjene na većim nadmorskim visinama, što je potvrđeno i izvedenim opitima obeležavanja podzemnih voda. Izneseni podaci ne ukazuju na postojanje podzemnog doticaja iz drugih slivova.

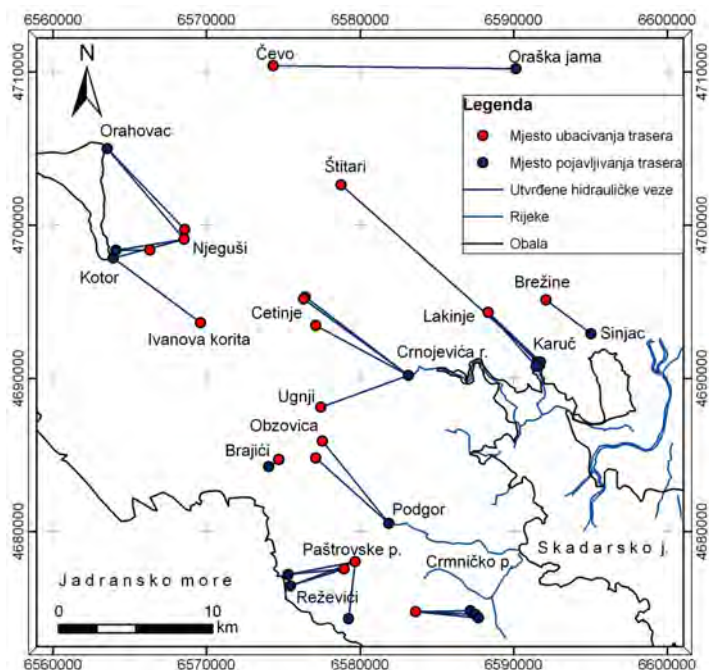
## 7.4. OPITI OBILJEŽAVANJA VODA

Za potrebe određivanja prostornog položaja vododelnica sliva Podgorskih vrela izuzetno su korisni rezultati opita obilježavanja (trasiranja) podzemnih voda izvedenih na ovom području tokom prethodnih istraživanja (slika 5). Kao traser korišćen je natrijum-fluorescein (uranin).

Obilježavanjem voda ponora Seoštik utvrđena je hidraulička veza sa Podgorskim vrelima, a obilježavanjem ponora u Brajićima koji se nalaze na oko 2 km zapadnije od ponora Seoštik, utvrđena je veza sa Vrelom pod Piramidom čije vode dalje otiču prema Bečićima. Dakle, rezultati ovih opita su bili izuzetno značajni za određivanje

položaja vododelnice u sjeverozapadnom dijelu istraživanog područja. Takođe, u sjevernom dijelu područja, na osnovu opita trasiranja je jasno razgraničen sliv Podgorskih vrela od sliva Crnojevića rijeke. Obilježavanjem ponirućih voda na Obzovici utvrđena je hidraulička veza sa Podgorskim vrelima, a obilježavanjem voda Uganjskih ponora koji se nalaze na oko 2 km sjevernije, utvrđena je veza sa vrelom Crnojevića rijeke.

Na osnovu opita izvedenih u okviru slivnog područja Podgorskih vrela može se zaključiti da srednja fiktivna brzina kretanja podzemnih voda iznosi 9,51 cm/s.



Slika 5. Karta utvrđenih hidrauličkih veza opitima obeležavanja podzemnih voda (Radulović M.M., 2012)

## 7.5. FILTRACIONE KARAKTERISTIKE

Na dobre filtracione karakteristike ove karstne izdani ukazuju sledeće činjenice:

- Srednja fiktivna brzina kretanja podzemnih voda dobijena opitima obilježavanja iznosi 9,51 cm/s, što predstavlja prilično veliku brzinu u poređenju sa ostalim karstnim terenima sa teritorije Crne Gore;
- Vrijednost indeksa zasićenja voda ( $SI_d = -0,814$ ) na Podgorskim vrelima je prilično niska, prije svega zato što se odvija relativno brza vodozamjena, odnosno zato što je kontakt između vode i stijene prilično kratak (Radulović M.M., 2012);
- Na Podgorskim vrelima se registruju veoma nagle promjene izdašnosti što je između ostalog i posledica slabih retenzionih sposobnosti vodonosne sredine.

Za sada nije registrovan veliki broj speleoloških objekata na slivnom području Podgorskih vrela, iako je pojavu ovih objekata realno očekivati na ovakvim terenima.

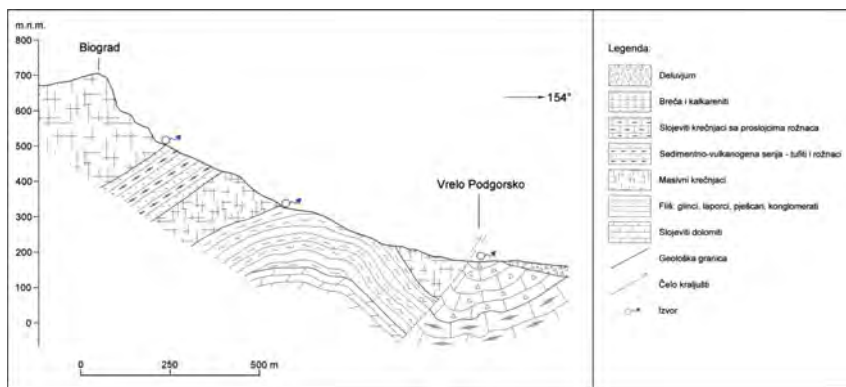
## 7.6. IZVORIŠTE „PODGOR“

Glavno mjesto pražnjenja razmatrane karstne izdani predstavljaju Podgorska vrela koja se nalaze u ataru sela Podgor, ispod vrha Biograd (slika 6).



Slika 6. Pogled na zonu isticanja Podgorskih vrela. Primarno mjesto isticanja (pi), sekundarno mjesto isticanja (si), suva dolina (sd) (Radulović M.M., 2012)

Radi se o gravitacionom karstnom izvoru, koji ističe na kontaktu vodopropusnih krečnjaka sa slabije propusnim partijama vulkano-sedimentne serije i flišnih sedimenata. Najvisočije povremeno mjesto isticanja Podgorskih vrela se nalazi na koti od oko 500 m.n.m., gdje je isticanje podzemnih voda uslovljeno pojavom vodonepropusne vulknogeno-sedimentne serije. Značajnije isticanje se odvija nešto nizvodnije na koti od oko 330 m.n.m., na kontaktu krečnjaka sa flišnim sedimentima, dok je glavno mjesto isticanja na koti od oko 172 m.n.m., duž reversnog rasjeda koji odvaja krečnjake od breča (slika 7).



Slika 7. Hidrogeološki profil Biograd – Podgorska vrela (Radulović M. M., 2012)

Srednja godišnja izdašnost Podgorskih vrela iznosi 1,64 m<sup>3</sup>/s. Vode sa Podgorskih vrela se zahvataju za potrebe vodosnabdijevanja Cetinja u količini od oko 150 l/s.

Na izvorištu “Podgor” voda se zahvata preko dvije kaptaze (“Gušter 1” i “Gušter 2”) i tri eksploataciona bunara. Iz kaptaza i eksploatacionih bunara voda ide do sabirnog bazena, iz kojeg se dalje cijevima vodi do šahta sa usisnom korpom. Pumpna stanica “Podgor” ima instalirane tri pumpe kojima se pumpaju vode u količini od 65 do 170 l/s, zavisno od potrošnje (Starovlah, 2014).

## 8. KVALITET VODA

Izdanske vode ispitivanog područja se odlikuju relativno dobrim fizičkim i hemijskim svojstvima. Povremeno, u periodima intenzivnog prihranjivanja, može doći do zamućenja vode, čime se njihova fizička svojstva bitno mijenjaju.

Prema hemijskom sastavu radi se o vodama hidrokarbonatne klase, kalcijumske grupe. Prema opštoj tvrdoći (po Klutu) uglavnom pripadaju umjereno tvrdim vodama. Elektroprovodljivost vode je na nivou od oko 200  $\mu$ S/cm. Temperatura vode na Podgorskim vrelima u većem dijelu godine iznosi oko 11-13 °C. Dakle, temperatura podzemne vode na Podgorskim vrelima je niža od srednje godišnje temperature vazduha (na nadmorskoj visini na kojoj se vrelo nalazi, 172 m.n.m.).

Na osnovu hemijskog sastava i temperature podzemnih voda na Podgorskim vrelima proračunat je indeks zasićenja dolomitom (kao primarnim mineralom na slivnom području), koji iznosi  $SI_d = -0,814$  (Radulović M.M., 2012). Dakle, vode su nezasićene dolomitom, što ukazuje da je brzina vodozamjene velika, odnosno da je kontakt između stijene i vode relativno kratak.

## 9. SLIVNO PODRUČJE

Granice slivnog područja Podgorskih vrela su određene prije svega na osnovu geoloških, hidrogeoloških, geomorfoloških i hidroloških podataka, kao i na osnovu rezultata ranije izvedenih opita obeležavanja podzemnih voda na ovom području.

Sliv Podgorskih vrela zahvata uzvodni dio sliva rijeke Orahovštica. Prema istoku i sjeveroistoku se graniči sa slivom Seljanštica, prema sjeveru sa slivom Crnojevića rijeke, a prema sjeverozapadu i jugozapadu sa slivom Crnogorskog primorja. Površina sliva iznosi 23,8 km<sup>2</sup>.

Od Podgorskih vrela, vododelnica se prema sjeverozapadu prostire preko vrhova Male i Velike Trojice (1132 m.n.m.), zatim preko vrha Meteriz (1048 m.n.m.) i Golog vrha (1087 m.n.m.) do Sniježnice odakle vododelnica povija prema sjeveroistoku sve do Iljićinih strana, gdje ponovo mijenja pravac prema jugoistoku preko Plane gore (931 m.n.m.) i Debele gl. (766 m.n.m.), do Podgorskih vrela.

## 10. BILANS VODA

Razmatrajući srednjegodišnje veličine, kao ulazni parametar izdvaja se efektivna infiltracija, a kao izlazni parametar izdašnost Podgorskih vrela. U Tabeli 1 se daju elementi bilansa dobijeni prethodnim istraživanjima (mjerjenja, procjene i dr.), gdje je efektivna infiltracija izražena u procentima od srednje višegodišnje količine padavina na slivu.

Tabela 1. Elementi bilansa sliva Podgorskih vrela (Radulović M.M., 2012)

Vodomjerna stanica	A (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)	P (mm)	I <sub>ef</sub> (%)
Podgorska vrela	23,8	1,64	2853	76,2
A – površina sliva; Q – srednji višegodišnji proticaj, P – srednje višegodišnje padavine, I <sub>ef</sub> – efektivna infiltracija.				

## 11. USLOVI ZAŠTITE PODZEMNIH VODA

### 11.1. PREGLED ZAGAĐIVAČA

Sliv Podgorskih vrela predstavlja slabo naseljno karstno područje. Na području sliva postoji nekoliko manjih naselja kao što su: Obzovica, Vučkovići, Banovići, Lalićevići, Bukovik, Drenov do, Višnjica, Grabovljani i Zaulice (slika 1). U periodu posle Drugog svjetskog rada do danas ovaj kraj prati skoro konstantno raseljavanje stanovništva. Npr. na popisu stanovništva 1953. godine Obzovica je imala 40 stanovnika, a na popisu 2011. godine svega 3 stanovnika. Međutim, broj stanovnika Obzovice se naglo povećava vikendom, naročito u toku ljetnje sezone. Neadekvatno ispuštanje komunalnih otpadnih voda i odlaganje čvrstog otpada u zoni ponora na Obzovici može negativno uticati na kvalitet voda izvorišta “Podgor”, s obzirom da je ranijim hidrogeološkim istraživanjima utvrđena direktna veza između ovih ponora i Podgorskih vrela (slika 5).

Preko sjeveroistočnog dijela slivnog područja Podgorskih vrela prolazi magistralni put Cetinje–Budva, koji predstavlja najveći potencijalni zagađivač podzemnih voda na ovom području. Radi se o veoma prometnom putu, kojim u toku ljetnje sezone dnevno prolazi i preko 10.000 vozila. Pomenuta naselja su uglavnom povezana lokalnim putevima koje odlikuje slab promet saobraćaja. U okviru naselja ili u njihovoj blizini zemljište se koristi za potrebe poljoprivredne proizvodnje, međutim radi se o relativno malim površinama (slika 8).

### 11.2. KARTA HAZARDA

Kartom hazarda obuhvaćeni su karstni tereni slivnog područja Podgorskih vrela.

Prema konceptualnom okviru predloženom od strane „*The European COST Action 620*“, procjena hazarda se zasniva na razmatranju stepena štetnosti za svaki tip zagađivača (prilikom procjene hazarda se ne razmatraju prirodne karakteristike terena). Razmatranje hazarda se prije svega odnosi na tri glavna vida iskorišćenja zemljišta: infrastrukturno, poljoprivredno i industrijsko iskorišćenje zemljišta.

Prema *Evropskom pristupu kartiranja hazarda* (De Ketelaere i dr., 2004), formula za izračunavanje rezultata hazarda glasi:

$$\text{Hazard score} = H \times Q_n \times R_f \quad (2)$$

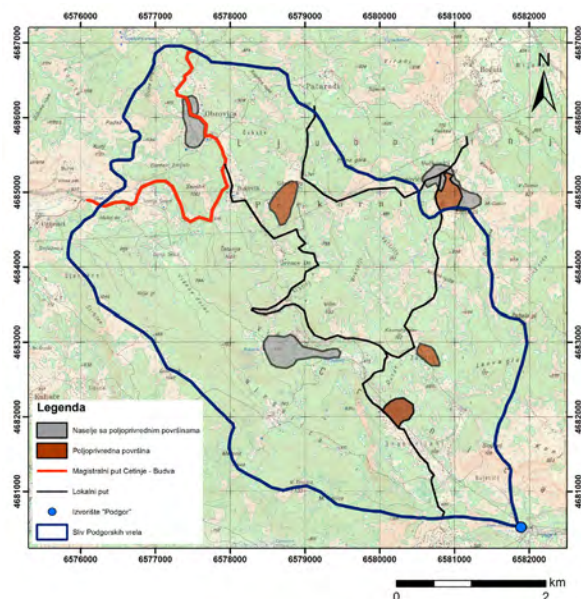
gdje je,

Hazard score – rezultat hazarda,

H – vrijednost koja odražava težinu hazarda,

$Q_n$  – faktor rangiranja hazarda,

$R_f$  – redukcioni faktor koji odražava vjerovatnoću pojave zagađanja.



Slika 8. Karta potencijalnih zagađivača na slivnom području Podgorskih vrela

Glavni kriterijum za procjenu težine hazarda (H) je toksičnost supstanci povezanih sa pojedinim zagađivačima i njihove karakteristike kao što su rastvorljivost i mobilnost (De Ketelaere i dr., 2004). U tabeli 2 dat je pregled vrijednosti H koja odražava težinu hazarda za zagađivače koji su zastupljeni na razmatranom području.

Faktor za rangiranje hazarda ( $Q_n$ ) služi za upoređivanje zagađivača istog tipa, ali različitih kapaciteta (tabela 3). Na razmatranom području nisu zapažene pojave koje ukazuju na vjerovatnoću izlivanja zagađujuće materije tako da redukcioni faktor ( $R_f$ ) ima vrijednost 1 za sve potencijalne zagađivače.

Dobijeni rezultati se dijele u 5 kategorija kao što je to prikazano u tabeli 4.

Tabela 2. Izvod iz tabele vrijednosti težine hazarda  $H$  (De Ketelaere i dr., 2004)

Hazard	Vrijednost (H)
Kuće koje nisu priključene na kanalizacioni sistem	45
Put (neopremljen sistemom za odvod i prečišćavanje otpadnih voda)	40
Obradiva područja (korišćenje aditiva)	30

Tabela 3. Izvod iz klasifikacije faktora za rangiranje hazarda (Ravbar, 2007)

Hazard	Klasifikacioni kriterijum	Faktor za rangiranje hazarda ( $Q_n$ )				
		0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Otpadne vode naselja	Gustina stanovništva (stanovnika/km <sup>2</sup> )	<10	10-50	50-100	100-500	≥500
Put	Broj vozila/dan	<100	100-1.000	1.000-5.000	5.000-10.000	≥10.000
Poljoprivreda	Upotreba pesticida (kg/ha)	<1	1-5	5-10	10-50	≥50

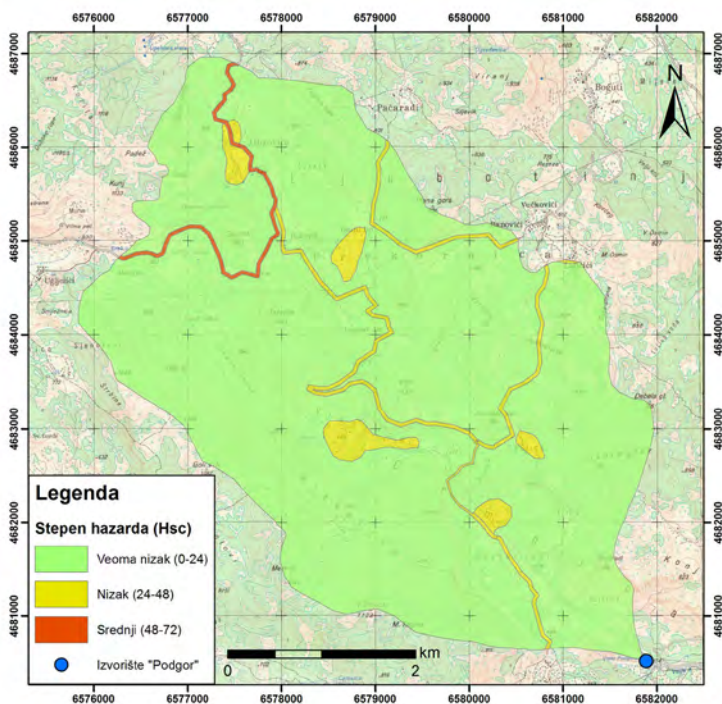
Tabela 4. Kategorizacija hazarda (De Ketelaere i dr. 2004)

Rezultat hazarda	Indeks hazarda	Stepen hazarda
0-24	4	Nema hazarda/Veoma nizak
24-48	3	Nizak
48-72	2	Srednji
72-96	1	Visok
96-120	0	Veoma visok

Karta hazarda je urađena za slivno područje od 23,8 km<sup>2</sup> (slika 9). U tabeli 5 navedene su vrijednosti za  $H$ ,  $Q_n$ , i  $R_f$  koje su usvojene za dato područje kao i rezultat hazarda izračunat preko formule (2).

Tabela 5. Pregled vrijednosti  $H$ ,  $Q_n$  i  $R_f$  za slivno područje Podgorskih vrela

Zagađivač	H	$Q_n$	$R_f$	Rezultat hazarda	Indeks hazarda
Obradivano zemljište	30	0,8	1	24	3
Naselje bez kanalizacionih sistema	45	0,8	1	36	3
Lokalni put	40	0,8	1	32	3
Magistralni put	40	1,2	1	48	2



Slika 9. Karta hazarda za slivno područje Podgorških vrela

### 11.3. KARTA RANJIVOSTI PODZEMNIH VODA NA ZAGAĐENJE

Karta ranjivosti podzemnih voda nalazi veliku primjenu na polju zaštite podzemnih voda, prostornog planiranja i menadžmenta podzemnih voda.

EPIK metoda je razvijena u okviru COST akcije Evropske komisije, od strane Centara za hidrogeologiju i kartiranje ranjivosti podzemnih voda u karstnim terenima (Univerzitet u Nojšatelju). Metoda je kasnije dopunjena od strane Švajcarske agencije za životnu sredinu, šume i zemljište (Doerfliger and Zwahlen, 1998).

EPIK metoda pripada kategoriji parametarskih modela sistema (Goldscheider, 2002). Metoda uzima u obzir 4 parametra:

- Razvijenost epikarsta (E faktor),
- Efikasnost zaštitnog pokrivača (P faktor),
- Uslovi infiltracije (I faktor),
- Razvoj karstne mreže (K faktor).

Karta ranjivosti se izrađuje korišćenjem GIS (Geografski informacioni sistem) tehnika koja u mnogome olakšavaju prostornu analize terena.

Isertavanjem četiri karte (E, P, I i K karte) i njihovim preklapanjem po određenoj formuli dobija se EPIK karta ranjivosti podzemnih voda koja je povezana sa odgovarajućom bazom podataka.

### **11.3.1. Karta razvijenosti epikarsta (E karta)**

Ova karta je dobijena na osnovu Topografske karte, Osnovne geološke karte lista „Budva“ 1:100.000 (Antonijević i dr., 1969), kao i na osnovu satelitskog snimka „Qickbird“ rezolucije 2,5 m. Površinski karstni oblici kao što su vrtače i škrapari predstavljaju E1 kategoriju, koja ima značajno rasprostranjenje u sjeveroistočnom i istočnom dijelu istraživanog područja (Radulović M.M. i dr., 2014). Kategorijom E2 su obuhvaćene sve uvale na slivnom području Podgorskih vrela, kao što su: Mokri do, Viškov dolac, Višnjička uvala, Korita, Zaulička uvala, Gluhi do i Obzovička uvala. Ostatak slivnog područja pripada E3 kategoriji.

### **11.3.2. Karta zaštitnog pokrivača (P karta)**

Kao podloge za dobijanje ove karte korišćena je Pedološka karta 1:50.000 list „Cetinje 1“ (Fuštić i dr., 1970).

Najveće rasprostranjenje na istraživanom području ima P2 kategorija (Radulović M.M. i dr., 2014) koju karakterišu tereni sa debljinom zemljišnog pokrivača većom od 20 cm (vrlo duboka, duboka, srednje duboka i plitka zemljišta). Tereni ove kategorije su zastupljeni u sjevernom, sjeveroistočnom, istočnom i jugoistočnom dijelu istraživanog područja. Kategorija P1 je predstavljena terenima sa kojih potpuno izostaje zemljišni pokrivač ili je veoma male debljine (vrlo plitka zemljišta). Takvi tereni su rasprostranjeni u jugozapadnom dijelu slivnog područja.

### **11.3.3. Karta infiltracionih uslova (I karta)**

Za potrebe izrade I karte, prethodno je, na osnovu Digitalnog Elevacionog Modela (DEM – ASTER rezolucije 30 m) urađena Karta nagiba terena.

*Ifaktorom se tretira zastupljenost koncentrisanog poniranja vode, nagib terena i korišćenje zemljišta.* Na istraživanom području su zastupljene tri kategorije terena (I1, I2 i I3 kategorija). Kategorija I1 je rasprostranjena jedino u zoni ponirućeg toka na Obzovici, odakle poniruće vode podzemnim putem cirkulišu prema Podgorskim vrelima (Radulović M.M. i dr., 2014). Kategoriji I2 pripadaju tereni izgrađeni od karbonatnih stijena na kojima je nagim veći od 25%, tako da na tim područjima može da dolazi i do koncentrisane infiltracije voda. Tereni sa nagibom manjim od 25% pripadaju I3 kategoriji, za koje je karakteristična uglavnom difuzna infiltracija.

### **11.3.4. Karta stepena razvijenosti karstne mreže**

Na istraživanom području su izdvojene tri kategorije stijena prema vodopropusnosti, odnosno razvijenosti karstne mreže. Najveće rasprostranjenje ima K1 kategorija koja je zastupljena na području izgrađenom od veoma karstifikovanih krečnjaka i dolomita (Radulović M.M. i dr., 2014). Kategoriji K2 pripadaju tereni

izgrađeni od krečnjaka i dolomita kod kojih pukotinska poroznost dominira u odnosu na kavernožnu poroznost. Tereni ove kategorije su zastupljeni u sjeverozapadnom i jugoistočnom dijelu slivnog područja. Kategorija K3 ima najmanje rasprostranjenje na slivnom području. Zastupljena je jedino u zoni isticanja i u krajnjem sjeverozapadnom dijelu istraživanog područja. Tereni ove kategorije su predstavljeni slabopropusnim flišnim sedimentima pukotinske poroznosti.

### **11.3.5. EPIK karta ranjivosti podzemnih voda**

Karta ranjivosti se po ovoj metodi dobija preklapanjem 4 dobijene karte i izračunavanjem zaštitnog indeksa  $F$  prema sledećoj formuli (Doerfliger and Zwahlen, 1998):

$$F = \alpha E + \beta P + \gamma I + \delta K \quad (3)$$

gdje je,

$F$  – zaštitni indeks,

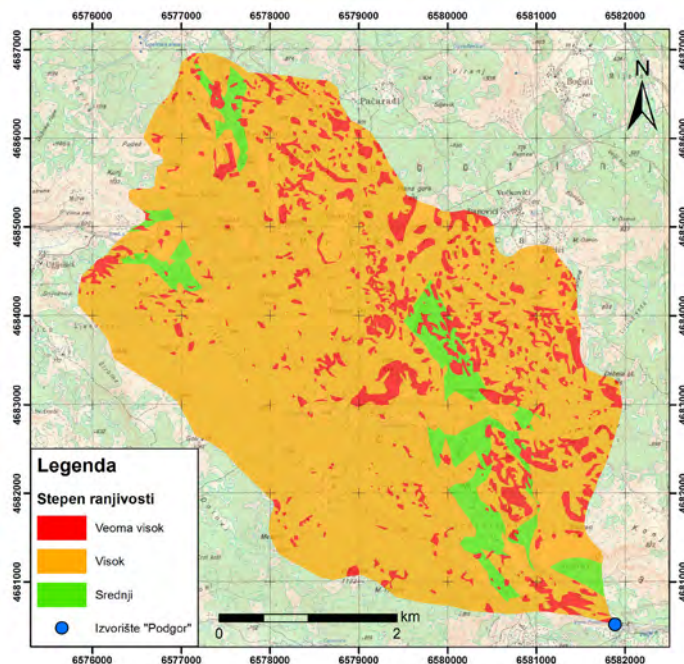
$\alpha=3$ ,  $\beta=1$ ,  $\gamma=3$ ,  $\delta=2$ , standardni težinski koeficijenti za EPIK parametre.

Vrijednosti  $F$  indeksa za izučavano područje se kreću od 12 do 29 poena, na osnovu čega su tereni podjeljeni u tri kategorije:

1. tereni sa veoma visokim stepenom ranjivosti podzemnih voda na zagađenje,
2. tereni sa visokim stepenom ranjivosti podzemnih voda na zagađenje,
3. tereni sa srednjim stepenom ranjivosti podzemnih voda na zagađenje.

Kao što se može vidjeti sa karte (slika 10), najveće rasprostranjenje imaju površine sa visokim stepenom ranjivosti podzemnih voda na zagađenje. Tereni sa visokim stepenom ranjivosti dominiraju u odnosu na terene druge dvije kategorije naročito u zapadnom dijelu slivnog područja. Tereni sa veoma visokim stepenom ranjivosti su prisutni uglavnom u sjeveroistočnom, istočnom i jugoistočnom dijelu sliva, na područjima vrtača i škrapara. Tereni sa srednjim stepenom ranjivosti podzemnih voda na zagađenje su zastupljeni u jugoistočnom, centralnom i sjeverozapadnom dijelu istraživanog područja.

Kao krajnju metu eventualnog zagađenja, ova metoda tretira nivo podzemnih voda. Karta ranjivosti podzemnih voda razmatra samo prirodne karakteristike područja, ne uzimajući u obzir prostorni položaj zagađivača. Preklapanje ove karte sa kartom hazarda (karta potencijalnih zagađivača) omogućava dobijanje karte rizika od zagađenja podzemnih voda.



Slika 10. Karta ranjivosti podzemnih voda na slivnom području Podgorskih vrela

#### 11.4. KARTA RIZIKA

Za razliku od hazarda, koji predstavlja samo moguću opasnost za podzemne vode (zagađivače), pri razmatranju rizika uzima se još u obzir i prirodna ranjivost terena na zagađenje. Dakle, karta intenziteta rizika se dobija preklapanjem karte hazarda (slika 9) sa kartom ranjivosti (slika 10). Dobijena karta (slika 11) prikazuje stepen intenziteta rizika, tj. mogućnost da podzemne vode budu zagađene dejstvom vještačkog faktora. Površine visokog intenziteta rizika predstavljaju područja gdje se opasni zagađivač nalazi na terenima visoke ranjivosti. Pri izradi karte ranjivosti, krajnju metu kartiranja je predstavljao nivo podzemnih voda, a ne izvorište (*Resource vulnerability*), tako da isto važi i za kartu intenziteta rizika. Ove karte (ranjivosti, hazarda i rizika) predstavljaju veoma korisne podloge za prostorno planiranje, zaštitu i upravljanje vodama.

Indeks rizika se dobija sabiranjem indeksa ranjivosti i indeksa hazarda:

$$\text{Indeks rizika} = \text{Indeks ranjivosti} + \text{Indeks hazarda} \quad (4)$$

Prema indeksu rizika se izdvajaju tri kategorije (tabela 6).

Tabela 6. Kategorizacija rizika (De Ketelaere i dr., 2004)

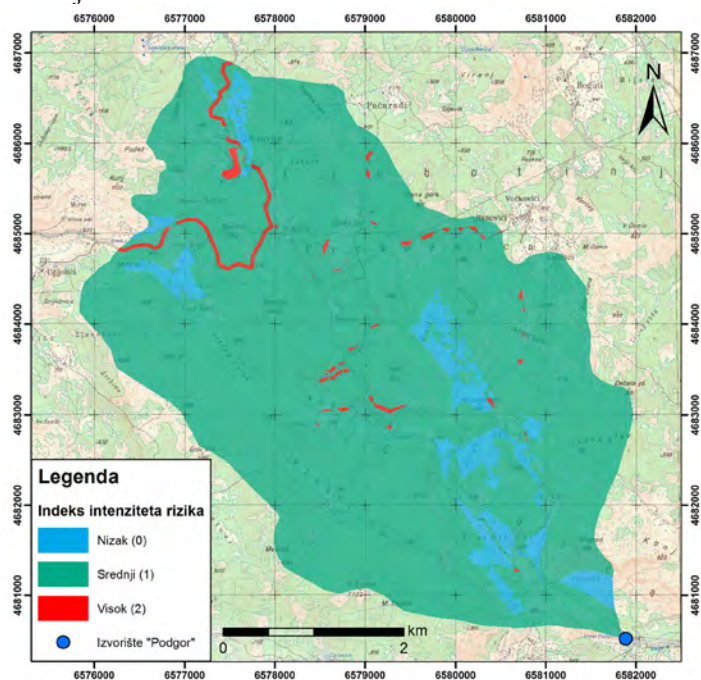
Intenzitet rizika	Indeks intenziteta rizika	Stepen intenziteta rizika
1-4	2	Visok
5-6	1	Srednji
$\geq 7$	0	Nizak

Sa karte rizika (slika 11) se može vidjeti da zona uz magistralni put Cetinje–Budva predstavlja područje visokog rizika. S obzirom da je u zoni puta teren veoma dobro vodopropustan, do zagađenja izvorišta bi moglo da dođe u akcidentnim situacijama kao što su npr. saobraćajni udesi praćeni izlivanjem naftnih derivata.

Područje visokog rizika predstavlja i ponorska zona na Obzovici od koje je utvrđena direktna hidraulička veza sa Podgorskim vrelima (slika 11). Neadekvatno odlaganje čvrstog otpada i izlivanje komunalnih otpadnih voda u ponirući tok, moglo bi da izazove zagađenje izvorišta „Podgor“.

Takođe, manje površine u centralnom i istočnom dijelu sliva predstavljaju područja visokog rizika. Radi se uglavnom o manjim područjima na kojim lokalni put prelazi preko infiltracionih karstnih oblika kao što su vrtače i škrapari.

Sa karte (slika 11) se može vidjeti da tereni slivnog područja Podgorskih vrela uglavnom pripadaju kategoriji srednjeg stepena rizika. To su uglavnom dobro vodopropusni karstni tereni koji su osjetljivi na zagađenje, međutim na većem dijelu područja nijesu zastupljeni zagađivači koji bi ugrozili kvalitet voda. Površine sa niskim stepenom rizika su zastupljene na dijelu terena izgrađenom od slabije vodopropusnih stijena.



Slika 11. Karta rizika za slivno područje Podgorskih vrela

## 12. ODREĐIVANJE ZONA I POJASEVA SANITARNE ZAŠTITE

Kvalitet vode izvorišta posebno se štiti zonama sanitarne zaštite. Zakonom o vodama (Sl. list RCG br 27/07) i Pravilnikom o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta za piće i ograničenja u tim zonama (Sl. list RCG br 66/09) predviđeno je da se oko izvorišta uspostavlja tri zone sanitarne zaštite:

- zona strogog režima zaštite – I zona zaštite (zona neposredne zaštite),
- zona ograničenog režima zaštite – II zona zaštite (uža zona zaštite),
- zona nadzora – III zona zaštite (šira zona zaštite).

Izvorište „Podgor“ u smislu pomenutog pravilnika je „izvorište u karstnoj izdani“. Karbonatne stijene u okviru kojih se formira karstni tip izdani često imaju veoma veliku vodopropusnost i dobro razvijenu podzemnu mrežu karstnih kanala. Brzine kretanja podzemnih voda kroz karstnu sredinu su znatno veće nego brzine njihovog kretanja kroz intrgranularnu vodonosnu sredinu. Zahvatanje voda iz karstnih izdani ima brojne prednosti, međutim kao glavni nedostatak izdvaja se velika osjetljivost (ranjivost) karstne izdani na zagađenje sa površine terena. Zagađujuća materija se kroz karstnu sredinu kreće prilično velikim brzinama tako da su mogućnosti za neutralisanje zagađenja znatno manje nego prilikom kretanja voda kroz intergranularnu sredini.

### 12.1. NEPOSREDNA ZONA – I ZONA (STROGOG REŽIMA ZAŠTITE)

Neposredna zona zaštite izvorišta podzemnih voda u karstnim izdanima, u skladu sa članom 6 Pravilnika o načinu određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta za piće i ograničenja u tim zonama, određuje se radi zaštite izvorišta, objekata za zahvatanje vode i njihove neposredne okoline od zagađenja voda i drugih negativnih uticaja.

Neposredna zona sanitarne zaštite obuhvatiće: objekte na izvorištu (vodozahvate i dr.), rezervoare i ponor na Obzovici.

Žičana ograda treba da bude udaljena najmanje po 10 m sa svake strane pomenutih objekata. Neposrednu zonu zaštite je neophodno obilježiti na odgovarajući način i istaći upozorenje o zabrani neovlašćenog pristupa. Za sve objekte na izvorištu, zbog konfiguracije terena i eventualne potrebe rezervacije prostora za nove objekte, moguće je podići zajedničku žičanu ogradu, s obzirom da se nalaze na relativno kratkom međusobnom rastojanju. Takođe, u slučajevima kada je oko objekata već dijelom postavljena zaštitna ograda na propisan način, istu je moguće iskoristiti kao granicu neposredne zone zaštite.

Pristup neposrednoj zoni zaštite je dozvoljen samo licima koja rade u objektima i nadležnim inspektorima. Ostalim licima pristup može biti odobren jedino uz odobrenje vlasnika, odnosno korisnika objekta za snabdevanje vodom.

Takođe, i oko postojećih rezervoara u sistemu je potrebno uspostaviti neposrednu zonu zaštite, tj. neophodno je postaviti žičanu ogradu na rastojanju od minimum 10 m od rezervoara, i istaći table upozorenja.

U okviru zone neposredne zaštite može se zasaditi samo trava ili rastinje vezanog ili plitkog korjenja, bez upotrebe đubriva i pesticida koji mogu zagaditi izdan.

S obzirom da je izvođenjem opita trasiranja voda (slika 5) dokazana hidraulička veza između ponora na Obzovici i Podgorskih vrela, i da je utvrđeno da bi eventualna zagađujuća materija od ponora do izvorišta dospijela za svega 14 sati, neophodno je, osim neposredno zaleđe izvorišta, na adekvatan način zaštititi i ponorsku zonu na Obzovici. Oko ponora bi trebalo uspostaviti neposrednu zonu sanitarne zaštite, tj. ponor bi trebalo ograditi zaštitnom ogradom koja bi bila udaljena minimum 10 m sa svake strane ponora. Direktno preko ponora bi trebalo postaviti rešetkastu mrežu koja bi spriječavala unos čvrstog otpada u podzemlje. Projektovana dužina neposredne zone sanitarne zaštite oko izvorišta iznosi oko 470 m, a njena površina oko 8.700 m<sup>2</sup>. Projektovana dužina neposredne zone sanitarne zaštite oko ponora na Obzovici iznosi oko 75 m, a njena površina oko 350 m<sup>2</sup>.

## 12.2. UŽA ZONA – II ZONA (OGRANIČENOG REŽIMA ZAŠTITE)

Uža zona zaštite određena je na osnovu geomorfoloških, geoloških, hidrogeoloških i hidrodinamičkih kriterijuma kao i preko položaja u odnosu na postojeća naselja i lokalne puteve, vodeći računa o mogućim eventualnim uticajima pojedinih površina na izvorište.

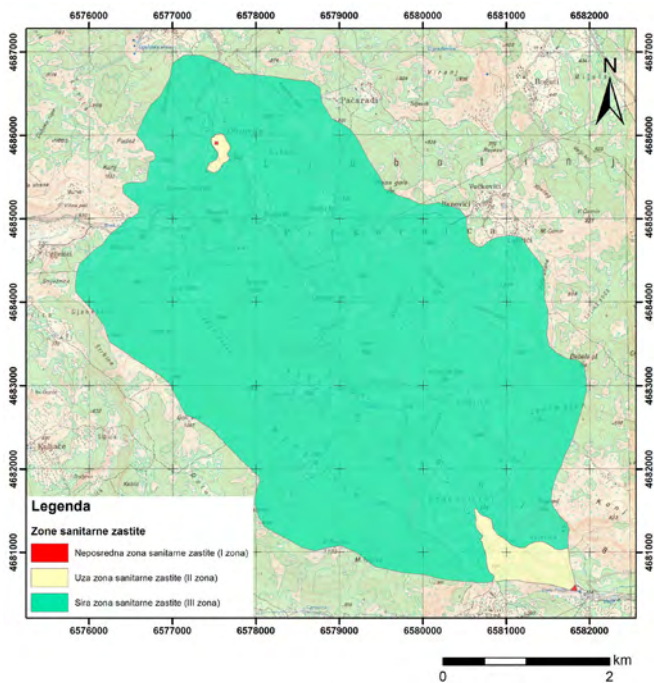
To je uglavnom prostor koji bi mogao da ima uticaja na skretanje izdanskih voda prema izvorištu u prirodnim uslovima, i posebno u uslovima maksimalnog crpenja vode sa vodoizvorišta.

Granice uže zone se nadovezuju na granice neposredne zone zaštite. U zaleđu izvorišta „Podgor“, granica uže zone sanitarne zaštite se prema sjeveru pruža približno paralelno sa vododelnicom, uz stazu koja vodi lijevom stranom potoka sve do samog podnožja uzvišenja Biograd. Odatle granica savija uz podnožje padine prema istoku, sve do staze koja vodi prema dolini Graboštica. U dolini Graboštica, granica uže zone prati obod doline, tačnije izohipsu 450 m.n.m. (granica se u ovom dijelu pruža približno paralelno sa dalekovodnim žicama). Kod mjesta Grabovljani, granica uže zone savija prema jugu, odakle prati lokalni put prema Utrgu. Od vrha padine iznad Utrga, granica skreće prema jugoistoku desnom obalom Graboštica, sve do izvorišta, odnosno granice neposredne zone zaštite.

Sa Karte rizika od zagađenja podzemnih voda (slika 11) se može vidjeti da je ponorska zona na Obzovici označena kao površina visokog rizika. Kao što je pomenuto, eventualno izlivanje zagađujućih materija na području ponorske zone na Obzovici bi veoma brzo (za oko 14 h) izazvalo zagađenje izvorišta „Podgor“. Iz tog razloga, osim postavljanja zaštitne mreže, potrebno je oko ponora, odnosno oko neposredne zone, uspostaviti i užu zonu sanitarne zaštite. Granica uže zone na

području Obzovice se pruža uz magistralni put Cetinje–Budva od prvog skretanja na lokalni put prema Obzovici (iz pravca Cetinja) do drugog skretanja koje se nalazi na oko 350 m prema Budvi. Uža zona ide dalje lokalnim putem uz obod polja sve do izvorišta „Obzovica“, gdje savija putem prema crkvi Sv. Vasilija, ide uz zapadno podnožje uzvišenja, i dalje lokalnim putem opet prema magistrali.

Dužina granice uže zone zaštite u zaleđu izvorišta iznosi oko 3.930 m, a njena površina oko 0,54 km<sup>2</sup>. Dužina granice uže zone zaštite na području ponora na Obzovici iznosi oko 990 m, a njena površina oko 0,052 km<sup>2</sup>. Granice uže zone zaštite označene su na slici 12.



Slika 12. Zone sanitarne zaštite izvorišta „Podgor“

### 12.3. ŠIRA ZONA ZAŠTITE – III ZONA (ZONA NADZORA)

Šira zona zaštite obuhvata slivno područje Podgorskih vrela.

Obzirom da za precizno određivanje prostornog položaja vododelnica u visoko karstifikovanim terenima do danas ne postoji pouzdana metoda, stvarne granice slivnog područja Podgorskih vrela, odnosno granice šire zone sanitarne zaštite, mogu da odstupaju od granica koje su prikazane na slici 12.

III Zona zaštite, shodno Pravilniku, određuje se radi smanjenja rizika od zagađenja podzemnih voda teško razgradljivim, radioaktivnim i hemijskim materijama.

Pojas zaštite predstavlja zonu od po 2 m sa svake strane cjevovoda koji povezuju izvorište, rezervoare i druge objekte u vodovodnom sistemu.

## 13. ZAKLJUČAK

Određivanje zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta „Podgor“ i ograničenja u tim zonama sprovedeno je u cilju trajnog očuvanja kvaliteta voda ovog izvorišta, odnosno u cilju smanjenja vjerovatnoće slučajnog ili namjernog zagađivanja podzemnih voda (Radulović M.M. i dr., 2014).

Zone sanitarne zaštite izvorišta „Podgor“ su određene nakon izučavanja hidrogeoloških karakteristika terena (prostornog položaja karstne izdani, njenog prihranjivanja i pražnjenja, pravaca i brzine kretanja podzemnih voda), definisanja kvaliteta vode, pregleda potencijalnih zagađivača podzemnih voda, i upotrebe parametarskih modela za izradu karata hazarda, ranjivosti i rizika od zagađenja podzemnih voda.

U skladu sa Zakonom o vodama (Sl. list RCG br. 27/07) i Pravilnikom o određivanju i održavanju zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta i ograničenja u istim (Sl. list RCG br. 66/09), definisane su tri zone sanitarne zaštite:

- zona strogog režima - I zona zaštite (zona neposredne zaštite),
- zona ograničenog režima zaštite – II zona zaštite (uža zona zaštite),
- zona nadzora – III zona zaštite (šira zona zaštite).

Uspostavljanjem zona sanitarne zaštite i njihovim redovnim održavanjem, steći će se uslovi za trajno očuvanje kvaliteta vode ovog značajnog izvorišta.

## SUMMARY

Protection zones are delineated around water sources in order to maintain a good status of groundwater quality. Karstic springs are often very sensitive to pollution due to the high permeability of carbonate rocks. Podgor springs represent the main water source in a water supply system of Cetinje. The minimum yield of this karst spring is around 200 l/s. For the purpose of delineating the protection zones, the following maps were created for the Podgor spring catchment area: map of pollutants, hazard map, vulnerability map and risk map. Despite the fact that the karst terrain is very sensitive to pollution, conditions for the spring protection are still favourable because, except for the Podgorica–Budva road, there are no more dangerous potential groundwater pollutants. A special attention should be paid to the protection of the swallow hole in Obzovica which has the direct hydraulic connection with the Podgor springs.

## LITERATURA

- Antonijević, R., Pavić, A. i Karović, J. 1969: *Osnovna geološka karta lista »Budva«* 1:100.000, K 34-62. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Antonijević, R., Pavić, A. i Karović, J. 1973: *Tumač za listove »Kotor« i »Budva«* k. 34-50, k. 34-62, Osnovna geološka karta 1:100 000. Savezni geološki zavod, Beograd, str. 58.
- De Ketelaere, D., Hötzl, H., Neukum, Ch., Cività, M. and Sappa, G. 2004: *Hazard analysis and mapping*. In: Zwahlen, F., (ed.) *Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karstic) aquifers*, Final Report Cost Action 620, European Commission, Brüssel–Luxemburg, pp 86-105.
- Dević, N. 2006: *Metodika određivanja i održavanja zona i pojaseva sanitarne zaštite i ograničenjima u tim zonama za izvorište »Sjenokos«*. JU Republički zavod za geološka istraživanja, Stručni rad, Podgorica.
- Doerfliger, N. and Zwahlen, F. 1998: *Practical Guide, Groundwater Vulnerability Mapping in Karstic Regions (EPIK)*. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL): 56 p.; Bern.
- Fuštić, B. 2004: *Zemljišta Crne Gore*. Univerzitet Crne Gore, Podgorica, str. 626
- Goldscheider, N. 2002: Hydrogeology and vulnerability of karst systems – examples from Northern Alps and Swabian Alb. Dissertation, University of Karlsruhe, Faculty for Bio- and Geoscience, p. 236 .
- Radulović, M.M., Matović, M., Radulović, R. 2014: *Glavni projekat za određivanje i održavanje zona i pojaseva sanitarne zaštite izvorišta 'Podgor' i ograničenja u tim zonama*. Geoprojekt d.o.o., Podgorica.
- Fuštić, B., Đuretić, G., Đuretić, M., Čelebić, P. 1970: *Pedološka karta SFRJ 1:50.000, listovi »Cetinje 1«, »Cetinje 2«, »Cetinje 3« i »Cetinje 4«*. Zavod za unapređivanje poljoprivrede Titograd.
- Marić, M. 1997: *Tumač za Osnovnu hidrogeološku kartu listova »Kotor« i »Budva«* 1:100 000. JU Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica, str. 55
- Mirković, M., Kalezić, M., Pajović, M. i Živaljević, M. 1978: *Tumač za listove »Bar« i »Ulcinj«* K 34-63 i K 34-75, Osnovna geološka karta 1:100.000. Savezni geološki zavod, str. 61
- Radulović, M. 1994: *Elaborat o rezultatima hidrogeoloških istraživanja na lokalitetu Sjenokos u Crmnici – I faza istraživanja*. Fodovska dokumentacija, Građevinski fakultet, Podgorica.
- Radulović, M. 2000: *Hidrogeologija karsta Crne Gore. Posebna izdanja Geološkog glasnika*, knjiga XVIII, Podgorica, str. 286.
- Radulović, M., Popović, Z., Vujisić, M. i Novaković, D. 1989: *Osnovna hidrogeološka karta lista »Bar«* 1:100.000. Zavod za geološka istraživanja RCG, Titograd.
- Radulović, M., Popović, Z., Vujisić, M. i Novaković, D. 1998: *Tumač za Osnovnu hidrogeološku kartu lista „Bar sa Ulcinjem“*. JU Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica, str. 128

- Radulović M., Pavićević B., Pejović R. 2005: *Sektorske studije – Prirodne karakteristike Crne Gore, Sintezni izvještaj*. Vlada Republike Crne Gore, Podgorica
- Radulović, M.M. 2012: *Višeparameterska analiza prihranjivanja karstne izdani na primjerima iz sliva Skadarskog jezera*. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Departman za hidrogeologiju, Beograd, p. 235.
- Radulović, V. 1984: *Hidrogeološki Elaborat o izvorištu u slivu Vrela Podgorskog – Crmnica*. Fond zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Titograd.
- Radulović V. 1989: *Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera. Posebna izdanja Geološkog glasnika*, knj. IX. Podgorica, str. 229
- Ravbar, N. 2007: *The Protection of Karst Waters: A Comprehensive Slovene Approach to Vulnerability and Contamination Risk Mapping*. Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, p. 254.
- Starovlah, I. 2014: *Kvalitet voda na izvorištima uključenim u Cetinjski vodovod*. Specijalistički rad, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, Podgorica, str. 46.
- Turc, L. 1954: The soil balance: relations between rainfall, evaporation and flow (in French). *Geogr. Rev.*, 38, pp. 36–44.
- VOCG, 2001: *Vodoprivredna osnova Crne Gore*. Izradio: Institut Jaroslav Černi - Beograd, Vlada Republike Crne Gore, Podgorica, str. 489
- Živaljević, R. i Bošković, M. 1984: *Rezultati hidroloških istražnih radova u slivu Orahovštice*. Republički Hidrometeorološki Zavod (RHMZ), Titograd.





*Micha Horacek<sup>1</sup>, Milan Radulović<sup>2</sup>, Stefan Wyhlidal<sup>3</sup>, Ana Mišurović<sup>4</sup>, Martin Jung<sup>4</sup>*

## **INVESTIGATING CATCHMENT AREAS OF KARST SPRINGS IN MONTENEGRO: ISOTOPE-HYDROLOGICAL PILOT STUDIES**

### **Abstract:**

Stable isotope analysis can support identification of catchment areas and origin of water. An example from the Nikšić area indicates the water origin of the karst spring Obošnica coming partially from the artificial lake Slano (Nikšić polje) at time of sampling. The water origin of Mareza springs and Vranjske Njive spring can be excluded as coming from the nearby Zeta River water during the sampling period, whereas the investigation of water origin of a further spring (Bolje Sestre) needs additional research, but gives first indications of potential catchment areas.

*Key words:* Stable isotopes, karst springs, origin of water, Montenegro

## **ISTRAŽIVANJE SLIVNIH PODRUČJA KARSTNIH IZVORA U CRNOJ GORI: IZOTOPSKO-HIDROLOŠKA PILOT ISPITIVANJA**

### **Apstrakt:**

Analize sadržaja stabilnih izotopa u vodama mogu pomoći u identifikaciji slivnih površina i porijekla vode na izvorištima. Primjer sa područja Nikšića je pokazao da voda na karstnom izvoru Obošnica djelimično potiče iz vještačkog jezera Slano. Kada su u pitanju izvori Mareze i izvor na Vranjskim Njivama, sprovedene analize isključuju mogućnost da je voda ovih izvora u ispitivanom periodu poticala iz rijeke Zete. U cilju utvrđivanja porijekla voda na izvorištu Bolje Sestre neophodno je sprovesti dodatna ispitivanja.

*Ključne riječi:* Stabilni izotopi, karstni izvori, porijeklo voda, Crna Gora

---

<sup>1</sup> Dr., Austrian Institute of Technology GmbH, Department of Health and Environment, current address: HBLFA Francisco-Josephinum, BLT Wieselburg, Austria, and Department of Lithospheric Research, Vienna University, Austria, [micha.horacek@josephinum.at](mailto:micha.horacek@josephinum.at).

<sup>2</sup> Dr., Prof., University of Montenegro, Faculty of Civil Engineering, [radulovicmilan33@yahoo.com](mailto:radulovicmilan33@yahoo.com).

<sup>3</sup> Dr., Austrian Institute of Technology GmbH, Department of Health and Environment, current address: Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH, Austria, [stefan.wyhlidal@nes.at](mailto:stefan.wyhlidal@nes.at).

<sup>4</sup> Dr., Center for Ecotoxicological Research, Montenegro, [anajuceti@t-com.me](mailto:anajuceti@t-com.me).

<sup>5</sup> Dr., Austrian Institute of Technology GmbH, Department of Health and Environment, current address: Austrian Institute of Technology GmbH, Center for Energy, Austria, [martin.jung@ait.ac.at](mailto:martin.jung@ait.ac.at).

## 1. INTRODUCTION

The quality of drinking water is a very important issue, as it is directly connected to the health of the people consuming the drinking water. Therefore, investigation of the origin of the water from springs and wells used for communal supply of drinking water is necessary, first to warrant sustainable conditions for the use of the water source and second to protect the source from potentially negative influence the quality and quantity of the water source.

Montenegro is a country rich in water and water sources appropriate for human consumption and communal supply. The geology of Montenegro consists in large areas of carbonatic bedrock, resulting in abundant karst phenomena. Thus, for many karstic springs and wells in Montenegro the catchment area of the water is unknown. This accounts, for significant problems with respect to protection of spring water resources, quality and safety.

Karst regions are very sensitive to industry and agricultural activities that could affect the water quality due to the release of materials and substances. A lack of knowledge about the extent of catchment areas and groundwater flow may lead to a deterioration in water quality and safety and thus in security of sustainable supply, as no suitable measures can be taken to prevent or reduce a contamination. A Montenegrin example from the literature are the springs around Herceg-Novi, some of which are used for tap water supply, which are currently regarded as under severe threat of contamination due to plans to build a waste dump in the potential catchment area (Radulović et al., 2019, Horacek et al., in review).

In this article we describe several springs in Montenegro near Podgorica as examples for springs with unknown catchment areas, most of which are used for communal water supply.

In the potential catchment areas of some of the investigated springs there is the artificial lake of a hydro-electric power plant. It has been speculated and assumed that significant amounts of water are lost due to karst phenomena. Balancing of inflow and outflow (the latter for energy production) showed that there is a severe water loss, as significantly less water is outflowing than inflowing. It was concluded that water is lost from the reservoir through hidden karst sinkholes and/or fractures. Also, it has been noted that some downstream springs strongly vary in their discharge depending on the reservoir water level (Vlahović, 1975). It has been assumed that some of the water flows from the lake to those springs subterraneously. Tracer experiments showed tracers inserted in Slano lake reappearing in two springs (Vlahović, 1975) down-stream of the lake/reservoir. However, relevance of this recovery and quantification of water loss has not been evaluated yet.

Stable isotope patterns in water can give information about the origin of the water, the catchment area, the mean precipitation infiltration altitude of the catchment area etc. of a spring or water body, the reservoir size, the residence time and further information (Clark and Fritz 1997). The origin of water can be identified by comparison of the stable isotope patterns of the groundwater body and possible

meteoric (or river-) origins. Stable isotopes in precipitation are influenced by several fractionation processes, the magnitude of which in temperate climates depends mainly on temperature and altitude (temperature and altitude effects, Dansgaard, 1964) and the distance from the coast (continent effect, Gat and Gonfiantini, 1981). These result in typical isotope values and seasonal patterns for different catchment areas and allow the discrimination of water samples and hence provide the basis for assessing the mean altitude of the catchment (Reischer et al., 2015).

## 2. LOCALITIES

All investigated localities are in the central and southwestern part of Montenegro (Fig. 1).

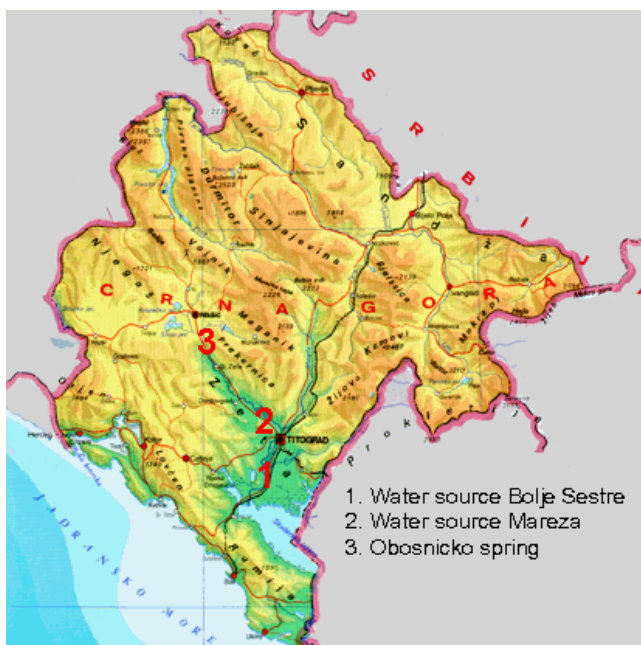


Fig. 1. Map of Montenegro with the areas investigated in this study indicated: 1) Bolje Sestre spring south of Podgorica, 2) Mareza and Vranjske Njive springs directly north of Podgorica, 3) Obošnica and Glava Zete springs and lakes at Nikšić polje. [http://www.montenegro.org.au/mn\\_map.gif](http://www.montenegro.org.au/mn_map.gif)

### 2.1. NIKŠIĆ HYDROELECTRIC POWER PLANT AND ARTIFICIAL LAKE SLANO

#### 2.1.1. Nikšić lakes

The hydroelectric power plant with the artificial lakes Slano (610 m.a.s.l.), lake Krupac and periodical lake Vrtac are situated in the Nikšićko polje (600-670 m.a.s.l.), about 70 km northwest of Podgorica (Fig. 2).

### **2.1.2. Zavrh**

Zavrh is a village located north of Nikšić (Fig. 2) with a local spring which is beyond the influence of the Nikšić lakes.

### **2.1.3. Obošnica spring**

Obošnica spring (also named Obošnica oko) is situated in the northwestern edge of the Bjelopavlića valley, at an altitude of about 57 m (Fig. 2). Groundwater flows from the circular depression which has the diameter of about 40 m (Fig. 3). The depth of this hydrogeological phenomenon is about 12 m. During heavy rainfall, and in the period when the southern edge of the Nikšić polje is flooded, Obošnica spring has discharge above 10 m<sup>3</sup>/s, but in the dry period, the yield falls to around 0.11 m<sup>3</sup>/s (Vlahović, 1975). Connection between Nikšić polje and Obošnica spring has been proven in tracer tests (Vlahović, 1975).

### **2.1.4. Glava Zete spring**

Glava Zete spring is one of the strongest karstic springs in the basin of Skadar Lake. The spring is situated in the far northwestern part of Bjelopavića valley, at an altitude of about 74 m (Fig. 2). The minimum discharge of this spring is 2.5 m<sup>3</sup>/s, and maximum discharge amounts to several tens m<sup>3</sup>/s (Vlahović, 1975). Place of outflow is covered with limestone blocks and debris which thickness is about 18 m.

## **2.2. BOLJE SESTRE AND MAREZA SPRINGS**

### **2.2.1. Bolje Sestre**

Bolje sestre is a Karst spring on the eastern edge of lake Malo blato southwest of Podgorica, at an altitude of 7m.a.s.l (Fig. 4, 5). The minimal discharge of spring is around 2 m<sup>3</sup>/s. Its water is pumped to the coast and supplies most central to southern Montenegrin coastal settlements with tap water (Fig. 6). The catchment area of the spring is unknown up to now. Tracer experiments in 2007 (Stevanovic et al., 2007, 2008) did not show any connection between the spring and Morača river.



Fig. 2. Wider area of Nikšić field with the artificial lakes, groundwater well near Nikšić and lakes and Obošnica and Glava Zete springs (Vojnogeografski institut, 1980: Topografska karta Crne Gore 1:25.000. Vojnogeografski institut, Republička geodetska uprava SR Crne Gore, Titograd-Beograd)



Fig. 3. Obošnica oko spring, a circular depression in the uppermost Bjelopavlića valley

### 2.2.2. Grbavci

Grbavci is a locality in the Morača river valley south of Podgorica (Fig. 2). At this locality two boreholes (BG1 and BG2 in Fig. 4) have been drilled to access the local groundwater in the river valley (Radojevic et al., 2007; Radulovic et al., 2006).

### 2.2.3. Morača river Lekići

Close to locality Grbavci there is locality Lekići at the river Morača (Fig. 4).

### 2.2.4. Cijevna stream

The Cijevna stream flows into the Morača at the eastern side downstream of Grbavci (Fig. 4). The Cijevna water comes from the Prokletije Mountains, east of the Podgorica polje, but significant amounts can also come from Podgorica polje itself during high groundwater levels that the Cijevna crosses and drains. However, at the time of sampling Podgorica polje had rather low groundwater level.

### 2.2.5. Mareza springs

The Mareza springs are several (more than 20) springs in a small valley on the southwestern side of Velje Brdo hill, feeding the Mareza stream (Fig. 7). The spring is located at the altitude of 30 m.a.s.l. The discharge range from 1.6 to 12 m<sup>3</sup>/s. The springs are used for the tap water supply of Podgorica.

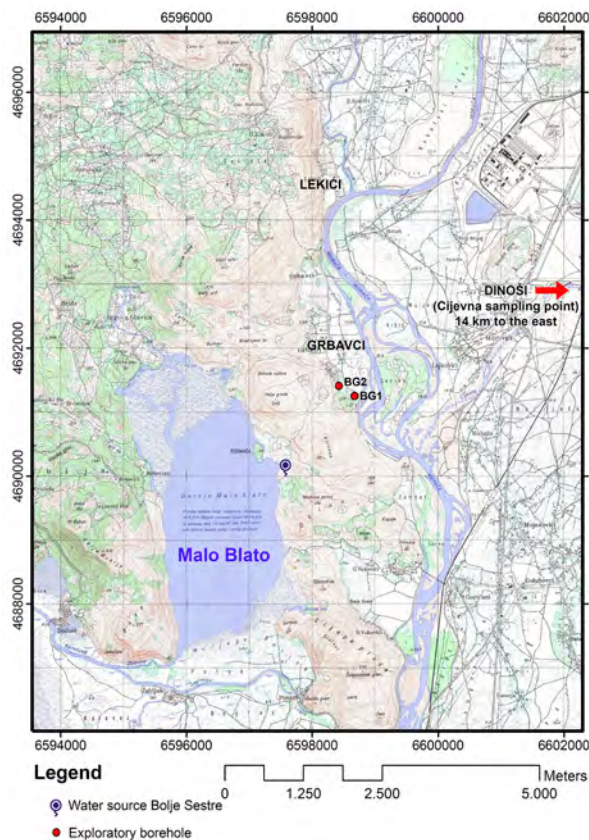


Fig. 4. Locality of Bolje sestre spring at lake Malo blato and the two wells (BG1 and BG2 at Grbavci) in the Morača river valley, sampling sites of Morača and Cijevna (Vojnogeografski institut, 1980: Topografska karta Crne Gore 1:25.000. Vojnogeografski institut, Republička geodetska uprava SR Crne Gore, Titograd-Beograd)

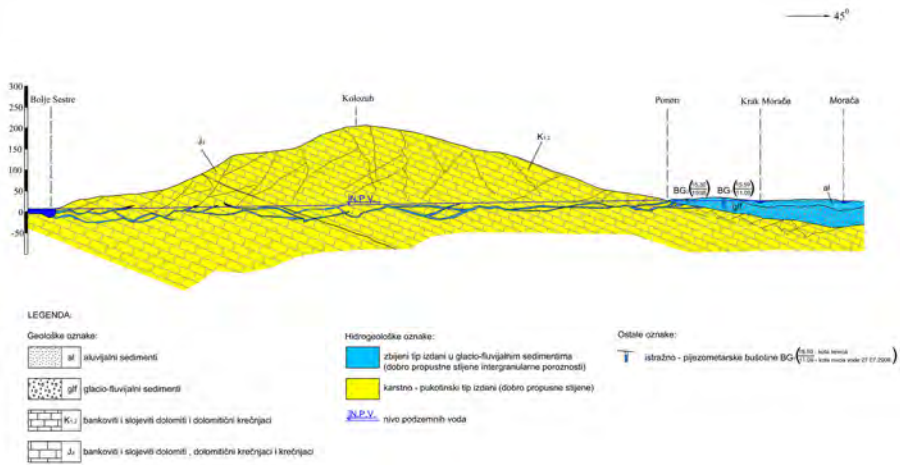


Fig. 5. Section from Morača river to Malo blato lake (Radulović et al., 2006)



Fig. 6. Bolje Sestre spring (concrete built half circle on right side with small “dam” towards the Malo Blato lake on right side) view to the west with the pumping station building. “Dam” towards the lake has been built to prevent mixing/contamination of Bolje Sestre spring with lake water

### 2.2.6. Vranjske Njive

Locality directly on the southern bank of river Zeta, a hundred meters before the confluence of Zeta and Morača rivers (Fig. 7). Directly at the river bank is the spring Vranjske Njive.

### 2.2.7. Morača river at Duga

At the “mouth” of the Morača river canyon is the locality Duga (Fig. 7). This sampling site represents the Morača river water without any influence from the Podgorica polje or the tributary Zeta river, ca. 80 m.a.s.l.



Fig. 7. Geographical position of the Mareza and Vranjske Njive springs northwest of Podgorica. Both springs are regarded as belonging to the groundwater body “Prekornica - Bjelopavlići” (Vojnogeografski institut, 1986: Topografska karta Crne Gore 1:100.000. Vojnogeografski institut, Republička geodetska uprava SR Crne Gore, Titograd-Beograd).

### 3. SAMPLING AND ANALYTICAL METHODS

The water samples have been collected in November 2011. The stable isotope composition of the collected water samples were analyzed using an isotope mass spectrometer Thermo Finnigan DeltaPlusXL equipped with automatic equilibration lines and the Picarro L1115-i Isotopic Liquid Water and Water Vapor Analyzer (laser spectroscopic analyzer, CRDS) at the Austrian Institute of Technology (AIT) in Tulln. All results are reported as relative abundance ( $\delta^2\text{H}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ , respectively) of the isotopes  $^2\text{H}$  and  $^{18}\text{O}$  in the conventional ‰ notation with respect to the international standard VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water). The accuracy of measurement is better than  $\pm 1.0$  ‰ for  $\delta^2\text{H}$  and  $\pm 0.1$  ‰ for  $\delta^{18}\text{O}$ . Calibration of the mass spectrometer and CRDS was accomplished using VSMOW, GISP, and SLAP standards.

### 4. RESULTS

All results are shown in Table 1. The highest  $d^2\text{H}$ - and  $d^{18}\text{O}$ - values are reported from the Slano lake sample and Obošnica spring (Fig. 2), the lowest values possess the samples taken from Glava zete spring (Fig. 2) and the Morača river sample taken at Duga (Fig. 7).

Table 1. Hydrogen and oxygen isotope values (with respect to VSMOW reference) in the samples

Sample ID	Sampling date	$d^2H[‰]$ vs.VSMOW	$d^{18}O[‰]$ vs.VSMOW
1. Cijevna Dinoši	02.11.2011	-48,1	-7,91
2. Bolje Sestre	02.11.2011	-46,7	-7,60
2a. Bolje Sestre	02.11.2011	-46,5	-7,58
2b. Bolje Sestre	02.11.2011	-46,4	-7,57
3. Borehole BG1 (Grbavci)	02.11.2011	-45,8	-7,62
4. Borehole BG2 (Grbavci)	02.11.2011	-46,7	-7,64
5. Moraca River (Lekići)	02.11.2011	-46,8	-7,70
6. Mareza water from 20 springs	03.11.2011	-46,8	-7,93
7. Mareza Single Spring	03.11.2011	-46,5	-7,95
8. Slano lake	03.11.2011	-34,9	-5,38
9. Local groundwater Zavrh	03.11.2011	-47,1	-7,85
10. Obošničko Spring	03.11.2011	-41,3	-6,91
11. Glava Zete Spring	03.11.2011	-50,6	-8,29
12. Zeta at Vranjske Njive	03.11.2011	-45,3	-7,67
13. Vranjske Njive Spring	03.11.2011	-46,3	-7,94
14. Morača River (Duga)	03.11.2011	-48,9	-8,20

## 5. DISCUSSION

### 5.1. NIKŠIĆ POLJE

A water sample from Slano Lake, one sample of the local groundwater and two springs downstream from of the lake have been taken and analyzed. The O- and H- isotope value of the Slano lake water sample is significantly enriched in heavy isotopes with respect to the local groundwater sample (Fig. 8). This can be explained by strong summer evaporation of the lake that results in an isotopic enrichment of the remaining lake water, which was at low level during sampling.

The water sample from Obošnica Spring is significantly enriched with respect to the local groundwater sample from Zavrh, north of Nikšić. It thus clearly shows a significant influence of the Slano lake water.

The water sample from Glava Zete spring shows lower isotope values than the local groundwater at Zavrh and thus no influence of Slano lake water.

Tentatively a quantification of the amount of water at Obošnica Spring coming from Slano Lake can be done and amounts to around 40 % during lake low water level, assuming quick underground-flow of the water from the lake to the spring within days. As Vlahović (1975) reports a significant higher flow during periods of flooding of the southern Nikšić field it can be assumed that during high lake water levels significantly larger proportions of the Obošnica spring water coming from the

Slano lake. However, a reliable quantification can only be done if the dataset spans at least one year for all sample localities.

At the time of investigation, no influence of the Slano lake water at the Glava Zete spring can be identified (Fig 8). However, as the investigation took place in late autumn at a very low lake level, water flow from the lake to the Glava Zete spring still can be possible during lake water high stand. Thus, an investigation over a period spanning at least one year is necessary to learn about a potential influence of the Slano lake on the Glava Zete spring outflow.

## 5.2. BOLJE SESTRE

Three water samples from different water outflows/”springs” of the Bolje Sestre pool have been sampled. Additionally, complementing samples from the Morača River at Lekići, and nearby groundwater from two wells Grbavci (BG1 and BG2) have been taken and analyzed for their isotope ratios. Also the tributary Cijevna stream on the eastern side of the Morača has been sampled.

The O- and H- isotope values of the 3 Bolje Sestre water samples are almost identical (see Fig. 9), evidencing no difference in the source of the water from the individual springs sampled.

The ground water sample from borehole BG2 (karst aquifer) also has almost identical water isotope values. For the groundwater sample BG 1 (intergranular aquifer) the H-isotope value is about 1 ‰ enriched. This might be explained by evaporation, as the borehole BG1 was not covered. The water sample from the Morača River at Lekići has slightly lower values as reported from the localities mentioned before (with exception of the sample from the borehole BG1). The Cijevna sample has distinctively lower isotope ratios than the Morača river and all the other samples measured in the Bolje Sestre area.

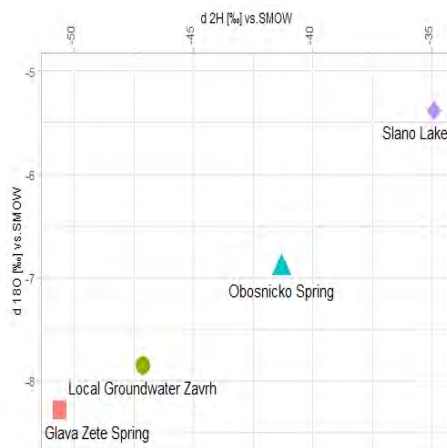


Fig. 8: Results related to the Obošnica and Glava Zete springs. X-axis shows hydrogen isotope values, Y-axis shows oxygen isotope values, both with respect to VSMOW reference. The Obošnica spring sample contains a significant amount of lake water, the Glava Zete sample does not contain any lake water but shows lower isotope values than the groundwater sample (Zavrh) of Nikšić area.

Since the groundwater from the borehole BG1 and Bolje Sestre spring (and borehole BG2) have a similar isotopic composition, the obtained results cannot exclude that the Bolje Sestre karst aquifer (partly) obtains water from the intergranular aquifer, whereas an origin from the eastern (Cijevna) side of Morača seems less likely. However, a sound scientific interpretation can only be done if the dataset spans at least one year for all sample localities. Further sampling and measurements are therefore necessary, if the origin of the Bolje Sestre water is to be investigated. Also, besides the Grbavci–Lekići area, alternative catchment areas need to be identified and investigated as well. Fortunately, since its opening, the water source Bolje Sestre has been providing high quality drinking water constantly monitored (PLTWSM, 2016), but the issue of protecting this very important spring with respect to the coastal water supply is of high relevance and must not be neglected or ignored.



Fig. 9: X-axis shows hydrogen isotope values, Y-axis shows oxygen isotope values, both with respect to VSMOW reference. The Bolje Sestre signatures show the results of 3 different springs in the Bolje Sestre spring pool. The Mareza springs and the Vranjske Njive spring show very similar isotope pattern, distinctively different from the Zeta stream water at Vranjske Njive.

### 5.3. MAREZA AND VRANJSKE NJIVE SPRINGS

The water samples from Mareza springs, one from an individual spring, one sample represents a mixture of water from ca. 20 springs show very similar, but not completely identical values (Fig. 9). The values are similar to the local groundwater sample from Zavrh, thus, again assumed karst aquifers and quick underground water movement, a catchment area of similar altitude as Zavrh appears likely for the water from Mareza springs. A water origin from the Zeta river can be excluded, assuming quick underground water movement.

The isotope results from Vranjske Njive spring also show different values than the Zeta river water sample from Vranjske Njive, demonstrating that the spring is not fed by the “synchronous” river water at the time of sampling. However, for a serious investigation a dataset spanning at least 1 year is needed to determine if there are identical or similar (with respect to geographical position and altitude) catchment areas for Mareza and Vranjske Njive springs.

The water sample from Morača river at Duga has significantly lower isotope ratios than the Morača river at Lekići, demonstrating the confluence of water with significantly higher isotope ratios into the Morača upstream of Lekići. This reflects the influence of river Zeta, which also contains the surficial outflow of Slano lake and thus isotopically enriched waters in late summer and autumn, as shown by its isotope pattern at Vransjke Njive, which has an almost identical value in  $d18O$  and a slightly higher value in  $d2H$ . As the Zeta river in average accounts to slightly more than 50 % of the downstream Morača river (VOCG, 2001) and assuming the analyzed water samples being representative, this either means that after the confluence there must exist considerable further confluence of rivers with elevated water isotope values into the Morača, or a much higher amount of downstream Morača river water coming from the Zeta river at the time of sampling than the average.

## **6. CONCLUSIONS**

First and preliminary results from stable isotope analyses of water samples from various springs, wells, rivers and a lake have been reported to investigate the origin and catchment area of certain springs and to demonstrate the potential of water stable isotope analysis for these investigations. The data proves the presence of Slano lake water in Obošnica spring and absence of (summer) lake water in Glava Zete spring during time of sampling. Concerning Bolje Sestre springs the isotope analyses show similar ratios for the spring samples, the groundwater samples from Grbavci (BG1 and BG2) and the Morača river at Lekići. These results cannot exclude the hypothesis that the Bolje Sestre karst aquifer is partly recharged by the intergranular aquifer of the Morača valley. However, as the presented data only represents a one-time view and as repetitively stated above, a stable isotope investigation of the different sample localities over a period of at least one year is required to obtain a dataset enabling more reliable interpretations.

## **SUMMARY**

For the sustainable preservation of the water quality of springs and wells the catchment area of these water sources need to be known that these areas can be given a protected status. In karst regions the identification of catchment areas of springs can be very difficult, as the water flow to a large extent occurs underground and difficult to assess.

Stable isotope analysis can support identification of catchment areas and origin of water. In the present contribution several examples from central and southern Montenegro are presented, as Montenegro has large karst areas and thus karst phenomena play an important role in hydrology. An example from the Nikšić area indicates the water origin of a karst spring (Obošnica) coming partially from an artificial lake (Slano) belonging to a hydro-electric power station near Nikšić, whereas another spring (Glava Zete) close by the first does not show any such contribution. The water origin of a spring (Mareza) close to the Zeta river and another (Vranjske Njive spring) directly at the bank of the Zeta river can be excluded as coming from the nearby Zeta river water, whereas the water origin of a further spring investigated (Bolje Sestre) needs additional research.

### **Acknowledgments**

Stable isotope analyses by K. Schott are thankfully acknowledged. We thank the ÖAD for partial funding of this study.

### **REZIME**

Da bi se ostvarila održiva zaštita kvaliteta pijaće vode neophodno je poznavati slivove izvorišta, kako bi im se dodijelio status zaštićenih područja. Identifikacija slivova izvora u karstnim regionima može biti veoma težak zadatak, prije svega jer se oticanje voda u velikoj mjeri odvija podzemno.

Analize sadržaja stabilnih izotopa u vodama mogu pomoći u identifikaciji slivnih površina i porijekla vode na izvorištima. S obzirom da Crna Gora ima prostrano razviće karsta gdje karstne pojave imaju značajnu ulogu u hidrologiji, u ovom radu je prezentovano nekoliko primjera sa područja centralne i južne Crne Gore. Primjer sa područja Nikšića je pokazao da voda na karstnom izvoru (Obošnica) potiče iz vještačkog jezera (Slano) koje pripada hidroenergetskom sistemu Nikšićkog polja, dok na drugom izvoru (Glava Zete) koji se nalazi nedaleko nije identifikovan uticaj jezerske vode. Kada su u pitanju izvori Mareze i izvor na Vranjskim Njivama, sprovedene analize isključuju mogućnost da je voda ovih izvora u ispitivanom periodu poticala iz rijeke Zete. U cilju utvrđivanja porijekla voda na izvorištu Bolje Sestre neophodno je sprovesti dodatna ispitivanja.

## REFERENCES

- Clark, I.D. and Fritz, P., 1997: *Environmental Isotopes in Hydrogeology*. Lewis Publishers, Boca Raton, p. 328.
- Dansgaard, W., 1964: *Stable isotopes in precipitation*. Tellus, 16, 436-268.
- Gat, J.R. and Gonfiantini R. (Eds), 1981: *IAEA Technical Report Ser. 210*. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Horacek, M., Radulovic, M., Jancic, D., Wyhlidal, S., Čulafić, G., 2019: *Environmental impact assessment of a planned landfill on a high karst plateau in Southwestern Montenegro to nearby karstic springs (in review)*.
- PLTWSM, 2016: *Review and update of "Projection of long-term water supply in Montenegro"*. Government of Montenegro, Ministry of Sustainable Development and Tourism & AMPLITUDO DOO, Podgorica.
- Radojević, D., Dević, N., Blečić M., 2007: *Izveštaj o izvedenim radovima i rezultatima probnog crpljenja na izvedenim istražno-eksplatacionim bušotinama na izvoristu Bolje sestre (Malo blato, Skadarsko jezero)*. Fondovska dokumentacija, JU Zavod za geološka istraživanja, Podgorica.
- Radulović, M., Radulović, M. M., Sretenović, A., 2006: *Elaborat o izvedenim hidrogeološkim istraživanjima šire okoline izvorišta Bolje sestre*. Fondovska dokumentacija, Geoprojekt, Podgorica.
- Radulovic, M., Wyhlidal, S., Horacek, M., 2019: *Potential threat of new public landfill on tap water sources in southwestern Montenegro*. EGU 2019, Geophysical Research Abstracts, 21, Vienna.
- Reischer, M., Bichler, B., Spötl, C., Höfer-Öllinger, G., Wyhlidal, S., 2015: *Karst hydrogeology of the Untersberg massif and its interaction with the porous aquifer in the adjacent Salzburg Basin*. Austrian Journal of Earth Sciences, 108/2, 68-81.
- Stevanović, Z., Balatov, A., Petrović, B., 2007: *Elaborat o izvoristu Bolje sestre – rezultati dopunskih hidrogeoloških istraživanja izvorišta Bolje sestre (Malo Blato, Skadarsko jezero)*. Fondovska dokumentacija, IK Consulting Engineers, Beograd.
- Stevanović, Z., Radulović, M., Puri, S., Radulović, M. M., 2008: *Karstno izvorište „Bolje sestre“ – optimalno rešenje regionalnog vodosnabdjevanja Crnogorskog primorja*. Srpska akademija nauke i umjetnosti, Beograd.
- Vlahović, V., 1975: *Kras Nikšičkog polja i njegova hidrogeologija*. Društvo za nauku i umjetnost Crne Gore, Titograd, p. 205.
- VOCG, 2001: *Vodoprivredna osnova Crne Gore*. Vlada Crne Gore, Podgorica, p. 489.





*Dragan S. Radulović<sup>1</sup>, Ljubiša Andrić<sup>2</sup>, Marija Marković<sup>3</sup>, Darko Božović<sup>4</sup>*

## **MOGUĆNOST GRAVITACIJSKE KONCENTRACIJE BOGATE Pb-Zn RUDE IZ RUDNIKA „GROT“-KRIVA FEJA KOD VRANJA**

### **Apstrakt:**

U rudnom telu rudnika „Grot“-Kriva Feja kod Vranja, povremeno se pojavljuje ruda sa veoma visokim sadržajem minerala olova (Pb) i cinka (Zn). Iz ovakve rude je zbog visokog sadržaja metaličnih minerala 85-90 %, praktično nemoguće dobiti koncentrate K/Pb i K/Zn, postupkom flotacijske koncentracije, koji je osnovni definisani postupak dobijanja koncentrata u ovom rudniku. U radu je prikazano ispitivanje mogućnosti dobijanja koncentrata K/Pb i K/Zn postupkom gravitacijske koncentracije, sitnih klasa na klatnom stolu Wilfley. U radu su detaljno opisani način pripreme rude, eksperimentalni uslovi i sam postupak izvođenja opita gravitacijske koncentracije.

**Ključne reči:** *bogata Pb-Zn ruda, gravitacijska koncentracija, klatni sto*

## **POSSIBILITY OF GRAVITY CONCENTRATION OF RICH Pb-Zn ORE FROM “GROT” MINE – KRIVA FEJA NEAR VRANJE**

### **Abstract:**

In the ore body of the “Grot” mine - Kriva Feja near Vranje, occasionally appears an ore with a very high content of lead (Pb) and zinc (Zn) minerals. Due to the high content of metallic minerals of 85-90 %, it is practically impossible to obtain K/Pb and K/Zn concentrates from such an ore by the method of flotation concentration, which is the basic defined procedure for obtaining concentrates in this mine. The possibility of obtaining K/Pb and K/Zn concentrates by gravity concentration, of fine classes on a Wilfley shaking table, is given in the present paper. Detailed describes of the method of ore preparation, the experimental conditions and the procedure for performing the gravity concentration test is given.

**Keywords:** *Pb-Zn rich ore, gravity concentration, shaking table*

---

<sup>1</sup> *Dr, viši naučni saradnik, ITNMS -Beogra, Srbija, d.radulovic@itnms.ac.rs*

<sup>2</sup> *Prof dr; naučni savetnik, ITNMS -Beograd, Srbija, lj.andric@itnms.ac.rs*

<sup>3</sup> *Dipl. ing., istraživač saradnik, ITNMS -Beograd, Srbija, m.markovic@itnms.ac.rs*

<sup>4</sup> *Dr, naučni saradnik, Zavod za geološka istraživanja Podgorica, bozovic.d@geozavod.co.me*

## UVOD

Svetska rudarska proizvodnja olova u 2016. godini je bila na nivou od 4,82 miliona tona, dok se procenjuje da se iz sekundarnih izvora dobija još između 6-7 miliona tona (u SAD-u oko 80% olova se dobija iz sekundarnih izvora, a u Evropi oko 60%). Rudarska proizvodnja cinka 2016. godine je bila na nivou od 12,7 miliona tona, dok se procenjuje da je iz sekundarnih izvora dobijeno još oko milion tona cinka (www.ilzsg.org.). Pojava bogatih ruda kod kojih je sadržaj metaličnih minerala zbirno na nivou od 85-90 %, nije česta ni kod nas ni u svetu (Ilić, 1978; Tućan, 1957; Babić, 2003; William, 2011).

Baš zbog niskog sadržaja obojenih metala u njihovim rudama širom sveta osmišljen je i patentiran postupak selektivne flotacije minerala obojenih metala (Bragg, 1923) kao postupak kojim je moguće iz siromašnih ruda dobiti koncentrate sa visokim sadržajem metala kako to zahteva metalurgija. Masovna eksploatacija rude (sa velikim kapacitetima prerade) i primena flotacijske koncentracije kao postupka pripreme, omogućili su dobijanje komercijalnih koncentrata obojenih metala iz relativno siromašnih ležišta (Pavlica i Drašković, 1996; Carr, 1994; Tagart, 1960; Lovell, 1976; Gaudin; 1957, Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b).

Međutim za rude sa povećanim sadržajem metaličnih minerala (zbirno od 85-90 % minerala Pb i Zn), nije moguće uspešno primeniti postupak flotiranja jer bi masa koju bi trebalo isflotirati trebala da bude na nivou od 90% (Manojlović-Gifing, 1969, 1989; Salatić, 1985; Čalić, 1990; Milošević, 1994; Vučinić and Radulović, 2016). U ovim uslovima (sa bogatom rudom) izvođenje uspešnog postupka flotacije nije moguća iz sledećih razloga:

- zbog velikog sadržaja i mase metaličnih minerala u ulaznoj rudi nije moguće isflotirati njihov najveći deo u zasebne koncentrate (odnosno nije moguće da se svi korisni minerali isflotiraju i da ćelija ostane „prazna“);
- zbog nemogućnosti separacije najvećeg dela korisnih minerala u koncentrate postupkom flotiranja, njihov veliki udeo odlazi u jalovinu i na taj način postupak pripreme postaje tehnološki i ekonomski neuspešan.

Postupak gravitacijske koncentracije kao jedan od najstarijih načina koncentracije koji se primenjuje prilikom procesa pripreme rude, koristi se kao dopuna postupaka flotacijske koncentracije. Naime kod veoma siromašnih Pb-Zn ruda ukoliko strukturno-teksturne osobine rude to dozvoljavaju, odnosno ako metalični minerali nisu intimno srasli sa mineralima jalovine, moguće je primeniti postupak gravitacijske pretkoncentracije da bi se odbacio deo krupno komadaste jalovine i smanjila količina rude koja odlazi u postupak mlevenja i flotiranja. Na ovaj način se povećava efikasnost postuka i smanjuju se svi troškovi pripreme rude (transporta i manipulacije sa rudom, mlevenja, potrošnja vode, utroška reagenasa itd.) (Pavlica i Drašković, 1996; Carr, 1994; Tagart, 1960; Lovell, 1976; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990).

Rudnik Pb-Zn „Grot“ - Kriva Feja, Vranje, bavi se eksploatacijom Pb-Zn rude, od 1974. godine. Tehnološka šema postupka pripreme i koncentracije rude je

osmišljena i definisana posle detaljnih ispitivanja obavljenih na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu i Rudarskom Institutu Zemun. Prema Glavnom Tehnološkom projektu koncentracija rude iz 1970. godine postrojenje za preradu je projektovano za sledeće polazne parametre:

- celokupno postrojenje za preradu Pb-Zn rude je projektovano za kapacitet od 300.000 t/god;
- sadržaja korisnih metala u obliku sulfida u ulaznoj rudi Pb + Zn je zbirno oko 10%;
- separacija sulfidnih minerala Pb i Zn u zasebne proizvode se izvodi postupkom flotacijske koncentracije;
- sadržaj vlage (vode) u ulaznoj rudi je od 3,5 %.

Tokom vremena eksploatacije koja traje duže od četrdeset godina polazni parametri rude su se dosta izmenili, pre svega polazna ruda koja se sada eksploatiše je sa daleko manjim sadržajem metaličnih minerala zbirno (Pb+Zn), oko i ispod 5 %. U rudi su prisutni, pored sulfidnih, i oksidni minerali Pb i Zn. Pored toga što je zbirni srednji sadržaj metala u ulaznoj rudi pao ispod 5 %, povremeno se u ležištu pojavljuje veoma bogata ruda, sa veoma visokim sadržajem metaličnih minerala. Pojava ovakve bogate rude sama po sebi predstavlja problem, jer tehnološki proces pripreme i prerade rude koji je definisan u pogonu za flotaciju „Grot“ nije prilagođen za ovakvu vrstu rude (Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018). Iz tih razloga više puta u pređašnjem periodu se dešavalo, da veći deo metala iz tako bogate rude završi u jalovini na jalovištu, odnosno ne izdvoji se u korisne proizvode - koncentrate koji odlaze u metalurgiju. Da bi se sagledale i procenile mogućnosti pripreme ovakve rude, predstavnici „Rudnika-Grot“ su u ITNMS dostavili uzorak mase 100 kg, na kome je obavljena fizičko-hemijska i mineraloška karakterizacija (Ilić, 1978; Milosavljević, 1985). Posle homogenizacije na polaznom uzorku određen je hemijski sastava rude, kao i mineraloški sastav pregledom pod mikroskopom i XRD analizom.

Tehnološkim ispitivanjima koja su prikazana u ovom radu ispitivana je mogućnost separacije bogate Pb-Zn rude postupkom gravitacijske koncentracije u zasebne proizvode koji su komercijalnog kvaliteta (Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018).

Postupkom pripreme rude treba da se dobiju koncentracije sledećih performansi (Pavlica i Drašković, 1996):

-K/Pb (koncentrat olova) treba da bude sa sadržajem Pb od 70%; Au i Ag plativo prema sadržaju u K/Pb; u K/Pb sadržaj Zn ne bi trebao da prelazi 6 %; sadržaj Bi u K/Pb do 2.000 g/t se penalizira preko se plaća; sadržaj Cu u K/Pb do 1,3 % se ne plaća preko se plaća umanjeno za 1,3 %; As i Sb su štetni sastojci u K/Pb i njihov pojedinačni max sadržaj je 0,3 %; max. sadržaj SiO<sub>2</sub> u K/Pb je do 5 %;

-K/Zn (koncentrat cinka) sa sadržajem Zn od 48 % (minimalno u K/Zn ne bi smeo sadržaj Zn da bude ispod 42%) dok se posebno bonifikuju koncentracije sa preko 50 % Zn; max. dozvoljeni sadržaj Fe u K/Zn može da bude do 13 %;

-prisustvo Cd u K/Zn je povoljno i plaća se preko 2.000 g/t; plemeniti

metali povećavaju vrednost K/Zn zahtev da ima preko 3g/t Au; As i Sb su štetni sastojci u K/Zn i njihov pojedinačni max sadržaj je 0,3 %; max. sadržaj SiO<sub>2</sub> u K/Zn je do 5%.

## 1. EKSPERIMENTALNI RAD

Iz polaznog uzorka „Grot 2-1“uzet je polazni reprezentativni uzorak za određivanje fizičko-hemijske i mineraloške karakterizacije.

### 1.1. FIZIČKO-HEMIJSKA KARAKTERIZACIJA UZORKA

Na polaznom uzorku iz koga je uzet reprezentativni uzorak rude je urađena hemijska, mineraloška analiza i određivanje granulno-sastava, polaznog uzorka. Takođe je urađena i XRD analiza polaznog uzorka rude da bi se utvrdilo u kom mineralnom obliku se nalaze rudni minerali i minerali jalovine.

#### 1.1.1. Fizička karakterizacija uzorka

Fizičkom karakterizacijom uzorka određena je gruba vlaga u polaznom uzorku, granulometrijski sastav polaznog uzorka i XRD analiza.

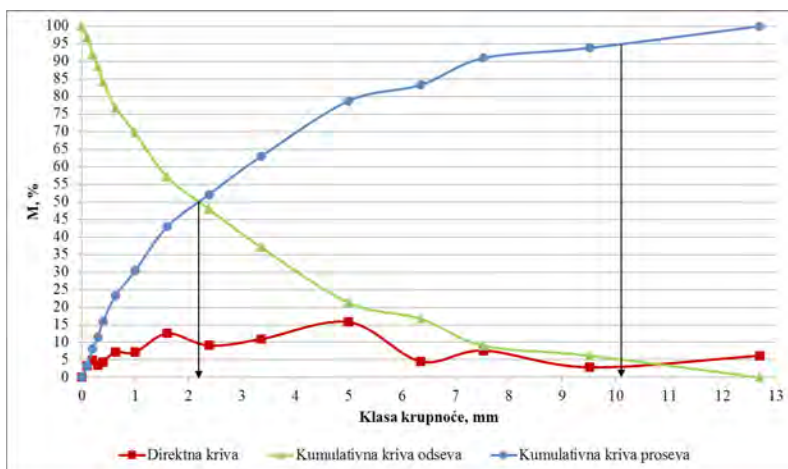
Određivanje grube vlage je obavljeno na dva uzorka sušenjem na sobnoj temperaturi u vremenu trajnja od 24 h. Sadržaj grube vlage koji je određen predstavlja srednju vrednost oba merenja i on je bio mali (W= 0,12%), odnosno celokupan uzorak Pb-Zn rude koji je dopremljen je praktično bio suv.

Tabela 1. Granulo-sastav uzorka polazne rude „Grot-2-1“

Klasa krupnoće, mm	M, %	↓Σ M, %	↑Σ M, %
+ 9,52	6,17	6,17	100,00
- 9,52 + 7,35	2,89	9,06	93,83
- 7,35 + 6,35	7,65	16,71	90,94
- 6,35 + 5,00	4,56	21,27	83,29
- 5,00 + 3,36	15,77	37,04	78,73
- 3,36 + 2,38	10,91	47,95	62,96
- 2,38 + 1,60	9,11	57,06	52,05
- 1,60 + 1,00	12,53	69,59	42,94
- 1,00 + 0,63	7,18	76,77	30,41
- 0,63 + 0,4	7,25	84,02	23,23
- 0,4 + 0,30	4,42	88,44	15,98
- 0,3 + 0,20	3,41	91,85	11,56
- 0,2 + 0,1	4,89	96,74	8,15
-0,1 + 0,00	3,26	100,00	3,26
Ulaz	100,00		

Određivan je granulometrijski sastav polaznog uzorka rude. Takođe je urađen i granulometrijski sastav usitnjenog uzorka rude posle usitnjavanja na krupnoću -2 mm na kome je posle prosejavanja izvršen mineraloški pregled na svakoj klasi krupnoće, radi provere stepena oslobođenosti minerala.

Granulometrijski sastav polaznog uzorka rude „Grot 2-1“ je određivan standardnim metodama prosejavanja na Tyler-ovoj seriji sita (Milosavljević, 1985). Svi otsevi sita zajedno sa prosevom poslednjeg sita su izmereni, podaci su sređeni i prikazani u obliku tabele 1. Na osnovu podataka iz tabela urađeni su dijagrami granulometrijskog sastava prikazani na slici 1.



Slika 1. Granulometrijski sastav polaznog uzorka rude „Grot 2-1“

Sa slike 1 se vidi da je srednji prečnik polaznog uzorka rude „Grot 2-1“  $d_{50}=2,189$  mm, dok je ggk odnosno  $d_{95}=10,127$  mm.

### 1.1.2. Hemijska karakterizacija uzorka

Hemijskom analizom je određen hemijski sastav polaznog uzorka rude „Grot 2-1“ koji je trebalo da pokaže da li je uzorak rude drugačiji po svom hemijskom sastavu od sastava rude na osnovu koga je dato mišljenje o mogućnosti gravitacijske koncentracije rude uzorka „Grot 2“. Hemijski sastav uzorka rude „Grot 2-1“, na kome su obavljena laboratorijska ispitivanja i fizičko-hemijska karakterizacija, određen je i prikazan u tabeli 2. Hemijskom analizom određen je sadržaj Pb, Zn, Cu, Ag, kao glavnih korisnih elemenata i SiO<sub>2</sub> kao glavne komponente koja predstavlja minerale jalovine.

Tabela 2. Hemiski sastav polaznog uzorka rude „Grot 2-1“

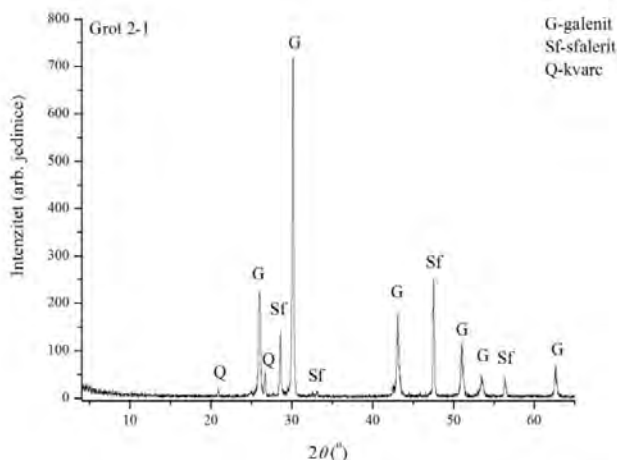
Komp., %	Pb	Zn	Cu	Ag	SiO <sub>2</sub>
% ili ppm	53,98	14,61	0,45	91 ppm	7,12

Hemijska analiza uzorka „Grot 2-1“ je pokazala da se ovaj uzorak značajno razlikuje od uzorka na kome je dato mišljenje o gravitacijskoj koncentraciji „Grot 2“. Naime uzorka „Grot 2-1“ je siromašniji u pogledu sadržaja Pb u odnosu na uzorak „Grot 2“ za preko 4% (sadržaj Pb u uzorku „Grot 2“ je 58,27 %, a uzorku „Grot 2-1“ 53,98%). Što se tiče sadržaja Zn situacija je slična, odnosno uzorka „Grot 2-1“ je siromašniji u pogledu sadržaja Zn u odnosu na uzorak „Grot 2“ za preko 0,6% (sadržaj Zn u uzorku „Grot 2“ je 15,24%, a uzorku „Grot 2-1“ 14,61%).

Što se tiče sadržaja Ag primetno je, da je sadržaj Ag u uzorku „Grot 2-1“ daleko veći nego u uzorku „Grot 2“ preko 60% (sadržaj Ag u uzorku „Grot 2“ je 57,31 g/t rude, a uzorku „Grot 2-1“ 91 g/t rude).

## 1.2. MINERALOŠKA ANALIZA

Mikroskopski pregled je pokazao da su glavni metalični minerali u uzorku galenit i sfalerit, a od minerala jalovine u najvećoj meri kvarc. Rendgenska (XRD) analiza uzorka prikazana na slici 2 je pokazala da su od najzastupljenijih minerala prisutni galenit, sfalerit i kvarc.



Slika 2. Difraktogram uzorka praha rude „Grot 2-1“

Poređenjem difraktograma uzorka rude „Grot 2-1“ (slika 2) sa difraktogramom uzorka „Grot-2“ se vidi prema veličini pikova da je sadržaj korisnih minerala (galenita i sfalerita) manji u uzorku „Grot 2-1“. Obrnuta situacija je vezana za minerale jalovine.

### 1.2.1. Mineraloški pregled sa osobinama pojedinih rudnih minerala

Mineraloški su ponovo pregledane sve klase krupnoće od -5,00 do 0,00 mm, prikazane u tabeli 1. I ovom analizom je potvrđeno da je u klasi krupnoće -2,38 + 1,6 mm došlo do oslobođenosti rudnih minerala od minerala jalovine u obimu od preko 80%. To znači da je ispod ove krupnoće moguće obaviti postupak gravitacijske pretkoncentracije na sitnim klasama (Pavlica i Drašković, 1996; Carr, 1994; Tagart, 1960; Lovell, 1976; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018).

U okviru ovog pregleda dat je prikaz fizičkih osobina minerala prisutnih u rudi „Grot“ koje su bitne za definisanje mogućnosti gravitacijske koncentracije.

Mineraloški Pb-Zn ruda „Grot 2-1“ se sastoji od:  
glavni sulfidni rudni minerali:

- galenit (PbS)  $\gamma = 7,2-7,6 \text{ g/cm}^3$
- sfalerit (ZnS)  $\gamma = 3,9-4,1 \text{ g/cm}^3$  i
- halkopirit (CuFeS<sub>2</sub>)  $\gamma = 4,1 \text{ g/cm}^3$

a od minerala jalovine je prisutan:

- kvarc-SiO<sub>2</sub>,  $\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$ .

Mineraloško-hemijska racionalna analiza prisutnih metaličnih minerala u rudi „Grot 2-1“

galenit (PbS)	62,33%
sfalerit (ZnS)	22,81%
halkopirit (CuFeS <sub>2</sub> )	1,32%
$\Sigma$	86,46%

### 1.3. EKSPERIMENTALNI USLOVI ZA IZVOĐENJE OPITA

Da bi eksperimentalni postupak gravitacijske koncentracije na uzorku rude „Grot 2-1“ bio uspešan, sagledano je i usaglašeno nekoliko bitnih uslova i principa:

- Pre svih ispoštovani su svi teorijski principi, osnove i znanja iz oblasti gravitacijske koncentracije, a kao najvažnija iz segmenta gravitacijske koncentracije sitnih klasa (Pavlica i Drašković, 1996; Carr, 1994; Tagart, 1960; Lovell, 1976; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018).
- Sabrana su i analizirana sva iskustva iz prethodnih ispitivanja gravitacijske koncentracije i pretkoncentracije obavljene u ITNMS-u, na različitim rudama, a prvestveno na sličnim mineralnim sirovinama kao što je pre svih ruda fluorita iz ležišta „Ravnaja“-Krupanj koja sadrži značajne količine Pb-Zn minerala.
- Sagledane su sve mineraloške osobine rude pre svih njene strukturno teksturne osobine, stepen sraslosti odnosno oslobođenosti, kao i druge fizičke osobine koje su važne za gravitacijsku koncentraciju (William, 2011; Chang et al., 1996).

- Na osnovu mineralnog sastava i osobina pojedinih minerala usaglašeno je određivanje kriterijuma koncentracije na osnovu koga se izvode eksperimentalna ispitivanja (Tagart, 1960; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018).
- Izvršeno je određivanje ukupnog broja klasa krupnoće kao i njihov raspon na kojima se može izvoditi postupak gravitacijske koncentracije.
- Prema svim prethodno nabrojanim parametrima izvršen je izbor optimalnog uređaja za izvođenje eksperimentalnih ispitivanja postupka gravitacijske koncentracije rude „Grot 2-1“ (Tagart, 1960; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018).

### 1.3.1. Kriterijum koncentracije za izvođenje opita

Kriterijum koncentracije je parametar koji definiše mogućnost uspešnog izvođenja postupka gravitacijske koncentracije u vodi. Uspešno izvođenje postupka gravitacijske koncentracije, odnosno razdvajanja dva minerala u zasebne proizvode se može izvoditi ukoliko je kriterijum koncentracije veći od 1,5 ( $\zeta > 1,5$ ) (Tagart, 1960; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018). Kako je u uzorku „Grot-2“ sadržaj metaličnih minerala bio 92,4% (odnosno sadržaj minerala jalovine nešto preko 7%), to se postupak separacije svodio na dobijanje dva proizvoda  $\Delta T$  i  $\Delta M$ , odnosno razdvajanje celokupne rude na dve frakcije od kojih  $\Delta_T$  koncentrat galenita i  $\Delta M$  koncentrat sfalerita. Međutim, kako uzorak rude „Grot 2-1“ ima „samo“ nešto preko 86% metaličnih minerala to se mora voditi računa i o mineralma jalovine odnosno mora se obaviti postupak gravitacijske koncentracije tako da se dobije  $\Delta_L$  - frakcija u kojoj će po sadržaju preovlađivati minerali jalovine. Tako da se onda kriterijum koncentracije može određivati za dva mineralna sistema separacije:

1. Razdvajanje u mineralnom sistemu galenit-sfalerit kada se kriterijum koncentracije za gravitacijsku separaciju ova dva minerala u tankom sloju vode računa po formuli:

$$\zeta_1 = \frac{Y_{PbS} - Y_{H_2O}}{Y_{ZnS} - Y_{H_2O}} = \frac{6,5}{3,1} = 2,097 \approx 2,1 \quad (1)$$

2. Razdvajanje u mineralnom sistemu sfalerit-kvarc kada se kriterijum koncentracije za gravitacijsku separaciju ova dva minerala u tankom sloju vode računa po formuli:

$$\zeta_1 = \frac{Y_{ZnS} - Y_{H_2O}}{Y_{SiO_2} - Y_{H_2O}} = \frac{3,1}{1,65} = 1,879 \approx 1,9 \quad (2)$$

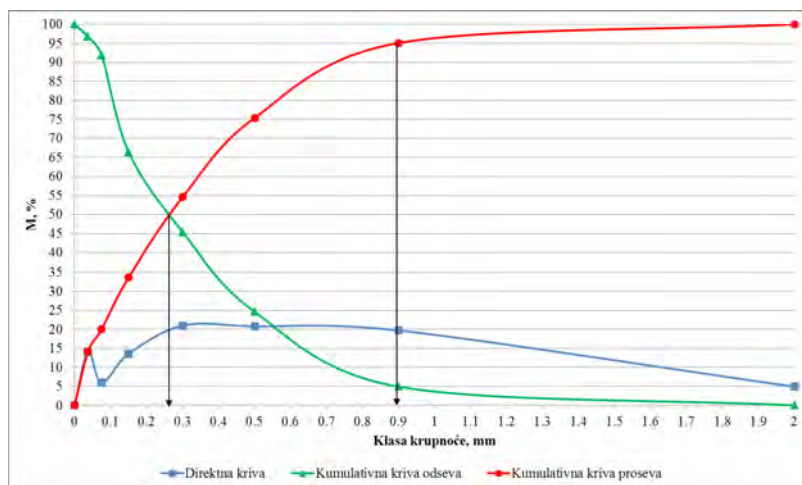
Kako su i jedan i drugi kriterijum koncentracije ( $\zeta_1 = 2,1$  i  $\zeta_2 = 1,9$ ) veći od teorijske vrednosti kriterijuma koncentracije  $\zeta > 1,5$  potrebne za uspešno razdvajanje dva minerala, to se usvaja za izvođenje eksperimenta da kriterijum koncentracije bude 2.

### 1.3.2. Klase krupnoće za izvođenje opita gravitacijske koncentracije

Klase krupnoće na kojima se vrši postupak gravitacijske koncentracije određuju se na osnovu mineraloških osobina rude, strukturno-teksturnih osobina, stepena sraslosti odnosno oslobođenosti i kriterijuma koncentracije (William, 2011; Chang et al., 1996; Tagart, 1960; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018). Kako je pregledom pod mikroskopom utvrđeno da je ispod krupnoće -2,38 mm, u uzroku „Grot 2-1“ 80% minerala slobodno, to je odlučeno da se postupak gravitacijske koncentracije izvodi na sirovini usitnjenoj ispod 2 mm, odnosno -2 mm. Klase krupnoće za postupak gravitacijske koncentracije su isklasirane postupkom mokrog prosejavanja na sledećih 7 klasa krupnoće: -2 + 0,9 mm; -0,9 + 0,5 mm; -0,5 + 0,3 mm; -0,3 + 0,15 mm; -0,15 + 0,075 mm; -0,075 + 0,037 mm; -0,037 + 0,00 mm.

Posle mokrog prosejavanja uzorka rude „Grot 2-1“ na sedam klasa, određen je granulometrijski sastav uzorka rude „Grot 2-1“. Ovih sedam klasa krupnoće predstavljaju polazne uzorke za postupak gravitacijske koncentracije.

Granulometrijski sastav usitnjenog uzorka „Grot 2-1“ je određen tako što su svi otsevi sita zajedno sa prosevom poslednjeg sita izmereni, podaci su sređeni i prikazani u obliku tabeli 3. Na osnovu podataka iz tabela nacrtani su dijagrami granulometrijskog sastava prikazani na slici 3.



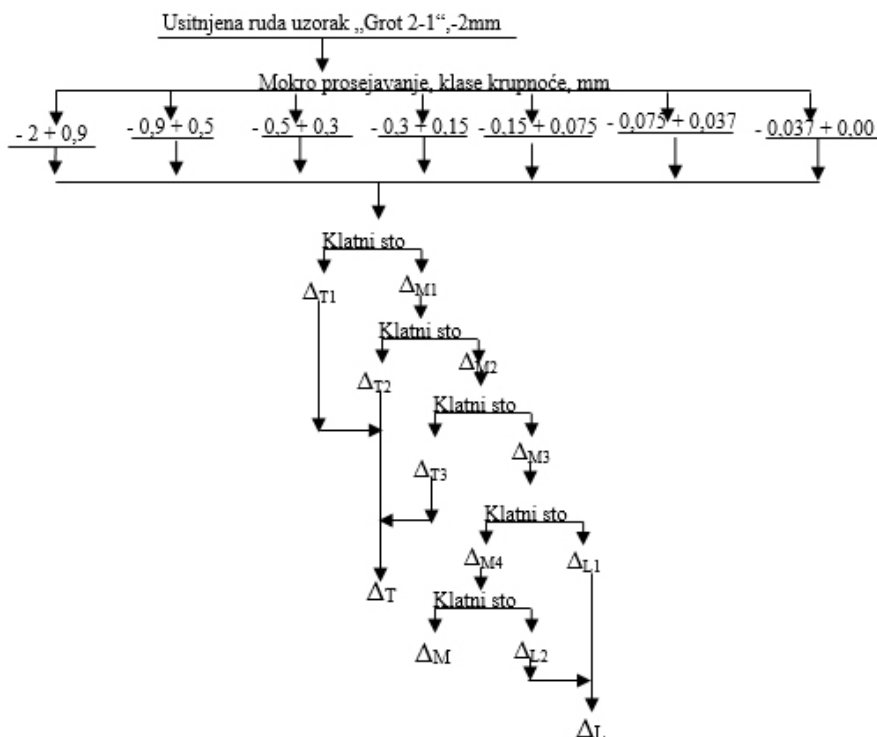
Slika 3. Granulometrijski sastav uzorka rude „Grot 2-1“ za gravitacijsku koncentraciju

Sa slike 3 se vidi da polazni usitnjeni uzorak rude „Grot 2-1“ za gravitacijsku koncentraciju ima srednji prečnik zrna  $d_{50}=0,262$  mm, dok je ggk uzorka rude za gravitacijsku koncentraciju  $d_{95}=0,898$  mm.

Tabela 3. Granulo-sastav uzorka rude „Grot-2-1“ za gravitacijsku koncentraciju

Klasa krupnoće, mm	M, %	↓Σ M, %	↑Σ M, %
- 2,0 + 0,90	4.92	4.92	100,00
- 0,90 + 0,50	19.7	24.62	95.08
- 0,50 + 0,30	20.79	45.41	75.38
- 0,30 + 0,15	20.97	66.38	54.59
- 0,15 + 0,075	13.56	91.85	33.62
- 0,075 + 0,037	5.95	96.74	20.06
- 0,037 + 0,00	14.11	100,00	14.11
Ulaz	100,00		

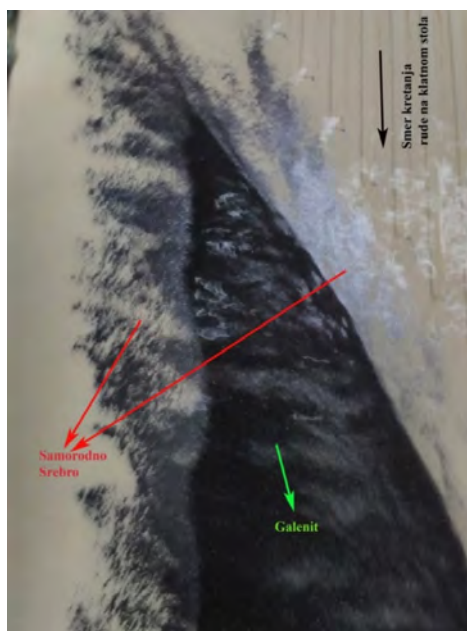
Iz tabele 3 se vidi da iako je uzorak usitnjavan na krupnoću - 2 mm, veliki je udeo najsitnije klase - 0,037 + 0,00 mm, zbog velikog sadržaja galenita u rudi koji je i najmekši mineral u ovoj paragenezi i najlakše se usitnjava i prelazi u najsitnije klase o čemu se mora voditi računa.



Slika 4. Pisana šema pripreme i separacije Pb-Zn rude uzorak „Grot 2-1“, postupkom gravitacijske koncentracije

### 1.3.3. Izbor uređaja za izvođenje ispitivanja gravitacijske koncentracije

Odlučeno je da se gravitacijska koncentracija pojedinačnih klasa krupnoće obavi na klatnom stolu Wilfley 13. Wilfley klatni stolovi su se pokazali u eksploataciji kao veoma dobri uređaji za gravitacijsku koncentraciju sitnih klasa u tankom sloju vode (Tagart, 1960; Gaudin, 1957; Lešić i Marković, 1968; Weis, 1985a,b; Čalić, 1990; Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018). Iz iskustva i na osnovu teorijskih principa je odlučeno da se postupak gravitacijske koncentracije obavi tako da se definitivni proizvodi ( $\Delta_T$ ,  $\Delta_M$ ,  $\Delta_L$ ) dobijaju posle trostrukog prečišćavanja (Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018). Pisana šema pripreme uzoraka i načina izvođenja opita data je na slici 4.



Slika 5. Prikaz trake galenite i samorodnog srebra na klatnom stolu (Radulović i Andrić, 2017; Radulović, 2018)

Prilikom izvođenja postupka gravitacijske koncentracije, uočeno je da se od klase - 0,9 + 0,5 mm, pa zatim i u svim sledećim klasama, na klatnom stolu pojavljuje traka minerala iznad trake galenita (minerali sa većom specifičnom masom od specifične mase galenita). Pošto je prema mineralnom sastavu samo samorodno srebro sa većom specifičnom masom od galenita odnosno  $\gamma_{\text{pbS}} = 7,2 - 7,6 \text{ g/cm}^3$ , dok je  $\gamma_{\text{Ag}} = 10,5 \text{ g/cm}^3$ , to smo zaključili da ova traka mineral pripada samorodnom srebru. Prisustvo ove trake i u svim ostalim finijim klasama krupnoće, govori da bi se ovaj proizvod mogao izdvojiti na klatnom stolu kao definitivni. Mineraloški je potvrđeno da su dimenzije jedinične ćelije galenita u uzorku rude “Grot 2-1”, skoro po veličini i zapremini identične sa teorijskim dimenzijama jedinične ćelije.

U slučaju kada se atom srebra nalazi u kristalnoj rešetki galenita, dimenzije jedinične ćelije su manje od teorijskih vrednosti za čist galenit. Činjenica da je galenit u uzorku rude "Grot 2-1" isti kao teorijski čist galenit, nam govori da je srebro slobodno i van rešetke galenita, odnosno da je samorodno. Izgled srebrene trake na klatnom stolu prikazan je na slici 5.

Svi proizvodi dobijeni u postupku gravitacijske koncentracije su osušeni, izmerene su im mase i dati su uzorci na hemijsku analizu. Posle dobijenih rezultata hemijske analize, formiran je tovarni bilans u kome su prikazani sadržaji i iskorišćenja za sve dobijene proizvode. Tovarni bilans je prikazan u tabeli 4.

## **ZAKLJUČAK DOBIJENIH REZULTATA GRAVITACIJSKE KONCENTRACIJE**

Mineraloške osobine samog uzorka, strukturno teksturne karakteristike kao i stepen sraslosti odnosno oslobođenosti minerala, kao i visok sadržaj metaličnih minerala u uzorku „Grot 2-1“ su u velikoj meri odredili način izvođenja postupka gravitacijske koncentracije. Ruda za postupak gravitacijske koncentracije je trebalo da bude usitnjena na optimalnu krupnoću - 2,00 mm. Visok sadržaja galenita u uzorku, maseno preko 62 % (kao najmekšeg minerala u rudnoj paragenezi), uslovio je da usitnjavanjem uzorka na krupnoću - 2 mm, sadržaja klase - 0,037 + 0,00 mm u usitnjenom uzorku bude preko 14 %. O činjenici, da je galenit najmekši mineral i da stoga zbog visokog sadržaja u rudi, vrlo lako prelazi u najsitnije klase, treba stalno voditi računa.

Iz dobijenih rezultata prikazanih u tabeli 4 može se uočiti da je došlo do uspešne separacije pojedinih minerala u zasebne proizvode po klasama krupnoće koje su određene po kriterijumu koncentracije. Ova činjenica pokazuje da su usvojeni parametri gravitacijske koncentracije dobro odabrani i primenjeni tokom eksperimentalnih ispitivanja.

Što se tiče pojedinih proizvoda, iz tabele 4 se vidi da su rezultati vezani za odvajanje minerala Pb - galenita u koncentrat galenita ( $\Delta_T$  frakciji) i srebra u koncentratu galenita ( $\Delta_T$  frakciji) i koncentratu sfalerita ( $\Delta_M$  frakciji) izuzetno dobri. Što se tiče kvaliteta koncentrata galenita ( $\Delta_T$  frakcije) i sfalerita ( $\Delta_M$  frakcije) može se reći da su dobijeni proizvodi tržišnog kvaliteta. Naime, sadržaj Pb u  $\Delta_T$  frakciji se kreće od 75,26 % do 83,74 % odnosno zbirno za celu frakciju 78,49 % Pb. Sadržaj Zn u koncentratu galenita se kreće od 1,31 do 6,53 %, zbirno u odnosu na celu  $\Delta_T$  frakciju sadržaj Zn je 4,21 %. Sve ovo govori da je komercijalni koncentrat galenita dobijen uspešnom separacijom od ostalih minerala, sa visokim kvalitetom i iskorišćenjem.

Tabela 4. Bilans Gravitacijske koncentracije rude Grot uzorak 2-1

Klasa krupnoće, mm	Proizvodi	M, %	Pb, %	Zn, %	Ag, g/t	IPb, %	IZn, %	IAg, %
-2 + 0,9	ΔT	2,93	75,26	5,87	165,80	4,06	1,32	4,81
	ΔM	1,29	17,48	43,37	88,69	0,42	4,28	1,13
	ΔL	0,70	6,72	18,28	15,79	0,08	0,98	0,11
	U odnosu na ulaz	4,92	50,36	17,47	124,24	4,56	6,58	6,05
-0,9 + 0,5	ΔT	11,87	79,41	3,39	176,65	17,36	3,08	20,75
	ΔM	5,58	12,94	47,28	54,83	1,33	20,21	3,03
	ΔL	2,25	2,06	7,32	10,02	0,09	1,26	0,22
	U odnosu na ulaz	19,70	51,75	16,27	123,11	18,78	24,55	24,00
-0,5+0,3	ΔT	14,95	75,49	6,53	129,60	20,79	7,48	19,17
	ΔM	4,21	6,89	49,90	34,93	0,53	16,09	1,46
	ΔL	1,63	1,69	7,98	11,04	0,05	1,00	0,18
	U odnosu na ulaz	20,79	55,81	15,43	101,13	21,37	24,57	20,81
-0,3+0,15	ΔT	15,92	76,44	5,22	121,41	22,42	6,36	19,13
	ΔM	3,71	6,43	41,55	31,88	0,44	11,80	1,17
	ΔL	1,34	1,12	5,29	14,98	0,03	0,54	0,20
	U odnosu na ulaz	20,97	59,24	11,65	98,77	22,89	18,70	20,50
-0,15+0,075	ΔT	10,07	83,74	1,31	122,57	15,53	1,01	12,21
	ΔM	2,50	6,88	48,05	23,92	0,32	9,20	0,59
	ΔL	0,99	1,53	11,76	4,97	0,03	0,89	0,05
	U odnosu na ulaz	13,56	63,57	10,69	95,80	15,88	11,10	12,85
-0,075+0,037	ΔT	3,98	83,05	1,70	134,21	6,09	0,52	5,29
	ΔM	1,31	11,27	38,54	40,93	0,27	3,87	0,53
	ΔL	0,66	2,15	18,57	12,07	0,03	0,94	0,08
	U odnosu na ulaz	5,95	58,27	11,68	100,12	6,39	5,33	5,90
-0,037+0,00	ΔT	3,11	80,39	2,09	139,81	4,60	0,50	4,30
	ΔM	5,80	49,78	11,37	94,80	5,32	5,05	5,44
	ΔL+Mulj	5,20	2,09	9,10	2,97	0,20	3,62	0,15
	U odnosu na ulaz	14,11	38,95	8,49	70,88	10,12	9,17	9,89
	ΣΔT	62,83	78,49	4,21	137,77	90,87	20,27	85,66
	ΣΔM -2,0+0,037	18,60	9,65	45,95	42,96	3,31	65,45	7,91
	ΔM- 0,037+0,00	5,80	49,78	11,37	94,80	5,32	5,05	5,44
	ΣΔL+Mulj	12,77	2,14	9,19	7,83	0,50	9,23	0,99
Ulaz		100,00	54,28	13,06	101,05	100,00	100,00	100,00

Sadržaj sfalerita u  $\Delta_M$  frakciji se kreće od 38,54 do 49,90 %, odnosno zbirno 45,95 % Zn. Koncentrat galenita je uspešno dobijen u svim klasama krupnoće osim u najsitnijoj ( $- 0,037 + 0,00$  mm), tako koncentrat sfalerita  $\Delta_M$  frakcija, nije odgovarajućeg kvaliteta u klasi  $- 0,037 + 0,00$  mm, i  $\Delta_M$  frakcija ove klase se ne može spojiti sa  $\Delta_M$  frakcijom ostalih klasa. Sadržaj Pb u koncentratu sfalerita ( $\Delta_M$  frakciji) se kreće od 6,43 do 17,48 %, odnosno zbirno na celu  $\Delta_M$  frakciju, koja predstavlja definitivni koncentrat sfalerita, sadržaj Pb je 9,65 %.

Što se tiče iskorišćenja u postupku gravitacijske koncentracije sitnih klasa u tankom sloju vode na klatnom stolu, Pb u koncentratu galenita ( $\Delta_T$  frakciji) iznosi zbirno 90,87 %, dok je iskorišćenje srebra u  $\Delta_T$  i  $\Delta_M$  frakciji zbirno oko 93,57 %. Iskorišćenje sfalerita je unekoliko lošije nego kod galenita i srebra. Zbog visokog masenog učešća galenita u rudi i samim tim visokog masenog učešća koncentrata galenita u ulaznoj rudi od 62,83 %, i pored niskog sadržaja Zn u koncentratu galenita (4,21 %), iskorišćenje Zn u koncentratu Pb je preko 20 %. I pored visokog sadržaja Pb u koncentratu sfalerita od 9,65 %, iskorišćenje Pb u koncentratu sfalerita je relativno nisko 3,31 %, zbog malog masenog učešća koncentrata sfalerita u ulazu. Što se tiče  $\Delta_L$  frakcije koja je trebala da predstavlja jalovinu postupka gravitacijske koncentracije na klatnom stolu ona je maseno relativno mala i iznosi 12,77 % zajedno sa muljem.

Sadržaj Pb u ovom proizvodu se kreće od 1,12 do 6,72 % u zavisnosti od klase krupnoće, dok je u celokupnom proizvodu ( $\Delta_L$  frakciji) sadržaj olova 2,14 %. Zbog toga je i gubitak Pb u ovom proizvodu nizak i kreće se na nivou od 0,5%. Sadržaj srebra u jalovini ( $\Delta_L$  frakciji) se kreće od 2,97 g/t u najsitnijoj klasi do 15,79 g/t u najkrupnijoj klasi. Pošto je srebro kao najteže uglavnom prešlo u  $\Delta_T$  i  $\Delta_M$  frakciju to je gubitak ovog metala u  $\Delta_L$  frakciji 0,99 %.

Sadržaj Zn u  $\Delta_L$  frakciji se kreće od 5,29 % do preko 18 % u najkrupnijoj klasi i u klasi krupnoće  $-0,075 + 0,037$  mm. Sadržaj Zn u  $\Delta_L$  frakciji u svim klasama krupnoće iznosi 9,19 %. Gubitak sfalerita u ovom proizvodu ( $\Delta_L$  frakciji) za sve klase krupnoće stoga iznosi 9,23 %.

Kako je sadržaj svih metala u ovom proizvodu ( $\Delta_L$  frakciji) značajan to bi trebalo ovaj proizvod posle gravitacijske koncentracije spojiti sa usitnjenom siromašnom rudom (koja sadrži zbirno Pb + Zn oko 5%) rudnika „Grot“ na ulazu u postupak flotacijske koncentracije. Na ovaj način bi se dodatno valorizovala ova bogata ruda i smanjio bi se gubitak korisnih minerala u jalovini postupka gravitacijske koncentracije.

Kako su dobijeni rezultati zadovoljavajući, osim unekoliko vezano za koncentrat Zn, to se može obaviti dodatno ispitivanje, sa većim brojem prečišćavanja koje bi sigurno dovele do boljeg kvaliteta koncentrata i povećanog iskorišćenja Zn u njemu.

Takođe pojava samorodnog srebra u klasama krupnoće ispod  $- 0,9$  mm, navodi na zaključak da bi bilo moguće dobiti još jedan definitivni proizvod, koncentracijom na klatnom stolu. Samorodno srebro dobijeno na ovaj način bi bilo sa visokim kvalitetom i cenom na tržištu plemenitih metala.

## SUMMARY

The mineralogical properties of the sample, the structural and textural characteristics, as well as the degree of maturity and release of minerals, as well as the high content of metallic minerals in the sample “Grot 2-1”, have largely determined the method of performing the gravitational concentration process. The ore for the gravity concentration process was to be grinded to an optimum size of - 2.00 mm. Obtained results show that there was a successful separation of individual minerals into separate products by size classes, which were determined according to the concentration criterion. Concerning the individual products, it can be seen that the results related to the separation of Pb - galena minerals into galena concentrate ( $\Delta_T$  fraction) and silver in galena concentrate ( $\Delta_T$  fraction) and sphalerite concentrate ( $\Delta_M$  fraction) are extremely good. Regarding the quality of the galena ( $\Delta_T$  fraction) and sphalerite ( $\Delta_M$  fraction) concentrate, it can be said that the products obtained are of market quality. Specifically, the content of Pb in the  $\Delta_T$  fraction ranges from 75.26% to 83.74%, or cumulatively for the whole fraction 78.49% Pb. The content of Zn of the galena concentrate ranges from 1.31 to 6.53%, summing over the whole  $\Delta T$  fraction, the content is 4.21%. The content of sphalerite in the  $\Delta M$  fraction ranged from 38.54 to 49.90%, or a total of 45.95% Zn. The content of Pb in the sphalerite concentrate ( $\Delta_M$  fraction) ranges from 6.43 to 17.48%, that is, cumulatively to the whole  $\Delta_M$  fraction in sphalerite concentrate, the Pb content being 9.65%. Regarding the utilization in the process of gravity concentration of small classes in a thin layer of water on a pendulum table, Pb in the galena concentrate ( $\Delta_T$  fraction) is 90.87%, while the silver yield in  $\Delta_T$  and  $\Delta_M$  fraction is approximately 93.57%. The utilization of sphalerite is somewhat worse than for galena and silver. Due to the high mass content of galena in the ore and, consequently, the high mass fraction of galena concentrate in the ore inlet of 62.83%, despite the low Zn content of galena concentrate (4.21%), the Zn utilization in concentrate of Pb is over 20%. Despite the high Pb content in the sphalerite concentrate of 9.65%, the Pb yield in the sphalerite concentrate is relatively low at 3.31%, due to the low mass fraction of sphalerite concentrate in the inlet.

As for the  $\Delta_L$  fraction that was supposed to represent the tailings of the gravity concentration process on the pendulum table, it is relatively small in mass and is 12.77 % along with the mud. The content of Pb in this product ranges from 1.12 to 6.72% depending on the size class, while in the whole product ( $\Delta_L$  fraction) the lead content is 2.14%. Therefore, the loss of Pb in this product is low and ranges at 0.5%. The content of silver in tailings ( $\Delta_L$  fraction) ranges from 2.97 g/t in the smallest class to 15.79 g/t in the largest class. As silver, being the heaviest, mainly passed into the  $\Delta_T$  and  $\Delta_M$  fraction, the loss of this metal in the  $\Delta_L$  fraction is 0.99%. The Zn content in the  $\Delta_L$  fraction ranges from 5.29 % to over 18 % in the largest class and in the size class of -0.075 + 0.037 mm. The Zn content of the  $\Delta L$  fraction in all size classes is 9.19%. The loss of sphalerite in this product ( $\Delta L$  fraction) for all size classes is therefore 9.23%.

## LITERATURA

- Babić, D., 2003: *Mineralogija*. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 432 pp.
- Bragg, G.A., 1923: Selective flotation of minerals. Bureau of US patents No 1478697 A.
- Carr, D.D., (Ed.), 1994: *Industrial minerals and rocks, 6th edition*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., Littleton, Colorado, 1196 pp.
- Chang. L.L.Y., Howie. R.A. and Zussman. J., 1996: *Rock-forming minerals, (2nd edition)*, v. 5B, non-silicates, Geological Society of London Harlow: Longman, 383 pp.
- Čalić, N., 1990: *Teorijski osnovi pripreme mineralnih sirovina*. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 496 pp.
- Gaudin, A.M., 1957: Flotation, McGraw Hill Book Co, 573 pp.
- Ilić, M., 1978: *Specijalna mineralogija, II deo*. Izdavačko-informativni centar studenata, Beograd, 184 pp.
- Ilić, M. i Karamata, S., 1978: *Specijalna mineralogija, I deo*. Izdavačko-informativni centar studenata, Beograd, 154 pp.
- Lešić, Đ. i Marković, S., 1968: *Priprema mineralnih sirovina*. Građevinska knjiga, Beograd, 471 pp.
- Lovell V.M., In: *Fuerstenau, M.C. (Ed.), Flotation A.M. Gaudin Memorial volume*, AIME, 1976, New York, 621 pp.
- Manojlović-Gifing, M., 1969: *Teorijske osnove flotiranja*, Rudarski Institut, Beograd, 106 pp.
- Manojlović-Gifing, M., 1989: *Faze flotacijske pulpe*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 179 pp.
- Milosavljević, R., 1985: *Metode ispitivanja mineralnih sirovina u pripremi mineralnih sirovina*, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, 152 pp.
- Milošević, S., 1994: *Flotacijska koncentracija*. Tehnički fakultet Bor, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 211 pp.
- Pavlica, J. i Draškić, D., 1996: *Industrijska primena pripreme mineralnih sirovina*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 299 pp.
- Pavlica J. i Draškić D., 1997: *Priprema nemetaličnih mineralnih sirovina*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- Pokhrel, L.R. and Dubey, B., 2013: *Global scenarios of metal mining, environmental repercussions, public policies, and sustainability: A review*. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 43, p.1-37.
- Radulović, D. S., Andrić, Lj., Terzić, A., Petrov, M., Stojanović, J., Trumić, Mi. i Trumić, Ma., 2018: *Tehničko-tehnološko rešenje M-84 „Novo tehničko rešenje–Dobijanje koncentrata K/Pb i K/Zn tržišnog kvaliteta postupkom gravitacijske koncentracije bogate rude sa povećanim sadržajem metaličnih minerala iz “Pb-Zn” Rudnika Grot“*. Godina prihvatanja TR od strane MNO, 45 pp.
- Radulović, D. S. i Andrić, Lj., 2017: *Studija tehnoloških ispitivanja mogućnosti gravitacijske koncentracije bogate “Pb-Zn” rude iz Rudnika Grot (Uzorak “Grot 2-1”)*, Arhiva ITNMS, 30 pp.

- Salatić, D., 1985: *Flotacijski reagensi*, Prvi deo. Beograd.
- Tagart, A.F., 1960: *Handbook of mineral dressing-ores and industrial minerals*. Seventh Printing, John Wiley & Sons, New York, 1915 pp.
- Tučan, F., 1957: *Specijalna mineralogija*. Školska knjiga, Zagreb, 579 pp.
- Vučinić, D.R. and Radulović, D.S., 2016: *Stability of lead ethyl xanthate on galena surface*. Editors: Željko Čupić and Slobodan Anić, PHYSICAL CHEMISTRY: 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Proceedings Volume 2, Published by: Society of Physical Chemists of Serbia, Belgrade September 26-30, Serbia, L-01-P, pp. 749-752.
- Weis, H. L., 1985a: *SME Mineral procesing Handbook*, Volume 1.
- Weis, H. L., 1985b: *SME Mineral procesing Handbook*, Volume 2.
- William ,W.D., 2011: *Introduction to Mineralogy, 2nd Edition*. Oxford University Press.Inc., New York, 496 pp.
- <http://www.ilzsg.org/static/statistics.aspx>



*Darko Božović<sup>1</sup>, Dragan S. Radulović<sup>2</sup>, Ljubiša Andrić<sup>3</sup>, Marija Marković<sup>4</sup>*

## **DEFINISANJE TEHNOLOŠKE ŠEME DOBIJANJA PUNIOCA ZA RAZLIČITE INDUSTRIJE NA BAZI KREČNJAKA "VISOČICA"-BJELOPAVLIĆI**

### **Apstrakt:**

Ispitivana je mogućnost korišćenja krečnjaka "Visočica" za dobijanje punioca. Ispitivani su mikronizacija, granulo-sastav, upijanje vode i ulja, i stepen bjeline. Urađena je hemijska i DTA/TG analiza. Na osnovu fizičko-hemijskih karakteristika ovaj krečnjak se može koristiti kao punioc u sledećim industrijama: za boje i lakove, kozmetičkoj i farmaceutskoj, papirnoj, gume i PVC-a, stakla, za proizvodnju životinjske hrane, livarskoj, šećera i metalurgiji. Zbog povišenog sadržaja MgO i G.Ž, ne može se koristiti u proizvodnji mineralnih đubriva. Zbog prisustva Cd, ne može se koristiti za neutralizaciju kiselih zemljišta.

***Ključne riječi:** krečnjak, punioci, industrijska tehnološka šema, standardi*

## **DEFINING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF OBTAINING FILLERS FOR USE IN VARIOUS INDUSTRIES ON THE BASIS OF LIMESTONE "VISOCICA" - BJELOPAVLIĆI AREA**

### **Abstract:**

The possibility of using "Visočica" limestone as filler was investigated. Micronization, granulo-composition, oil and water absorption and degree of whiteness were investigated, and chemical and thermal analyses were performed. On the basis of physicochemical properties of this limestone, it can be used as filler in following industry: paints and coatings; pharmaceutical and cosmetics; paper; for production of animal feed, rubber and PVC; glass; foundry; sugar; metallurgy. Due to the increased content of MgO, it cannot be used in production of animal feed. Due to content of Cd it cannot be used for neutralization of acidic soils.

***Key words:** limestone, filler, industrial technological scheme, standards*

---

<sup>1</sup> Dr, naučni saradnik, Zavod za geološka istraživanja Podgorica, bozovic.d@geozavod.co.me

<sup>2</sup> Dr, viši naučni saradnik, ITNMS -Beogra, Srbija, d.radulovic@itnms.ac.rs

<sup>2</sup> Prof dr, naučni savetnik, ITNMS -Beograd, Srbija, lj.andric@itnms.ac.rs

<sup>3</sup> Dipl. ing., istraživač saradnik, ITNMS -Beograd, Srbija, m.markovic@itnms.ac.rs

## UVOD

Predmet tehničkog rešenja, je definisanje optimalnih parametara tehnološkog postupka dobijanja punioca na bazi krečnjaka, lokaliteta „Visočica“- Danilovgrad, za primjenu u različitim granama industrije a prema važećim standardima koji regulišu tu oblast (Božović, 2016).

Država Crna Gora posjeduje velike rezerve krečnjaka, koje su vezane za veliki deo njene teritorije. I pored svega toga one se do današnjih dana relativno malo koriste. Uglavnom se krečnjak na teritoriji Crne Gore koristi u građevinarstvu kao tehničko-građevinski (TG) i donekle kao arhitektonsko-građevinski (AG) kamen. Obzirom na sve veću upotrebu krečnjaka u svijetu, u različitim granama industrije, kako u mikroniziranom, tako i u komadastom stanju, to su i nadležna Ministarstva Crne Gore počela da razmatraju ovu problematiku.

Svjetska proizvodnja krečnjaka za različite namjene je bila 2010. godine na nivou od oko 4 milijarde tona, od čega je oko 60 miliona tona bilo korišćeno kao punilac za različite industrijske grane. Cijena krečnjaka zavisi od kvaliteta sirovine kao i njene granulacije. Tako je cijena drobljenog isklasiiranog krečnjaka oko 7 €/t, dok je cijena mljevenog krečnjaka visoke bjeline i finoće - 40µm (50% -10 µm ) od 80-90 €/t, finoće -10 µm (50% - 2 µm) oko 130 €/t. Sve više se primjenjuju i kalcijum-karbonati nano finoće koji mogu biti dobijeni od prirodne sirovine ili precipitacijom čija se vrijednost na svjetskom tržištu kreće oko 240 €/t. Pošto je očigledno da kalcijum-karbonat kao punilac ima daleko veću cijenu nego u komadastom stanju, to su i nadležne Institucije Crne Gore inicirale ispitivanja upotrebe krečnjaka preko JU Zavoda za geološka istraživanja Podgorice, koji kao eminentna stručna institucija vodi računa o svim mineralnim resursima na teritoriji Crne Gore. Na ovaj način je JU Zavod za geološka istraživanja preuzeo ključnu ulogu u ispitivanju dodatnih mogućnosti valorizacije ovog potencijalno veoma značajnog mineralnog resursa (Božović, 2016).

Da bi se utvrdila mogućnost primjene krečnjaka iz različitih ležišta sa teritorije Crne Gore kao punioca obavljena su sledeća ispitivanja: mogućnosti njihove mikronizacije i određivanja granulometrijskog sastava, hemijske analize, upijanja ulja i vode, TG i DT analize kao i određivanje stepena bjeline. Na osnovu dobijenih rezultata obavljenih analiza, vršena je procjena mogućnosti njegove primjene u skladu sa standardima (JUS) kojima su propisani kvaliteti i osobine koje mora da zadovolji krečnjak da bi se mogao koristiti kao punioc u sledećim granama industrije:

- u industriji boja i lakova; u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji; u industriji papira; u industriji gume i PVC; u livarstvu; u industriji šećera; za metalurške svrhe; za proizvodnju stakla; za mineralno đubrivo (Azotara Pančevo); kvalitet kalcijum-karbonata za primjenu u industriji stočne hrane; kvalitet kalcijum-karbonata za neutralizaciju kiselih zemljišta.

Pošto je ovim ispitivanjima utvrđeno da pojedini uzorci krečnjaka zadovoljavaju svojim kvalitetom i osobinama primjenu u određenim granama industrije, to je JU Zavod za geološka istraživanja iz Podgorice zatražio od ITNMS-a da ispita mogućnost dobijanja tih i takvih proizvoda u industrijskim uslovima iz ležišta krečnjaka „Visočica“. Na osnovu obavljenih ispitivanja primjenom postupaka pripreme mineralnih sirovina, pre svih drobljenja, mikronizacije i klasiranja (separacije), definisane su inovirane tehnološke šeme procesa u kojima su predviđeni svi uređaji i oprema kao i njihova dispozicija u cilju dobijanja proizvoda prema gore navedenim standardima za punioce.

## 2. KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA ARHITEKTONSKO- GRAĐEVINSKOG KAMENA VISOČICA

### 2.1. GEOLOŠKA GRADA LEŽIŠTA

Ležište arhitektonsko-građevinskog kamena "Visočica" izgrađuju svijetlosmeđi, svijetlosivi do bjeličasti, bankoviti, ređe masivni, grubo gradirani bioklastični: biospariti, biointraspariti, biosparuditi, biopelspariti, biointrapelsparuditi, biomikrospariti, biomikropelspariti i biomikriti. Ovi karbonatni sedimenti su predstavljeni krečnjacima, retko dolomitima i njihovim prelaznim oblicima. Mikroskopski posmatrano krečnjaci su predstavljeni biogenim stijenama. Ovi krečnjaci se mogu koristiti za proizvodnju komercijalnih blokova za dobijanje AG kamena, a da se ostatak koji se ne može koristiti kao arhitektonsko-građevinski kamen, koristi i kao tehničko-građevinski kamen (Božović, 2016).

### 2.2. REZERVE I KVALITET

Rezerve u ležištu izračunate su po metodi paralelnih vertikalnih profila i rezerve komercijalnih blokova su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Rezerve krečnjaka u blokovima ležišta "Visočica"-Danilovgrad

Kategorija rezervi	Geološke rezerve (m <sup>3</sup> )	Iskorišćenje stenske mase u blok (%)	Rezerve blok mase (m <sup>3</sup> )
A	432 000	23	99 360
B	654 800	23	150 604
C <sub>1</sub>	436 300	23	100 349
A+B+C <sub>1</sub>	1 523 100	23	350 313

Saglasno utvrđenim mineraloško-petrografskim i fizičko-mehaničkim svojstvima i odredbama standarda, kamen ležišta "Visočica" može se koristiti za:

- proizvodnju ploča za oblaganje unutrašnjih (UV) i horizontalnih površina (UH-2 i UH-3), gde se obavlja intezivan i umjeren pješački saobraćaji;

- proizvodnju ploča za oblaganje spoljašnjih vertikalnih površina objekata do 30 m visine iznad terena (SV-2 SV-3) (Božović, 2016).

Kada se od ukupno eksploatisane stijenske mase odbiju rezerve komercijalnog bloka (iskorišćenje 23%) od 350.313 m<sup>3</sup>, ostatak od 77%, koji iznosi 1.172.787 m<sup>3</sup>, biće smatran kao rezerva stijenske mase za proizvodnju tehničko-građevinskog kamena.

### **3. EKSPERIMENTALNI RAD**

Pošto je utvrđeno da bi iskorišćenje stijenske mase (krečnjaka) iz ležišta „Visočica“ u komercijalni blokovima iznosilo samo 23 % krečnjaka (tabela 1), to je odlučeno da se ispita mogućnost korišćenja ostatka sirovine (77 %) koji ne zadovoljava primjenu kao arhitektonsko-građevinski kamen, za dobijanje tehničko-građevinskog kamena - agregata različitih frakcija, i kao punioca u različitim granama industrije.

Polazni uzorak je raspakovan i iz njega je uzet primarni uzorak za određivanje grube vlage, ostatak uzorka je homogenizovan i skraćen metodom četvrtanja. Na jednoj polovini je određen granulato-sastav polaznog uzorka, a druga polovina je sačuvana kao rezerva (Milosavljević, 1985).

Za ispitivanja mogućnosti primene krečnjaka kao punioca uzorak je pripremljen i obrađen standardnim metodama pripreme mineralnih sirovina. Na primarnom uzorku je određivan granulometrijski sastav, gruba vlaga i specifična zapreminska masa (Čalić, 1990; Lešić i Marković, 1968; Pavlica i Drašković, 1997).

#### **3.1. ODREĐIVANJE FIZIČKIH OSOBINA POLAZNOG UZORKA**

Sva tri uzorka na kojima je određivana gruba vlaga uzorka krečnjaka "Visočica" su sušena na sobnoj temperaturi u vremenu trajnja od 24 h, i ni u jednom nije izmjerena gruba vlaga.

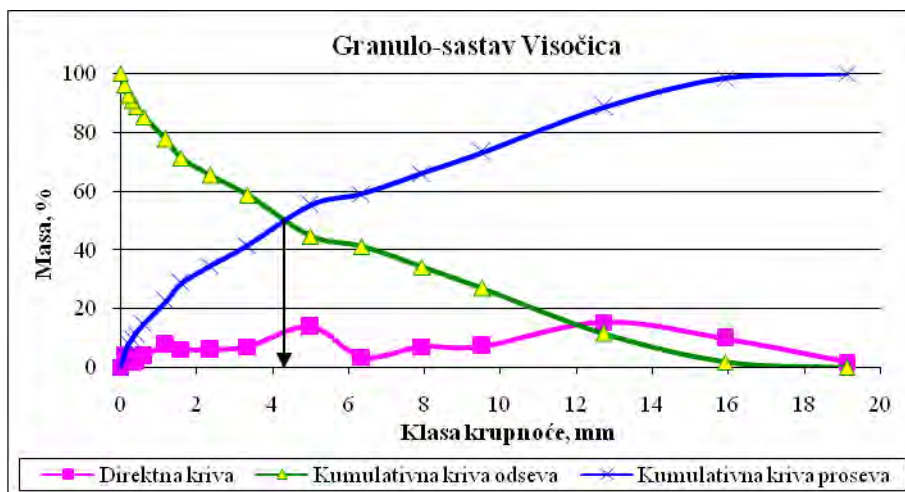
Specifična zapreminska masa (gustina) uzorka krečnjaka "Visočica" je određivana sandardom metodom sa piknometrima (Milosavljević, 1985). Kao fluid za određivanje gustine, zbog rastvorljivosti krečnjaka, korišćen je ksilol. Specifična zapreminska masa je određivana na tri uzorka i podatak koji je prikazan predstavlja u stvari srednju vrijednost  $\gamma = 2,654 \text{ g/cm}^3$ .

Granulometrijski sastav polaznog uzorka određivan je standardnom metodom prosijavanja u Tyler-ovoj seriji sita (Milosavljević, 1985; Lešić i Marković, 1968).

Svi otsevi sita zajedno sa prosevom poslednjeg sita su izmereni, a podaci su sređeni i prikazani u obliku tabele 2. Na osnovu podataka iz tabele nacrtan je dijagram granulometrijskog sastava Visočica prikazan na slici 1.

Tabela 2. Granulo-sastav polaznog uzorka "Visočica"

Klasa krupnoće [mm ]	M, %	↓ΣM, %	↑Σ M, %
- 19,1 + 15,9	1,75	1,75	100,00
- 15,9 + 12,7	9,82	11,57	98,25
- 12,7 + 9,52	15,21	26,78	88,43
- 9,52 + 7,93	7,28	34,06	73,22
- 7,93 + 6,35	7,03	41,09	65,94
- 6,35 + 5,0	3,52	44,61	58,91
- 5,0 + 3,36	13,86	58,47	55,39
- 3,36+ 2,38	6,95	65,42	41,53
- 2,38+ 1,6	5,91	71,33	34,58
- 1,6+ 1,19	6,18	77,51	28,67
- 1,19+ 0,63	7,64	85,15	22,49
- 0,63 + 0,4	3,61	88,76	14,85
- 0,4 + 0,3	1,85	90,61	11,24
- 0,300 + 0,200	1,78	92,39	9,39
- 0,200 + 0,100	3,81	96,20	7,61
- 0,100+ 0,00	3,80	100,00	3,80
Ulaz	100,00		



Slika 1. Krive granulometrijskog-sastav polaznog uzorka "Visočica"

Na slici 1 su prikazane direktna kriva granulometrijskog sastava, kao i kumulativne krive proseva i odseva polaznog uzorka krečnjaka ležišta "Visočica". Iz preseka kumulativnih krivih proseva i odseva određeno je da je srednji prečnik ovog uzorka krečnjaka  $d_{sr} = 4,29$  mm.

### 3.2. PRIPREMA UZORKA ZA TEHNOLOŠKA ISPITIVANJA

Pošto je trebalo ispitati mogućnost korišćenja krečnjaka kao punioca u različitim granama industrije uzorci krečnjaka ležišta "Visočica" korišteni za ispitivanje usitnjeni (mikronizirani) i kao takvi uzorci su poslani na sledeće analize: granulometrijskog-sastava, hemijska, TG i DTA, kao i određivanje stepena bjeline i upijanja ulja i vode.

Granulometrijski-sastav je određivan prosijavanjem usitnjenog početnog uzorka na situ otvora 63  $\mu\text{m}$ , a zatim je proseiv sita klasiran na uređaju Cyclosizer. Otok klasiranja na Cyclosizer-u zatim je tretiran na Bacho-vom elutriatoru u cilju dobijanja klasa - 11 + 5,7  $\mu\text{m}$  i klase - 5,7 + 0,00  $\mu\text{m}$ . Skupni bilans granulometrijskog sastava samlevenog uzorka krečnjaka "Visočica" je prikazan u tabeli 3.

Tabela 3. Granulo-sastav usitnjenog uzorka Visočica

Klasa krupnoće [ $\mu\text{m}$ ]	M, %	$\downarrow\sum\text{M, \%}$	$\uparrow\sum\text{M, \%}$
-63+44	0.94	0,94	100,00
-44+33	1.85	2,79	99,06
-33+23	3.83	6,62	97,21
-23+15	5.10	11,72	93,38
15+11	9.07	20,79	88,28
-11+5,7	21,86	42,27	79,21
-5,7+0	57,35	100,00	57,73
Ulaz	100,00	/	/

Za određivanje stepena bjeline korišćen je Belinometar. Bjelina je određivana na tri uzorka krečnjaka iz ležišta „Visočica“, rezultat prikazan u tabeli 4 je srednja vrednost dobijenih merenja. Stepenn bjeline se određuje prema standardu MgO – 100%.

Tabela 4. Stepenn bjeline uzoraka krečnjaka

Broj	Oznaka uzorka	Bjelina prema MgO– 100%
1.	Visočica-1	92,90
2	Visočica-2	92,30
3	Visočica-3	92,60
	Srednja vrijednost	92,60

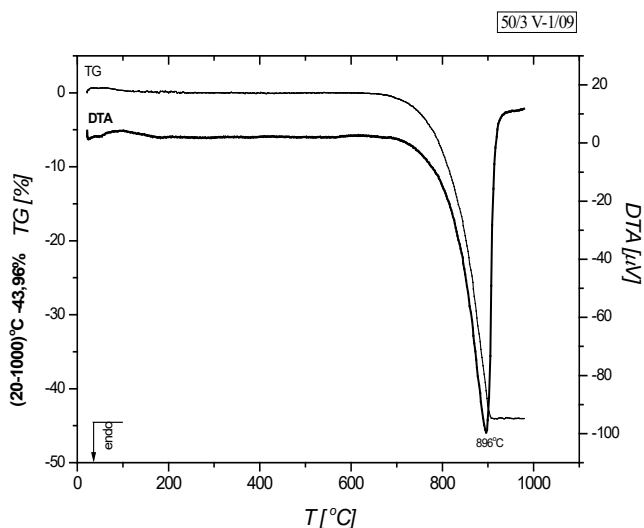
Rezultati određivanja upijanja ulja i vode takođe su rađeni na po tri uzorka krečnjaka iz ležišta „Visočica“, a rezultati su prikazani u tabeli 5.

Termičke (TG i DT) analize uzoraka su urađene na uređaju Netzsch-Simultaneous Thermal Analysis STA 409 EP, sa brzinom grejanja od  $\Delta T=10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , u temperaturnom intervalu od 0 do 1000  $^{\circ}\text{C}$ . Masa uzoraka korišćena za analizu

bila je 100 mg. Rezultati DTA i TG analize za uzorak krečnjaka iz ležišta „Visočica” prikazani su u obliku dijagrama, na slici 2.

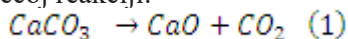
Tabela 5. Upijanje ulja i vode uzoraka krečnjaka

Broj	Oznaka uzorka	Upijanje ulja, %	Upijanje vode
1.	Visočica-1	14,02	19,11
2.	Visočica-2	14,85	19,27
3.	Visočica-3	14,33	19,23
	Srednja vrijednost	14,40	19,20



Slika 2. DTA/TG dijagram krečnjaka "Visočica"

Na slici 2 su prikazani TG i DTA dijagrami polaznog uzorka kalcita. Na DTA dijagramu se uočava endotermni pik na 896 °C koji se pripisuje faznoj transformaciji  $\text{CaCO}_3$  u  $\text{CaO}$ , prema sledećoj reakciji:



Ova fazna transformacija praćena je gubitkom mase od 43,96 % (TG dijagram, slika 2) u temperaturnoj oblasti od 650 do 900 °C.

### 3.3. HEMIJSKA ANALIZA

Hemijska analiza uzorka krečnjaka "Visočica" je obavljena u laboratoriji za analitičku hemiju ITNMS-a. Rezultati hemijske analize mikroniziranih uzoraka krečnjaka sa sadržajem glavnih i štetnih komponenti su prikazani u tabelama 6 i 7. Takođe je određivana pH vrednost, koja je relevantna za primenu krečnjaka u nekim granama industrije.

Tabela 6. Hemijski sastav glavnih komponenti uzorka krečnjaka

Komp.	CaO	CaCO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI
Sadr., %	55,27	98,70	43,77	0,31	0,028	0,011	0,039	<0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	43,88

Tabela 7. Hemijski sastav štetnih komponenti uzorka krečnjaka

Komp.	Cu	Zn	S	P	Ni	Mo	Sb	Pb	Cd	pH	Fe solu.	As	Hg
Sadr. ppm	0,1	<1	<0,02	<0,004	1,5	<0,1	<0,1	0,1	0,2	9,4	0,0157	<0,5	<0,01

## 4. PROCJENA KVALITETA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE KREČNJAKA “VISOČICA” KAO PUNIOCA

Kvalitet krečnjaka kao punioca, za svaku granu industrije, određen je sadržajem korisnih i štetnih komponenti, odnosno hemijskim sastavom krečnjaka, kao i potrebnom krupnoćom što je sve propisano standardima ili zahtevima proizvođača koji krečnjak u svom ciklusu proizvodnje koristi kao sirovinu.

### 4.1. PROCJENA KVALITETA KREČNJAKA “VISOČICA” NA OSNOVU HEMIJSKOG SASTAVA

Prema obavljenim ispitivanjima na uzorku krečnjaka “Visočica” i zahtijevanom kvalitetu za punioce datim u tabelama 6 i 7, može se konstatovati da je krečnjak iz ležišta “Visočica” dobrog kvaliteta sa visokim sadržajem CaCO<sub>3</sub> od 98,70 %, sa malim sadržajem MgCO<sub>3</sub> od 0,65 %, kao i niskim sadržajem silikata SiO<sub>2</sub> od 0,210 %. Na osnovu sadržaja glavnih komponenti ovaj krečnjak bi mogao da se primjenjuje kao punioc u svim navedenim granama industrije. Međutim sadržaj teških metala u njemu, pre svih Cd (0,2 ppm) koji nije visok, mu unekoliko ograničava primenu kao punioca u određenim granama industrije.

Prema svemu navedenom krečnjak iz ležišta “Visočica” se može primijeniti:

- u industriji boja i lakova, gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta u visokokvalitetnu sirovinu;
- u industriji papira, gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta u A, B i C klasu kvaliteta, dok za najvišu D klasu ne zadovoljava stepenom bjeline;

- u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, jer zbog niskog sadržaja teških metala i barijuma zadovoljava zahtjeve tržišta;
  - u industriji gume i PVC-a, gde zadovoljava najvišu klasu kvaliteta u skladu sa zahtjevima tržišta;
  - u livarskoj industriji, gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta u najkvalitetniju I klasu;
  - u industriji šećera, gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta u najkvalitetniju I klasu;
  - u metalurgiji, gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta u najkvalitetniju I klasu;
  - u proizvodnji stakla, zbog povećanog sadržaja  $Fe_2O_3$  može se svrstati u IV i V klasu u skladu sa zahtjevima tržišta;
  - u proizvodnji stočne hrane, takođe se može koristiti zbog visokog sadržaja povećanog  $CaCO_3$  i niskog sadržaja štetnih komponenti što je za ovu svrhu veoma strogo definisano;
- Krečnjak iz ležišta "Visočica se ne može primijeniti:
- za proizvodnju mineralnih đubriva, gde se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti ne može primijeniti u skladu sa zahtjevima proizvođača đubriva (Azotara Pančevo);
  - za neutralizaciju kiselih zemljišta, zbog sadržaja teškog elementa Cd, čiji je sadržaj veoma strogo definisan.

## **4.2. PROCJENA KVALITETA KREČNJAKA "VISOČICA" NA OSNOVU ZAHTJEVA POTROŠAČA ZA POTREBNOM KRUPNOĆOM (FINOĆOM) SIROVINE**

Da bi se krečnjak iz ležišta "Visočica" mogao primeniti kao punioc u gore navedenim industrijama za koje kvalitetom zadovoljava, potrebno je da pored sadržaja korisnih i štetnih komponenti, za ove namjene zadovoljava i određenom krupnoćom odnosno finoćom sirovine. Neke grane industrija zahtijevaju da krečnjak koji se primjenjuje bude veoma fino mikroniziran, dok druge zahtijevaju sirovinu veće krupnoće čak krupno komadastu. Tako je za sledeće grane industrije potreban mljeveni i mikronizirani krečnjak:

- za industriju boja i lakova, za A klasu 99,5% -  $20\mu m$ , za B klasu 97% -  $20\mu m$  i 0,01% +  $44\mu m$ ;
- za industriju papira, za sve klase (A, B i C) finoća mora da bude 100% -  $45\mu m$ , pri tome za A klasu 75% -  $10\mu m$ , za B klasu 80 %, dok je za C klasu finoća 95 % -  $10\mu m$  i 90 % -  $2\mu m$ ;
- za industriji gume i PVC, zahteva se za A i B klasu kvaliteta da sirovina mora da bude finoće 99,5 % -  $45\mu m$ , dok za C i D klasu gornja granična krupnoća krečnjaka kao sirovine treba da bude  $45\mu m$ ;
- za industriju stakla, pošto krečnjak "Visočica" odgovara IV i V klasi kvaliteta po hemijskom sastavu to je za ove klase kvaliteta krupnoća sirovine treba

da bude sastavljena u 6 potklasa koje se kreću u rasponu od - 1 + 0,1 mm;  
- za proizvodnju mineralnih đubriva, „Azotara” Pančevo ne definiše posebno klasu krupnoće koju krečnjak treba da zadovolji za ovu namenu.

Za sledeću primjenu potrebno je da krečnjak bude krupniji, čak i komadast:

- za livarsku industriju, sirovina treba da bude krupnoće - 50 + 30 mm, s tim da sadržaj sitneži - 30 mm može da bude do 5%;

- za industriju šećera, krečnjak treba da bude klasiran u 6 različitih potklasa krupnoće koje su u rasponu od - 215 + 63 mm, s tim da maksimalni sadržaj sitneži u potklasi može da bude do 8%;

- za metalurgiju se primenjuje krečnjak koji je sastavljen od 5 potklasa koje se kreću u rasponu od - 70 + 0,1 mm.

Na osnovu ovih različitih zahtjeva za krupnoćom sirovine, a obzirom na potrebu da šema tehnološkog postupka pripreme krečnjaka iz ležišta „Visočica”, bude kopicirana tako da omogućava dobijanje najšire moguće palete proizvoda i njihovu primjenu u što većem broju industrijskih grana, to je potrebno da se krupne klase krečnjaka, prema zahtevanim sortimanima, izdvoje pre mljevenja.

## **5. OPIS NOVOG TEHNOLOŠKOG POSTUPKA PRERADE KREČNJAKA „VISOČICA” U CILJU DOBIJANJA PUNIOCA ZA RAZLIČITE GRANE INDUSTRIJE**

Krečnjak iz ležišta „Visočica” se može koristiti za eksploataciju krečnjačkih blokova, a osim toga zbog svog dobrog hemijskog sastava (tabela 6) može da se koristi i kao sirovina za dobijanje punioca za različite industrijske grane. Zato je potrebno da tehnološka šema pripreme krečnjaka „Visočica” pored predviđenje eksploatacije blokova sadrži i dio postrojenja prerade kojim bi se dobijali proizvodi različite krupnoće za široku primjenu u više grana industrije.

Način eksploatacije krečnjaka i dobijanje blokova u ležištu „Visočica” je prikazan na slici 3. Eksploatacija blokova se obavlja standardnim postupkom bušenja lafetnom bušilicom i otsijecanjem blokova dijamantskom testerom. Blokovi koji se otsijecaju su u obliku prizme sa pravouganom osnovom stranica 3x1,5 m, dužina 6 m. Dobijeni blokovi se zatim sijeku na dva bloka dimenzija 3x1,5x3 m, a zatim se još jednom sijeku po dužini i dobijaju se konačni komercijalni blokovi spremni za transport dimenzija 1,5x1,5x3 m. Ovakvi proizvodi predstavljaju završno obrađene kamene blokove koji se dobijaju na kopu. Blokovi se transportuju do postrojenja za preradu, gde se dobijaju ploče koje se koriste za oblaganje kao arhitektonski kamen i koje se kasnije poliraju.

### **5.1. TEHNOLOŠKE ŠEME DOBIJANJA PUNIOCA NA BAZI KREČNJAKA „VISOČICA“**

#### **5.1.1. Dobijanje punioca postupkom drobljenja i prosijavanja**

Kao sirovina za pripremu bi trebala da posluži ostatak posle rezanja blokova,

sitnež nastala lomjenjem i rezanjem, djelovi ležišta iz kojih se ne mogu vaditi blokovi kao i rubni delovi ležišta, iz kojih eksploatacija blokova nije moguća. Sirovina koja ne može da se eksploatiše u obliku blokova klase krupnoće - 450 + 0,00 mm odlazi u bunker primarne rude sa lančastim dodavačem (poz 1) ispod koga se nalazi vibrododavač sa rešetkom (poz 2) otvora 20 mm, koja služi da se na njoj odvoji jalovina (zemlja, glina i sitna frakcija kamena). Na ovaj način se na kopu dobija krečnjak klase krupnoće - 450 + 20 mm, koji se dalje prebacuje transportnom trakom T1 u deo pogona za drobljenje i prosijavanje.

Tehnološka šema je koncipirana na veoma fleksibilan način, tako da se u zavisnosti od potreba potrošača i kapaciteta prerade, proizvodnja odvija tako da se pojedine klase krupnoće dobijaju u određenom broju smjena, a onda se u skladu sa potrebama premošćavanjem i povezivanjem tehnoloških pozicija dobijaju drugi proizvodi različitih klasa krupnoće.

Materijal transportnom trakom T1 dolazi preko nepokretne rešetke otvora 450mm (poz. 3) u primarni bunker pre drobljenja (poz. 4). Ispod bunkera se nalazi vibro dodavač sa rešetkom veličine otvora 215 mm (poz. 5), na kojoj se vrši odvajanje klase - 215 + 20 mm. Ova klasa se transportnom trakom T2 transportuje na vibro sito (poz. 6) otvora 63 mm, kod koga nadrešetni proizvod (klasa - 215 + 63 mm) zadovoljava zahteve tržišta za industriju šećera. Ova klasa krupnoće se trakom T4 odvođa na sklad S1, gde se opciono koristi za dobijanje potrebnih sortimana za industriju šećera ili se može dalje usitnjavati i klasirati za primjenu u drugim industrijama. Kada se želi dobiti potreban sortiman za industriju šećera onda se sirovina sa sklada S1 transportuje u bunker sa vibrododavačem (poz. 10 i 11). Iz bunkera sirovina odlazi na klasiranje na seriji vibro sita (poz. 12 i 13) veličine otvora 160, 135 i 90 mm, na kojima se dobijaju četiri klase krupnoće - 215 + 160 mm; - 160 + 135 mm; - 135 + 90 mm i - 90 + 63 mm. Miješanjem ovih klasa u potrebnom odnosu dobija se proizvod koja predstavlja polaznu sirovinu u industriji šećera. Nadrešetni proizvod vibro rešetke (poz. 5) klasa krupnoće - 450 + 215 mm odlazi u čeljusnu drobilicu gde se usitnjava. Izdrobljena sirovina se trakom T3 odvođa na sklad S3 usitnjenog krečnjaka krupnoće - 150 + 0,00 mm. Sa sklada S3 ruda se prebacuje u sipku primarno izdrobljenog krečnjaka (poz. 14), odakle se preko člankastog dodavača dozira na transportnu traku T5 sa koje odlazi u pretovarni silos (poz. 16). Ispod pretovarnog silosa se nalazi vibracioni dodavač (poz 17.) pomoću koga se sirovina dozira na ulazu u udarnu drobilicu (poz. 18), gde dolazi do sekundarnog usitnjavanja krečnjaka na krupnoću - 63 + 0,00 mm. Usitnjen krečnjak - 63 mm, se posle udarne drobilice prebacuje transportnom trakom T6 u sabirni levak (poz. 19). Sa sklada S2 sirovina krupnoće - 63 + 20 mm se dodaje utovarnom lopatom u bunker (poz. 20) iz koga se preko vibracionog dodavača (poz. 21) dodaje na transportnu traku T8, koja ovu klasu prebacuje u sabirni levak (poz. 19), gde se miješa sa usitnjenom sirovinom krupnoće - 63 + 0,00 mm. Iz sabirnog lijevka (poz. 19) sirovina pomenute krupnoće odlazi na klasiranje na seriji sita. Prvo se sirovina klasira na dvoetažnom situ (poz. 22), čije su veličine otvora 63 mm gornje i 32 mm donje mreže. Nadrešetni proizvod gornje mreže klasa krupnoće + 63 mm se preko

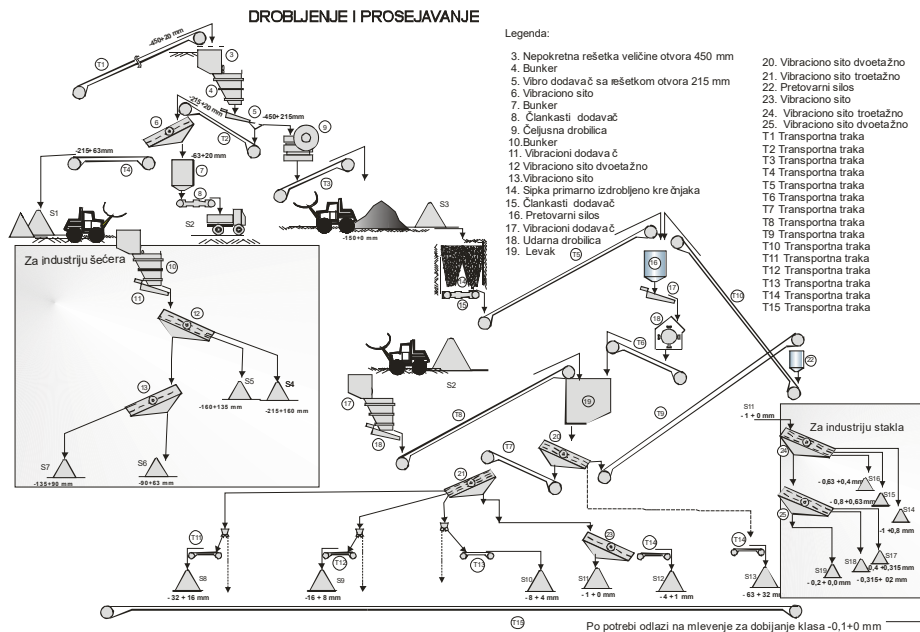
transportne trake T9, pretovarnog silosa (poz. 23) i transportne trake T10 vraća u silos (poz. 16) iz koga odlazi na ponovno usitnjavanje na udarnu drobilicu. Podrešetni proizvod gornje mreže sita (poz. 22) i nadrešetni proizvod donje mreže sita (poz. 22), odnosno klasa krupnoće - 63 + 32 mm se izdvaja kao definitivni proizvod na sklad S13. Podrešetni proizvod donje mreže sita (poz. 22) klasa krupnoće - 32 + 0,00 mm, preko transportne trake T7 odlazi na dalje klasiranje na troetažnom situ (poz 24) kod koga su mreže veličine otvora 16; 8 i 4 mm. Na ovaj način se na ovom situ (poz. 24) kao nadrešetni proizvod gornje mreže dobija definitivni proizvod klase krupnoće - 32 + 16 mm, koji se preko transportne trake T11 odvozi na sklad S8. Podrešetni proizvod prve mreže sita (poz. 24), a nadrešetni proizvod druge mreže istog sita, krupnoće - 16 + 8 mm takođe predstavlja definitivni proizvod koji se preko transportne trake T12 skladišti na skladištu S9. Podrešetni proizvod druge mreže sita (poz. 24), a nadrešetni proizvod treće mreže pomenutog sita, je klase krupnoće - 8 + 4 mm i takođe predstavlja definitivni proizvod koji se preko transportne trake T13 odlaže na sklad S10. Podrešetni proizvod zadnje mreže sita (poz 24) je krupnoće - 4 + 0,00 mm i ovaj proizvod se dodatno klasira na jednoetažnom situ (poz. 25) kod koga je mreža veličine otvora 1 mm. Nadrešetni proizvod ovoga sita (poz. 25), predstavlja definitivni proizvod klase krupnoće - 4 + 1 mm, koji se preko transportne trake T14 skladišti na skladištu S12, dok prosej ovoga sita predstavlja klasu krupnoće - 1 + 0,00 mm, koja se izdvaja na skladištu S11, i ovaj proizvod predstavlja polaznu sirovinu za dobijanje potrebnih klasa krupnoće koje se koriste u industriji stakla. Da bi se dobile potrebne klase krupnoće za industriju stakla sirovina sa sklada S11, se klasira na troetažnom situ (poz. 26), čije mreže imaju veličine otvora 0,8, 0,63 i 0,4 mm, i dvoetažnom situ (poz. 27), čije mreže imaju veličine otvora 0,315 i 0,2 mm. Na ovaj način se na prvom situ (poz. 26) dobijaju prosejavanjem tri proizvoda sledećih klasa krupnoće - 1 + 0,8; - 0,8 + 0,63 i - 0,63 + 0,4 koje se skladište kao zasebni proizvodi na skladovima S14, S15 i S16. Prosjev zadnje mreže sita (poz. 26), klasa krupnoće - 0,4 + 0,00 mm, predstavlja ulaz za prosijavanje na dvoetažnom situ (poz. 27), gde se takođe posle prosijavanja dobijaju tri proizvoda različitih krupnoća. Prvo se na prvoj mreži izdvaja klasa krupnoće - 0,4 + 0,315 mm koja se odlaže na skladištu S17, na drugoj mreži se izdvaja klasa krupnoće -0,315 + 0,2 mm koja se odlaže na skladištu S18, i kao prosjev donje mreže se dobija klasa - 0,2 + 0,00 mm koja se izdvaja na skladištu S19.

Sirovina krupnoće - 32 mm iz pogona za drobljenje i prosijavanje odlazi na mljevenje radi dobijanja samljevenog proizvoda koji se koristi kao punioc u različitim granama industrije koje zahtijevaju mikroniziranu sirovinu i za koju krečnjak „Visočica“ odgovara svojim kvalitetom. Za mljevenje se kao polazna sirovina koristi prosjev sita (poz. 22) ili se opciono može slati na mljevenje isklasirana sirovina sa bilo kog sklada od S8 do S12.

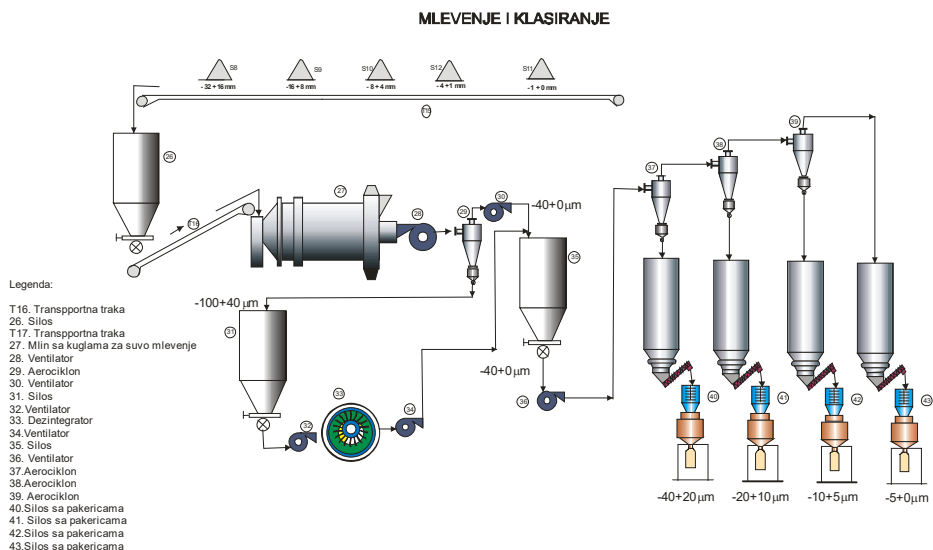
### **5.1.2. Dobijanje punioca postupkom mljevenje i klasiranje**

Dio sirovine posle drobljenja odlazi na mljevenje, a zatim na finu mikronizaciju i klasiranje u cilju dobijanja klasa krupnoće krečnjaka koje se mogu





Slika 4. Tehnološka šema drobljenja i prosijavanja krečnjaka ležišta "Visočica" -Danilovgrad



Slika 5. Tehnološka šema mljevenja i klasiranja krečnjaka ležišta "Visočica"

## ZAKLJUČAK

Krečnjak iz ležišta „Visočica“ sa svojim fizičko-hemijskim i mineraloškim osobinama zadovoljava uslove propisane standardima o korišćenju kalcijum-karbonata kao punioca u: industriji boja i lakova; industriji papira; farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji; industriji gume i PVC; industriji stakla; proizvodnji životinjske hrane; livarskoj industriji; industriji šećera i metalurgiji.

Na osnovu kvaliteta sirovine iz ležišta „Visočica“ dato je tehničko-tehnološko rešenje, u okviru koga su ispitani načini i mogućnosti da se iz ove sirovine dobiju punioci za nabrojane namjene. U skladu sa ovim ispitivanjima date su tehnološke šeme u kojima je obuhvaćena primjena sve potrebne opreme i uređaja kao i njihova dispozicija u cilju dobijanja punioca iz krečnjaka „Visočica“.

## SUMMARY

The limestone from the Visočica deposit, with its physico-chemical and mineralogical properties, meets the regulations conditions by the standards for the use of calcium-carbonate as a filler in: the paint and varnish industry; the paper industry; the pharmaceutical and cosmetic industries; rubber and PVC industries; glass industry; the production of animal food; foundry industry; sugar industry and metallurgy.

Based on the quality of the raw material from the Visočica deposit, a technical and technological solution was given, within which ways and possibilities to obtain fillers for above mentioned purposes were examined. In accordance with these tests, technological schemes were given, which included the application of all necessary equipment and devices, as well as their disposition in order to obtain fillers from the Visočica limestone.

## LITERATURA

Božović, D., 2016: *Mineragenija i potencijalnost karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića*, Crna Gora. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 263 pp.

Čalić, N., 1990: *Teorijski osnovi pripreme mineralnih sirovina*. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 496 pp.

Lešić, Đ. i Marković, S., 1968: *Priprema mineralnih sirovina*. Građevinska knjiga, Beograd, 471 pp.

Milosavljević, R., 1985: *Metode ispitivanja mineralnih sirovina u pripremi mineralnih sirovina*, Rudarsko-geološki fakultet Beograd, 152 pp.

Pavlica, J. i Draškić, D., 1996: *Industrijska primena pripreme mineralnih sirovina*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 299 pp.



---

# PRILOZI



---

**PRILOG 1**

**NAUČNA I STRUČNA DOSTIGNUĆA PROF. DR TIHOMIRA  
DRAGAŠEVIĆA, DIPL. ING. GEOFIZIKE**

**Podgorica, 2019.god.**

**PREDGOVOR**

Autori ovoga teksta imali su moralnu, kolegijalnu i sa aspekta struke i nauke iz oblasti geofizike, obavezu da ostave pisani trag o onome što je Prof. dr Tihomir Dragašević uradio, istražio i dokazao u ovoj oblasti. Cjelokupan njegov stručni i naučni opus veoma je značajan za spoznaju cjelokupne problematike u oblasti građe Zemljine kore, primjene seizmičkih metoda na određenim područjima, sa posebnim naglaskom na istraživanja ugljovodonika.

Doprinos koji je dao u oblasti istraživanja nafte i gasa na prostoru Crnogorskog primorja kvalitetom predstavlja temelj za sve dalje aktivnosti na tom projektu. Svakako, njegov naučni domet nije vezan samo za prostore Crne Gore i Dinarida, već mnogo šire.

Kao savremenici u jednom periodu njegovog života i rada, neposredni saradnici na mnogim njegovim stručnim i naučnim aktivnostima, saradnici na nastavnonaučnim aktivnostima ili izradi projekata i planova na istraživanju ugljovodonika na prostoru Jadrana i priobalja Crne Gore, željeli smo da u ovom svojevrsnom Omažu iskažemo svoje viđenje realne dimenzije naučne ekspertize Prof. Dragaševića.

Svakako, buduće generacije će imati obavezu i mogućnost da ove naše stavove dopune svojim stavom o naučnim dostignućima Prof. dr Tihomira Dragaševića.

Mr. Slobodan Grkavac, dipl.ing geofizike,  
dugogodišnji asistent i naučni saradnik Prof. dr  
Tihomira Dragaševića, Beograd.

Prof. dr Branislav Glavatović, dipl.ing geofizike,  
dugogodišnji direktor Seizmološkog zavoda Crne  
Gore, Podgorica.

Dr Miodrag Gomilanović, dipl. ing rudarstva,  
naučni saradnik, ministar industrije, energetike  
i rudarstva u Vladi CG ( 1992-1998 god.) i  
predsjednik Odbora direktora „Jugopetrol“ –Kotor,  
Podgorica.

---

## 1. Osnovni biografski podaci



Tihomir Dragašević je rođen 1926. godine u Pljevljima, Crna Gora, od oca Mihaila i majke Natalije, rođene Ćirković, gdje je završio i gimnaziju. Diplomirao je na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu 1953. godine, a doktorsku disertaciju pod nazivom »Uslovi pobuđivanja i registrovanja reflektivnih seizmičkih talasa na području Dinarida« odbranio je 1965. godine na istom fakultetu, i stekao zvanje doktora tehničkih nauka. Specijalizaciju iz oblasti metodologije primjene seizmičkih metoda pri istraživanju nafte i gasa obavio je u SAD-u. Od 1969. do 1972. godine angažovan je kao savjetnik u Sirijskoj naftnoj kompaniji u Damasku. Radio je u Zavodu za geološka i geofizička istraživanja u Beogradu, a potom je bio i direktor Geofizičkog instituta - Beograd. Bio je dugogodišnji profesor na katedri za geofiziku Rudarsko – geološkog fakulteta u Beogradu za predmet reflektivna seizmika.

Od 1972. godine je bio angažovan kao vodeći ekspert na istraživanju ugljovodonika na kopnu i podmorju Crne Gore od strane »Jugopetrola« – Kotor. u kom svojstvu je proveo preko 35 godina.

Objavio je preko 90 stručnih i naučnih radova u domaćim i stranim stručnim časopisima, monografiju „Strukturno tektonski odnosi Sirije na osnovu geofizičkih i geoloških podataka“ i kartu Mohrovićevog diskontinuiteta Jugoslavije sa tumačem ( sa B. Andrićem ). Autor je knjiga iz oblasti njegove naučne opredijeljenosti: „Geološka građa i strukturne karakteristike Sirije na osnovu geofizičkih i geoloških podataka“, Beograd 1977 god., „Seizmička istraživanja“, Beograd 1983 god., „Razvoj građe Zemljine kore i konstrukcija koncepta tektonske ploče“, Beograd 2003 god. ( „ The earth,s crust structure and construction of the plate tectonic contcept“, Beograd 2005 god. ), „ Matter structure and development base of Earih s origin and its dynamics“, Beograd, 2008 god. („Struktura i razvoj materije – osnova nastanka planete Zemlje i njene dinamike“).

Preminuo je 2015. godine.

## 2. Naučno istraživačke aktivnosti

Naučne aktivnosti Prof. dr Tihomira Dragaševića bile su usmerene u četiri oblasti istraživanja:

- a.) Primjena seizmičkih metoda na tektonsko-morfološki složenom području Dinarida;
- b.) Tektonsko depozicioni razvoj Dinarida i Jadranskog mora;
- c.) Građa i razvoj Zemljine kore i njegovih marginalnih djelova,

---

d.) Potencijalnost Dinarida i Jadranskog mora u pogledu pronalaženja ekonomski značajnih ležišta ugljovodonika.

Primjena seizmičkih metoda na tektonsko-morfološki složenom području Dinarida Prof. Dragaševiću je preokupacija od prvih dana njegovog rada kao diplomiranog inženjera geofizike. On otvara mnoga stručna i naučna pitanja na kojima radi i traži odgovore od pobuđivanja seizmičkih talasa, metoda i načina njihovog registrovanja, obrade rezultata kroz primenu metoda dekonvolucije, frekventnog filtriranja registrovane talasne slike, migracije refleksija u svoje realne položaje, do problema proučavanja brzina i transformacije seizmičkih sekcija u dubinske geološke profile. Na mnoga od tih pitanja, u toku rada na svojoj doktorskoj disertaciji, daje stručne i naučne odgovore i postavlja teze daljeg razvoja primene seizmičkih metoda na proučavanju građe Zemljine kore i istraživanja ugljovodonika u tektonsko-morfološki složenim područjima Dinarida.

Dalji naučno-istraživački rad Prof. Dragaševića se oslanja na saznanjima koja je stekao dugogodišnjim angažovanjem na problemima građe Zemljine kore i gornjeg omotača, u okviru međunarodnog projekta „Gornji omotač Zemlje“, iniciranog od Svetske geodetsko-geofizičke unije i aktivnostima kroz saradnju na projektima iniciranim od strane Balkansko-karpatske geofizičke asocijacije.

U okviru ovih aktivnosti, primenom metode dubokog seizmičkog sondiranja, ispitano je na prostoru bivše Jugoslavije više profila, od kojih su neki predstavljali delove međunarodnih traverzi. Na bazi rezultata tih ispitivanja Prof. Dragašević je izradio kartu Mohorovičićevog diskontinuiteta za područje bivše Jugoslavije, koja predstavlja jedan od bitnih elemenata proučavanja građe Zemljine kore jugoistočnog dela Evrope, odnosno Karpat-Dinarida.

Prof. Dragašević, na osnovu interpretacije rezultata istraživanja pobija realnost strukturno-tektonske rejonizacije na osnovu koncepta tektonike ploče. On zaključuje „Nijedan tektonski koncept ne može pretendovati na realnost ako zanemaruje dostignuća izvedenih geološko-geofizičkih ispitivanja građe Zemljine kore i gornjeg omotača Zemlje, načina njihovog nastanka, evolucije i toplotne istorije“.

Prof. Dragašević utvrđuje da „Rezultati mnogih seizmičkih profila realizovanih na područjima okeanskih aktivnih i pasivnih margina, osporavaju neke osnovne elemente koncepta tektonike ploče, kao što su zone subdukcije, postriftna depozicija i.t.d. Rezultati seizmičkih ispitivanja na području Dinarida i Jadranskog mora takođe ukazuju da je tektonska rejonizacija ovog prostora na osnovama koncepta tektonike ploče neodrživa“.

U razmatranju tektono-depozicionog razvoja područja Dinarida i Jadranskog mora, Prof. Dragašević uspostavlja neke nove stavove u pogledu koncepta tog razvoja i istovremeno sugerira neke nove poglede u odnosu na tektonski i tektonodepozicioni razvoj planetarnih marginalnih delova Zemljine kore. U svojoj knjizi „Razvoj građe Zemljine kore i konstrukcija koncepta tektonike ploče“, definiše depozicione cikluse na kopnu i podmorju Crne Gore. Prof. Dragašević zaključuje: „Tokom dijela paleozoika i donjeg trijasa, na prostoru današnjih spoljašnjih Dinarida, kao i na

---

delovima podmorja, dominirala je klastična sedimentacija. To su potvrdile i brojne izbušene bušotine: Crmnica-1, Nikšićka Župa-1, Rovinj-1, izbušene na kontinentu kao i bušotine sa podmorja: Maja -1, Grifone-1, Vlasta-1, Monte Gargano-1 itd. Ove paleozojsko donjo- trijasko klastite pokrivaju debele karbonatne mezozojske stijene koje se istanjuju prema severoistočnoj margini spoljašnjih Dinarida. Promene ovog klastično depozicionog ciklusa karbonatnim tokom mezozoika, prirodno nameće i pitanje geotektonskih i klimatskih događanja koja su te promene usloveli“.

U daljem objašnjavanju evolucionog razvoja depozicionih ciklusa na kopnu i podmorju Crne Gore, Prof. Dragašević, detaljno razmatra karbonatni mezozojski depozicion ciklus i klastični tercijski ciklus krajem krede, tokom paleocena, oligocena, miocena i pliocena.

### **3. Aktivnosti i doprinos istraživanju ugljovodonika na Crnogorskom primorju**

Paralelno sa ovim naučno istraživačkim aktivnostima, Prof. Dragašević je bio preko 35 godina angažovan na istraživanju ugljovodonika na tektono-depoziciono složenom području Dinarida i Jadranskog mora na kome su izvedena obimna reflektivna seizmička ispitivanja i istražna bušenja. Njegova prva stručna angažovanja na istraživanju nafte i gasa počinju u Preduzeću za istraživanje nafte Crne Gore, a zatim od 1970. godine postaje koordinator i savetnik za geološko-geofizička istraživanja u „Jugopetrolu“ Kotor. Ove najznačajnije funkcije za istraživanje ugljovodonika na kopnu i podmorju Crne Gore obavljao je sve do privatizacije „Jugopetrola“ Kotor od strane kompanije „Hellenic Petroleum“, koja je bila orijentisana na trgovinu naftom i naftnim derivatima, a ne na istraživanje ugljovodonika.

Prve interpretacije seizmičkih podataka i njihove korelacije sa karotažom i geološkim kartiranjem istražnih bušotina koje je izvršio Prof. Dragašević, daju ogroman stručno-naučni doprinos sagledavanju strukturno-depozicionog razvoja i sklopa stijenskog kompleksa i njegove potencijalnosti u pogledu daljih istraživanja ugljovodonika u unutrašnjim Dinaridima i podmorju Crne Gore.

Bolje poznavanje litofizičkih karakteristika deponovanog sedimentnog kompleksa u podmorju, omogućile su registrovanje više vrsta seizmičkih talasa reflektovanih na granicama sedimentne serije, sve do donjih trijaskih klastita i baze sedimenata.

Primenom savremenih digitalnih seizmičkih, višekanalnih aparatura i metodologije „Slalom line“ Prof. Dragašević, sa ekipama Geofizičkog instituta, sprovodi značajna regionalna ispitivanja na kopnu i prva eksperimentalna ispitivanja na moru u priobalju Ulcinja. Rezultati svih tih ispitivanja i saopštenja koji su objavljeni u stranim i domaćim stručnim časopisima o evoluciji spoljašnjih Dinarida i sedimentnom kompleksu, obezbeđuju izuzetno vrijednu podlogu za angažovanje stranih naftnih kompanija na istraživanju ugljovodonika u podmorju Crne Gore.

Od samog početka pregovora „Jugopetrola“ iz Kotora, pa do sklapanja Ugovora o zajedničkom istraživanju sa američkom naftnom kompanijom „Buttes Oil and Gas“,

---

1973.godine, Prof. Dragašević ima najznačajniju stručnu ulogu u pogledu obima i metodologije geološko-geofizičkih istraživanja. Potpisivanjem ugovora zpočinju intenzivna istraživanja nafte i gasa na podmorju južnog Jadrana. Ugovorom je obuhvaćen istražni prostor od graničnog područja sa Albanijom, sve do rta Prevlaka.

Na osnovu interpretacije prvih rezultata seizmičkih istraživanja koju su paralelno vršili Prof. Dragašević, u ime „Jugopetrola“, i stručnjaci „Buttes Oil and Gas“, locirana je prva istražna bušotina JJ-1, koja je na dubini od 3.600 metara ušla u oligocensku krečnjačko-peščarsku seriju koja je bila ispunjena gasom pod vrlo velikim pritiskom. Prof. Dragašević u svojim stručnim izveštajima napominje da strani partner, zbog nepostojanja izgrađene infrastrukture za prenos gasa, nije bio zainteresovan za eksploataciju otkrivenog gasa.

Identifikacijom sedimenata na bazi rezultata karotaža i jezgra iz bušotine JJ-1 i korelacijom reflektivnih diskontinuiteta na seizmičkim sekcijama znatno dubljim od dostignute dubine bušotine JJ-1, potvrđeno je postojanje Južno-jadranskog sedimentnog basena u kome debljina sedimenata premašuje 15.000 metara u njegovom epicentralnom delu. Prof. Dragašević je zaključio da nema u svijetu basena sa takvom debljinom sedimenata i takvim strukturnim karakteristikama, a da nemaju proizvodnju nafte i gasa.

U dalja istraživanja podmorja Crne Gore, posle prve faze koju je izvršio „Buttes Oil and Gas“, uključila se kompanija „Chevron Co“ iz San Franciska, koja je potpisala ugovore i sa Crnom Gorom i sa Hrvatskom o istraživanju ugljovodonika u Jadraniu.

Nakon novih opsežnih seizmičkih istraživanja, locirane su i izbušene bušotine JJ-2 na području Ulcinja i i JJ-3 u zoni između Kotora i Budve. Bušotinom JJ-3 utvrđena je nafta iz koje je u fazi testiranja u toku nekoliko dana izvršeno vađenje po 167 barela nafte dnevno. Analize su pokazale da se radi o takozvanoj slatkoj lakoj nafti (sweet light oil), sličnih karakteristika kao ona u Severnom moru, što je ukazivalo da se radi o velikom otkriću i potvrdi za nastavljnje istraživanja.

Isticanjem ugovora sklopljenim sa Crnom Gorom kompanija „Chevron Co“ se pomjerila na Hrvatski dio Jadrana, sa očekivanjem da će u tom dijelu Jadrana pronaći plića ležišta nafte, što se izvođenjem nekoliko izbušenih bušotina nije ostvarilo.

U cilju ubrzanja daljih istraživanja a pre svega na osnovu proučenih strukturnih, litoloških i tektonsko-evolucionih karakteristika, gde je Prof. Dragašević dao poseban naučni i stručni doprinos u definisanju mogućih strukturnih, litoloških i tektonskih tipova zamki ugljovodonika, prostor podmorja Crne Gore podeljen je u tri bloka sa svojim karakterističnim strukturno-tektonskim karakteristikama.

Istraživanja su nastavile naftne kompanije „Amoco“, „Crescent Petroleum“ iz UAR, „INA-Naftaplin“, „Naftagas“ i „Ramco Energy“. U svim pregovorima oko uključivanja pomenutih kompanija aktivno učestvuje Prof. Dragašević. Sav stručni prilaz, upoznavanje zainteresovanih kompanija u uključivanje u dalja istraživanja i stručna objašnjenja u pogledu evolucije i strukturno-tektonskog sklopa i potencijalnosti područja podmorja Crne Gore, u pogledu potencijalnosti za pronalaženje

---

ekonomski značajnih ležišta ugljovodonika, obrazlaže i dokumentuje svojom interpretacijom reflektivnih seizmičkih rezultata i njihovom korelacijom sa rezultatima sa rezultatima istražnog bušenja i ostalim relevantnim geološkim podacima.

U periodu od 1973. do 2005. godine na prostoru podmorja Crne Gore urađeno je više od 10.000 kilometara 2D seizmičkih profila, 311 km<sup>2</sup> 3D seizmike i izbušeno pet dubokih istražnih bušotina. Svi ti dobijeni podaci i rezultati njihove interpretacije su dokumentovani i elaborirani u stručnim izveštajima i nalaze se u fondu stručne dokumentacije „Jugopetrola“ u Kotoru. U međuvremenu ovi podaci su najvećim dijelom preuzeti od strane novoformirane Uprave za ugljovodonike Crne Gore, uskladišteni u tzv. Data-room i učinjeni operativnim kroz proces digitalizacije cijele dokumentacije i pristupačnim za fazu pripreme novih istraživanja ugljovodonika, koja je upravo započela.

Na bazi tih analitičkih rezultata rađeni su mnogi sintetizovani izveštaji i saopštenja koja su dostavljena Vladi i Ministarstvu za rudarstvo Crne Gore u cilju njihovog upoznavanja sa obimom, dinamikom, dobijenim rezultatima i planovima za dalja istraživanja. U svim tim brojnim elaboratima i izveštajima kao autor učestvuje Prof. Dragašević. Njegove stručno-naučne konstatacije bile su osnove njegovih objavljenih stručno-naučnih radova i knjiga, kao i osnove planiranja novih istraživanja.

Na kraju ovog kratkog prikaza istorije istraživanja geološko-geofizičkih i ugljovodoničnih karakteristika spoljašnjih Dinarida i podmorja Crne Gore, kao i potencijalnosti tog područja u pogledu pronalaženja ekonomski značajnih eksploatabilnih rezervi ugljovodonika, umesto zaključka, treba posebno istaći sledeće ključne istraživačko-naučne doprinose Prof. Dragaševića, koje su pretežno sadržane u:

- Definisanju strukturno-tektonskih karakteristika spoljašnjih Dinarida i podmorja Crne Gore na bazi rezultata geološko-geofizičkih istraživanja i njihove interpretacije zasnovane na utvrđenim geološkim činjenicama, a ne na postavljenim geološkim hipotezama tektonike ploče;

- Utvrđivanja potencijalnosti sedimentnog kompleksa podmorja Crne Gore na bazi rezultata prve faze reflektivnih seizmičkih istraživanja i rezultata izbušene bušotine JJ-1, potvrđivanjem Južno-jadranskog sedimentnog basena u kome debljina sedimenata premašuje 15.000 metara u njegovom epicentralnom dijelu.

- Utvrđivanju lokacija bušotina JJ-2 i JJ-3, na bazi rezultata novih reflektivnih seizmičkih istraživanja, koje su potvrdile akumulaciju gasa i lake nafte, što je predstavljalo veliko dostignuće i otvorilo realne perspektive za vjerovatno pronalaženje značajnih rezervi ugljovodonika u prostoru podmorja Crne Gore;

- Definisanje tri strukturno-tektonska bloka sa svojim litološkim i ugljovodoničnim specifičnostima za usmeravanje daljih istraživanja;

- Otvaranje pitanja mogućih zamki ugljovodonika (strukturnih, litoloških i tektonskih) i njihovom istraživanju 3D reflektivnom seizmikom za lociranje novih istražnih bušotina;

---

- Stručnoj i naučnoj prezentaciji svih rezultata istraživanja i njihovoj interpretaciji u pogledu ugljovodonične potencijalnosti podmorja Crne Gore najvećim američkim naftnim kompanijama, kao što su „Shevron Co“, „Mobil Oil Co“, „Amoco“ i dr., i zajedničkoj ocjeni sa njihovim ekspertima za istraživanje nafte i gasa, o dokumentovanoj stručnoj i naučnoj objektivnosti prezentirane interpretacije rezultata i naftnoj potencijalnosti podmorja Crne Gore;

- Učešću u mnogim ocjenama i finalnim elaboratima o naftno-gasnoj potencijalnosti podmorja Crne Gore koje su radile eksterne ekspertske kuće;

- Stručnoj i naučnoj afirmaciji izvođenih istraživanja i dostignutim rezultatima u objavljenim radovima i održanim predavanjima pred svetskom i domaćom stručnom javnošću.

Stopiranje već definisanog i pripremljenog Ugovora sa jednom od najvećih naftnih kompanija „Mobil Oil Co“ iz Dalasa, zbog početka ratnih dejstava u Jugoslaviji, predstavlja početak velikog diskontinuiteta u daljem istraživanju nafte i gasa u podmorju Crne Gore.

Poslije privatizacije „Jugopetrola“ Kotor, prestaje aktivno angažovanje Prof. Dragaševića na istraživanju unutrašnjih Dinarida i podmorja Crne Gore. On se potpuno posvećuje fundamentalnom naučnom radu o nastanku planete Zemlje. Taj rad objavljuje 2014.godine u svojoj poslednjoj knjizi „Od najmanje čestice materije preko kosmosa do Planete Zemlje“.

#### **4. Zaključna misao**

Neophodno je naglasiti da izgradnja daljeg koncepta istraživanja u podmorju Crne Gore – kroz nastavak primjene 3D reflektivne seizmičke metode i izvođenje novih istražnih bušenja, kao i budući napredak u pronalasku nafte i gasa u podmorju Crne Gore, su u značajnoj mjeri utemeljeni na velikom doprinosu Prof. Tihomira Dragaševića i ogromnom opusu njegovog ukupnog rada u toj oblasti.

Stara engleska poslovice glasi. „Ako ne znaš kuda ideš, svaki put te tamo vodi“.

---

Katalog dijela radova Prof. dr Tihomira Dragaševića u Geografskom institutu „Jovan Cvijić“ Srpske akademije nauka i umjetnosti:

1. Geološka građa i sturkturane karakteristike Sirije na osnovu geofizičkih i geoloških podataka
2. Geotermička ispitivanja duž profila Negotin-Brus.
3. Građa Zemljine kore u uslovima različitih strukturno-geoloških i topografskih odnosa.
4. Ispitivanje građe Zemljine kore korišćenjem transformisanih talasa.
5. Ispitivanje građe Zemljine kore primenom dubokog seizmičkog sondiranja na području Dinarida.
6. Izraz za računanje brzina, multipl talasi i analiza brzina,
7. Korelativna zavisnost između nekih fizičkih svojstava stena,
8. Mogućnosti pobuđivanja reflektivnih talasa na nekim litostratigrafskim granicama na podnožju jugoistočnih dinarida.
9. Mohorovičićav diskontinuitet, građa i klasifikacija zemljine kore.
10. Naftnogeološka perspektivnost kontinentalnog područja Crne Gore.
11. Neke karakteristike refrakcionih seizmičkih ispitivanja u području Ulcinja.
12. Neke specifičnosti obrade podataka dobijenih seizmičkom metodom na područjima sa složenim seizmo-geološkim uslovima.
13. O građi Zemljine kore duž profila Petrovac n/m - Negotin na osnovu podataka dubokog seizmičkog sondiranja.
14. O interpretaciji kompleksnih geoloških i geofizičkih podataka.
15. O karakteristikama talasa pobuđenih zemljotresom i eksplozijom.
16. Prilog poznavanju strukturno tektonskih i naftno-geoloških karakteristika podmorja Crne Gore.
17. Rezultati geofizičkih ispitivanja i geotektonska truktura jugoistočnog dela Jadranskog mora.
18. Savremena građa zemljine kore i gornjeg omotača na području Jugoslavije.
19. Strukturne i naftnogeološke karakteristike jugoistočnog dela Jadranskog mora.
20. Strukturni razvoj II dela Jadranskog podmorja i kontinentalnog zaleda na osnovu podataka dobijenih seizmičkim ispitivanjima i bušenjem.
21. Strukturno tektonski i depozicioni odnosi stenskog kompleksa južnojadranskog podmorja.
22. Talasi smetnji pri reflektivnim seizmičkim ispitivanjima na moru.
23. Talasi smetnji u području strukture "Orlovat".





---

## **PRILOG 2**

**Miodrag Gomilanović**

### **SJEĆANJA I PISANA RIJEČ RUDARSKIH INSPEKTORA U CRNOJ GORI**

#### **Riječ priređivača**

Dosadašnjim geološkim istraživanjima na prostoru Crne Gore utvrđeno je da postoji preko 30 vrsta mineralnih sirovina, od čega su 4 mineralne sirovine obnovljive. Ovome treba dodati i tehnogene mineralne sirovine nastale u procesu proizvodnje glinice, proizvodnje koncentrata olova i cinka, proizvodnje barita i proizvodnje ukrasnog kamena, posebno iz prva dva ova procesa. Rezerve raspoloživih mineralnih sirovina utvrđene su na različitom nivou, od eksploatacionih, do potencijalnih, od značajnih količina i kvaliteta, do manjih količina i pojava oblika. U drugoj polovini XX vijeka, do danas, eksploatisano je samo 16 mineralnih sirovina, a neke samo povremeno.

Obzirom na rezerve, kvalitet, značaj i ekonomsko vrednovanje ovih resursa, bitno je istaći slijedeće mineralne sirovine: ugalj (mrko - lignitski i mrki), crveni boksit, rude olova i cinka, nemetalne mineralne sirovine (posebno arhitektonsko – građevinski kamen i laporac) i ležišta podzemnih voda. Rudarski kolektivi koji su bili prepoznatljiviji u rudarstvu Crne Gore i doprinijeli njenom ekonomskom razvoju za pominjanje su: Rudnici boksita – Nikšić, Rudnik uglja – Pljevlja, Rudnik olova i cinka „Šuplja stijena – Gradac kod Pljevlja, Rudnik olova i cinka „Brskovo, – Mojkovac, Rudnik mrkog uglja – Ivangrad, Rudnik ukrasnog kamena „Mermer“ – Danilovgrad.

Razlog pisanja ovih redova, i isticanje ovih podataka, je veoma prijatna obaveza da se sa uvažavanjem podsjetimo dva glavna rudarska inspektora Crne Gore u drugoj polovini XX vijeka: Vitorović Todora, dipl. ing rudarstva i Ćipranić Dragiše, dipl. ing rudarstva. Njihov rad i profesionalni i edukativni doprinos u razvoju rudarske djelatnosti u našoj državi, posebno u poslijeratnom periodu, je za uvažavanje i poštovanje. Za ovakav stav je nepodijeljeno mišljenje rudarskih inženjera koji su radili i koji rade u Crnoj Gori. Geoloških inženjera takođe. I dodatno. Ovi glavni republički rudarski inspektori, ne samo da su svojim terenskim i inspekcijским radom ostavili trag u geologiji i rudarstvu Crne Gore, već su svojim stručnim radovima ostavili i pisani trag. Ostavili su svoja sjećanja o geološkim istraživanjima i rudarskoj industriji u tom periodu.

Neimari geologije i rudarstva imaju izuzetno složenu i delikatnu društvenu obavezu, možda po nekome pretenciozno, ali je to činjenica. Utvrditi šta se nalazi u zemlji i kako to eksploatisati i staviti društvu na raspolaganje i korist, je i složena i sa bezbednosnog aspekta odgovorna djelatnost. To je i jedan od razloga „priče“ o ličnostima koji su pomenuti u ovom tekstu.

JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, jedina stručna institucija u geološko – rudarskoj oblasti u Crnoj Gori, izdaje periodično Geološki glasnik. Uz

---

njihovo puno razumijevanje i podršku biće objavljena ova dva naslova:

- Inž. Todor Vitorović: ISTRAŽIVANJE RUDIŠTA U SOCIJALISTIČKOJ REPUBLICI CRNOJ GORI POSLE DRUGOG SVETSKOG RATA, Beograd 1986 godine.

- Dragiša Ćipranić, glavni inspektor za rudarstvo: RUDARSTVO U SR CRNOJ GORI (ugalj, metali i nemetali ), Titograd 1986 godine.

Prvi rad, rad inž. Todora Vitorovića, je više prikaz ambijenta u kome je poslije rata vršeno geološko istraživanje, prostor na kome je vršeno istraživanje, oprema ( ili bolje je reći alat ) sa kojim se istraživalo, kadar koji je obavljao ove poslove i saradnja sa nadležnim opštinskim i republičkim organima. Bez obzira što u njemu nema brojevanih i drugih bitnih podataka, na veoma slikovit način dočarava ambicije rudarskih stručnjaka i poduhvate u oblasti geoloških istraživanja u poratnim uslovima. Slike iz tog perioda je teško, ili skoro nemoguće, uramiti u današnje uslove. Uvažena je ćirilica i ekavsko pismo u cilju zaštite originalnosti ovoga dokumenta.

Drugi rad, rad inž. Dragiše Ćipranića, je davao druge podatke. Pored kratkog prikaza istorije rudarenja u Crnoj Gori, prikazani su svi rudarski kapaciteti izgrađeni na prostoru Crne Gore i njihova ostvarenja u periodu od 1960.godine do 1985.godine. Logično, jer je on savremenik tih događaja. Rad obiluje velikim brojem podataka koji sprečavaju od zaborava značaja rudarske industrije u tom periodu. Naravno, rad je prikazao i tadašnje planove razvoja pojedinih rudarskih kolektiva u narednom periodu, a koji su iz sadašnjeg ugla gledanja bili neostvarljivi iz raznih razloga. Autor je podatke prezentirao na bazi dokumentacije koju je koristio, podatke stručnih lica u tim kolektivima sa kojima je saradivao, a zaključke i stavove na bazi svog profesionalnog ubjeđenja. Ali i ta činjenica daje mogućnost za određene zaključke. Ovaj rad je, kao i što je originalan tekst, prezentiran u ijekavskom dijalektu i latiničnim pismom.

Moja želja je bila , kao inicijatora za ovo pisanje, da predmetne tekstove prezentiram u maksimalno mogućem stepenu originalnosti, uz sitne štamparske i druge korekcije koje ne utiču na suštinu originalnog rada i uz neophodna uvažavanja uređivačke politike Geološkog glasnika. Nijesam želio, a nijesam imao ni pravo, da bilo koju suštinu i poruke teksta autora mijenjam, korigujem, dopunjujem. To je njihov doživljaj i kazivanje u tom period, prije 30 i više godina. Tekst je pisan u skladu kako su ga autori i napisali ( ćirilica i latinica ), uz neophodna prilagođavanja fonta slova. Ukoliko napravim bilo kakav propust, porodici uvaženih glavnih inspektora za rudarstvo i izdavaču Geološkog glasnika, upućujem veliko izvinjenje. Naravno, dao sam i kratku biografiju autora ovih radova.

Moja je obaveza da se zahvalim uredništvu Geološkog glasnika na obezbijeđenom prostoru za najavljene tekstove.

Pripremio i uredio

Dr Miodrag Gomilanović, dipl. ing rud., naučni saradnik, redovni član AINCG i član Balkanske akademije rudarskih nauka, miogom@t-com.me.

Podgorica, Crna Gora

---

## I. Sjećanja i pisana riječ Todora Vitorovića, dipl. ing rud.



Vitorović Todor, diplomirani inženjer rudarstva, rudarski istraživač i rukovodilac, docent Univerziteta u Beogradu i glavni republički inspektor za rudarstvo. Rođen 19. maja 1902. godine u Stalaću, a umro 22. januara 1988. godine u Beogradu. Gimnaziju je završio u Beogradu a Rudarsku akademiju u Frajbergu ( Njemačka ) 1927. godine. Kao rudarski inženjer od 1927. do 1946. godine radio je u većem broju rudnika Srbije ( Bogovina, Ibarski rudnici, Kostolac, Fruška gora ) i Makedonije. Pred Drugi svjetski rat obavljao je i dužnost glavnog rudarskog inspektora za Vardarsku banovinu. Poslije Drugog svjetskog rata do 1949. godine radio je u Rudniku uglja Aleksinac, Generalnoj direkciji za rudarstvo Srbije, Glavnoj direkciji za azbest i Glavnoj direkciji za nemetale Srbije, a potom u Ministarstvu industrije i rudarstva NRCG – Upravi za rudarstvo, kao viši industrijski inženjer, gdje rukovodi istražnim rudarskim radovima u Šupljoj stijeni, Brskovu ( olovo i cink ), Pljevljima i Ivangradu ( ugalj), Kovaču (barit). Od 1949. do 1951. godine ponovo je na radu u državnim organima industrije, energetike i rudarstva Srbije i Jugoslavije. Od 1948 -1956. godine na Rudarskom fakultetu u Beogradu predavao je istražne radove i osnove geofizike i rudarsku ekonomiju i organizaciju.

U Crnu Goru ponovo dolazi 1956. godine na dužnost glavnog republičkog inspektora za rudarstvo i ostaje sve do penzionisanja 1973. godine. Kao inspektor, svojom stručnošću i odlikom vrsnog pedagoga, dao je značajan doprinos napretku rudarstva Crne Gore i stvaranju čvrste rudarske discipline. Ostavio je brojne zapise i stručne izvještaje dragocjene za poslijeratno rudarstvo. Koautor je Enciklopedije tehničkih znanja, Tehnike rudarstva – knjiga Ii, Rudarski istražni radovi i metode geofizičkih istraživanja ( Beograd 1952. ). Bio je pasionirani kolekcionar minerala, starih rukopisa i starog oružja.

---

## ИСТРАЖИВАЊЕ РУДИШТА У СОЦИЈАЛИСТИЧКОЈ РЕПУБЛИЦИ ЦРНОЈ ГОРИ ПОСЛЕ ДРУГОГ СВЕТСКОГ РАТА

Београд, 1986. год.  
ИСТРАЖИВАЊЕ ПОСЛЕ II СВЕТСКОГ РАТА

По ослобођењу формирана је при Министарству индустрије Управа за рударство и Геолошки институт. За управника Управе постављен је Душан Јововић, који је до рата имао терене белих боксита и бентонита више Петровца на Мору, а за директора Геолошког института геолог Милош Павловић из Београда. Павловић је до рата био геолог у Геолошком институту Краљевине Југославије. Та постављења уследила су свакако у току 1945. године.

Душан Јововић није био стручњак ни рударски ни геолошки. Рударством се бавио као аматер, али је био у рударство заљубљен, ентузијаста. До рата имао је седиште у Котору и ту радио као члан неког рударског предузећа. Раније је био срески начелник.

Милош Павловић је мој класни друг. Матурирали смо у III Мушкој гимназији у Београду. Он је студирао геологију на београдском Факултету, а ја рударство у Фрајбергу у Немачкој ( сад НСР ). На факултету у Београду није био познат предмет Рудна лежишта, који се је гајио само на рударским високим школама. Ту су они обрађали пажњу на палеонтологију, стратиграфију, тектонику и сл. Дакле, минералне сировине и њихово истраживање није познавао.

Последњих две године до рата Душан Јововић је заузимао код Рударског главарства у Скопљу терене са белим бокситом ( углавном где се и данас ради). Будући да сам је био већ рударски саветник при Рударском главарству у Скопљу, где сам био задужен и за издавања права истраживања и рударских концесија (експлоатација) Јововић је увек имао посла са мном.

Душан Јововић ме је посећивао више пута у Београду после рата молећи ме да дођем у Црну Гору ради истраживања минералног блага, јер је знао да сам ја најбоље познавао прилике у Црној Гори. Долазио је и помоћник министра Министарства за индустрију Александар ( Пеко) Радевић, а и Милош Павловић. Павловић ми је чак претио Озном ако избегавам да дођем. Он је у ствари био у шкрипцу, јер циглана у Даниловграду била је изграђена, а није никад радила. Ту је Павловић показао стручност. Најзад је почетком априла 1946. године дошао к мени инж. Радоје Вукчевић. Он ме је молио да кренем са њим, јер је знао моју покретљивост и знање на пољу монтањ-геологије. 15.04.1946. године стигли смо нас двојица на Цетиње. Јововић је тражио обојицу за Рударску управу, али ја сам ради реда упорно тражио да будем у Геолошком институту. Ту сам затекао, поред Павловића, геолога Андрију Павића и геолога Милана Марковића. Био је ту и један геолог из Аустрије (заробљеник), др. геологије, који је у Аустрији радио углавном не нафти. Одмах сам кренуо на посао.

---

### **Боксити Никшић**

Истражни радови били су већ почети. Мислим да је ту искоришћен мој писмени извештај о појавама боксита у Никшићкој Жупи, који сам после недељу дана бављења на томе терену поднео концесионару Кости Мемедовићу, благајнику пиваре Вајферт у Београду. Његови компаноци у овом послу били су Лудвог Шистек, прокуриса поменуте пиваре, и Никола Чопић, трговац из Никшића. Примерак извештаја био је достављен и Чо пићу. У Заграду је пред рат отвори и експлоатисан боксит у Ливеровићима (чешко друштво са стручњаком инж. Мразом. Имали су седиште у Дубровнику. У локалу Дубраве била им је библиотека и хемијска лабораторија.

Никшићко предузеће почело је радове на Кутском брду, Биочком стану и Штитову. Радови су настављени под руководством инж. Марка. Жеравице и одвијали се са пуно успеха.

### **Бели боксити Цетиње**

После обиласка црвених боксита обишао сам беле боксите јужно од Никшића. Појаве и радови доказују да ту неће бити резерви, већ ће предузеће живети од данас до сутра. То сам саопштио Радоју Вукчевићу, па је он преузео бригу о њима заједно са Душаном Јововићем.

Угаљ Пљевља

Пре рата била су издате две концесије за експлоатацију угља, једна Војиславу (Воји) Ненадићу, учитељу и пензији, а друга неком приватнику, ваљда из Пљеваља. ( дорупа приређивача: двије концесије: Јовашевић и Селмановић ).

Радило се одмах иза града, испод некадашњег хотела “Тара”, један поред другог. Наслаге су знатне па је требало мислити на проширење резерви угљене супстанце за неко извесно планирање изградње индустрије. О некој механизацији за бушење ни говора, јер се је тешко добила и лопата и крамп. Најзад сам добио две ручне бушилице до 30 м дубине. Почео сам од изданака у Љуће – Шумани. То је терен данашњег рудника “Боровица”, снабдевача електране Пљевља. Иза мојег одласка из Црне Горе 1.02.1949. године истраживање је коракнуло уз помоћ неколико бушаћих гарнитура. Истражен ја читав базен Потрлица. Радове је надгледао геолог Анџрија Павић.

### **Угаљ Иванград**

Ја сам нашао један поткоп који је рађен у то време у Будимљу у горњем слоју. Рађено је у горњем слоју око 0,60 м моћности. Поткоп је рађен таласасто према прилика сло– ја. Ја сам имао податке о доњем слоју, који се је видео у вододерини Лима код данашњег моста на магистрали.

Почео сам једно истражно окно у Будимљу, близу поменитог поткопа. То је било јуна 1947. године. На томе послу испомагао ми је рударски техничар Вернер Бушман, заробљеник, са свршеном Рударском школом на реномираној Рударској школи у Бохуму ( Вестфалија ). Због помањкања времена ово окно

---

није довршено. По тојем одласку из Црне Горе предузеће је оформило геолошку екипу, па је почело истраживање помоћу моторних бушила. Базен је у грубом истражен. Израђен је пројекат отварања и експлоатације главног слоја. Кровни слој је занемарен, није откопан, мада је био делимично отворен.

### **Олово–цинк Брсково**

Пошто је осам месеци 1946. године прошло углавном на оријентисању где и шта истраживати, са инж. Вукчевићем и геологом Марковићем обишли смо у септембру 1946. године Брсково, односно терене Брскова. Ја сам ту долазио још 1939. године, јер су Енглези (Трепчанска група) радила на Брскову, будући да су искључиво право истраживања држали у опцији Од Рада Пашића из Београда. Право је издато 1930. године. План и опис граница кол мене. Ја сам се одлучио да наставим поткоп у врх Брскова, који су отварали Трепчанци. То је у ствари отварање старог поткопа. То је био најбољи путоказ.

Маја 1947. године требао је почети рад. Радника нигде нема (срезиви Колашин, Бијело Поље). Обећања пуно али без стварности. У Мојковцу је један био и задужен да прибави раднике (Тодор Вукић). Најзад сам се досетио: у Улцињу је био велики заробљенички логер (Немци), па сам са одобрењем ондашњег Министра отишао тамо и нашао 15 квалификованих рудара и 1 рударског техничара, којег сам раније споменуо. Имена и њихове слике са неким исплатницама су код мене. Дванаест је радило у поткопу (3 смене), а један је био кувар. Одмах је био проблем одећа и обућа, како са рад тако и за излаз. Ту ми је показао најбољу помоћ Спасоје Журић, мислим тада начелник Озне. Кренуо је са мном од продавнице до продавнице и свих 14 заробљеника били су потпуно обезбеђени оделом и обућом. Тадашњи председник општине Мојковац Василије Влаховић уступио је пола својег стана на Брскову, канцеларију и кујну, са смештајем куvara, техничара и надзора. Спасоје Журић је из Мојковца. И радови су најзад кренули почетком јуна 1947. године.

Радови су лепо напредовали. Радови су такође стручно извођени. Нарочито је била изражена педантност. За то у узврат, они су имали потпуно слободу и нису се осећали заробљеницима. Њихова зарада ишла је њима за храну, а то је било довољно. Веома лепо су се организовали.

Тај поткоп је настављен и њиме се је дошло до пиритног масива са галенитом и сфалеритом. То је најзначајнији рад а носио је име "Поткоп бр.1". Треба подвући да за цело то време није дошао ниједан наш радник. Немци су октобра (заробљеници) пуштени да се врате у домовину октобра 1948. године. По мојем одласку радове је надгледао Геолошки институт, а некако одмах за тим основано је предузеће које је оформило и геолошку службу.

У моје време довео сам из Београда на Брсково да надгледа рад Милана В. Поповића, а марта 1948. године дошао је за надзорника Душан Вујовић, повратник из Аустралије, са својом породицом.

---

### **Бентонит више Петровца на Мору**

Настављени су радови на истраживању бентонита ( онда су мислили да је то каолин ). Ту ми је испомагао Бушман. Радили су наши људи из околине. По мојем одласку радови су настављени. Касније је формирано предузеће за експлоатацију бетонита. Радило се пуно на технолошкој примени те сировине, ( др. Мирослав Каршулин Загреб ) и изградња предузећа са инсталацијама за прераду у Буљарици.

### **Олово-цинк Шупља стијена**

После обиласка Брскова са инж. Вукчевићем и геологом Марковићем ја сам се одлучио да погледам терен Шупље стијене. Министар Комнен Церовић ме је најозбиљније упозоравао да тамо не идем, али није наводио узроке зашто не посетим тај крај. Ја сам био упоран, јер сам од Милана Поповића ( његово право истраживања ) слушао најлепше приче ( умео је да заслади ). И најзад Министар Церовић је дозволио да кренем, али ми је припремио писмо за Николу Голубовића, тада секретара ЦК СО Пљевља.

Стигао сам предвече ципом из Цетиња у Пљевља. Један келнер је одмах послао некога по Голубовића, и након 90 минута појавио се један дугајлија. То је био Голубовић Никола, родом из Маоча ( Вруља ), грађевински техничар по струци. Рекао сам му, предајући писмо, зашто долазим. Прочитао је писмо. Имао је озбиљан став. Није се задржао, али смо се договорили да ја кренем ујутру у 5 часова из тада јединог хотелчића “Зеленгора”. Ујутру је дошао један милиционер са белцем да бих ја јашио. Ја не волим да јашим, па смо ишли пешке. Пут нас је водио преко Зелене локве, преко Володера и Мељака, до села Врба. Ту је била станица милиције. Ја сам са собом носио и мој мали шатор. Одмах по доласку ја отварам шатор да га поставим поред зграде. Командир станице, кад је видео шта радим, узвикнуо је: Не треба вам шатор, ноћићете унутра! Он је свакако имао разлога за то, али је сам и поред његовог наваљивање остао упоран. Разапео сам шатор и у њему преноћио. Сигурно је да су милиционари били на спреси целу ноћ!

Следећег дана милиционер из Пљеваља враћа се са коњем натраг, а ја крећем пешке на Шупљу стијену у пратњи 3 милиционара ( ваљда ради обезбеђења ). Ја обично идем сам уз помоћ генералштабне карте. Прелазећи Црни поток изишли смо после двапо сата хода до под Шупљу стијену, где се сад налази компресор. И кроз младу борову шуму почели смо ход навише.

По савету Милана Поповића претходно сам послао телеграм Кости Тодовићу из Ријеке испод Крње Јеле ( атар Челебића ) да ме одређенога дана сачека на Шупљој стијени. Кад смо били већ скоро горе појавио се је један брајлија. Милиционари одмах пушке на готовс. Међутим та се особа наједаред јавља узвикујући: Ја сам брат Костин Иван, а Коста је на путу у Војводину. Пришли смо горе, упознали се и чули разлог зашто Косте нема.

Милан Поповић, ималац искључивог права истраживања, дао је терен у опцију инж Веберу ( Немац ) пред рат. Он је вршио истражне радове на више

---

места, наравно све ручно, и повезао радове врло лепим стазама. Ту на терену смо се забавили од 10 до 15 часова. Прегледао сам детаљно сваки почетак рада. Уствари то су били тек започети поткопи. Од Тодовића Ивана распитао сам се о могућности ангажовања радника из непосредне околине, где би имали обезбеђено становање и исхрану. Онда питање саобраћаја. И повратак у Врбу.

Другог дана кренули смо на босанску страну у поток Среденик, преко Ђурђевој Воде. Ту су једно време пред рат радили на истраживању олова и цинка, како ми је речено, Енглези. Прошли смо о поред села Витине и скренули лево према потоку са нашег пута, који је у ствари био стари пут Пљевља ~ Челебић. Сишли смо брзо у поток. Дивлјина. Силазећи ( ја напред ) наишли смо на измет неке зверке. Милиционари рекоше да је то од медведа. Крај самог потока била је једна крушка, али сасвим свеже поломљена. Нашли смо два поткопа. Један око 20 м дужине а други нешто краћи. Детаљно сам прегледао чело радилишта и дошао до закључка да се и овде ради о жичним појавама свфалерита, галенита и пирита.

Око 15 часова били смо на путу за Врбу. Пут је водио поред саме смрчеве шуме Шупље стијене, а лево се простирале ливаде поменутог села Витине. Сели смо крај чесме да се мало одморимо. Ту су били и чобанчићи са стоком. После једно десетак минута деца су се нагло растрчала према селу остављајући стоку. Милиционери пушке на готовос! Према шуми били смо заклоњени зидом те велике зидане чесме. Чекали смо шта ће се догодити. Након десетак минута кренули смо. Колона по један. Напред милиционари на одстојању од око 50 м. и најзад ја. Није се ништа догодило. И тако се је ова епизода свршила без инцидента. И тек тада ми је било јасно због чега министар Комнен Церовић није хтео да идем на Шупљу стијену.

Трећег дана кренуо сам поново до Шупље стијене, поново разгледао радилишта и терен и створио слику будућих радова. Пред мрак смо било у Врби.

Четвртог дана захвалио сам се милиционарима и кренуо за Пљевља. Пратио ме је један милиционер. У Пљевљима исто вече састао сам се са Николом Голубовићем код „Зеленгоре“. Детаљно сам га обавестио шта намеравам даље., а то је значило: На пролеће истраживање! Био је веома задовољан. Цип је чекао и идућег јутра отпутовао сам натраг у Титоград.

Министра Церовића сам такође информисао и дао му моје предлоге за рад идуће године. Био је задовољан мојим излагањима, али сам му рекао и то да сад знам зашто се је противио мојем одласку на Шупљу стијену.

Крајем маја 1947. године, одмах по почетку радова на Брсковоу, дошао сам у Пљевља рали Шупље стијене. За снабдевање платом и другим потребама ангажован је тада службеник Среза пљеваљског Божидар Пејатовић, касније директор Рудника “Брсково”у Мојковцу. Уз њега одређен је за набавку потреба у Пљевљима Бајровић Мухамед. На Шупљу стијену дошао сам сам, јер сам рекао и министру Церовићу Комнену, као и Николи Голубовићу, да не желим пратњу милиционара ради моје личне безбедности. Коста Тодовић чекао ме

---

је на терену. Он је нашао људе за рад и једнога дана потом рад је почео са 45 радника из најближе околине. За пребацивање материјала из Пљеваља на Шупљу стијену одређен је Неђељко Марковић из Шула.

Напади ти су сви изданци. Радило се ручно. Од алата: бургија (штап), маца, крамп, лопата, секира. Напредовало се просечно 7 до 8 м. месечно, већ према материјалу. Стена порфирит. Лежиште типично рудне жице.

Сваки месец сам обавезно обилазио радове и давао директиве за рад. Долазак и одлазак са Шупља стијена пешке.

Најзад сам дошао на идеју да једним централним поткопом подиђем све рудне жице. Крајем децембра 1948. године дошао сам на Шупљу стијену. Није било снега. Уз геолошки компас, мерачку пантљику дао сам нападну тачку и правац поткопа. На пову годину 1949. искупили смо се сви радници ради припреме радова за будући поткоп. Исти је лоциран тако да се у непосредној близини може поставити компресорка станица кад стигне механизација. На том месту су касније изградили провизорно купатило. Тога дана предвече донет ми је из Пљеваља телеграм да се одмах вратим за Титоград. Ноћу је нападао велики снег. Кренуо сам у 4 сата изјутра, прегазио Ђехотину и дошао, око подне и Бољаниће. Тога дана било је све завејано. Није прошао ни један камион. Пошто сам се осушио у Општини крај пећи (бубњара) кренуо сам даље пешке за Пљевља, где сам стигао око 23 часа. Преноћио сам и кренуо за Титоград.

Телеграм: Одмах ме разрешити дужности и упутити у Београд на даљи рад. Секретар Министарства у Титограду био је Никола Голубовић. у Београду ме је чекало место главног инжењера код Главне дирекције за азбест.

1948. године за 13.јули дошли су из Београда: савезни министар за рударство Ване Андрејев, његов помоћник Ђуро Меденица, Милутин Радуловић-Крцун, инж. Евгеније Костић, геолог Василије Симић, директор Савезног геолошког института, геолог Вјекослав Микинчић, министар индустрије Црне Горе Боранић Божо (?), Никола Голубовић и др. Преко Бољанића смо коњима стигли на Шупљу стијену око 12 часова. После разгледања – ручак. За време ручке Бане Андрејев пита Костића Евгенија: Евгe– није, шта кажеш на свео ово што смо видели? Костић одговара: За овако мало пара оволико видети – то нема нигде!

После тога дошло је до награде новчане у знак признања. Савезно министарство 10.000, а Републичко министарство 6.000 динара. То је било онда пет мојих плата.

Иза мене дошао је инж. Планиншек, а после њега инж. Богдан Ђановић.

### **Барит на Ковачу**

Негде улето 1947 . године седао сам код „Зеленгоре“, а по повратку са Шупље стијене са Мухамедом Бајровићем. Том приликом ми је рекао да је један младић показао њему неки камен, али не зна да ли је то руда. Послао је по младића, те ускоро дође један младић (око 25-26 година) и пружи ми примерак.

---

Узео сам га у руку да по специфичној тежини и другом минералошко–петрографским карактеристикама, одредио сам га као барит. О томе сам обавестио Николу Голубовића. Сутрадан изјутра кренули смо на терен Никола Голубовић и Бакија (име младића). Дошли смо на Ковач планину, те од Пољана пешке у село Рајишићи, скоро на саму границу са Босном. Дивне појаве барита. Према мојој оцени око 98 % баријумсулфата. Није било двоумљења. Одмах почети истражне радове. И касније се је показало да је рад био сасвим оправдан.

За вођење надница ангажован је добро писмен сељак са Пољана Милош Каровић, чији је син гимназијалац касније студирао геологију на Рударско–геолошком факултету у Београду.

И тако се је завршио мој рад у Црној Гори, од 15. априла 1946. до 12. јануара 1949. године.

---

## II. Sjećanja i pisana riječ Dragiše Čipranića, dipl.ing rud.



**Čipranić Dragiša** - diplomirani inženjer rudarstva, rođen u Nikšiću 1935 godine, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Rudarsko –geološki fakultet – Rudarski odsjek u Beogradu završio je 1962 godine. Nakon završetka fakulteta radni odnos zasnovao je u Rudnicima boksita – Nikšić, gdje je obavljao više odgovornih dužnosti: pomoćnik direktora za proizvodnju i šef Službe higijensko-tehničke zaštite, koju funkciju obavlja i u Kombinat aluminijuma – Titograd nakon prelaska u ovo preduzeće.

Radeći u Rudnicima boksita – Nikšić ogromnu životnu energiju uložio je u odgovorno i kvalitetno obavljanje posla. Uvijek je bio spreman da svoja, ne mala profesionalna znanja i iskustva, stavi u službu postizanja novih rezultata rada. Posebno je bio cijenjen među kolegama jer je u komunikaciji sa njima prilazio sa željom da se rješavaju, a ne odlažu problemi.

Prelazeći sa poslom iz rudarstva u metalurgiju pokazalo se da je nova saznanja brzo stekao. Nastojao je da prati šta se događa u ovoj oblasti u svijetu i to znalački primjenjivao u praksi.

Od 1980 godine prelazi u Ministarstvo privrede Crne Gore, gdje u više mandata obavlja funkciju glavnog republičkog rudarskog inspektora, sve do svoje smrti. Na ovom mjestu je, svojim stručnim i odgovornim odnosom prema oblasti rudarstva, doprineo da ova oblast u tom periodu bude u značajnom procvatu i ostane zabilježen period najveće rudarske proizvodnje do sada. Važio je za inspektora koji je puno tražio da se sve radi kako to nalaže struka i propisi, ali je i sam pomagao u nalaženju rješenja za evidentirane probleme. Ta činjenica je doprinijela da bude izuzetno uvažavan.

Kao veoma ugledan čovjek i stručnjak biran je za predsjednika Društva inženjera i tehničara rudarstva, geologije i metalurgije Crne Gore, i druge organe u ovoj oblasti. Objavio je veći broj stručnih radova iz oblasti zaštite na radu u rudarstvu i metalurgiji.

Preminuo je 2000 godine od posljedica saobraćajne nesreće.

---

## **RUDARSTVO U SR CRNOJ GORI ( ugalj, metali i nemetali )**

- razvoj rudarstva
  - rudnici
  - kapaciteti proizvodnje
  - pravci daljeg razvoja rudarstva u Crnoj Gori
- Titograd, 1986. god.**

### **Predgovor**

Saznanja o rudarstvu i obradi metala u ranom srednjem vijeku na Južnoslovenskim prostorima svedena su na dosta šture podatke. Kasnije, donošenjem Zakona o rudnicima Despota Stevana Lazarevića ( 1403. godine ) i objavljivanjem niza turskih zakonskih propisa iz rudarskog prava, učinjen je znatan korak na upoznavanju srednjovjekovnog rudarstva. U pisanim izvorima iz tog vremena pominju se rudna nalazišta i podaci o vrstama ruda. Preokret u rudarstvu i cjelokupnom privrednom razvitku srednjovjekovne srpske države donose Sasi. Oni unose napredniju tehnologiju proizvodnje, trguju sa plemenitim metalima i izgrađuju sopstveno rudarstvo. U to vrijeme stvaraju se rudarski centri. Jedan od ti centara je i Brskovo pored rijeke Tare koji se prvi put pominje 1254 godine kao najveći rudnik srebra u XIII vijeku sa kovačnicom novca (poznati brskovski groši). Već 1433. godine Brskovo se pominje kao napušteni rudnik.

U vremenu od XV do XVIII vijeka razvoj rudarstva na ovim jugoslovenskim prostorima, vezan je za Osmanlijsko carstvo. Njima kao militarističkoj državi eksploatacija ruda bila je od velikog značaja. Od plemenitih metala ( srebra i zlata ) kovan je novac. Gvožđe, bakar i olovo koristili su za proizvodnju oruđa i oružja. Šalitra je korišćena za proizvodnju baruta. U ovom periodu poznate su nekolike oblasti značajne sa aspekta rudarstva. Iz toga vremena Crna Gora nije poznata kao rudarska oblast, odnosno ne pominje se nijedan rudnik kao aktivan.

Rudarstvo u jugoslovenskim zemljama do 1918. godine karakteriše se pojavom državnih preduzeća kao vlasnika rudnika. U svojstvu investitora pojavljuje se strani kapital i akcionarska društva domaćih ljudi i privatni kapital. Crna Gora, kao tada samostalna država, nije se još bila afirmisala kao samostalan nosilac ekonomske politike, niti je imala mogućnosti da nešto više uloži u rudarska istraživanja i zaštiti rudarstvo, iako je imala Zakon o rudarstvu donesen 1910. godine. Takva mogućnost stvorena je u periodu između 1918. i 1941. godine i u prvim godinama poslije II Svjetskog rata, kada Crna Gora postaje jako značajna za istraživanja ruda , posebno boksita, uglja, olova i cinka i dr.

Nakon intenzivnog istraživanja u periodu poslije II Svjetskog rata u Crnoj Gori su dokazane značajne rezerve ruda. Tada počinje i prva značajnija eksploatacija pojedinih ruda. Po registru Republičkog sekretarijata za poslove privrede – organa nadležnog za rudarstvo u SR Crnoj Gori, eksploataciju i preradu ruda obavljaju:

1. „Boksiti“ -preduzeće za eksploataciju boksita Cetinje od 16 juna 1960. godine ;

- 
2. Rudnik uglja Pljevlja od 7 avgusta 1960. godine;
  3. Rudnici boksita Nikšić od 8 novembra 1960. godine;
  4. Šuplja stijena“- Rudnik olova i cinka Gradac kod Pljevalja od 10 marta 1961. godine;
  5. Preduzeće za istražne radove i eksploataciju uglja – Ivangrad od 10 aprila 1961. godine;
  6. Rudnici olova i cinka u osnivanju „Brskovo“ – Mojkovac od 23 decembra 1968. godine;
  7. Ukrasni kamen „Preduzeće za eksploataciju, preradu i promet ukrasnog kamena“ - Danilovgrad od 5. februara 1969. godine.

## **1. „BOKSITI“ PREDUZEĆE ZA EKSPLOATACIJU BOKSITA - CETINJE**

Ležišta bijelih boksita nalaze se na prostoru između Cetinja, Grahova i Nikšića. Ovaj prostor karakteriše izraziti dinarski karst i izvan je značajnih puteva, te je relativno teško prohodan. Više ležišta bijelih boksita nalazi se na području Bijelih Poljana na kotama između 800 i 1300 m. nadmorske visine. Sa eksploatacijom bijelih boksita na području Bijelih Poljana otpočelo se poslije II Svjetskog rata ( 1949. godine ), u početku uglavnom na otvorenim izdancima, a zatim jamskim i površinskim kopom.

U geomorfološkom pogledu ležište bijelih boksita pojavljuje se u više oblika, među kojima je kao najčistiji i u ekonomsko – tehničkom pogledu najznačajniji nepravilno slojeviti oblik. Zajedničke karakteristike su im karstifikovana i neravna podina i ravna i uslojena krovina. Rudna tijela su mahom različitih dimenzija.

Debljina sloja se kreće od nekoliko desetina santimetara pa do 6 m. U pogledu kvaliteta znatno se među sobom razlikuju. Ima ih visokokvalitetnih sa sadržajem  $Al_2O_3$  od 50 – 70 %,  $SiO_2$  od 16 – 30 %,  $Fe_2O_3$  od 2 – 13 %,  $TiO_2$  od 3-4 %,  $CaO$  i  $MgO$  u tragovima. Po boji su : bijeli, žuti, rumeni, sivi i crni.

Skoro sva ležišta bijelih boksita na području Bijelih Poljana su relativno male moćnosti, pa ova činjenica, kao i teškoće koje dolaze od pasivnosti ovog područja, znatno utiču na mogućnost organizovanja eksploatacije ove značajne mineralne sirovine koja se koristi u industriji vatrostalnog materijala, zatim u proizvodnji korunda i sl.

Od brojnih ležišta bijelih boksita na području Bijelih Poljana, na osnovu rezultata dobijenih istražnim radovima, kao ekonomski značajna i sa aspekta mogućnosti organizovanja eksploatacije, poznata su slijedeća:

- Dionice,
- Studenac,
- Paprat I i II,
- Paprat III,
- Paklarica,
- Lazine.
- Trebovinjski pod i dr.

---

Kod nabrojanih ležišta geološko – rudarski uslovi, koji su dijelom definisani ili pojavom vidljivih izdanaka na površini ili većim stepenom istraženosti, kao i konfiguracija terena, znatno utiču na izbor najpovoljnijeg načina eksploatacije. Tako na primjer, nešto vidljivim izdancima, a nešto istražnim radovima, utvrđeno je da je kod ležišta Dionice, Paprat III, i dijela ležišta Paklarice, Lazine i Trebovinjski pod , moguće vršiti eksploataciju površinskim kopom. Kod ležišta Paprati I i II, Studenac i dijela ležišta Paklarica, nema ove pogodnosti pa je njihovo otvaranje izvršeno kosim i horizontalnim jamskim prostorijama, pri čemu su lokacije ovih prostorija određene tako da se sa njima poduhvate rudna tijela i stvori mogućnost primjene jedne od metoda otkopavanja koje su se pokazale kao najbolje u sličnim uslovima, a to su podetažne metode sa zarušavanjem krovine.. Uglavnom otvaranje svih ležišta izvršeno je tako da ne iziskuje posebno velika ulaganja, a ostavlja mogućnost da se nesmetano mogu nastaviti radovi daljeg istraživanja, što je veoma važno za bijele boksite područja Bijelih poljana.

Ukupna godišnja proizvodnja bijelih boksita ( sa svih ležišta ) jedva dostiže 8.000 tona godišnje. Za sada je jedini kupac „Šamot“ iz Arandelovca. Do 1980 godine proizvodnja se ostvarivala skoro manuelnim radom, a od tada radna organizacija nabavlja mehanizaciju prilagođenu ležišnim prilikama koja znatno podiže proizvodnju i uslove rada, tako da se tada može govoriti o procesu opremljenosti ove organizacije.

Pored toga rudnik prihvata poslovno-tehničku saradnju sa Institutom za tehnička istraživanja iz Titograda kojom saradnjom se znatno poboljšavaju: kvalitet neophodne tehničke dokumentacije, istraživanje mogućnosti prerade ove mineralne sirovine u sopstvenim kapacitetima i ulažu naponi za obezbjeđenje tržišta. Posebno se ističe da je ovom saradnjom dokazana sirovinska osnova i definisani pravci daljeg razvoja ove radne organizacije, što je u toku izradom više programa.

Danas, pored eksploatacije bijelih boksita radna organizacija u poluindustrijskom pogonu električne peći snage 1.500 KW za topljenje boksita, tako dase radi na njegovoj preradi u visokovatrostalne materijale, među kojima i visokovatrostalnu keramičku vunu.

Od izuzetne važnosti za sva saznanja o bijelim boksitima su naučni radovi doktora Dušana Dragovića, dipl. ing geologije. Ovi radovi su poslužili , a i dalje služe, za razvojna opredjeljenja ove radne organizacije.

## **2. RUDNIK UGLJA PLJEVLJA**

Na sjeveru Crne Gore, u blizini tromeđe socijalističkih republika Srbije, Bosne i Hercegovine i Crne Gore, nalazi se grad Pljevlja i Plevaško polje u čijoj utrobi leže ogromne količine uglja. Nema pouzdanih pisanih podataka ko je i kada počeo da vadi pljevaljski ugalj, kao i ko ga je prvi otkrio. Iz priča proističe da je prvi „rudar“ koji je otkrio slojeve uglja u Pljevaljskom polju rijeka Čehotina. Usijecajući svoje korito ova rijeka je presijecala bogate slojeve uglja i ukazivala svoje neobične crne obale. Takođe, u pričama stoji da su poljoprivredni obrađivači Pljevaljskog polja

---

Ostadoše saznanja o pljevaljskom uglju na ovom nivou sve do aneksije Bosne i Hercegovine, poslije koje u ove krajeve dođe Austrijska vojska koja kod naroda pobudi interesovanje o tom crnom kamenju, a koje ima čudnu sposobnost da može da gori i zagrijeva. Poslije toga iz dana u dan rastao je broj onih koji na svojim parcelama i na svoj način vadili ugalj, dopremajući ga stočnom zapregom do grada i prodavali ga najčešće siromašnom gradskom stanovništvu. Ovo su počeci ubiranja koristi od uglja u Pljevaljskom polju.

Ovakav način kopanja uglja na ovom prostoru karakteriše period prije II Svjetskog rata. Inženjer Todor Vitorović, koji se odmah poslije II Svjetskog rata počeo baviti rudarstvom u Crnoj Gori, pominje da su prije rata bile izdate dvije koncesije za eksploataciju uglja u Pljevaljskom polju, jedna Vojislavu Nenadiću (tada penzionisanom učitelju), a druga nekom privatniku čijeg se imena profesor Vitorović ne sjeća.

Tek poslije II Svjetskog rata kad mineralne sirovine u novoj Jugoslaviji dobijaju tretman opšteg društvenog dobra, pristupilo se istraživanju ugljonosnih naslaga na području cijelog Pljevaljskog polja. Formirano je i preduzeće za istraživanje i eksploataciju uglja Pljevlja, koje je radilo po programu ondašnjeg sekretarijata za narodnu privredu Narodne republike Crne Gore. Poznat je podatak da je tokom 1953 i 1954 godine izvršeno oko 800 metara istražnih bušotina na užem području pljevaljskog i ostalih ugljonosnih prostora u opštini Pljevlja. Inženjer Vitorović pominje da je on lično prve istražne radove na uglju počeo od izdanaka u Ljuće Šumanama, na terenu današnjeg površinskog kopa „Borovica“, a nakon toga je nabavljeno nekoliko bušačih garniturasa kojima je istražen čitav prostor lokaliteta Potrlice. Ove radove je nadgledao Andrija Pavić, geolog.

Zvanično, na osnovu još uvijek nedovoljno izvedenih istražnih radova u pljevaljskom ugljenom basenu proizvodnja uglja počinje oktobra 1952. godine, i od tada postoji privredna organizacija Rudnik uglja – Pljevlja i površinski kop „Potrlica“ na kome je ostvarena prva godišnja proizvodnja od 16.000 tona uglja. U to vrijeme, iako je već ostvarena proizvodnja uglja i dokazane rezerve i ostvaren prihod od prve proizvodnje, zbog toga što se Rudnik uglja nalazio daleko od tržišta sa putevima koji spadaju u najlošije u zemlji i visokim troškovima proizvodnje, postojala je sumnja da se Rudnik uglja može održati. Ipak, napori zaposlenih u kolektivu sve to savladavaju na način što iz godine u godinu povećavaju proizvodnju, nabavljaju kvalitetniju opremu i mehanizaciju, osposobljavaju se stručnim kadrom i tako stvaraju perspektivu kolektiva.

Od prvih 16 hiljada tona uglja, proizvodnja sve do 1965 godine raste po stopi od 28 %, tako da 1965.godine iznosi 384.565 tona. Međutim, u to vrijeme dolazi poznata kriza uglja zbog koje svuda osjetno pada proizvodnja. Kolektiv Rudnika uglja uspijeva da prebrodi i ovu krizu i održi proizvodnju iz 1965.godine, sa neznatnim smanjenjem. Već od 1972.godine počinje blagi porast proizvodnje, a 1977.godine, uvođenjem nove tehnologije i visokoproduktivnije opreme za površinsku eksploataciju, površinski kop „Potrlica“ znatno uvećava proizvodnju. U to vrijeme otvara se i površinski kop „Borovica“, tako da proizvodnje 1985.godine

iznosi 2.682.000 tona. Potrebu za proizvodnjom ovoga obima nameću zahtjevi novih industrijskih i termoenergetskih potrošača, kao što su Fabrika cementa – Pljevlja, TE – „Morava“ – Svilajnac i TE – „Pljevlja“ I.

Imajući u vidu prije svega ogromne utvrđene rezerve kvalitetnog lignita, koje prema dokumentaciji ( na svim likalitetima u Opštini ) iznose 250 miliona tona, od kojih su 60 % eksploatacione, Rudnik uglja –Pljevlja postaje i predstavlja najveći energetski potencijal na području SR Crne Gore. Sem toga, u primjeni je savremena visokokapacitativna mehanizacija i tehnologija kojima se postižu veoma visoki učinci. Tako naprimjer, utovarni bageri i odgovarajuća transportna sredstva, zajedno sa mobilnom i kvalitetnom pomoćnom rudarskom mehanizacijom, postižu dnevne učinke koji su ravni ranijim dvomjesečnim. Ovome doprinosi i visokostručni i kvalifikovani kadar koji vodi proizvodnju, kao i visokostručne službe koje planski usmjeravaju i prate rad Rudnika. Danas u Rudniku uglja radi preko 130 radnika srednje i visoke rudarske i geološke struke.

Prizvodni uspjesi Rudnika uglja – Pljevlja u periodu od 1981. do 1985. godine ( proizvodnja uglja i otkrivke ) vidni su iz slijedećih priloga:

#### Ugalj:

Godina	PK "Potrlica"			PK "Borovica"		
	Planirano	Ostvar. (t)	%	Planirano	Ostvar. (t)	%
1981.	900.000	1.080.717	120	370.000	370.379	100
1982.	950.000	1.132.364	119	500.000	461.072	92
1983.	1.200.000	1.174.800	98	800.000	1.003.891	125
1984.	1.200.000	1.295.045	108	1.000.000	1.308.653	131
1985.	1.200.000	1.184.902	99	1.200.000	1.447.724	125
'81-'85.	5.450.000	5.867.828	108	3.870.000	4.641.719	120

#### Otkrivka:

Godina	PK "Potrlica"			PK "Borovica"		
	Planirano	Ostvar. (t)	%	Planirano	Ostvar. (t)	%
1981.	3.600.000	4.133.461	114	183.000	262.715	143
1982.	4.100.000	4.456.493	108	412.000	588.467	143
1983.	4.800.000	3.934.617	81	640.000	583.460	91
1984.	5.000.000	5.462.108	109	800.000	987.300	123
1985.	5.200.000	8.692.997	109	850.000	1.222.705	144
'81-'85.	22.700.000	23.679.676	105	2.885.000	3.644.647	126

---

Kapaciteti raspoložive opreme za utovar od 11.000.000 m<sup>3</sup> č.m. godišnje i transporta 12.000.000 m<sup>3</sup>, ( PK „Potrlica“ ) dovoljno govore da se radi sa najsavremenijom rudarskom opremom visokih kapaciteta. Proizvodni učinci po radniku na uglju kreću se oko 12 tona otkopni, i oko 8 tona rudnički, a na otkrivci, na kojoj je angažovana krupna mehanizacija ,32 m<sup>3</sup> otkopni i oko 45 m<sup>3</sup> rudnički.

Radi izvjesnije dalje perspektive razvoja i sagledavanja cjelokupne problematike proizvodnje uglja u Pljevaljskom ugljenom basenu, na predlog stručnih službi, urađen je „Idejni projekat eksploatacije uglja u Pljevaljskom basenu i regulacija površinskih tokova voda“. Projekat je urađen 1983 godine od strane RO „Kolubara projekt“- OUR za projektovanje i inženjering – Lazarevac Datim projektom određene su :

- eksploatacione granice i
- eksploatacione rezerve uglja, i izdvojeni:

a.) centralni dio basena koji sačinjavaju eksploataciona polja:

1. „Potrlica“,
2. „Kalušići“,
3. „Komini“,
4. „Grevo“,
5. „Rabitlje“ , i

b.) jugozapadni dio koji sačinjavaju eksploataciona polja:

1. „Borovica“,
2. „Šumani I“ i
3. „Šumani II“.

Opravljanost podjela cijelog basena na dva dijela uslovljena je postojanjem neproaktivne zone između tih djelova, koja prostorom dijeli basen na dva potpuno odvojena dijela. Ukupne rezerve uglja u navedenim lokalitetima iznose oko 98.000.000 t., a otkrivke oko 300.000.000 m<sup>3</sup>, što znači da je prosječan odnos uglja i otkrivke oko 1:3 t/m<sup>3</sup>čm. Prosječna toplotna vrijednost uglja je oko 11.600 KJ/ kg. Optimalni kapacitet basena i njegov dinamičan razvoj rađen je na osnovu ukupnih eksploatacionih rezervi, ležišnih uslova cijelog basena, rudarsko – geoloških uslova u pojedinim revirima, realne potrošnje uglja, vijeka eksploatacije od minimalno 30 godina, mogućnosti ulaganja, i iznosi 3.000.000 t. uglja godišnje.

Podjela basena na revire, započeta eksploatacija u pojedinim revirima basena, međusobna dislociranost revira, ograničena mogućnost postizanja kapaciteta i ograničene mogućnosti investiranja, umanjuju mogućnost formiranja jedinstvenog fronta razvoja radova u cijelom basenu, pa će zbog toga biti potrebno istovremeno ( paralelno ) vršiti eksploataciju u više revira. Ovo i zbog toga što su ograničene rezerve uglja u pojedinim revirima i ograničen kapacitet revira.

Predviđa se slijedeća koncepcija daljeg razvoja:

Revir „Potrlica“ će se eksploatirati cijelo vrijeme rada basena. Revir „Borovica“ eksploatisaće se paralelno sa „Potrlicom“ do 1995. godine. Revir „Kalušići“ paralelno

---

sa „Potrlicom“ , i u početku rada sa „Borovicom“. Revir „Grevo“ paralelno sa „Potrlicom“ i revirom „Šumani I“. Revir „Šumani I“ je nastavak rada revira „Borovica“ i paralelno će se eksploatirati sa revirom „Potrlica“ i „Kalušići“. Revir „Šumani II“ eksploatiraće se paralelno sa revirom „Potrlica“, „Šumani I“ i „Kalušići“. Revir „Komini“ eksploatiraće se paralelno sa revirom „Potrlica“ i drugim revirima u periodu 200-2013 godine. Revir „Rabitlje“ eksploatiraće se paralelno sa ostalim revirima u periodu od 2011 – 2020 godine, kada se očekuje i prestanak eksploatacije uglja u Pljevaljskom basenu.

Iz naprijed navedenog vidi se da se jedino revir „Potrlica“ nalazi u eksploataciji tokom cijelog vijeka eksploatacije uglja u Pljevaljskom basenu. Ovo je i razumljivo pošto ovaj revir zauzima oko 3,0 km<sup>2</sup> površine , ili 2/3 površine cijelog basena. Revir je sa sjevera ograničen aktivnim dijelom postojećeg površinskog kopa, sa istoka i juga isklinjavanjem ugljenog sloja do osnovnog gorja, a sa zapadne strane revirom „Kalušići“ i „Grevo“, i jednim dijelom osnovnim gorjem koji čini podinu sloja.

Ukupne količine uglja i otkrivke u ovom reviru iznose 68.144.261 t. uglja i 248.515.000 m<sup>3</sup>cm otkrivke. Izraženo odnosom to čini 1:3,6 t/m<sup>3</sup> č.m. Predviđeni kapacitet PK „Potrlica“ iznosi od sadašnjih 1.2 mil. tona do 2,0 miliona tona uglja godišnje, dok se u pojedinim varijantama predviđa i 2,5 miliona tona uglja godišnje. Poseban problem eksploatacije uglja na PK „Potrlica“ u narednom periodu predstavlja :

- još uvijek neriješeno pitanje lokacije spoljašnjeg odlagališta, i
- izuzetno nepovoljni rudarsko- geološki i rudarsko-tehnološki uslovi eksploatacije.

Razvojna perspektiva Rudnika značajno je vezana i za rezultate istražnih radova u Maočkom polju. Dosadašnji istražni radovi su pokazali rezultate na osnovu kojih se ovo ležište može svrstati u najveća ležišta i pljevaljskoj opštini.

### **3. RUDNICI BOKSITA „NIKŠIĆ“ – NIKŠIĆ**

Sjeveroistočno od Nikšića, na području Nikšićke župe, nalazese najznačajnija i najkvalitetnija ležišta crvenih boksita. Inače, i na drugim područjima nikšićke opštine ima takođe značajnih ležišta boksita, ali su lošijeg kvaliteta i slabijih putnih veza sa Nikšićem, pa su zbog toga manje značajna.

Prvi istražni radovi na crvenim boksitima, koji su po većini autora počeli još 1925 godine , izvedeni su u okolini Grahova, Risna, Ulcinja i Herceg Novog. Punih 10 godina kasnije počela su istraživanja crvenih boksita u Nikšićkoj župi. Istraživanja i vlasništvo nad ležištima u to vrijeme pripadalo je nikšićkim trgovcima. Neposredno pred početak II Svjetskog rata počinje eksploatacija crvenih boksita sa ležišta u Zagradu. Otvaranje ovog ležišta i eksploataciju sa njega počela je jedna čehoslovačka firma iz Praga, pošto ga je prethodno kupila od vlasnika. Postoji podatak da je jedno manje ležište u to vrijeme bilo prodato firmi iz SSSR. Prodaja boksita stranim firmama dokaz su značajnih interesovanja za ovu mineralnu sirovinu

---

u to vrijeme u Evropi, posebno kapitalista. Ovo sa jedne strane, a sa druge strane ovakav odnos prema mineralnim sirovinama dokaz je nepoznavanja njene vrijednosti od strane ondašnje države. Poslije II Svjetskog rata mineralne sirovine dobijaju tretman nacionalnog blaga, odnosno opštedruštvenog dobra u vlasništvu države.

Rješenjem Vlade Narodne republike Crne Gore osnovani su 1948.godine Rudnici boksita – Nikšić kao državno privredno preduzeće. Zvanično 24.oktobra 1948.godine rudnik je pušten u rad., odnosno počela je eksploatacija boksita sa ležišta Zagrad, prvo površinskim kopom, a zatim 1951.godine jamskom eksploatacijom. Dan puštanja Rudnika boksita u proizvodnju proglašen je kasnije kao Dan rudara SR Crne Gore. Te 1948.godine proizvodnja crvenih boksita iznosila je 7.643 t. Vrijednost osnovnih sredstava bila je 596.000 dinara, a obrtna sredstva oko 2 milijarde. Od dana početka rada rudnika, pa do današnjih dana, ova radna organizacija stalno ostvaruje povećanu proizvodnju. Otvaraju se i druga ležišta i ostvaruje značajna proizvodnja koja je krajem 1978.godine iznosila 500.000 tona, a krajem 1985.godine već 800.000 tona. Programom razvoja Rudnika predviđa se godišnje povećanje proizvodnje od oko 5 %, što znači da će proizvodnja crvenih boksita u 1990.godini iznositi oko 900.000 tona.

Samo 15 dana poslije predaje prve naše fabrike radnicima na upravljanje, to je učinjeno i u Rudnicima boksita – Nikšić. Prvi Radnički savjet izabran je 10 septembra 1954.godine.

Odnos jamske proizvodnje prema proizvodnji sa površinskih kopova 1951. godine bio je 38:62, da bi 1960.godine taj odnos bio 48:58. Od 1960.godine vrše se dodatni napor za otvaranje površinskih kopova i modernizaciju površinske eksploatacije. Svuda gdje je to bilo moguće prešlo se sa podzemne eksploatacije na površinsku. U međuvremenu i podzemna eksploatacija se modernizuje na način što se u podzemni rad uvodi oprema na dizel pogon, a za otkopavanje rude primjenjuju visokoproduktivne i sigurne otkopne metode. Tako dasu danas Rudnici boksita u svojoj grupaciji u ekonomsko-tehničkom pogledu najveći u zemlji, a možda i u Evropi. Trenutno se eksploatacija rude obavlja sa površinskih kopova „Borova glava“, „Đurakov do“ i „Štitovo“, i jami „Biočki stan“. Za rad se koristi najsavremenija oprema koju proizvode poznate svjetske firme iz Evrope i Amerike. Za rad u jami koriste se utovarne lopate njemačke proizvodnje tipa GHH zapremine kašike od 2 m<sup>3</sup> i SCHOFEL L62 od 0,8 m<sup>3</sup> i L-1052 od 1,6 m<sup>3</sup>. Za bušenje se koriste bušilice firme GARDNER – DENVER i bušaći čekići SIG.

Za rad na površinskim kopovima koristi se veoma jaka utovarno-transportna oprema američke, njemačke i italijanske proizvodnje, kao što su CATERPILLAR, PERLINI i dr. Časovni kapaciteti ovih mašina su veoma visoki, tako npr. časovni kapacitet utovarivača CAT 988B, zapremine kašike 5,4 m<sup>3</sup> je 112 m<sup>3</sup>/h, bagera RH – 40 zapremine korpe 5 m<sup>3</sup>, 117 m<sup>3</sup>/h.

Radi sagledavanja kapaciteta opreme koja se koristi na površinskim kopovima daje se pregled ostvarenih učinaka na površinskom kopu „Štitovo“ za 1985.godinu, za opremu koja se u toj godini koristila za rad na ovom kopu:

---

a.) Bušenje i miniranje:

- Bušilica INGERSOLL – RAND ( ECM – 350 ), prečnika 76 mm, ostvarila je brzinu bušenja od 19,4 m/h ;

- Bušilica ROC – 601 ATLAS COPCO prečnika 76 mm, ostvarila je brzinu bušenja od 19,87 m/h;

- Bušilica STENUICK, prečnika 104 mm, ostvarila je brzinu bušenja od 9,15 m/h.

Za primijenjenu geometriju bušenja potrošnja eksploziva, pri miniranju u minskim poljima kod kojih je bušenje izvedeno navedenim bušilicama, iznosi 0,403 kg/m<sup>3</sup>.

b.) Utovar rude i jalovine:

- Utovarivač na točkovima CAT 988B, zapremine kašike 5,4 m<sup>3</sup>, ostvario je 144,4 m<sup>3</sup>/h;

- Bager RH – 40 , zapremine kašike od 5 m<sup>3</sup>, ostvario je 259 m<sup>3</sup>/h.

c.) Transport rude i jalovine:

Koriste se snažni damperi tipa CAT – 773 B, nosivosti 45 t. sa kojima se ostvaruje efektivno radno vrijeme od oko 3.540 h godišnje i postižu značajni prosječni učinci ( zavisno od dužine transporta ).

d.) Odlaganje jalovine:

Obavlja se buldozerima firme CAT tipa D8K i D9K koji su ostvarili oko 3.700 sati godišnje i veoma visoke učinke.

Radi ilustracije daje se i prikaz proizvodnje rude i jalovine na ležištima na kojima se u 1985.godini obavljala proizvodnja:

1. „Biočki stan“, jamska eksploatacija , planirano rude 320.000 t., ostvareno 298.298 t., ili 93 % od plana.

2. „Štitovo“, površinska eksploatacija, planirano rude 100.000 t., ostvareno 107.000 t., ili 107 % u odnosu na plan. Planirano jalovine 675.000 m<sup>3</sup>, a ostvareno 1.008.179 m<sup>3</sup>, ili 149 % u odnosu na plan.

3. „Đurakov do“, površinska eksploatacija, planirano rude 240.000 t., ostvareno 210.902 t, ili 87 % u odnosu na plan. Planirano jalovine 540.000 m<sup>3</sup>, a ostvareno 761.012 m<sup>3</sup>, ili 141 % u odnosu na plan.

Pri sadašnjoj organizaciji rada i primijenjenoj opremi za eksploataciju rude i otkopavanju otkrivke , na proizvodnim pogonima Rudnika boksita postižu se slijedeći učinci:

- Jamska eksploatacija – otkopni učinak od 6,3 t/ nad., rudnički 3,4 t/nad.

- Površinski kopovi – otkopni učinak od 124,8 t/nad., rudnički 70,6 t/nad.

Poslovni uspjesi Rudnika boksita – Nikšić u dosadašnjem razvoju rezultat su primjene savremene metode istraživanja ležišta, savremene i opremljene tehnologije pri eksploataciji, racionalnog korišćenja rudnih rezervi i svestranog zalaganja radnih ljudi. Na ovaj način kolektiv Rudnika boksita- Nikšić stvorio je i stvara sve uslove za osvajanje većih kapaciteta u proizvodnji.

---

#### 4. „ŠUPLJA STIJENA“ RUDNIK OLOVA I CINKA – GRADAC KOD PLJEVALJA

Rudnik olova i cinka „Šuplja stijena“ nalazi se na sjeveru Republike na granici prema Bosni i Hercegovini. Udaljen je 43 km od Pljevalja. Eksploataciono polje rudnika prostire se na površini od oko 10 km<sup>2</sup>, a zahvata sjeverne i sjeveroistočne obronke planine Ljubišnje. Šire područje Rudnika bilo je predmet rudarske aktivnosti još u srednjem vijeku. Saski rudari su za račun srpske srednjovjekovne države istraživali i eksploitali rudne žice u vulkanitima Kunovice i Rudnice. O ovome svjedoče ostaci starih potkopa, šahti i niskopa. Mnogi tvrde da su i od strane Rimljana u to doba na ovom prostoru vršene istrage.

U doba Turaka rudarstvo u ovom kraju potpuno iščezava, da bi ponovo oživjelo između I i II Svjetskog rata. Kao njegov početak inženjer Milan Popović iz Beograda navodi 1929. godinu. Dočim, nešto kasnije, ozbiljnija istraživanja počinju da obavljaju privatne engleske, a zatim njemačke firme. Englezi sa istraživanjem počinju 1935.godine, a Njemci 1939.godine i izvode ih sve do 1941.godine.

Poslije II Svjetskog rata, tačnije 1946.godine, na inicijativu tadašnjeg ministarstva ruda nastavlja se sa istraživanjem ovih prostora. Na prijedlog Svetozara Vukmanovića – Tempa, inženjer Todor Vitorović dolazi u to vrijeme u Crnu Goru i preuzima kontrolu ovih radova, tako da se organizuju intenzivni istražni radovi između 1949. i 1950.godine. U tom vremenu dokazane su rezerve rude u količini od 400.000 t. i to 75.000 B kategorije i 325.000 C kategorije. U ovom vremenu izgrađeni su i prateći objekti i Rudnik je pušten u probnu proizvodnju 23.septembra 1953. godine, a naredne 1954.godine u redovnu proizvodnju. Izgrađena je i flotacija čiji kapacitet je 55.000 t. godišnje. Ovaj kapacitet je 1964.godine povećan na 200.000 t. Upravo sa proizvodnjom vršena su intenzivna istraživanja i dokazne veće rezerve.

Proizvodnja je rasla veoma brzo, tako npr. sa 55.607 t. u 1954.godini porasla je na 198.837 t. u 1968.godini. Po evidenciji Rudnika u dosadašnjem radu iz svih revira otkopano je i prerađeno preko 3.550.000 t. rude sa relativno visokim sadržajem metala.

Za otkopavanje rude iz jame u početku je korišćena magazinska metoda, kao najpogodnija za otkopavanje rudnih žica. Kasnije, poslije 1965.godine, istraživanjima je utvrđeno da pored rudnih žica postoje i rudna tijela većih dimenzija, pa su za otkopavanje ovih rudnih tijela korišćene varijante podetažnih metoda. Za orudnjenja štokverkno-impregnacionog tipa i rudne žice sa padom ispod 50 stepeni, koristila se podetažna otkopna metoda sa ostavljanjem privremenih sigurnosnih stubova, dok je za otkopavanje rudnih žica sa padom ispod 50 stepeni jedno vrijeme primjenjivana frontalna otkopna metoda sa otkopnim frontom po padu žice. Poslije 1975.godine rudne žice moćnosti od 0,8 – 2,4 m (rudna žica 107 i 108) otkopavane su metodom krovnog zarušavanja i metodom podetažnog zarušavanja.

Izvoz rude iz jame obavljao se njenim spuštanjem preko rudnih sipki na osnovni VIII horizont, odakle se akumulatorskim lokomotivama ruda izvozila napolje do bunkera na utovarnoj stanici žičare. Preko ovog, VIII horizonta, izvozi se

---

i ruda sa površinskog kopa pošto se do osnovnog transportnog horizonta spušta niz rudnu sipku 823.

Oprema za rad u jami je mahom domaće proizvodnje. Bušenje se izvodi sa bušaćim mašinama RK – 28 i VK – 30, sa pneumatskom potpornom nogom i monoblok dlijetom od 0,80 – 1,60 m, prečnika 32 mm, proizvodnje Željezara Ravne.

Utovar rude je u zavisnosti od metode otkopavanja različit. Primjenjivana oprema je CAVO 310, utovarna lopata LM – 36, utovarna lopata PPN – LS, skreperi, sipke i dr. Korišćeni su i jamski vagoni tipa „Raduša“ zapremine 0,75 m<sup>3</sup>. Jedno vrijeme su se koristili i vagoni tipa „Trepča-3“.

Do primjene više metoda otkopavanja moralo je doći. To je uslovljavalo više faktora, pretežno montan – geološki. Osim toga, pri izboru tih metoda strogo se vodilo računa o učincima koje je moguće postići pri datoj metodi, iskorišćenju rudne supstance, mogućnosti primjene raspoložive mehanizacije, koncentracije rada na otkopima, ekonomičnosti rada i punoj sigurnosti. Cijeneći sve ovo, širu primjenu je našla magazinska metoda kojom je u jami ovog rudnika otkopano 1.824.581 t. ili 51 % od ukupne proizvodnje, i podetažna metoda ( posebno metoda sa otvorenim otkopima ) čijom primjenom je otkopano 1.207.800 t. ili 34%.

Od druge polovine 1980.godine na prostorima „Šuplje stijene“ otvoren je i površinski kop. Oprema za rad na kopu su utovarivač ULT – 160 – Kruševac, buldozeri CATERPILLAR D8K i damperi tipa KRAZ nosivosti 8 m<sup>3</sup>.

Trenutno su na eksploatacionom polju „Šuplje stijene“ izdvojeni lokaliteti:

1. Istočna struktura sa ovjerenim geološkim rezervama u količini od 11.727.895 tona, sa srednjim sadržajem metala Pb 0,43 %, Zn 1,58 % i 5,02 gr. po toni srebra.

2. Horizont IX ( jama ) sa ovjerenim geološkim rezervama u količini od 266.079 tona , sa srednjim sadržajem metala Pb 0,63 i Zn 5,96 %.

3. Đurđeve vode sa ovjerenim geološkim rezervama u količini od 898.564 tone, sa srednjim sadržajem metala Pb 0.67 %, Zn 3,58 %, Cu 0,17 % i 5,02 gr. po toni srebra.

Pored navedenih lokaliteta u periodu između 1970 – 1980.godine ovjerene su rezerve na lokalitetima: Rudnik u količini od 108.943 t., Paljevine u količini od 137.288 t. i Zapadna struktura u količini od 421.398 t. Eksploatacione rezerve najznačajnijih lokaliteta Istočne strukture, ovjerene u 1982.godini, sa stanjem 31.12.1980.godine su u količini od 8.200.000 t.

Eksploatacija se obavlja na lokalitetima: Istočna struktura – površinski kop, odakle se za 1986.godinu planira proizvodnja od 125.000 tona, Ix horizont - jama, odakle se za 1986.godinu planira proizvodnja od 35.000 t. Znači, ukupan plan za 1986.godinu je 160.000 tona, sa zbirnim sadržajem metala u rudi 2,80 % (Pb 0,69 i Zn 2,11 ). Za sadašnji plan proizvodnje rude Rudnik raspolaže dovoljno pogonske mehanizacije.

Najveći uspjeh Rudnik je dostigao za vrijeme kada su se podzemnom eksploatacijom otkopavala bogate žice kojih više nema. Značajni efekti, kao što su

---

prijemni bunkereri na rudniku, zatim žičara od rudnika do Graca i flotacije u Gracu, izgrađeni su tada , i njihovi kapaciteti podešeni za tadašnju bogatu rudu. U dosadašnjoj eksploataciji navedeni objekti su skoro amortizovani i za eksploataciju niskoprocenatnih siromašnih ruda , koje se sada eksploatišu, ne mogu da zadovolje bez rekonstrukcije.

Sadašnja proizvodnja ne može da obezbijedi ekonomično poslovanje Radne organizacije, upravo zbog toga što se trenutno eksploatišu niskoprocenatne – siromašne rude. Ova okolnost podstakla je Radnu organizaciju da svoju budućnost traži u tzv. predkomcentraciji na rudniku. Ovo znači da treba ići na godišnji plan od 600.000 tona sa zbirnim sadržajem metala 2,03 %, što bi se predkoncentracionim postupkom na rudniku svelo na plan proizvodnje od 250.000 tona rude sa zbirnim sadržajem oko 4 %. Na taj način bi ove količine rude koje se dopremaju do flotacije u Gracu, mogle da podnesu postojeći kapaciteti žičare i flotacije. Predkoncentracionim postupkom bi se za više od 3 puta uvećala proizvodnja koncentrata olova i cinka u odnosu na sadašnju. Uz uslov da se realizuje predkoncentracioni postupak ( 600.000 t. rude ) eksploatacioni vijek lokaliteta Istočne strukture iznosio bi oko 15 godina.

Daljim istraživanjem drugih lokaliteta ( istraživanja su u završnoj fazi ) očekuje se ovjera još oko 7 miliona tona, što će znatno uvećati rezerva ove mineralne sirovine, i uz uslov da se realizuje predkoncentracioni postupak znatno bi se produžio vijek rada rudnika „Šuplja stijena“ Gradac kod Pljevalja. U dosadašnjem radu, organizacijom rada i korišćenjem raspoložive opreme, na proizvodnji rude i jalovine, postižu se učinci::

- Jama IX horizont: otkopni učinak od 6 t/nad, rudnički 3 t/ nad.
- Površinski kop: otkopni učinak od 24 t/nad, rudnički 12 t/nad.

## **5. RUDNIK MRKOG UGLJA – IVANGRAD**

Ivangradski ugljeni basen u širem smislu nalazi se u sjeveroistočnom dijelu SR Crne Gore, u dolinskoj ravni rijeke Lima. Basen počinje od Vinicke na jugu i pruža se do Tifrana i Jejevice na sjeveru. Osovina basena je pružanje sjeveroistok – jugozapad sa tipičnom kotlinskom morfologijom. Niski djelovi basena su zaravnjeni i nalaze se na koti 650 m. Prema istoku basen je zatalasan i kote terena su 750 – 800 m. , dok planinski vrhovi u obodu basana prelaze 1000 m. nadmorske visine. Na sjevernom obodu ističu se Tifran ( 1161 m )Ostri, a na jugoistočnoj strani su Vukodernice, Prosjani i Gradac.

Procesi eksploatacije uglja sa ivangradskog ugljenog basena vršeni su u toku I Svjetskog rata od strane Austrijanaca, a za vrijeme II Svjetskog rata od strane Italijana. Eksploatisani su uglavnom izdanci i to u sopstvenoj režiji i za sopstvene lokalne potrebe. Prema nekim podacima ove količine uglja bile su oko 200 tona godišnje. Inženjer Todor Vitorović obišao je 1947.godine ivangradski ugljeni basen i od radova na eksploataciji zatekao jedan potkop u Budimlju, i to u gornjem sloju. Potkop je rađen talasasto prema prilikama sloja. U to vrijeme donji sloj bio je vidan u dolini Lima ( na obali ), kod sadašnjeg mosta preko Lima. Prvi industrijski pogoni

---

koji su koristili uglj sa izdanaka i iz potkopa bili su manja električna centrala i ciglana. Kao najpoznatija mjesta gdje je tada vršena eksploatacija su gradsko predgrađe zvano Haremi i Rudeška krivina, a tek potom značajni su potkop i niskop u selu Budimlje nedaleko od novog otvorene jame Budimlje. U to vrijeme ( juna 1947.godine ), po riječima inženjera Vitorovića, započeto je jedno istražno okno u Budimlju. Radovi na oknu bili su povjereni jednom njemačkom zarobljeniku koji se zvao Verner Bušman, a koji je imao završenu rudarsku školu, poznatu po kvalitetu, i to u Bohumu ( Vestvalija ).

Poslije ovog vremena nastavljaju se istražni radovi, o čemu svjedoče pisana dokumenta. Tako na primjer, Preduzeće za istraživanje i eksploataciju uglja, Pljevlja (koje je tada već postojalo) obraća se pismom od 15. septembra 1953. godine Sekretarijatu za nardonu privredu vlade Narodne Republike Crne Gore (pismo potpisao Dušan Popović kao direktor) da im se odobre sredstva od 19 miliona za izvođenje isražnih radova na uglju u Ivangradu. Pismom od 25. avgusta 1954. godine Zavod za geološka i hemijska istraživanja, dostavlja Sreskom narodnom odboru u Ivangradu kopiju izvještaja Radoja Vukčevića o stanju istražnih radova na uglju i potrebama za nova finansijska sredstva koja bi se koristila u te svrhe.

U to vrijeme, istražne radove na terenu sreza ivangradskog vršilo je Preduzeće za dubinska bušenja Bosne i Hercegovine iz Sarajeva i Preduzeće za dubinska bušenja iz Titograda, kao i „Elektrosonda“ iz Zagreba (1957.god.).

Do 28. januara 1955. godine, rudnik je radio u ssastavu industrijsko-zanatskog preduzeća „Impred“ u čijem sastavu su još bili ciglana i građevinsko preduzeće. Ovaj datum se smatra kao početak rada rudnika sa nazivom Preduzeće za istražne radove i eksploataciju uglja – Ivangrad. Pod ovim nazivom rudnik je registrovan 10. aprila 1961. godine, kod Republičkog sekretarijata za privredu. Zvanično, početkom 1960. godine počinje izgradnja jame „Budmilje“ za kapacitet od 115.000 tona, da bi 3.januara 1964. godine jama „Budimlje“ pošla u probnu proizvodnju, Godine 1965. dobijen je naziv Rudnik mrkog uglja - Ivangrad. Kasnije, 1968. Godine rudnik se integriše sa fabrikom celuloze i papira, kao pogon Rudnik uglja, a tek 1977. se konstituiše kao Osnovna organizacija udruženog rada Fabrike sulfatne celuloze i papira – Ivangrad.

Uporedo sa eksploatacijom uglja u jami „Budmilje“ obavljani su istražni radovi, odnosno doistraživanje na lokalitetu Budimlje-Petnjik-Depsići. Na osnovu tih istraživanja (doistraživanja) prišlo se 24. septembra 1974. godine radovima na otvaranju jame „Petnjik“, odnosno ovaj datum označava početak tih radova. Probna proizvodnja jame „Petnjik“ počinje 24.septembra 1980.godine, a redovna 1.jula 1981. godin. U to vrijeme rudnik se izdvaja iz Fabrike sulfatne celuloze i papira a posluje kao samostalna radna organizacija sa nazivom Rudnik mrkog uglja „Ivangrad“ Ivangrad.

Uporedo sa proizvodnjom u jami „Petnjik“ obavljaju se istražni radovi na lokalitetu „Police“ koji su i sada u toku i intenzivni su.

Za razvoj daljih rudarskih radova u reviru „Petnjik“ predviđaju se istražni i kontrolni radovi radi prekategoricizacije rezervi uglja i što optimalnijeg lociranja rudarskih

---

radova opšte i detaljne pripreme, radi uspostavljanja najracionalnije rudarske tehnologije otkopavanja ugljenog sloja.

Eksploatacija uglja u jami „Budimlje“ planiranog kapaciteta 115.000 tona uglja godišnje vršena je u periodu od januara mjeseca 1964. godine do oktobra mjeseca 1978. godine.

Ugljeni sloj je bio moćnosti 4 -10m razložen proslojkom jalovine moćnosti 0.2-2m. Otkopavanje uglja se vršilo stubnom otkopnom metodom „ brazda“. Pozitivne karakteristike ove otkopne metode je postizanje relativno visokih otkopnih učinaka, uz relativno niske troškove dobijanja uglja. Negativne karakteristike ove otkopne metode su znatni gubici mineralne supstance – uglja, koji se kreću i do 30% kao i rizična sigurnost rada u otvorenom otkopu. Moćnost sloja 4 -10m, nagib sloja 5-25°, kao i način njegovog pojavljivanja opravdali su primjenu stubne otkopne metode tkz. „brazda“. Projektovani kapacitet jame „Budimlje“ od 115.000 tona godišnje ostvaren je četvrte godine rada.

*Proizvodnja u jami „Budmilja“ se ostvarila sljedećom dinamikom:*

<b>1964.</b>	<b>92.000 t</b>	<b>1971.</b>	<b>121.653 t</b>
<b>1965.</b>	<b>110.323 t</b>	<b>1972.</b>	<b>120.079 t</b>
<b>1966.</b>	<b>112.507 t</b>	<b>1973.</b>	<b>109.961 t</b>
<b>1967.</b>	<b>115.705 t</b>	<b>1974.</b>	<b>106.717 t</b>
<b>1968.</b>	<b>125.251 t</b>	<b>1975.</b>	<b>99.140 t</b>
<b>1969.</b>	<b>121.075 t</b>	<b>1976.</b>	<b>103.158 t</b>
<b>1970.</b>	<b>118.250 t</b>	<b>1977.</b>	<b>63.632 t</b>
		<b>1978.</b>	<b>18.041 t</b>

Eksploatacija uglja u jami „Budmilje“ završena je 1978. g.

Planirani kapacitet jame „Petnjik“ zbog složenih tehničkih uslova, je bio promenljiv i kretao se u količinama od od 180 -250.000 tona uglja godišnje. U ovoj jami ugallj se javlja u 3 ugljena sloja:

- Glavni ili povlatni ugljeni sloj, moćnosti cca 3 m.;
- Prvi podinski ugljeni sloj, moćnosti cca 1 m.;
- Drugi podinski ugljeni sloj, moćnosti cca 1 – 2 m.

Glavni ili povlatni ugljeni sloj je kontinuiran i prostire se na čitavom lokalitetu jame „Petnjik“. Prvi podinski i drugi podinski ugljeni sloj nijesu kontinuirani i javljaju se mjestimično u udubljenjima paleoreljefa

Tektonika ugljenog sloja u jami „Petnjik“ je jedna od najsloženijih u odnosu na ostale rudnike u Jugoslaviji. Izražena je parketno – blokovska strukturagdje su ugljeni blokovi denivelisani, različiti po veličinu i obliku. Ovakva blokovska struktura predstavlja limitirajući faktor u primjeni rudarske tehnike i tehnologije, a takođe uzrokuje i promjenjivi kapacitet rudnika. Otežavajuću okolnost predstavlja izrada rudarskih prostorija opšte pripreme u dubokoj podini ugljenog sloja, odnosno u jalovini, zbog izražene manifestacije jamskih pritisaka. Ova okolnost prouzrokuje veoma skupu

---

izradu jamskih rudarskih prostorija, kao i nepovoljan koeficijent odnosa između količina izvedenih pripremnih radova i otkopane količine uglja. Eksploatacija uglja u jami „Petnjik“ se vrši otkopnom metodom „širokočelo“. Ovakvom načinu otkopavanja odgovara debljina ugljenog sloja i njegovog pada.

Pozitivne karakteristike otkopne metode „široko čelo“ su postizanje visokog stepena iskorišćenja uglja prilikom eksploatacije i postizanje najvećeg mogućeg stepena sigurnosti rada.

Izražena blokovska struktura u jami uslovljava primjenu „širokog čela“ dužine otkopnog fronta do 50 m. Tamo gdje širina bloka dozvoljava primjenjuje se tzv. „spregnuto široko čelo“ ukupne dužine čela 2 x 50 m. Dužina otkopnih stubova kreće se 100 – 150 m. Kratki otkopni stubovi prouzrokuju često premještanje širokog čela čija je posledica znatno više neproaktivnog rada. Sadašnjom organizacijom rada postiže se brzina napredovanja fronta „širokog čela“ od 1,32 m/dan i otkopni učinak od 3,0 – 3,5 tona na dan. Iz ovih razloga složenost osvajanja programiranog kapaciteta ( 180 – 25.000 tona godišnje ) u jami „Budimlje“ dolazi do punog izražaja.

Proizvodnja uglja u jami „Budimlje“ se ostvaruje slijedećom dinamikom:

1980 g..... 22.440 t, 1981 g. .... 45.765 t. , 1982 g. ....61.245 t., 1983 g. ...84.363 t., 1984 g..... 101.072 t. i 1985 g. ....87.142 t. Pad proizvodnje u 1985. godini je prouzrokovan intenziviranjem izvođenja kapitalnih rudarskih radova u količini od oko 2.000 metara, što se svakako moralo odraziti na proizvodnju. No, i pored toga, programska orijentacija perspektivnog razvoja i dalje je usmjerena na kontinuirano uvođenje visoko produktivnih otkopnih metoda sa mehanizovanim širokočelnim otkopima. Ovo iz želje da se teški ručni rad zaposlenih zamijeni mašinskim, da se obezbijedi veća proizvodnja i da se radni uslovi i sigurnost poboljšaju do visokog stepena. Na ovaj način stvoriće se svi uslovi za povećanje produktivnosti rada.

## **6. RUDNICI OLOVA, CINKA I PIRITA „BRSKOVO“ - MOJKOVAC**

Rudnici olova, cinka i piritu „Brskovo“ - Mojkovac nalaze se na sjeverozapadnim padinama planine Bjelasice nedaleko od Mojkovca. Istraživanja rude na ovim prostorima počela su krajem 1948 godine . To su ustvari bili rudarski istražni radovi koji su izveli nemački zarobljenici zajedno sa seljacima iz okolnih sela. Radove na istraživanju odobrilo je i finansiralo ondašnje Ministarstvo ruda, a sjedište preduzeća za istraživanje bilo je u Šupljaj stjeni. Posebna zasluga za istraživanje u to vrijeme u Crnoj Gori pripada ing. Todoru Vitoroviću koji je i angažovao ze te poslove njemačke zarobljenike. Pošto je govorio njemački jezik bez teškoća je iz zarobljeničkog logora u Baru izdvojio grupu zarobljenika za ove poslove. Među odabranim zarobljenicima nalazio se i jedan tehničar rudarske struke koji je puno pomagao na kvalitetu ovih radova. Istraživanja traju do 1966. godine , kada je Skupština opštine Mojkovac, rešenjem osnovala preduzeće sa nazivom Rudnici olova i cinka u osnivanju „ Brskovo“ Mojkovac. Od tada počinje investiciona izgradnja rudnika i traje punih 10 godina. Zvanično 24. septembra 1976. godine rudnik je pušten u rad i konstituisana organizacija udruženog rada sa

---

nazivom Rudnici olova i cinka „Brskovo,, Mojkovac sa djelatnošću proizvodnje rude i koncentrata olova, cinka i pirita. U međuvremenu (1.aprila 1978. godine) ova radna organizacija udružila se u Složenu organizaciju udruženog rada HI „Zorka“, Šabac Od 1. januara 1980. godine konstituisane su dvije osnovne organizacije udruženog rada i to OOUR „Rudnik“, i OOUR „Flotacija“ i Radna zajednica.

Eksploatacija rude vrši se podzemnim i površinskim otkopavanjem. Zajedničkim potkopom i oknima otvorene su jame: „Žuta Prla“, i „Brskovo“, i površinski kop „Brskovo“. U jamama je primjenjena otkopna metoda podetažnog potkopavanja sa zarušavanjem ( ova metoda je posle određenog vremena primjene zamijenjena metodom podetažnog otkopavanja sa ostvarenim otkopima) za jamu „Žuta Prla“.

Na osnovu tehničke dokumentacije određen je kapacitet rudarske proizvodnje za jamu „Žuta Prla“, 220.000 tona godišnje i za površinski kop 230.000 tona godišnje, što ukupno iznosi 450.000 tona godišnje. U jami „Brskovo,, metodom podetažnog zarušavanja dobijeno je svega 28.000 tona rude i odmah se posle toga prešlo na površinsku eksploataciju. Prelazak sa podzemne eksploatacije u jami „Brskovo“, na površinsku eksploataciju uslijedio je zbog saznanja da se u gornjim djelovima ovog ležišta nalaze ekonomski značajne količine rude koje nije bilo moguće otkopati jamskom eksploatacijom, zatim teškoća koje su se javile usled nepovoljnih fizičko-mehaničkih karakteristika radne sredine, nerješeno odvodnjavanja, prisustva starih radova Saskih rudara i nedovršenosti pojedinih objekata, u prvom redu izvoznog okna. Opravdano se očekivalo da će površinskim načinom eksploatacije brže postići planirani kapacitet, bolje koristiti supstancu po količini i kvalitetu, kao i da će stvoriti mogućnost za ekonomično iskorišćenje i onih djelova ležišta koja je jamskim radom ne bi bilo rentabilno otkopavati. Dočim, prelaskom na površinsku eksploataciju izgubili su funkciju radovi i objekti za jamsko otkopavanje iznad horizonta na koti 1081 m/nm. Ovo, i vrlo značajan iznos investicionih ulaganjaza otvaranje površinskog kopa, naglo pogoršavaju i onako težak položaj rudnika.

Bez obzira što je primjenjena otkopna metoda u jami „Žuta Prla“, zadovoljavala prirodne uslove ležišta, omogućavala visoka iskorišćenja i mala osiromašenja i što je obezbjeđivala potrebne kapacitete proizvodnje (ova metoda pruža i veliku sigurnost i povoljne uslove rada) i što je Rudarsko - geološki fakultet iz Beograda uradio dobar projekat eksploatacije za površinski kop „Brskovo“, (ruda sa ovog kopa bez predhodnog pranja nije mogla da se prerađuje u flotaciji zbog glinovitosti) proizvodnja je vrlo sporo rasla i nikad nije postignut projektovani kapacitet.

---

Od početka rada do danas, proizvedene su godišnje količine sa stepeno izvršenja projektovanog kapaciteta u iznosima :

Godina	Proizvodnja u tonama	Stepen izvršenja
1976	119.580	27,3
1977	172.892	39,3
1978	221.812	50,4
1979	226.602	51,5
1980	271.484	61,7
1981	315.003	71,6
1982	282.171	64,1
1983	169.200	38,2
1984	299.955	67,3
1985	203.163	40,7

Osnovna oprema za izvođenje radova po navedenoj metodi su bušilice SIMBA-JUNIOR (5 kom ), za bušenje lepeza na otkopima. Količina rude koja se dobije po jednoj lepezi je 400 tona. Za transport rude od otkopa do sabirnih sipki koriste se utovarne lopate CAVO-310 (3 kom). Izvoz rude iz jame obavlja se lokomotivski kroz glavni izvozni potkop na koti 854 m/nm. U 1983. godini nabavljena je utovarna lopata, GHH, od 2m2 na dizel-gorivo, koja je znatno uvećala kapacitete jamske opreme.

Za površinski kop, na osnovu radnih uslova, obima masa, dužine prevoza i drugih podataka, za prevoz masa izabrani su damperi „ TEREKS“, R-25 ,dok se za utovar koriste utovarne lopate tvornice „Radoje Dakić“, i to RD -175 sa zapreminom kašike 2,3 m3 i RD -240 sa zapreminom kašike 2,8 m3. Kapaciteti ove opreme su 110 m3 7h.

Rudnik nema dovoljno kvalifikovanog kadra za vođenje procesa proizvodnje. To je veoma izražen problem. Ovaj problem se ublažava angažovanjem stručnjaka iz drugih radnih organizacija iz SOUR „ Zorka“. Pri sadašnjoj organizaciji rada na eksploataciji rude i skidanju jalovine postižu se sledeći učinci:

- Za jamu „ Žuta Prla“, - otkopni 5,14 t/dan  
- rudnički 4,29 t/ dan.
- Za površinski kop „ Brskovo,“ - otkopni 12 t/dan  
- rudnički 10 t/ dan.

Plan društveno-ekonmskog razvoja RO „ Brskovo“, za period 1986-1990., predviđa dalji razvoj rudarske proizvodnje na nivou raspoloživih kapaciteta i sirovinske baze. Površinski kop „ Brskovo“, treba da prestane sa proizvodnjom u 1987 . godini . Radna organizacija vrši pripreme na otvaranju ležišta „ Višnjica“, . Ruda sa ležišta „ Višnjica“, je relativno siromašna, te to opredeljuje radnu oragnizaciju na povećanje proizvodnje sa ovog ležišta, tako da bi godišnji plan bio 300.000 tona. Ove količine rude, sa 230.000 tona koje će dobiti iz jame „Brskovo“, obezbediće

---

rentabilan rad rudnika. Prema sadašnjoj zamisli plan proizvodnje u 1990 godini treba da bude 530.000 tona rude i 69.852 tone koncentrata.

Posebno iskazano, ovo znači da je opredeljenje radne organizacije da do 1990. godine sa ležišta „Višnjica“, od planiranih 300.000 t/ god. rude , proizvede koncentrata:

Zn -10.774 t / god

Pb – 5.350 t / god

Pirit -23.229 t / god

Od planiranih 230.00 t rude iz jame „Brskovo“,

Selektivnog koncentrata Zn – 6,760 t / god.

Selektivnog koncentrata Pb – 6.878 t / god.

Kolektivnog koncentrata – 1.000 t / god.

Koncentrata pirit – 23.22.9 t / god.

Koncepcijom daljeg razvoja rudnika predviđa se i kadrovska jačanje i stvaranje boljih uslova rada u radnoj organizaciji.

## **7. KOMBINAT ZA PROIZVODNJU GRAĐEVINSKOG MATERIJALA „DANILOVGRAD“ OOUR „MERMER“**

Prva eksploatacija mermera sa nalazišta u dolini rijeke Zete otpočela je još 1947.godine. Prije toga, na više mjesta u vrijeme između dva rata, vađena je ova mineralna sirovina u manjim količinama. To su radili seljaci koji su znali da vrše obradu mermera i da od njega prave nadgrobne spomenike kao i ukrasne premete. Tek, 5 februara 1969.godine, zavedeno je u registru Republičkog sekretarijata za poslove privrede preduzeće „Ukrasni kamen“ sa osnovnom djelatnošću prerade i prometa ukrasnog kamena.

Danas je eksploatacija mermera vrlo značajna. Obavlja se na ležištima „Maljat“, „Klikovača“, „Slatina“, a u pripremi je i ležište „Pješavački do“. Od 1964. godine rade u Danilovgradu i postrojenja za preradu. Današnju proizvodnju prati kvalitetna tehnička dokumentacija kojom su dokazani sirovinaska osnova i data rješenja racionalne i ekonomske eksploatacije. Tehnologijom prerade usvojeno je više programa, što je uticalo da se proširi i osvoji tržište. Saradnja i sa nekim inostranim firmama na poslovima prerade doprinijela je visokoj afirmaciji ove radne organizacije i uvođenju savremenije tehnologije prerade i kvalitetnije opreme.

Sadašnja proizvodnja sa svih ležišta je oko 7.000 m<sup>3</sup> mermernih blokova. Određena količina blokova ( oko 1.000 m<sup>3</sup> ) se se izvozi na inostrano tržište (pretežno u Čehoslovačku ), dio se prodaje domaćem tržištu( RO „Ukras“ Novi Pazar“ ) a ostalo se prerađuje u mermerne ploče koje koristi domaće tržište u građevinske i druge svrhe. Proizvodnja mermernih ploča ( različitih dimenzija ) kreće se oko 61.000 m<sup>2</sup> godišnje.

Bez sumnje se za Kombinat za proizvodnju građevinskog materijala Danilovgrad OOUR „Mermer“ može reći da eksploataciju i preradu mermera obavlja na način koji obezbjeđuje zavidni ekonomski položaj radne organizacije, da iz dana u

---

dan osvaja veće kapacitete i da prati i izučava tržište i njegove potrebe, te da na osnovu toga usvaja razvojne programe.

## 8. BENTONITI

Još prije II Svjetskog rata ležišta bentonita iznad v na moru istraživao je Dušan Jovović. On nije bio stručnjak, ni rudarski, ni geološki. Rudarstvom se bavio kao amater i bio je zaljubljen u njega. Odmah poslije rata formirana je pri Ministarstvu industrije Uprava za rudarstvo i za upravnika postavljen Dušan Jovović. Počinje da se poklanja ozbiljna pažnja bentonitima. Posebno se radi na istraživanju tehnološke primjene bentonita kao vrlo značajne i hemijski vrlo složene mineralne sirovine.

Prema dosadašnjim istraživanjima i proučavanjima ležišta bentonita otkrivena su u području Crnogorskog primorja i centralnoj i sjeverozapadnoj Crnoj Gori. Među najznačajnijim ležištima su ležišta između Virpazara i Petrovca na moru („Bijelo polje“ i „Bijele šume“), zatim između Budve i Cetinja („Dništa“) i na padinama planine Rumije kod Bara. Drugo područje je dolina rijeke Bukovice, između Boana i Gornje Bukovice, na kom prostoru ima više pojava. Nešto slabijeg stepena istraženosti su ležišta bentonita u području Pive („Rudnice“ i „Seljani“), zatim u kanjonu rijeke Komarnice i na druga mjesta na području Pive. Tada se ocijenilo da realne uslove za eksploataciju i preradu bentonita imaju ležišta u blizini Petrovca, lokaliteti „Bijelo Polje“ i „Bijele Šume“.

U 1958. godini formirano je preuzeće Rudnik i mlinovi bentonita „Bentonit“-Petrovac na moru, koje je u junu 1969. godine pripojeno Preduzeću za uvoz, izvoz i unutrašnji promet „Hempro“ – Beograd, i od tada posluje kao proizvodni program ovog preduzeća. Preduzeće „Hempro“ – Petrovac na moru obavljalo je eksploataciju i preradu bentonita sve do 30. juna 1971. godine kada organi upravljanja ovog preduzeća donose odluku o trajnom obustavljanju eksploatacije i prerade bentonita, sa motivom da je zbog nerentabilnog poslovanja iz proizvodnje bentonita ovo preduzeće iskazalo poslovne gubitke.

Eksploatacija bentonita obavljena je samo sa ležišta „Bijelo Polje“. Za ovo ležište utvrđene su ukupne rezerve (kategorije A+B+C) u iznosu od 1.818.610 tona sa stanjem 29.3. 1963. godine. U periodu od 1963 – 1968. godine otkopano je 103.600 t. Eksploatacija se obavljala površinski u količinama koje su zavisile od mogućnosti prerade u pogonu u Buljarici i plasmana na tržištu. Mjesečna proizvodnja kretala se do maksimalno 6.000 tona. Tek 1982. godine „Montenegroeksport“ iz Nikšića pokazuje interes za bentonite Crne Gore, pa zajedno sa Rudnicima boksita – Nikšić i INA – Zagreb, preko Instituta za drštveno – ekonomska istraživanja – Titograd radi Studiju o ekonomsko – tehničkoj mogućnosti eksploatacije i prerade bentonita u Buljarici i ležišta na Petrovačkoj gori, te tako 1. oktobra 1982. godine registruju Radnu zajednicu „Hibeks“ u sastavu „Montenegroeksport“ iz Nikšića.

Prilikom inspekcijskog pregleda i obilaska Radne zajednice „Hibeks“ (18.09.1984. god.) rudarska inspekcija je dala sugestije koje sve mjere i radnje treba

---

izvesti da bi se stvorile mogućnosti za redovnu eksploataciju bentonita sa ležišta „Bijelo Polje“. Dočim, ni do danas nije otpočela redovna eksploatacija. Uzete su samo manje količine bentonita radi geoloških proba i ispitivanja tržišta. Na osnovu izvedenih proba stručne službe „Montenegroeksporta“ dokazale su veoma široku primjenu bentonita i time izuzetno visoko prikazali značaj ove mineralne sirovine.

Prema dosadašnjim istraživanjima i proučavanjima ležišta bentonita otkrivena su u području Crnogorskog primorja i centralnoj i sjeverozapadnoj Crnoj Gori. Među najznačajnijim ležištima su ležišta između Virpazara i Petrovca na moru („Bijelo polje“ i „Bijele šume“), zatim između Budve i Cetinja („Dništa“) i na padinama planine Rumije kod Bara. Drugo područje je dolina rijeke Bukovice, između Boana i Gornje Bukovice, na kom prostoru ima više pojava. Nešto slabijeg stepena istraženosti su ležišta bentonita u području Pive („Rudnice“ i „Seljani“), zatim u kanjonu rijeke Komarnice i na druga mjesta na području Pive. Tada se ocijenilo da realne uslove za eksploataciju i preradu bentonita imaju ležišta u blizini Petrovca, lokaliteti „Bijelo Polje“ i „Bijele Šume“.

U 1958. godini formirano je preuzeće Rudnik i mlinovi bentonita „Bentonit“-Petrovac na moru, koje je u junu 1969.godine pripojeno Preduzeću za uvoz, izvoz i unutrašnji promet „Hempro“ – Beograd, i od tada posluje kao proizvodni program ovog preduzeća. Preduzeće „Hempro“ – Petrovac na moru obavljalo je eksploataciju i preradu bentonita sve do 30.juna 1971.godine kada organi upravljanja ovog preduzeća donose odluku o trajnom obustavljanju eksploatacije i prerade bentonita, sa motivom da je zbog nerentabilnog poslovanja iz proizvodnje bentonita ovo preduzeće iskazalo poslovne gubitke.

Eksploatacija bentonita obavljana je samo sa ležišta „Bijelo Polje“. Za ovo ležište utvrđene su ukupne rezerve (kategorije A+B+C) u iznosu od 1.818.610 tona sa stanjem 29.3. 1963. Godine. U periodu od 1963 – 1968.godine otkopano je 103.600 t. Eksploatacija se obavljala površinski u količinama koje su zavisile od mogućnosti prerade u pogonu u Buljarici i plasmana na tržištu. Mjesečna proizvodnja kretala se do maksimalno 6.000 tona. Tek 1982.godine „Montenegroeksport“ iz Nikšića pokazuje interes za bentonite Crne Gore, pa zajedno sa Rudnicima boksita – Nikšić i INA – Zagreb, preko Instituta za drštveno – ekonomska istraživanja – Titograd radi Studiju o ekonomsko – tehničkoj mogućnosti eksploatacije i prerade bentonita u Buljarici i ležišta na Petrovačkoj gori, te tako 1.oktobra 1982.godine registruju Radnu zajednicu „Hibeks“ u sastavu „Montenegroeksport“ iz Nikšića.

Prilikom inspeksijskog pregleda i obilaska Radne zajednice „Hibeks“ (18.09.1984.god.) rudarska inspekcija je dala sugestije koje sve mjere i radnje treba izvesti da bi se stvorile mogućnosti za redovnu eksploataciju bentonita sa ležišta „Bijelo Polje“. Dočim, ni do danas nije otpočela redovna eksploatacija. Uzete su samo manje količine bentonita radi geoloških proba i ispitivanja tržišta. Na osnovu izvedenih proba stručne službe „Montenegroeksporta“ dokazale su veoma široku primjenu bentonita i time izuzetno visoko prikazali značaj ove mineralne sirovine.

Izvedena studija posebno ističe primjenu bentonita za potrebe bušenja za naftu, potrebe u livarstvu, za injektiranje, nosače punila, u keramici, industriji papira

---

farmaceutskoj industriji, prehrambenoj industriji ( za bistenje pića ), zatim u proizvodnji sredstava za zaštitu bilja i si. Za podmirenje ovih potreba treba obezbijediti godišnju proizvodnju bentonita od 30.000 tona, a za to postoje izvanredni uslovi. Sve ovo upućuje na zaključak da bentoniti kao mineralna sirovina spada u red mineralnih sirovina koje su ekonomski značajne.

## **9. RUDNIK BARITA „POTKOVAČ“ – PLJEVLJA**

Rudnik barita „Potkovač“ – Pljevlja nalazi se na krajnjem sjeveru SR Crne Gore , na južnim padinama planine Kovač. Rudnik je povezan lokalnim makadamskim putem dužine 10 km. sa regionalnim putem Pljevlja – Čajniče. Ovaj put je većim dijelom rekonstruisan i asfaltiran, ostalo je još makadamskog dijela 10 km. Rudnik je udaljen od Pljevalja oko 45 km. Nalazi se na prosječnoj nadmorskoj visini od oko 1.100 metara.

Prva saznanja o postojanju rude barita na ovom prostoru datiraju iz perioda pred II Svjetski rat. Prva istraživanja, aujedno i eksploatacino radovi, počeli su 1947.godine, aprekinuti su 1948.godine. Zastoj na ovim radovima trajao je do 1953. godine, kad je počela značajnija eksploatacija. U periodu 1953 do 1956. godine Rudnik uglja i barita – Pljevlja sa površinskih kopova „Guta“, „Podguta“ i „Bare“ ostvario je proizvodnju od oko 65.000 tona barita kvaliteta 92 – 94 % BaSO<sub>4</sub>. Ovoj eksploataciji nijesu prethodili nikakvi rudarski istražni radovi, a samim tim nije ni postojala nikakva stručna dokumentacija ili elborat koji bi služio kao osnova za usmjeravanje radova. Prvi ozbiljniji rudarski istražni radovi počeli su 1955.godine, a završeni u 1957.godini.

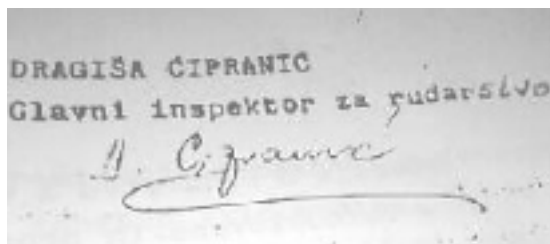
Istražnim rudarskim radovima urađeno je slijedeće. Na ležištu „Guta“ -sistem hodnika dužine 160 metara, ležište „Podguta“- potkopi dužine preko 350 metara. Urađeno je još nekoliko hodnika i četiri okna u ukupnoj dužini oko 57 metara. Eksploatacioni radovi izvođeni su u lokalitetima „Veliki Meljak“, „Bare“, „Podguta“, „Guta“, „Mali Meljak“ i dr. Svi ovi radovi obustavljeni su 1.januara 1956.godine.

### Napomena

Materijal je urađen na osnovu podataka sadržanih u prvom redu u projektnoj dokumentaciji, zatim na osnovu publikacija o pojedinim rudnicima urađenim za vrijeme obilježavanja određenih jubileja (Dan rudara, godišnjica rada rudnika i sl.), na osnovu pisanih dokumenata ili priča ličnosti čije su zasluge za razvoj rudarstva u SR Crnoj Gori od velikog značaja (Inž. Todor Vitorović, dr Dušan Dragović i dr.). Svakako i na osnovu podataka do kojih sam došao u vremenu obavljanja inspeksijskog nadzora i saradnje sa rudarskim inženjerima i tehničarima koji vode proizvodnju u pojedinim rudnicima: ing. Petar Čukić, ing. Ratomir Stanić, ing Radovan Nikolić, ing. Ranko Krsmanović, tehn. Milisav Lukovac i dr.

---

Mislim da je ovo prvi put da se uradi pregled razvoja rudarstva u SR Crnoj Gori. Ne pretenduje se da je ovo najbolji način, ali ima nesumnjive vrijednosti i može služiti za dalje praćenje razvoja ove privredne grane.



DRAGIŠA ČIPRANČIĆ  
Glavni inspektor za rudarstvo  
*D. Čiprančić*



---

## IN MEMORIAM

Prošlo je dvadeset i dvije godine od kada su u redovnom izdanju časopisa „Geološki glasnik“, br. XV, objavljene biografije preminulih stručnjaka koji su svojim stvaralačkim radom doprinijeli razvoju ovog Zavoda i geološke struke i nauke u Crnoj Gori. Bile su to godine raspada SFR Jugoslavije, društveno političkih promjena i ekonomskih teškoća u Crnoj Gori. Zavod je u tom teškom periodu uspio da preživi i da sačuva stručnu i naučnu funkciju u državi Crnoj Gori. Stekli su se i mnogo povoljniji uslovi, tako da Zavod nastavlja sa njegovanjem tradicije i u pogledu duga prema kolegama i stručnjacima koji su, većina od njih, svoj život posvetili Zavodu i razvoju geologije.

U ovom broju, zbog navedenih razloga, objavljujemo biografije 19 stručnjaka koji su radili u Zavodu. Podatke o biografijama smo koristili iz različitih izvora, najčešće iz govora koji su držani prilikom njihove sahrane ili komemoracije, kao i od njihovih porodica. Zbog toga smo u autore pojedinih biografija potpisali autore tih govora, koji su takođe nešto kasnije preminuli. O stručnom angažovanju i radu preminulih kolega najviše smo podataka pronašli i koristili iz dragocjene monografije „Republički zavod za geološka istraživanja 1945-2001“, koja je urađena pod rukovodstvom pok. Miška Kalezića.

Geološki zavod Crne Gore, i na ovaj način, odaje priznanje i zahvalnost preminulim stručnjacima, čija su djela ugrađena u temelje i saznanja o geologiji terena Crne Gore.

Uređivački odbor



---

## ZARIJA PEROVIĆ 1925 – 1999.



Zarija Perović pripada prvoj generaciji crnogorskih geologa koji su poslije Drugog svjetskog rata gradili temelje geološke struke i nauke u Crnoj Gori. Bila su to teška vremena u zemlji ratom razrušenoj, sa malo stručnih kadrova, bez tehničke opreme, laboratorija.... Kao mlad geolog Zarija Perović je imao zadatak da organizuje razvoj geoloških službi i institucija, da se bavi istraživanjem mineralnih sirovina kao i da pomaže otvaranju prvih rudnika boksita, uglja, olova i cinka, barita itd. U isto vrijeme u Crnoj Goro započet je rad na izradi prvih geoloških, hidrogeoloških i tektonskih karata. Pri svemu tome ne treba zaboraviti da su uslovi rada na terenu bili vrlo teški, bez saobraćajnica i saobraćajnih sredstava i da se terenski rad odvijao mjesecima od zraka do mraka, po bespućima Crne Gore, sa smještajem po selima, katunima ili pod šatorima. Zahvaljujući entuzijazmu i ogromnim naporima tih ljudi, ipak, stvoreni su uslovi da sledeće generacije imaju nešto povoljnije uslove za rad i za nova saznanja o geološkoj problematici u Crnoj Gori.

Zarija Perović je rođen 16. jula 1925. godine u Vražegrmcima, selo Boronjina, opština Danilovgrad, u uglednoj porodici Perović od oca Mirka i majke Zorice. Zarija, kao i čitava porodica aktivno su učestvovali u Narodno-oslobodilačkom pokretu. Osnovnu školu je završio u rodnom mjestu a gimnaziju u Nikšiću. Studije geologije počeo je u Zagrebu, a završio u Beogradu, na Prirodno-matematičkom fakultetu, grupa geološko-paleontološka, 1953. godine. Odmah se zaposlio u Zavod za geološka istraživanja Narodne Republike Crne Gore, u Podgorici, u kome je proveo od 01. maja 1953. godine do 01. novembra 1977. godine, kada prelazi u RSIZ za geološka istraživanja, gdje je radio do sredine 1989. godine, kada je penzionisan.

U stručnom i organizacionom radu Zariju Perovića je karakterisala sistematičnost i marljivost. Rezultate geoloških istraživanja prikazao je u dvadesetak publikovanih radova i oko trideset projekata, izvještaja i studija. Posebni značaj imaju njegovi radovi iz oblasti istraživanja mineralnih sirovina. Prvi projekat istraživanja uglja u Beranskom i Poličkom basenu realizovan je pod rukovodstvom Zarije Perovića (1956). On je uradio i Elaborat sa proračunom rezervi uglja u oba basna. Bavio se istraživanjima olova, cinka i bakra u terenima Visitora, Konjuha, Sjekirice, okoline Plava i u području Šćepan Polja. Uradio je „Studiju ruda gvožđa u SR Crnoj Gori“ (1967) u kojoj su sabrani rezultati i saznanja o ovoj mineralnoj sirovini. Takođe je napisao „Pregled dosadašnjih istraživanja na mineralizaciji bakra u Crnoj Gori“ (1972). Bavio se i istraživanjem crvenih boksita u Nikšićkoj Župi, kao i na terenima Bjelopavličkih i Rovačkih planina. Pored navedenog, učestvovao je na

---

izradi geoloških karata SI teritorije Crne Gore, u području Hajle, Žijova, Žljeba i Prokletija. U oblasti hidrogeologije, radio je na izradi podloga za slivove Morače i Tare, za potrebe korišćenja njihovih hidroenergetskih potencijala.

Pored istraživačkog rada Zarija Perović je u Zavodu bio osnivač i rukovodilac Odjeljenja za regionalnu geologiju i kartiranje (1960-1965), odnosno načelnik Odjeljenja za regionalnu geologiju i mineralne sirovine (1965-1969). Od 1969. do 1977. godine bio je direktor Zavoda za geološka istraživanja. Taj period je upravo period intenzivnog razvoja Zavoda u kadrovskom i stručnom pogledu, kada su postignuti vrlo značajni rezultati iz svih oblasti geologije, a naročito na najznačajnijem projektu izrade Osnovne geološke karte SFRJ, 1:100.000. U RSIZ-u za geološka istraživanja Zarija je bio pomoćnik sekretara od 1977. do 1986. godine i sekretar od 1977. do 1986. godine, kada je penzionisan.

Zarija Perović je bio jedan od organizatora i učesnik brojnih jugoslovenskih geoloških kongresa, simpozijuma i naučnih skupova. Bio je član uređivačkog odbora i glavni i odgovorni urednik časopisa „Geološki glasnik, zatim član većeg broja strukovnih udruženja u Jugoslaviji i Crnoj Gori.

Od dugotrajne i teške bolesti Zarija Perović je umro 26.01.1999. godine. Ostao je upamćen kao dobar rukovodilac Zavoda, a naročito kao skroman i pošten čovjek i rukovodilac.

Milosav Kalezić

---

## DIMITRIJE ŠKULETIĆ

### 1931 – 2000.



Od 1959. do 1975. godine u Republički zavod za geološka istraživanja, u Podgorici, zaposleno je preko 20 mladih stručnjaka, koji su ubrzo postali nosioci razvoja Zavoda, u različitim geološkim disciplinama. Toj, drugoj generaciji pripadao je i Dimitrije Škuletić, koji je u Zavod došao 1961. godine. Upravo tada je otpočeo da se realizuje najznačajniji geološki projekat u SFR Jugoslaviji – Izrada Osnovne geološke karte, 1:100.000. Na tom projektu je Dimitrije Škuletić započeo svoju stručnu karijeru, kao prvi i dugo vremena jedini sedimentolog u Crnoj Gori.

Kao sedimentolog, Dimitrije Škuletić je radio na skoro čitavom prostoru Crne Gore, a najviše u njenom centralnom i primorskom dijelu. Rezultati njegovog rada omogućili su detaljnije upoznavanje sastava, teksture i strukture različitih vrsta stijena, odnosno definisanje geoloških, litostratigrafskih jedinica i formacija, koje su kao takve prikazane na Osnovnoj geološkoj karti, razmjere 1:100.000 (listovi „Bar sa Ulcinjem“, „Titograd“, „Šavnik“, „Gacko“, „Pljevlja“ i „Ivangrad“).

Pored sedimentologije, Dimitrije Škuletić se takođe vrlo uspješno bavio i istraživanjima mineralnih sirovina, a naročito dolomita, bentonita, bijelih boksita i ukrasnog kamena. Rezultati njegovih istraživanja nalaze se u brojnim izvještajima i elaboratima koji se čuvaju u Fondu stručne dokumentacije Zavoda.

Dimitrije Škuletić je objavio desetak naučno-stručnih radova, od kojih se veći dio odnosi na sedimentološku problematiku flišnih i karbonatnih formacija, kao i mineralnih sirovina. Znatna dio njegovih radova saopšten je na kongresima ili simpozijumima i štampan je u posebnim zbornicima, dok je drugi dio publikovan u geološkim časopisima. Posebno je značajan njegov rad o nastanku bijelih boksita u području Bijelih poljana (1976). U tom radu on je dokumentovano prikazao i na originalan način protumačio sedimentne procese koji su uslovlili formiranje ležišta ove mineralne sirovine. Kasnijim istraživanjima potvrđeno je njegovo mišljenje.

Pored stručnog rada u Geološkom zavodu Dimitrije Škuletić se pokazao i kao uspješan i dobar rukovodilac, gdje je u svojstvu pomoćnika direktora, odnosno direktora OUR-a Regionalna geologija i mineralne sirovine bio u periodu od 1970-1977. godine. U Zavodu je često biran u razne komisije a naročito u one koje su bile od posebnog značaja za Zavod. Znalo se i računalo sa tim, da će Dimitrije Škuletić sigurno zastupati pravične interese geološke struke i djelatnosti i da će taj interes umjeti iskazati, a ako treba i odbraniti. Dimitrije Škuletić je po odlasku iz Zavoda,

---

1977. godine. Za sekretara ove Samoupravne zajednice biran je u tri mandata. U ovoj instituciji njegov rad je bio uglavnom vezan za koncipiranje i realizaciju programa geoloških istraživanja u Crnoj Gori. Dimitrije Škuletić je i na ovom poslu iskazao sposobnosti izvanrednog rukovodioca i organizatora, a taj period u geološkoj istoriji Crne Gore ostaće zabilježen kao period primjene strogih kriterijuma pri odabiru projekata geoloških istraživanja, u okviru osmišljenog dugoročnog razvoja geološke djelatnosti u Crnoj Gori. U tom periodu ostvareni su izvanredni rezultati iz domena osnovnih i detaljnih geoloških istraživanja. Završena je Osnovna geološka karta za čitavu teritoriju Republike, urađena je i štampana Geološka karta Crne Gore u razmjeri 1:200.000, završene su seizmičke mikrorejonizacije za sve opštine u Crnoj Gori, utvrđene su nove rezerve rude olova i cinka od oko desetak miliona tona u rudnom polju „Brskova“, izvršena su osnovna i detaljna geološka istraživanja uglja u basenima „Maoče“ i „Otilovići“ i dokazane rezerve od preko 100 miliona tona uglja i td. U tom periodu takođe je ostvarena izvanredna saradnja sa nadležnim republičkim organima uprave, opštinskim organima i SIZ-ovima geoloških istraživanja ostalih Republika bivše SFRJ, što je takođe doprinosilo i kvalitetu geoloških istraživanja u Crnoj Gori. U svim ovim aktivnostima izuzetan je doprinos Dimitrija kao rukovodioca i organizatora.

Posljednjih četiri godine radnog vijeka Dimitrije je, kao politički kadar iz Crne Gore, bio na funkciji Šefa protokola za delegate i delegacije u Saveznoj Skupštini SFR Jugoslavije.

Biografija Dimitrija Škuletića i čitave njegove porodice je dio istorijske epopeje narodno-oslobodilačkoj borbi u Drugom svjetskom ratu, kao i poratnog perioda na prostorima bivše SFR Jugoslavije. Potiče iz partizanske familije koja jeskoro u cjelini učestvovala u ratu i njegovim ofanzivama. Dimitrije je rođen 15. marta 1931. godine u Pješivcima, Opština Nikšić. Otac mu je strijeljan u njemačkom logoru u Farmacima 1943 godine. Kao ratno siroče, Dimitrije je od 1946. do 1948. godine pohađao osnovnu školu u Bugarskoj, a po povratku ostatak završio na Bogetićima. Srednju rudarsku školu završio je u Boru, a potom se upisuje na Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu, gdje je i diplomirao. Preminuo je 11.05.2000. godine u Podgorici, a sahranjen na Bogetićima.

Moralni lik i kvaliteti Dimitrija Škuletića svrstavali su ga u mali broj ljudi sa najvećim normama ljudskosti. Takve osobine je ispoljavao i kao rukovodilac i stručnjak, i kao kolega i saradnik. Uvijek je bio pouzdan i siguran oslonac. U svakoj sredini i prilici Dimitrije je dominirao svojom razboritošću, oštoumnim mislima i moralnim likom, zbog čega je bio vrlo poštovan i cijenjen.

Dimitrije je pokazivao interesovanje i za druge oblike ljudskog djelovanja i rada a naročito iz književnosti, umjetnosti i politike. Zahvaljujući njegovim intelektualnim sposobnostima, širokom obrazovanju i smislu za komuniciranje i druženje, Dimitrije je stekao veliki broj prijatelja među biranim intelektualcima iz različitih oblasti, u čijim sredinama je bio poželjan i rado viđen i kao sagovornik i kao prijatelj.

---

**Mr VUKOTA ĐOKIĆ**  
**1933 – 2001.**



Vukota Đokić pripada prvoj generaciji crnogorskih geologa koji je 35 godina svog stvaralačkog rada i života ugradio u razvoj Geološkog zavoda i geološke struke i nauke u Crnoj Gori.

Vukota Đokić je rođen 04.02.1933. godine u Docu kod Berana, gdje je završio osnovnu školu. U Beranama je završio višu realnu gimnaziju, a studije geologije u Beogradu, upisao je 1952. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu. Kao najmlađi student, prvi od njegove generacije, diplomirao je 1956. godine i to sa najboljim prosjekom ocjena. Zapažen kao briljantan student, odmah nakon diplomiranja prihvaćen je u Geološki institut Srpske Akademije Nauka „Jovan Žujović“, gdje je dvije godine, kao stipendista Savezne Vlade, proveo na poslijediplomskim studijama. Magistrirao je 1958. godine, tako da Vukota Đokić pripada prvoj generaciji magistara nauka na Beogradskom Univerzitetu. Tema njegove magistarske teze predstavlja studiju o geološkom sastavu i tektonskom sklopu Rudnika uglja „Vrška Čuka“ u istočnoj Srbiji, koju je kao posebno izdanje štampala Srpska Akademija Nauka. Dio ove studije publikovan je na njemačkom jeziku, u saradnji sa poznatim stručnjacima – akademikom Kostom Petkovićem i dr Dobrom Veselinovićem.

Nakon odsluženja vojnog roka, 1959. godine, Vukota Đokić se vraća u rodno Berane, gdje je u gimnaziji „Panto Mališić“ proveo dvije godine u svojstvu profesora matematike, fizike i hemije.

U oktobru 1961. godine Vukota prelazi da radi u Zavod za geološka i hemijska istraživanja u Titogradu, na radno mjesto rukovodioca novoosnovanog odjeljenja za istraživanje kaustobiolita. Period od 1960. do 1970. godine predstavlja vrijeme intenzivnog razvoja Geološkog zavoda Crne Gore. To je priod kada u Zavod stižu brojni mladi stručnjaci, a istraživanja se proširuju i inteziviraju u svim geološkim disciplinama. U tom periodu Vukota Đokić radi na izradi Osnovne geološke karte, 1:100.000, listovi „Gusinje“ i „Titograd“. Takođe, kraće vrijeme rukovodi istraživanjima uglja u basenu Berana, a potom u dužem periodu bavi se istraživanjima olova, cinka i bakra na prostoru Plava, Sjekirice, Visitora i Konjuha. Uporedo se bavio istraživanjem terena za potrebe iskorišćavanja voda za izgradnju hidroenergetskih objekata u dijelu slivova Piva-Tara i Tara-Morača, a radio je i na inžinjerskogeološkim istraživanjima za potrebe izgradnje raznih saobraćajnica.

Od 1974. do 1977. godine Vukota Đokić je radio u svojstvu nacionalnog geologa za boksite u projektu „Istraživanje mineralnih sirovina u SR Crnoj Gori“, koji su finansirale Ujedinjene Nacije i Crna Gora. Izvanrednim rezultatima ovog Projekta, prema ocjeni Ujedinjenih Nacija, značajno je doprinio i magistar Vukota

---

Đokić. Po osnovu ovog Projekta, Vukota je kao stipendista Ujedinjenih Nacija bio na specijalizaciji u trajanju od tri mjeseca, u odgovarajućim institutima Akademije Nauka u Moskvi, Kijevu i Lenjingradu, a boravio je i u rejonu Boksitogorska u zapadnom Sibiru.

Tokom sedamdesetih i osamdesetih godina, Vukota Đokić se pored boksita aktivno bavio istraživanjima uglja, polimetala, bentonita, gipsa, azbesta, radioaktivnih sirovina, keramičkih i opekarskih glina, građevinskog i arhitektonskog kamena i mineralnih voda. Ovako širok spektar istraživačkih zadataka mogli su uspješno da obavljaju samo stručnjaci sa visokom geološkom kulturom i obrazovanjem.

U brojnim studijama, elaboratima, projektima i izvještajima – koji se čuvaju u fondu geološke dokumentacije Geološkog zavoda, ostali su zabilježeni rezultati istraživanja Vukote Đokića, ali i njegova shvatanja i tumačenja različitih geoloških situacija, pojmova i fenomena. Za mlade istraživače, mogao bi to biti dodatni izvor ideja za tumačenje nikad dovoljno spoznatih prirodnih procesa, geološkog stvaranja i razaranja, u neslućenom broju kombinacija.

Vukota Đokić je pripadao klasi vrhunskih intelektualaca, vrlo širokog obrazovanja. Bio je darovit polemičar, oštrog duha i pera i izrazite bistrine. Njegova briljantna pismenost dala je posebna obilježja i vrijednost svim njegovim naučno-stručnim publikovanim i nepublikovanim radovima. Vukota je bio i ostao visoko moralna ličnost i kao takav vrlo poštovan i cijenjen.

Vukota Đokić je kao predstavnik Zavoda bio član svih strukovnih saveznih i republičkih udruženja, zatim brojnih stručnih komisija za izradu zakonske regulative iz oblasti geoloških istraživanja, na saveznom i republičkom nivou. Bio je dugogodišnji član Uređivačkog odbora časopisa „Geološki glasnik“. Svoje naučno-stručne rezultate i saznanja prezentirao je na jugoslovenskim geološkim kongresima, simpozijumima i savjetovanjima, a učestvovao je i na međunarodnim geološkim skupovima. U različitim jugoslovenskim, kao i inostranim časopisima, samostalno ili sa saradnicima, objavio je preko 25 naučno-stručnih radova iz oblasti tektonike, stratigrafije, sedimentologije, opšte geologije, seizmologije, zatim iz oblasti istraživanja crvenih i bijelih boksita, bakra, olova i cinka i različitih vrsta nemetalčnih mineralnih sirovina.

Vukota Đokić je iz Zavoda pošao u invalidsku penziju 1996. godine. Umro je od teške bolesti 16.05.2001. godine i sahranjen u rodnom mjestu.

Marko Pajović

---

## ZORAN ŽIVKOVIĆ 1934 – 2002.



Zoran Živković je rođen 28. juna 1934. godine u Pljevljima, gdje je završio osnovnu školu. Srednju školu za rudarskog tehničara završio je u Tuzli, a Rudarsko-geološko-naftni fakultet u Zagrebu 1969. godine.

Profesionalnu karijeru Zoran je započeo kao apsolvent rudarstva u Rudniku uglja – Pljevlja, a kao diplomirani inženjer 1970. prelazi u Republički zavod za geološka istraživanja u Podgorici, gdje je kao direktor OOUR-a „Rudarski radovi i istražno bušenje“ radio sve do 1986. godine.

Sa relativno malim brojem stručnih kadrova i oskudnom opremom za izvođenje rudarskih radova i za istražno bušenje, Zoran je u Zavodu za geološka istraživanja ubrzo uspio da se uključi u realizaciju brojnih i raznovrsnih projekata i poslova iz različitih oblasti geološke i rudarske struke. Stručne ekipe ove organizacione jedinice, čiji je rukovodilac bio Zoran Živković, u oblasti istraživanja mineralnih sirovina, uspješno su izvodile istražne raskope, istražno bušenje imanji obim rudarskih potkopa, u okviru projekata istraživanja različitih vrsta mineralnih sirovina: olova i cinka – na terenima Bjelasice, Sjekirice, Visitora, okoline Bijelog polja, Ljubišnje (Kolijevka); žive u području Boana i Bjelojevića (Bjelasica); crvenih boksita na brojnim nalazištima ovemineralne sirovine u centralnom i primorskom dijelu Crne Gore; bijelih boksita u zapadnoj Crnoj Gori, barita na Kovač planini (Opština Pljevlja); ukrasnog i tehničko-građevinskog kamena – na brojnim lokacijama u centralnom i primorskom dijelu Crne Gore, zatim na istraživanju bentonita, različitih vrsta glina, dolomita i dr.

Na projektima hidrogeoloških istraživanja stručne ekipe Zavoda su učestvovala i sa istražnim bušenjem za potrebe vodosnadbijevanja gradskih, kao i seoskih naselja širom Crne Gore. Takođe su učestvovali i na realizaciji hidrogeoloških istraživanja slivova Lima, Tare, Morače i Zete za potrebe izgradnje hidroenergetskih projekata.

Sa istražnim bušenjem i izvođenjem manjih rudarskih radova stručne ekipe Zavoda su radile na saniranju brojnih klizišta duž magistralnih i regionalnih puteva u Crnoj Gori, zatim željezničke pruge Podgorica – Nikšić, kao i na prostorima pojedinih naselja ili objekata u Primorskoj oblasti. Iste ekipe su sa istražnim bušenjem radile za potrebe geomehanike, odnosno radi fundiranja i izgradnje brojnih objekata – uglavnom u gradskim naseljima.

Nabrojane aktivnosti organizacione jedinice Zavoda, kojom je rukovodio Zoran Živković, uspješno su rješavane zahvaljujući organizacionim, stručnim i ljudskim kvalitetima njenog rukovodioca.

Sa bogatim stručnim i rukovodnim iskustvom, Zoran Živković 1986. godine prelazi da radi u Institutu za tehnička istraživanja, Podgorica, prvo kao zamjenik a

---

potom kao direktor. I u ovoj instituciji nastavio je sa uspješnom realizacijom projekata iz različitih oblasti geološke struke, rudarstva, zaštite životne sredine, kao i za potrebe privrede i industrije Crne Gore.

Kao dobar stručnjak i rukovodilac, a posebno kao čovjek plemenitosti, skromnosti i dostojanstva, Zoran Živković je bio cijenjen, poštovan i omiljen, ne samo u kolektivima gdje je radio, nego u sredinama gdje je živio i gdje se kretao. Zoran se nikada nije isticao. Njega su za rukovodioca birali. Nikada nije iznevjerio povjerenje saradnika i radnika. On nije naređivaokao rukovodilac. On se, sa puno razumijevanja, sa izvršiocima poslova dogovarao. U radnicima je prije svega gledao ljude, zbog čega je značajnim dijelom ostvarivao jedinstvo kolektiva i povjerenje u rukovodioca, što je bila garancija uspjeha u poslovima.

Poslednje godine profesionalnog rada i života, Zoran Živković je proveo, kao vršioc dužnosti direktora, na transformaciji „Instituta za tehnička istraživanja“ u „Institut za razvoj i istraživanja u oblasti zaštite na radu“. Umro je 01.02.2002. godine i sahranjen u Podgorici.

Marko Pajović

---

## Dr MIRKO MIRKOVIĆ 1935 – 2002.



U 2001. godini navršilo se 40 godina neprekidnog rada dr Mirka Mirkovića, dipl.inž.geologije, u Republičkom zavodu za geološka istraživanja, Podgorica. Umro je od teške bolesti 04.03.2002. godine. Sahranjen je na groblju "Čepurci" u Podgorici.

Dr Mirko Mirković je u stručnom i moralnom pogledu bio jedan od stubova Geološkog zavoda i geološke struke i nauke u Crnoj Gori. Svjesni njegovih kvaliteta i doprinosa, kolektiv Zavoda i geolozi Crne Gore nestanak dr. Mirkovića su doživjeli kao veliki gubitak. Geolozi i rudari u Crnoj Gori posebno su dr Mirkovića uvažavali. Znalo se da su njegove riječi i djela zasnovani na argumentima i bez improvizacija. Takav status stekao je zahvaljujući njegovoj izuzetnoj skromnosti, marljivosti, profesionalnoj i moralnoj dosljednosti, znanju, neumornom radu i lijepim ljudskim osobinama. Kao takav, od početka njegove profesionalne karijere biran je za rukovodioca raznovrsnih istraživačkih projekata. Poziciju rukovodioca on je doživljavao samo kao profesionalnu obavezu sa dodatnom odgovornošću. Njegov odnos prema radnim zadacima bio je primjer ostalim članovima ekipe, od kojih je takođe zahtijevao maksimum angažovanja. Subote i nedjelje za njega su bili radni dani, a radno vrijeme se završavalo kada se završi predviđeni zadatak. I tako se ponašao svih ovih 40 godina.

Bez obzira na njegovu izrazitu profesionalnu disciplinu i odgovornost, među kolegama bio je veoma poštovan, cijenjen i voljen.

Mirko Mirković je rođen u selu Cvetke, Opština Kraljevo, 24.juna 1935. godine u uglednoj i bogatoj porodici Mirković, od oca Dušana i majke Borislave. Osnovnu školu je završio u rodnom selu, a 1955. godine Gimnaziju u Kraljevu, nakon čega se upisao na Prirodno-matematički fakultet u Beogradu, grupa geološko-paleontološka. Diplomirao je sa visokim prosjekom za četiri i po godine, među prvima u svojoj generaciji. Poslije odsluženja vojnog roka 1961. godine zaposlio se u Geološki zavod Crne Gore, u Titogradu, odnosno u Podgorici, gdje je sa suprugom Brankom, takođe geologom, formirao i porodicu.

Zbog brojnosti projekata koje je dr Mirko Mirković realizovao sa saradnicima, njegove aktivnosti su sintetizovane po tematskim cjelinama. Najznačajniji njegov profesionalni rad vezan je za izradu Osnovne geološke karte SFRJ u razmjeri 1:100.000, koja je za teritoriju Crne Gore urađena u periodu 1962 - 1987. godina. To je, inače, najznačajniji projekat iz oblasti geologije koji je na prostorima bivše SFRJ realizovan poslije Drugog svjetskog rata a u Crnoj Gori realizovan je u periodu 1962-1987. samim tim, Ove karte predstavljaju fundamentalni geološki dokument za teritoriju Crne Gore, na osnovu kojeg se rade hidrogeološke, metalogenetske,

---

inženjersko-geološke, seizmo-tektonske i druge specijalističke karte. Drugim riječima, ove karte predstavljaju baznu podlogu za izradu državnih i lokalnih prostornih planova, izgradnju gradova i svih vrsta saobraćajnica, istraživanje mineralnih sirovina, rješavanje pitanja vodosnabdijevanja, ekologije itd.

Period rada na Osnovnoj geološkoj karti u Zavodu je obilježen naglim razvojem i prijemom brojnih mladih kadrova, od kojih su mnogi kasnije postali nosioci razvoja geologije u Zavodu. To je bio period kada se nije gledalo na radno vrijeme, a subote i nedjelje su bili radni dani. U tom periodu dr Mirko Mirković je rukovodio izradom Osnovne geološke karte listova: Bar, Pljevlja, Gacko i Žabljak, a učestvovao je i na izradi geoloških karata listova: Šavnik, Titograd, Ivangrad i Bijelo Polje. Dr Mirko Mirković bez sumnje spada među najzaslužnijim geolozima za izradu Osnovne geološke karte Crne Gore.

U periodu 1978-1980. dr Mirković je sa saradnicima uradio Kompilacionu geološko-tektonsku kartu Crne Gore u razmjeri 1:100.000, kao i tumača, za potrebe izrade Prostornog plana Crne Gore.

Sa saradnicima iz paleontologije, petrografije i geohemije, i u saradnji sa Rudarsko-geološkim fakultetom iz Beograda, Mirković je rukovodio izradom i uspješnom realizacijom tri vrlo značajne Stratimetrijsko-sedimentološke studije za potrebe naftno-geoloških istraživanja, i to: za priobalni pojas Crne Gore (1984.), za sjevernu Crnu Goru (1986.), za središnji dio Crne Gore (1990. i 1991.). Ove studije predstavljaju vrlo obimna djela u kojima je prezentiran geološki sastav i geoistorijski razvoj strukturno-tektonskih jedinica Jadranske i Budva zone i Visokog krša. Sve naftne kompanije koje su bile zainteresovane za istraživanje nafte u Crnoj Gori, koristile su ove stije kao bazni dokument za ocjenu naftno-geološke potencijalnosti terena Crne Gore i njenog podmorja.

Za potrebe istraživanja mineralnih sirovina dr Mirković je učestvovao na izradi detaljnih geoloških karata, razmjere 1:10.000, za terene Kovač planine (1968), područja Varina (1970), Pljevaljskog ugljenosnog basena (1973), područja Petrovića u zapadnoj Crnoj Gori (1985) i brojnih drugih predjela i lokacija.

Dr Mirko Mirković je dao izvanredan naučno-stručni doprinos u realizaciji projekta Metalogenetsko-prognozna karta razmjere 1:50.000, za područja planine Sjekirice (1989-1991), boksitonošnog rejona između Nikšića i Morače (1992-2000) i za Jadransko-jonsku zonu u predjelu Luštica i okoline Ulcinja (1995-2001).

Dr Mirko Mirković je zbog svojih kvaliteta u Zavodu biran za direktora OOUR-a Regionalna geologija i mineralne sirovine, u periodu 1974-1982., a u periodu 1987-1988. obavljao je i poslove zamjenika direktora. I kao rukovodilac je obavljao profesionalne zadatke na različitim projektima.

Pored svih navedenih stručnih i drugih obaveza Mirković se aktivno bavio naučno-stručnim usavršavanjem. Magistrirao je 1976. godine na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, iz oblasti tektonike, a na istom fakultetu je i doktorirao 1980. godine sa temom: "Geološki sastav i tektonika Durmitora, Pivske planine i Volujaka".

Kao autor ili koautor dr Mirko Mirković je publikovao oko 40 naučno-sruč-

---

nih radova od kojih posebno ističemo: štampane Osnovne geološke karte, 1:100.000, sa tumačima, za listove “Bar sa Ulcinjem”, “Žabljak”, “Gacko” i “Pljevlja”, kao i Geološku kartu Crne Gore u razmjeri 1:200.000. On je autor knjige “Geološki sastav i tektonika Durmitora, Pivske planine i Volujaka” (1983), a zajedno sa suprugom Brankom monografije “Fosili Crne Gore – Registar” (1995). Uradio je i pripremio za štampu Strukturno-tektonsku kartu Crne Gore, razmjere 1:200.000, sa tumačem, a u istoj razmjeri je sa saradnicima završio i Geomorfološku kartu Crne Gore. Bolest je učinila da je tumač za ovu kartu ostao nedovršen.

Dr Mirko Mirković je koautor knjige “Geologija boksitonošnog rejonu “Vojnik-Maganik”, knjiga 1 i geološke karte istog rejonu u razmjeri 1:50.000, koja je, nažalost, objavljena poslije njegove smrti (2017). Za deset godina rada na ovom projektu, dao je nemjerljiv doprinos u stratigrafskom razdvajanju formacija i rješavanju strukturno-tektonskog sklopa ovog rejonu. Inače, on je, bez sumnje, bio najbolji stratigraf u Crnoj Gori.

Dr Mirko Mirković je u više navrata biran za člana uređivačkog odbora časopisa “Geološki glasnik” koji izdaje Geološki zavod, a od 1991. godine do smrti bio je glavni urednik ovog časopisa. Više puta je biran za člana organizacionog odbora Jugoslovenskih geoloških kongresa, zatim organizacionih odbora različitih simpozijuma o stratigrafiji, tektonici i petrologiji Jugoslavije. Bio je član brojnih komisija za izradu uputstava za geološke karte i različite pravilnike i na saveznom i na republičkom nivou. Sve te zadatke obavljao je odgovorno i savjesno.

Dr Mirko Mirković je dobitnik nagrade “Jovan Žujović” za 1985. godinu, koju Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu dodjeljuje za naučni doprinos iz oblasti regionalne geologije i paleontologije, zatim dobitnik je Svečane povelje za postignute rezultate i doprinos na izradi Osnovne geološke karte SFRJ, koju je 1989. godine dodijelio Savezni geološki zavod. Takođe je dobitnik Povelje zaslužnog člana Crnogorskog geološkog društva, 1996. godine, koja se dodjeljuje stručnjacima za izuzetan doprinos u razvoju geologije Crne Gore.

Ovaj skromni uvid u rad i djelo dr Mirka Mirkovića bez sumnje ukazuje da je on bio vrsni istraživač, veliki pregalac i zaljubljenik u geologiju, koji je u nasleđe geološkoj struci i nauci u Crnoj Gori ostavio brojna vrlo značajna djela i djela od trajne vrijednosti.

Slobodan Radusinović



---

## ĐURĐA PAVIĆEVIĆ 1928 – 2002.



Đurđa Pavićević je rođena 1928. godine u Danilovgradu. Školovala se u Nikšiću, a nakon Drugog svjetskog rata nastavila je školovanje u Beogradu, gdje je 1959. godine završila Prirodno-matematički fakultet, grupa geološko-paleontološka. Nakon diplomiranja zaposlila se u Zavodu za geološka istraživanja u Titogradu, gdje je radila 24 godine. Penzionisala se 01.06.1983. godine.

Đurđa Pavićević potiče iz ugledne slobodarske porodice, koja je uvijek bila na braniku slobode Crne Gore. Njen otac, Đoko Šajov, poznati borac iz Balkanskih ratova, i čitava njegova porodica (supruga, dva sina i osam ćerki), učestvovali su u partizanskim oslobodilačkim jedinicama tokom čitavog Drugog svjetskog rata. Đoko je, inače bio najstariji partizan i najstariji narodni heroj u Jugoslaviji. Đurđa je iz ovog rata izašla sa činom oficira.

Đurđa Pavićević pripada prvoj generaciji paleontologa u Crnoj Gori, kada je ova geološka nauka počela da se naglo razvija u svim republikama bivše države. Najznačajniji geološki projekat iz tog perioda „Izrada Osnovne geološke karte SFR Jugoslavije“, u razmjeri 1:100.000, za teritoriju Crne Gore uspješno je završena u periodu 1962-1986, zahvaljujući prije svega paleontološkim podacima i saznanjima. Đurđa Pavićević je kao paleontolog učestvovala u izradi Osnovne geološke karte 11 listova (od ukupno 17) kojim je obuhvaćeno 77% teritorije Crne Gore. Rezultati rada Đurđe Pavićević ugrađeni su u navedene geološke karte i tumače za svih 11 listova, a time i njen neizbrisivi doprinos geološkoj nauci u Crnoj Gori. U prilog ove činjenice navodimo da je po našoj procjeni, najmanje 5.000 paleontoloških preparata determinisala Đurđa Pavićević za potrebe izrade Osnovne geološke karte Crne Gore.

Rad paleontologa nije samo determinisanje fosilnog sadržaja u preparatima stijena, pod mikroskopom, i proučavanje brojne literature, nego i terenski rad i život po vrletnim predjelima Crne Gore. Sve te napore Đurđa je podnosila smireno, sa dostojanstvom, i sa osjećajem potrebe da se i na terenu doprinese rješavanju geološke problematike.

Đurđa Pavićević je, pored navedenog, uradila više hiljada paleontoloških analiza za potrebe izrade detaljnih geoloških karata, 1:10.000, u okviru projekata istraživanja metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina širom Crne Gore. I ovim stručnim radom je značajno doprinijela saznanjima i kvalitetu ukupnog rada i ciljeva istraživanja.

Đurđu Pavićević krasila je skromnost, smirenost i dostojanstvo sa ponosom. Nikada nije sa saradnicima povisila ton. Uvijek je imala razumijevanja za druge. Ni u čemu se nije isticala, a imala je mnogo razloga za to: kao ličnost, kao stručnjak, po porijeklu, po zaslugama ... I na taj način je Đurđa Pavićević doprinijela ugledu,

---

značaju i uspjehu institucije Geološkog zavoda i geološke struke u Crnoj Gori.  
Đurđa Pavićević je umrla 2002. godine. Sahranjena je u Beogradu.

Marko Pajović

---

## Dr SPASOJE CICMIL 1934 – 2004.



Spasoje Cicmil je rođen 15. septembra 1934. godine u Pišću, na Pivskoj planini. Njegovi roditelji, Đorđije i Jelka, sa sedmoro djece, i sa brojnim porodicama iz Pive, godine 1946. preselili su se u Vojvodinu, u Bačko Dobro Polje. Po završetku srednje geološko-tehničke škole u Beogradu (1953) i odsluženja vojnog roka, jedini od njegove porodice vraća se u Crnu Goru. Godine 1955. zaposlio se u Zavod za geološka istraživanja u Titogradu (Podgorica), a nakon dvije godine prelazi da radi u Rudnik boksita Nikšić gdje je ostao sve do 1982. godine. Od 1982. do 1986. godine bio je potpredsjednik Izvršnog odbora Skupštine opštine Nikšić, a potom, kao naučni saradnik radi u Institutu za crnu metalurgiju Željezare – Nikšić, odakle je 1990. godine penzionisan. Umro je 9. januara 2004. godine i sahranjen u Nikšiću.

Spasoje Cicmil pripada prvoj generaciji stručnog kadra u Crnoj Gori koja je, vjerovatno, podnijela najveći teret obnove i izgradnje ratom razrušene Zemlje. Sa stručnim radom započeo je u Geološkom zavodu, kao geološki tehničar na istraživanju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina. Po zadatku, zatim, prelazi da radi u Rudnike boksita – Nikšić. Odmah se uključio na realizaciji kompleksnih projekata istraživanja crvenih i bijelih boksita širom Crne Gore, pod rukovodstvom dr Pavla Burića i drugih geologa. Savjestan i odgovoran rad i bogato geološko iskustvo preporučili su ga da upiše studije geologije na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, koje je završio 1974. godine. Njegovo bogato iskustvo i znanje doveli su ga u poziciju vodećeg istraživača – projektanta. Samostalno i u saradnji sa kolegama radio je programe, projekte i studije geoloških istraživanja crvenih boksita, a manjim dijelom i drugih mineralnih sirovina. U dužem periodu bio je organizator i rukovodilac izrade Elaborata o proračunu rezervi skoro svih poznatih ležišta crvenih boksita u Crnoj Gori. Istovremeno je radio, sa saradnicima, projekte geoloških istraživanja u cilju otkrivanja novih ležišta, ili pak za otvaranje novih pogona. Kao afirmisan stručnjak Spasoje Cicmil je intenzivno radio i na sopstvenom stručnom i naučnom usavršavanju. Doktorirao je 1981. godine na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu.

Dr Spasoje Cicmil je i kao stručnjak i čovjek visokih moralnih kvaliteta i sposobnosti bio vrlo angažovan i u Rudnicima boksita, u rukovodnim strukturama opštine Nikšić i Republike Crne Gore. Vjerovatno je to razlog što je objavio svega 13 naučno-stručnih radova i jednu monografiju o svom zavičaju zajedno sa Prof. dr M. Tripkovićem pod naslovom „Pišće i Vojinovići“ (2003). Od objavljenih radova poseban stručni i naučni značaj po našem mišljenju, imaju dva rada. U radu „Geološke karakteristike trijaskih boksita Nikšića“ (1976), sintetizovana su dotadašnja saznanja o geološkim karakteristikama trijaskih boksita u području Pive, Gornjopoljskog vira

---

Nikšićke Župe i područja Prekornice. On je geologiju ležišta i pojava boksita analizirao preko osnovnih pokazatelja: stratigrafski položaj, oblik i građa ležišta, strukturno-teksturne, mineraloške i hemijske karakteristike i geneza boksita. Ova analiza je ukazala na određene, manje ili veće razlike od jednog do drugog nalazišta, po različitim pokazateljima. Različiti sastav trijaskih ležišta boksita autor objašnjava različitim sastavom matičnog materijala i složenim uslovima njihovog nastanka, kao i sekundarnim (egzogenim) izmjenama, koji su uticali na fizičko-hemijske osobine i kvalitet boksita.

Poseban naučni i stručni značaj ima doktorska disertacija Spasoja Cicmila „*Metalogenija mezozojskih ležišta crvenih boksita jugozapadne Crne Gore*“ koja je objavljena 1984. godine. Za potrebe ovog studijskog rada prethodno su vršena dugogodišnja geološka, hemijska, mineraloška i geohemijska ispitivanja trijaskih i jurskih boksita u Crnoj Gori. Sa ovakvim pristupom autora dobijeni su novi podaci ne samo za pojedinačna ležišta, nego i za sva ležišta trijasa, a posebno za jurska ležišta. Na reprezentativnim uzorcima, sastavljenim od više stotina pojedinačnih proba, dobijeni su podaci o srednjem hemijskom, mineraloškom i geohemijskom sastavu boksita. Opis ležišta i boksitonosnih rejlona praćen je adekvatnom grafičkom dokumentacijom, sa kartom rudnih rejlona u približnoj razmjeri 1:300.000. Na ovoj karti grafički je obilježeno 9 ležišta trijaskih crvenih boksita u tri rudna rejlona, 81 ležište i pojava jurskih crvenih boksita u šest rudnih rejlona i 39 ležišta i pojava bijelih boksita u jednom rudnom rejlou. Za istraživače boksita i valorizaciju ove mineralne sirovine u Crnoj Gori, navedeni podaci i rezultati Spasoja Cicmila predstavljaju sigurnu bazu podataka za planiranje daljih istraživanja i razvojnu politike u mineralnoj ekonomiji Crne Gore.

Posebni naučni doprinos u ovoj studiji imaju rezultati ispitivanja tzv. akcesornih minerala u boksitima Crne Gore. Naime, ovim po prvi put izvršenim kompleksnim ispitivanjima, u boksitima je konstatovano 16 minerala čije je učešće manje od 1%, ali je njihov značaj izuzetan za proučavanje porijekla matičnog materijala od koga su nastali karstni boksiti Crne Gore zatim mogućnost valorizacije pojedinih mikro elemenata i td. U prilog značaja ove studije Spasoja Cicmila su i prikazani rezultati ispitivanja vertikalne distribucijemikroelemenata da se La, Cu, Y, Ni i Co u visoko-kvalitetnim ležištima boksita koncentrišu u najdonjim djelovima boksitnog tijela (kasnija geohemijska proučavanja znatno su proširila i obogatila saznanja o vrsti, stepenu koncentracije imogućem ekonomskom značaju mikroelemenata u boksitima Crne Gore).

Dr Spasoje Cicmil je od kolega i saradnika, kao i u sredinama gdje je radio i živio, bio uvažavan i vrlo cijenjen kao čovjek sa posebnim darom da prepozna suštinu problema, da razdvoji bitno od nebitnog i sa izvanrednim osjećanjem za mjeru u riječi, u iskazu i stavu. Zbog svih tih njegovih kvaliteta i osobina redovno je biran za predsjednika ili člana republičkih i saveznih komisija i stručnih udruženja. Bio je član Skupštine i Izvršnog odbora RSIZ-a za geološka istraživanja, predsjednik Upravnog odbora Republičkog fonda za geološka istraživanja, a u više mandata bio je i predsjednik Crnogorskog geološkog društva.

---

Stručna i naučna geološka javnost u Crnoj Gori i Jugoslaviji je posebno povjerenje ukazala dr Spasoju Cicmilu izborom za predsjednika Organizacionog odbora 10. Kongresa geologa Jugoslavije, održanog u Budvi 1982. godine i 13. Kongresa geologa Jugoslavije, održanog u Herceg Novom 1998. godine. Zbornici radova u desetak knjiga sa ovih skupova, čiji je on bio urednik, predstavljaju svjedočanstvo i priznanje o ovom neumornom pregaocu na polju geološke nauke i djelatnosti. Pored toga, dr Spasoje Cicmil je bio aktivni društveno-politički radnik na nivou Opštine Nikšić i Crne Gore.

Dr Spasoje Cicmil je nosilac brojnih odlikovanja i strukovnih priznanja među kojima su: Orden rada sa srebrnim vijencem i Orden zasluga za narod sa srebrnim zracima, kao i Povelje zaslužnog člana: Udruženja inženjera i tehničara rudarske, geološke imetalurške struke Jugoslavije, Saveza geoloških društava Jugoslavije i Crnogorskog geološkog društva.

Marko Pajović



---

## VELJKO STIJOVIĆ 1932 – 2004.



Veljko Stijović je rođen 1932. godine u domu ugledne porodice Stijović, kao drugo po redu od četvoro djece, od oca Alekse i majke Dobrile Kačić sa Pelješca. Djetinjstvo je provodio u Podgorici i u dolini rijeke Tare kod Mateševa, gdje se nalazi i zavičaj ove čestite i tada vrlo imućne porodice. Školovao se u Podgorici, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Studije je započeo u Zagrebu 1954. godine ali se nakon godinu dana prepisuje u Beograd, gdje je 1958. godine završio geologiju na Prirodno-matematičkom fakultetu. Odmah se zaposlio u Geološki zavod Crne Gore u Titogradu, odnosno u Podgorici, gdje je ostao sve do penzionisanja 1990. godine. Umro je i sahranjen u Podgorici 16. oktobra 2004. godine.

Veljkov dolazak u Zavod, kao prvi i jedini petrograf u Crnoj Gori sve do njegovog penzionisanja, poklapa se sa početkom izrade Osnovne geološke karte SFRJ, 1:100.000. Za 26 godina ova karta je urađena i za teritoriju Crne Gore, na 16 listova. Veljko Stijović je učestvovao na izradi 10 listova ove karte, kojim je obuhvaćeno oko 10.500 km<sup>2</sup>, ili oko 76% teritorije Crne Gore. Veljko se na terenu izvanredno orijentisao i izuzetno se lako kretao po vrletima Crne Gore, sa uvijek punim ruksakom uzoraka magmatskih i sedimentnih stijena koje je mikroskopski ispitivao. Zahvaljujući njegovim rezultatima rada, sastav i vrsta svih magmatskih stijena ugrađeni su na svim geološkim kartama Crne Gore. Prema našoj procjeni Veljko Stijović je mikroskopski detererminisao oko 10.000 preparata od različitih vrsta magmatskih stijena, ne samo za potrebe OGK 1:100.000, nego i za potrebe izrade detaljnih geoloških karata pri istraživanju mineralnih sirovina za hidrogeološka i inženjersko-geološka istraživanja.

Za 32 godine rada u Zavodu, radnici Zavoda kao i sve njegove kolege i saradnici sa prostora SFR Jugoslavije, o Veljku su imali jedinstveno mišljenje da se radi o izuzetnom čovjeku u ljudskom, moralnom i profesionalnom pogledu. I pored narušenog zdravlja još u mlađim godinama života, Veljko nikada nije odbijao terenske ni druge poslove. Svaki stručni zadatak za njega je u isto vrijeme bio i moralni čin. Zbog toga su njegovi rezultati ispitivanja imali i jednu dodatnu dimenziju i vrijednost, a to je preciznost i vjerodostojnost.

U fondovskoj dokumentaciji Geološkog zavoda sačuvani su rezultati ovog vrsnog petrologa, u vidu njegovih (posebnih) izvještaja, a naročito u izvještajima, elaboratima i studijama drugih kolega – koji su rukovodili projektima geoloških istraživanja. Veljkovo ime, kao saradnika, a rijetko i autora, sačuvano je i sa rezultatima radaprikazano u Tumačima OGK, listovi: „Bar“, „Ulcinj“, „Titograd“, „Gacko“, „Ivangrad“, „Bijelo Polje“, „Gusinje“, „Žabljak“ i „Pljevlja“. Takođe, rezultati njegovih ispitivanja ugrađenisu u geološke karte istih listova, kao i brojnim

---

nepublikovanim geološkim kartama različite razmjere.

Interesantno je da Veljko Stijović, i pored insistiranja njegovih kolega i saradnika, nije samostalno objavljivao rezultate svojih brojnih istraživanja, čime je, svakako, umanjen značaj i doprinos njegovog rada ukupnom poznavanju geologije Crne Gore. Takođe, Veljko Stijović nikada nije prihvatao nikakvu rukovodeću funkciju i pored toga što su ga radnici Zavoda, zbog njegovih izuzetnih moralnih i ljudskih kvaliteta, neprekidno predlagali. Njegove kolege i bliski saradnici smatrali su da je takav njegov odnos i u struci i životu bio posledica njegove uzuzetne skromnosti.

U svakom slučaju, bez obzira na navedeno, doprinos Veljka Stijovića, sačuvan je i ugrađen u temelje geološke struke inauke u Crnoj Gori, a njegov moralni lik ostaće upamćen i trajaće kao poruka i pouka mlađim generacijama.

Marko Pajović

---

## RADE ŠUKOVIĆ 1937 – 2004.



Rade Šuković je rođen 07.05.1937. godine u selu Mioska, opština Kolašin. Po završetku osnovne i srednje škole, upisao je Prirodno-matematički fakultet u Beogradu, smjer hemija. Diplomirao je 1966. godine. Nakon odsluženja vojnog roka kratko vrijeme je radio u Peći, odakle prelazi da radi u Zavod za geološka i hemijska istraživanja u Titogradu. Na hemijskim poslovima u Zavodu je radio 33 godine, sve do penzionisanja 2002. godine. Umro je 18.11.2004. godine i sahranjen u Podgorici.

Hemijska djelatnost u Geološkom zavodu uvedena je 1950. godine pod rukovodstvom poznatog hemičara, a kasnije profesora Univerziteta Veljka Bakočevića. O značaju hemijske struke i nauke u Geološkom zavodu svjedoči činjenica da je zvanično ime ove ustanove, u periodu 1953-1963. godine bilo „Zavod za geološka i hemijska istraživanja“. Bez obzira na status hemijska djelatnost je ostala bitan sadržaj rada Zavoda. Po dolasku u Zavod Rade Šuković je nastavio sa razvojem hemijske djelatnosti u Zavodu, i kao hemičar i kao rukovodilac hemijske laboratorije. Rade je bio potpuno posvećen profesionalnom radu i razradi metoda hemijskih analiza različitih vrsta stijena, ruda, voda. Rade Šuković sa saradnicima uspješno je radio na realizaciji brojnih projekata istraživanja u Geološkom zavodu. Za potrebe istraživanja metalnih mineralnih sirovina Rade Šuković sa saradnicima, učestvovao je u realizaciji brojnih projekata, odnosno hemijskim ispitivanjem ruda olova i cinka, bakra, žive, gvožđa, mangana, hroma i nikla. Uspješno su vršene i hemijske analize nemetalnih mineralnih sirovina: krečnjaka, dolomita, barita, bentonita, različitih vrsta glina i kvarcnih pjeskova. Takođe su u laboratoriji Zavoda, uspješno rađene hemijske analize voda za piće i mineralnih voda. Veliki je doprinos ovog vrsnog profesionalca i na obimnim geochemijskim ispitivanjima proba i potočnih sedimenata i zemljišta, na Pb, Zn, Cu, Fe, Ni i Hg – za potrebe različitih projekata istraživanja mineralnih sirovina. Hemijska ispitivanja crvenih i bijelih boksita, koje je radio Rade Šuković sa saradnicima, bila su uključena u skoro svim projektima istraživanja ovih mineralnih sirovina.

O izuzetnom doprinosu Rada Šukovića u Geološkom zavodu i geološkoj struci u Crnoj Gori svjedoči ogroman broj hemijskih i geochemijskih analiza, urađenih pod njegovim rukovodstvom u laboratoriji Zavoda. Nije zabilježen broj analiza ali se procjenjuje da je iznosio više desetina hiljada. Nema sumnje da je Rade Šuković svoj profesionalni život ugradio u bogatstvo hemijskih analiza i podataka, koji su postali sastavni dio ukupnih stručnih i naučnih saznanja o mineralnim sirovinama, stijenama i podzemnim vodama Crne Gore.

Dejan Kaluđerović



---

## ZDRAVKO IVANOVIĆ 1938 – 2006.



Zdravko Ivanović je rođen 17.08.1938. godine u Podgorici, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju 1960. godine.

Rudarsko-geološki fakultet je završio u Beogradu, 1965. godine. Iste godine se zaposlio u preduzeću „Istražno“ – Titograd, gdje je oko tri godine radio na istražnom bušenju nalazišta boksita u području Nikšićke Župe. Potom je jednu godinu radio na određeno vrijeme u Agroekonomskom institutu – Agrokombinata „13. jul“. Krajem 1974. godine zaposlio se u Zavod za geološka istraživanja, gdje je ostao sve do penzionisanja 31.12.2003. godine. Umro je 14.05.2006. godine.

U Zavodu za geološka istraživanja Zdravko Ivanović je radio na istraživanju crvenih i bijelih boksita, i različitih vrsta nemetaličnih mineralnih sirovina.

Na projektima istraživanja crvenih boksita Zdravko Ivanović je radio u periodu 1975-1985., kao član stručnih ekipa, a tri godine i kao rukovodilac. Takođe je u istom periodu kao član ekipa ili rukovodilac projekta učestvovao na realizaciji istraživanja bijelih boksita na prostorima Zapadne i Stare Crne Gore.

Zdravko Ivanović je realizovao projekat istraživanja glina u lokalnosti Gornje Lipovo (kod Kolašina), zatim tehničko-građevinskog kamena – ležišta „Velja spila“ (na Luštici), bigra na ležištu „Gornja Lijeska“ (kod Bijelog Polja).

Zdravko Ivanović je samo dijelom ostvario stručne i intelektualne kapacitete, koje je bez sumnje posjedovao.

Marko Pajović



---

## MILOSAV - MIŠKO KALEZIĆ 1934 – 2010.



U Podgorici je 28. aprila 2010. godine preminuo a 30. aprila sahranjen Milosav – Miško Kalezić. Geološka djelatnost u Crnoj Gori ostala je bez izuzetnog čovjeka, istraživača i pregaoca, koji je punih 50 godina stvaralačkog rada posvetio razvoju i unapređenju geološke struke i nauke u Crnoj Gori.

Miško Kalezić je bio čovjek snažnog intelekta, velikog duhovnog potencijala i svestranog obrazovanja. Priroda ga je takođe obdarila dobrotom, iskrenošću, tolerancijom i mudrošću. Sve što je radio bilo je utemeljeno na moralnim principima. Sve što je pisao u oblasti nauke i struke uvijek je počivalo na argumentima i podacima. Otuda njegovi naučno-stručni radovi, knjige, izvještaji, elaborati i studije predstavljaju siguran izvor i bazu podataka za dalja proučavanja. Miško Kalezić je bio izuzetno darovit istraživač koji je lakše od drugih u geološkoj nauci prepoznavao bitno od nebitnog i umio da razumije geološke procese u prostoru i vremenu – što je dar samo odabranih. Zbog toga su Miškove riječi i stručna mišljenja bila izuzetno cijenjena među kolegama i naučnicima geološke struke. Njegova izuzetna memorija predstavljala je rijedak fenomen: skoro čitav njegov život i događaji u kojima je učestvovao bili su po sadržaju, prostoru i vremenu sačuvani na njegovoj “filmskoj traci”. Njegovo umijeće pričanja i pripovijedanja predstavljalo je istinski doživljaj ljepote za sve slušaocce. Miško je bio izuzetno cijenjen, uvažavan i omiljen. Zbog tih njegovih osobina i vrlina, biran je, i sa uspjehom je obavljao poslove direktora Zavoda, pomoćnika sekretara i sekretara RSIZ-a za geološka istraživanja i Glavnog republičkog inspektora za geološka istraživanja, zatim na rukovodnim mjestima, u organima upravljanja, odborima, komisijama, strukovnim udruženjima i dr.

Miško Kalezić je rođen 21.09.1934. godine u Kalezićima kod Danilovgrada. Osnovnu školu je završio u Danilovgradu, nižu gimnaziju u Kotoru a višu realnu gimnaziju u Titogradu 1955. godine. Prirodno-matematički fakultet u Beogradu, grupa geološko-paleontološka, završio je 1960. godine kao jedan od najboljih studenata. Odmah se zaposlio u Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, gdje je radio do sredine 1987. godine. Prvih godina u Zavodu je bio angažovan na poslovima istraživanja različitih mineralnih sirovina, i na hidrogeološkim istraživanjima, a potom preuzima rukovođenje na izradi Osnovne geološke karte lista “Šavnik”, a kasnije i lista “Bar”, u razmjeri 1:100.000. Ove geološke karte sa tumačima dobile su priznanja od najviših stručnih Komisija na nivou SFR Jugoslavije. U prilog opravdanosti ovakvih ocjena navodimo, samo jedan primjer. Naime, geološka ekipa kojom je rukovodio Miško Kalezić, na Geološkoj karti lista „Šavnik“, u okviru formacije „Durmitorski fliš“, u izvorišnom dijelu rijeke Morače, posebno su izdvojili jednu geološku jedinicu, koja po njihovom mišljenju pripada flišnoj formaciji.

---

Nakon 45 godina, u nauci se otvorio ovaj problem, u čijem su rješavanju učestvovali najpoznatiji stručnjaci iz SFRJ i pojedinih Evropskih zemalja i sa divljenjem i priznanjem su potvrdili mišljenje M. Kalezića i saradnika. O rezultatima ovih istraživanja, na engleskom jeziku, SANU je objavila rad (2010) gdje je među brojnim autorima i Miško Kalezić.

Miško je povremeno bio angažovan i na izradi OGK listova “Titograd”, “Pljevlja”, “Ivangrad” i “Gacko”. U istom periodu, od 1963. do 1972. godine, rukovodio je projektima detaljnih geoloških istraživanja crvenih i bijelih boksita, bentonita, glina, dolomita i arhitektonsko-građevinskog kamena. Za svaku od ovih mineralnih sirovina urađene su detaljne geološke karte, 1:10.000, na širem prostoru poznatih nalazišta i dobijeni novi kvalitetni podaci za ocjenu potencijalnosti i za projektovanje istražnog bušenja i drugih radova.

U periodu 1974 – 1978 Miško Kalezić je bio direktor UNDP projekta “Istraživanje mineralnih sirovina u SR Crnoj Gori”, koji je od UN ocijenjen kao najbolji od 16 projekata tada realizovanih u Jugoslaviji. Ovaj projekat je realizovan u Geološkom Zavodu sa ciljem istraživanja metaličnih mineralnih sirovina (olova, cinka, bakra i dr.) i istraživanja boksita. Miško Kalezić je imao vrlo zahtjevan i delikatan zadatak da u tom periodu SFR Jugoslavije primijeni najsavremenije metode i znanja u saradnji sa 18 eksperata UN. Miško Kalezić je, i pored određenih teškoća (uglavnom političke prirode) uspio da uspostavi korektnu profesionalnu saradnju sa ekspertima (iz stranih zemalja) i da organizuje vrlo obimna istraživanja metaličnih mineralnih sirovina u SI Crnoj Gori i boksita u centralnom i primorskom dijelu Crne Gore. U realizaciji ovog projekta, učestvovali su i 23 radnika iz Crne Gore, u svojstvu stalno ili privremeno zaposlenih (geolozi, hemičari, tehničari, prevodioci, vozači i dr.). O obimnosti, ali i značaju izvedenih radova, u okviru ovog projekta, navodimo samo nekoliko podataka. Sa prostora SI Crne Gore (oko 6.500 km<sup>2</sup>) sakupljeno je oko 10.000 proba potočnih sedimenata, zemljišta i stijena koje su analizirane na Pb, Zn, Cu, Fe, Ni, Hg, a manji dio proba i na Ag. Ovim istraživanjima su otkriveni novi rudonosni prostori na Sjekirici, Visitoru, i okolini Plava i izvršena procjena potencijalnosti polimetalne mineralizacije u SI Crnoj Gori. Pri istraživanju boksita u okviru ovog projekta sintetizovani su rezultati svih publikovanih radova i dokumentacije, sa oko 7.000 analiza, iskartirani su svi izdanci boksita i urađeno novih 3.000 analiza boksita. Na osnovu ovih radova izvršena je procjena potencijalnosti boksita trijasko, jurske, kredne i eocenske starosti. Rezultati ovog Projekta, u vidu Izvještaja eksperata Ujedinjenih nacija, na engleskom i srpsko-hrvatskom jeziku, prikazani su u 24 knjige, na nekoliko hiljada stranica i na više stotina grafičkih priloga. Uspjehu ovog projekta, koji, nažalost, još uvijek nije dovoljno valorizovan, bez sumnje izuzetno je doprinio Miško Kalezić.

Od 1977. do 1986. godine Miško Kalezić je bio direktor Geološkog zavoda. Za vrijeme katastrofalnog zemljotresa 1979. godine on je bio jedan od neumornih stručnjaka na organizovanju snimanja stanja u postradalom području. U vezi sa tim je i realizacija Programa seizmičke regionalizacije za potrebe Prostornog plana Republike i Projekta seizmičke mikrojoničarije za potrebe Generalnih urbanističkih

---

planova svih opština u Crnoj Gori – koji su od Međunarodnih stručnih organa ocijenjeni kao „najsavremenija i najkompleksnija tehnička dokumentacija za uspješno planiranje i projektovanje u seizmički aktivnim područjima“. Takvu ocjenu isti dokumenti imaju i danas. U veoma značajne projekte iz tog perioda spada i Projekat kompleksnih geoloških istraživanja uglja u basenu Maoče (kod Pljevalja) kojim su utvrđene bilansne rezerve uglja od 120 miliona tona.

Godine 1987. Miško prelazi da radi kao pomoćnik, a potom i kao sekretar u RSIZ-u za geološka istraživanja. Ukidanjem SIZ-ova geološka finansiranja preuzima Republički sekretarijat za privredu, gdje je izabran za Glavnog republičkog inspektora za geološka istraživanja i za člana Upravnog odbora Republičkog fonda za geološka istraživanja. Penzionisan je 1999. godine. Zbog Miškovog iskustva i znanja i nakon penzionisanja je angažovan da radi na poslovima iz geološke i rudarske struke u Ministarstvu ekonomije. Na svim tim radnim mjestima, kao i nakon penzionisanja, Miško Kalezić je bio potpuno posvećen razvoju geološke struke i nauke, i Geološkog zavoda kao najznačajnije geološke institucije u Crnoj Gori. Pored ostalih poslova on je osmislio sadržaj i rukovodio izradom monografije „Republički zavod za geološka istraživanja, 1945-2001“. Ova dragocjena knjiga ima istorijski, stručni, ali i literarni karakter. Monografija počinje sa prikazom istorijskog razvoja geoloških istraživanja, odnosno od doprinosa inostranih istraživača, i razvoja domaćih istraživačkih kadrova u Kraljevini Crnoj Gori, a potom slijedi detaljni prikaz o osnivanju i organizaciji Zavoda, o svim zaposlenim (po imenima) i njihovom radnom statusu, o svim projektima i njihovim rezultatima. U monografiji niko nije zaboravljen, tako da je ona u isto vrijeme istorijat rada i razvoja geologije u Crnoj Gori, Geološkog zavoda i svih zaposlenih.

U fondovskoj dokumentaciji Zavoda nalazi se preko 50 projekata, izvještaja, elaborata i studija u kojima je Miško Kalezić prikazao rezultate svojih istraživanja. Takođe je, i pored brojnih obaveza publikovao oko 30 naučno-stručnih radova u časopisima i zbornicima radova sa Jugoslovenskih kongresa i simpozijuma. Svi njegovi radovi, i fondovski i publikovani, urađeni su stručno, jasno i vrlo detaljno, i predstavljaju siguran oslonac za dalja proučavanja. Kalezić je dao izuzetan doprinos na izradi monografije enciklopedijskog karaktera „Mineralne sirovine i rudarska proizvodnja u Crnoj Gori“(1999),u kojoj su na 804 strane sabrana sva bitna geološka saznanja o mineralnim sirovinama i rudarstvu u Crnoj Gori. Miško Kalezić je sa dr M. Gomilanovićem objavio knjigu „Traganje za rudama u Crnoj Gori od 1700 do 1920. godine“. Ovo djelo, prema ocjeni recenzenata, po svojoj kompoziciji, slojevitosti i ukupnom kvalitetu predstavlja studiju od izuzetnog naučno-stručnog značaja za oblast geologije, rudarstva, geografije, kao i istorije i kulture Crne Gore. Knjiga je u osnovi građena na arhivskom materijalu, raznorodnim dokumentima i literarnim podacima, koji su u prevodu ili originalu citirani i štampani različitim fontom od autorskog teksta. Odabir dokumenata, njihova analiza i povezivanje u cjelovitost događanja u konkretnom vremenu i prostoru, urađeni su nenametljivo i sa izvanrednim osjećajem zamjeru. Sa takvim pristupom, prateći vremenski redosljed i dinamiku geoloških istraživanja i rudarske aktivnosti, autori su uradili naučnu

---

studiju. Konciznost misli i ljepota stila i jezika dali su ovom nadahnutom tekstu i dimenziju literarnog djela koje se u dahu čita.

Miško Kalezić je takođe jedan od autora knjige „Enciklopedija rudarstva i geologije Crne Gore (2019). Rad na ovoj monografiji M. Gomilanović i M. Kalezić, započeli su početkom ovog vijeka kada je napisan značajan broj odrednica, od kojih su jedan dio objavile novine „Vijesti“, a potom je nastavljen u 2018. i okončan 2019. godine u redakciji M. Gomilanovića.

I na kraju, još jednom se mora reći da je Miško Kalezić čitav svoj radni život posvetio geologiji i da je dao neizmjeran doprinos razvoju Geološkog zavoda, geološke struke i nauke i zakonske regulative iz oblasti geoloških istraživanja i rudarstva u Crnoj Gori.

Marko Pajović

---

## MILINKO MANOJLOVIĆ

### 1940 – 2011.



Milinko Manojlović je rođen 06.01.1940. godine u Kalušićima kod Pljevalja. Osnovnu školu i gimnaziju završio je 1958. godine u Pljevljima, a Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu 30.04.1964. godine. Nakon diplomiranja kraće vrijeme je radio u Geološkom zavodu SR Makedonije u Skoplju, a zatim odlazi na odsluženje vojnog roka. U rudnik „Šuplja stijena“ zaposlio se 12.04.1966. godine, gdje je radio sve do 01.08.1976. godine, kada prelazi u Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, u Titogradu.

U rudniku olova i cinka „Šuplja stijena“, kao rudnički geolog i rukovodilac geološke službe, radio je na istraživanju polimetalične sulfidne mineralizacije u revirima (ležištima) Šuplja stijena, Đurđeve vode, Ribnik i Paljevina, kao i na prostoru rudnog polja „Šuplja stijena“. Geološka služba ovog rudnika u to vrijeme cijenjena je kao jedna od najboljih geoloških službi u rudnicima bivše SFRJ. Pored rada na projektima istraživanja, ova služba je planirala otkopavanje rudnih tijela, pratila proizvodnju rudnika, radila projekte, izvještaje i elaborate o proračunu rezervi rude olova, cinka i bakra. U svim tim poslovima veliki je doprinos Milinka Manojlovića, kao izuzetnog stručnjaka i rukovodioca.

Kao nacionalni geolog u projektu „Geološka istraživanja rudnika „Šuplja stijena i rudnog rejonu Ljubišnje“, koji je finansiran od strane Ujedinjenih nacija, u periodu 1971-1973. godine Milinko Manojlović je veoma uspješno saradivao sa ekspertima iz Rusije i značajno doprinio unapredjenju saznanja u vezi sa geološkom građom ležišta i rejonu i zakonomjernosti razmještaja rudne mineralizacije na istraživanom području.

U Republičkom zavodu za geološka istraživanja Milinko Manojlović se, kao afirmisani stručnjak, odmah uključio na realizaciji brojnih projekata iz oblasti geoloških istraživanja metalčnih mineralnih sirovina, a zatim i na istraživanju nemetala i uglja. Stručne ekipe na realizaciji projekata istraživanja u Zavodu su najčešće činila oko tri ili više geologa i geološki tehničari. U toku jedne godine ista ekipa je radila na realizaciji više projekata, tako da su rukovodioci na jednom projektu bili kao članovi ekipa na drugim projektima. Po dolasku u Zavod, Manojlović je, kao rukovodilac projekata, radio na regionalnim, osnovnim i detaljnim geohemijskim i geološkim istraživanjima olova, cinka i bakra u širem području „Šuplje stijene“, uključujući i prigraničnu oblast Republike Bosne i Hercegovine. Takođe su na pojedinim potencijalnim lokalitetima rađene detaljne geološke karte i istražno bušenje (Kolijevka i dr.). Pod njegovim rukovodstvom urađen je Elaborat o proračunu rezervi u ležištima rudnika „Šuplja stijena“ sa stanjem 31.12.1977. godine. Kao član stručnih ekipa Manojlović je učestvovao na istraživanju olova i cinka na prostoru Kozice (opština Pljevlja) i u rejonu Lješnice (kod Bijelog Polja),

---

gdje je jedne godine bio i rukovodilac projekta.

Od 1978. do 1992. godine Milinko Manojlović je skoro neprekidno učestvovao na projektima istraživanja olova i cinka u rudnom rejonu Bjelasice, u okviru kojeg se nalazi i rudnik „Brskovo“. Jedne godine je bio i rukovodilac projekta. Učestvovao je i na izradi Elaborata o proračunu rezervi olova, cinka i bakra u ležištima rudnika „Brskovo“, sa stanjem 31.12.1978. godine. U istom periodu Manojlović je kao član ekipa, ili rukovodilac, radio na geološkim istraživanjima olova i cinka u rudnom rejonu Sjekirice, a u periodu 1979-1982. godine učestvovao je na geološkim istraživanjima istih mineralnih sirovina u području Čakora, Babinogoljske rijeke i Bjeluhe.

Milinko Manojlović je bio rukovodilac geoloških istraživanja bakra u području Varina 1982 i 1985. godine, a učestvovao je, 1981/82. godine i u geološkim istraživanjima bakra u području Bistrice (Bijelo Polje).

Od 1982. do 1992. godine Geološki zavod je vršio geološka i geochemijska istraživanja baritonosnog područja Kovač planine (opština Pljevlja). Ovim projektima istraživanja uspješno je rukovodio Milinko Manojlović, kada su utvrđena manja rudna tijela barita na prostoru Arslanovine (sliv rijeke Poblaćnice).

U kompleksnim geološkim, hidrogeološkim i inženjersko-geološkim istraživanjima uglja u području Maoča, u periodu 1981-1986. godine, Manojlović je bio jedan od rukovodilaca. On je, takođe, bio i rukovodilac izrade Elaborata o proračunu rezervi uglja ovog velikog ležišta, sa dokazanim rezervama od 118 miliona tona uglja, B+C1 kategorije. Takođe je rukovodio geološkim istraživanjima uglja u ležištu Otilovići (1986-1989), ležišta Mataruge (1987-1989) i Potrlica (1996-1999).

Milinko Manojlović je bio rukovodilac projekta „Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori“, koji je realizovan u periodu 1996-1998. Rezultati rada na ovom projektu, u čijoj realizaciji je učestvovalo desetak geologa, predstavljaju osnovnu gradju za izradu knjige „Mineralne sirovine i rudarska proizvodnja u Crnoj Gori“ (1999). Manojlović je jedan od autora ove knjige.

Milinko Manojlović je pripadao klasi najboljih – u gimnaziji, na fakultetu i kao stručnjak u oblasti istraživanja mineralnih sirovina. Njegove brojne projekte, izvještaje, elaborate i studije (u fondu stručne dokumentacije Geološkog zavoda i Rudnika „Šuplja stijena“), kao i publikovane radove, karakteriše stručnost, preciznost i izuzetna pismenosti. Kao takvi, ovi dokumenti su sigurna osnova za planiranje daljih istraživanja. Milinko Manojlović je dao izuzetan doprinos u postignutim rezultatima istraživanja olova i cinka, bakra, barita i uglja na prostoru Crne Gore, kao i na polju razvoja geološke struke i nauke u Crnoj Gori.

Milinko Manojlović je penzionisan 30.12.2002. godine. Umro je 28.11.2011. godine i sahranjen u Podgorici.

Marko Pajović

---

## DUŠAN JOKIĆ 1938 – 2012.



Dušan Jokić je rođen 01.01.1938. godine, u Prošćenju kod Mojkovca, gdje je završio osnovnu školu. Srednju školu je završio u Bijelom Polju, a Rudarsko-geološki fakultet, smjer inženjerska geologija i hidrogeologija, u Beogradu. Diplomirao je 18.02.1970. godine, nakon čega se zaposlio u Zavod za geološka istraživanja u Titogradu (Podgorica), 21.04.1970. godine. U Zavodu je radio 32 godine, sve do penzionisanja, 31.12.2002. godine.

Preko tri decenije Dušan Jokić je u Geološkom zavodu Crne Gore radio na različitim projektima i poslovima iz oblasti inženjerske geologije širom Crne Gore. Ubrzo je postavljen za rukovodioca projekta „Regionalna inženjersko-geološka istraživanja Crne Gore“, koji je realizovan u dvije faze. U prvoj fazi, od 1973. do 1977. godine, ovim projektom su obuhvaćeni tereni sjeverne Crne Gore, na površini od oko 5.000 km<sup>2</sup>, a u drugoj fazi, od 1977. do 1980. godine, tereni sjeveroistočne Crne Gore, površine od oko 3.000 km<sup>2</sup>. Ovim istraživanjima dobijeni su podaci koji su omogućili inženjersko-geološku klasifikaciju stijena, kao i podaci o klizištima, jaružanju, spiranju, odronjavanju i dr. Inženjersko-geološkim karakteristikama istraživanih terena. U istom periodu Dušan Jokić je, kao član stručnog tima, učestvovao na izradi Osnovne inženjersko-geološke karte lista „Bar“, 1:100.000, a u periodu od 1988. do 1996. godine, kao član ekipe, radio je i na IG karti listova „Kotor“ i „Budva“.

Dušan Jokić je bio rukovodilac projekta „Inženjersko-geološka karta Crne Gore“, 1:200.000, u periodu 1995-1997. Na ovoj karti (sa Tumačem) objedinjeni su podaci i dotadašnja saznanja iz publikovanih radova i fondovske dokumentacije Zavoda, o inženjersko-geološkim karakteristikama terena Crne Gore. Nažalost, ova karta i tumač nijesu publikovani.

Poslije katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Gori, 15. aprila 1979. godine, Geološki zavod Crne Gore, sa svim raspoloživim kadrovima i sredstvima, angažovao se, prvo, na registrovanju pojava i oblika poremećaja terena i objekata u svim područjima zahvaćenih zemljotresom, a potom na izradi Okvirnog programa seizmogeoloških istraživanja, po fazama rada, koji je usvojen od Izvršnog Vijeća Skupštine SR Crne Gore. U okviru ovog programa Zavod je organizovao izradu i realizaciju Programa seizmičke regionalizacije za potrebe Prostornog plana Republike i izradu Projekata seizmičke mikrorejonizacije za potrebe generalnih urbanističkih planova za dvadeset opština u Crnoj Gori. U realizaciji svih navedenih poslova i zadataka učestvovali su svi stručni kadrovi Zavoda, a naročito iz Sektora za inženjersku geologiju i hidrogeologiju, Dušan Jokić je, zajedno sa kolegama i saradnicima, značajno doprinio uspješnoj realizaciji Okvirnog programa i

---

pojedinačnih projekata u okviru Programa seizmičke regionalizacije i Projekata seizmičke rejonizacije, koji su od Međunarodnog konsultativnog odbora ocijenjen kao „najsavremenija i najkompletnija tehnička dokumentacija za uspješno planiranje i projektovanje u seizmički aktivnim područjima“.

Nakon penzionisanja, Dušan Jokić je bio uspješan sudski vještak iz oblasti inženjersko-geološke problematike terena u Crnoj Gori.

Dušan Jokić je savjesno i profesionalno, kao rukovodilac i kao učesnik, obavljao brojne poslove i zadatke iz oblasti inženjerske geologije i dao značajan doprinos razvoju ove geološke djelatnosti, i ukupnim saznanjima o inženjersko-geološkim karakteristikama terena Crne Gore. Rezultati njegovog stručnog rada sačuvani su u brojnim projektima, izvještajima i studijama, koji se nalaze u stručnom fondu biblioteke Geološkog Zavoda.

Dušan Jokić je umro 28.07.2012. godine i sahranjen u rodnom mjestu.

Marko Pajović

---

**Sc MILETA DUBAK**  
**1942 – 2014.**



Mileta Mito Dubak, diplomirani inženjer geologije, rođen je 9. oktobra 1942. godine u Docu (kod Berana). U Beranama je završio gimnaziju. Diplomirao je 1968. godine na Rudarsko-geološkom fakultetu Beogradskog Univerziteta, Odsjek geološki, Smjer ekonomska geologija. Specijalizaciju iz oblasti rudne mikroskopije završio je 1975. godine odbranom rada “Paragene-  
tske karakteristike i geneza rudnih

pojava Pb, Zn, Cu u rejonu Konjuha-SR Crna Gora”. Preminuo je 2014. godine u Podgorici gdje je i sahranjen.

Po završetku studija i odsluženja vojnog roka, od oktobra 1969. do kraja 1971. godine radio je u Rudnicima i industriji hroma “Raduša” kod Skoplja, kada je postavljen za rukovodioca geoloških istraga na antimonsko-arsenskom ležištu “Lojane”.

U Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore došao je krajem 1971. godine i u istom radio do penzionisanja. Po dolasku u Zavod radio je kao stručni saradnik na istraživanju metalčnih mineralnih sirovina na projektima istraživanja rudnih reiona Visitora, Konjuha, Sjekirice, Bjelasice i dr., na izradi detaljnih i regionalnih geoloških karata, detaljnih i regionalnih geohemijskih ispitivanja, a ubrzo i kao rukovodilac značajnih projekata istraživanja i elaborata o rezervama iz oblasti metalčnih mineralnih sirovina, nemetala i uglja.

Kao potvrdu povjerenja u njegove stručne i ljudske osobine izabran je za direktora OOUR-a Regionalna geologija i mineralne sirovine 1982. do 1986. godine, za čijeg mandata je više članova ovog OOUR-a riješilo stambene probleme.

Bio je član Saveza inženjera i tehničara a potom i Crnogorskog geološkog društva.

Za tridesetsedam godina rada u Zavodu za geološka istraživanja Mileta Mito Dubak je radio na istraživanju metalčnih mineralnih sirovina u područjima sjeverne i sjeveroistočne Crne Gore većinom realizujući projekte osnovnih i detaljnih geoloških istraživanja olova i cinka (Sjekirica, Visitor, Konjusi, Bjelasica), žive, kao rukovodilac i obrađivač rezultata istraživanja. Radio je i na realizaciji projekata istraživanja bakra, crvenih boksita kao saradnik i član istraživačkih timova i na izradi elaborata o rezervama uglja, tehničko-građevinskog i ukrasnog kamena i dr. Brojni su njegovi izvještaji i elaborati, kao rukovodioca istraživanja olovo-cinkove mineralizacije u područjima i rudnim rejonima: Konjuha u periodu 1973-1977. godine; Visitora (1975-1978); Bjelojevića 1973; Lješnice kod Bijelog polja (1973 do 1976.).

---

Sa velikom pažnjom i entuzijazmom posvetio se istraživanju rudnog rejona Sjekirica, rukovodeći istim od 1975 do 1987. godine, da bi na kraju (1989 do 1993), sintetizujući prethodne rezultate i terenske radove, pod njegovim rukovodstvom bila urađena tematska “Metalogenetsko-prognozna karta rudnog rejona Sjekirica, 1:50 000”.

Kroz pomenuta istraživanja i realizaciju lokalnih i regionalnih geoloških karata i druge terenske prospekcijske metode, svoja zapažanja o lokalnostima perspektivnim za doistraživanje ukrasnog kamena, na terenima opštine Andrijevica, sa namjerom da generiše aktivnosti lokalne uprave i finansijera za ulaganja u istraživanje ovog interesantnog resursa, prikazao je 1996. godine u radu: “Pojave arhitektonsko-građevinskog (ukrasnog) kamena na prostoru opštine Andrijevica”.

Zbog svog istraživačkog iskustva, Mileta Dubak je bio jedan od više učesnika na izradi projekta, u kome su sintetizovani rezultati svih istraživanih mineralnih sirovina u Crnoj Gori: “Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori”, koji je , pod rukovodstvom M. Manojlovića, realizovan od 1996 do 1998. godine. Takođe, kao jedan od više obrađivača, učestvovao je u izradi kapitalnog djela-monografije “Mineralne sirovine i rudarska proizvodnja u Crnoj Gori”.

Kao iskusan geolog, angažovan je u tim za detaljna geološka i geotehnička istraživanja terena na trasi autoputa Bar-Boljare, za dionicu Veruša-Mateševo u toku 2005.godine.

Rukovodio je timom za realizaciju terenskih istraživanja višegodišnjeg makroprojekta “*Osnovna geohemijska karta Crne Gore, 1:200 000*” kojom prilikom je prikupljeno više hiljada uzoraka iz tri medija (potočni sedimenti, zemljište i matične stijene), izvršio obradu dobijenih rezultata hemijskih analiza i uradio pomenutu kartu i geohemijski atlas za sve analizirane elemente u sva tri medija. Karta i Atlas će nakon pripreme biti štampani.

Odlaskom u penziju 2009. godine prestaje radni angažman u JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore ali ne i dalji doprinos Milete Dubaka geološkoj struci i nauci na prostoru Crne Gore. Nakon penzionisanja bio je član više komisija za tehnišku kontrolu elaborata o eksploataciji kamena na teritoriji Crne Gore, a u 2010. godini bio je angažovan na projektu Crnogorske akademije nauka i umjetnosti “*Crna Gora u XXI stoljeću – u eri kompetitivnosti*” kao saradnik na potprojektu Životna sredina i održivi razvoj - Definisane kvaliteta zemljišta (nikal, hrom, arsen, olovo, kadmijum).

Ranko Svrkota

---

## IVANA ŠKULETIĆ 1968 – 2014.



Ivana Škuletić je rođena 5. novembra 1968. godine u Titogradu (današnja Podgorica). Osnovnu školu je pohađala u “Milorad Musa Burzan” a srednju u gimnaziji “Slobodan Škerović”, odsjek informatika. Nakon srednje škole krenula je geološkim stazama svoga oca Dimitrija i upisuje se na Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu, gdje je i diplomirala, na Smjeru geotehnike, 1995. godine.

Svoje stručno usavršavanje započinje 1996. godine u Zavodu za geološka istraživanja Crne Gore, na objektima bazičnih geoloških istraživanja: *Osnovna inženjersko-geološka karta lista Nikšić, 1:100 000* i *Osnovna hidrogeološka karta lista Nikšić, 1:100 000*. Tajne geomehaničkog zanata, savladava kroz angažman na nizu detaljnih geomehaničkih istraživanja terena za potrebe projektovanja i izgradnje različite vrste objekta.

Vrijedna i ambiciozna, stremi geotehničkim izazovima kapitalnih infrastrukturnih objekata, te početkom 2002. godine preuzima poslove Geotehničkog nadzora i tehničke kontrole u preduzeću Direkcija za izgradnju autoputeva (2006. mijenja naziv u Monteput). Profesionalno sazrijeva kroz poslove nadzora nad izvođenjem i projektovanjem nekih od najznačajnijih projekata u Crnoj Gori kao što su: Pristupni putevi tunelu Sozina, dionica Đurmani-Tanki Rt, za nivo Glavnog građevinskog projekta; Rekonstrukcija regionalnog puta R-9 Kolašin-Mateševo, za nivo Glavnog građevinskog projekta; Idejni projekat brze saobraćajnice duž crnogorskog primorja, dionica: tunel Sozina -Stari Bar; Idejni projekat autoputa Bar-Boljari, dionica Uvač-Mateševo. Pokazuje veliki radni entuzijazam u vrijeme finalizacije pripremnih radova za Glavni projekat autoputa ali 24. novembra 2014. godine, tragično gubi život u 46. godini, u saobraćajnoj nesreći, na putu Podgorica-Kolašin, izvršavajući svoj posljednji radni zadatak.

Milica Stojadinović - Miličić

---

---

## MIOMIR DAMJANOVIĆ 1942 – 2015.



Miomir Damjanović - Dami je rođen 03.04.1942. godine u Pljevljima, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. U Beogradu je završio Rudarsko-geološki fakultet, na Geološkom odsjeku, Smjer inženjerska geologija i hidrogeologija.

Po završetku fakulteta Dami (kako smo ga svi nazivali) zaposlio se u Rudniku uglja-Pljevlja. On je, kao hidrogeolog, najviše radio na hidrogeološkim istraživanjima ugljunosnih neogenih basena u Pljevaljskom regionu, kao i u njegovom slivnom području. Takođe je bio uključen u tekuće geološke aktivnosti u vezi istraživanja uglja, proučavanja hidrogeoloških i inženjersko-geoloških karakteristika ležišta uglja, uključujući izradu projekata, izvještaja i Elaborata o proračunu rezervi uglja.

U periodu 1978-1980. godine Dami je prešao da radi u Zavod za geološka istraživanja u Podgorici. Odmah se uključio u realizaciju projekata geotehničkih istraživanja za potrebe izgradnje saobraćajnica, odnosno za potrebe fundiranja objekata, rješavanje stabilnosti kosina i slično. Nakon katastrofalnog zemljotresa u Crnoj Gori, 15 aprila 1979. godine, Dami je angažovan kao član geoloških ekipa Zavoda koje su radile na otklanjanju posledica od zemljotresa i na realizaciji projekata seizmičke mikrorejonizacije urbanih područja svih opština u primorskom dijelu Crne Gore.

Iz Geološkog zavoda Dami se vratio u Rudnik uglja-Pljevlja, gdje je ostao sve do penzionisanja. U tom periodu nastavio je da radi na geološkim i hidrogeološkim istraživanjima za potrebe Rudnika, kao i na rješavanju vodosnabdijevanja više seoskih naselja na prostoru Opštine Pljevlja.

Miomir Damjanović – Dami bio je svestrano obrazovan, sa interesovanjima za razne oblasti nauke, umjetnosti, književnosti, poezije. Njegova darovitost za slikarstvo i poeziju ispoljena je još u gimnazijskim danima, u okviru literarnih i umjetničkih sekcija. U Beogradu je studirao geologiju i slikao a povremeno je pisao i poeziju. Kao profesionalni geolog nastavio je sa slikarstvom. Nemamo, nažalost podatke o njegovom učestvovanju na izložbama slikara, ali nam je poznato da je bio član Udruženja likovnih umjetnika Crne Gore.

U poslednjoj deceniji prošlog vijeka, Dami je bio potpuno posvećen razmišljanjima i tumačenjima nastanka i postanka Kosmosa, Zemlje i svega. Njegova filozofsko-metafizička misao (ponekad se oslanjala na zakone fizike), transponovana je u vidu brojnih crteža i slika. I sve to skupa pretočio je u knjigu „Slika Postanja“, na 365 strana, koju je „Prosveta“ iz Beograda izdala 1996. godine. Recenzent ove knjige, Prof. Dr Miloje Rakočević, napisao je da je ovo hipermetafizički roman, odnosno monografija naučno-stručnog i litararno-poetskog sadržaja.

---

I na kraju, za Miomira Damjanovića - Damija, može se reći da je bio svestran stvaralac, mislilac i umjetnik koji je na najljepši način povezo geologiju (postanje), poeziju i umjetnost. Kada je govorio o geologiji bila je to poezija, a kada je iz njega izvirala poezija - bio je u stvaralačkim visinama. Dami je bio ponos njegove generacije i umjetnički dar geologiji Crne Gore. Umro je 05. aprila 2015. godine i sahranjen u Pljevljima.

Marko Pajović

---

**Mr VESELIN RADONJIĆ**  
**1951 – 2018.**



Veselin Radonjić je rođen 13. juna 1951. godine u Nikšiću. Osnovnu školu i Gimnaziju završio je u Podgorici. Mašinski fakultet Univerziteta Crne Gore završio je u Podgorici 1976. godine, a magistarske studije na Katedri za goriva i maziva Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu 1981. godine. Specijalističke studije iz tribologije (trenje i habanje) na Katedri za mašinstvo Državnog Univerziteta „M.V. Lomonosov“ u Moskvi, završio je 1983. godine.

Kao pripravnik počeo je da radi u AD „Radoje Dakić“ 1976. godine, a zatim profesionalnu karijeru nastavlja u Kombinat aluminijuma u Podgorici i Institutu za tehnička istraživanja. Vraća se u AD „Radoje Dakić“ 1985. godine gdje biva postavljen za direktora Bravarskog pogona.

U periodu od 19.04.1989. do 19.04.1990. godine, mr Veselin Radonjić je određen za zamjenika, a nakon dva mjeseca za VD direktora (Privremeni poslovodni organ) u Zavodu za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd. Uvođenju prinudne uprave u Zavodu, prethodio je „Program ekonomsko-finansijske konsolidacije Zavoda za geološka istraživanja SR Crne Gore“, koji je krajem 1988. godine uradila radna grupa formirana od Izvršnog vijeća Skupštine Crne Gore. Potom slijedi različito tumačenje o statusu institucije Zavoda, da bi, na kraju, odluku o privremenim mjerama donijeli organi Skupštine Opštine Titograd. Pod rukovodstvom mr Veselina Radonjića urađeni su novi samoupravni akti, a postojeći su usaglašeni sa zakonskim propisima. U istom periodu stručna aktivnost Zavoda se odvijala na projektima iz Srednjoročnog programa RSIZ-a za geološka istraživanja i na poslovima za potrebe privrednih subjekata. Organi Skupštine Opštine Titograd, tačno nakon godinu dana, donijeli su odluku o ukidanju privremenih mjera u Geološkom zavodu.

Iz Zavoda za geološka istraživanja mr Veselin Radonjić prelazi da radi u AD „Plantaže“, gdje je bio tehnički direktor, u periodu 1997-2000. godine. U međuvremenu je osnovao svoju firmu u kojoj se bavio brojnim inženjerskim poslovima, a najviše projektovanjem u oblasti građevinarstva.

Veselin Radonjić je objavio više naučno-stručnih radova u domaćim i inostranim časopisima, kao i saopštenja na kongresima i simpozijumima.

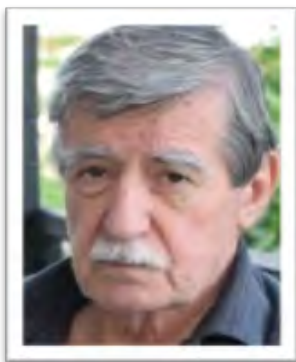
Umro je 13. maja 2018. godine i sahranjen u Podgorici.

Slobodan Radusinović

---

---

## JUGOSLAV ŽIC 1944 – 2019.



Jugoslav Žic je rođen 28.09.1944. godine u Pljevljima, gdje je završio osnovnu školu i Gimnaziju. Diplomirao je na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, Smjer za regionalnu geologiju, a specijalizaciju za ugljeve završio je na istom fakultetu na Smjeru za istraživanje ležišta mineralnih sirovina.

Nakon diplomiranja, Jugoslav Žic se, u julu mjesecu 1975. godine zaposlio u Zavod za geološka istraživanja, Podgorica, gdje je odmah uključen, u svojstvu geolog-saradnik, na realizaciji projekta Ujedinjenih nacija "Istraživanje mineralnih sirovina u SR Crnoj gori (1974-1978)". U ovom projektu radio je na regionalnim i detaljnim geohemijskim istraživanjima SI Crne Gore, kao i na detaljnim geofizičkim istraživanjima (metodom sopstvenog potencijala), na perspektivnim lokacijama za istraživanje olova i cinka. Od sredine 1977. godine Jugoslav se angažuje na detaljnim geološkim istraživanjima crvenih i bijelih boksita u boksitonosnim predjelima središnje i zapadne Crne Gore. U okviru ovih projekata rađene su detaljne geološke karte 1:10.000, raskopi i različite specijalističke analize, sa istražnim bušenjem na pojedinim lokacijama. Takođe je radio na i na prospekcijskim istraživanjima radioaktivnih mineralnih sirovina na širokom prostoru SI Crne Gore.

Kada su nemetalne sirovine u pitanju Jugoslav je dao značajan stručni dorinos radeći na izradi projekata istraživanja, izvođenju istražnih radova, izradi detaljnih geoloških karata ležišta, izradi elaborata o rezervama predmetne sirovine u ležištu, i to: glina kao sirovine za proizvodnju ciglarskih proizvoda, ukrasnog i tehničko-građevinskog kamena i cementnih laporaca, kao i uglja na teritoriji Opštini Pljevlja – ugljonosni basen Maoča i mali miocenski baseni sa ugljem (Mataruge, Otilovići, Brvenica, Glisnica, Bakrenjače, Rađevići).

Kruna stručnog rada Jugoslava Žica u Zavodu za geološka istraživanja u Podgorici predstavlja rad na geološkim, hidrogeološkim i inženjersko-geološkim istraživanjima ugljonosnog basena Maoče. Učestvovao je u izradi osnovnog i detaljnog projekta istraživanja, izradi detaljne geološke karte basena i vodio kompletne radove na istraživanju uglja (istražno bušenje i ostale prateće radove). Ovim istraživanjima u potpunosti su dokazane količine i kvalitet uglja ovog basena kao i hidrogeološke i inženjersko-geološke karakteristike miocenskih sedimenata i kompleksa podinskih stijena. Višegodišnji rad na ovim istraživanjima rezultirao je i specijalističkim radom na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu 1991. godine, sa nazivom "*Geološke karakteristike i kvalitet glavnog ugljenog sloja ležišta Maoče kod Pljevalja*".

Od 1986. do 2006. godine Jugoslav radi u Institutu za tehnička istraživanja, Zavodu za rudarstvo i geologiju Univerziteta Crne Gore. Stručni angažman nastavljen

---

je radom na nemetaličnim mineralnim sirovinama, bijelim boksitima i uglju. Vodio je kompletne radove na definisanju brojnih ležišta tehničko-građevinskog i arhitektonskog kamena, glina zaciglarsku proizvodnju i bijelihboksita. Rukovodio je, takođe, i na istraživanjima za potrebe definisanja dva ležišta uglja na nivou osnovnih istraživanja: Bakrenjače i Otilovići.

Donošenjem zakona za zaštitu životne sredine u Institutu za tehnička istraživanja, u kome je Jugoslav radio, osnovan je Zavod za ekologiju. Osim rukovodećeg posla u ovom zavodu radio je na izradi: Strateških procjena uticaja zahvata na životnu sredinu (Valdanos, Arza, koridora autoputa Zlatica – Mataševo), Elaborata o procjeni uticaja objekata na životnu sredinu autoputa: Bar – Tanki Rt, Đurmani – Virpazar, Zlatica – Mataševo. Zatim, značajan broj Elaborata procjene uticaja na životnu sredinu za: asfaltne baze i betonjerke, površinske kopove tehničko-građevinskog kamena i njegove prerade, arhitektonskog ukrasnog kamena, glina, sanaciju jalovišta rudnika „Brskovo“ u Mojkovcu itd.), kao i ekoloških Studija (za opštinu Pljevlja).

Kao geolog posebno je bio zainteresovan za geomorfološke procese i pojave, što je kao rezultat dalo nekoliko radova koji su publikovani, od kojih bi istakli dva: *J.Žic i M. Stamenić, 1999: Prilog morfogenezi doline gornje Čehotine. Ekološko društvo "Biserka", Pljevlja*, i *J. Žic, 1999: Rekonstrukcija centralne jezerske ravni između rijeka: Pive, Čehotine i Lima. Glasnik Republičkog Zavoda za zaštitu prirode-Prirodnjačkog muzeja, Podgorica*.

Jugoslav Žic je bio geolog posebnog senzibiliteta i rijedak primjer čovjeka iz struke sa posebnim darom za pozicioniranje geoloških znanja u široku lepezu korisnika geoloških podataka. Razmišljajući dugo o tom njegovom daru i mogućnostima da geološka saznanja, informacije i podatke oblikuje na način i u formate potrebne brojnim korisnicima, od industrije, rudarstva, vodoprivrede, putne infrastrukture, ekologije i dr. nisam našao, izuzimajući nespornu geološku potkovanost, ništa osim širokog ukupnog obrazovanja koje je ponio iz porodice i škola koje je završio.

Jugoslav Žic je bio rijetko plemenit čovjek, duboko posvećen porodici i prijateljima. Sudbina je htjela da ga kroz čitav život kidaju i lome najveće životne muke sa kojima se nosio ljudski i gospodski. Mi, njegove kolege i prijatelji, uvijek smo ga doživljavali kao onog koji o svemu vodi brigu i koji je uvijek od pomoći, kako na stručnom tako i na privatnom planu. Penzionisan je 2006. godine.

Premينو je početkom 2019.godine i sahranjen u porodičnoj grobnici u Arandelovcu.

Darko Novaković

---

**prof. dr MIĆKO RADULOVIĆ**  
**1948 – 2019.**



Prof. dr Mićko Radulović je diplomirani inženjer geologije sa 45 godina naučnog i stručnog rada, redovni profesor na Građevinskom fakultetu u Podgorici, vodeći ekspert u oblasti hidrogeologije u Crnoj Gori i širem regionu.

Mićko Radulović je rođen 8. novembra 1948. godine u Nikšiću, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. 1973. godine diplomirao je na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, na smjeru za inženjersku geologiju i hidrogeologiju. Magistrirao je na istom fakultetu 1992. godine. Nakon pet godina doktorirao je na tom fakultetu, odbranom disertacije sa temom “Hidrogeologija karsta Crne Gore”, temom koja je bila njegova životna stručna i naučna odrednica, ostvarujući vrhunske domete veoma - značajne ne samo za prostor Crne Gore i zapadnog Balkana, već i za evropske i svjetske okvire.

Pored izuzetne stručne i naučne ekspertize koju je stekao tokom dugogodišnjeg rada, Mićko Radulović je posjedovao jednu rijetku dimenziju, koju danas nažalost sve rjeđe srećemo – neobično naglašenu humanost. Njegovo životno geslo je bilo: „Pomogni čovjeku kada mu je najteže“. Tako se ponašao i u praksi – pomagao je ljudima kad god je vidio da su u nevolji, a bio je i aktivni član i donator u humanitarnim fondovima.

Od Mićka je svako mogao da uči o velikoj, nesebičnoj humanosti, ali i kulturnom, uvijek tolerantnom i dobronamjernom stavu – sa njim se bilo izuzetno lijepo družiti, razgovarati, saradivati. Bila je prava privilegija poznavati ga i imati priliku sa njim provoditi vrijeme. Mićko je pripadao rijetkim ljudima koje krase kompletna ličnost. Bio je oženjen uzornom suprugom Rajkom sa kojom je imao troje djece.

Svoje stručne aktivnosti započeo je u Zavodu za geološka istraživanja Crne Gore, gdje je proveo 22 godine (od 1973. do 1995. godine) pretežno kao rukovodilac sektora za hidrogeologiju i inženjersku geologiju. Savjesno je radio na realizaciji brojnih projekata iz oblasti hidrogeologije, inženjerske geologije i seizmogeologije. Kao rukovodilac radova ili kao učesnik u ekipi, realizovao je veliki broj projekata, studija i elaborata iz domena geologije, hidrogeoloških, inženjersko-geoloških i seizmogeoloških istraživanja i izrade grafičkih podloga različitih razmjera i namjena. Od posebnog značaja bili su njegovi projekti iz oblasti hidrogeologije koji su rezultirali uključivanjem brojnih izvorišta u vodovodne sisteme naselja (Budva, Tivat, Kotor, Herceg Novi, Bar, Nikšić, Plav, Žabljak i dr.).

Od 1995. godine iz Geološkog zavoda je prešao na Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore, gdje je izabran za docenta, a kasnije za vanrednog i redovnog profesora za nekoliko geoloških predmeta. Istovremeno je formirao privatnu

---

kompaniju za hidrogeološka istraživanja “Geoprojekt” koja danas predstavlja najuspješnije preduzeće u toj djelatnosti u Crnoj Gori.

Tokom stručne i naučne karijere, dr Radulović je objavio 17 knjiga, monografija, udžbenika i bibliografija, kao i 85 naučno-stručnih radova u nacionalnim i međunarodnim časopisima. Posebno je značajna njegova knjiga “Hidrogeologija karsta Crne Gore“ (Posebna izdanja Geološkog glasnika, knj. XVIII Podgorica, 2000. godine, sa hidrogeološkom kartom Crne Gore, razmjere 1:300.000) koja je sublimirala brojne značajne rezultate dugogodišnjeg Mićkovog istraživanja u toj oblasti. Takođe treba pomenuti i univerzitetski udžbenik Prof. Radulovića pod nazivom „Osnovi geologije“, koji je pripremio za studente Građevinskog fakulteta u Podgorici.

Prof. dr Mićko Radulović je publikovao i četiri monografije: „Mineralne sirovine i rudarska proizvodnja u Crnoj Gori, kao koautor (Centralna narodna biblioteka “Đurđe Crnojević”, Cetinje, 1999. god.) zatim, takođe kao koautor - monografiju „100 Years of Hidrogeology in Yugoslavia“ (Faculty of Mining & Geology, Belgrade 1997), „Republički zavod za geološka istraživanja“, kao i dio monografije koji se odnosi na podzemne vode „Vodni potencijali Crne Gore“ (2008. god. CANU, Podgorica, Odjeljenje prirodnih nauka - posebna izdanja).

Prof. Mićko Radulović je autor i nekoliko studija, kao i više stotina projekata iz oblasti geotehnike, hidrogeoloških istraživanja i korišćenje voda, izrade hidrogeoloških i geotehničkih podloga za izradu prostornih planova, puteva, mostova, cjevovoda, tunela, brana i akumulacija, mini hidroelektrana, stambenih i poslovnih objekata, vaterpolo bazena, marina, deponija, vodosnabdijevanja naselja, flaširanja voda i dr. Pomenimo samo „Sektorsku studiju: Prirodne karakteristike knjiga 1“ za potrebe izrade Prostornog plana Republike Crne Gore (Univerzitet Crne Gore, Podgorica, 2005. god.), kao i „Dugoročno rješenje vodosnabdijevanja Crnogorskog primorja - kostbenefit analiza mogućih rješenja“ (kao obrađivač tehničkog rješenja, Univerzitet Crne Gore, Ekonomski fakultet, Podgorica. 2005. god.).

Tokom svog dugogodišnjeg rada, dr Radulović je realizovao i ogroman broj projekata iz oblasti vodosnabdijevanja pitkom vodom, kao na primjer: „Izvorište Sjenokos u Crmnici: Projekat dopunskih hidrogeoloških istraživanja i Elaborat o rezultatima hidrogeoloških istraživanja“ (2003.), zatim „Izvorište Buljarica: Projekat hidrogeoloških istraživanja“ (2003.), „Izvorište Reževića rijeka: Koncesioni Elaborat za korišćenje flaširanjem dijela voda izvorišta Reževića rijeke, Budva“ (2005.), „Izvorište Bukovička vrela: Koncesioni Elaborat za korišćenje dijela voda izvorišta putem flaširanja, Fabrika “Suza” u Trebaljevu“ (2003.), „Izvorište Vidrovan: Koncesioni Elaborat za korišćenje dijela voda ovog izvorišta putem flaširanja“ (2006.) „Izvorište Dobrik u Bjelopavlićima. Koncesioni Elaborat za korišćenje karstnih izdanskih voda putem flaširanja“ (2004.), „Ležište karstnih izdanskih voda lokaliteta Pasišta – Goransko, Koncesioni Elaborat“, „Projekat hidrogeoloških istraživanja za potrebe Fabrike za flaširanje vode MONTEAQVA u Plani kod Kolašina“ (2006.) i brojna druga. Bio je vođa tima na projektu uspostavljanja monitoringa podzemnih voda u Crnoj Gori, koji je podržalo Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja i

---

Evropska Unija, čijom je implementacijom po prvi put počelo kontinuirano praćenje podzemnih voda.

Svoj vrlo obiman stručni i naučni opus obogatio je i sa nekoliko stručnih vodiča i bibliografija, kao što je „Ekološki vodič: Da zemlja ostane zelena“ (Društvo mladih ekologa Crne Gore, Podgorica, 1998. god.), zatim kao koautor - „Vodič za učesnike stručne ekskurzije - XIII Simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji sa međunarodnim učešćem“ (SIRG, SRJ Herceg Novi. 2002. god.), „Bibliography on Shkodra/Skadar lake. The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe. Skadar – Podgorica, 2001. god. i druge.

Mičko je kao autor, ili koautor, realizovao i brojne značajne grafičke podloge u oblasti bazičnih geoloških istraživanja, kao što su: „Karta mineralnih i termalnih voda SFRJ sa Tumačem (Savezni geološki zavod, Beograd), zatim „Osnovna hidrogeološka karta SRJ 1:100.000 - tumač za listove „Bar“ i „Ulcinj“ (K 3463 i K 3475)“ (Savezno ministarstvo za privredu, Beograd), „Hidrogeološka karta Crne Gore 1:200.000 sa tumačem“ (JU Republički zavod za geološka istraživanja Crne Gore), „Osnovna inženjerskogeološka karta 1:100.000 lista „Nikšić“ sa tumačem (JU Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica) i „Osnovna hidrogeološka karta 1:100.000 list Nikšić sa tumačem K3438 (JU Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica).

Prof. Mičko Radulović je dao i vrlo značajan doprinos radu više strukovnih udruženja iz oblasti hidrogeologije, inženjerske geologije i srodnih disciplina, kao i brojnih ekspertskih timova za rješavanje složenih problema iz oblasti voda i geotehnike.

Bio je član Izvršnog odbora Jugoslovenskog društva za mehaniku stijena i podzemne radove, član Izvršnog, Organizacionog i Redakcionog odbora Jugoslovenskog Komiteta za Inženjersku geologiju i hidrogeologiju, u više navrata; član Organizacionog i Redakcionog odbora Kongresa geologa Jugoslavije u više navrata, predsjednik Speleološkog društva Crne Gore, član Stručnog savjeta za energetiku, član Stručnog savjeta za korišćenje hidroenergetskih potencijala vodotoka; član Naučnog savjeta Nacionalnih parkova Crne Gore, član državnog Savjeta za vode, pri Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, član Ekspertske grupe Savezne vlade za ocjenu opravdanosti prevodjenja dijela voda Tare u Moraču; član Ekspertske grupe Vlade Crne Gore, za sagledavanje mogućnosti regulacije Skadarskog jezera, Drima i Bojane; član Ekspertske grupe za rješavanje problema odvodnjavanja Cetinjskog polja, član Ekspertske grupe Elektroprivrede Crne Gore za raspodjelu hidroenergetskog potencijala Bilećkog jezera; član Međudržavne komisije za vodoprivrednu saradnju između Crne Gore i Albanije, pri Vladi Crne Gore; Predsjednik Komisije za procjenu projekta „Korišćenje voda putem flaširanja na koncesionom principu po BOT aranžmanu“, pri Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede; član Projektne tima Vlade Crne Gore za praćenje realizacije Projekta izgradnje autoputeva u Crnoj Gori; član Odbora za geologiju i geografiju CANU; član Ekspertske grupe za rehabilitaciju i razvoj geologije u Jugoslaviji; član Inicijativnog i Upravnog odbora Inženjerske Komore

---

Crne Gore; član Upravnog odbora JU Republičkog zavoda za geološka istraživanja Crne Gore u nekoliko mandata; član Crnogorske asocijacije za zemljotresno inženjerstvo (CAZI), član Crnogorskog društva za tunele i podzemne konstrukcije, član internacionalne asocijacije hidrogeologa (I.A.H); Stalni član Jugoslovenske inženjerske akademije – JINA, redovni inostrani član Inženjerske Akademije Srbije; član Akademije inženjerskih nauka Crne Gore; Predsjednik komisije za polaganje stručnih ispita u Inženjerskoj Komori Crne Gore od 2015. do 2018. godine itd.

Za svoj stručni rad tokom karijere, dobio je brojna priznanja, kao što su: nagrada „Zaslužni član Jugoslovenskog Komiteta za inženjersku geologiju i hidrogeologiju“, zatim „Zaslužni član Saveza speleologa Jugoslavije“, „III nagrada na Jugoslovenskom javnom Konkursu za rješavanje problema vodosnabdijevanja Budve“, „Povelja za nesebičnu pomoć u otklanjanju posledica katastrofalnih poplava, koje su zadesile Cetinje 1986. godine“, „Zahvalnica Nacionalnog komiteta – IAH, Srbije i Crne Gore za veliku pomoć i doprinos uspješnom organizovanju međunarodne konferencije: Karst 2005: Vodni resursi i ekološki problemi u karstu“, održane u Beogradu i Kotoru 2005. godine, „Godišnja nagrada Inženjerske Komore Crne Gore“ 2011. godine i “Godišnja nagrada Ministarstva poljoprivrede i ruralnog razvoja - Svjetski dan voda 2015“.

Mićko Radulović je preminuo 18. aprila 2019. u 71. godini plodnog i plemenitog života.

Prof. dr Branislav Glavatović

---

CIP - Каталогизација у публикацији  
Национална библиотека Црне Горе, Цетиње

ISSN 0435-4249 = Geološki glasnik  
COBISS.CG-ID 37922

ISSN 0435-4249

