

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Darko M. Božović

MINERAGENIJA I POTENCIJALNOST
KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG
REONA BJELOPAVLIĆA (CRNA GORA)

Doktorska disertacija

Beograd, 2016

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Darko M. Božović

MINERAGENY AND POTENTIALITY OF
CARBONATE RAW MATERIALS OF
MINING AREA OF BJELOPAVLIĆI
(MONTENEGRO)

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016

Mentor:

Prof. dr Vladimir Simić, Ekonomska geologija

Redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko - geološki fakultet Beograd

Članovi komisije:

Prof. dr Vesna Matović, Petrologija i geochemija

Vanredni profesor

Univerzitet u Beogradu, Rudarsko - geološki fakultet Beograd

dr Dragan Radulović, dipl. inž. rudarstva

Naučni saradnik

Institut za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina Beograd

Datum odbrane doktorske disertacije:

MINERAGENIJA I POTENCIJALNOST KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLICA (CRNA GORA)

Rezime

Karbonatne sirovine, obzirom na geološku građu Crne Gore predstavljaju jednu od najznačajnijih nemetalčnih mineralnih sirovina. U Crnoj Gori postoje brojna ležišta karbonatnih sirovina (arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena) koja su istražena ili su u eksploataciji, među kojima rudni reon Bjelopavlića zauzima najznačajnije mjesto.

Dosadašnja istraživanja karbonatnih sirovina na ovom području imala su, međutim, prevashodno uzak istraživački cilj, utvrđivanje rezervi arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena određenog ležišta, ili preliminarna ispitivanja kvaliteta krečnjaka u njima, sa aspekta primjene u industriji i građevinarstvu, dok su istraživanja regionalnog karaktera bila malog obima i vezana za delove pojedinih basena, bez međusobne korelacije. U doktorskoj disertaciji proučeno je i prikazano sledeće: mineragenetske karakteristike gornjokrednih krečnjaka i izdvojenih geoloških formacija rudnog reona Bjelopavlića, geološke karakteristika ležišta i pojava karbonatnih sirovina, rudonosne, rudne formacije i formacioni tipovi karbonatnih sirovina, vrsta karbonatnih sirovina i njihova ležišta, rezerve i kvalitativne karakteristike, mogućnost primjene i potencijalnost sa koncepcijom daljih istraživanja. Posebna pažnja je posvećena rezultatima ispitivanja krečnjaka i mogućnošću njihove primjene kao karbonatnog punila u raznim granama industrije.

U okviru rudnog reona Bjelopavlića otkriveno je više ležišta karbonatnih sirovina, u kojima se prevashodno proizvodi arhitektonsko - građevinski kamen, manje tehničko -građevinski kamen, a samo na jednom ležištu se vrši proizvodnja karbonatnih punila. Ukupne dokazane bilansne rezerve ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena A, B i C₁ kategorije u okviru rudnog reona Bjelopavlića iznose 9,5 miliona m³, dok su rezerve tehničko - građevinskog kamena praktično neprocjenjive. Potencijalne rezerve

karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića, sa aspekta njihove primjene kao karbonatnog punila u raznim granama industrije su veoma velike, obzirom na rasprostranjenost formacija gornjokrednih krečnjaka na ovom području i njihov kvalitet, pošto se radi o visokokvalitetnim, čistim krečnjacima sa preko 98 % CaCO_3 komponente, koji kao takvi mogu naći primjenu u raznim granama industrije.

Na osnovu ocjene potencijalnosti rudnog reona Bjelopavlića može se zaključiti da ovaj reon pripada kategoriji veoma potencijalnih i potencijalnih za postojanje ležišta karbonatnih sirovina, što uz sadašnju istraženu sirovinsku bazu predstavlja dobru osnovu za planiranje budućeg razvoja industrije karbonatnih sirovina u Crnoj Gori, ali i budućih osnovnih ili detaljnih istraživanja tih sirovina.

Ključne riječi: karbonatne mineralne sirovine, arhitektonsko - građevinski kamen, tehničko - građevinski kamen, karbonatna punila, rudni reon Bjelopavlića, potencijalnost.

Naučna oblast

Geo-nauke

Uža naučna oblast

Ekonomska geologija

UDK broj:

553.636(497.16)(043.3)

MINERAGENCY AND POTENTIALITY OF CARBONATE RAW MATERIALS OF MINING AREA OF BJELOBAPLIĆI (MONTENEGRO)

Resume

The carbonate raw materials, due to the geological structure of Montenegro are one of the most important non-metallic minerals. Moreover, there are numerous deposits of carbonate materials (architectural - building and technical - construction stone) that are explored or are in exploitation phase, including mining area of Bjelopavlici that occupies the most important place.

Previous studies of carbonate raw materials in the area had, however, primarily a narrow research objective, establishing reserves of architectural-construction and technical-building stone of specific deposit, or preliminary studies of the quality of the limestone in them, from the point of application in industry and construction, while the regional research were the small - scale and related to specific parts of the basin, with no mutual correlation. This doctoral dissertation examined and shown the following: mineragenetics characteristics of Upper Cretaceous limestone and isolated geological formations of mining region Bjelopavlici, geological characteristics of deposits and occurrences of carbonate raw materials, metalliferous, ore formation and formational types of carbonate raw materials, type of carbonate raw materials and their deposits, reserve and qualitative characteristics, application possibilities and potential of the concept for further research. Special attention is devoted to the results of tests of limestone and the possibility of their application as carbonate fillers in various industries.

Within the mining region Bjelopavlici are discovered more deposits of carbonate raw materials, where primarily architectural - building stone is produced, less technical and construction stone, and only on one deposit, there is production of carbonate fillers. Total proven balance reserves of deposits of architectural and building stone A, B and C₁ categories within mining region Bjelopavlici amount to 9.5 million m³, while the reserves of technical

construction stone are practically priceless. Potential reserves of carbonate raw materials in mining region Bjelopavlici, in terms of their application as carbonate fillers in various industries are very high, due to the distribution of Upper Cretaceous limestone formations in this area and their quality, since it is a high quality, pure limestone with more than 98 % CaCO_3 components which as such can be applied in various industries.

Based on the evaluation of potentiality of mining region Bjelopavlici, can be concluded that this area belongs to the category of very potential for the existence of deposits of carbonate raw materials, which, along with explored raw materials so far, represents good basis for planning future development of carbonate industry in Montenegro, but also future basic or detailed exploration of those resources.

Key words: carbonate minerals, architectural - construction stone, technical - construction stone, carbonate fillers, mining area Bjelopavlici, potentiality.

Scientific class

Geosciences

Scientific group

Economic geology

UDC No:

553.636(497.16)(043.3)

PREDGOVOR

Karbonatne sirovine pripadaju grupi veoma značajnih nemetalčnih mineralnih sirovina na kojima bi u budućnosti, Crna Gora trebala da bazira svoj industrijski razvoj. Tokom poslednje decenije, zabilježen je značajan porast interesovanja za istraživanje i eksploataciju različitih karbonatnih mineralnih sirovina u Crnoj Gori, prevashodno arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, a zahvaljujući ubrzanom razvoju tehnologije i za korišćenje karbonatnih sirovina, prevashodno krečnjaka, kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila, sa trendom stalnog proširenja primjene i njihovog ekonomskog značaja.

Doktorska disertacija predstavlja sintezu višegodišnjih specijalnih prognozno - prospekcijskih proučavanja i geoloških istraživanja terena zone Visokog krša sa aspekta karbonatnih sirovina.

Formaciono - mineragenetska analiza karbonatnih sirovina sprovedena je na bazi rezultata višegodišnjih osnovnih geoloških istraživanja karbonatnih sirovina (krečnjaka) rudnog reona Bjelopavlića, koja su pod rukovodstvom autora realizovana kroz program geoloških istraživanja od interesa za Crnu Goru, kao posebni projekti u okviru tematskih geoloških istraživanja. Navedena istraživanja su finansirana sredstvima Budžeta Crne Gore, u periodu od 2006. do 2016. godine, kroz dva Projekta: "Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila" u periodu od 2006 do 2012. godine i "Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavlića" u periodu od 2013 do 2016. godine.

Istraživanjem karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića i izvršenim specijalističkim ispitivanjima krečnjaka sa ovog područja dobijena je kvalitetna podloga za planiranje, usmjeravanje i projektovanje detaljnih geoloških istraživanja karbonatnih sirovina na ovom području, u cilju povećanja ukupnih rezervi karbonatnih mineralnih sirovina u Crnoj Gori.

Iskrenu zahvalnost izražavam uvaženom mentoru, prof. dr Vladimiru Simiću, koji je pomogao definisanju teme doktorske disertacije, podsticao njegovu izradu i uvijek odvajao dovoljno vremena za neophodne konsultacije, tokom kojih mi je ukazivao na stručne i naučne probleme koji se javljaju pri istraživanju karbonatnih sirovina. Svojim ogromnim iskustvom svesrdno mi je pomagao da uspješno prevaziđem uočene probleme, te na taj način značajno doprinio kvalitetu doktorske disertacije.

Zahvaljujem se prof. dr Vesni Matović na veoma korisnim primjedbama i sugestijama koje su umnogome doprinele kvalitetu doktorske disertacije.

Takođe, veliku zahvalnost dugujem dr Draganu Raduloviću iz "Instituta za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina" iz Beograda, koji je dao ogroman stručni doprinos pri realizaciji laboratorijskih ispitivanja krečnjaka i analizi mogućnosti njihovog korišćenja u raznim granama industrije.

Posebnu zahvalnost izražavam kolegama: M. Čepiću, M. Milić, Z. Ostojić, M. Đakoviću, V. Abramoviću, I. Daniloviću i V. Nikiću, koji su dali veliki stručni doprinos pri realizaciji geoloških istraživanja karbonatnih sirovina, svim ostalim kolegama iz sektora za regionalnu geologiju, mineralne sirovine i koncesije za mineralne sirovine, kao i Zavoda uopšte, sa kojima sam iz godine u godinu, sa terena na teren, učestvovao na realizaciji brojnih projekata iz oblasti osnovnih, tematskih i detaljnih geoloških istraživanja u Crnoj Gori.

Veliku zahvalnost na pomoći oko finalizacije grafičkih priloga dugujem Nebojši Koprivici i Vasiliju Abramoviću.

Veliko hvala kolegi, dr Marku Pajoviću, koji mi je nesebično, sa puno razumjevanja, korisnim sugestijama i konstruktivnim komentarima pomagao da ovaj rad bude kompletniji i kvalitetniji.

Autor se najsrdačnije zahvaljuje rukovodstvu Zavoda za geološka istraživanja koje je preuzelo obavezu finansiranja doktorskih studija, i koje je uvijek imalo razumijevanja za obaveze koje sam imao tokom poslijediplomskih studija i pri izradi doktorske disertacije.

Takođe, autor se zahvaljuje Ministarstvu ekonomije Crne Gore, koje je finansiralo geološka istraživanja kroz dva dugoročna projekta, iz kojih je proistekla tema za doktorsku disertaciju.

Na kraju želim da izrazim najdublju zahvalnost članovima svoje porodice, koji su me podržali pri izradi disertacije.

SADRŽAJ

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | UVOD..... | 1 |
| 1.1. | Predmet rada..... | 2 |
| 1.2. | Ciljevi istraživanja..... | 5 |
| 1.3. | Metodika rada..... | 6 |
| 1.4. | Primijenjene metode..... | 8 |
| 1.5. | Praktična primjena rezultata istraživanja..... | 12 |
| 2. | OPŠTI PODACI O ISPITIVANOM PODRUČJU..... | 13 |
| 2.1. | Pregled ranijih istraživanja..... | 15 |
| 2.1.1. | Opšta geološka istraživanja..... | 15 |
| 2.1.2. | Namjenska i detaljna geološka istraživanja arhitektonsko- građevinskog i tehničkog kamena..... | 17 |
| 2.1.3. | Istraživanja krečnjaka kao karbonatnih punila..... | 18 |
| 3. | GEOLOŠKA GRAĐA PODRUČJA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA..... | 20 |
| 3.1. | Geološke karakteristike područja..... | 20 |
| 3.2. | Tektonske karakteristike područja..... | 26 |
| 3.3. | Prikaz paleotektonske evolucije zone Visokog krša sa posebnim osvrtnom na rudni reon Bjelopavlića..... | 31 |
| 3.4. | Neotektonski razvoj strukturnog sklopa šireg područja..... | 36 |
| 3.5. | Tektonske karakteristike sinklinalne oblasti doline Zete na prostoru Bjelopavlića..... | 38 |
| 4. | MINERAGENIJA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA..... | 42 |
| 4.1. | Principi izdvajanja rudonosnih i rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića..... | 42 |
| 4.2. | Koncepcija i metodologija istraživanja na principima formaciono- minerogenetske analize..... | 44 |
| 4.3. | Rudonosne formacije rudnog reona Bjelopavlića..... | 48 |
| 4.3.1. | Rudonosna formacija gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme..... | 50 |
| 4.3.2. | Rudonosna formacija gornjokredni dubokovodni karbonati..... | 52 |
| 5. | RUDNE FORMACIJE I FORMACIONI TIPOVI KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA..... | 54 |
| 5.1. | Rudna formacija gornjokredni plitkomorski karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica..... | 55 |
| 5.1.1. | Formacioni tip dolomitisani krečnjaci tipa "Tološi"..... | 59 |
| 5.1.2. | Formacioni tip bioklastični bituminozni krečnjaci tipa "Velje Brdo"..... | 62 |
| 5.1.3. | Formacioni tip foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa "Klikovače"..... | 66 |
| 5.1.4. | Formacioni tip rekrystalisali krečnjaci tipa "Slatina" (Kriva ploča)..... | 73 |
| 5.1.5. | Formacioni tip sprudni i subsprudni krečnjaci tipa "Maljat"..... | 76 |
| 5.1.5. | Formacioni tip bioklastični kristalasti krečnjaci tipa "Visočica"..... | 80 |
| 5.2. | Rudna formacija gornjokredni pelaški karbonati..... | 86 |
| 5.2.1. | Formacioni tip pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa "Jovanovići"..... | 87 |
| 5.3. | Rudna formacija gornjokredni padinski karbonati..... | 92 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.3.1. | Formacioni tip alodapski krečnjaci tipa "Rsojevići" | 93 |
| 5.4. | Korelacija izdvojenih rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina..... | 98 |
| 6. | RESURSI KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA..... | 104 |
| 6.1. | Primjena karbonatnih sirovina..... | 104 |
| 6.2. | Resursi arhitektonsko - građevinskog kamena..... | 106 |
| 6.2.1. | Opis ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića..... | 106 |
| 6.3. | Resursi tehničko - građevinskog kamena..... | 146 |
| 6.3.1. | Opis ležišta i pojava tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića..... | 146 |
| 6.4. | Resursi karbonatnih punila..... | 154 |
| 6.5. | Rezerve karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića..... | 155 |
| 6.6. | Kvalitet karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića..... | 157 |
| 6.6.1. | Fizičko - mehaničke karakteristike karbonatnih sirovina..... | 157 |
| 6.6.2. | Hemijske karakteristike karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića..... | 169 |
| 6.6.3. | Rezultati ispitivanja karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića metodom skenirajuće elektronske mikroskopije..... | 177 |
| 6.6.4. | Tehnološke karakteristike karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića..... | 186 |
| 6.6.5. | Proučavanje mogućnosti dobijanja karbonatnih punila na primjeru ležišta Maljat..... | 195 |
| 7. | POTENCIJALNOST RESURSA KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA..... | 212 |
| 7.1. | Potencijalne rezerve karbonatnih sirovina..... | 218 |
| 7.2. | Potencijalnost izdvojenih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina..... | 222 |
| 7.3. | Potencijalnost ležišta i pojava karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića..... | 233 |
| 8. | ZAKLJUČAK..... | 238 |
| | LITERATURA..... | 246 |

1. UVOD

U geološkoj građi terena Crne Gore karbonatne stijene imaju najveće rasprostranjenje, i učestvuju sa oko 65%, a predstavljene su uglavnom krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima, uz značajno prisutvo dolomita. Ove stijene uglavnom su valorizovane kroz korišćenje u građevinarstvu, kao tehničko - građevinski ili arhitektonsko - građevinski (ukrasni) kamen, a sasvim malo se koriste kao sirovine za dobijanje karbonatnih punila.

Karbonatne mineralne sirovine, po načinu postanka, sastavu geološke sredine u kojoj se javljaju, prostornom položaju i obliku pojavljivanja, predstavljaju samo dio geoloških formacija i procesa u formiranju Zemljine kore. Analizom pojedinih formacija karbonatnih stijena i uslova njihovog obrazovanja, izdvojeni su prostori gdje su dokazana manja i veća ležišta kao i pojave karbonatnih sirovina sa kvalitetom koji zadovoljava njihovu primjenu u određenim granama industrije.

Zahvaljujući razvoju tehnologije, povoljnim ekološkim karakteristikama i potrebi za što većem korišćenju prirodnih materijala, karbonatne mineralne sirovine dobijaju sve više na značaju, sa tendencijom stalnog proširenja primjene i njihovog ekonomskog značaja, tako da danas ove sirovine zauzimaju jedno od vodećih mjesta među prirodnim mineralnim bogatstvima (Pajović i Radusinović, 2010). Široka upotreba karbonatnih sirovina u privredi, direktno je uslovljena njihovim fizičkim i tehničkim osobinama, odnosno hemijskim svojstvima.

Na prostoru Crne Gore je dokazano više vrsta karbonatnih mineralnih sirovina različitog ekonomskog značaja, od kojih su najznačajniji: arhitektonsko - građevinski (ukrasni) kamen, tehničko - građevinski kamen i dolomiti, i predstavljaju siguran prirodni resurs i oslonac ekonomskog razvoja Crne Gore. Ove sirovine sve više dobijaju na značaju, sa tendencijom stalnog proširenja primjene, prevashodno kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila. Obzirom na ogromni potencijal karbonatnih sirovina, ubrzani razvoj

tehnologije, kao i na činjenicu da eksploatacija ovih mineralnih resursa ima prednost nad eksploatacijom drugih mineralnih resursa u pogledu ekologije, onda ove mineralne sirovine u doglednoj budućnosti treba da predstavljaju najznačajnije sirovine za privredni razvoj Crne Gore.

Mineraloško - petrološkim, fizičko - mehaničkim, hemijskim i drugim ispitivanjima stijena karbonatnog sastava sa pojedinih lokaliteta u Crnoj Gori, dokazane su mogućnosti njihovog korišćenja kao arhitektonsko - građevinski (ukrasni) i tehničko - građevinski kamen, a potvrđene su i pretpostavke o njihovoj potencijalnosti kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila i njihovu primjenu u raznim granama industrije, koje bi u budućnosti mogle imati značajno mjesto.

1.1. Predmet rada

Predmet doktorske disertacije je mineragenija i potencijalnost karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića, a koja se prevashodno odnose na utvrđivanje geoloških karakteristika i kvalitativnih osobina krečnjaka sa ovog područja sa aspekta njihove primjene kao arhitektonsko - građevinski (ukrasni kamen), tehničko - građevinski kamen ili kao sirovina za proizvodnju karbonatnih punila.

Najznačajnija ležišta karbonatnih sirovina u Crnoj Gori, prevashodno arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena otkrivena su u okviru gornjokrednih karbonatnih naslaga. Po svojoj perspektivnosti i produktivnosti izdvajaju se gornjokredni sedimenti zone Visokog krša, odnosno rudni reon Bjelopavlića (područje Danilovgrada i Spuža). U okviru formacije rudistnih krečnjaka gornje krede oboda Bjelopavličke ravnice i uzvišenja koja se izdižu iz same ravnice, otkriveno je više ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena, sa dokazanim bilansnim geološkim rezervama i kvalitativnim karakteristikama za njihovu primjenu kao arhitektonsko - građevinski kamen. Sva ležišta gravitiraju prema Danilovgradu gdje je i centar za obradu kamena.

Arhitektonsko - građevinski kamen ili ukrasni kamen je veoma značajna, ako ne i najznačajnija nemetalična mineralna sirovina u Crnoj Gori. Koristi se u dekorativne svrhe, za čiju namjenu su od primarnog značaja njegova estetska svojstva, koja se ističu odgovarajućom obradom. Pored estetskih, arhitektonsko - građevinski (ukrasni) kamen mora da posjeduje i neophodne fizičko - mehaničke i tehničke osobine, povoljan hemijski sastav, kao i zadovoljavajuću postojanost za datu namjenu.

Tehničko - građevinski kamen predstavlja karbonatnu mineralnu 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 okviru rudnog reona Bjelopavlića takođe je otkriveno više ležišta/pojava tehničko - građevinskog kamena krečnjačkog sastava, ali imajući u vidu geološku građu ovog rudnog reona, broj ležišta tehničko -građevinskog kamena mogao bi biti znatno veći. 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.

Dolomiti čine najmanje 15% od ukupnih karbonata u Crnoj Gori. Razvoj karbonata u Dinaridima, odnosno na prostoru Crne Gore, vezan je uglavnom za mezozojsku eru, od početka srednjeg trijasa pa do kraja gornje krede. Sa dominantnim krečnjacima u mezozojskoj sukcesiji karbonata, u većoj ili manjoj mjeri zastupljeni su i dolomiti, u karbonatnim formacijama trijasa, jure i krede. Razvijena su oba genetska tipa ranodijagenetski i kasnodijagenetski dolomiti, pri čemu ovaj drugi tip daleko preovlađuje. Međutim, u okviru rudnog reona Bjelopavlića dolomiti nisu ili su veoma malo zastupljeni, tako da im u ovom radu nije posvećena posebna pažnja.

Naprijed navedene karbonatne stijene su valorizovane, uglavnom, kroz korišćenje u građevinarstvu kao tehničko - građevinski ili arhitektonsko - građevinski kamen, a sasvim malo se koriste kao sirovine za dobijanje topitelja u metalurgiji, proizvodnju maltera i kreča. Međutim, posebna valorizacija

stijena karbonatnog sastava, prevashodno krečnjaka, je proizvodnja karbonatnih punila i njihova primjena u raznim granama industrije. Razvojem hemijske industrije i usavršavanjem tehnologije proizvodnje, značajno su i proširene mogućnosti upotrebe karbonatnih punila u raznim granama privrede: industriji građevinskih materijala, industriji boja i lakova, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, prehrambenoj industriji, industriji guma, industriji papira, kablova, polivinilhlorida, mineralnih đubriva, itd. Za primjenu krečnjaka, kao sirovine, u navedenim granama industrije, zahtjevi u pogledu kvaliteta (stepena čistoće) su veoma visoki, tako da bi se neka količina krečnjaka definisala kao ekonomski interesantna, potrebno je razumjeti uslove koji su postojali pri njihovom obrazovanju (genetske), a potom i kvalitativna svojstva u smislu prisustva štetnih komponenti, sadržaja pojedinih korisnih komponenti, odnosno stepena čistoće krečnjaka.

Imajući u vidu uslove obrazovanja i djelimično prethodno poznavanje kvalitativnih osobina, ocijenjeno je da naslage gornjokrednih krečnjaka u okviru rudnog reona Bjelopavlića predstavljaju potencijalni prostor za pronalaženje ekonomski interesantnih pojava i ležišta ove vrste sirovine, koja može zadovoljiti propisane uslove za primjenu u navedenim granama industrije. Takođe, poznato je da rezerve nekih ležišta tehničko i arhitektonsko - građevinskog kamena na ovom području imaju kvalitativne osobine koje zadovoljavaju zahtjeve za primjenu sirovine kao punila u hemijskoj i prehrambenoj industriji.

U okviru rudnog reona Bjelopavlića, predmetna ispitivanja su obuhvatila krečnjačke mase aktivnih i starih ležišta i/ili pojava arhitektonsko i tehničko - građevinskog kamena. Na osnovu utvrđenih fizičkih i tehničkih, odnosno hemijskih karakteristika, krečnjaci sa ovog područja, zahvaljujući novim tehnologijama proizvodnje mogu naći primjenu kao prirodna karbonatna brašna (punila) u raznim granama industrije. Uglavnom su to krečnjaci koji se odlikuju izuzetno visokim sadržajem CaCO_3 (>98 %) i visokim stepenom

bjeline, koji predstavljaju najbitnije pokazatelje za upotrebu krečnjaka kao sirovine za proizvodnju kalcijum karbonatnih punila.

1.2. Ciljevi istraživanja

U okviru rudnog reona Bjelopavlića postoji više ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena koja su aktivna ili su bila u eksploataciji. Pojedina ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena su ujedno i ležišta tehničko - građevinskog kamena (Maljat i Visočica), koja dio stijenske mase koji ostaje prilikom eksploatacije komercijalnih blokova arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena, kao i oštećene, ispucale i karstifikacijom oštećene partije, koriste za proizvodnju tehničko - građevinskog kamena, odnosno agregata različitih frakcija. Nažalost, na samo jednom ležištu arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena "Visočica" vrši se proizvodnja kamenih agregata i karbonatnog brašna, koji se prerađuje u neposrednoj blizini površinskog kopa, a koji se koriste kao punila za potrebe građevinskih materijala: mašinski malteri, keramička i mermerna ljepila, ljepila za demit fasade i dr.

U današnje vrijeme arhitektonsko - građevinski kamen sa ovog područja široko je zastupljen kako na domaćem, tako i na tržištu mnogih drugih zemalja, gdje je prepoznat kao veoma kvalitetan i dekorativan kamen. S obzirom na značajan ekonomski potencijal, bilo je neophodno kompleksno proučiti istraživano područje i izvršiti sintezu svih dobijenih rezultata.

U skladu sa tim, ciljevi doktorske disertacije bili su sledeći:

- definisanje mineragenetskih karateristika gornjokrednih krečnjaka rudnog reona Bjelopavlića i pojedinih geoloških formacija krečnjaka;
- definisanje geoloških karateristika ležišta i pojava karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića;
- izdvajanje rudonosnih i rudnih formacija i rudnih subformacija (formacionih tipova) karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića;

- definisanje mogućnosti upotrebe i primjene karbonatnih sirovina sa ovog područja kao arhitektonsko - građevinski kamen, tehničko - građevinski kamen ili kao karbonatna punila u raznim granama industrije;
- ocjena potencijalnosti izdvojenih formacija i resursa karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića.

Treba naglasiti, da stepen detaljnosti prikaza pojedinih ležišta karbonatnih sirovina nije uvijek bio isti, zavisno od raspoloživih podataka i stepena istraženosti pojedinih ležišta.

1.3. Metodika rada

U doktorskoj disertaciji je ocenjivana potencijalnost resursa karbonatnih sirovina na području Bjelopavlića sa aspekta njihove primjene u raznim granama industrije kao arhitektonsko - građevinski, tehničko - građevinski kamen i karbonatna punila.

Pri izdvajanju određenih formacija (rudonosnih i rudnih) karbonatnih sirovina, prvenstveno su usvojeni kao polazni podaci rezultati ispitivanja do kojih se došlo kroz izradu osnovne geološke karte 1:100 000, list Titograd sa pratećim Tumačem. Takođe, korišćeni su mnogobrojni podaci do kojih se došlo kroz izradu različitih projekata, izvještaja, studija i Elaborata o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonskog i tehničko - građevinskog kamena pojedinih ležišta rudnog reona Bjelopavlića, kao i podaci dobijeni kroz projekte: "Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila" Božović, (2006 - 2013) i "Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavlića" Božović, (2013 - 2016).

Za proučavanja su odabrana ležišta i pojave arhitektonskog i tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića, gdje su u periodu od 2006 do 2016. godine vršena različita geološka istraživanja i uzet veći broj uzoraka krečnjaka na kojima su vršena različita specijalistička ispitivanja: sedimentološko - paleontološka, fizičko - mehanička, fizičko - mineraloška,

hemijska i geohemijska. Pored već poznatih i istraženih ležišta, proučene su i nove pojave i lokalnosti za koje smo smatrali da mogu biti potencijalna sa aspekta karbonatnih sirovina, iako na njima do sada nije vršena eksploatacija. Laboratorijska ispitivanja fizičko - mehaničkih karakteristika kamena sa aspekta njihove upotrebljivosti u arhitektonsko - građevinske i tehničko - građevinske svrhe vršena su na uzorcima koji su uzeti na pojedinim ležištima, u vidu djelimičnih i kompletnih analiza. Probe za fizičko - mehanička ispitivanja uzimane su sa istražnih i eksploatacionih etaža metodom blokova (kocke dimenzija 25x25x25 cm), dok se iz istražnih bušotina uzimalo jezgro na određenoj dužini zavisno od vrste ispitivanja, odnosno najmanje 5 m za kompletna ili 2 m (u jednom ili više komada) za djelimična ispitivanja.

Takođe, korišćeni su podaci ispitivanja fizičko - mehaničkih karakteristika kamena koja su rađena u različitim vremenskim periodima, kao i podaci dobijeni od strane proizvođača (koncesionara) arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, kako bi se dobili što pouzdaniji podaci. Dobijeni podaci laboratorijskih ispitivanja fizičko - mehaničkih karakteristika kamena statistički su obrađeni i prikazani su u vidu srednjih vrijednosti.

Uzorci krečnjaka potrebni za ispitivanje krečnjaka kao karbonatnog punila uzimani su prvenstveno sa etaža površinskih kopova i otvorenih profila, prilikom snimanja detaljnih i preglednih geoloških stubova i prilikom izrade geološke karte rudnog reona Bjelopavlića 1:10 000. Ovako prikupljeni uzorci su reprezentativnog karaktera i mogu se smatrati kao srednji uzorci za ležište ili dio ležišta iz koga su uzeti. Uzorci sa etaža ili otvorenih profila duž kojih su snimani detaljni geološki stubovi, uzimani su metodom brazde. Proba se sastojala od više pojedinačnih uzoraka (lomjenih komada određene krupnoće) uzetih praktično od svakog sloja krečnjaka (ukupna masa je iznosila od 80 do 100 kg). Tako uzete probe su pakovane u posebne vreće, numerisane i transportovane u laboratoriju, gdje je vršena priprema, koja je podrazumijevala drobljenje u čeljusnoj drobilici, usitnjavanje u pulverzatoru i dijeljene (skraćivanje) metodom kvadrata. Nakon tako izvedenog postupka, dobijene su

reprezentativne probe (laboratorijski uzorci) potrebne za određena ispitivanja, kako bi rezultati ispitivanja bili verodostojni. Postupak uzimanja, pripreme i dijeljenja (skraćivanja) proba je izvršen u skladu sa standardom SRPS B.B8.080 – “kalcijum karbonatna punila - uzimanje i priprema proba”.

Krajnji cilj ispitivanja je utvrđivanje kvalitativnih karakteristika krečnjaka rudnog reona Bjelopavlića sa aspekta njihove upotrebljivosti kao karbonatnih sirovina u različitim granama industrije i ocjena potencijalnosti ispitivanog područja.

1.4. Primijenjene metode

Prilikom rada na doktorskoj disertaciji primijenjene su sledeće kabinetske, terenske i laboratorijske metode:

- kabinetsko proučavanje u cilju upoznavanja i prikupljanja podataka o geološkoj građi rudnog reona Bjelopavlića, pojedinih ležišta i pojava, kao i o kvalitativnim karakteristikama karbonatnih sirovina sa ovog područja i njihovoj ranijoj primjeni.
- terenski geološki radovi u cilju proučavanja geoloških karakteristika ovog područja, a koji su podrazumijevali: rekognosciranje terena, geološku prospekciju, geološko kartiranje na topografskim kartama 1:10 000, snimanje litostratigrafskih i detaljnih geoloških stubova uz asistenciju specijalista (sedimentologa i paleontologa),
- oprobavanje stijenske mase i prikupljanje uzoraka u skladu sa standardima,
- različita laboratorijska ispitivanja krečnjaka na većem broju uzoraka i proba prikupljenih tokom višegodišnjih terenskih aktivnosti sa ovog područja,
- analiza rezultata različitih laboratorijskih ispitivanja po pojedinim ležištima i pojavama karbonatnih sirovina u okviru rudnog reona Bjelopavlića, kao i ocjena njihove potencijalnosti sa aspekta primjene u različitim granama industrije.

- komparativna ocjena, odnosno poređenje pojedinih ležišta i pojava karbonatnih sirovina, na osnovu geoloških karakteristika i rezultata laboratorijskih ispitivanja krečnjaka prema potencijalnosti.
- sveobuhvatnu analizu, sintezu, klasifikaciju i savremenu interpretaciju svih podataka, do kojih je bilo moguće doći tokom realizacije postavljenih zadataka i ostvarivanja zadatih naučnih ciljeva.

Analitičke metode koje su korišćene prilikom izrade doktorske disertacije su:

- diferencijalno - termička i termogravimetrijska analiza (DTA i DTG),
- klasična hemijska analiza,
- atomska emisiona spektrofotometrija (AAS),
- rendgenska fluorescentna analiza (XRF) analiza,
- masena spektometrija sa induktivno spregnutom plazmom (ICP - MS),
- skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM).

Diferencijalno - termička i termogravimetrijska ispitivanja (DTA i TGA) urađena su u Laboratoriji "Instituta za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina" iz Beograda. Za termička ispitivanja krečnjaka korišćen je uređaj za DTA i TG analize NETZSCH STA 409EP (DM 10-0/35). Uslovi snimanja bili su: opseg zagrevanja 20 - 1050°C; brzina zagrevanja 20° C/min; vreme trajanja zagrevanja 50 min; termopar platina/platina - rodijum (Pt/Pt-Rh); posude platinske; masa probe 40 mg; referentna proba Al₂O₃; atmosfera - vazduh. Rezultati DTA i TGA obrađeni su odgovarajućim softverom i prikazani u grafičkom obliku.

Hemijska i spektrohemijska ispitivanja krečnjaka izvršena su u "ACME Analytical laboratories LTD" iz Vankuvera u Kanadi. Predmetna ispitivanja shodno odabranim metodama podrazumijevala su određivanje hemijskog sastava krečnjaka na: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, MnO, TiO₂, P₂O₅, Cr₂O₃, GŽ, Ba i ukupnog C i S, dok su geohemijska ispitivanja obuhvatila ispitivanja na 45 hemijskih elemenata. Ispitivanja su obuhvatala dvije odvojene analize. Glavni oksidi i gubitak žarenjem su rađeni rentgenskom fluorescentnom analizom (XRF), dok su rijetke zemlje i refraktorni elementi

određeni masenom spektrometrijom sa induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS), koju prati fuzija metaborat/tetraborat i digestija azotne kiseline i atomskom emisionom spektrofotometrijom (AAS).

Skenirajuća elektronska mikroskopija sa energetska - disperzivnim spektrometrom (SEM - EDS) korišćena je za utvrđivanje morfologije površina poliranih prirodnih stijena, kao i za hemijske analize minerala. Analize su izvršene na poliranim preparatima na skenirajućem elektronskom mikroskopu Jeol JSM - 6610 LV opremljenim energetska - disperzivnim spektrometrom (EDS) u laboratoriji za SEM - EDS Univerziteta u Beogradu, Rudarsko - geološkog fakulteta. Analize su izvršene pri ubrzavajućem naponu od 20 kV a radnoj udaljenosti od 10 mm. Uzorci su prije snimanja presvučeni ugljenikom kako bi se obezbijedila provodljivost. Ukupno su analizirane 62 tačke i polja u raznim mineralima kako bi se utvrdio njihov mineralni sastav. Za kvantitativnu analizu mikroskop je kalabrisan korišćenjem sledećih standarda: ortoklas (K), albit (Na), volastonit (Ca), almandin (Si, Fe), MgF_2 (F), Ti 1 (Ti), GaP (P) i oksida (MgO , Al_2O_3).

Ispitivanje fizičko - mineraloških karakteristika izvršeno je Laboratoriji "Instituta za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina" iz Beograda, a podrazumijevala su: određivanje stepena bjeline, određivanje vlage, zapreminske mase, upijanje vode, upijanje ulja i diferencijalno - termička i termogravimetrijska ispitivanja (DTA i TGA).

Za laboratorijsko određivanje stepena bjeline krečnjaka korišćena je dokumentovana metoda na uređaju Belinometar DM - 10/46 (Carl Zeiss Jena, Nemačka). Stepem bjeline se određivao na dobro usitnjenim (praškastim) uzorcima krečnjaka mase oko 20 gr, sa veličinom čestica manjom od 63 μm , tako što se mjerni kalup punio praškastim uzorkom koji se dobro pritisne i uglača da bi njegova površina bila potpuno glatka, ali ne i sjajna. Tako napunjen mjerni kalup se prekrivao čistim pokrovnim staklom, pri čemu vodilo računa da i kalibracioni standard bude prekriven istim pokrovnim staklom kao i uzorak. Prilikom svakog ispitivanja, prvo se pristupalo kalibraciji uređaja korišćenjem

kalibracionog standarda poznatog stepena bjeline, prema uputstvu za rukovanje uređajem, a nakon toga se pristupalo određivanju stepena bjeline uzorka. Mjerni kalup napunjen uzorkom se stavljao na zato predviđen stalak i pristupilo se merenju prema uputstvu za rukovanje aparatom. Rezultat se izražava u procentima, a kao standard se koristi MgO za koji se uzima stepen bjeline od 100%.

Određivanje upijanja vode ispitivanih krečnjaka rađeno je na način što su u čašu od 100 ml stavljani usitnjeni (mikronizirani) uzorci krečnjaka mase oko 20 gr, a zatim se dodavala destilovana voda sve do momenta njihovog potpunog zasićenja vodom. Iz odnosa zapremine potrebne vode sa zasićenje uzorka i njegove mase dobijalo se upijanje vode u %.

Za određivanje koeficijenta upijanja ulja korišćena je standardna metoda upijanja ulja SRPS H.C8.205:1989 i neophodna laboratorijska oprema predviđena datom metodom. U posebnu čašu se stavljalo oko 5 gr osušenog uzorka krečnjaka (mikroniziranog) a zatim se postepeno u kapima dodavalo laneno ulje sve do njegovog zasićenja. Upijanje ulja u gramima na 100 gr uzorka se određivalo u %, kao odnos potrebne zapremine ulja za zasićenje uzorka i mase uzorka u gramima.

Tehnološka ispitivanja krečnjaka iz ležišta Maljat sa aspekta mogućnosti korišćenja u različitim granama industrije su urađena u Laboratoriji "Instituta za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina" iz Beograda. Uzorci krečnjaka iz predmetnog ležišta korišćeni za ispitivanja su prvo usitnjeni (mikronizirani) i kao takvi poslani na analize radi ispitivanja: granulometrijskog sastava, hemijske anlike, DTA i TG, kao i određivanje stepena bjeline, upijanja ulja i vode.

Granulometrijski sastav je određivan prosijavanjem usitnjenog početnog uzorka na situ otvora 63 μm , a zatim je prosjev sita klasiran na uređaju Cyclosizer-u. Otok klasiranja na Cyclosizer-u zatim je tretiran na Bacho-vom elutriatoru u cilju dobijanja klasa -11 +5,7 μm i klase -5,7 + 0,00 μm .

Sva ležišta i pojave karbonatnih sirovina na ovom području, kao i uzorci iz njih su fotografisani prilikom uzimanja i u laboratoriji. Autor svih fotografija je Darko Božović, dipl. inž. geologije. Fotografisanje mikroskopskih preparata je izvršeno u laboratorijama za sedimentologiju i paleontologiju Zavoda za geološka istraživanja u Podgorici. Preostala količina uzetih proba pakovana je u plastične vreće i skladištena u laboratorijama Zavoda za geološka istraživanja u Podgorici.

1.5. Praktična primjena rezultata istraživanja

U doktorskoj disertaciji su pruženi brojni novi podaci o geološkoj građi i tektonici gornjokrednih sedimenata rudnog reona Bjelopavlića, kao i o geološkoj građi pojedinih ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena na ovom području. Po prvi put, izvršeno je izdvajanje pojedinih formacija karbonatnih sirovina sa aspekta rudonosnosti, odnosno izvršeno je izdvajanje rudonosnih i rudnih formacija i formacionih tipova (rudnih subformacija) karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića.

Takođe, dobijeni su raznovrsni i brojni podaci o kvalitativnim karakteristikama kamena sa ovog područja, a naročito kada su u pitanju ispitivanja kamena kao karbonatnog punila i njegova primjena u raznim granama industrije. U okviru rudnog reona Bjelopavlića, osim ležišta i pojava određenih karbonatnih sirovina, izdvojeni su pojedini djelovi ili formacije krečnjaka koje bi mogle biti potencijalne i kao takve predstavljaju podlogu za planiranje, usmjeravanje i projektovanje detaljnih geoloških istraživanja.

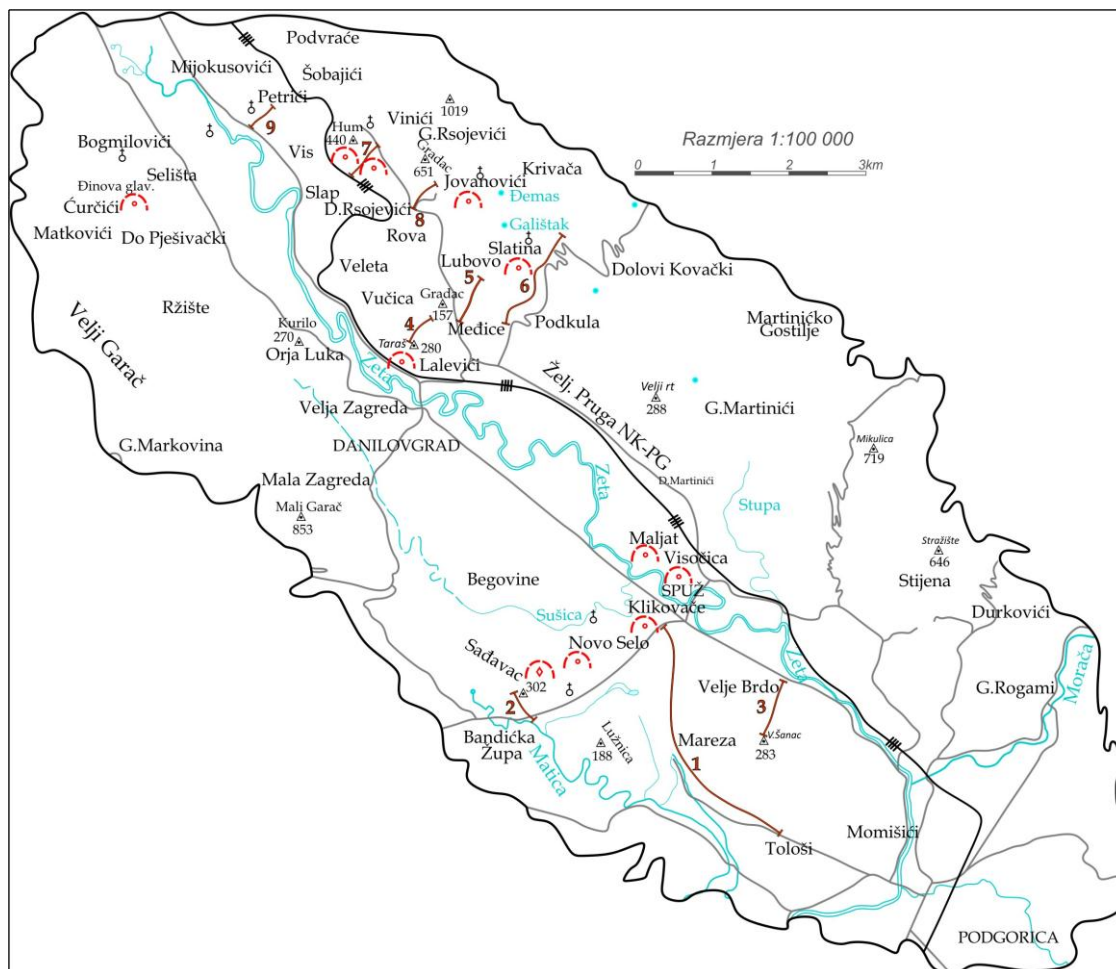
2. OPŠTI PODACI O ISPITIVANOM PODRUČJU

Kamen (krečnjak) iz pojedinih ležišta rudnog reona Bjelopavlića (Maljat i Visočica), poznat je još iz rimskog doba kao odličan građevinski i ukrasni kamen. Prema arheološkim podacima ovaj kamen se koristio za izgradnju rimskog naselja Duklja kod Podgorice. Rudistni krečnjaci sa ovog područja su od davnina poznati kao prvoklasan građevinski materijal, pogotovo za finije objekte: ukrasne djelove zgrada, zidanje objekata, kao i za nadgrobnne spomenike, puteve i dr. Ovo se jasno vidi po ostacima starih majdana (kopova) na okolnim brdima i mnogobrojnim rimskim i srednjovjekovnim ruinama u Zetskoj ravnici.

Rudni reon Bjelopavlića lociran je u centralnom dijelu Crne Gore (slika 2.1.), proteže se pravcem pružanja sjeverozapad - jugoistok, od Mijokusovića i Pješivačkog dola na sjeverozapadu do Bandića i Veljeg Brda na jugistoku, na dužini od oko 35 km, dok je širina promjenjiva, a najviše dostiže oko 10 km.

Na ovom području nalaze se najznačajnija ležišta i pojave karbonatnih sirovina, u prvom redu arhitektonsko - građevinskog kamena, sa dokazanim bilansnim geološkim rezervama od 9,5 miliona m³, i to: Klikovače, Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš, Slatina (Kriva Ploča), Suk, Jovanovići, Lalevići, Pješivački do. Pojedina ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena kao što su Visočica i Maljat ujedno su i ležišta tehničko - građevinskog kamena.

U okviru rudnog reona Bjelopavlića, nalaze se i najveći proizvođači arhitektonsko - građevinskog kamena u Crnoj Gori, privredna društva "Mermer" i "Šišković" iz Danilovgrada, koji posjeduju sopstvene fabrike za obradu blokova arhitektonsko - građevinskog kamena. Na ovim ležištima se već decenijma vrši eksploatacija svjetski poznatih varijeteta kamena iz ležišta Maljat i Visočica.



Slika 2.1: Pregledna geografska karta rudnog reona Bjelopavlića sa ucrtanim ležištima arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena i pozicijama snimljenih geoloških stubova

Osim ovih, na području Bjelopavlića u ranijem periodu vršena je eksploatacija kamena i na ležištima Klikovače i Vinići. Danas na ovom području postoji značajan broj privrednih društava i manjih postrojenja za obradu ukrasnog kamena i proizvodnju ploča za horizontalna i vertikalna, spoljna i unutrašnja oblaganja, galanteriju i druge proizvode od ukrasnog kamena.

Takođe, na ovom području registrovana su i dva ležišta i/ili pojave tehničko - građevinskog kamena: Sađavac i Mali Garač. Imajući u vidu geološku građu rudnog reona Bjelopavlića, broj ležišta tehničko - građevinskog i arhitektonsko - građevinskog kamena mogao bi biti znatno veći.



Slika 2.2: Pogled na Bjelopavlićku ravnicu sa karakterističnim krečnjačkim uzvišenjima (Spuška glavica - lijevo) i ležištima arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Visočica (u sredini) i Maljat (desno)

2.1. Pregled ranijih istraživanja

Dosadašnja istraživanja karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića imala su, prevashodno uzak istraživački cilj koji se odnosio na utvrđivanje rezervi arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena pojedinih ležišta, dok su osnovna i namjenska geološka istraživanja karbonatnih sirovina bila malog obima, vezana samo za pojedine delove rudnog reona, nesistematska i bez međusobne korelacije podataka.

2.1.1. Opšta geološka istraživanja

Geološkim istraživanjima šireg područja Bjelopavlića bavili su se mnogi domaći i strani istraživači, tretirajući pri tome uglavnom stratigrafske, tektonske i geomorfološke odnose. Osim toga na ovom području istraživane su i različite mineralne sirovine, u prvom redu različite nemetalične (arhitektonsko -

građevinski kamen, tehničko - građevinski kamen, šljunak i pijesak, gline za opekarsku industriju, i dr.) i metalične mineralne sirovine (boksit i dr.).

Značajne podatke o geološkoj građi područja rudnog reona Bjelopavlića nalazimo u radovima velikog broja autora, što je prikazano u Tumaču OGK za list Titograd K 34 - 51, 1:100 000 (Živaljević i dr., 1967), kao i brojni podaci o geološkom sastavu i tektonskom sklopu terena i važnijim pojavama mineralnih sirovina.

Bešić (1953, 1959), daje vrlo detaljan prikaz geomorfološkog izgleda, stratigrafske pripadnosti, litološkog sastava i tektonskog sklopa šireg područja Bjelopavlića, kao i podatke o kvalitetu, litološkim i tehničkim osobinama i mogućnostima primjene krečnjaka u građevinskoj industriji.

Značajne podatke o biostratigrafskim karakteristikama krečnjačko - dolomitske serije ovog područja daje Radoičić (1960, 1961), koja izdvaja sedimente turona, senona i mastrihta sa svim svojim biostratigrafskim specifičnostima. Detaljan opis stratigrafskih karakteristika sedimentnih stijena (krečnjaka i fliša) u dolini rijeke Zete i njihov tektonski položaj, kao i paleogeografske karakteristike daje Pavić (1967). Bešić (1969) daje osnovne podatke o karstu, geomorfološkim osobinama i paleogeografiji pojedinih područja u Crnoj Gori, a između ostalog i područja Bjelopavlića. Pavić (1970) detaljno opisuje starost, sastav i rasprostranjenje flišnih sedimenata na području Crne Gore. Čađenović i dr. (1996) daju detaljan prikaz platformnih karbonata kampana područja Bjelopavlića.

Značajne podatke o tektonici ovog područja i model Dinarida daje Dimitrijević (1974). Bešić (1958, 1983) prikazuje opšte podatke o geotektonici i paleogeografiji Crne Gore. U sklopu Tumača geološke karte SR Crne Gore, 1:200 000 (Živaljević, 1989) dati su podaci o stratigrafskom prikazu formacija po geotektonskim jedinicama i najvažnije tektonske karakteristike izdvojenih geotektonskih jedinica.

U okviru "Projekta izrade detaljne geološke karte 1:10 000 rudnog reona Bjelopavlića sa prospekcijom na ukrasni kamen" (Čepić, 1992 - 1994), sakupljeni

su brojni podaci o geološkoj građi i tektonskim karakteristikama rudnog reona Bjelopavlića. Međutim, nije urađena finalna verzija geološke karte rudnog reona Bjelopavlića u razmjeri 1:10 000.

Dubak (2009) je uradio "Geohemijsku kartu Crne Gore 1:200 000", koja predstavlja atlas geohemijskih karata za tri geološke sredine: sedimente površinskih tokova, zemljište i matične stijene, gdje je između ostalog obuhvaćeno i područje rudnog reona Bjelopavlića.

2.1.2. Namjenska i detaljna geološka istraživanja arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena

U okviru gornjokrednog kompleksa područja Bjelopavlića otkriveno je više pojava i ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena. Prikaz pojava i ležišta ukrasnog kamena u SR Crnoj Gori daje Perović, (1976), gdje između ostalog navodi kratak opis pojava i ležišta na području Bjelopavlića. Čepić (1996, 1997) i Ilić (1996), u sklopu projekta "Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori", na području Bjelopavlića izdvajaju više ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena i daju osnovne podatke o rezervama, kvalitetu i mogućnostima njihove primjene. Gomilanović (1999), takođe, daje prikaz ležišta i pojava arhitektonsko i tehničko - građevinskog kamen na području Bjelopavlića.

Postoje brojni istorijski podaci o korišćenju krečnjaka sa ovog područja. Kamen iz ležišta "Visočica" i "Maljat" poznat je još iz rimskog doba kao odličan građevinski i ukrasni kamen, na šta ukazuju brojni ostaci starih majdana na okolnim brdima i mnogobrojnim rimskim i srednjevjekovnim ruinama u Zetskoj ravnici. Bešić (1959) navodi da "veliki dio ukrasnog kamena u starom rimskom gradu Duklji porijeklom je iz Visočice i Maljata".

Detaljna geološka istraživanja ležišta tehničko - građevinskog i arhitektonsko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića vršena su u više navrata, od strane različitih autora u različitim vremenskiim periodima, kroz izradu brojnih studija, izvještaja i elaborata o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi.

Za većinu tih ležišta postoje urađeni Elaborati o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi iz različitih vremenskih perioda - Žugić (1989, 1997), Vujisić (2001), Radusinović, (2005, 2007), Vilotijević i Božović (2008, 2013), Vilotijević i Radusinović (2010, 2015), dok za pojedine pojave postoje urađeni različiti izvještaji i separati gdje su dati podaci o prognoznim rezervama i kvalitetu mineralne sirovine - Dragović (1964, 1982, 1987), Dragović i Bašović (1973), Dragović i Kalezić (1960), Rašović i Škuletić (1974) i Žugić (1988). Od objavljenih literaturnih podataka značajni su radovi Dragović (1970), Dragović i Kalezić (1981), Dragović i Stojković (1997), Dragović (2009, 2011), Dragović i dr. (2009).

2.1.3. Istraživanja krečnjaka kao karbonatnih punila

Sa aspekta korišćenja krečnjaka kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila i njihovu primjenu u raznim granama industrije, u okviru rudnog reona Bjelopavlića, u više navrata istraživani su aktivni ili nekadašnji majdani arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena: Visočica, Maljat, Klikovače, Suk, Slatina i Vinići. Međutim, sve do 1981. godine u Crnoj Gori, kao ni na području Bjelopavlića, nisu izvođena istraživanja u smislu upotrebe karbonatnih stijena kao punila u raznim industrijskim granama.

Osnovna geološka istraživanje karbonatnih stijena rudnog reona Bjelopavlića, sa aspekta korišćenja krečnjaka kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila u raznim granama industrije, vršena su u manjem obimu u više navrata. Milić (1981) je izvršio preliminarna ispitivanja uzoraka krečnjaka iz pojedinih ležišta sa ovog područja sa aspekta njihove upotrebe kao karbonatnih punila. Takođe, u toku 1989 i 1990. godine izvršena su osnovna geološka istraživanja karbonatnih stijena sa pojedinih lokalnosti kao sirovine za proizvodnju punila u industriji i građevinarstvu (Žic i Milić, 1989; Žic, 1988, 1990). Istraživanja manjeg obima nastavljena su i 1997. godine (Žic i Žugić, 1997). Proučavanje mogućnosti upotrebe krečnjaka u industriji papira izvršio je Krgović (1997) i Krgović i dr. (2004).

Predmetnim istraživanjima obuhvaćen je samo manji broj lokaliteta, i to aktivni ili nekadašnji majdani arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, bez međusobne korelacije. Takođe, izvršena ispitivanja u većini slučajeva konceptijski su bila dosta ograničenog obima, nisu praćena odgovarajućim hemijskim, geohemijskim i fizičko - mineraloškim analizama, odnosno nisu bila sveobuhvatna kada su u pitanju kvalitativna ispitivanja krečnjaka sa ovog područja. Na osnovu rezultata ovih istraživanja neosporno je, konstatovano postojanje visokokvalitetnih krečnjaka u okviru rudnog reona Bjelopavlića, koji kao punila mogu naći primjenu u raznim granama industrije, i jasno su ukazali na potrebu sveobuhvatnih geoloških istraživanja i ispitivanja krečnjaka na širem području.

Počev od 2006. godine Božović rukovodi kompleksnim proučavanjima krečnjaka na teritoriji Crne Gore kao potencijalnih karbonatnih punila, a od 2013. godine i krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića (spisak najznačajnijih referenci nalazi se u literaturi).

3. GEOLOŠKA GRAĐA PODRUČJA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA

3.1. Geološke karakteristike područja

Rudni reon Bjelopavlića u geotektonskom pogledu pripada strukturno - facijalnoj jedinici Visoki krš, odnosno starocrnogorskoj kraljušti. U tektonskim interpretacijama različitih domaćih i stranih autora ova strukturno - facijalna jedinica je različito nazivana (Dalmatinsko - hercegovačka zona, Zona visokog krša).

U geološkoj građi terena rudnog reona Bjelopavlića, učestvuju sedimentne naslage donje krede (alb - cenomana), gornje krede (turona, senona i mastrihta), paleogena, kao i kvartarne tvorevine (prilog 1). Na osnovu prethodnih saznanja, kroz naredno podpoglavlje će biti prezentiran kraći pregled opšte geološke građe terena rudnog reona Bjelopavlića, baziran isključivo na osnovu prethodnih saznanja, odnosno prvenstveno na osnovu podataka OGK 1:100 000, list Titograd K 34 - 51 (Živaljević i dr., 1967).

Donja kreda

Sedimenti donje krede imaju znatno manje rasprostranjenje u odnosu na gornjokredne sedimente. Granica donje krede prema gornjoj kredi, odnosno cenomanu nije svuda tačno određena zbog odsustva karakteristične faune. Karbonatne tvorevine donje krede razvijene su u okviru šireg područja rudnog reona Bjelopavlića i predstavljene su sedimentima alb - cenomana ($K_{1,2}$).

Karbonatne naslage alb - cenomana ($K_{1,2}$) predstavljene su sivožučkastim, bankovitim i slojevitim krečnjacima, dolomitima 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 makrofaune česte su pahiodontne školjke, i ređe nerineje i glaukonije. Njihova debljina iznosi oko 350 m, i izdvojeni su samo na području Tološa.

Gornja kreda

Karbonatni kompleks gornje krede na području Bjelopavlića zauzima veliko prostranstvo i predstavljen je sedimentima turona (K_2^2), senona (K_2^3) i mastrihta ($4K_2^3$).

Sedimente turona (K_2^2), izgrađuju žutobjeličasti, bankoviti i masivni, često saharoidni dolomiti, dolomitični krečnjaci i bjeličastožučkasti i sivkasti, bankoviti, ređe slojeviti i masivni krečnjaci. Mjestimično, u donjem dijelu turona, pojavljuje se i zona debljine 15 m tankoslojevitih i pločastih krečnjaka sa rožnacima, kao i bituminozne stijene, vezane uglavnom za donji i srednji turon. U okviru ovog kata karakteristično je preovlađivanje dolomita i dolomitičnih krečnjaka nad krečnjacima, sa čestom makrofaunom, prvenstveno hondrodontama i radiolitidima. Najčešća forma koja se sreće u donjem dijelu turona je *Chonodrodonta joannae*, koja je zastupljena u svim djelovima terena gdje je razvijen ovaj kat, i zahvaljujući njoj mogla je biti utvrđena donja granica turona prema sedimentima cenomana. Najčešće se javlja u dolomitima i dolomitičnim krečnjacima, gradeći mjestimično čitave lumakele. Mjestimično se javljaju i ostaci rudista, mada dosta loše očuvani, kao i gastropodi: *Itruvia abbreviata*, *Nerinea olipsoponensis*, *Cerithium sturi*, kao i netipične i brojne rekvienide. Mikrofauna nema veći stratigrafski značaj, a predstavljena je miliolidama, kuneolinama, nezazatama (*Nezzazata simplex*), taumatoporelama, ostrakodima i dr. Debljina turonskih sedimenata iznosi oko 500 do 700 m. Zastupljeni su na području Važešnjika, Gorice, Malog i Veljeg brda i Zelenike.

Sedimente senona (K_2^3) koji su u okviru rudnog reona Bjelopavlića najrasprostranjeniji, izgrađuju 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: *Hippurites exaratus*, *Hippurites socialis*, *Hippurites oppeli*, *Hippurites sulcatus*, *Hippurites (Orbignya) nabrensiensis*, *Hippurites atheniensis*, *Hippurites heritschi*, *Hippurites rasectus var. mexicana*, *Radiolites cf. gallaprovincialis*, *Biradiolites leychertensis*, *Lapeirousia pervinquieri*, *Sauvagesia meneghiniana* dr. Takođe, zastupljene su

foraminifere i ređe alga *Thaumatoporella parvovesiculifera* i kodiacee. Na osnovu nađene faune ove tvorevine su određene kao starije senonske, odnosno odgovaraju koniak - santonu i jednim dijelom kampanu. Debljina ovih sedimenata iznosi oko 500 m. Razvijeni su na području Veljeg brda, Trebjese, Vežešnjika, platoa Klikovače i Suka.

Karbonatne naslage mastrihta ($4K_2^3$) predstavljene su bjeličastim, svijetlosivim i blijedožutim, kristalastim krečnjacima, a katkad i dolomitičnim krečnjacima sa brojnom makro i mikrofaunom, kao i mikroflorom. Iz lokalnosti Vukovića i D. Zagarača određena je sledeća makrofauna: *Hippurites (Orbignya) lapeirousei*, *Hippurites cornucopiae*, *Hippurites variabilis*, *Pseudopolyconites ovalis*, *Joufia reticulata*, *Pironaea polystyla slavonica* *Sabinia sublacensis* i dr., dok je od mikrofaune konstatovano prisustvo: *Orbitoides medias*, *Orbitoides cf. tissoti*, *Orbitoides apiculata*, *Siderolites calcitrapoides*, *Omphalocyclus macroporus* kao i kalkarenide i melobezie. U oblasti Zagarača, kao i u dolini Zete u mastrihtskim sedimentima određeni su i sledeći fosili: *Dicyuclina schlumbergeri*, *Cladocoropsis cf. mirabilis*, *Aeolisaccus kotori*, rotaline, aglitarne foraminifere, fragmenti melobezia, ostaci rudista, i dr.

Krečnjaci mastrihta u višim nivoima prelaze u sive i bjeličaste, ponekad i potpuno bijele, laporovite stratifikovane krečnjake fine strukture, školjkastog preloma i mikrokonglomerate. U krečnjacima ovog nivoa nađeni su na više mjesta (Spuška glavica, Visočica, Petrova greda i Zagarač) sledeći fosili: *Acteonella gigantea*, *Joufia reticulata*, *Sabinia sp.*, rekvieniede, *Pseudopolyconites dechaseauxi*, *Pseudopolyconites orientalis*, orbitoidi i dr. Protić i dr. (1940) iznose konstataciju "da je na dva mjesta u karstnoj kredi primijećena jedna zasebna facija tankopločastih, zvonkih laporaca sa inoceramusima i ježevima" koje je moguće izdvojiti na malom prostoru kod Jovanovića, sjeverno od Danilovgrada i u izvorištu Zete ispod Bogetića. Sedimenti mastrihta zastupljeni su na sjevernom, zapadnom i jugoistočnom obodu Bjelopavličke ravnice, često u bazi paleocensko - eocenskog fliša, kao i na uzvišenjima koja se izdižu iz ravnice: Visočica, Maljat i Spuška glavica. Njihova debljina je oko 200 m.

Paleogen

Sedimenti paleogena u okviru šireg područja istražnog prostora predstavljani su srednjim eocenom i zauzimaju prilično veliko prostranstvo. To su flišni sedimenti koji se javljaju u vidu duge zone pružanja sjeverozapad - jugoistok, poševši od granice Albanije preko sela Fundine i Doljana, dolinom rijeke Zete, preko Kalanaca i Duge na teritoriju Bosne i Hercegovine.

Srednji eocen (E₂) na području Bjelopavlića predstavljen je flišnim sedimentima koji leže eroziono - diskordantno preko gornjokrednih krečnjaka. Sedimente fliša izgrađuju konglomerati, različite vrste pješčara, laporci i podređeno krečnjaci i krečnjačke breče. Na osnovu fosilne faune (diskocikline, operkuline, miliolide, numuliti, i dr.), konstatovano je da ove tvorevine pripadaju srednjem eocenu. Debljinu im je teško odrediti, a predpostavlja se da iznosi oko 100 m.

Kvartar

Kvartarne naslage u okviru rudnog reona Bjelopavlića imaju značajno rasprostranjenje. Prema podacima Mirković i Pavlović, (2002) u jasno definisanom tektonskom rovu koji obuhvata donji dio doline Zete, odnosno područje Bjelopavlića, razvijene su kvartarne naslage, čija se širina i debljina postepeno smanjuje idući od Podgorice ka Glavi Zete. Tvorevine kvartara predstavljene su: kvartarnim glinama, deluvijalnim i aluvijalnim naslagama i crvenicom.

Kvartarne gline (Q₁) zauzimaju najveći dio doline Zete u Bjelopavličkoj ravnici. Predstavljene su žutim, zelenim ili bjeličastim glinama debljine 30 - 80 m, što je utvrđeno istražnim bušenjem. U njihovoj povlati se nalazi mrko humusno zemljište debljine 1 - 2 m.

Aluvijalne tvorevine (al) su razvijene u aluvionu rijeka i povremenih tokova, a zastupljene su u dolini rijeke Zete i drugih manjih tokova. Aluvijalne tvorevine predstavljene su naslagama šljunka, pjeskovitog šljunka i aluvijalnih glina.

Deluvijalni sedimenti (d), imaju najveće rasprostranjenje u terenima izgrađenim od flišnih sedimenata, i predstavljeni su raspadnutim materijalom i osulinskim brečama, naročito na strmijim stranama.

Crvenica (ts) je zastupljena na karstifikovanim terenima i, uglavnom, zapunjava dna manjih vrtača ili polja. Značajnije prisustvo crvenice konstatovano je u južnom dijelu Zagarača.

Rudni reon Bjelopavlića se, u sjeveroistočnom dijelu nalazi u graničnom pojasu starocrnogorske i kučke tektonske jedinice. Preko prethodno opisanih jedinica starocrnogorske tektonske jedinice razvijeni su sedimenti kučke tektonske jedinice koja obuhvata sjeveroistočni dio zone Visokog krša.

U geološkoj građi ove tektonske jedinice učestvuju sedimenti retotrijasa (T, J), donje jure ($J_1^{2,3}$), gornje jure ($J_3^{1,2}$), neraščlanjene jure - krede (J, K), neraščlanjene donje krede (K_1), gornje krede - cenomana (K_2^1) i turona (K_2^2), kao i kvartarne tvorevine (morene i fluvio-glacijalni sedimenti), prilog 1.

Retolijas (T, J) je razvijen u jednoj izmijenjenoj dolomitskoj faciji, na području Mrkalj dola, Aline lokve i Međugorja, gdje se nepravilno smjenjuju krečnjački dolomiti, dolomitični krečnjaci, slabo dolomitični krečnjaci i prekrystalisali krečnjaci, uz odsustvo pravih dolomita.

Jurske tvorevine u sjeveroistočnom dijelu imaju znatno rasprostranjenje, a predstavljeni su facijom sivih **litiotitskih krečnjaka ($J_1^{2,3}$)** i sedimentima **oksford - kimeridža ($J_3^{1,2}$)**. Litiotitski krečnjaci su izdvojeni u jednom neprekidnom pojasu od Kopilja preko Seoca do Ilijinog brda, a predstavljeni su kriptokristalastim, mikrogrudvastim, grudvastim i pseudoolitskim krečnjacima, u kojima se povremeno javljaju i glinoviti slojevi koji mjestimično prelaze u glinene škriljce i škriljave laporce crne boje. Na području Javorka, Poljica, Crvene prodoli i Broćnika razvijeni su krečnjaci **oksford - kimeridža ($J_3^{1,2}$)**. Predstavljeni su sivim, žućkastim i bjeličastim, bankovitim i kristalastim krečnjacima, gustog habitusa i školjkastog preloma, a ponekad se javljaju i dolomiti i dolomitični krečnjaci u naizmjeničnoj smjeni.

Sedimenti *neračlanjene jure - krede (J, K)* zauzimaju značajno rasprostranjenje u području Radovča i Kopilja, a predstavljeni su sivim, svijetlosivim, smeđim i bjeličastim, sprudnim i subsprudnim krečnjacima titon - valenžinijena.

Sedimenti *donje krede (K₁)* imaju znatno manje rasprostranjenje, razvijeni su na području Lebršnika, i uglavnom su predstavljeni tintinidskim krečnjacima.

Na području Gostilja i Kovačkih dolova na samoj granici straocrnogorske i kučke tektonske jedinice razvijeni su krečnjaci *cenomana (K₂¹)*, predstavljeni mrkim i crnim, slojevitim i bankovitim, bituminoznim krečnjacima sa proslojcima intezivno dolomitičnih krečnjaka.

U sjevernom dijelu rudnog reona Bjelopavlića na području Konštice, Oštrog vrha i Kovačkih dolova javljaju se i sedimenti *turona (K₂²)*. Predstavljeni su žutobjeličastim, bankovitim i masivnim, često saharoidnim dolomitima, dolomitičnim krečnjacima i bjeličastim i sivim, uglavnom bankovitim i masivnim krečnjacima.

Na području Ivan ubla, Borovog dola i Radovča polja nalaze se velike količine *morenskog materijala (gl)*, predstavljenog poluzaobljenim, a mjestimično i zaobljenim blokovima, oblucima i komadima, kao i sitnozrnim šljunkovito - pjeskovitim materijalom. Takođe, na području Gostilja i dijela Radovča polja razvijeni su i *fluvioglacialni sedimenti (fgl)*, predstavljeni sitnozrnim šljunkovima koji su mjestimično vezani u konglomerate, kao i pjeskovima.

Na širem području rudnog reona Bjelopavlića zastupljene su različite mineralne sirovine: pojave i ležišta crvenih boksita (u sjevernom, manje u jugozapadnom dijelu područja), pojave bitumija, pojave šljunka i pijeska fluvioglacialnog porijekla kod Novog Sela, aluvijalni sedimenti u koritu rijeke Zete kod Spuža, pojave žućkastih aluvijalnih glina kod Spuža, kao sirovine za ciglarsku industriju i cementni laporac, kao i ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena u okviru karbonatnog kompleksa gornje krede (područje Danilovgrada i Spuža).

3.2. Tektonske karakteristike područja

Postoje brojne interpretacije geotektonskog razvoja terena područja Crne Gore. Istraživanjem i tumačenjem tektonskog sklopa Crne Gore, a samim tim i zone Visokog krša, u okviru koje se nalazi rudni reon Bjelopavlića, bavili su se mnogi domaći i strani istraživači, a kao rezultat ovih tumačenja, nastalo je nekoliko različitih i suprotnih mišljenja o geotektonskoj građi ovog dijela Dinarida, kako u koncepcijskom, tako i u konkretnim tumačenjima složenog tektonskog sklopa Crne Gore.

Jedna grupa istraživača (Nopsca, 1921, 1928; Kossmat, 1924; Kober, 1952; Petković, 1961; Vidović, 1970; Anđelković, 1978, 1982, 1988) su pristalice "fiksističke teorije" i smatraju da su u ovom dijelu Dinarida, u procesu evolucije geosinklinalnog prostora, značajno mjesto zauzimala tangencijalna kretanja masa (šarijaži i navlake), sa unutrašnjom građom kao posljedicom plikativne i disjunktivne tektonike (antiforme, sinforme, kraljušti, rasjedi). Nasuprot njima, druga grupa autora, takođe pristalice "fiksističke teorije", negiraju prisustvo značajnijih navlačenja, i tektonsku građu ovog prostora tumače prisustvom autohtonih struktura, nabora i kraljušti izgrađenih od raskinutih antiklinala i sinklinala, uz preovlađujući uticaj procesa rasjedanja (Bešić, 1948, 1958; Ćirić, 1963, 1967, 1975; Grubić, 1959, 1966, 1967).

Nakon faze "fiksističke teorije" u geotektonici, dolazi do razvoja mobilističkih ideja, tako da se interpretacije geotektonske građi na ovom principu baziraju na teoriji "nove glabalne tektonike", odnosno "teorije ploča". Poseban akcenat se daje dešavanjima na rubovima "krutih" ploča litosfere koje se kreću po "tečnoj" astenosferi, odnosno tektonizmu vezanom za zone subdukcije, (Ilić, 1971, 1974, 1996). Postoje brojne interpretacije geotektonskog razvoja terena područja Crne Gore, sa aspekta "tektonike ploča" među kojima se izdvajaju radovi Grubić, (1974), Dimitrijević (1974, 1995, 1998), Karamata (1974, 1982), Dragašević (1974) i dr.

Međutim, na osnovu prikazanog i analize obimnog fondovskog materijala i stručne literature, brojnih radova u stručnim časopisima i zbornicima,

konstatovano je da se na prostoru Crne Gore, mogu izdvojiti četiri glavne geotektonske jedinice (strukturno - facijalne jedinice), koje su egzistirale kao djelovi prostranog Tetiskog okeana. Većina autora sa ovih i drugih prostora se uglavnom slažu oko granica i prostiranja izdvojenih geotektonskih jedinica na području Crne Gore, ali ih različito nazivaju.

Dalmatinsko - Hercegovačka zona, u kojoj se nalazi rudni reon Bjelopavlića, prema Dimitrijeviću (1995) je samo u okviru Dinarida i ne produžava se u Helenide (slika 3.1.). Tektonika ove zone je dosta složena i može se razmatrati samo u sklopu prostora šireg od Crne Gore. Na teritoriji Crne Gore ova zona obuhvata prostor stare Crne Gore i odgovara "starocrnogorskoj kraljušti", čiju sjeveroistočnu granicu čini čelo "kučke kraljušti" (Bešić, 1948).

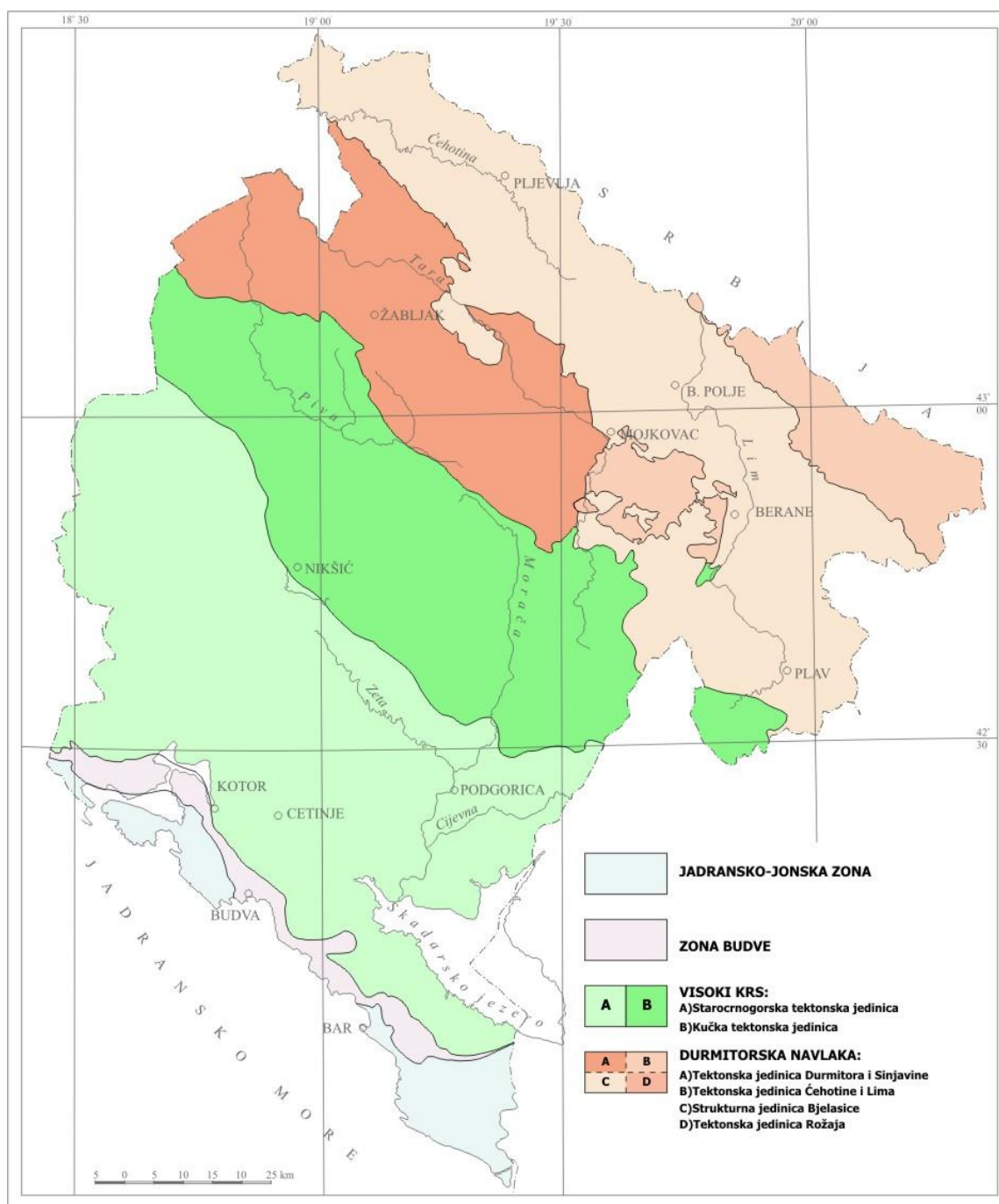


Slika 3.1: Geotektonska reonizacija dijela zapadnog Balkana (Dimitrijević, 1995)

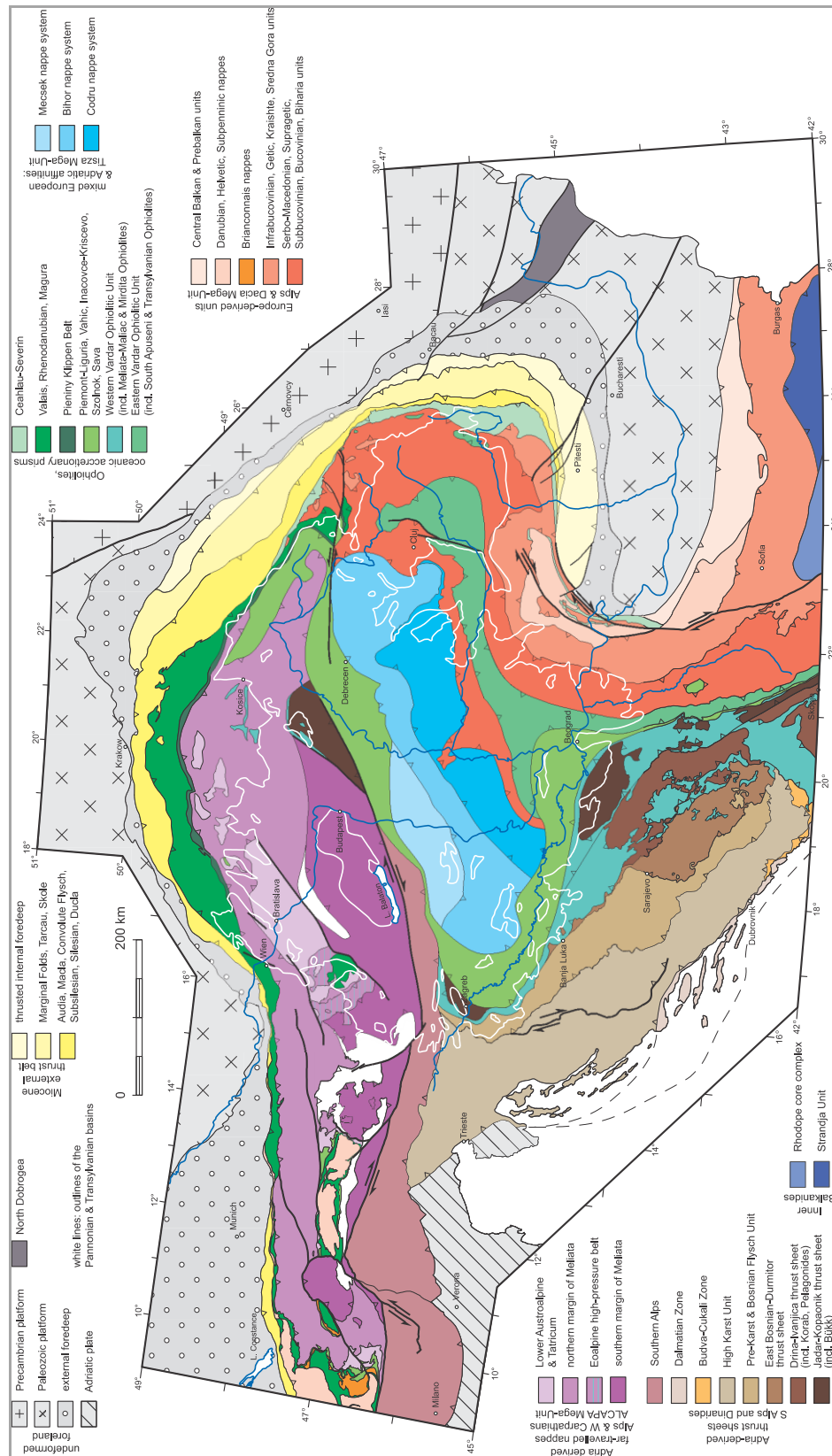
Mirković (1997) izdvaja sljedeće strukturno - facijalne jedinice: Jadransko - jonska zona, Budva zona, Visoki krš i Durmitorska navlaka (slika 3.2).

Prema Schmid et al., (2008) u tektonskom planu Alpsko - Karpatsko - Dinaridskog orogenog sistema (slika 3.3) prostor Crne Gore pripada

Dinaridima, odnosno paketu navlaka formiranih sažimanjem tektono - stratigrafskih jedinica Jadranskog afiniteta. Isti autori u domenu Spoljne Dinaridske platforme izdvajaju: Dalmatinsku zonu, Budva - Cukali zonu i jedinicu Visokog Krša, dok u unutrašnjem dijelu Dinaridske platforme izdvajaju jedinice Pre - Karst i Bosanski fliš.



Slika 3.2: Geotektonska reonizacija Crne Gore (Mirković, 1997)



Slika 3.3: Tektonska reonizacija Alpsko - Karpatsko - Dinaridskog orogena, (Schmid et al., 2008).

Pre - Karst jedinicu prvi su nazvali Aubouin et al. (1970), kao tranzicioni paleogeografski domen između karbonatne platforme Visokog Krša i istočnije tektonske jedinice nazvane Bosanska zona, koju karakterišu kasno jurski do kredni flišni sedimenti. Flišni sedimenti odgovaraju fliševima Sarajevske sigmoide (Dimitrijević, 1995). Iako različite po litostratigrafskim karakteristikama i uslovima u kojima su nastajale, Schmid et al., (2008) sedimente jedinice Pre karst i jedinice Bosanski fliš interpretiraju kao dijelove jedne tektonske strukture: Pre - Karst i Bosanski fliš (Pre - Karst & Bosnian Flysch Unit).

Najveći broj istraživača JI Dinarida na prostoru Crne Gore izdvajaju sljedeće strukturno - tektonske jedinice: Jadranska zona, Budva - Cukali zona, Visoki krš i Durmitorska tektonska jedinica. U okviru Visokog krša strukturno su jasno izdefinerirane dvije jedinice: Starocrnogorska i Kučka kraljušt (Bešić, 1948; Mirković, 1985, 1989, 1997, i dr.). Korelacijom ove reonizacije sa podacima Schmid et al., (2008) vidi se da su autori Kučku kraljušt "odvojili" od zone Visokog krša i nazvali je: Pre - Karst i Bosanski fliš.

U ovom radu je tektonska evolucija istraživanog prostora Bjelopavlića prikazana shodno tumačenjima evolucije zone Visokog krša, u okviru koje se jasno mogu prepoznati dvije subjedinice: Starocrnogorska tektonska i Kučka tektonska jedinica (kraljušt).

3.3. Prikaz paleotektonske evolucije zone Visokog krša sa posebnim osvrtom na rudni reon Bjelopavlića

Strukturno - tektonska zona Visoki krš se prostire od Trsta do Albanije. Na sjeverozapadu, na teritoriji Hrvatske odgovara joj Dalmatinsko - Hercegovačka zona. Različiti autori ovu geotektonsku zonu različito nazivaju, kao dio jedinice "Westmontenegrisch - Kroatischer Hochkarst" (Kosmat, 1924), Starocrnogorska kraljušt (Bešić, 1948), Visoki krš (Petković, 1961), "Zone du karst" (Aubouin, 1974), Dalmatinsko - Hercegovačka zona (Dimitrijević, 1995) itd.

Na teritoriji Crne Gore strukturno - tektonska zona Visoki krš obuhvata južni i središnji dio Crne Gore. Iz pravca sjeveroistoka navučena je preko zone Budve, a dijelom i preko Jadransko - jonske zone duž regionalne dislokacije sa amplitudom oko 30 km. Tereni ove geotektonske jedinice izgrađeni su od različitih sedimenata permske, trijaskе, jurske, kredne i paleogene starosti, vulkanogeno sedimentnih tvorevina srednjeg trijasa, crvenih i bijelih boksita. Na osnovu razlika u litološkim i strukturnim karakteristikama u okviru geotektonske jedinice Visoki krš, izdvojene su dvije tektonske jedinice nižeg reda: starocrnogorska i kučka (Mirković, 1997).

Starocrnogorska tektonska jedinica u okviru koje se nalazi i rudni reon Bjelopavlića obuhvata prostor stare Crne Gore, a sjeveroistočnu granicu ove jedinice čini čelo Kučke kraljušti. U geološkoj građi ove jedinice učestvuju donjotrijaski klastiti i krečnjaci, rožnaci i krečnjaci sa muglama rožnaca ladinika, masivni i bankoviti krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa, krečnjaci i dolomiti jure i krede, flišni sedimenti i krečnjaci paleogena, crveni i bijeli boksiti. Terene starocrnogorske tektonske jedinice karakterišu brojni metarski, dekametarski, hektametarski i kilometarski nabori, kraljušti i gravitacioni rasjedi. Ose nabora i kraljušti imaju pružanje sjeverozapad - jugoistok, uz izvjesna odstupanja u području Grahova (Ledenice) i u graničnom dijelu prema Albaniji.

Interna strukturna građa starocrnogorske tektonske jedinice je veoma složena, a karakterišu je brojni metarski, dekametraski i hektometarski nabori kao i brojni

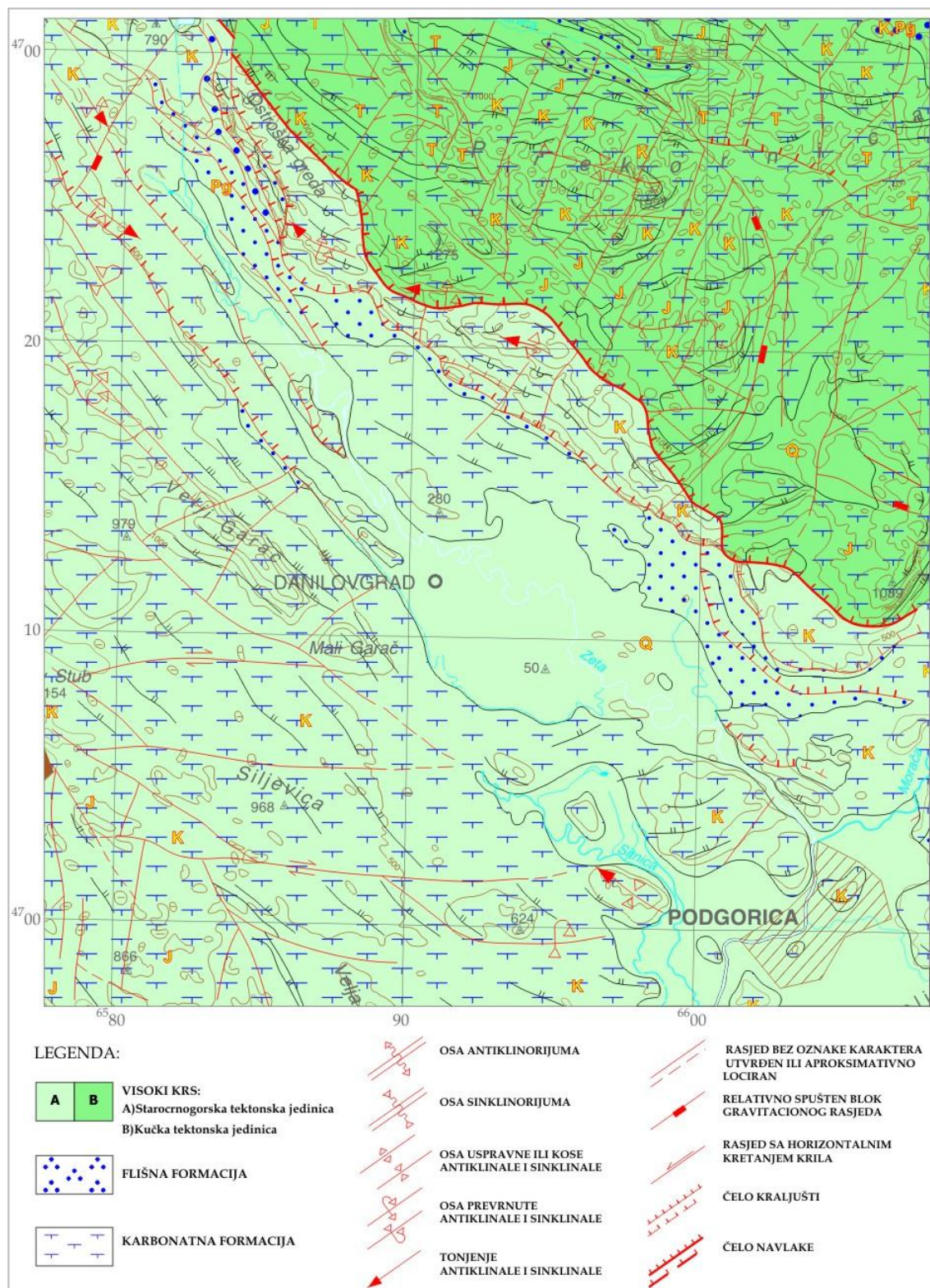
gravitacioni i reversni rasjedi - kraljušti (slika 3.4). U suštini, u okviru rudnog reona Bjelopavlića jasno se izdvajaju dva područja (Živaljević i dr., 1967; Mirković, 1997): sjeveroistočno krilo starocrnogorskog antiklinorijuma, odnosno jugozapadno krilo sinklinorijuma doline Zete.

Sjeveroistočno krilo starocrnogorskog antiklinorijuma definisano je duž zapadnog i jugozapadnog dijela rudnog reona Bjelopavlića i predstavljen je karbonatnim naslagama senonske starosti (karbonatne formacije). Izgrađuju ga sedimenti gornje krede predstavljeni uglavnom slojevitim, bankovitim do masivnim krečnjacima, ređe dolomitičnim krečnjacima i podređeno dolomitima cenomana, turona, koniaka, santona, kampana i mastrihta.

Generalno posmatrano, karbonatne naslage zaliježu u pravcu sjeveroistoka, sa veličinom padnih uglova od 15 do 45°. Međutim, treba napomenuti, da su karbonatni sedimenti veoma često ubrani u izokline nabore, često prevrnute i ešalonski raspoređene. Tako se izdvajaju antiklinala Sađavca, prevrnuta sinklinala Donjeg Zagarača i Markovine, prevrnuta antiklinala Malog Garča, itd. Ose nabora su pružanja sjeverozapad - jugoistok i tonu najčešće u pravcu jugoistoka.

U krajnjem sjeverozapadnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića izdvaja se kao najmarkantniji Sušićki rasjed, koji je vertikalni, markiran kvartarnim naslagama, pravca pružanja sjeverozapad - jugoistok, tako da se može na terenu pratiti i na dužini oko 9 km. Takođe, Živaljević i dr. (1967) na ovom području izdvajaju i vertikalni rasjed Dobrog polja, koji je paralelan prethodnom, i rasjed Dolova koji je poprečan na ose nabora, i duž kojeg su krečnjaci Malog Garča spuštani u odnosu na krečnjake Veljeg Garča.

Kučka tektonska jedinica obuhvata sjeveroistočni dio zone Visokog krša, navučena je prema sjeverozapadu preko starocrnogorske tektonske jedinice duž regionalne dislokacije, a sjeveroistočnu granicu čini joj čelo durmitorske dislokacije.



Slika 3.4: Strukturno - tektonska karta šireg područja Bjelopavlića, (Mirković, 1997)

U građi ove tektonske jedinice učestvuju isto razovrsni sedimenti i stijene predstavljene permskim krečnjacima i laporovitim krečnjacima, klastitima i

krečnjacima donjeg, srednjeg i gornjeg trijasa, anizijskim flišem, rožnacima i krečnjacima sa rožnacima ladinika, vulkanitima i vulkanoklastitima srednjeg trijasa, crvenim trijaskim i jurskim boksitima, krečnjacima i dolomitima jure i krede i durmitorskim flišem.

Debeo karbontni kompleks naslaga strukturno - facijalne jedinice Visoki krš (od početka gornjeg trijasa do kraja gornje krede), uključujući i prostor rudnog reona Bjelopavlića, obrazovan je u domenu Dinarske karbonatne platforme, kao nezavisnom dijelu prostrane Periadriatske intraokeanske karbonatne platforme, tako da je i evolucija ove strukturno - facijalne jedinice uglavnom vezana sa dešavanjima na karbonatnoj platformi (Schmid et al., 2008).

Značajne podatke o razviću karbonatne platforme u Dinaridima i nekim njenim karakteristikama nalazimo u radovima Radoičić (1982), Obradović i dr. (1986).

Početak gornjeg trijasa u južnom dijelu Crne Gore jedinstveni sedimentacioni prostor koji je egzistirao u donjem i srednjem trijasu, diferencira se u zone sa različitim sedimentacionim uslovima. U tom periodu obrazuje se Dinarska karbonatna platforma na sjeveru i Jadranska karbonatna platforma na jugu, a između njih trog odnosno basen zone Budva.

Evolucija sedimentacionog prostora rudnog reona Bjelopavlića u okviru zone Visokog krša tokom gornje krede i paleogena obilježila su dva karakteristična stadijuma:

- Stadijum egzistovanja karbonatne platforme sa uglavnom plitkomorskim režimom sedimentacije (cenoman, turon, koniak, santon, kampan, mastriht)
- Basenska sedimentacija sa preflišnom i flišnom sedimentacijom.

Karbonatni sedimenti gornje krede koji izgrađuju terene rudnog reona Bjelopavlića stvarani su u uslovima Dinarske karbonatne platforme. Platformni režim sedimentacije je započeo početkom gornjeg trijasa i trajao sve do kraja gornje krede, odnosno mastrihta, kada se vrši radikalna diferencijacija do tada jedinstvenog sedimentacionog prostora, potapanja rubnog dijela karbonatne platforme i stvaranja basena sa preflišnom i flišnom sedimentacijom koja traje

do donjeg eocena. Ovakav trend produbljivanja najvjerojatnije je vezan za progres razvoja navlačno - nabornih paketa.

Lokalno posmatrano, početkom gornje krede odnosno cenomana, dolazi do potapanja svih kopnenih površina, pa i onih djelova koje su krajem neokoma do donjeg cenomana bile kopno i na kojima su se deponovali bijeli boksiti, tako da se nastavlja marinska sedimentacija na karbonatnoj platformi kroz gornju kredu, u zonama srednjedubokog do plitkog subtajdala sa rijetkim intertajdalnim epizodnim emerzijama. Početkom kampana, usled sinsedimentacione tektonike dolazi do porasta nivoa mora i taloženja karbonata vezanih za intraplatformni basen - depresiju, odnosno pelaških karbonata. Progradacijom platforme tokom kampana plitkomarinske facije opet zauzimaju veće rasprostranjenje. Sedimentacija tokom kampana se znači odvijala na relaciji intraplatformna depresija preko blago nagnute padine do zatvorene šelfne lagune.

Krajem gornje krede, u mastrihtu, sa otpočinjanjem laramijske orogene faze dolazi do prekida relativnog tektonskog mirovanja i nastaje kratak ali veoma buran period tektonskih pokreta. Područje Dinarske karbonatne platforme počinje da se izdiže, nabira, tako da se stvaraju embrioni većih struktura antiklinala i sinklinala. Dolazi do povlačenja mora u izolovane izdužene basene pravca pružanja sjeverozapad - jugoistok.

U tom periodu, u sjeveroistočnom dijelu Visokog krša (tereni Kučke kraljušti) dolazi do obrazovanja prostranog troga koji se prostire između kopna stvorenog krajem gornje jure (današnji prostori Durmitorske navlake) i novoformiranih kopnenih površina na jugozapadu. U centralnom dijelu Dinarske karbonatne platforme, tokom orogene faze, krajem donjeg mastrihta formira se trog odnosno basen pružanja sjeverozapad - jugoistok (područje doline rijeke Zete - klanac Duge), u kome se talože preflišni sedimenti sa rijetkim i slabo izraženim turbiditima, a potom tipična flišna sukcesija. Sedimentacija u ovom basenu se završava vjerovatno krajem donjeg eocena.

Nešto kasnije zatvara se rovovska struktura sa sedimentima fliša u složenoj sinklinalnoj strukturi rijeke Zete i formira se kučka kraljušt. U okviru ove sinklinalne strukture nalazi se i rudni reon Bjelopavlića, kao dio Starocrnogorske kraljušti na samom kontaktu sa kučkom kraljušti. Tereni između rova Durmitorskog fliša i Zetske depresije, kao i područje stare Crne Gore se ubiraju, tako da nastaju relativno složene antiklinalne strukture duž čijih se jugozapadnih djelova formiraju dislokacije koje postepeno prelaze u reversne strukture. U toku ove orogene faze se i formira navlaka Visokog krša.

3.4. Neotektonski razvoj strukturnog sklopa šireg područja

Crnoj Gori pripada oblast krajnjih jugoistočnih Dinarida, a od toga i manji dio granične zone Dinarida prema Jadranskom basenu. Ovaj prostor tokom najmlađe geološke istorije bio je izložen tektonskim sažimanjima u konvergentnoj zoni Dinarida i Jadranske ploče, što je praćeno spuštanjem i uobličavanjem južnojadranske depresije i izdizanjem dinaridskog oboda, kao i jakim vertikalnim pokretima, pretežno izdizanjem dinaridskog orogena. Na ovaj način formirani su interesantni neostrukturni sadržaji koji su bili predmet mnogih istraživanja.

Područje Crne Gore, gotovo u potpunosti pripada geostrukturnoj oblasti koja je bila zahvaćena višefaznim preneogenim alpskim tektonskim sažimanjima i formiranjem izrazito jugozapadno vergentnih nabornih struktura, navlaka i kraljušti.

Na terenima Crne Gore, u okviru velike geostrukturne cjeline Dinarida, Marović i dr. (1997) izdvajaju sljedeće neostrukturne (neotektonske) cjeline:

- Starocrnogorsko - hercegovačka jedinica,
- Drobnjačko - sjevernoalbanska jedinica,
- Istočnobosansko - staroraška jedinica.

Ista grupa autora na krajnjem južnom dijelu, u akvatorijumu Crne Gore, izdvaja i neostrukturnu jedinicu Jadranski basen, odnosno Južnojadransku depresiju, navodeći da samo dio ove jedinice pripada teritoriji Crne Gore. Ovaj

neostrukturalni oblik je formiran na frontu dinaridskog orogena prema Jadranskoj mikroploči i rasprostranjen je u domenu obje krupne geotektonske cjeline.

Izdvajanje ovih jedinica izvršeno je na osnovu homogenosti neostrukturalnog sklopa i njihovog geodinamičkog razvoja u neogenu i kvartaru. Područje rudnog reona Bjelopavlića, u smislu navedene neotektonske reonizacije terena Crne Gore, pripada starocrnogorsko - hercegovačkoj neostrukturalnoj jedinici. U sjeveroistočnom dijelu starocrnogorsko - hercegovačke jedinice, na teritoriji Crne Gore, dominantno mjesto zauzima skadarsko - zetski rov, koji je izdužen pravcem sjeverozapad - jugoistok sa tendencijom širenja prema jugoistoku. Njegova sjeverna granica je jasna i označena duž gravitacione razlomne strukture Skadar - Nikšić - Gacko sa spuštenim jugozapadnim krilom, dok je južna granica manjim dijelom linerano diskontinuirana, ali kao i prethodnu uglavnom je markiraju gravitacioni rasjedi pružanja sjeverozapad - jugoistok kod kojih su spuštena sjeveroistočna krila. Ovaj rov je rasjedima pružanja sjeveroistok - jugozapad razbijen na manje blokove i subblokove, i ispunjen je pretežno kvartarnim naslagama veoma različite debljine.

Formiranje skadarsko - zetskog rova i izdvajanje starocrnogorsko - hercegovačke neostrukturalne jedinice u zaseban entitet pripisuje se gravitacionoj nestabilnosti orogena ispoljenoj početkom pliocena. Spuštanja u okviru skadarsko - zetskog rova odvijala su se do u recentno vrijeme, s tim što su u kvartaru proširena na područje Bjelopavlića i Nikšićkog rova, na šta ukazuje prisustvo relativno debelih kvartarnih naslaga, geomorfološka obilježja, podaci geodetskih mjerenja i seizmička aktivnost.

3.5. Tektonske karakteristike sinklinalne oblasti doline Zete na prostoru Bjelopavlića

Sinklinalna oblast doline Zete u strukturnom pogledu predstavlja složen sistem izoklinih i prevrnutih nabora koji su skoro redovno reversno raskinuti. Istraživanjima u periodu 2012 - 2016. godina, pri izradi geološke karte užeg područja sinklinalne oblasti u području Bjelopavlića (prilog 2) po prvi put izdvojeno je osam rudnih subformacija, preciznije rečeno formacionih tipova karbonatnih sedimenata turon - mastrihtske starosti pod nazivom: Tološi, Velje brdo, Klikovača, Slatina, Jovanovići, Rsojevići, Maljat i Visočica. Preko navedenih formacija, u eroziono - diskordantom odnosu, nataloženi su preflišni i flišni sedimenti paleogene starosti, odnosno starosti gornji paleocen - donji eocen, kako su najčešće stratigrafski definisani. Strukturni elementi i prostorni raspored pomenutih formacija omogućili su da se na istraživanom prostoru utvrde tri (glavne) prevrnute antiklinalne strukture: Pješivačko brdo, Kujava i Taraš, koje su reversno raskinute sa jugozapadnom vergencom. Na terenima izgrađenim od karbonatnih stijena, takođe su konstatovani brojni rasjedi gravitacionog tipa koji najčešće upravno ili dijagonalno presijecaju nabojne strukture, od kojih je posebno značajan rasjed Vučice, čije je jugozapadno krilo spuštено oko 150 m. Raniji istraživači (Živaljević i sar., 1967; Mirković, 1997), na ovom prostoru izdvojili su i Sušički rasjed koji se od Pješivačkog dola duž uvale i rijeke Sušice pruža prema JI u pravcu Ćurioca i vjerovatno se produžava preko Novog sela u pravcu Mareze. Nije isključeno da je ovaj rasjed nastao u neotektonsko vrijeme.

Strukturne karakteristike sinklinalne doline Zete na prostoru Bjelopavlića su vrlo prepoznatljive i na osnovu prostornog rasporeda paleogenog fliša. Naime, flišni sedimenti paleogena (uključujući i paleogene breče) redovno se javljaju na krilima antiklinala ili u sinklinalnim strukturama ispod reversnih dislokacija antiklinalnih struktura. Zbog kvartarnih naslaga u ravničarskom dijelu doline Zete (i Sušice) ne može se preciznije govoriti o rasprostranjenju flišnih sedimenata na čitavom sinklinalnom prostoru doline Zete. Ipak geološka karta

istraživanog terena i geološki profili, (prilog 2) pružaju mogućnost za sledeće konstatacije:

- Najmlađe kredne formacije sinklinalnog basena doline Zete nalaze se u njegovom sjeveroistočnom dijelu. U tom dijelu basena najveće rasprostranjenje imaju i flišni paleogeni sedimenti.
- Naborne strukture doline Zete formirane su u laramijskoj orogenoj fazi, u periodu kampan - mastriht. Iste nijesu imale regionalni karakter, već su njihove dimenzije zavisile od lokalnih uslova.
- Pružanje svih nabornih struktura u sinklinalnom basenu doline Zete je SZ - JI, ali tonjenje njihove ose je promjenjivo (prema JI ili prema SZ).
- Paleogeni sedimenti su eroziono - diskordantni na svim naprijed navedenim formacijama kampan - mastrihta. To znači, ipak, da je prekid u sedimentaciji između krednih i paleogenih sedimenata morao duže trajati.
- Reversne dislokacije (kraljušti) duž jugozapadnog krila prevrnutih antiklinala formirane su u pirinejskoj orogenoj fazi - tokom oligocena.

Na osnovu svega navedenog vidi se, da je, istraživano područje na širem prostoru Bjelopavlića samo jedan segment regionalne sinklinale dolina Zete - Duga. A upravo na tom području cilj naših istraživanja je bio da se definišu geološke, odnosno rudne formacije i formacioni tipovi karbonatnih sedimenata. A taj zadatak se ne može kvalitetno uraditi ukoliko se ne definiše strukturna građa terena, zbog čega se u daljem tekstu daje kraći prikaz glavnih strukturnih oblika ovog prostora.

U predhodnom tekstu je konstatovano da su na istraživanom terenu glavni strukturni oblici, idući od jugozapada prema sjeveroistoku, antiklinalne strukture Pješivačkog brda, Kujave i Taraša.

Antiklinala Pješivačkog brda na terenu je lako prepoznatljiva morfološki, a geološki je definisana strukturnim elementima i paleogenim sedimentima na

krilima ove strukture. Pruža se na potezu od Pješivačkog dola do Danilovgrada, u dužini preko 15 km i rasponom do 2,5 km. JZ krilo ove strukture je reversno raskinuto preko uske zone flišnih naslaga. Ravan navlačenja u pripovršinskom dijelu je strma a u dubljim djelovima je vjerovatno blaža, sa padom prema SI od 50 do 70° (profili A - B i C - D, prilog 2). Duž uske doline rijeke Sušice pruža se pretpostavljeni rasjed Sušice, koji je nastao nakon reversnog raskidanja nabornih struktura.

Antiklinala Kujave je relativno mala struktura, dužine oko 6 km i raspona do 1 km. Pruža se od Zagorka na SZ pa do Donjeg Frutka na JI. Na njenom SI krilu su paleogene breče, a na jugozapadnom - flišni sedimenti paleogena preko kojih su navučeni kredni karbonati. Ova reversna dislokacija se, prema našoj interpretaciji, spaja sa reversnom dislokacijom Taraša na prostoru sela Lalevići. Njena rasjedna ravan pada prema SI pod uglom od oko 50° (profil A-A, prilog 2).

Antiklinala Taraša je najveća naborna struktura u istraživanom području. Po prvi put je definisana kao polegla i reversno raskinuta struktura sa njene jugozapadne strane. Kao prevrnuta antiklinala geološki je jasno definisana između rijeke Zete (od Slapa do Gorice) na jugozapadu i reversne dislokacije Bare Šumanovića - Vinići - Jovanovići - Slatina, na sjeveroistoku. Njeno SI krilo je dobro otkriveno dok je JZ stisnuto na čelu ove strukture, što se jasno vidi na geološkoj karti (prilog 2) i na geološkom profilu C - D, a dijelom i na profilu A - B. Ravan navlačenja ove strukture pada prema sjeveroistoku pod uglom od 40 do 30° (geološki profili C - D, prilog 2). Na osnovu podataka sa OGK lista Titograd (Živaljević i sar., 1967), ova se struktura sužava prema sjeverozapadu i spaja se sa drugim reversnim dislokacijama u predjelu Povije. U pravcu jugoistoka antiklinala Taraša gubi karakter monoklinalne strukture, odnosno sve više se usložnjava njeno sjeveroistočno krilo u sistem manjih bora, koje su naročito prepoznatljive kao reversne antiklinalne strukture Crnaca i Bregova (profil G - H, prilog 2). Osa prevrnute antiklinale Taraša prema jugoistoku

prepoznata je u predjelu Prielja, gdje se u njoj bazi javljaju flišni paleogeni sedimenti (geološka karta, prilog 2).

Podaci istražne bušotine SS - 1, izvedene 1954 godine kod željezničke stanice u Spužu, omogućili su da se na geološkom profilu G - H pretpostavi položaj reversne dislokacije Taraša (prilog 2) u prostoru istočno od rijeke Zete.

U strukturnom pogledu područja Bjelopavlića posebno su interesantna brda Maljat, Visočica i Spuška glavica, koja se kao ostrva javljaju u ravničarskom dijelu ovog prostora. Ujedno, karbonatne stijene na ovim lokacijama predstavljaju najkvalitetniji ukrasni kamen ovog rudnog reona. Pored karbonatnih stijena ovdje se javljaju i paleogeni sedimenti, sa obje strane Maljata i Visočice, najčešće u tektonskom odnosu. Na površini terena (kao i u okviru površinskog kopa rudnika Maljat) konstatovan je sistem vertikalnih i subvertikalnih rasjeda, sa generalnim pružanjem SZ - JI, čije su rasjedne ravni promjenljive - ili prema JZ ili prema SI. Na geološkom profilu E - F, a dijelom i na profilu G - H (prilog 2), strukturnu građu Maljata, Visočice i Spuške glavice prikazali smo kao rezultat kompresije sinklinalne strukture u bazi navučene antiklinalne Taraša. Naravno, ova tektonska struktura, koja na prvi pogled liči na horst, može da ima i druga objašnjenja, uključujući neotektonske procese, ali ipak, za sada, samo na nivou pretpostavki.

4. MINERAGENIJA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA

4.1. Principi izdvajanja rudonosnih i rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

Pošto su, na osnovu geoloških istraživanja, vršenih u različitim vremenskim periodima, prepoznate i izdvojene osnovne geološke formacije zone Visokog krša u okviru koje se nalazi rudni reon Bjelopavlića, sa određenim stepenom istraženosti, u procesu formaciono - mineragenetske analize izvršeno je njihovo razvrstavanje sa aspekta rudonosnosti, odnosno prisutnosti produktivnih djelova stijenskih mase (uzimajući u obzir mnogobrojne faktore i kriterijume) koje bi mogle biti korisne sa aspekta njihove upotrebljivosti kao arhitektonsko - građevinski (ukrasni), tehničko - građevinski kamen ili karbonatna punila.

Prilikom mineragenetskih istraživanja određenih terena formaciono - mineragenetska analiza sastoji se iz sledećih faza (Grubić i dr., 1974, dopunjeno):

- izdvajanja geoloških formacija,
- definisanja rudonosnih formacija,
- identifikacije rudnih formacija,
- izdvajanja formacionih tipova ležišta.

Prema tome, ležišta bilo koje mineralne sirovine, pa i karbonatnih sirovina pokazuju određene zakonitosti, odnosno pravilnosti u pogledu razmještaja, kako u pogledu vremena nastajanja - geološkog razdoblja, tako i u pogledu uslova pod kojima su obrazovana. Pri tome je produktivni dio stijenske mase vezan sa konkretnim geološkim formacijama, pa u opštem slučaju, možemo govoriti o formacionoj kontroli geneze, pojavljivanja i rasprostranjenja ležišta karbonatnih sirovina (Vakanjac, 1992).

Rudonosne formacije karbonatnih sirovina predstavljaju geološke formacije koje su nosioci određenih, tržištu već poznatih varijeteta karbonatnih sirovina (arhitektonsko - građevinskog, tehničko - građevinskog kamena, karbonatnih punila). Da bismo neku geološku formaciju ocjenili kao rudonosnu sa aspekta

karbonatnih sirovina, ona ili neki njen dio moraju da udovolje strogo kontrolisanim zahtjevima u pogledu genetskih karakteristika, paragenetskog sastava, načina pojavljivanja, strukturnog sklopa, osnovnih tehničkih svojstava stijenske mase, hemijskog sastava i dr.

Rudna formacija karbonatnih sirovina predstavlja specifičnu geološku tvorevinu, koja je, pored ostalog, na određenom stepenu istraženosti definisana i sa aspekta mogućnosti dobijanja različitih karbonatnih sirovina i njihovu primjenu u različitim granama industrije. Rudonosna formacija može imati jednu ili više rudnih formacija.

Pod rudnom formacijom ovdje podrazumjevamo naslage jednog genetskog tipa, formirane u sličnim geološkim uslovima nezavisno od starosti, koje se odlikuju određenom postojanom paragenetskom asocijacijom strukturnih tipova karbonata (standardnih mikrofacija - SMF), odnosno ujednačenošću izgleda i osnovnih tehničkih svojstava kamena.

Uzimajući u obzir geološku povezanost rudnih formacija, zatim mogućnost njihovog nastanka u vezi sa različitim geološkim formacijama, u mineragenetskoj analizi se vrlo često koristi i termin rudna subformacija ili formacioni tip ležišta. Formacioni tip ležišta je podvrsta rudne formacije, koja se odlikuje određenom postojanom paragenetskom asocijacijom strukturnih tipova karbonata (standardnih mikrofacija - SMF), odnosno ujednačenošću izgleda i osnovnih tehničkih svojstava kamena. Prilikom interpretacije geoloških karakteristika karbonatnih naslaga rudnog reona Bjelopavlića, izdvajanja rudonosnih i rudnih formacija, formacionih tipova ležišta i interpretacija sredina njihovog stvaranja, korišćeni su facijalni pojasi i standardne mikrofacije karbonatnih sedimenata (Wilson, 1975; Flügel, 1982). Na osnovu litoloških karakteristika, sastava, strukturnih i teksturnih osobina karbonatnih sedimenata, kao i sadržaja fosilne flore i faune, Wilson (1975) je izdvojio devet facijalnih pojaseva i 24 standardne mikrofacije (slika 4.1.)

| FACIJALNI POJAS | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Bazen (Fondothema) | Šelf otvorenog mora (Undathema) | Margina šelfa ili margina basena | Padina (Clinothema) | Organogeni greben (Reef), sprudovi | Sprudovi sa djelovanjem talasa | Otvorena platforma, plićaci povezani sa otvorenim morem | Zaštićeni platformni plićaci i plimne ravnice | Platformne saline ili sabkhe i natplimne zone |
| | | | | | | | | |
| OD DESETAK DO VIŠE STOTINA km | | NEKOLIKO STOTINA m DO VIŠE km | | | NEKOLIKO STOTINA m DO DESETAK km | | | |
| SMF 1,2,3 | 2,8,9,10 | 2,3,4 | 4,5,6 | 7,11,12 | 11,12,13,14,15 | 8,9,10,16,17,18 | 16,17,18,19,20,21,22,24 | 20,23 |

Slika 4.1: Šematski prikaz glavnih karakteristika facijalnih pojaseva, (Wilson, 1975). SMF - standardne mikrofacije

4.2. Konceptija i metodologija istraživanja na principima formaciono - mineragenetske analize

Definisanje geoloških karakteristika rudnog reona Bjelopavlića izvršeno je na principima formaciono - mineragenetske analize, uz prepoznavanje i izdvajanje pojedinih rudonosnih formacija i formacionih tipova krečnjaka, razjašnjavanjem uslova njihovog obrazovanja, pravilnosti međusobnih odnosa i utvrđivanjem njihovih kvalitativnih karakteristika.

Formaciono - mineragenetskom analizom sprovedena su kompleksna i sistematska geološka istraživanja, koja su obuhvatila sledeće:

- sistematizaciju i klasifikaciju prethodnih saznanja o ispitivanom prostoru, prospekiji i istraživanju ležišta karbonatnih sirovina,
- proučavanje i sistematizaciju rezultata ispitivanja na susjednim i sličnim karbonatnim terenima (prostori Jadranske i Dinarske karbonatne platforme, sa posebnom pažnjom na ležišta karbonatnih sirovina na crnogorskom primorju i susjednim hrvatskim ostrvima),
- realizaciju obimnih i raznovrsnih terenskih geoloških radova (geološka prospekija, snimanje litostratigrafskih i detaljnih geoloških stubova, izrada geološke karte) sa ciljem detaljnijeg upoznavanja sa načinom

pojavljivanja, litološkim, tektonskim, sedimentološkim i biostratigrafskim karakteristikama karbonatnih naslaga, sredinama i uslovima njihovog stvaranja,

- oprobavanje odabranih lokacija karbonatnih sirovina i obimna specijalistička ispitivanja (sedimentološka, biostratigrafska, fizičko - mehanička, mineraloška, hemijska, spektrohemijska i tehnološka),
- tehničku obradu rezultata ispitivanja - geološke karte, profili, stubovi, međusobna korelacija, analiza i sinteza prikupljenih podataka,
- analizu postignutih rezultata formaciono - mineragenetske analize i utvrđivanje potencijalnosti karbonatnih sirovina ovog područja.

Formaciono - mineragenetskom analizom u početnom stadijumu proučavanja definisana su dvije rudonosne formacije karbonatnih sirovina:

- rudonosna formacija gornjokrednih plitkomorskih karbonata unutrašnjeg dijela karbonatne platforme,
- rudonosna formacija gornjokrednih dubokovodnih karbonata.

Ove rudonosne formacije su genetski vezane za Dinarsku karbonatnu platformu, i ocjenjene su kao formacije vrlo visokog stepena potencijalnosti. Tereni izgrađeni od flišnih sedimenta paleogena i srednjeg eocena, u postupku formaciono - mineragenetske analize su ocijenjeni kao neperspektivne površine sa aspekta karbonatnih sirovina i kao takve nisu bile predmet daljih proučavanja.

Realizacijom formaciono - mineragenetskih proučavanja stvoreni su uslovi za utvrđivanje međusobne povezanosti različitih geoloških formacija sa već poznatim ležištima i pojavama karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića u okviru zone Visokog krša, ali i za otkrivanje i definisanje novih, do sada nepoznatih potencijalnih rudonosnih formacija, potencijalnih rudnih formacija i rudnih subformacija (formacionih tipova) karbonatnih sirovina.

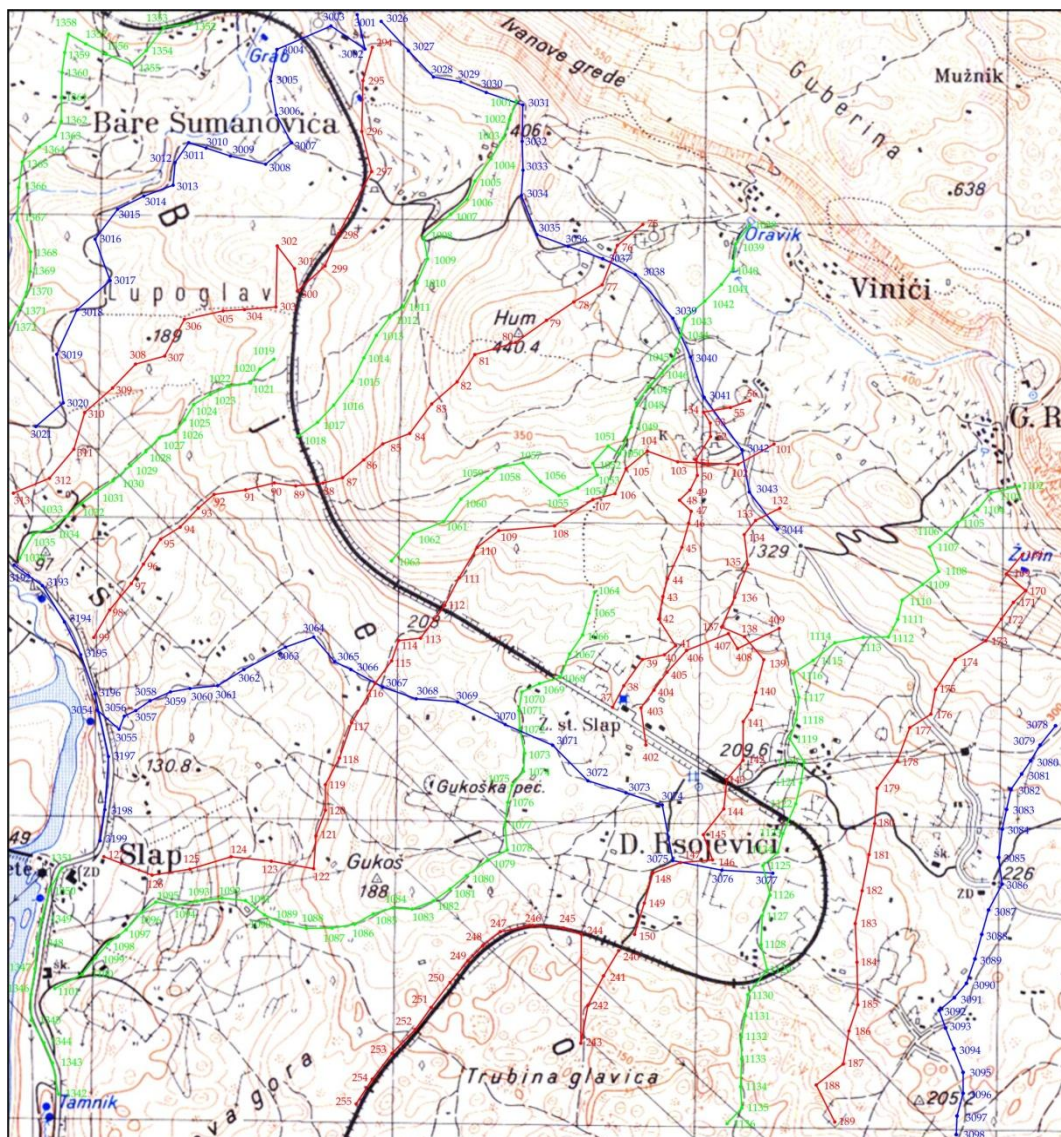
U okviru kompleksnog geološko - istražnog procesa izvršena je geološka prospekcija na prostoru rudnog reona Bjelopavlića ukupne površine oko 224 km² (pri čemu karbonatne naslage gornje krede zauzimaju površinu od oko 118

km²) kao i geološko kartiranje na kartama 1:10 000. Na prethodno odabranim profilima izvršeno je snimanje preglednih litostratigrafskih i detaljnih geoloških stubova, kao i snimanje detaljnih geoloških stubova na ležištima i pojavama karbonatnih sirovina ukupne debljine oko 2 000 m. Obzirom da su gornjokredni krečnjaci koji izgrađuju rudni reon Bjelopavlića intenzivno tektonski poremećeni, bilo je nemoguće snimiti jedinstven profil gdje je razvijen čitav stub karbonatnih naslaga od turona (K₂²) do paleogenog fliša (Pg). Na taj način snimljeni litostratigrafski stubovi nisu u cjelosti obuhvatili karbonatne naslage, već parcijalno, dok su detaljni geološki stubovi snimani duž otkrivenih profila jedne ili više formacija karbonatnih stijena, a mjestimično su obuhvatali i sedimente paleogena.

Detaljni geološki stubovi (DGS) snimljeni su duž odabranih otkrivenih profila na području Bjelopavlića, na postojećim ležištima arhitektonsko i tehničko - građevinskog kamena (Slatina, Vinići, Radujev Krš, Jovanovići, Klikovače, Visočica, Maljat, Pješivački do, Suk, Lalevići, Suk i Sađavac), kao i na lokacijama sa dobro otkrivenim karbonatnim naslagama, koja su ocijenjena kao potencijalna ležišta tehničko - građevinskog kamena (Mali Garač) i koja bi bila interesantna sa aspekta korišćenja sirovine kao kalcijum - karbonatnog punila.

U okviru specijalističkih laboratorijskih ispitivanja izvršen je veliki broj biostratigrafskih i sedimentoloških analiza na uzorcima uzetim prilikom izrade geološke karte 1:10 000 (slika 4.2) i snimanja litostratigrafskih i detaljnih geoloških stubova, ispitivanja fizičkih i tehničkih osobina (fizičko - mehanička, fizičko - mineraloška), kao i hemijska i spektrohemijska ispitivanja karbonatnih sirovina.

Podaci o opštem izgledu, mogućnostima eksploatacije i obrade već poznatih formacionih tipova arhitektonsko - građevinskog kamena i tehničko - građevinskog kamena sa ovog prostora su prezentirani na bazi njihove višegodišnje eksploatacije, prerade, obrade i primjene u različitim granama industrije.



Slika 4.2: Dio karte materijalne dokumentacije (karte tura) 1:10 000 sa područja rudnog reona Bjelopavlića

Prilikom snimanja litostratigrafski i detaljnih geoloških stubova naročita pažnja posvećivana je sljedećim karakteristikama sedimenata:

- način pojavljivanja - debljina slojeva i banaka,
- debljina paketa sedimenata
- vrsta stijene
- strukturni tip stijene po Dunham-u,
- čvrstina stijene,
- boja stijene na svježem prelomu,
- miris stijene - bituminoznost,

- osobine kontakta slojeva,
- interne teksturne osobine slojeva,
- sadržaj konkrecija,
- fosilni sadržaj,
- dijagenetske promjene, te
- strukturni elementi duž profila.

Formacioni tipovi ležišta u suštini predstavljaju ležišta i pojave različitih varijeteta karbonatnih sirovina sa svim svojim specifičnostima i prilikom njihovog izdvajanja i definisanja korišćeni su sljedeći kriterijumi:

- način pojavljivanja,
- paragenetski sastav (prisustvo različitih litotipova),
- fosilni sadržaj (prisustvo različitih makrofosila),
- dijagenetski procesi (dolomitizacija, dedolomitizacija, kataklaziranje - brečiziranje i dr.),
- tektonske deformacije (oštećenost stijenske mase),
- osnovna tehnička svojstva i mogućnosti primjene,
- mogućnost eksploatacije i obrade kamena,
- dekorativnost (boja, šara, stepen sjaja i dr.),
- opšti izgled kamena, odnosno ujednačenost izgleda i dr.

Formaciono - mineragenetskom analizom koja je obuhvatila kompleksna geološka i specijalistička ispitivanja, u okviru rudnog reona Bjelopavlića, izdvojeno je više geoloških jedinica (prilog 2), a u okviru njih više formacija karbonatnih sirovina (rudnih formacija i subformacija). Svaka od opisanih formacija grafički je prikazana geološkim stubom.

4.3. Rudonosne formacije rudnog reona Bjelopavlića

Kompleksnom formaciono - mineragenetskom analizom koja je podrazumijevala višegodišnja terenska istraživanja i raznovrsna specijalistička ispitivanja karbonatnog kompleksa sedimentnih naslaga gornje krede u okviru Dinarske karbonatne platforme, na području rudnog reona Bjelopavlića

izdvojene su rudonosne formacije, rudne formacije i formacioni tipovi karbonatnih sirovina (tabela 4/1).

Tabela 4/1: Rudonosne i rudne formacije i formacioni tipovi karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

| RUDONOSNA FORMACIJA karbonatnih sirovina | RUDNA FORMACIJA karbonatnih sirovina | FORMACIONI TIP ležišta karbonatnih sirovina | LEŽIŠTA I VAŽNIJE POJAVE |
|--|---|--|---|
| I. Gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme | I/1 Gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica karbonatne platforme | I/1a Bioklastični kristalasti krečnjaci tipa "Visočica" | Ležišta: Visočica Pojave: Spuška glavica |
| | | I/1b Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa "Maljat" | Ležišta: Maljat, Vinići, Radujev krš Pojave: Mišev do Lupoglav Hum |
| | | I/1c Rekrystalisali krečnjaci tipa "Slatina" | Ležišta: Slatina (Kriva ploča) |
| | | I/1d Foraminifersko-rudistni krečnjaci tipa "Klikovače" | Ležišta: Klikovače, Suk Sađavac, Pojave: Pješivački do Mali Garač |
| | | I/1e Bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa "Velje brdo" | Pojave: Velje brdo |
| | | I/1f Dolomitisani krečnjaci tipa "Tološi" | Pojave: Tološi |
| II. Gornjokredni dubokovodni karbonati | II/1 Gornjokredni pelaški karbonati | II/1a Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa "Jovanovići" | Pojave: Jovanovići, Lalevići |
| | II/2 Gornjokredni padinski karbonati | II/1b Alodapski krečnjaci tipa "Rsojevići" | Pojave: Slap |

Karbonatni kompleks sedimenata gornje krede na području rudnog reona Bjelopavlića, ocijenjen je kao veoma potencijalan sa aspekta otkrivanja ležišta

različitih varijeteta u prvom redu arhitektonsko - građevinskog kamena, tehničko - građevinskog kamena ali krečnjaka koji se mogu koristiti kao karbonatna punila, imajući u vidu da se radi o veoma čistim krečnjacima sa izuzetno visokim sadržajem CaCO₃ komponente.

4.3.1. Rudonosna formacija gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme

Rudonosna formacija gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme predstavlja glavnu rudonosnu formaciju karbonatnih sedimenata u okviru rudnog reona Bjelopavlića. Ova formacija je od ranije poznata kao nosilac rezervi kvalitetnih karbonatnih sirovina, u prvom redu arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena.

U okviru ove rudonosne formacije utvrđena su sva najznačajnija ležišta karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića: Maljat, Visočica, Radujev krš, Vinići, Suk i Slatina (Kriva Ploča) u kojima se u manjoj ili većoj mjeri vrši ili se vršila eksploatacija arhitektonsko - građevinskog ili tehničko - građevinskog kamena, kao i kao i veći broj ležišta i pojava na kojima su vršena geološka istraživanja ali nisu u eksploataciji: Sađavac, Jovanovići, Lalevići, Pješivački do, Mali Garač i dr. U okviru ovog rudnog reona je otkriveno nekoliko različitih formacionih tipova ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena iz kojih se godinama eksploatišu svjetski poznati varijeteti ukrasnog kamena ("unito", "fiorito", "viso", "vinići", "suk", "izvor", "slatina").

U okviru iste rudonosne formacije na području Jadransko - jonske zone Crne Gore godinama se vrši eksploatacija karbonatnih sirovina, odnosno arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena na više ležišta: "Darza", "Ristova punta" i "Možura" kod Ulcinja, ležišta "Volujica", "Velji Zabio" i "Goran" kod Bara, odnosno ležište "Platac", "Lješevići - Gajevi" i "Lješevići - Vranovići" na području Grblja" (Ilić, 1998, 2004).

Na prostoru Hrvatske, na dalmatinskim ostrvima (Brač, Hvar, Mljet, Korčula i dr.) se takođe decenijama eksploatišu svjetski poznati varijeteti arhitektonsko -

građevinskog (ukrasnog) kamena ("unito", "fiorito", "rasotica", i dr.) čija je geneza usko vezana za facije plitkomorskog područja karbonatne platforme. Značajni podaci o stratigrafiji gornjokrednih i paleogenih naslaga Hrvatske i njihovim sedimentološkim karakteristikama mogu se naći u radovima Jelaska (1985), Oštrić i dr., (1986), Glovacki i Jelaska, (1986), Gušić i Jelaska (1990), Fuček i dr. (1990).

Na Dinarskoj karbonatnoj platformi su se kroz duži geološki period održavali plitkomorski uslovi sa taloženjem više stotina metara debelih naslaga plitkomorskih karbonata. Na području rudnog reona Bjelopavlića u razdoblju gornja kreda - paleogen uglavnom preovlađuje plitkomorski režim sedimentacije, gdje dominiraju karbonati plićeg i dubljeg podplimskog područja, kao i periplimskog područja na unutrašnjem dijelu karbonatne platforme, dok se znatno manje javljaju dubokovodni karbonati i karbonati vezani za pelaške sredine stvaranja. Ove plitkomorske naslage karbonata, obrazovane u uslovima prostranih karbonatnih platformi, predstavljaju glavne nosioce rezervi različitih karbonatnih sirovina.

U okviru rudonosne formacije gornjokrednih plitkomorskih karbonata unutrašnjeg dijela karbonatne platforme, prvenstveno sa aspekta geneze, načina pojavljivanja, dijagenetskih promjena, paragenetskog sastava i strukturno - tektonskih i tehničkih karakteristika, izdvojena je samo jedna rudna formacija karbonatnih sirovina:

- Gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica karbonatne platforme.

Ova rudna formacija ima veoma veliko rasprostranjenje u okviru Dinarske karbonatne platforme, a zastupljena je na sjeveroistočnom i jugozapadnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića, i predstavljena je sa šest formacionih tipova karbonatnih sirovina.

4.3.2. Rudonosna formacija gornjokredni dubokovodni karbonati

Rudonosna formacija gornjokredni dubokovodni karbonati na području rudnog reona Bjelopavlića ima znatno manje rasprostranjenje od prethodne rudonosne formacije i vezana je za pelaške sredina stvaranja. Karbonatne naslage ove rudonosne formacije predstavljene su debelobankovitim i uglavnom masivnim krečnjacima, tipa mikrita i biomikrita sa sitnim biogenim ostacima, odnosno pelaškim i hemipelaškim česticama. Na terenu su veoma markantni, zbog načina pojavljivanja i karakterističnim raslojavanjima na spoljnim površinama, tako da se veoma lako uočavaju.

Prilikom izrade osnovne geološke karte Crne Gore 1:100 000, list Titograd, ovi sedimenti nisu izdvajani posebno, već u okviru gornjokrednih senonskih krečnjaka. Međutim, Čepić (1993) na području Slapa, Donjih i Gornjih Rsojevića, Mosora i Rove izdvaja bankovite i masivne, svijetlo sive krečnjake strukturnog tipa mudstone (M), odnosno krečnjake tipa mikrita, za koje konstatuje da pripadaju donjem kampanu.

Snimanjem detaljnih geoloških stubova, sedimentološkim i biostratigrafskim ispitivanjima, kao i detaljnom analizom uslova obrazovanja ovih krečnjaka utvrđeno je da predstavljaju produkte pretaložavanja plitkomorskih karbonata u dubokovodnu sredinu unutrašnjeg dijela karbonatne platforme, kao i da su vezani za pelaške sredine stvaranja krečnjaka.

Sedimenti padina karbonatne platforme se odlikuju nakupljanjem veoma velike količine sitnozrnastog i krupnozrnastog karbonatnog detritusa. Krečnjački turbiditi i alodapski krečnjaci pripadaju posebnoj grupi pretaloženih (resedimentovanih) karbonata, taloženih na padinama ili na njihovim krajevima u podnožju padina, a obrazuju se iz turbiditnih tokova male gustine. Karbonatni detritus koji vodi porijeklo iz plitkomorske sredine, donesen turbiditnim strujama u dubokovodno područje, taloži se u vidu zrnastih alodapskih krečnjaka. Njihovo obrazovanje je povezano za postojanje strmih intraplatformnih padina karbonatne platforme sa vrlo strmim nagibom. To su padine formirane na unutrašnjem plitkomorskom dijelu karbonatne platforme.

Formiranje ovako strmih padina dovodi se u vezu sa značajnijim tektonskim pokretima, koji dovode do diferencijacije ovih prostora tokom gornje krede. Na području rudnog reona Bjelopavlića tokom kampana uspostavljen je dubokovodni režim sedimentacije tokom kojeg dolazi do taloženja gornjokrednih karbonata padine karbonatne platforme i pelaških karbonata.

Sa druge strane pelaški i hemipelaški krečnjaci se talože na basenskim ravninama i morskom dnu, dalje od padine karbonatne platforme ili kontinentalnih padina. Osnovna osobina ovih karbonata je odsustvo bentosne fosilne flore i veoma veliki udio sitnog karbonatnog mulja. Obzirom na dubinu mora, krečnjaci stvarani u dubokovodnim sredinama uglavnom sadrže samo fosilnu faunu i plantoske organizme.

U okviru rudnog reona Bjelopavlića otkrivena su dva ležišta/pojave karbonatnih sirovina, čija je geneza vezana za sredine sa većom dubinom mora, a koja su u prethodnom periodu u više navrata bila predmet različitih geoloških ispitivanja, prije svega sa aspekta njihovog korišćenja kao arhitektonsko - građevinski kamen (ležišta/pojave arhitektonsko - građevinskog kamena Jovanovići i Lalevići).

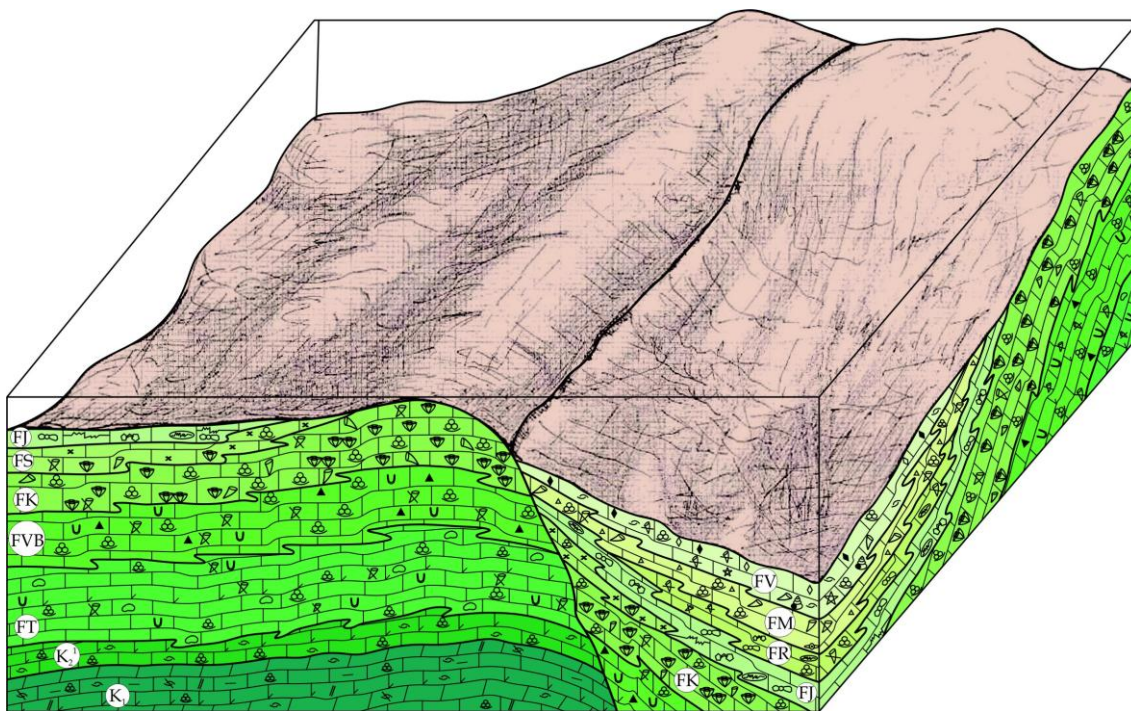
Na području Hrvatske se takođe eksploatiše svjetski poznati varijetet arhitektonsko - građevinskog kamena "Sivac" (Gušić i Jelaska, 1990), čija je geneza usko vezana za dubokovodne facije (pelaški krečnjaci tipa "Sivac"), koji po načinu pojavljivanja i drugim karakteristikama odgovara formacionom tipu "Jovanovići" sa područja rudnog reona Bjelopavlića.

U okviru rudonosne formacije gornjokredni dubokovodni karbonati izdvojene su i definisane dvije rudne formacije karbonatnih sirovina:

- Gornjokredni pelaški karbonati,
- Gornjokredni padinski karbonati.

5. RUDNE FORMACIJE I FORMACIONI TIPOVI KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA

Višegodišnjim terenskim aktivnostima, sveobuhvatnim specijalističkim ispitivanjima rudnog reona Bjelopavlića i kompleksnom mineragenetsko - formacionom analizom karbonatnih sedimenata gornje krede rudnog reona Bjelopavlića, a imajući u vidu sredine i uslove njihovog stvaranja, izdvojene su dvije rudonosne geološke formacije kao nosioci rezervi kvalitetnih karbonatnih sirovina.



Slika 5.1: Šematski prikaz platformne paleogeografske sredine u kojoj su nastali karbonatni sedimenti rudnog reona Bjelopavlića (K_1 -krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti donje krede, K_1^2 -krečnjaci i dolomitični krečnjaci cenomana, FT - formacioni tip Tološi, FVB - formacioni tip Velje brdo, FK -formacioni tip Klikovače FS - formacioni tip Slatina FJ -formacioni tip Jovanovići, FM - formacioni tip Maljat, FV - formacioni tip Visočica)

Sedimentne naslage karbonata rudnog reona Bjelopavlića, sa svjetski poznatim i priznatim varijetetima arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena, predstavljaju uglavnom plitkomarinske produkte Dinarske karbonatne

platforme, a manjim dijelom su vezani za dubokovodne i pelaške sredine stvaranja. U okviru ovih sredina stvaranja (rudonosnih formacija) prvenstveno sa aspekta geneze, načina pojavljivanja, dijagenetskih promjena, paragenetskog sastava, strukturno - tektonskih i tehničkih karakteristika, izdvojene su rudne formacije sa pripadajućim formacionim tipovima karbonatnih sirovina (slika 5.1).

5.1. Rudna formacija gornjokredni plitkomorski karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica

Sredine taloženja unutrašnjeg dijela karbonatne platforme često se u literaturi različito nazivaju, tako da se umjesto termina unutrašnji dio platforme, koriste nazivi unutrašnji šelf, zaštićeni šelf, srednji šelf ili zaštićene marinske sredine. Bez obzira na to, u svim slučajevima podrazumijevaju se plitkomorske sredine sa pretežno niskom energijom vode u širokom rasponu od obalne crte do dubine 50 -200 m (donja granica fotičke zone). U okviru sredina taloženja unutrašnjeg dijela karbonatne platforme mogu se izdvojiti dvije grupe: periplimska sredina i plimske ravnice i potplimska sredina taloženja.

Periplimne ili peritajdalne sredine i sredine plimnih ravnica obuhvataju niskoenergetske sredine na karbonatnim platformama u kojima se osjeća uticaj struja plime i oseke. Potplimne sredine obuhvataju plitkomorske subtajdalne sredine sa pretežno niskom energijom vode, odnosno lagune i sredine dubljeg dijela potplimne zone. Na području Bjelopavlića, kao uostalom i na drugim sličnim terenima, periplimsko područje karbonatne platforme i plimska ravnica obuhvataju tri glavne sredine taloženja (slika 5.1) sa odgovarajućim formacionim tipom karbonata i to:

- natplimska (*supratidal*),
- plimska (*intertidal*),
- potplimska (*subtidal*).

Gornjokredne naslage *natplimske zone (supratidal)* u okviru zone Visokog krša rudnog reona Bjelopavlića taložene su na širokim plimskim ravnica unutar karbonatnih plicaka izolovane karbonatne platforme, pri čemu ih je relativno jednostavno prepoznati, ali nemaju veliko rasprostranjenje. Glavne litološke osobine ove sredine taloženja su vrlo uočljive i predstavljene pojavom laminiranih i stromatolitnih i stromatolitsko - fenestralnih krečnjaka, kao i ranodijagenetskih dolomita koji sadrže intraklastične proslojke. Najvažnije strukturno - teksturne osobine natplimnih karbonata su pukotine isušivanja i stezanja, tanke laminacije, stromatoliti, fenestralna građa i prisustvo intraklasta, vadoznih ooida i pizoida, a karakteristična je i pojava tzv. "desikacionih breča" (*desiccation breccia*). Tipičan primjer ove sredine stvaranja imamo na ležištu Visočica kod Spuža, gdje se iznad biogenih krečnjaka nastalih akumulacijom skeleta organizama (bentoske foraminifere, rudisti, školjke i gastropodi), a koji najvećim dijelom izgrađuju predmetno ležište i predstavljaju mineralnu sirovinu, nalaze slojevi i banci kalkarenita ograničeni erozionom neravnom granicom duž koje se javljaju džepovi i proslojci crnih mikrita ("*black pebbles*"), soluciona udubljenja, mikrokarstna građa, rumeni i zeleni interni sediment, karakteristični za natplimnu zonu.

Plimsko područje (intertidal), je vrlo blago nagnut ili gotovo ravan pojas između natplimskog i potplimskog dijela plimne ravnice duž obalne crte ili oko obala niskih ostrva (Tišljar, 1987, 2001). S jedne strane vezana je na natplimsku zonu (supratidal), a s druge, prema moru okrenute strane, na plitku potplimnu zonu, zaštićenu lagunu ili zaliv. Bitna osobina plimnih zona i plimnih ravnica, je njihovo stalno naizmjenično plavljenje morskom vodom pri plimama i njihovo izonjavanje pri oseka.

Glavno obilježje gornjeg dijela plimne zone jeste taloženje tankolaminiranih muljevitih karbonatnih sedimenata sa obiljem livada cijanobakterija, koje se nastanjuju na finom karbonatnom mulju donešenom u vrijeme jače izraženog talasanja ili strujama iz dubljeg podplimskog područja, a potom preplavljene (zatrpane) novim prinosom karbonatnog mulja, pri čemu se formiraju

stromatoliti LLH – tipa. Ovi stromatoliti i “algalne laminacije” odlikuju se talasastim laminama male debljine, uglavnom milimetarskih dimenzija, i obično se nalaze zajedno sa fenestrama, kao što je slučaj sa krečnjacima pojave Velje brdo (laminirani stromatolitski wackestone) i Tološi, a ponekad su ispresjecane pukotinama isušivanja (“*desiccation cracks*”) stvarajući intraformacijske breče, odnosno dezikacione breče, deformisane u tzv. tipi strukture (“*tepee structure*”). Takođe, u ovim krečnjacima mogu se javiti i tanji proslojci i sočiva breča sa crnim klastima i fragmentima (“*black pebble*”), kokine i kokinitski slojevi nastali usljed olujnih talasa koji su na plimsku ravnicu naplavili fragmente i cijele ljuštore rudista. U karbonatima ovog područja osim velike količine karbonatnog mulja susreću se i značajne količine peleta, peloida, skeleta i bioklasta bentoskih foraminifera, kao i drugih organskih ostataka.

Plitka potplimska sredina (shallow subtidal) obuhvata plitkomorsko područje zaštićenih plićaka i laguna sa karbonatnom sedimentacijom, od nivoa normalne oseke pa do dubine na kojoj se osjeća uticaj struja plime i oseke, odnosno dubine dokle postoje uslovi za rast zelenih algi (10 – 15 m). Kao donja granica plitke potplimske sredine uzima se dubina od 30 m. Najveći dio karbonata biohemijskog porijekla nastaje u moru dubine od 10 do 15 m, odnosno u plitkoj potplimskoj zoni ili plitkom subtidalu. Ovo područje se odlikuje velikom količinom karbonatnog mulja sa peletima i ostacima algi, invertebrata, bentoskih foraminifera, sunđerica, hidrozoa, brioza, crva i gastropoda. Od ostalih alohema, prisutni su algalni onkoidi i česta agrerirana zrna, te rjeđi SH stromatoliti.

Dublji potplimski dio (“deeper subtidal = middle shelf = inner shelf”) obuhvata značajno prostranstvo na karbonatnoj platformi, od plitkog dijela potplimne zone ili plitkog subtidala, odnosno od dubine mora gdje ne postoje uslovi za rast i razvoj zelenih algi (10 - 15, a najviše 30 m), pa do dubine do koje dopire sunčeva svjetlost, odnosno donje granice fotičke zone (od 50 do 200 m). Ovo područje karbonatne platforme ne pruža uslove za bujniji razvoj zelenih algi, ali u isto vrijeme daje pogodnosti za razvoj zajednice organizama u kojoj

dominiraju invertebrati nad krečnjačkim algama. Tipični fosili su brahiopodi, bodljokošci, krinoidi, krupne bentoske foraminifere, mekušci, školjke, crvene alge i dr. U ovim karbonatima više nema agreriranih zrna niti ooida a nedostaju SH stromatoliti. Karbonatni mulj izrazito prevladava nad skeletnim česticama (alohtonima). Preovlađuju vekstoni (*wackestone*), ali se često javljaju i madstoni (*mudstone*) i pekstoni (*packstone*). Pojedinačni proslojci grejnstoni (*grainstone*) i pekstoni sastavljeni od ooida, peloida i bioklasta plitkomorskih organizama, predstavljaju dokaz o povremenim promjenama energije vode i prinosu materijala iz plićaka sa visokom energijom vode.

Mjestimično ili povremeno u plićacima unutrašnjeg dijela karbonatne platforme, najčešće u plitkom unutrašnjem dijelu zaštićenih sprudnih laguna iza velikih sprudnih barijera, formirani su manji sprudni kompleksi, predstavljeni krpastim sprudovima (*patch reef*), ako što je to slučaj kod formacionog tipa Maljat i muljnim humcima (*mud mounds*), koji se odlikuju tipičnom kružnom osnovom i strmim bokovima koji se izdižu sa dna. Ove sprudne tvorevine se javljaju u zajednici sa bioklastičnim krečnjacima. Od velikog broja različitih vrsta slojnih površina u krečnjacima unutrašnjeg dijela karbonatne platforme kao najtipičnija je nepravilna i promjenjiva debljina slojeva, od dobroslojevitih pa do potpuno masivnih krečnjaka. Takođe, talasasta slojevitost vrlo je česta osobina krečnjaka taloženih u plićacima unutrašnjeg dijela karbonatne platforme. Krečnjaci dublje potplimne zone često imaju nodularni ili grudvasti (kvrgeviti) izgled.

Plitkomorski krečnjaci često sadrže kolonije školjki, posebno rudista, koje su litificirane na svom staništu u položaju rasta u obliku manjih ili većih biostroma i ređe biohermi (krečnjaci formacionog tipa Klikovače). Najčešće se pojavljuju u visokoenergetskim plićacima, ali i u obodnim djelovima zaštićenih laguna i plićaka sa niskom energijom vode, i unutrašnjem (zaštićenom) dijelu karbonatne platforme, kao što je to slučaj sa većinom krečnjaka rudnog reona Bjelopavlića.

Za sve ove plitkomorske sredine stvaranja vezana je većina krečnjaka na području rudnog reona Bjelopavlića, pri čemu se zavisno od svojih specifičnosti i karakteristika razvića može izdvojiti šest rudnih subformacija odnosno formacionih tipova krečnjaka kako je to prikazano u narednim potpoglavljima.

5.1.1. Formacioni tip dolomitisani krečnjaci tipa "Tološi"

Formacioni tip dolomitisani krečnjaci tipa "Tološi" predstavlja najstarije tvorevine na području rudnog reona Bjelopavlića sa ograničenim rasprostranjenjem na krajnjem jugoistočnom dijelu terena, na području Tološa i Veljeg brda. Prema Živaljeviću i dr. (1967), naslage ove jedinice u stubu se nalaze preko alb - cenomanskih slojevitih i bankovitih krečnjaka i bituminoznih krečnjaka koji se smjenjuju sa dolomitičnim krečnjacima i dolomitima.

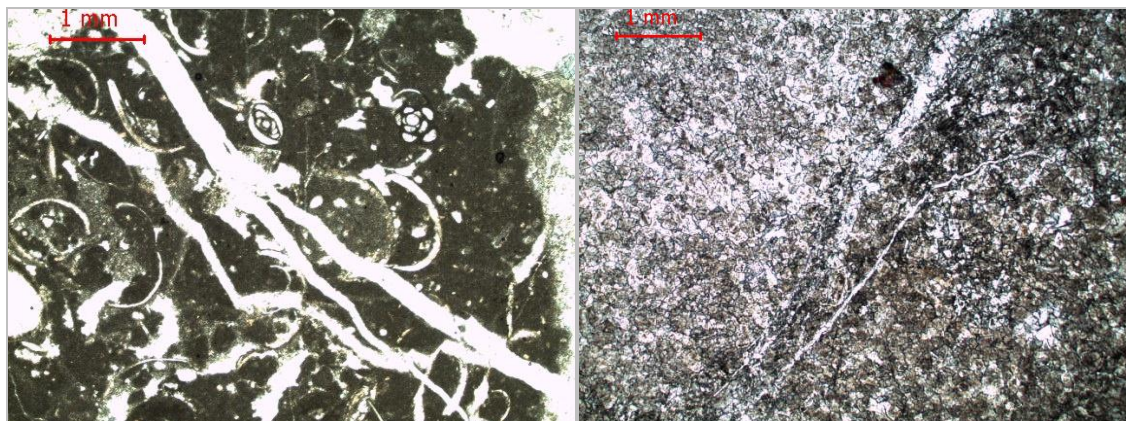
Prikazani redosled naslaga ovog formacionog tipa prikazan je na osnovu podataka dobijenih prilikom snimanja litostratigrafskog stuba Tološi - Mareza - Daljam - Klikovače.

Sedimentološke karakteristike

Naslage ovog formacionog tipa predstavljene su sivim i smeđesivim, bankovitim i debelo bankovitim (0,60 - 2,00 m), ređe masivnim (do 2,50 m) i slojevitim (0,20 - 0,60 m) krečnjacima strukturnog tipa mudstone (M), skeletno - peloidni wackestone (W), skeletno - peloidni packstone (P) i peloidni grainstone (G), prema Dunham-u, (1962), u naizmjeničnoj smjeni. Površine slojeva i banaka su neravne, planarne a mjestimično i stilolitske. Ovi sedimenti su u pojedinim intervalima intezivnije dolomitisani, a javljaju se i kasnodijagenetski dolomiti. Učešće dolomita iznosi oko 40%.

U pojedinim uzorcima u mikritskom matriksu često se uočavaju i "fenestre" nepravilno orjentisane, ispunjene sparikalцитom i vrlo česte peloidi, kao i skeletne čestice bioklasta ljuštura bivalvia, ehinida, krinoida, bentonskih foraminifera i bioklasta ljuštura rudista. Prema podacima prikupljenih prilikom

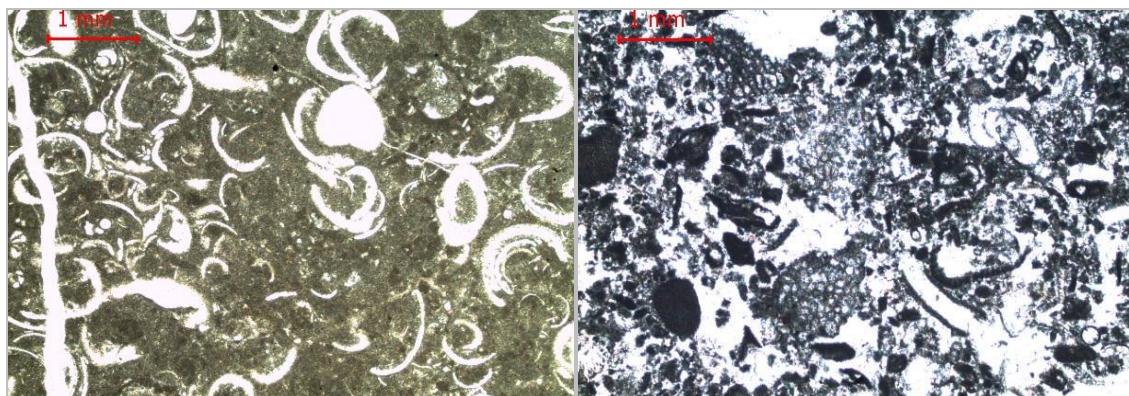
snimanja litostratigrafskog stuba, debljina naslaga ovog formacionog tipa iznosi oko 75 m.



Slika 5.2 i 5.3: Dolomitični krečnjak tipa wackestone(W) sa miliolidama i ostrakodama (lijevo) i sitnozrni dolomit (desno)

Biostratigrafske karakteristike i starost

Sedimentne naslage ovog formacionog tipa izgrađuju krečnjaci tipa mudstone (M), wackestone (W), packstone (P) i grainstone (G), mjestimično manje ili više dolomitisani procesima kasnodijagenetske dolomitizacije. U ovim sedimentima od makrofosila konstatovani su fragmenti rudista i tanke ljuštire bivalvija. Od mikrofosila sadrže česte bentonske foraminifere: *Miliolidae gen. ind.*, *Nezzazatinella* ("Valoulammia") *picardi* (Henson), *Pseudorhapydionina dubia* (De Castro), *Spiroloculina cretacea* Reuss., *Moncharmontia apenninica* (De Castro), *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, veoma česte *Gavelinella sp.*, *Pseudolituonella reicheli* Marie, česte ljušturice ostrakoda, česte oblike grupe "incertae sedis" *Aeolisaccus kotori* Radoičić, i ređe alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Rain.). Navedena asocijacija mikrofosila ukazuje da naslage ovog formacionog tipa karbonatnih sirovina u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno gornjem turonu - cenzona *Aeolisaccus kotori* Radoičić (Mirković, 1994). Najčešća fauna koja se susreće u donjem turonu *Chondrodonta joannae* Choffat, koja je i dobar reper za izdvajanje granice prema cenomanu nije pronađena na ovom području.



Slika 5.4 i 5.5: Krečnjaci tipa mudstone - wackestone (M - W) sa ostrakodama (lijevo) i foraminiferski packstone (P) sa *Aeolisaccus kotori*

Uslovi i sredine stvaranja

Sedimenti ovog formacionog tipa karbonata nastali u toku turona, taloženi su u području gornjokredne karbonatne platforme, u plitkomorskoj sredini sa mirnom vodom, odnosno u šelfnoj laguni ograničene cirkulacije vode. Prema Wilsonu (1975) ovi sedimenti pripadaju facijalnom pojasu FZ - 8, odnosno standardnim mikrofacijama SMF - 18, 19.

U lagunama i zaštićenim plićacima dno varira od subtajdalne do supratajdalne sredine, ali bez izranjanja. Stalnim variranjem dna u ovom rasponu, uočava se pravilna izmjena, odnosno ritmičnost sedimenta, koje najvećim dijelom grade deponenti plitke subtajdalne i dublje intratajdalne sredine, sa dubinom mora do 50 m.

U okviru ovog facijalnog pojasa javljaju se različiti strukturni tipovi krečnjaka od mudstone (M) do grainstone (G), sa veoma raznovrsnom faunom. Sredinom, a naročito krajem turona na području Veljeg Brda, dolazi do formiranja čestih biohermi (rudistne bioherme), permanentnog njihovog razaranja i deponovanja odlomaka rudista u mirne plitkomorske zaštićene djelove šelfne lagune.

Od dijagenetskih promjena za sedimente ovog formacionog tipa najvažnija je kasnodijagenetska dolomitizacija. Ovi dolomiti ili epigenetski (sekundarni) dolomiti nastaju potiskivanjem kalcita dolomitom, i to u već očvrslim, litifikovanim krečnjacima. Granice kasnodijagenetskih dolomita prema krečnjacima koji ih okružuju, su po pravilu postupne i nepravilne, što je

posledica različite cirkulacije vode sa Mg-jonima. Krečnjaci su u nekoliko intervala jače ili slabije dolomitisani, bočno i vertikalno postepeno prelaze u dolomitične krečnjake i dolomite, tako da se javlja čitav niz postepenih prelaza od čistih dolomita, preko dolomita sa ostacima krečnjaka, djelimično dolomitisanih krečnjaka do čistih krečnjaka. Dolomitizacija je zahvatila različite strukturne tipove krečnjaka i prouzrokovala je niz drugih razlika, prvenstveno u pogledu opšteg izgleda kamena (boji).

Takođe, značajno je i prisustvo bituminoznih krečnjaka, što kamenu ovog formacionog tipa daje sivu do tamnosivu boju.

5.1.2. Formacioni tip bioklastični bituminozni krečnjaci tipa "Velje Brdo"

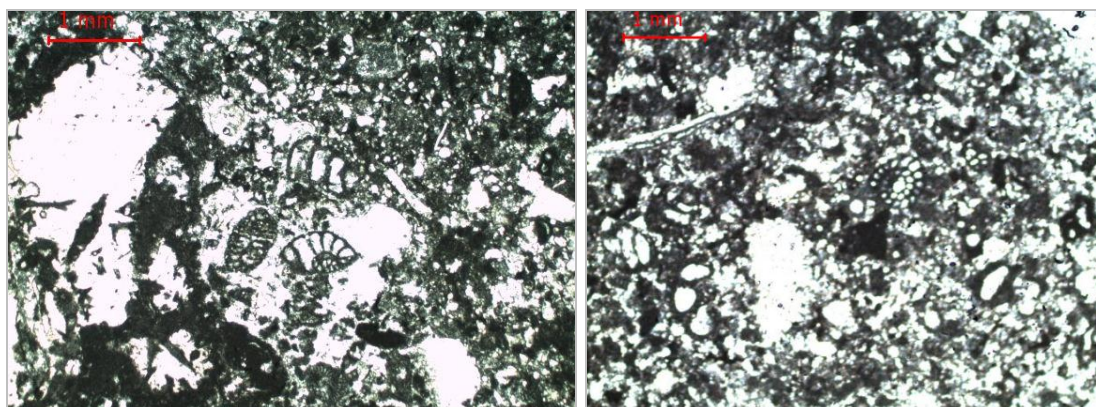
Karbonatne naslage formacionog tipa Velje brdo nastavljaju se u kontinuitetu na starije naslage prethodnog formacionog tipa Tološi. Kao ni prethodni formacioni tip nema veliko rasprostranjenje, osim u jugoistočnom dijelu terena, na padinama istoimenog brda, čije jugozapadne padine skoro u cjelosti izgrađuju i po kome je ova formacija i dobila ime. Ti sedimenti se dalje mogu pratiti na području mjesta Mareza, kao i na padinama Veljeg brda, odnosno na uzvišenjima Klopotnik, Veliki šanac i dr. Debljina naslaga ovog formacionog tipa utvrđena je prilikom snimanja litostratigrafskog stuba Tološi - Mareza - Daljam - Klikovače, i iznosi 250 - 280 m. Izgrađuju je sedimenti koniak i donjeg santona, jer je jasnu granicu između ovih jedinica, na osnovu dosadašnjih ispitivanja, bilo nemoguće utvrditi.

Sedimentološke karakteristike

U geološkoj građi formacionog tipa Velje brdo generalno se mogu izdvojiti dva paketa sedimenata. U donjem dijelu intervala (0,0 - 135,0 m) zastupljeni su sivi, tamnosivi do smeđi, slojeviti (0,20 - 0,60 m) i bankoviti (0,6-1,50 m) krečnjaci tipa: skeletno - peloidni wackestone - packstone (W - P), foraminiferski packstone (P) i skeletno - peloidni grainstone (G), ređe slojeviti sitnokristalasti dolomikriti. Karbonatni sedimenti tipa wackestone (W) i skeletno - peloidni

packestone (P) su manje ili više dolomitisani (kasnodijagenetska dolomitizacija). Takođe, pojedini sedimenti ovog intervala su slabije ili intezivnije bituminozni, pri čemu se bitumija javlja duž sitnih prslina i pukotina u vidu tankih lamina.

Nastavak profila (135 - 279 m) koji obuhvata gornji dio cenozone "Pseudocyclammina sphaeroidea" izgrađuju slojeviti (0,20 - 0,60 m), bankoviti (0,60 - 1,60 m) i znatno ređe bankoviti i masivni (do 2,50 m) krečnjaci tipa mudstone (M) i skeletni wackestone (W), skeletno - peloidni packstone (P) i skeletno - peloidni grainstone (G) sa foraminiferama u naizmjeničnoj smjeni. Kao i prethodni, i ovi sedimenti su slabije ili intezivnije dolomitisani u nekoliko nivoa. Dolomitizacija je kasnodijagenetska, a ispoljava se prisustvo romboedarskih kristala dolomita.



Slika 5.6 i 5.7: Bioklastični krečnjaci tipa packestone (P) sa *Pseudocyclammina sphaeroidea* i *Cuneolina* sp. (lijevo) i krečnjaci tipa wackestone - packestone (W - P) sa *Pseudocyclammina massiliensis*

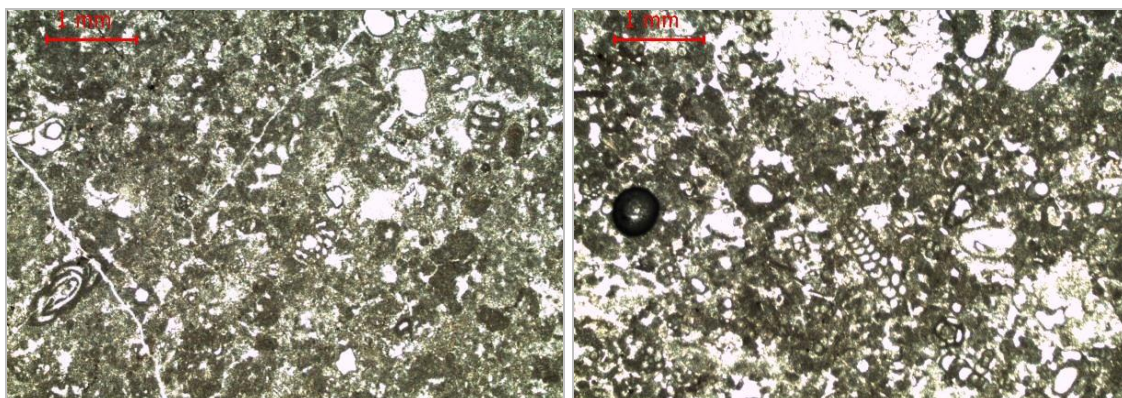
U sparikalcijskom i dijelom mikrosparitskom matriksu od neskeletnih čestica nalaze se peloidi i ređi intraklasti mikritske građe, kao i peleti i peletoidi. Mjestimično se uočavaju i raspršena nepravilna "sočiva" tamno smeđeg silta koja ukazuju na izronjavanje u supratidal. Vrlo rijetko se u mikritskom matriksu javljaju i plastiklasti ("mud pebles") tamnosive boje.

5.1.2.2. Biostratigrafske karakteristike i starost

Karbonatne naslage ovog formacionog tipa izgrađuju skeletno - peloidni wackestone - packstone (W - P), foraminiferski packstone (P), skeletno - peloidni grainstone (G), mudstone (M) i skeletni wackestone (W) uz učešće dolomikrita i kasnodijagenetskih dolomita.

U krečnjacima su od makrofosila, konstatovani bioklastlasti i cijele ljuštore rudista (radiolitesa), bioklasti skeleta i bodlji ehinida, kao i rijetki sitni gastropodi.

Od bentoskih foraminifera konstatovani su sledeći rodovi i vrste: *Miliolidae gen. ind.*, *Vidalina radoicicae Chershi&Schroeder*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, *Cuneolina sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Gavalinella sp.*, *Minouxia lobata Gend.*, *Nezzazatinella ("Valvulammina") picardi (Henson)*, *Dicyclina schlumbergeri Mun.-Chalm.*, *Biconcava bentori Hamaoui&Saint-Marc*, *Pseudocyclammina massiliensis Maync*, *Pseudocyclammina sphaeroidea Gend.*, *Bolivinopsis sp.*, *Rotalia trochidiformis (Lam.)*, *Scandonea samnitica De Castro*, *Accordiella conica Farin.*, *Pseudonummoloculina heimi (Bonet)*, *Pseudolituonella reicheli Marie*, *Chrysalidina gradata d'Orbigny*, *Pseudolituonella mariae Gend*, *Idalina antiqua Mun.-Chalm.*, *Quinqueloculina sp.*



Slika 5.8 i 5.9: Krečnjaci tipa wackestone - packstone (W - P) sa miliolidama i *Vidalina radoicicae* (lijevo) i wackestone - packstone (W - P) sa *Biconcava bentori* i tekstularijama (desno)

Takođe, u ovim sedimentima konstatovani su i česti oblici grupe "incertae sedis", *Aeolisaccus kotori* **Radoičić**, alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (**Rain.**), ređe *Lithophyllum* cf. *amphiroeformis* **Rothp.**, i ređe ljušturice ostrakoda.

Navedena asocijacija mikrofosila ukazuje da naslage ovog formacionog tipa karbonatnih sirovina u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno gornjem koniaku i donjem santonu, cenozona *Pseudocyclamina sphaeroidea* **Gend.** (Mirković, 1994).

Uslovi stvaranja i sredine stvaranja

Karbonatni sedimenti ovog formacionog tipa taloženi su u području karbonatne platforme u šelfnim lagunama ograničene FZ - 8, standardna mikrofacija SMF - 19 i otvorene cirkulacije FZ - 7, standardne mikrofacije SMF - 16,18.

Krečnjačke naslage karbonatnih sirovina ovog formacionog tipa genetski su vezani jednim dijelom (donji dio stuba) za zaštićene platformne plićake i plimne ravnice uključujući najpliće potplimske (subtidal) i plimske sredine (intertidal), plimne ravnice (tidal flat) i lagune sa ograničenom cirkulacijom vode i visokim salinitetom, sa bogatom fosilnom zajednicom ali ograničenog broja vrsta. Ove sredine su pogodne za stvaranje velikih količina karbonatnog mulja, odnosno krečnjaka tipa mudstone i wackestone (M i W) sa peletima i algalnim stromatolitima, a u plimnim kanalima krečnjaka tipa packstone i grainstone (P i G) sa mjestimično izraženom kosom slojevitošću. Osim ovih, u građi ovog formacionog tipa učestvuju i laminirani stromatolitski wackestone (W) i skeletno -peloidni packstone (P). U mikritskom matriksu krečnjaka ovog formacionog tipa mjestimično se uočavaju sparitske šupljine ili fenestre ispunjene spariklakitom i česti peloidi.

Stromatoliti su organske karbonatne stijene nastale hvatanjem, vezivanjem ili izlučivanjem sedimenata aktivnošću mikroorganizama, prije svega cijanobakterija, odnosno to su laminirane karbonatne stijene nastale hvatanjem i/ili izlučivanjem karbonatnog taloga na livade cijanobakterija. Često se nazivaju i cijanobakterijske livade ili algalne livade. Kada dođe do truljenja

algarnih livada usled prekrivanja karbonatnim talogom stvaraju se fenestre ili "šupljine ptičjeg oka" koje se postupno ispunjavaju cementom.

U gornjem dijelu stuba ovog formacionog tipa krečnjaka, razvijeni su sedimenti vezani za otvorenu platformu sa lagunama i plićacima koje karakteriše nešto jača cirkulacija vode i gdje postoji stalna komunikacija sa otvorenim morem. Dubina vode iznosi od nekoliko do 10-ak m, sa normalnim salinitetom, što prouzokuje stvaranje različitih strukturnih tipova krečnjaka mudstone, wackestone, packstone i grainstone (M, W, P, G), sa vrlo bogatom fosilnom faunom. U okviru ovih sedimentnih naslaga javljaju se i rudistne kokine ili mikrokokine.

Takođe, značajno je i prisustvo kasnodijagenetskih dolomita i dolomitičnih krečnjaka, a mjestimično se javljaju i bituminozni krečnjaci, što kamenu ovog formacionog tipa daje sivu do tamnosivu boju.

Bituminoznost je takođe, jedna od prepoznatljivih karakteristika karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa krečnjaka. Finodispergovana bituminozna materija se javlja u mikroporama i mikropukotinama, i ukazuje na promjenjivi intezitet migracije ugljovodonika koje su bile kontinuirane tokom gornje krede. Prilikom lomljenja i obrade krečnjaka u pojedinim naslagama ovog formacionog tipa, oslobađa se veoma jak i karakterističan miris.

5.1.3. Formacioni tip foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa "Klikovače"

Ovaj formacioni tip karbonatnih stijena je nazvan po istoimenom ležištu arhitektonsko - građevinskog kamena "Klikovače", koje se nalazi na karstnom platou Buržine, u mjestu Klikovače, nedaleko od Spuža. Na ovom ležištu je karakterističan razvoj naslaga ovog formacionog tipa, gdje su u prošlosti više decenija eksploatisani komercijalni blokovi arhitektonsko - građevinskog kamena.

U okviru rudnog reona Bjelopavlića taj formacioni tip ima najveće rasprostranjenje, i konstatovan je na području Daljma, Klikovače, Bandića, Novog sela, Podkule, Međice, Vučice, širem području Slapa, Petrića, na

padinama Malog i Velikog Garča, Pješivačkom dolu, i mnogim drugim mjestima. Karbonatne naslage ovog formacionog tipa konstatovane su i na području Donjih Rsojevića, gdje su otkriveni u jezgru antiklinale, i predstavljaju najstarije sedimente na ovom prostoru.

Uprkos velikom broju određenih vrsta i rodova bentonskih foraminifera i drugih fosilnih ostataka u formaciji Klikovače, malo je onih na osnovu kojih je mogla biti preciznije određena njena starost. Iz tog razloga sedimenti ovog formacionog tipa su određeni kao gornji santon - donji kampan.



Foto 5-1: Bankoviti foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa Klikovače sa jasnom granicom između krečnjaka tipa "fiorito" sa lumakelama rudista (doni dio banka) i krečnjaka tipa "unito" bez lumakela rudista (gornji dio banka)

Prema podacima biostratigrafskih ispitivanja krečnjaka iz ležišta Klikovače, stratigrafski značajnija mikrofauna nije konstatovana. Ovi krečnjaci, prema stratigrafskom položaju u odnosu na druge krečnjake rudnog reona Bjelopavlića, najvjerovatnije pripadju gornjem dijelu santona i donjem

kampanu (zona sa *Hippurites athenensis*), što je saglasno i sa nekim ranijim ispitivanjima rudistne faune ležišta Klikovače.

Prikazani redosled karbonatnih naslaga sastavljen je od podataka dobijenih prilikom snimanja litostratigrafskog geološkog stuba Tološi - Mareza - Daljam - Klikovače, više detaljnih geoloških stubova Podkula - Slatina, Međice - Lubovo, Vučica - Taraš, Matica - Sađavac, Petrići, prilikom snimanja detaljnih geoloških stubova na ležištima arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače, Suk, Sađavac i pojavama Pješivački do i Mali Garač, kao i prilikom izrade geološke karte 1:10 000 rudnog reona Bjelopavlića.

Debljina naslaga ovog formacionog tipa je veoma različita i kreće se od 50 m do 378 m.

Sedimentološke karakteristike

Sedimentne naslage ovog formacionog tipa karbonata u donjem dijelu stuba (0,0 -186,0 m) predstavljene su sledećim litološkim članovima: svijetlosmeđim, smeđim i svijetlosivim, slojevitim (0,30 - 0,50 m) i bankovitim (0,6 - 1,80 m) krečnjacima tipa wackestone (W), skeletno - peloidni packstone (P) i foraminiferski packstone (P) koji se javljaju u naizmjeničnoj smjeni, dok se podređeno javljaju i foraminiferski grainstone (G). Sedimenti ovog intervala su slabije ili intezivnije dolomitisani, a dolomitizacija je kasno dijagenetska.

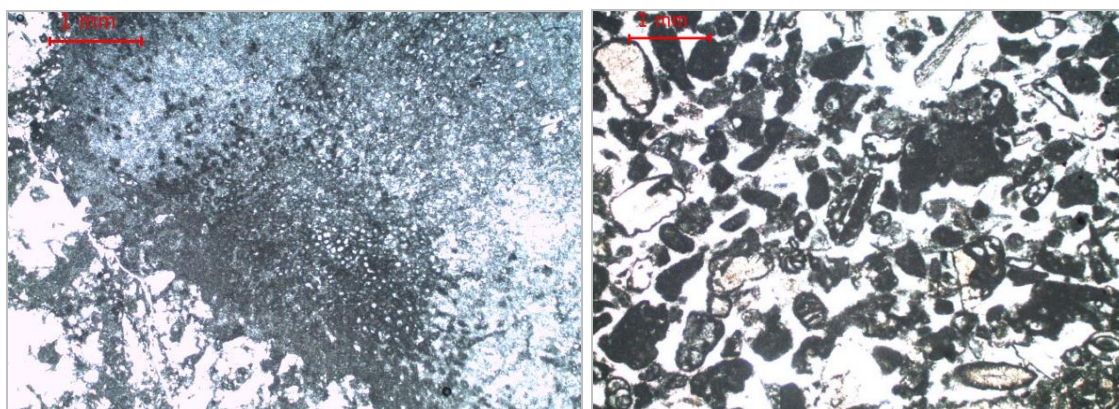
U okviru ovog paketa sedimenata razvijeni su krečnjaci koji se javljaju u ležištu tehničko - građevinskog kamena Sađavac kod Danilovgrada.

U nastavku profila u intervalu (186,0 - 264,0 m) javlja se paket svijetlosmeđih bioklastičnih wackestone - packstone (W - P), skeletno - peloidni packstone (P) u naizmjeničnoj smjeni. Mjestimično, ali rijetko javljaju se i krečnjaci strukturnog tipa floatstone (Fl) i rudstone (Ru).

Gornji, odnosno završni dio profila cenozone "*Keramosphaerina tergestina*" (gornji santon - donji kampan, (264,0 - 378 m) izgrađuju, smeđi i tamnosmeđi bankoviti i debelobankoviti (1,0 - 2,0 m) i masivni (2,0 - 3,0 m), skeletni wackestone - packstone (W - P), bioklastični packstone (P), skeletno - peloidni

packstone (P), ređe foraminifersko - peloidni grainstone (G), rudistni floatstone (Fl), rudistni rudstone (Ru) i rudistne biostrome.

Sedimenti ovog paketa odgovaraju krečnjacima ležišta Klikovača i dijelom ležišta Suk.



Slika 5.10 i 5.11: Krečnjaci tip packstone (P) sa *Keramosphaerina tergestina* (lijevo) i grainstone G (desno)

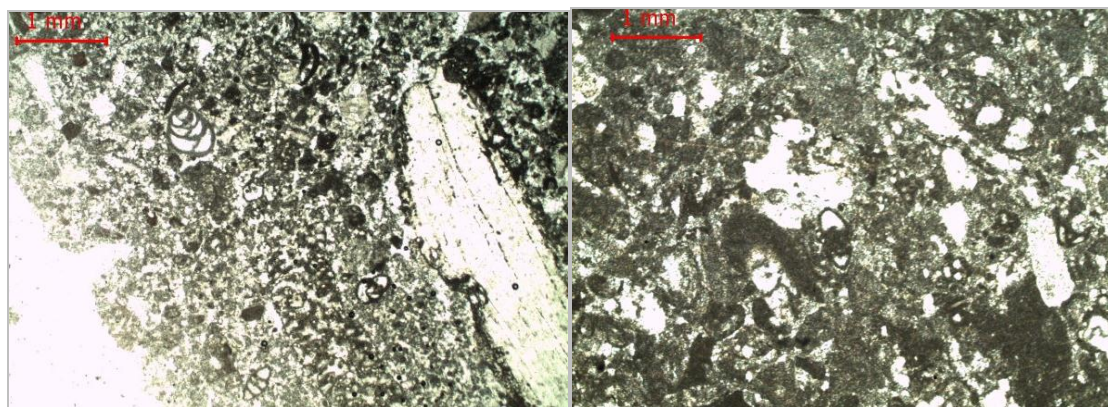
Krečnjaci u mikritskom a dijelom i sparikalcitskom matriksu od neskeletnih čestica sadrže česte peloidne, rijetke plastiklase ("mud pebles") tamnosive boje, pelete i peletoidne, vrlo rijetko onkoide, a mjestimično romboedraske kristale dolomita.

Biostratigrafske karakteristike i starost

Karbonatne naslage ovog formacionog tipa izgrađuju wackestone (W), bioklastični wackestone - packstone (W - P), skeletno - peloidni packstone (P), bioklastični packstone (P), foraminiferski packstone (P), ređe foraminifersko - peloidni grainstone (G), rudistni floatstone (Fl), rudistni rudstone (Ru) i rudistne biostrome.

U ovim sedimentima od makrofosila konstatovani su bioklasti ljuštura rudista i skeleta ehinida rudistnih i arenitskih dimenzija, takih ljušturica bivalvia, vrlo česte ljušture rudista - radiolitesa i Sauvagesia, kao i *Hippurites (Vaccinites) giganteus d'Hom.-Firm* kada grade biostrome.

Od mikrofosila sadrže česte bentonske foraminifere: *Miliolidae gen. ind.*, *Moncharmontia apenninica* (De Castro), *Minouxia lobata* Gend., *Dicyclina schlumbergeri* Mun.-Chalm., *Pseudocyclamina sphaeroidea* Gend., *Rotorbinella scarsellai* Torre, *Pararotalia tuberculifera* (Reuss), *Scandonea mediterranea* De Castro, *Pseudonummoloculina heimi* (Bonet), *Rotalia trochidiformis* (Lam.), *Raadshoovenia salentina* (Papett & Tedesci), *Retiticolinella reicheli* (Cuwill. et al.), a u završnim intervalima i *Keramosphaerina tergestina* (Stache), *Orbitoides hottingeri* Hinte, *Nummofalotia apula* Lup. Sinni.



Slika 5.12 i 5.13: Krečnjaci tipa foraminifreski grainstone (G) sa *Minouxia lobata* Gend., *Dicyclina schlumbergeri* Mun.-Chalm. (lijevo) i packstone (P) sa *Moncharmontia apenninica* De Castro (desno)

Sadrže i česte ljušturice ostrakoda, i česte oblike grupe "incertae sedis" *Aeolisaccus kotori* Radoičić, rijetke individualne korale, alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Rain.), *Archaeolithothamnium sp.*, vrlo rijetko *Bacinella irregularis* Rad. i *Parachaetetes asvapati* Pia, kao i rijetke planktonske čestice *Pithonella ovalis* (Kauf.) Za završne djelove ovog formacionog tipa karakteristični su i ostaci ljuštura hipurita, česti bioklasti ljuštura ruditnih, arenitskih i alevritskih dimenzija, kao i ljuštura skeleta i bodlji ehinida.

Navedena asocijacija mikrofosila ukazuje da naslage ovog formacionog tipa karbonatnih sirovina u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno gornjem santonu i donjem kampanu (Mirković, 1993; 1994).

Uslovi stvaranja 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 jednim dijelom u šelfnim lagunama otvorene cirkulacije (FP - 7), a jednim dijelom su vezani organogene grebene (sprudove). Na ovom dijelu karbonatne platforme razvijene su brojne mikrofacije kao rezultat bujne biogene aktivnosti skeletotvoraca.

U ovoj sredini stvaraju se različiti strukturni tipovi krečnjaka koji redovno sadrže bioklaste i odlomke rudista, cijele, krupne i sitne foraminifere, po kojima je ovaj formacioni tip i dobio ime, zatim česte pelete, intraklaste i rijetko onkoide. Zavisno od dominacije navedenih alohema, vršena je i odredba vrste krečnjaka. Usamljeni, a krupni rudisti u pojedinim tipovima karbonata mogu dostići veličinu i do 30 cm (*Hippurites giganteus*).

Međutim, prisustvo različitih tipova krečnjaka, rudistnih biostroma (mali sprudovi), stalno razaranje i premještanje odlomaka rudista i obrazovanje rudistnih kokinita i mikrokokinita (SMF - 12), ukazuje na stalan organski ambijent. Rudisni kokiniti i mikrokokiniti se javljaju obično kao bočne facije biostroma, i sastavljeni su od loše sortiranih bioklasta rudista, i sitnog organskog i/ili mikritskog matriksa.

Ponovno pretaložavanje taloga zajedno sa finim mikritskim muljem vrši se u mirnoj sredini, u kojoj se brzim zaravnjivanjem dna, stvaraju uslovi za nove rudistne biostrome (SMF 7). Osim ovih, često je prisustvo krečnjaka mikritske osnove strukturnog tipa wackestone-packestone (W - P), koji sadrže cijele ljuštare rudista uronjene u mikritsku osnovu (SMF - 9), kao i foraminifersko - algalni grainstone (G) i sa brojnim ostacima foraminifera, skeletnih zrna (algi) i rijetkih drugih bioklasta (SMF - 18).

U ležištu Klikovače utvrđeno je postojanje dvije osnovne grupe sedimenata: krečnjaka tipa "fiorito", odnosno krečnjaka sa krupnim ili sitnijim fosilnim ostacima prvenstveno rudista i krečnjaka tipa "unito" pod kojima se

podrazumijevaju krečnjaci bez makrofosilnih ostataka. U okviru ove dvije grupe stijena javlja se više tipova sedimenata, a granice među njima su postupne i tipa su litaža.

Među dijagenetskim procesima u sedimentima ove rudne formacije najznačajniji su procesi dolomitizacije, mikritizacije i dijelom cementacije.

Dolomitizacija je kasnodijagenetska, zastupljenija u početnim intervalima ovog formacionog tipa, intezivna je samo duž gornjih površina banaka, sa nejasnom i nepravilnom granicom prema okolnim krečnjacima. U završnim intervalima ovog formacionog tipa nema kasnodijagenetske dolomitizacije.

Mikritizacija predstavlja sledeći bitan dijagenetski proces koji je relativno često zastupljen u gornjim nivoima ovog formacionog tipa (u ležištu Klikovače). Predstavlja ranodijagenetski proces, kojim se primarna građa i struktura pojedinih alohema (strukturnih sastojaka), posebno bioklasta, skeleta i ooida, mijenja u jednoličnu mikritnu ili kriptokristalastu masu bez vidljive unutrašnje građe (uništava se primarna građa alohema). Pri mikritizaciji veoma bitnu ulogu imaju alge, gljivice i bakterije koje nastanjuju površine zrna i buše svoju podlogu (bušaći organizmi). One buše površinski dio zrna koji im služi za rast, u obliku tankih cjevastih bušotnica orjentisanih vertikalno ili subvertikalno na površinu zrna. Nakon uginuća i truljenja organizama, ove bušotnice se ispunjavaju kriptokristalastom masom ili mikritnom masom bogatom organskom materijom. Mikritizacija je naročito značajna i odigrava se u zaštićenim morskim plićacima i lagunama, gdje postoje povoljni uslovi za razvoj endolitnih algi, gljivica i bakterija.

Cementacija kao dijagenetski proces od rasutog, trošnog taloga dovodi do međusobnog povezivanja, odnosno cementacije primarnih strukturnih sastojaka i stvaranja čvrste stijene, krečnjaka. Ona obuhvata procese izlučivanja mineralne materije različitog sastava - aragonitskog, kalcitskog i Mg-kalcitskog cementa u pore krečnjačkog taloga.

5.1.4. Formacioni tip rekristalisali krečnjaci tipa "Slatina" (Kriva ploča)

Ovaj formacioni tip karbonatnih stijena je nazvan po istoimenom ležištu arhitektonsko - građevinskog kamena "Slatina", koje se nalazi u mjestu 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. U okviru rudnog reona Bjelopavlića ovaj formacioni tip se u kontinuitetu nastavlja na prethodni formacioni tip "Klikovače", sa postepenim međusobnim prelazom, uglavnom u sjeveroistočnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića, na području Kalezića, Rajčevog dola, Lubova, Krive ploče, južnim 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.

Kao i kod prethodnog formacionog tipa, uprkos velikom broju određenih vrsta i rodova različitih fosilnih ostataka, malo je onih na osnovu kojih je mogla biti preciznije određena njena starost, zbog čega su sedimenti ovog formacionog tipa određeni kao gornji santon - donji kampan. Međutim, i pored toga ovi sedimenti se na terenu lako razlikuju od prethodno opisanih sedimenata formacionog tipa Klikovače, u pogledu načina pojavljivanja i boji, zbog čega su posebno izdvojeni.

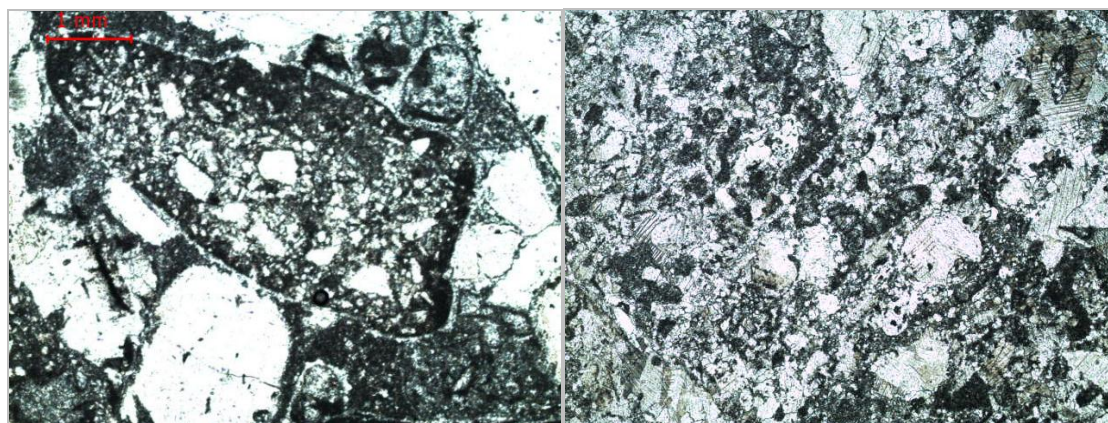
Prikazani redosled karbonatnih naslaga sastavljen je od podataka dobijenih prilikom snimanja detaljnih geoloških stubova Podkula - Slatina, Međice - Lubovo, Vučica - Taraš i Veliki Šanac - Velje brdo, prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba na ležištu arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina (Kriva ploča), kao i na osnovu podataka geološke karte rudnog reona Bjelopavlića 1:10 000.

Debljina naslaga ovog formacionog tipa se, na osnovu podataka dobijenih prilikom snimanja detaljnih geoloških stubova i izrade geološke karte 1:10 000 kreće od 25 do 75 m.

Sedimentološke karakteristike

U sedimentnim naslagama ovog formacionog tipa zastupljeni su svijetlosmeđi do bjeličasti, bankoviti (1,20 - 2,0 m) i masivni (2,00 - 3,50m) krečnjaci tipa wackestone (W), bioklastični packstone (P), skeletno - peloidni packstone (P) i rudistni floatstone (Fl) u naizmjeničnoj smjeni, a samo mjestimično se javljaju i krečnjaci tipa rudstone (Ru). Krečnjaci su veoma često rekristalisali, sa ostacima cijelih ljuštura radiolitesa i hipuritesa. Bioklastični wackestone - packstone (W - P) i skeletno - peloidni packstone (P) se ispoljavaju kao samostalni slojevi a često čine i matriks u floatstonima (Fl).

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.



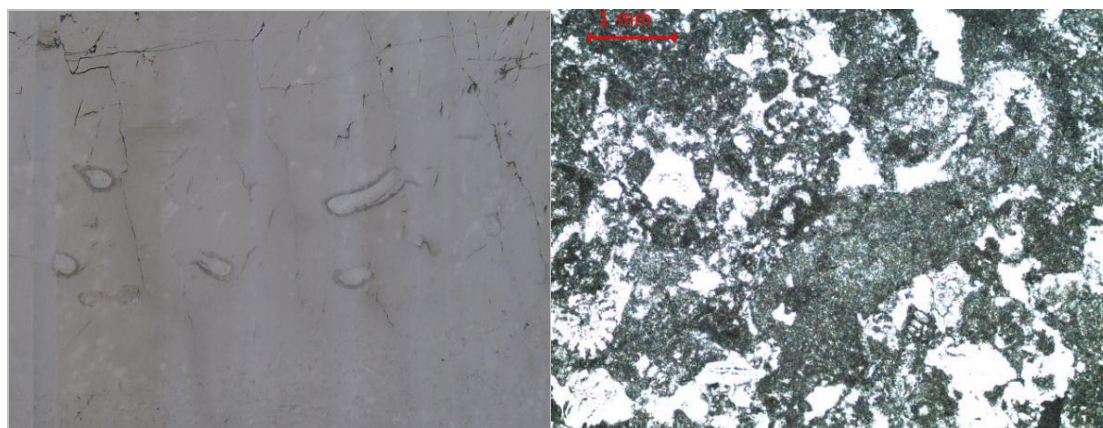
Slika 5.14 i 5.15: Rekristalisali floatstone (lijevo) i bioklastični packstone (desno)

Biostratigrafske karakteristike i starost

Za sedimente ovog formacionog tipa karakteristično je da se u njima veoma često nalaze ostaci cijelih ljuštura radiolitesa i hipuritesa: *Hippurites* (*Vaccinites*)

taburni *Goiscardi*, *Hippurites* (*Vaccinites*) *atheniensis* *Ktenas* i *Hippurites* (*Vaccinites*) *cornuvaccinum* *Bronn*. U istom nivou u ležištu arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina (Kriva Ploča) pronađeni su ostaci ljuštura *Hippurites* (*Vaccinites*) *atheniensis* *Ktenas* i *Sauvagesia tenoicostata* *Polšak*, koji se javljaju u gornjem santonu i donjem kampanu. U krečnjacima ovog formacionog tipa, od skeletnih čestica pored čestica bioklasta ljuštura rudista i skeleta i bodlji ehinida sadrže i ostatke bentonskih foraminifera: *Nummofalotia apula* *Lup. Sinni.*, *Moncharmontia apenninica* (*De Castro*), *Miliolidae* gen. ind., *Minouxia lobata* *Gend.*, *Scandonea mediterranea* *De Castro*, *Pararotalia tuberculifera* (*Reuss*), *Rotalia trochidiformis* (*Lam.*), *Rotorbinella scarsellai* *Torre*, *Orbitoides hottingeri* *Hinte*, kao i česte alge *Thaumatoporella parvoovesiculifera* (*Rain.*) i *Salpingoporella* cf. *donatae* *Sokač*.

Navedena asocijacija mikrofosila ukazuje da naslage ovog formacionog tipa karbonatnih sirovina u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjoj kredi, odnosno gornjem santonu i donjem kampanu (Mirković, 1993; 1994).



Slika 5.16 i 5.17: Rekrystalisali krečnjaci sa krupnim hipuritima u ležištu Slatina (lijevo) i bioklastični packstone (P) sa *Salpingoporella* cf. *donatae* *Sokač* i fragmentima bentoskih foraminifera (*desno*)

Uslovi stvaranja 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 wackestone (W) i peloidni packstone (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.

5.1.5. Formacioni tip sprudni i subsprudni krečnjaci tipa "Maljat"

Karbonatne naslage koje slijede preko prethodno opisanih sedimenata pripadaju formacionom tipu Maljat, koji je dobio ime po istoimenom, najvećem ležištu arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena u okviru rudnog reona Bjelopavlića. Sedimenti ovog formacionog tipa krečnjaka nemaju veliko rasprostranjenje u okviru rudnog reona Bjelopavlića, a otkriveni su na padinama brda Hum, na području Bara Šumanovića, Lupoglava, Vinića,

Gornjih Rsojevića i na području brda Maljat. U okviru ovog formacionog tipa krečnjaka nalaze se poznata ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Maljat, Vinići, Radujev krš iz koji se više decenija eksploatišu svjetski poznati varijeteti ukrasnog kamena, kao i pojave ukrasnog kamena: Lupoglav, Hum i Mišev do.

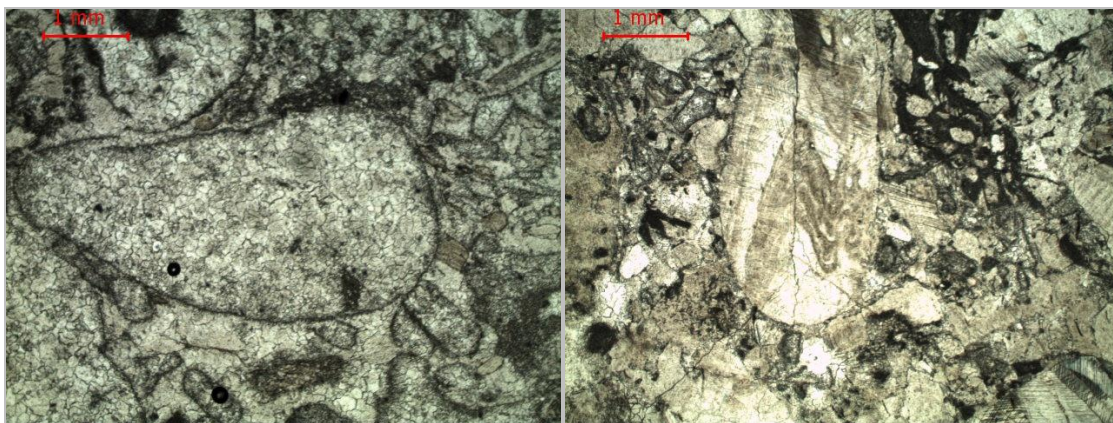
Prikazani redosled karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa dat je na osnovu podataka dobijenih prilikom snimanja detaljnih geoloških profila Slap - Vinići, i stubova na ležištima Vinići, Maljat i Radujev krš. Debljina karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa iznosi od 50 do 100 m.

Sedimentološke karakteristike

Preko prethodno opisane grupe stijena formacionog tipa Slatina u stubu, zastupljeni su kampanski karbonatni sedimenti. Prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba od željezničke stanice Slap do mjesta Vinići, detaljnih geoloških stubova na ležištima Maljat, Vinići i Radujev krš, kao i prilikom izrade geološke karte rudnog reona Bjelopavlića, konstatovano je, da u geološkoj građi ovog formacionog tipa, učestvuju svijetlo smeđi do potpuno bijeli, bankoviti, debelobankoviti (1,50 - 2,0 m) i masivni (2,0 - 4,0 m) foraminiferski wackestone (W), bioklastični wackestone (W), rudistni floatstone (Fl), rudistni rudstone (Ru), rudistne biostrome uskog bočnog prostiranja i ređe bioklastični krečnjaci tipa packstone (foraminiferski i rudistni), koji se ređe javljaju kao pojedinačni banci, već uglavnom kao matriks u krečnjacima tipa floatstone (Fl). U građi krečnjaka najvećim dijelom učestvuju bioklasti ljuštura rudista koji su uglavni, poluzaobljeni i vrlo rijetko zaobljeni.

Uglavnom se radi o zasprudnim i sprudnim krečnjacima, kao i pjeskovima sprudova, gdje se u početku ovog formacionog tipa još uvijek osjeća slabi hemipelaški uticaj, koji u sredini i pri kraju sedimentnih naslaga ovog formacionog tipa potpuno izostaje. U finom mikritskom matriksu uočava se sitno trunje nepoznatog porijekla, manje ili više zastupljeni arenitski ili alevrolitski odlomci rudista, kao i brojni ostaci organskih čestica.

Početni i završni paket ovog formacionog tipa karbonatnih sedimenata grade sparitski bioklastični krečnjaci tipa grainstone (G) i manje rudstone (Ru), naročito u početku, kada krupni varijeteti brzo prelaze u arenitske tipove, ponekad čak i unutar banaka. Ovi krečnjaci su svijetlosmeđe do bijele boje, sa slabom nijansom žute boje (pojedini tamniji klasti). Karakterističana je unutrašnji raspored bioklasta, kada banci krečnjaka pokazuju jasnu ili grubu gradaciju, laminaciju, a katkad početkom ili krajem banka imbrikaciju (gruba orijentacija krupnih ovalnih klasta), i gotovo redovno od sredine ili pri kraju banka kosu slojevitost.



Slika 5.18 i 5.19: Rudistni grainstone G (rekristalisali bioklasti - lijevo) i packstone (P) sa bioklastima rudista (desno)

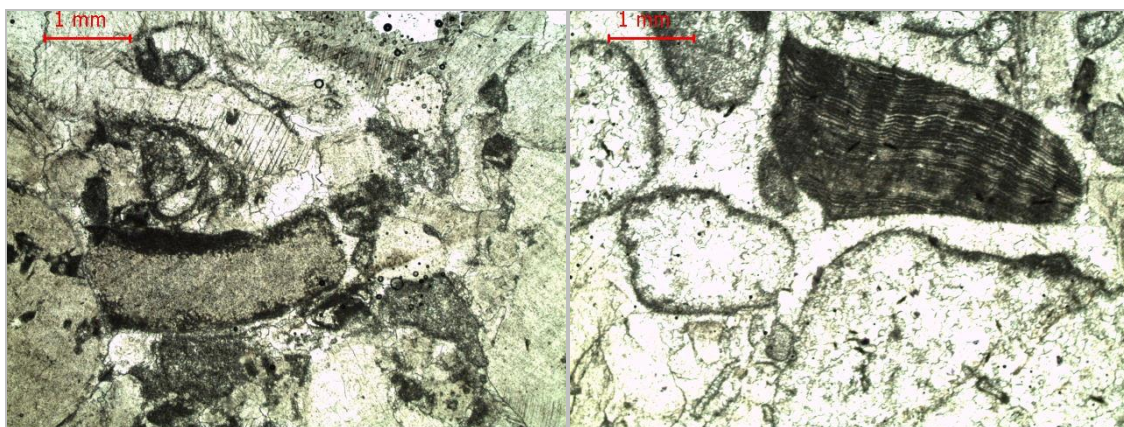
Takođe, u krečnjacim se često uočava osim brojnih organskih čestica, uglavnom uglastih i poluzaoobljenih klasta rudista, i ređe prisustvo peleta, intraklasta, kortoida i litoklasta.

Sastav klasta, zaobljenost, veliki stepen ispranosti, ukazuje o taloženju ovih karbonata na uzdignutom dijelu karbonatne platforme, sa stalnom pokretljivošću vode. Ravna oblast, kao i padina sa velikim nagomilanjem čestica, bila je pod stalnim uticajem plima, talasa i podvodnih struja. Ovake stalne izmjene rezultirale su pojavom kose slojevitošću, kao najmarkantnijom osobinom sprudnih pijeskova.

Biostratigrafske karakteristike i starost

Od makrofosila u sedimentima ovog formacionog tipa skoro u svim bancima je karakteristično prisustvo uglastih, poluzaobljenih i ređe zaobljenih bioklasta ljuštura rudista, dok se rudistne biostrome ispoljavaju u vidu sočiva malih dimenzija. Pored rudista javljaju se i bioklasti skeleta ehinida arenitskih dimenzija.

Od mikrofosila u sedimentima ovog formacionog tipa nalaze se rijetki ostaci bentoskih foraminifera: *Rotalia saxorum* d`Orbigny, *Orbitoides tissoti* (Schlum.), *Sulcoperculina* sp., *Minouxia lobata* Gend., alge: *Archaeolithothamnium* sp., kao i rijetke planktonske čestice: *Calcisphaera-e* i *Pithonella-e* (Ostojić, 2010).



Slika 5.20 i 5.21: Bioklastični grainstone (G) sa *Minouxia lobata* Gend. (lijevo) i bioklastični grainstone (G) sa *Archaeolithothamnium* sp. (desno).

Uslovi stvaranja i sredine stvaranja

Karbonatni sedimenti ovog formacionog tipa taloženi su na padini karbonatne platforme (FZ - 4). Materijal za njihovo obrazovanje potiče od razorenih rudistnih biostroma koje su se nalazile u blizini, na šta ukazuje veliki procenat uglastih fragmenata ili bioklasta ljuštura rudista.

Na padini karbonatne platforme vladaju veoma promjenjivi hidrodinamički i sedimentacioni uslovi koji prouzrokuju stvaranje krečnjaka sastavljenih od komponenti različite veličine i strukturno - teksturnih oblika. To su slojevi sitnozrnastih krečnjaka, bioklastični wackestone - packstone (W - P) i bioklastični floastone (Fl), nastali pretaložavanjem karbonatnog detritusa

stvaranog razaranjem organogenih grebena (sprudova) ili prigrebenskog detritusa iz facijalnog pojasa 5 (FZ - 5). Banci ovih krečnjaka su izazito svijetlosive do potpuno bijele boje, sa karakterističnim žutim nijansama.

U slojevima i bancima na širem području Vinića, Maljata i Radujevog krša javlja se: laminacija, imbikacija, gradacija, djelimično i kosa slojevitost, zaobljenost, kao i vrste klasta istog ili jako sličnog sastava i oblika. Pojedini krečnjaci strukturnog tipa grainstone (SMF - 5) sadrže uglaste ili dobrozaobljene klaste rudista, a uz njih ređe druge ostatke bodljokožaca i krinoida, kao i rijetke pelete, intraklaste i litoklaste. Na osnovu sastava jasno se mogu razlikovati najmanje dva izvora čestica. Jedne čestice su iz dijelom litifikovanih susjednih sredina i predstavljene su intraklastima, muljnim zrnima sa pitonelama i kalciferama, bioklastima sa bioturbacijama i mikritskim rubom, dok su druge čestice iz iste sredine znatno brojnije i predstavljene bioklastima rudistnih ljuštura, bentoskim foraminiferama, i dr.

U sedimentima ovog formacionog tipa nije uočeno prisustvo dolomitizacije, a od dijagenetskih procesa javljaju se mikritizacija usled bušačke aktivnosti organizama, i rijetko cementacija (gravitacioni cement). Takođe, u krečnjacima ove rudne formacije uočavaju se sparitske šupljine, geopetalne ispune i prisustvo internih sedimenata.

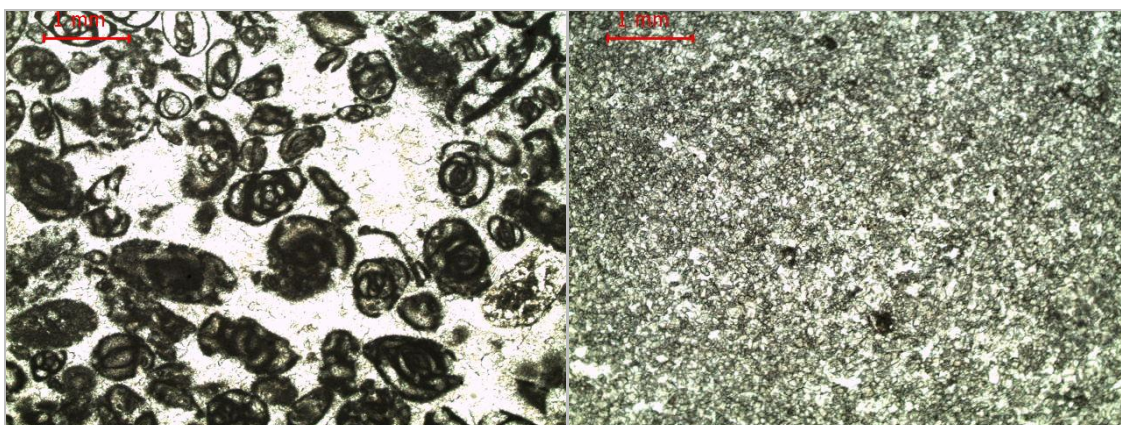
5.1.6. Formacioni tip bioklastični kristalasti krečnjaci tipa "Visočica"

Karbonate naslage formacije Visočica, koje slijede iznad kampanskih krečnjaka, su najmlađe gornjokredne naslage izdvojene u okviru rudnog reona Bjelopavlića, i imaju veoma malo rasprostranjenje. Međutim, odlikuju se brojnim specifičnostima u odnosu na gornjokredne naslage na ovom području, iz kog razlog su posebno izdvojene. Ovaj formacioni tip dobio je ime po istoimenom brdu i ležištu arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Visočica kod Spuža, gdje su, kao i na Spuškoj glavici, sedimenti ovog formacionog tipa veoma lijepo razvijeni. Na ležištu Visočica je i

snimljen detaljni geološki stub na osnovu kojeg je prikazan redosled i specifičnosti ovog formacionog tipa karbonata.

Sedimentološke karakteristike

Karbonatni sedimenti formacije Visočica, nalaze se u stubu preko kampanskih sedimenata formacije Maljat, a naviše ispod transgresivnih sedimenata paleogenog fliša. Predstavljani su svijetlosmeđim, svijetlosivožutim i uglavnom bijelim, bankovitim, debelobankovitim (1,20 - 2,0 m) i masivnim (2,0 - 6,0m) bioklastično - peletnim krečnjacima tipa grainstone - rudstone (G - Ru), wackestone (W) sa foraminiferama, packstone (P), bioklastično - intraklastičnim grainstone (G), floatstone (Fl), rudistnim rudstone (Ru), rijetko mudstone (M) i dolomitičnim krečnjacima i dolomitima (sitnokristalasti dolomit).



Slika 5.22 i 5.23: Foraminiferski grainstone (G) sa *Miliolidae* gen. ind. (lijevo) i sitnozrni dolomit (desno)

Dolomiti se javljaju podređeno i mogu se svrstati u dvije genetski različite vrste, od kojih su od posebnog značaja ranodijagenetski dolomiti, koji ukazuju na sredinu i uslove njihovog stvaranja. To su sitnokristalasti dolomiti sa kripto do mikrokristalastim dolomitskim mozaikom, ujednačene veličine kristala dolomita, sa ovalnim sparitskim šupljinama ispunjenim mozaičnim srednjekristalastim sparitom ("birdseye structures"). Takođe se javljaju svetlija polja srednje i sitnokristalastih dolomita pravilnih romboedarskih i polupravilnih kristala. Pojedini djelovi kalcitskog sastava manje ili više su

izmijenjeni i procesima kasnodijagenetske dolomitizacije. Dolomiti u cjelosti izgrađuju III paket sedimenata na profilu Visočica.

Krečnjaci po sastavu osnovnih sastojaka (peleti, pelitoidi, intraklasti, ekstraklasti - "*blackened pebbles*"), biogenih ostataka i nagomilanja, matriksa i cementa pripadaju plitkomarinskim sedimentima, i određeni su kao: sparitske aloheme stijene, aloheme stijene mikritske i mikrosparitske stijene.

Prvu grupu krečnjaka čine stijene sa sparitom oko gusto zbijenih raznovrsnih ili sličnih alohema arenitskih, alevrolitskih i ruditnih dimenzija su određeni kao: bioklastično - intraklastični grainstone (G), rudstone (Ru), foraminiferski grainstone (G).

Drugu grupu krečnjaka čine stijene sa skoro identičnim alohemima, ali sa mikritom kao dominantnim između osnovnih anorganskih i biogenih ostataka. Muljevita osnova je više ili manje izmijenjena rekristalizacijom u mikrosparit veličine zrna oko 0,015 mm. Zavisno od prisustva biogenih i anorganskih ostataka, ovi krečnjaci su određeni kao: skeletno - peloidni floatstone (Fl), rudistni floatstone (Fl), bioklastični packstone (P), wackestone (W) i veoma rijetko mudstone (M).

Dominiraju biogeni krečnjaci nastali akumulacijom skeleta organizama i to: bentoskih foraminifera, rudista, školjki i gastropoda. Ova biogena nagomilanja (biostrome i bioherme) stalno bivaju razarana, tako da se njihov materijal ponovo pretaložava u mirnim udubljenima u kojima mikrit nije odnešen oko alohema i fosila skeletotvoraca.

Takođe, za krečnjake ovog formacionog tipa karakteristična je i pojava imbrikacije, a pri kraju naslaga ovog formacionog tipa, duž erozione granice, i džepova i proslojaka crnog mikrita ("*black pebbles*"), soluciona udubljenja, mikrokarstna građa ispunjena vadoznim cementom, vadoidima i vadoznim siltom.

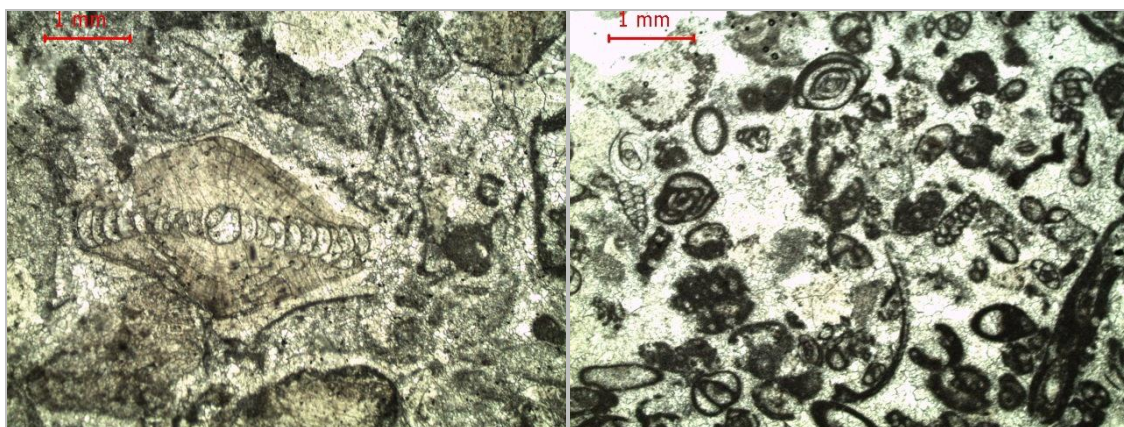
Krečnjaci pri kraju ovog formacionog tipa predstavljaju u stvari ritam oplićavanja koji je ograničen emerzionom površinom, tako da se javljaju razni

ekstraklasti, intraklasti, a pri samom kraju i crni klasti i različite forme mikrokarstne građe sa vadoznim ispunama, koje predstavljaju period oplićavanja i izranjanja dna iz vodene sredine.

Pojave nivoa sa stalnom izmjenom, ritmom, ograničenom emerzionom površinom, predstavlja pripremu kredne karbonatne platforme pred njeno potpuno izranjanje i cijepanje jedinstvene platforme i stvaranje dubokog rova, odnosno flišnog ambijenta.

Biostratigrafske karakteristike i starost

Od makrofosila, u karbonatnim sedimentima ovog formacionog tipa konstatovano je prisustvo čestih bioklasta ljuštura rudista i skeleta ehinidormata, a mjestimično se nalaze i cijele ljuštore rudista i radiolitida.



Slika 5.24 i 5.25: Bioklastični grainstone (G) sa *Orbitoides media* (lijevo) i foraminiferski grainstone (G) sa *miliolidae sp.* i *Idalina antiqua* (desno)

Od mikrofosila u sedimentima ovog formacionog tipa nalaze se česti ostaci bentoskih foraminifera: *Miliolidae gen. ind.*, *Orbitoides media d'Archiac*, *Orbitoides tissoti (Schlumberger)*, *Dicyclina schlumbergeri Mun.-Chalm.*, *Cuneolina sp.*, kao i ostaci drugih sitnih foraminifera tipa diskorbida, tekstularide, kao i kalcisfere. Mikrofosilna asocijacija ispitivanih sedimenata ukazuje na pripadnost gornjoj kredi, odnosno mastrihtu - donji mastriht (Ostojić, 2010).

Uslovi i sredine stvaranja

Karbonatni sedimenti ovog formacionog tipa taloženi su u zatvorenom šelfu - laguni (FZ - 7). Krajem kampana na području rudnog reona Bjelopavlića dolazi do jače diferencijacije karbonatne platforme, kojom je u oblasti Visočice stvoren potpuno zatvoreni šelf, odnosno laguna. U zatvorenom šelfu - laguni talože se plitkomarinski sedimenti u smjeni sa obodno marinskim talozima koji često i izranjaju iz vodene sredine. Iz tog razloga plitkomorski, odnosno lagunarni sedimenti predstavljeni su raznovrsnim sedimentima, uglavnom krečnjacima, a podređeno dolomitičnim krečnjacima i dolomitima.

Veći dio mikrofacija je vezan za one mikrofacije koje nastaju u mirnoj plitkovodnoj sredini ispod baze talasa: wackestone (W), packstone (P), floatstone (Fl) sa bioklastima, foraminiferama i rijetkim drugim klastima. Periodi veće energije vode obilježeni su sparitskim, alohemim stijenama tipa grainstone (G) i rudstone (Ru), u kojima je redovna pojava imbrikacija, gradacija i laminacija unutar slojeva i banaka. Foraminiferski grainstone (G) je dominantna mikrofacija ovog formacionog tipa. Mikrofacije tajdalne i supratajdalne sredine kao produkti emerziona faze, kao što su geopetalna ispuna pora i druge pojave nisu registrovani u drugim formacionim tipovima. Zaostatak (SMF - 14) predstavlja razne obrađene čestice podinskog očvrstlog karbonata i klaste alohtonih karbonata od kojih su najzačajnije crne breče. Krečnjaci tipa rudstone (Ru) i floatstone (Fl), SMF - 24 sa raznim bioklastima (intraformacijske breče) i ređe intraklastima, je facija vezana za eroziju morskog taloga. Nelaminirani mikriti i dolomikriti (SMF - 23) se veoma rijetko javljaju kao tanke do srednjeslojevite dobro stratifikovane stijene sive i tamnosive fino-zrne stijene. Krečnjaci tipa mudstone - wackestone (M - W), SMF 16 - 19 sa sparitskim okcima javljaju se sa prethodnom mikrofacijom. Ova okca su nepravilno raspoređena, ovalna sa bistrim mozaičnim kalcitom kao cementom, a javljaju se i tanki setovi jasne laminarne građe.

Pojava dobro stratifikovanih slojevitih ranodijagenetskih dolomita sa jasnim teksturnim svojstvima, ukazuje na nadplimsku i drugu submarinsku sredinu,

sa erozijom jako plitkog morskog taloga. Izdizanjem dna lagune, morski talog se veoma brzo isušuje i prelazi u svojim gornjim dijelovima u brečizirane i naknadno istaložene stijene, odnosno intraformacijske breče i ređe konglomerate. Intraformacijske breče i konglomerati su krupnozrni klastični sedimenti koji nastaju razaranjem i pretaložavanjem slabo ili nepotpuno litificiranog karbonatnog sedimenta, bez značajnijeg prenosa fragmenata i oblutaka unutar sedimentacionog prostora, odmah nakon razaranja sloja i nastanka klasta ili fragmenata u istoj stratigrafskoj jedinici. Nastanak ovih sedimenta obično je ograničen na užu sedimentacioni prostor, odnosno nemaju značajnije bočno i vertikalno rasprostranjenje, jer je njihov nastanak ograničen na vrlo određene uslove i sredine stvaranja. Najčešće nastaju tokom kratkotrajnih izronjavanja taloga iznad srednjeg nivoa osjeke, unutar periplimnih krečnjaka i ranodijagenetskih dolomita, kada predstavljaju dobre indikatore promjena uslova taloženja. Tipična teksturna osobina ovih isušanih muljeva su i "strukture ptičjeg oka" ("*birdseyes structures*").

Krečnjaci koji izgrađuju karbonatne naslage ovog formacionog tipa u osnovi pripadaju plitkomarinskim tipovima. Teksture unutar slojeva ukazuju na raspored i mehanizam transporta ovih sastojaka, kao i energiju vode. Krečnjaci sa sparitom oko gusto zbijenih raznovrsnih ili sličnih alohema arenitskih, alevrolitskih i ruditnih dimenzija, takođe predstavljaju plitkomarinske sedimente jače i stalne energije vode. Porijeklo sparita ukazuje na ove sredine stvaranja, a manjim dijelom je i nastao usled rekristalizacije u vremenu kratkih emerzionih faza, a posebno posle vremenski duge emerzije krajem gornjokredne platformne sedimentacije i produktima vadozne erozije, pri kraju intervala karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa, odnosno u neposrednoj podini paleogenog fliša: skeletne šupljine, geopetalne ispune, paleošupljine sa internim sedimentima i kontrakcione šupljine.

Takođe, na plitkovodnu sredinu ukazuju i pojave bušenja fragmenata ljuštura organizama i proces njihove mikritizacije, kao i pojave biogenog rastvaranja skeleta organizama i ispuna skeletnih i međuskeletnih praznih prostora.

Pojava crnih breča kao proslojaka, iskidanih slojeva duž erozionih površina ili džepova unutar plitkomarinskih taloga ukazuje ne samo na postojanje obalske bare-močvare nego i na eroziju organskom materijom obogaćenog taloga za vrijeme emerzije. Emerzija je obilježena plićim i dubljim solucionim udubljenima, korozionim šupljinama i drugim porama sa karakterističnim cementom submarinske i vadozne sredine. Od dijagenetskih procesa za sedimente ovog formacionog tipa krečnjaka karakteristični su procesi rano i kasnodijagenetske dolomitizacije, miktitizacija, rekristalizacija i procesi vezani za vadoznu zonu.

5.2. Rudna formacija gornjokredni pelaški karbonati

Karbonatne naslage ove rudne formacije krečnjaka pripadaju grupi karbonata čija je geneza vezana za dubokovodnu sredinu i pelaške sredine stvaranja. Ove sredine obuhvataju područja otvorenih mora gdje se vrši taloženje pelaških krečnjaka, koji se pretežno sastoje od skeleta ili fragmenata planktonskih ili organizama otvorenog mora, planktonskih foraminifera, pteropoda i kalcisfera, kao manjeg ili većeg udjela skeleta radiolarija i dijatomeja, i promjenjivog učešća materijala silikatnog sastava (rožnaca).

Osnovna karakteristika pelaških sredina stvaranja i pelaških krečnjaka na osnovu kojih se utvrđuje njihova pripadnost ovim sredinama jeste sadržaj flore i faune u njima. Pelaški krečnjaci sadrže uglavnom planktonske foraminifere, kokolite, pteropode, uz manje ili veće količine radiolarija. Glavni bentoski sastojci su krupne aglutinirane foraminifere, kao i ostaci nekih vrsta školjki.

U pelaškim sredinama stvaranja uz biogene sedimente karakteristična je pojava sedimentata silicijskog sastava, odnosno rožnaca. Na području rudnog reona Bjelopavlića na više mjesta u okviru pelaških i hemipelaških krečnjaka tipa "Jovanovići" sreću se mogle i manji proslojci rožnaca (na području Slapa, padinama brda Hum, Tarašu, Vinićima, Gornjim Rsojevićima i dr.)

Pelaški sedimenti se mogu podijeliti na: pelaške, hemipelaške i mješovite pelaško - hemipelaške sedimente (Berger, 1974).

U pelaške krečnjake se obično ubrajaju dubokovodni krečnjaci koji sadrže planktonsku fosilnu zajednicu, i koji su nastali kao posledica opšteg porasta nivoa mora, koje je u dinarskom kraškom pojasu najintezivnije bilo krajem cenomana i početkom turona, kao i od gornjeg turona - santona do donjeg kampana. Pelaški i hemipelaški krečnjaci koji se javljaju u okviru rudnog reona Bjelopavlića u stratigrafskom pogledu pripadaju donjem kampanu.

Uticao porasta nivoa mora nije bio jednak na svim djelovima karbonatne platforme usled različitih geoloških faktora, posebno tektonskih pokreta koji su doveli do dizanja ili spuštanja pojedinih djelova karbonatne platforme, rasijedanja i blagog ubiranja. Iz tog razloga na svim mjestima u isto geološko vrijeme dubokovodni krečnjaci nemaju istu debljinu i isti razvoj. Obično su ti krečnjaci taloženi u dubljim djelovima karbonatne platforme, nakon njenog potapanja, odnosno uspostavljanja sredina stvaranja "potopljene platforme".

5.2.1. Formacioni tip pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa "Jovanovići"

Karbonatne naslage formacionog tipa Jovanovići odlikuju se krečnjacima stukturnog tipa mudstone, ređe wackestone, odnosno krečnjacima tipa mikrita, koji su prekinuli plitkomorski režim sedimentacije na ovom području. Ovaj formacioni tip ima relativno veliko površinsko prostiranje. Dobio je naziv po istoimenom mjestu, gdje se nalazi i ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Jovanovići". Osim na ovom području, mikriti ovog formacionog tipa razvijeni su i na području Slapa, Donjih Rsojevića, Rove, Lalevića, Frutka, Slatine, Sretnje, Krive ploče, Krasovine i dugim mjestima. Veoma lijepo razviće ovi sedimenti imaju i na padinama brda Plato (344 mnm), kao i na jugozapadnim padinama brda Taraš (280 mnm), u mjestu Lalevići gdje se nalazi i pojava (ležište) arhitektonsko - građevinskog kamena Lalevići.

Prikazani redosled karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa dat je na osnovu podataka dobijenih prilikom snimanja više detaljnih geoloških profila Podkula - Slatina, Slap - Vinići i Vučica - Taraš, kao i prilikom izrade geološke karte

rudnog reona Bjelopavlića 1:10 000. Debljina karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa je promjenjiva i kreće se od 25 m do 160 m.

Po mikrofosilnoj asocijaciji i litološkom sastavu sedimenti formacije Jovanovići, odgovaraju formaciji Dol, odnosno mikritima i biomikritima tipa "Sivac" koji su konstatovani na ostrvu Brač (Gušić i Jelaska, 1990). Obzirom na rasprostranjenje i način pojavljivanja, sedimenti ovog formacionog tipa mogu predstavljati vrlo cijenjen tip krečnjaka kao arhitektonsko - građevinski kamen. Nažalost, u okviru rudnog reona Bjelopavlića, u okviru ovog formacionog tipa krečnjaka nema trenutno nijedno ležište u eksploataciji. Samo je na ležištu Jovanovići u ranijem periodu vršena probna eksploatacija blokova arhitektonsko - građevinskog kamena u manjem obimu.



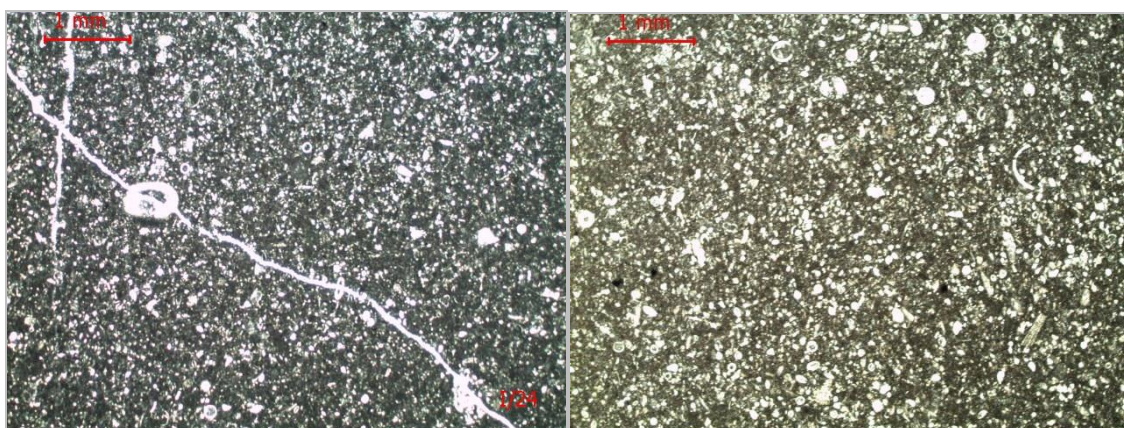
Foto 5-2 i 5-3: Bankoviti i masivni mikriti i biomikriti tipa Jovanovići (lijevo) i krečnjaci sa muglama rožnaca u okviru istih krečnjaka (desno)

Sedimentološke karakteristike

Geološka građa krečnjaka formacionog tipa Jovanovići je relativno jednostavna. Karbonatne naslage izgrađuju smeđi i smeđesivi, bankoviti, debelo bankoviti (1,0 - 2,0 m) i masivni i (2,0 - 4,0 m) krečnjaci tipa mudstone (M), mudstone - wackestone (M - W) i ređe wackestone (W), odnosno mikriti i biomikriti. Površine slojeva su planarne i stilolitske. Unutar banaka, često se uočava, u početnim djelovima naslaga ovog formacionog tipa, prisustvo stilolitskih šavova, koji su paralelni površinama slojevitosti ili su pod određenim uglom u odnosu na spoljnu (eksternu) slojevitost.

U formacionom tipu kečnjaka Jovanovići, osim pomenutih pelaških mudstona (M) odnosno mikrita u njenom gornjem dijelu nailazimo i na bioklastične (hemipelaške) krečnjake, koji su međusobno povezani i ukupno gledano predstavljaju glavno litološko obilježje ovog formacionog tipa (pelaški i hemipelaški mulj).

Sitni biogeni ostaci u ovim sedimentima se jako teško definišu makroskopski, tako da se rijetko krečnjaci definišu kao wackestone (W). Mikroskopskim ispitivanjima je potvrđeno da se radi o stijenama sa muljevitom osnovom. Mjestimično, ali konstantno na različitim mjestima u okviru rudnog reona Bjelopavlića, gdje su razvijeni sedimenti ovog formacionog tipa, nalaze se nodule i proslojci rožnaca i do decimetarskih veličina.



Slika 5.26 i 5.27: Krečnjaci tipa mudstone - wackestone (M - W) sa Pithonella ovalis (Kaufman) lijevo i mudstone (M) sa radiolarijama i spikulama sponjija (desno)

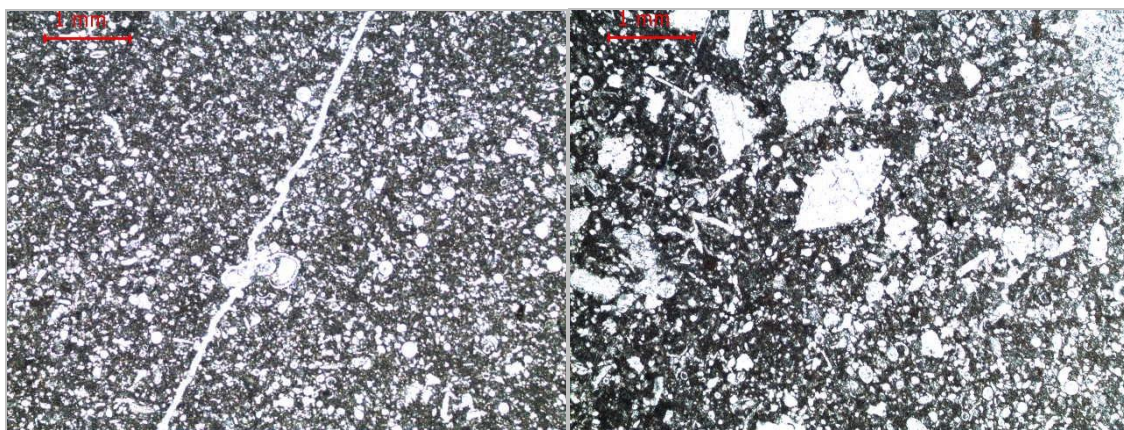
Sedimenti formacionog tipa Jovanovići, predstavljeni su stijenama muljevite osnove, odnosno krečnjacima tipa mudstone i wackestone (fosiliferni mikriti i biomikriti), u kojima su rasute skeletne čestice, i to su uglavnom pelaške i hemipelaške čestice.

Biostratigrafske karakteristike i starost

Biostratigrafskim ispitivanjima uzoraka kečnjaka formacionog tipa Jovanovići, prilikom snimanja više detaljnih geoloških stubova, konstatovano je, da se radi

o krečnjacima tipa mudstone (M) i wackestone (W), odnosno mikritima i biomikritima sa sitnim biogenim ostacima, odnosno pelaškim i hemipelaškim česticama. To su planktonske čestice: *Pithonella ovalis* (**Kaufman**), *Calcisphaerula innominata* **Bonet** i *Calcisphaera* sp. Osim njih značajno je prisustvo planktonskih foraminifera: *Globotruncana calcarata* (Cushman), *Globotruncana lapparenti lapparenti* **Bolli**, *Globotruncana cretacea* **d'Orbigny**, *Globotruncana lapparenti tricarinata* (**Quereau**), *Globotruncana stuarti stuarti* (**De Lapp.**), česte radiolarije i ređe bentoske foraminifere: *Siderolites vidali* **Douville**, *Stensioina surrentina* **Torre**, *Navarella joaquini* **Ciry & Rat**, *Pararotalia minimalis* **Hofker**, *Orbitoides* cf. *hottingeri* **Hinte**, *Rotalia saxorum* **d'Orbigny**. Pored navedene mikrofaune ovi sedimenti sadrže i rijetke sitne (do 0,5 mm) bioklaste ljuštura rudista i skeleta ehinida.

U samo nekoliko uzoraka krečnjaka pronađene su dvije komorice krupne foarminifere *Navarella joaquini*, koja je jedan od rijetkih "dubokomorskih" predstavnika bentoskih foraminifera.



Slika 5.28 i 5.29: Krečnjaci tipa mudstone - wackestone (M - W) sa *Globotruncana calcarata* (lijevo) i wackestone (W) sa *Rotalia saxorum* (desno)

Na osnovu prikazane mikrofaune i prisustva foraminifere *Siderolites vidali* i globotrunkana, ovi sedimenti su određeni kao donje kampanski (Ostojić, 2010).

Uslovi i sredine stvaranja

Karbonatni sedimenti ovog formacionog tipa taloženi su dubokovodnoj sredini - basenu, odnosno u koritu - intraplatformnom basenu. Na osnovu litoloških karakteristika, strukturnih i tektonskih karakteristika karbonatnih sedimenata, kao i sadržaja fosilne flore i faune, ovi krečnjaci pripadaju, intraplatformnom basenu - koritu sa standardnim mikrofacijama SMF - 3. Pelaški mudstone (M) i wackestone (W) leže ispod padinskih i plitkomarinskih karbonata, kao rezultat pelaških epizoda između alodapskih i plitkomarinskih sedimenata. U mikritima ili ređe biomikritima rijetki su proslojci i sočiva bioklastičnih karbonata (alodapskih krečnjaka). Pelaški i hemipelaški krečnjaci su naročito lijepo razvijeni na području Rsojevića, što je konstatovano prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba u lokalnosti Slap (na potezu željeznička stanica Slap - Vinići). Krečnjaci ovog tipa su uglavnom smeđe i tamnosmeđe boje, debelobankoviti i masivni (katkad debljina izosi i do 5 - 6 m). Sadrže veoma rijetku fosilnu faunu, sa veličinom biogenih ostataka od 1 mm i manje. Jednako gust mikrit se zapaža od početka do kraja banka. Jedna od najkarakterističnijih osobina ovih krečnjaka je homogenost i boja, kao i ljuspastost na spoljnim površinama. Granice banaka su oštre, ravne i talasaste, ponekad obilježene sitnim i krupnijim, ali uglavnom rijetkim muglama rožnaca.

U početku stuba ovog formacionog tipa javljaju se stiloliti, koji predstavljaju neravne sitne pukotinicе duž kojih dva dijela stijene zubčasto, poput testere, ulaze jedan u drugi, sa amplitudama od nekoliko mm do više cm. Stiloliti se obično i javljaju u homogenim, gustim krečnjacima koji su bili podvrgnuti procesima dijageneze na većim dubinama. Često su njihovi šavovi ispunjeni glinovitom i limonitsko - hematitskom materijom žutorumene boje.

Biostratigrafskim ispitivanjima krečnjaka ovog formacionog tipa, konstatovano je, da se, radi o krečnjacima sa muljevitom osnovom (mikrit, fosiliferni mikrit i biomikrit). U finozrnoj kriptodolomitnoj osnovi rasute su sitne, cijele ili fragmentirane skeletne čestice. To su prvenstveno pelaške i hemipelaške čestice: mnogobrojne kalcisfere i pitonele, kao i ređe ili češće globotrunkane.

Takođe, ali vrlo rijetko sadrže i sitni usamljeni krinoidni detritus, bodlje ehinida i sitne ostatke kalcitnog sastava nedefinisanog porijekla (najvjerojatnije jako usitnjen krš rudista).

Pelaški mudstone (M) i wackestone (W) je tipska stalna mikrofacija pelaških karbonata. Mikritski matriks sa pelaškim mikrofosilima je odlagan u mirnoj dubokomarinskoj sredini, koja se odlikuje jako niskom energijom vode. Mikrofacija je taložena na dnu intraplatformne depresije za čiji nastanak je presudan značaj imao snažan uticaj otvorenog mora.

5.3. Rudna formacija gornjokredni padinski karbonati

Naslage ove rudne formacije pripadaju grupi resedimentovanih (pretaloženih) karbonata, čija je geneza vezana za dubokovodnu sredinu na strmim padinama karbonatne platforme. Nastanak krečnjaka ove rudne formacije je povezano takođe sa uticajem gornjokredne sinsedimentacione tektonike, koja je dovela do jačih tektonskih pokreta, što je dovelo do porasta nivoa morske vode i "potapanja platforme", tokom donjeg kampana. U dubokovodnim sredinama na padini karbonatne platforme, stopama padina i morskom dnu, dolazi do taloženja krečnjačkih turbidita iz mutnih struja male gustine, odnosno alodapskih krečnjaka. Prenos karbonatnog detritusa turbiditnim strujama omogućava nastanak alodapskih krečnjaka, koji su izgrađeni od skeletnog i neskeletnog karbonatnog detritusa porijeklom iz plitkomorskih sredina stvaranja, odnosno grebenskog i prigrebenskog kompleksa, ooida, intraklasta, skeleta i bioklasta školjki, u okviru dubokovodnih krečnjaka koji sadrže pelašku, planktonsku faunu, a taloženi su na stopi padini karbonatne platforme ili bazenskoj ravnici.

U osnovi se razlikuju dva tipa alodapskih krečnjaka, Mullins & Cook, (1986):

- alodapski krečnjaci taloženi kao padinski zastor ("*slope apron*") na padinama sa nagibom od 4° do 15°, uz povećanje ugla nagiba od dna bazena prema rubu platforme, i

- alodapski krečnjaci taloženi kao padinski zastor ("slope apron") na padinama sa nagibom $<4^\circ$ i koji se povećava dna bazena prema rubu platforme.

Alodapski krečnjaci, prema Meischeru, (1964) stvaraju sekvencu koja se odlikuje vertikalnim zoniranjem u tri karakteristične zone.

Prva zona se sastoji od donjeg dijela sa imbrikacijom i gradacijom, sa loše do dobro sortiranim plitkomorskim fosilnim detritusom i litoklastima, srednjeg dijela sa sitnozrnastim karbonatnim detritusom, i gornjeg dijela sastavljenog od tankolaminiranog karbonatnog mulja. Druga zona se sastoji iz sitnozrnastog karbonata sa ravnim slojnim površinama i horizontalnom laminacijom, i sitnozrnastog krečnjaka sa strujnom talasastom laminacijom i mjestimično konvolucijom. Treća zona je predstavljena laporcima koji pokazuju flazersku slojevitost i prema naviješ poprima karakteristike pelaških sedimenata.

Po pravilu alodapski krečnjaci se uvijek nalaze isključivo unutar debelog slijeda naslaga padinskih i dubokovodnih pelaških i hemipelaških krečnjaka ispod nivoa burne baze talasanja.

Alodapske karbonate karakteriše veći broj mikrofacija, kao što su: bioklastični rudstone (Ru), bioklastični packstone (P), floatstone (Fl), wackestone (W) i bioklastični wackestone (W). Druge mikrofacije su rijetke i uglavnom netipične.

5.3.1. Formacioni tip alodapski krečnjaci tipa "Rsojevići"

Preko mikrita formacije Jovanovići, slijedi jedinica sastavljena od krečnjaka veoma različitih i heterogenih svojstava, prosječne debljine oko 60 m. Ipak njene granice prema starijoj jedinici Jovanovići, odnosno mlađoj jedinici Maljat, veoma su jasne čak i oštre. Ova rudna subformacija je dobila naziv po istoimenom mjestu Rsojevići gdje ima veoma lijepo razviće. Krečnjaci ovog formacionog tipa imaju veoma ograničeno rasprostranjenje u okviru rudnog reona Bjelopavlića, i to u njegovom sjeveroistočnom dijelu na padinama brda Hum, području Vinića, Bara Šumanovića i Rsojevića, a u redosledu karbonatnih naslaga na ovom prostoru svuda se nalaze u krovini debelobankovitih i

masivnih mikrita formacije Jovanovića. U jugozapadnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića imaju znatno manje rasprostranjenje, samo na području Zagorka, odnosno sjeveroistočnim padinama Momine glavice (97mm).

U okviru ovog formacionog tipa karbonatnih sedimenata na području rudnog reona Bjelopavlića nema nijedno razvijeno ležište arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, ali su krečnjaci ovog formacionog tipa, zbog svojih karaktersitičnih obilježja posebno izdvojeni. Debljina karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa konstatovana na terenu iznosi od 30 do 90 m.

Prikazani redosled karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa dat je na osnovu podataka dobijenih prilikom snimanja detaljnih geoloških profila Slap - Vinići i Gornji Rsojevići, kao i prilikom izrade geološke karte rudnog reona Bjelopavlića 1:10 000.

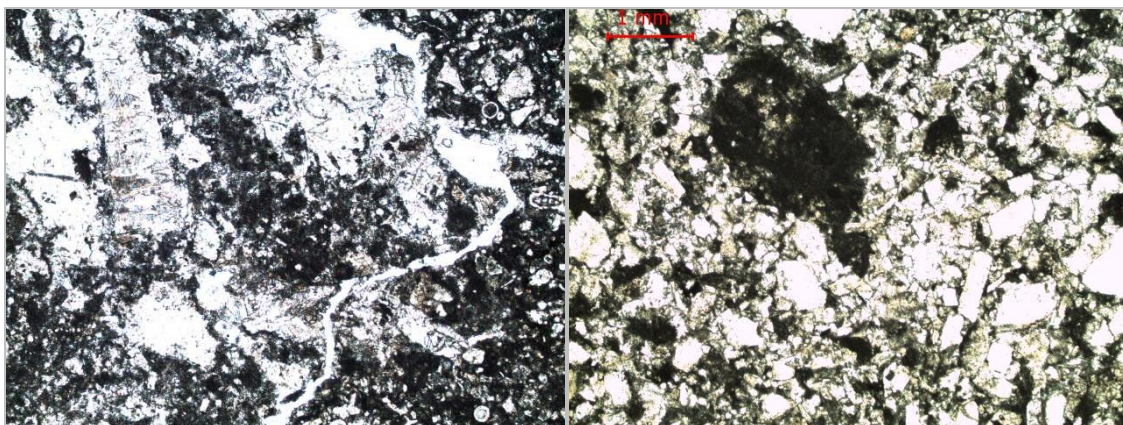
Sedimentološke karakteristike

Vertikalna sukcesija karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa direktno se nastavlja na mikrite Jovanovića, a mogu se izdvojiti tri paketa sedimenata. Karbonatne naslage ovog formacionog tipa počinju pojavom rudistnih biolitita, tako da je granica između ove dvije formacije oštra. U nastavku profila zastupljeni su svijetlosmeđi i svijetlosmeđesivi, uglavnom bankoviti (1,0 - 1,50 m) krečnjaci tipa floatstone (Fl), bioklastični packstone (P) i skeletni wackestone (W) u naizmjeničnoj smjeni. Površine slojeva su slabo izražene.

U nekoliko nivoa zapaženi su banci krečnjaka sa slabo izraženom gradacijom. Donji dio banka izgrađuju krečnjaci strukturnog tipa floatstone (Fl), sa intraklastima mikritske stukture veličine do 3 cm, koji postepeno prelazi u krečnjake tipa bioklastični packstone (P), dok je pri završetku banka krečnjak tipa wackestone (W). Bioklastični packstone (P) sadrže česte bioklaste ljuštura rudista i skeleta ehinida arenitskih dimenzija. U građi nekih banaka bioklasti ljuštura rudista učestvuju i do 80%. Kao i kod prethodnog formacionog tipa i ovdje se mogu naći mogle i komadi rožnaca.

Sa pojavom rudistnog biolitita na početku ovog formacionog tipa, odnosno na kraju prethodne subformacije Jovanovići, i banaka sa skeletom rudista litifikovanim na mjestu rasta, uspostavljaju se plitkomarinski uslovi sedimentacije, stabilnog dijela karbonatne platforme sa mjestimičnim uticajem pelaške sedimentacije. Banci krečnjaka su uglavnom mikritske rijetko sparitske osnove sa sitnijim i krupnijim organskim česticama.

Makroskopski i mikroskopski često se zapaža jasna izmjena i postepeni prelaz krupnozrnog u sitnozrni karbonat, kao i tanke lamine biokalkarenita ili biokalklevrolita u smjeni sa pelaškim i hemipelaškim muljem u kojima su zastupljene pitonele i kalcisfere, i drugi organizmi vezani za mirne i dublje otvorene marine.



Slika 5.30 i 5.31: Bioklastični packstone (lijevo) i intraklastični packstone (desno)

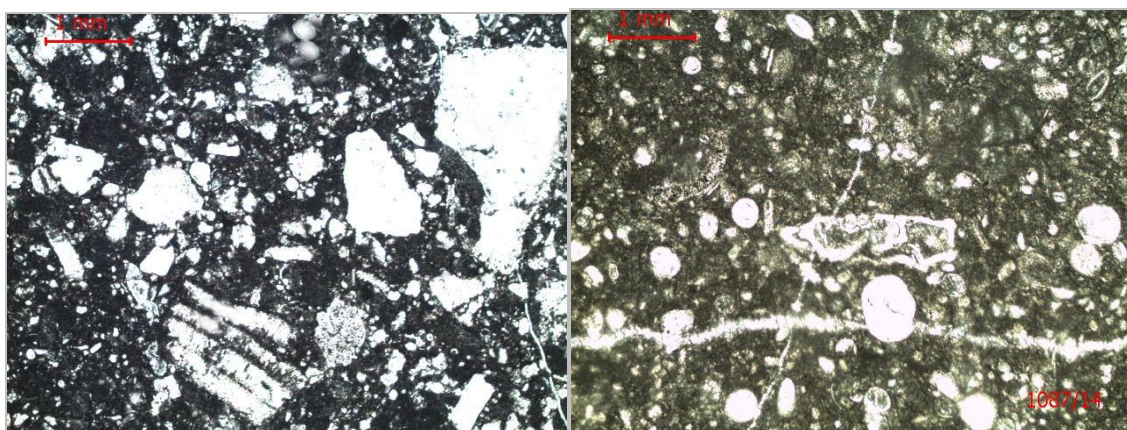
Stalna pojava gradacije unutar banaka i nejasne laminacije, ukazuje na gravitaciono i turbiditno kretanje komada bioklasta, odnosno na njihov gravitacioni i turbiditni transport i taloženje u nešto dubljim djelovima karbonatne platforme gdje se osjeća pelaški uticaj.

Često se u ovim sedimentima zapaža mikritizacija koja predstavlja ranodijagenetski proces, kao i pojava potpuno mikritiziranih bioklasta koji oblikom i sastavom podsjećaju na intraklaste (pseudointraklasti).

Biostratigrafke karakteristike i starost

U sedimentima ovog formacionog tipa zapažaju se planktonske čestice: *Pithonella ovalis* (Kaufman), *Calcisphaerula innominata* Boneti, *Calcisphaera* sp., česte radiolarije, ređe i planktonske foraminifere: *Globotruncana lapparenti* *tricarinata* (Quereau), *Globotruncana lapparenti lapparenti* Brotzen, *Globotruncana lineiana* (d'Orbigny), *Globotruncana lapparenti buloides* Vogler, globigerine i gimbeline, kao i rijetke bentoske foraminifere: *Navarella joaqini* Ciry & Rat (aglutinarni oblik), *Pararotalia minimalis* Hofker, *Rotalia skoerensis* Pfender, *Siderolites* cf. *vidali* Douville i *Rotalia saxorum* d'Orbigny.

Od makrofosila, u ovim krečnjacima konstatovano je prisustvo čestih bioklasta ljuštura rudista i skeleta ehinida arenitskih dimenzija, a mjestimično se nalaze i ređe cijele ljuštore radiolitesa.



Slika 5.32 i 5.33: Bioklastični packstone (P) sa globotruncanama (lijevo) i wackestone (W) sa *Globotruncana lineiana* i pitonelama (desno)

Mikrofosilna asocijacija ispitivanih sedimenata ukazuje na pripadnost gornjoj kredi, odnosno kampanu (Mirković, 1993; 1994).

Uslovi i sredine stvaranja

Karbonatni sedimenti ovog formacionog tipa taloženi su na margini basena (FZ - 3) i padini karbonatne platforme (FZ - 4), odnosno na strmom dijelu unutrašnje platformne depresije.

Preko prethodno opisanih krečnjaka formacionog tipa Jovanovići, sa pojavom ruditnih biolitita, odnosno banaka sa skeletom rudista litifikovanih na mjestu rasta, uspostavlja se režim plitkomarinske sedimentacije, ali sa bitnim uticajem pelaške sedimentacije u kojoj dominiraju alodapski krečnjaci.

Za ove krečnjake karakteristična je unutrašnja građa banaka i debelih slojeva, koja odslikava dinamičke, batrimetrijske, paleoekološke i ostale uslove jedne deponicione sredine. Stalna gradiranost bioklasta unutar banaka ukazuje na gravitaciono kretanje drobine bioklasta niz strmi dio platforme i njihovo deponovanje u dubljim i mirnijim djelovima mora. Takođe, u ovim krečnjacima se često zapažaju biogeni ostaci, vezani sa jedne strane za pelaške i hemipelaške krečnjake, a s druge strane fosili vezani za plitkovodne sredine.

Alodapske karbonate karakteriše veći broj standardnih mikrofacija: krečnjaci tipa floatstone (Fl), wackestone (W), bioklastični wackestone (W) i bioklastični packstone P (SMF - 4, 9, 10). Ostale mikrofacije krečnjaka su rijetke i uglavnom netipične za ovu sredinu.

Bioklastični wackestone (W) ili bioklastični packstone (P) sa obrađenim zrnima, često gradirani, jednoličnog sastava klasta (uglavnom klasti rudista) predstavljaju najvećim dijelom prepadinsku drobinu koja uključuje alodopske krečnjake. Floatstone (Fl) je tipska facija sprudne padine FZ - 4, sa mikritskim matriksom i ostacima bioklasta rudista. Wackestone (W) je mikritske osnove sa bioklastima i cijelim rudistima, foraminiferama, kalcisferama i dr.

Bioklastični W (SMF - 9) izgrađuju fragmenti rudista, školjki i gastropoda homogenizovanih bioturbacijama. Bioklasti su mjestimično potpuno mikritisani (pseudointraklasti) i ranodijagenetski cementirani. Mikritizacija zajedno sa biogenim aktivnostima bušaćih organizama je redovna pojava u ovim karbonatima. Kao ranodijagenetski proces mikritizacija pri kraju ovog formacionog tipa dovodi do potpunog prekrivanja klasta, tako da su stijene određivane kao "pseudointraklastične".

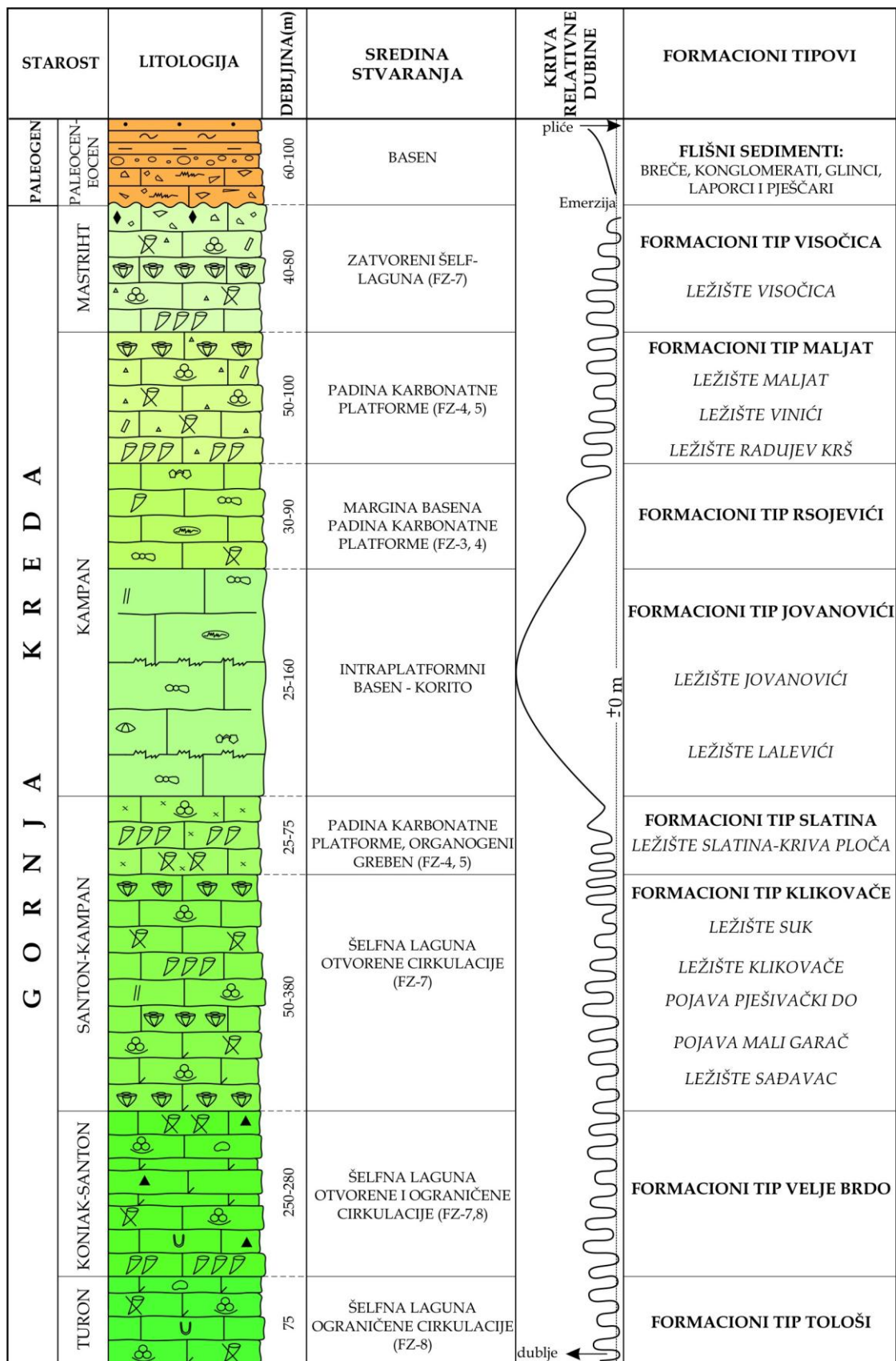
5.4. Korelacija izdvojenih rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina

Korelacija rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića, predstavlja bitan segment izvršene formaciono - mineragenetske analize na prostoru Dinarske karbonatne platforme, odnosno rudnog reona Bjelopavlića. Korelacija predstavlja određivanje ekvivalentnosti stratigrafskih, litoloških, ili drugih jedinica, može se vršiti na više načina, i osnov je svih stratigrafskih ispitivanja, (Grubić i Obradović, 1975; Grubić i dr., 1996).

Bez obzira na specifičnosti, razlike i međusobnu povezanost formacionih tipova karbonatnih sirovina, kao specifično razvijenih djelova rudnih formacija na području rudnog reona Bjelopavlića, za korelaciju izdvojenih formacionih tipova, položaj i njihove međusobne odnose veoma su važne geološke prilike koje su karakterisale gornju kredu Dinarske karbonatne platforme.

Dinarska karbonatna platforma je vrlo prostrana jedinica koju uopšteno karakterišu tri stadijuma: srednjetrijaski pretplatformni stadijum, trijaski platformni stadijum tokom gornjeg trijasa do donje jure, i sekundarna karbonatna platforma za vrijeme donje krede do kraja senona. Tokom gornje krede ova karbonatna platforma je bila manje više jedinstven sedimentacioni prostor, ali sa čitavim nizom varijacija na relaciji intraplatformni basen (pučina na platformi) - periplimsko područje (potplimsko, međuplimsko - natplimsko).

Na slici 5.34 dat je sintetski stub izdvojenih litostratigrafskih jedinica na području rudnog reona Bjelopavlića, sa pripadajućim formacionim tipovima, ležištima i pojavama karbonatnih sirovina, dok su u prilogu 3 prikazani litostratigrafski korelisani stubovi i njihovo prostorno razviće.



Slika 5.34: Sintetski stub sedimenata rudnog reona Bjelopavlića (FZ - facijalna zona po Wilson-u, 1975)

Tokom gornjeg turona i koniaka, sedimentacija se odvijala na gornjokrednoj karbonatnoj platformi, uglavnom u plitkomorskoj sredini sa mirnom vodom, odnosno šelfnoj laguni, gdje dno varira od subtajdalne do supratajdalne sredine bez izranjanja. Formacioni tipovi karbonatnih sredina odnosno, dolomitisani i bituminozni krečnjaci tipa "Tološi" i bioklastični krečnjaci tipa "Velje brdo" predstavljaju produkt ovih sredina stvaranja. Imaju veoma malo rasprostranjenje u okviru rudnog reona Bjelopavlića, i to na području Tološa na južnim i jugoistočnim padinama Veljeg brda. Na čitavom ovom području sa neznatnim razlikama (tokom donjeg kampana), ovi uslovi sedimentacije egzistiraju sve do pred kraj mastrihta, odnosno do kraja egzistiranja karbonatne platforme.

Tokom santona, stalnim variranjem dna, otvorena je pravilna izmjena (ritam), koji najvećim dijelom grade sedimenti plitke subtajdalne i duboke intratajdalne sredine (dubina mora oko 50 m), kada dolazi do formiranja čestih biohermi (rudistne bioherme), njihovog razaranja i deponovanja odlomaka u mirnim plitkomorskim zaštićenim djelovima šelfnih laguna. Na taj način nastaju krečnjaci bogati rudistnom faunom, prvenstveno hipuritima, zatim foraminiferama i ređe algama, odnosno formacioni tip foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa "Klikovače". Ovaj formacioni tip zauzima najveće prostranstvo na području rudnog reona Bjelopavlića, i u okviru njega javljaju se ležišta i/ili pojave arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače, Suk, Pješivački do, Mali Garač, kao i ležište tehničko - građevinskog kamena Sađavac. Preko ovog formacionog tipa dolaze debelobankoviti i masivni, rekristalisali krečnjaci formacionog tipa "Slatina", takođe bogati rudistima i krupnim hipuritima, koji u stratigrafskom pogledu pripadaju gornjem santonu - donjem kampanu (K₂^{4,5}). Krajem santona i početkom kampana osjeća se uticaj tektonike (postsedimentaciona tektonika) koja dovodi do djelimične diferencijacije platformnog prostora, podizanja nivoa mora i do formiranja intraplatformnog basena ili depresije. U ovoj sredini je mjesto taloženja krečnjaka formacionog tipa Jovanovići koji su predstavljeni svijetlo smeđim i smeđim bankovitim i

masivnim mikritima i biomikritima strukturnog tipa mudstone (M), wackestone (W), sa rijetkim uglavnom planktonskim organizmima. Iznad ovog formacionog tipa u stubu, pelaški karbonati predstavljenim sa mikritima i biomikritima sadrže i proslojke alohtonih, gravitaciono premještenih karbonata koji su interpretirani kao alodapski krečnjaci, odnosno formacioni tip Rsojevići. Sama ta činjenica određuje mjesto taloženja ovih stijena u intraplatformnoj depresiji. Način pojavljivanja, kao debelo slojeviti i bankoviti krečnjaci ukazuju na velike mase pokrenutog pijeska koje brzo zatrpavaju depresiju i njene niže djelove (Čađenović i dr., 1996). U ovim krečnjacima javljaju se bioklasti (komadi) rudista i krinoida, što govori da su najvjerojatnije u njihovoj neposrednoj blizini postojale rudistne biostrome, a niže na padini karbonatne platforme i krinoidske livade. U prilog tome ide i činjenica da prelaz krečnjaka formacionog tipa Jovanovići u alodapske krečnjake tipa Rsojevići karakteriše pojava rudistne biostrome.

Najvjerojatnije je na padini karbonatne platforme bilo više rudistnih nagomilanja koja su bila potpuno razorena i od kojih potiče najveći dio materijala za alohtone krečnjake tipa floatstone (Fl), odnosno alodapske krečnjake tipa Rsojevići. Stalna promjena između rasta rudistnih grebena i procesa bioerozije na nestabilnoj padini, odredila je rudistne biostrome kao snadbevače mutnih struja biogenim detritusom ove grupe stijena.

Pojavom barijere od rudistnih biostroma, područje otvorenog šelfa sa pelaškim mikritima i alodapskim karbonatima se povlači, a plitkomarinske facije progradacijom platforme zauzimaju sve veće rasprostranjenje, koje prilikom snimanja detaljnih geoloških stubova nalazimo preko prethodnih. To je naročito izraženo na prostoru Rsojevića, Vinića, Radujev krša i brda Hum.

Na taj način dolazi do formiranja krečnjaka formacionog tipa Maljat, koji su predstavljeni zrnastim mikritskim i sparitskim varijetetima, sa brojnim ostacima fosilnih ostataka u prvom redu foraminifera i rudista koji mjestimično grade i rudistne lumakele i biostrome. Osobine ovih sedimenata ukazuju na manje ili više zaštićenu sredinu, koja je i pravo mjesto za razvoj rudista i foraminifera.

Matične stijene sa zrnastim varijetetima su omanji "patch - reefovi" (grebeni), manje pješčani sprudovi ("sand bars").

Karbonatna platforma uspješno drži korak sa stalnim porastom nivoa mora, tako da najveći dio stuba kampana grade sedimenti sa stabilnog, uglavnom zaštićenog dijela platforme. Krajem kampana dolazi do jače diferencijacije karbonatne platforme na području rudnog reona Bjelopavlića, kao rezultat koje nastaje potpuno zatvoren šelf odnosno laguna. U ovoj sredini talože se plitkovodni sedimenti u izmjeni sa obodomarinskim talozima koji često izranjaju iz vodene sredine, odnosno nastaju krečnjaci formacionog tipa Visočica. Plitkomarinski odnosno lagunarni sedimenti ovog formacionog tipa predstavljeni su mikritima sa rudistnim i drugim bioklastima i sparitskim tipom krečnjaka, sa dobrozaobljenim bioklastima i intraklastima, u kojima su česte teksturne karakteristike tipa imbricacije, fine gradacije i razne laminacije.

Podplimska sedimentacija je vrlo često prekidana međuplirskim fazama a one isušivanjem, tako da taj dio stuba karakterišu manji ritmovi oplićavanja. Međuplirski i nadplirski pojas su sa određenim tipovima stijena, raznim oblicima i formama nastalih isušivanjem, pucanjem, erozijom i redeponovanjem marinskih taloga, a karakteriše ih i pojava crnih breča kao proslojaka ili iskidanih slojeva duž erozionih površina ili džepova unutar plitkomarinskih taloga, što ukazuje na postojanje obalske bare - močvare i na eroziju organskom materijom obogaćenog taloga za vrijeme erozije. Takođe, proces mikritizacije klata a posebno proces rane dolomitizacije ukazuje na određenu sredinu stvaranja, odnosno intratajdal - supratajdal. Osim navedenih karbonata u ovom dijelu profila javljaju se fino-zrni krečnjaci koji su izmijenjeni u ranom stadijumu dijagenoze u dolomit (ranodijagenetski dolomit).

Usled izrazitog pada nivoa mora u gornjem kampanu, odnosno u vremenu oko granice kampan - mastrih, na području Visočice dolazi do emerzije, odnosno postepenog potapanja karbonatne platforme i definitivnog kraja njenog postojanja. Na većem prostoru Bjelopavlića postoji i suprotan trend sa prelazom u duboki rov (područje Rsojevića).

Prema tome, područje rudnog reona Bjelopavlića se za vrijeme gornje krede nalazilo unutar velike Dinarske karbonatne platforme, a ne na njenom rubu koji se mogao graničiti sa otvorenim morem. Ova sredina odgovara "middle shelfu" (Wilson & Jordan, 1983) jer sedimenti tokom cijelog kampana nijesu vezani uz kontinent niti na drugoj strani prelaze u otvoreni basen. Sinsedimentacionom tektonikom jedan dio gornjokredne karbonatne platforme je nagnut i pretvoren u otvoreni šelf, gdje nastaju različiti (heterogeni) tipovi karbonata i raznovrsne facije među kojima dominiraju muljem bogati varijeteti manje ili više zaštićene sredine.

Tokom gornje krede na području rudnog reona Bjelopavlića sedimentacija se odvijala na relaciji "intraplatformni basen ili depresija" preko blago nagnute padine na stabilnom višem a plićem dijelu karbonatne platforme do zatvorene šelfne lagune.

6. RESURSI KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA

6.1. Primjena karbonatnih sirovina

Primjena krečnjaka bazira se na njihovim određenim svojstvima koja se prema svom karakteru mogu podijeliti u dvije grupe: fizičke i tehničke karakteristike, odnosno hemijske karakteristike. Kao najvažnije fizičke karakteristike krečnjaka izdvajaju se sledeće: čistoća i homogenost, estetska svojstva, granulometrijski sastav, mineraloška svojstva, fizičko - mehanička svojstva i dr. Pojedini minerali i stijene pa i krečnjaci, posjeduju niz povoljnih fizičkih i/ili tehničkih osobina, tako da često imaju višestruku primjenu u privredi. Kod krečnjaka čija se primjena zasniva na fizičkim i tehničkim osobinama karakteristično je da su te karakteristike u velikoj mjeri uslovljene genetskim karakteristikama ležišta, tako da se pored uobičajnih zahtjeva u pogledu kvaliteta, postavljaju i posebni uslovi, vrlo često specifični uslovi, a ocjena njihovog kvaliteta vrši se na bazi posebnih pokazatelja.

Primjena u privredi (industrijska primjena) materijala na bazi kalcijum karbonatnih sirovina (krečnjaka) je veoma široka i raznovrsna. Kalcijum karbonatne sirovine (krečnjaci) se uglavnom koriste za proizvodnju građevinskih materijala. U prvom redu se to odnosi na proizvodnju građevinskog kamena, odnosno tehničko - građevinskog i arhitektonsko - građevinskog kamena, kamenih agregata: separisanih kamenih agregata i mljevenih agregata (kamenno brašno i punila), lakih agregata, cementa, građevinskog kreča i gipsa, pucolana i topioničkih zgura, betona i betonskih prefabrikata, betonskih cijevi i kanalice i mineralne vune (Milošević i dr., 1998; Sekulić, 2011).

U mnogim zemljama glavna primjena krečnjaka je kao agregat u građevinarstvu i kao primarna sirovina za proizvodnju cementa. Količina krečnjaka koja se koristi u ove svrhe varira širom svijeta, i uglavnom zavisi od njegove dostupnosti i troškova u odnosu na druge agregate i kreće se uglavnom

oko 40 do 50%, dok u pojedinim zemljama taj nivo iznosi i do 70%, (Oates, 1998).

Kod krečnjaka čija se primjena bazira na njihovim hemijskim osobinama od presudnog značaja je njihov hemijski sastav. Kvalitet krečnjaka se određuje na osnovu zahtjeva u pogledu sadržaja korisnih i štetnih komponenata.

Osim dolomita i glina krečnjaci često sadrže i druge nečistoće na osnovu koji se može vršiti i njihova klasifikacija. Po stepenu čistoće krečnjaci se mogu klasifikovati u sledeće kategorije (Harrison, 1992; Mitchell, 2011):

Tabela 6/1: Klasifikacija krečnjaka prema stepenu čistoće

| Klasifikacija krečnjaka | Sadržaj (%) | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------------|---------|------------------|--------------------------------|
| | CaO | CaCO ₃ | MgO | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ |
| Krečnjaci veoma visoke čistoće | > 55,2 | >98,5 | <0,8 | <0,2 | <0,05 |
| Krečnjaci visoke čistoće | 54,3-55,2 | 97-98,5 | 0,8-1,0 | 0,2-0,6 | 0,05-0,1 |
| Krečnjaci srednje čistoće | 52,4-54,3 | 93,5-97 | 1,0-3,0 | 0,6-1,0 | 0,1-1,0 |
| Krečnjaci niske čistoće | 47,6-52,4 | 85-93,5 | >3,0 | <2,0 | >1,0 |
| Nečisti krečnjaci | <47,6 | <85 | >3,0 | >2,0 | >1,0 |

Prema Reijers i Hsü, (1986) krečnjaci su karbonatne stijene koje se u cjelosti sastoje od kalcijum karbonata, odnosno koje sadrže više od 95% kalcita i manje od 5% dolomita. U geološkoj građi terena rudnog reona Bjelopavlića, karbonatne stijene imaju najveće rasprostranjenje, a predstavljene su uglavnom krečnjacima, ređe dolomitičnim krečnjacima i vrlo rijetko dolomitima gornjokredne starosti. Javljaju se kao dio dugačkog pojasa od Trsta do Ulcinja u kome se arhitektonsko - građevinski kamen eksploatiše na mnogobrojnim lokalitetima, poznat u literaturi i kao "istarsko - dalmatinski tip kamena" (Dragović i dr., 2009).

Hemijskim ispitivanjima krečnjaka sa ovog područja dokazano je da se radi o veoma kvalitetnim i čistim krečnjacima sa visokim sadržajem CaCO₃ i visokim stepenom bjeline, koji kao takvi mogu naći primjenu kao karbonatna punila u mnogim granama industrije (Božović et al, 2015).

6.2. Resursi arhitektonsko - građevinskog kamena

Arhitektonsko - građevinski kamen ili ukrasni kamen je veoma značajna, ako ne i najznačajnija mineralna sirovina u Crnoj Gori. Koristi se u dekorativne svrhe, za čiju namjenu su od primarnog značaja njegova estetska svojstva, koja se ističu odgovarajućom obradom. Pored estetskih, arhitektonsko - građevinski kamen mora da posjeduje i neophodne fizičko - mehaničke i tehnološke karakteristike, povoljan hemijski sastav, kao i zadovoljavajuću postojanost za datu namjenu (Ilić, 1995). Najznačajnija ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena, kao i krečnjačkih masa podobnih za proizvodnju komercijalnih blokova, nalaze su u okviru rudnog reona Bjelopavlića i to: Visočica, Maljat, Klikovače, Vinići, Radujev krš, Suk, Slatina (Kriva ploča), Jovanovići, Lalevići i Pješivački do.

6.2.1. Opis ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića

Ležište arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena

Visočica

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Visočica (*foto 6-1*) nalazi se u opštini Danilovgrad, u blizini Spuža, na lijevoj strani rijeke Zete. Pristupnim asfaltnim putem dužine oko 1 km ležište je povezano sa asfaltnim putem Spuž - Danilovgrad (preko Martinića), dok je od asfaltnog puta Podgorica - Nikšić, preko Spuža udaljeno oko 2 km. Takođe, uz samo ležište podignuta je i fabrika za proizvodnju kreča i karbonatnih punila sa pratećim objektima u čijoj neposrednoj blizini prolazi trasa željezničke pruge Podgorica - Nikšić.

U geološkoj građi ležišta Visočica učestvuju bijeli, kristalasti, masivni krečnjaci strukturnog tipa rudstone (Ru), sivo - bjeličasti i bijeli, jedri krečnjaci tipa rudstone, floatstone (Fl), kao i krečnjaci tipa packstone (P), wackestone (W) i grainstone (G), breče i konglomerati, kao i deluvijalni sedimenti.

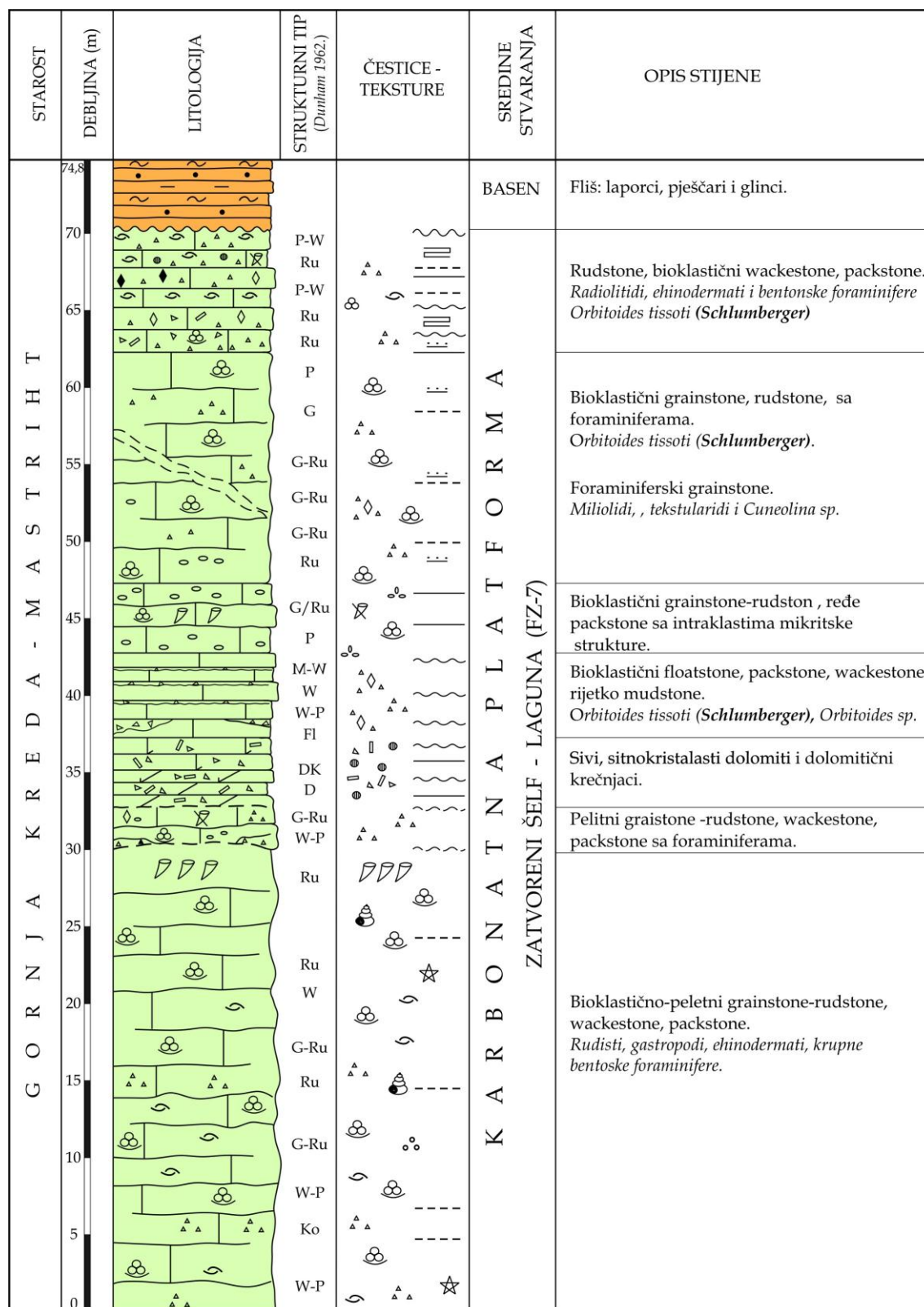


Foto 6-1: Ležište arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Visočica

Najveći dio brda Visočice izgrađuju bijeli, kristalasti, masivni, krečnjaci tipa rudstone (Ru) i floatstone (Fl) koji u stratigrafskom pogledu pripadaju mastrihtu (K_2^6). To su masivni i debelo bankoviti bijeli krečnjaci izgrađeni od krupnih uglastih do subuglastih intraklasta prečnika od nekoliko mm do 2 cm. Krečnjaci su veoma čisti, jednolikog izgleda, jedri i nepravilnog preloma, u kojima se javljaju očuvane ljuštore različitih fosila (rudista i akteonela). Detaljnim geološkim stubom na ležištu Visočica obuhvaćene su karbonatne naslage gornje krede mastrihta (K_2^6) i manjim dijelom flišni sedimenti paleogena.

Debljina snimljenih naslaga na ovom stubu iznosi 74,80 m (slika 6.1).

Prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba izdvojeno je osam paketa sedimenata, gdje je prikazan direktan kontakt krednih karbonata sa flišom i kontinuirani slijed naslaga kredne platforme, pri čemu je dobijena cjelovita slika o razvoju i nestanku karbonatne platforme na ovom području.



Slika 6.1: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Visočica

| LEGENDA STANDARDNIH OZNAKA ZA DETALJNE GEOLOŠKE STUBOVE | | |
|---|--|---|
| ORGANSKE ČESTICE | SEDIMENTNE STRUKTURE I TEKSTURE, DIJAGENETSKE PROMJENE I NEORGANSKE ČESTICE | |
| Alge uopšte | ◇ intraklast | --- normalna gradacija |
| # Salpingoporella annulata | ⊙ peleti | --- inverzna gradacija |
| ♯ Pianella grudii | ⊙ pizoliti | 📄 bioturbacije |
| ↙ Codiaceae | ⊙ ooliti | 📄 imbrikacija |
| ☞ Thaumtoporella parvovesiculifera | ∞ peletoidi | 📄 talasasti tragovi tečenja |
| ⊙ Foraminifere uopšte | ⬥ black pabls | 📄 tragovi utiskivanja |
| ⊙ BENTOSKE foraminifere | ▲ sitni klasti mikrita | 📄 eroziona granica |
| 👁 Miliolide | ▲ arenitski klasti | — ravna a oštra granica |
| 👁 Planktonske foraminifere | ▨ ruditni litoklasti | 📄 talasasta granica |
| 👁 Globotruncanidae | ⊙ Va vadoze | --- mjestinično vidljiva granica |
| 👁 Ostrakode | 👁 algalni stromatoliti | ⋯ postepen prelaz |
| U Aeolisaccus-i | 👁 algalne lopte | —M _w stiloliti |
| 👁 Microcodium | LLH horizontalni stromatoliti | 👁-M _w FE fenestre-stromataktis, birds eyes |
| 👁 Gastropodi | LLH-C zbijene hemisferilije | 👁 ko korozione šupljine |
| 👁 Gastropodi, fragmenti | LLH-S razmaknute hemisferilije | 👁 kb korozione breče |
| 👁 Bivalvije | SS onkoidi | Vug sparitske šupljine |
| 👁 Rudisti | SS-I izvrnuti | Mo moldičke šupljine |
| 👁 Rudisti, premješteni | SS-R nepravilni | IS interni sediment |
| 👁 Rudisti, slomljeni | SS-C koncentrični | VS cement A,B - vadozni silt |
| 👁 Rudistne građevine, biostrome i dr. | LF-A jasno laminoidni fenestralni sklop | 👁 geopetalna tekstura |
| 👁 Korali | LF-B nelaminirani fenestralni sklop | 👁 tipi tekstura |
| 👁 Ehinidi | RP Reef Patch (mali-gnezdasti sprud) | 👁 kontrakcione breče i pukotine |
| ☆ Krinoidi | LF-BI u mikritu | 👁 pukotine isušivanja |
| ☂ Hidrozoi | LF-BII u alohemijskim stijenama | BP intergranularne pore |
| Y Briozoi | R-L ritmiti-laminiti | WP intragranularne pore |
| 👁 Kladokoropsisi | Lum lumakela | BC interkristalne pore |
| | Ko kokina | BH skeletni porozitet |
| | 📄 gruba laminacija | FR frakture |
| | 📄 fina laminacija | CH kanalski porozitet |
| | 📄 kosa laminacija | CV kaverne |
| | 📄 konvolucija | Nd neptunski dajk |
| | | SK pukotine isušivanja |
| | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP SEDIMENATA PO DUNHAM-u (1962) |
| | 📄 krečnjaci | M mudstone |
| | 📄 dolomitični krečnjaci | W wackestone |
| | 📄 krečnjački dolomiti | P packstone |
| | 📄 dolomiti | G grainstone |
| | 📄 kristalasta karbonatna stijena | Ru rudstone |
| | | Fl floatstone |
| | | Bi bindstone |
| | | Ba bafflestone |
| | | D dolomiti |
| | | DM dolomikriti |

Slika 6.2: Legenda za detaljne geološke stubove ležišta sa područja rudnog reona Bjelopavlića

Profil počinje paketom debljine 30 m, sa neotkrivenom donjom granicom. U geološkoj građi ovog paketa učestvuju bankoviti i masivni svijetlosmeđežuti do bjeličasti krečnjaci tipa bioklastično - peletni grainstone - rudstone (G - Ru), wackestone (W), packstone (P), mjestimično slabo rekristalisali sa brojnim fosilnim ostacima krupnih bentoskih foraminifera veličine od 1 do 3 cm, raznovrsnih tanko i debelo ljušturnih školjaka (rudisti, ostreje, pekten i dr.), gastropoda, krinoida i ehinodermata. Pojedini slojevi sadrže rudistne, foraminiferske bioherme i biostrome. Prostor oko alohema je ispunjen sparitom, ređe mikritom.

Drugi paket debljine 2,75 m (30,0 - 32,75 m) predstavljen je debelo bankovitim krečnjacima tipa peletni grainstone - rudstone (G - Ru), wackestone (W) i packstone (P), sa koncentracijom sesilnih organizama (rudista i bentoskih foraminifera) "in situ", sa zaštitnim šupljinama ispunjenim gravitacionim cementom, što ukazuje da se dijageneza ovih sedimentata odvijala i u vadoznoj zoni. Česta je i pojava mikritizacije biogenih ostataka zajedno sa mikritskom osnovom, koja ukazuje na mirnu sredinu sedimentacije i ranu litifikaciju koja odgovara zaštićenim plićacima, lagunama, zagrebenskim pojasevima intratajdala sa nižom enegijom vode. U okviru ovog paketa sedimentata karakteristična je i pojava zaobljenih i uglastih litoklasta od koji su od posebnog značaja crni klasti mikrita sa organskom materijom ("*black pebbles*"), koji ukazuju na blizinu plitkomarinske oslađene sredine sa slabim prilivom kiseonika.

Preko ovog paketa, u interval od 32,75 do 37,75 m leže dobroslojeviti sivi do svijetlosivi dolomiti i dolomitični krečnjaci sa redovnim intraformacionim brečama krajem i sredinom sloja, kao i sitnim sparitskim i ovalnim šupljinama (strukture ptičjeg oka - "*birdseyes structure*").

U intervalu od 37,75 do 42,75 m javljaju se slojevi krečnjaka homogene strukturne i teksturne građe sa pravilnom izmjenom, oštrim i ravnim donjim površinama i talasastim i neravnim gornjim površinama, duž kojih se zapaža laporovito glinovita materija. Takođe, mjestimično se javljaju i breče sa crnim

uklopcima mikritske strukture u vidu sočiva i džepova, ređe kao proslojci i korozione šupljine. Posle kratkog izranjanja van vodene sredine, dolazi do naglog spuštanja dna i taloženja kalcitskog mulja u relativno mirnoj intratajdalnoj sredini, gdje se stvaraju bankoviti biogeni, uglavnom foraminiferski wackestone (W), packstone (P), floatstone (Fl), ređe mudstone (M) koji sadrže *Orbitoides tissoti* (Shlumberger).

Peti paket sedimenata debljine 4,5 m (interval 42,75 - 47,25 m) izgrađuju svijetlosmeđi do bijeli, debelobankoviti (2,0 - 2,5 m) krečnjaci sa brojnim fosilnim ostacima: školjki (dimenzija 2 - 6 cm), rudista, gastropoda (oko 4 cm) i krupnih foraminifera (do 2,5 cm), nastali "in situ". Sadrže i ređe kalcisfere i ovalne muljne valutke sa orijentacijom paralelno sa ss-površinama, debljine oko 2 cm i dužine oko 6 cm. Krečnjaci odgovaraju foraminiferskim grainstone - rudstone (G - Ru), rijetko packstone (P) sa intraklastima mikritske strukture (*mud pebble konglomerati*).

Nadalje u stubu, u intervalu od 47,25 do 62,25 m slijede bankoviti i masivni svijetlosmeđi i bijeli krečnjaci sa nepravilnom izmjenom. Struktura krečnjaka je skoro ista kao u prethodnom paketu sa čestim sparitom oko krupnih bioklasta (bentoske foraminifere, bioklasti školjaka, gastropoda i krinoida). Sadrže *Orbitoides tissoti* (Shlumberger). U jednom dijelu zapaža se slabo kontinuiran horizont uglastih crnih klasta, koji ukazuju na naglo oplićavanje i ponovno započinjanje sedimentacije u istim uslovima tokom cijelog dijela ovog paketa.

Gornjokredna sedimentacija sa platformnim razvojem na ležištu Visočica završava se paketom debljine 8 m (interval od 62,25 do 70,25 m). U građi ovog paketa sedimenata učestvuju uglavnom slojeviti, ređe bankoviti sivoplavkasti karbonati sa raznovrsnim alohemima jasne orijentacije. Sadrže bioklaste školjaka, gastropode i foraminifere (miliolide, diskorbide, *Cuneolina sp.*), kao i *Orbitoides tissoti* (Shlumberger), sitne fragmente *Dicyclina sp.*, kao i ređe bioklaste ehinodermata. Karakteristična je pojava crnih breča i valutaka, kao i teksturna svojstva važna za genezu ležišta, kao što su: gradacija, horizontalna gruba i fina laminacija krajem banka ili sloja. Unutar pojedinih slojeva izražena je interna

slojevitost koju obilježava veća koncentracija bioklasta, posebno školjaka i foraminifera. Pri vrhu ovog paketa slojeva i banaka javljaju se i kontrakcione pukotine ispunjene sparikalцитом sa rumenim obojenjem. Unutrašnja građa ovih sedimenata ukazuje na stalnu ritmičnu izmjenu.

Preko ovog paketa sedimenata, kojeg izgrađuju bioklastični wackestone (W), packstone (P) i rudstone (Ru), u intervalu od 70,25 do 74,80 m transgresivno leže tvorevine paleogeno - eocenskog fliša. Ovi sedimenti su konstatovani na relativno malom prostoru ležišta sa sjeverne, istočne i jugozapadne strane. Flišni sedimenti leže transgresivno preko krečnjaka gornjokredne starosti, koji čine neposrednu podinu brečama i konglomeratima, glincima, laporcima i pješčarima. Sadrže brojne fosilne ostatke (diskocikline, operkuline, miliolide, numulite i dr.), na osnovu kojih su ovi sedimenti određeni kao paleocenski i donjoeocenski.

Takođe, na dijelu ležišta gdje se vrši eksploatacija tehničko - građevinskog kamena snimljen je detaljni geološki stub i tom prilikom izdvojeno osam paketa sedimenata.

Uglavnom se radi o bankovitim i masivnim, svijetlosmeđim do bjeličastim krečnjacima tipa bioklastični rudstone (Ru), bioklastično - intraklastični grainstone (G), ređe bioklastični floatstone (Fl) i wackestone - packstone (W - P). Sadrže brojnu fosilnu faunu sa raznovrsnim bioklastima rudista veličine i do 15 cm, gastropoda i ehinodermata. Od mikrofosila sadrže rijetke foraminifere *Miliolidae gen. ind.*, *Glomospira sp.*, *Dictyopsella kiliani Schlumberger*, *Idalina antiqua Schlumber. et. al.*, *Stensioina surrentina Torre*, *Accordiella conica Farinacci*, *Murciella cuvillieri Fourcade*, *Allomorphina trigona Reuss*, *Nummofallotia apula Luperto Sinni*, alge: *Archaeolithothamnium sp.*, kao i briozoe i spikule spongija.

Krečnjaci iz ovog ležišta ranije su se upotrebljavali kao tehničko - građevinski kamen, za proizvodnju kreča i kamenih agregata za potrebe građevinarstva, dok se danas koriste i kao arhitektonsko - građevinski kamen i sirovina za proizvodnju karbonatnih punila.

Na osnovu rezultata djelimičnih i kompletnih hemijskih analiza krečnjaka iz ovog ležišta može se zaključiti da se radi o izuzetno čistim krečnjacima, kod kojih je sadržaj MgO veoma mali (0,29%) i sa veoma ravnomjernom raspodjelom CaO (55,06%) komponente. Najzastupljenije su dvije vrste krečnjaka: bioklastično - intraklastični rudstone (Ru) izgrađeni od krupnih intraklasta koji su dobro zaobljeni i krupnih polomljenih fosilnih ostataka sa sparitskim vezivom i bioklastični floatstone (Fl) izgrađeni od fosilnih ostataka koji se nalaze u mikritskom ili mikrosparitskom vezivu.

Najčistiji krečnjaci, kao što su ovi, produkti su plitkovodnih uslova sedimentacije u toploj vodi, uz postepeno spuštanje dna basena. To su krečnjaci organogenog porijekla. Povoljne klimatske prilike i biološki faktori koji su vladali, omogućili su značajno razviće organskog svijeta. U uslovima tople klime u plitkoj vodi (moru) dolazilo je do prinosa pretežno kalcijum karbonatnog mulja, od koga su organizmi crpili hranu za svoju egzistenciju. U izvjesnim djelovima tadašnjeg mora, tokom gornje krede, ovi organizmi su doživjeli veoma burno razviće, naročito na području ležišta Klikovače, Maljat, Visočica i Slatina - Kriva ploča, gdje se mogu uočiti veoma krupni fosili (hipuriti, radioliti, akteonele), koji su svjedoci egzistiranja jedne ovakve sredine. Raspored fosilnih zona i zona bez njih, ukazuje na česte promjene pri stvaranju krečnjaka.

Ležište arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Maljat

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Maljat (foto 6-2) nalazi se na istoimenom brdu, koje se izdiže iz Bjelopavličke ravnice, na oko 9 km jugoistočno od Danilovgrada, odnosno oko 1 km sjeverozapadno od Spuža. Ležište je lokalnim putem povezano sa magistralnim pravcem Podgorica - Nikšić, kao i regionalnim putem Danilovgrad - Nikšić.

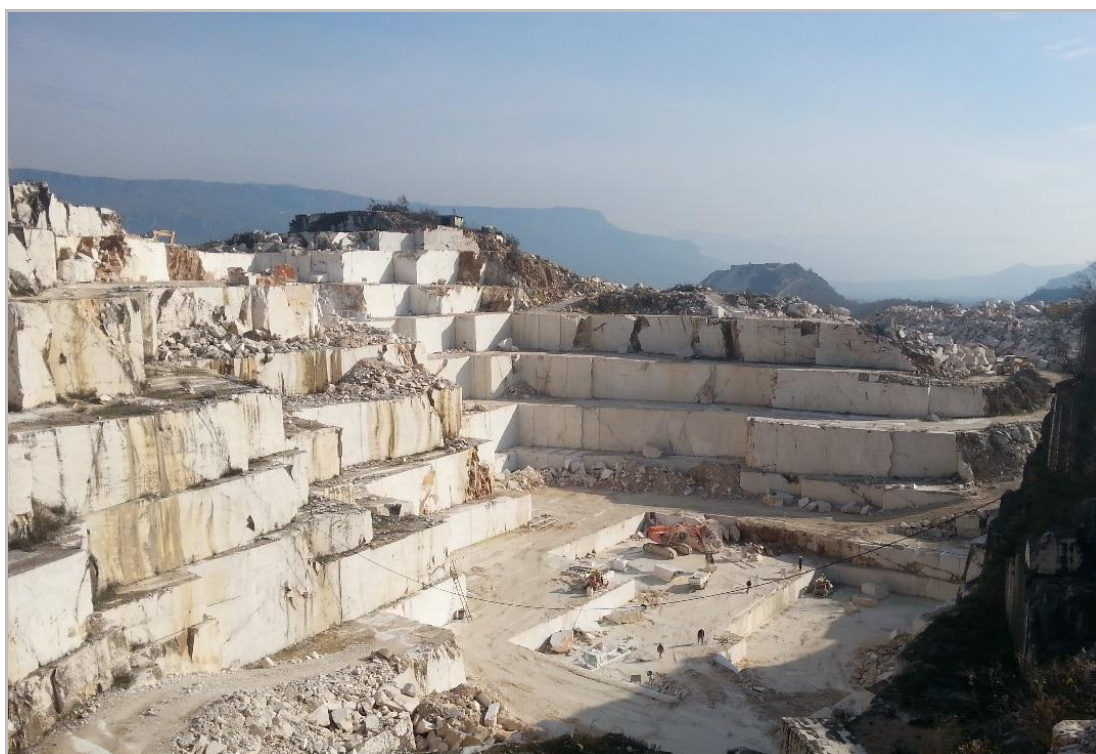
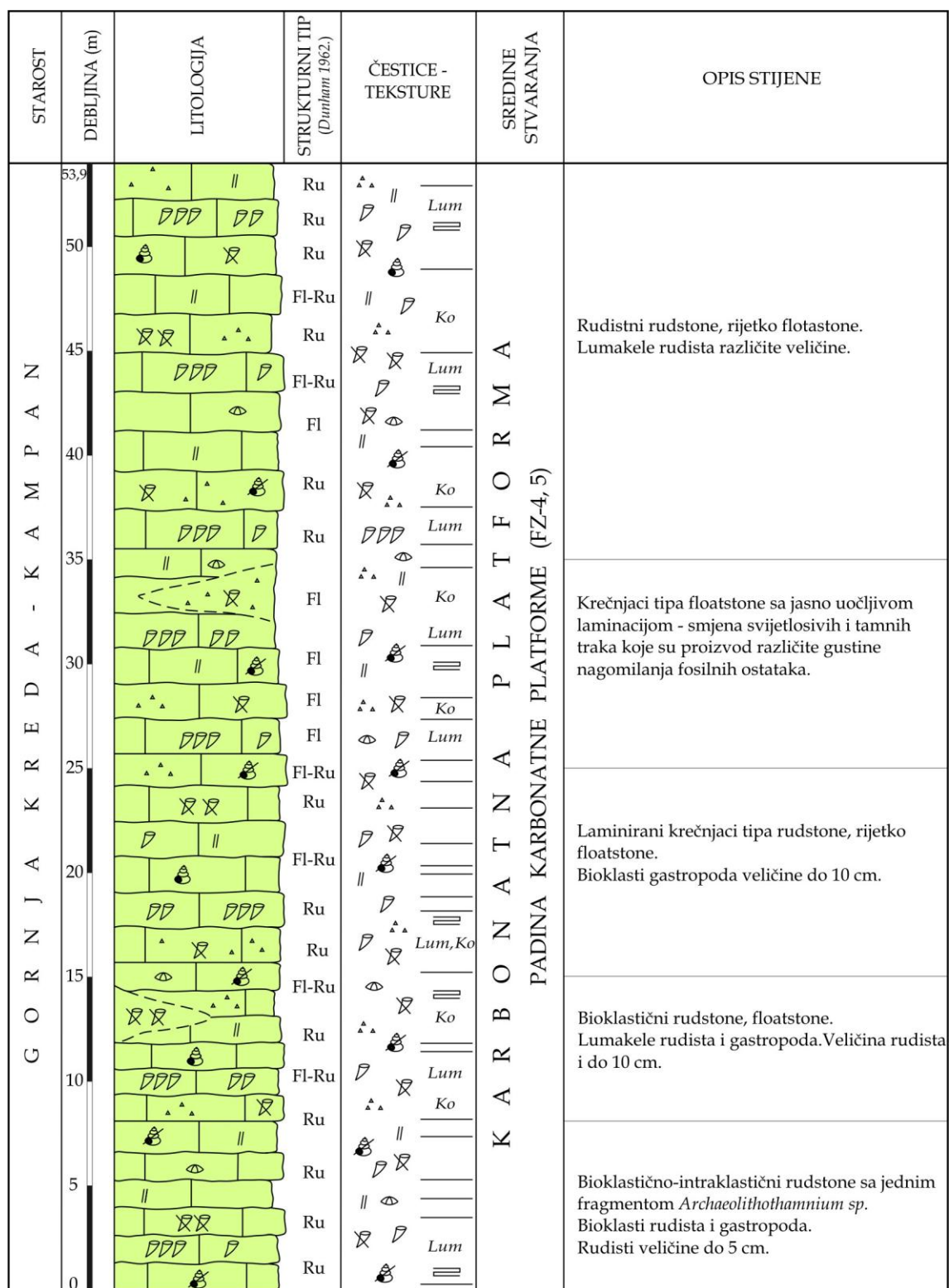


Foto 6-2: *Ležište arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Maljat*

Ležište izgrađuju bijeli i svijetlosmeđi, bankoviti i debelo bankoviti krečnjaci kampanske starosti (K₂⁵). Sadrže mnoštvo zaobljenih, okruglih i eliptičnih bioklasta fosila (radioliti, rekvijenije i dr.). U površinskom dijelu ležišta krečnjaci su jače karstifikovani, što se ispoljava kroz prisustvo češćih pukotina, kaverni i prslina ispunjenih crvenicom.

Petrografskim ispitivanjima utvrđeno je da se radi o krečnjacima organogenog porijekla, organogeno - detritične strukture i masivne teksture. Kamen je

praktično monomineralan, izgrađen od bioklasta karbonatnog sastava i kalcitskog veziva.



Slika 6.3: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Maljat

Detaljni geološki stub snimljen je na području postojećeg ležišta arhitektonsko i tehničko građevinskog kamena Maljat. Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede i to kampana (K₂⁵), a debljina snimljenih naslaga na ovom stubu iznosi 53,90 m. Prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba izdvojeno je pet paketa sedimenata (*slika 6.3*).

Prvi paket sedimenata (0,0 - 8,0 m) izgrađuju bankoviti i debelobankoviti, svijetlosivi do bjeličasti bioklastično - intraklastični rudstone (Ru) sa rijetkim fragmentima *Archaeolithothamnium sp.*, kao i bioklastima gastropoda. U pojedinim bancima krečnjaka jasno se uočava laminacija, kada se smjenjuju svijetlosive i smeđe partije (lamine cm do dm debljina). Takođe, sadrže bioklaste rudista veličine do 5 cm.

U intervalu od 8,0 do 15,0 m zastupljeni su bankoviti i debelobankoviti, bjeličasti bioklastični floatstone (Fl) i rudstone (Ru) Sadrže lumakele rudista i gastropoda. Debljina lumakela je 0,5 m koja se smjenjuje sa sivim partijama krečnjaka. Bioklasti rudista veličine do 10 cm.

Preko ovih sedimenata, u intervalu od 15,0 do 25,00 m (treći paket), zaliježu debelobankoviti, bjeličasti laminirani bioklastični krečnjaci tipa rudstone (Ru), rijetko floatstone (Fl). Lamine su cm do dm veličine. Sadrže vrlo česte rudiste kao i bioklaste gastropoda veličine do 10 cm i rijetke kalcisfere.

U intervalu od 25,0 m do 35,0 m zastupljeni su debelobankoviti, bjeličasti bioklastični floatstone (Fl). I u ovom paketu sedimenata jasno je uočljiva laminacija - smjena svijetlosivih i tamnih traka koje su proizvod različite gustine nagomilanja fosilnih ostataka.

U intervalu od 35,0 m do kraja stuba (53,90 m) preovlađuju debelobankoviti, bjeličasti rudistni rudstone (Ru), rijetko floatstone (Fl). U ovim krečnjacima se uočava smjena lamina različitih debljina, kao i lumakele rudista različite veličine.

U geološkoj građi ovog ležišta učestvuju uglavnom svijetlosmeđi i bjeličasti, bankoviti (1,5 - 2,0 m) i masivni (do 3,50 m) krečnjaci strukturno istih ili sličnih karakteristika. Izgrađeni su od gusto zbijenih karbonatnih čestica sa mikritskim

i sparitskim vezivom i određeni su kao floatstone (Fl), odnosno rudstone (Ru). Njihova bliža determinacija zavisi od dominirajuće karbonatne čestice, kao bioklastični, foraminiferski ili rudistni rudstone (Ru) i floatstone (Fl).

Način pojavljivanja (pakovanje, očuvanost i unutrašnji rapored) glavnih karbonatnih čestica otkriva teksturna svojstva bitna za genezu (nastanak). Uz osnovna teksturna svojstva zapažaju se neki od postsedimentacionih procesa i njihovih oblika koji se vezuju kako za genetska tako i za svojstva sredina litifikacije i druge dijagenetske promjene. U pogledu mineraloškog sastava krečnjaci su izgrađeni od minerala kalcita, a u strukturnom pogledu to su organogeni krečnjaci, organogeno - detritične strukture i masivne teksture.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Vinići

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Vinići (*foto 6-3*) nalazi se u ataru istoimenog sela, na jugoistočnim padinama brda Hum, na oko 8 km sjeverno od Danilovgrada, sa kojim je povezano lokalnim asfaltnim putem. U neposrednoj blizini ovog ležišta je i ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Radujev krš.



Foto 6-3: Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Vinići

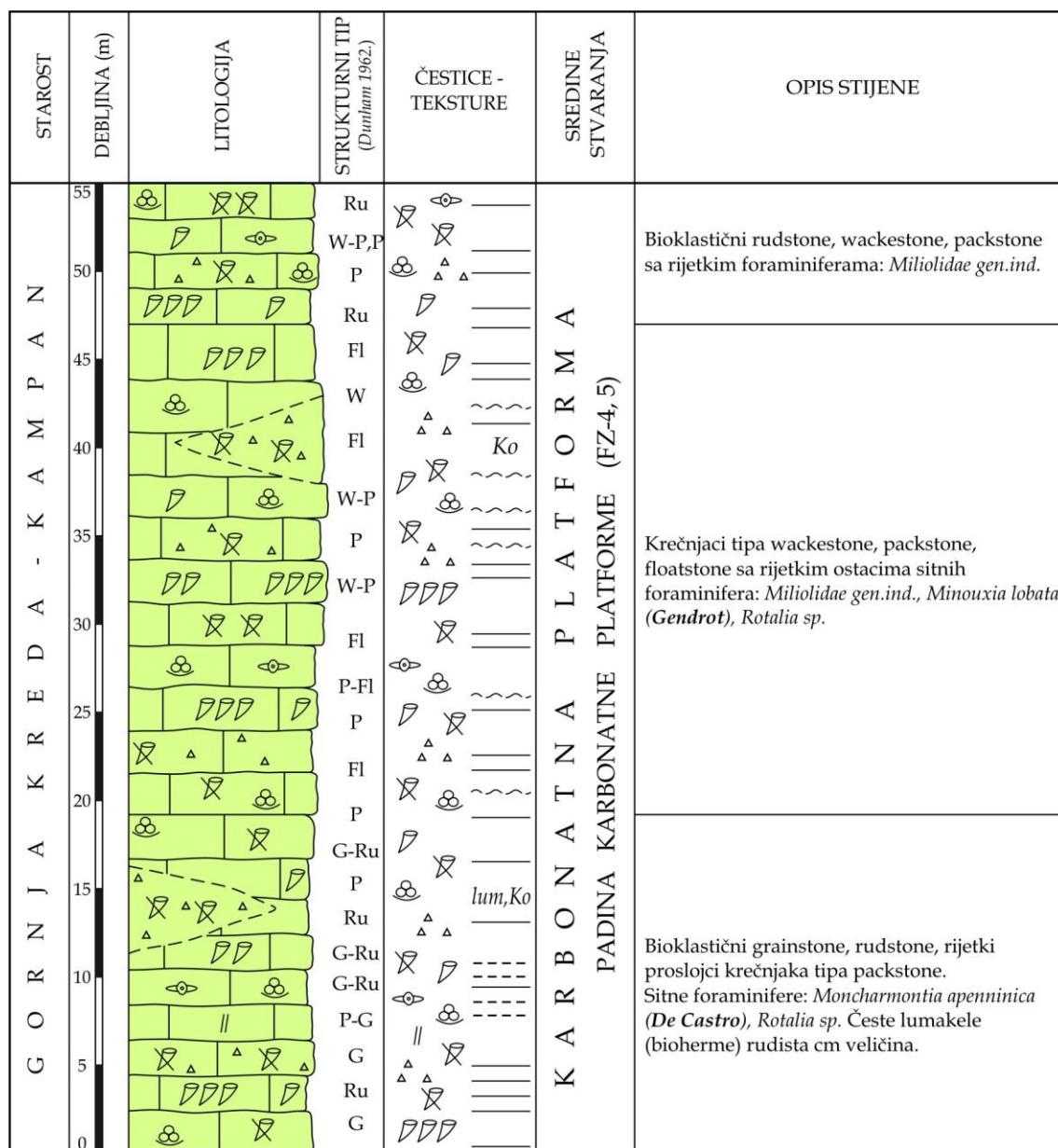
Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena u Vinićima izgrađuju bijeli, žuto - bjeličasti, bankoviti i masivni, bioklastični, organogeno - detritični krečnjaci gornjokrede (kampana). U Vinićima su prisutna dva glavna sistema pukotina, pružanja sjeveroistok - jugozapad i sjeverozapad - jugoistok, sa vrlo strmim, subvertikalnim do vertikalnim padnim uglovima (80-90°). Detaljni geološki stub snimljen je na području nekadašnjeg ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Vinići (slika 6.4). Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede odnosno kampana (K₂⁵), a debljina snimljenih naslaga na stubu iznosi 55,0 m. Prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba izdvojena su tri paketa sedimenata.

Prvi paket sedimenata (interval 0,0 - 19,4 m) izgrađuju svijetlosmeđi do bijeli bankoviti i debelobankoviti (1,20 - 2,0 m) i masivni >2,0 m bioklastični grainstone (G) i rudstone (Ru) sa brojnim fosilnih ostacima, u prvom redu rudista, koji mjestimično grade i lumakele cm dimenzija. Takođe sadrže brojne sitne i krupne foraminifere: *Moncharmontia apenninica* (De Castro), *Rotalia sp.*, *Miliolida gen. ind.* Ređe se javljaju i proslojci krečnjaka strukturnog tipa packstone (P).

Nadalje u stubu, u intervalu od 19,4 do 47,20 m zastupljeni su bankoviti (0,6 - 1,50 m) svijetlosmeđi i bijeli krečnjaci strukturnog tipa wackestone (W), packstone (P), floatstone (Fl), sa čestim bioklastima ljuštura rudista i rijetkim ostacima sitnih foraminifera: *Miliolida gen. ind.*, *Minouxia lobata* Gendrot, *Rotalia skourensis* Pfender.

Od 47,20 m do kraja stuba (55,0 m) zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti wackestone (W), packstone (P) i bioklastični rudstone (Ru) sa ostacima bioklasta rudista i rijetkim sitnim foraminiferama: *Miliolida gen. ind.*, *Rotalia sp.*

Eksploatacija blokova arhitektonsko - građevinskog kamena na ležištu Vinići vršila sa manjim ili većim prekidima pet decenija. Krečnjaci u ovom ležištu su izgrađeni od kripto do mikrokristalastog kalcita. Geneza sedimentnih naslaga u ležištu vezana je za egzistovanje i gornjokredni razvoj Dinarske karbonatne platforme na ovim prostorima. Krečnjačke naslage formirane su dijagenozom finog karbonatnog mulja u kojem su "uronjeni" bioklasti rudista.



Slika 6.4: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Vinići

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Radujev krš

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Radujev krš (*foto 6-4*) nalazi se u ataru sela Vinići, na južnim padinama brda Hum, na oko 7 km sjeverno od Danilovgrada. U neposrednoj blizini ležišta (u podnožju brda Hum) prolazi asfaltni put i željeznička pruga Podgorica - Danilovgrad - Nikšić.



Foto 6-4: Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Radujev krš

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Radujev krš izgrađeno je od gornjokrednih sedimenata kampana (K₂⁵). Predstavljani su bjeličastim do svijetlo smeđim, kristalastim, bankovitim do masivnim, ređe i slojevitim krečnjacima sa brojnim bioklastima rudista. U pripovršinskoj zoni krečnjaci su intezivno karstifikovani, naročito duž sistema strmih i subvertikalnih pukotina, koje su često ispunjene crvenicom ili glinovitim materijalom. Mikroskopskim ispitivanjima je utvrđeno da je krečnjak izgrađen od fosilnog (rudistnog) detritusa koji je loše sortiran i određeni su kao biosparuditi, rijetko biointrasparuditi (Folk, 1959, 1962).

Detaljni geološki stub Radujev krš snimljen je na južnim i jugoistočnim padinama brda Hum i istoimenog postojećeg ležišta Radujev krš (slika 6.5).

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE |
|--|--------------|------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| G O R N J A K R E D A - K A M P A N | 78 | | | | | Bioklastični grainstone-rudstone, rudisni floatstone. Mikrofosili su rijetki i to su ostaci foraminifera i to <i>Miliolidae gen.ind.</i> |
| | 75 | | Ru | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 70 | | Fl | | | |
| | | | G-Ru | | | |
| | 65 | | G-Ru | | | |
| | | | G | | | |
| | 60 | | G-Ru | | | |
| | | | G-Ru | | | |
| | 55 | | Ru | | | |
| | | | G-Ru | | | |
| | 50 | | G | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 45 | | Fl | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 40 | | Ru | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 35 | | Ru | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 30 | | Ru | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 25 | | Ru | | | |
| | | | Ru | | | |
| | 20 | | Ru | | | |
| | | Ru | | | | |
| 15 | | Ru | | | | |
| | | Ru | | | | |
| 10 | | Fl | | | | |
| | | W-P | | | | |
| 5 | | Fl | | | | |
| | | W-P | | | | |
| 0 | | Ru | | | | |
| K A R B O N A T N A P L A T F O R M A PADINA KARBONATNE PLATFORME (FZ-4, 5) | | | | | | |
| | | | | | | Bioklastični grainstone, rudisni floatstone, rijetko floatstone sa čestim biohermama veličine do 10cm. |
| | | | | | | Mikrofosili su rijetki i to su uglavnom fragmenti foraminifera. |
| | | | | | | Rudisni rudstone, floatstone, rijetko wackestone, packstone sa rijetkim ostacima <i>Solenoporeaceae</i> , fragmentima foraminifera: <i>Miliolidae gen.ind.</i> , <i>Orbitoides tissoti (Schlumberger)</i> . |
| | | | | | | Bioklasti rudista veličine do 2 cm. |

Slika 6.5: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Radujev krš

Debljina naslaga kampana snimljenih ovim stubom iznosi 78,0 m, i tom prilikom su izdvojena tri paketa sedimenata.

Prvi paket sedimenata (interval 0 - 28,0 m) izgrađuju svijetlosmeđi do bjeličasti debeloslojeviti (0,4 - 0,6 m) i bankoviti (0,6 - 1,50 m) bioklastični rudstone (Ru), floatstone (Fl), rijetko wackestone - packstone (W - P), sa čestim bioklastima ljuštura rudista veličine do 2 cm i veoma rijetkim i sitnim foraminiferama tipa miliolida, kao i rijetkim ostacima *Solenoporeaceae*, *Orbitoides tissoti* (*Schlumberger*). Slojne površine su blago talasaste.

U intervalu stuba od 28,0 do 58,0 m zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti svijetlosmeđi do bjeličasti krečnjaci strukturnog tipa bioklastični rudstone (Ru), bioklastični grainstone (G), rijetko floatstone (Fl). Česte bioherme sa rudistima veličine do 10 cm. Mikrofosili su rijetki i to su uglavnom fragmenti foraminifera *Miliolidae gen. ind.* Slojne površine su oštre, ravne do blago talasaste.

Dalje, u intervalu stuba od 58,0 do 78,0 m prisutni su debeloslojeviti (0,4 - 0,6 m) i bankoviti (0,6 - 1,20 m) bjeličasti grainstone - rudstone (G - Ru), sa rijetkim ostacima *Solenoporeaceae*, fragmentima foraminifera: *Miliolidae gen. ind.*, *Orbitoides tissoti* (*Schlumberger*), kao i rudistni floatstone (Fl) sa lumakelama rudista. Slojne površine su oštre, ravne do blago talasaste.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Kriva ploča (*foto 6-5*) nalazi se na oko 5 km sjeverno od Danilovgrada, a oko 3 km od lokalnog asfaltnog puta Danilovgrad - Spuž, u pravcu Slatine.



Foto 6-5: Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina

U geološkoj građi ležišta učestvuju uglavnom bjeličasti, ređe svijetlosmeđi, masivni organogeno detritični krečnjaci gornjeg santona i donjeg kampana. Sadrže krupne komade ljuštura fosila (bioklasti rudista), veličine i do nekoliko centimetara, kao i ređe intraklaste. Rudno tijelo javlja se u vidu kompaktne masivne krečnjačke stijenske mase, bez izražene stratifikacije, sa generalnim pravcem pružanja sedimenata sjeverozapad - jugoistok, i veličinom padnih uglova od 10° do 16°. Na osnovu rezultata hemijskih analiza može se zaključiti da je stijenska masa u ležištu praktično monomineralna, i da se radi o gotovo čistim krečnjacima.

Detaljni geološki stub snimljen je na području nekadašnjeg ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena Slatina ili Kriva ploča (*slika 6.6*). Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede, santon - kampana (K₂^{4,5}), a debljina snimljenih naslaga na

stubu iznosi 44,00 m. Prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba izdvojeno je pet paketa sedimenata.

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE |
|---|--------------|------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| G O R N J A K R E D A - S A N T O N - K A M P A N N | 44 | DD | W-P | | | |
| | 40 | DD | P | | | Foraminiferski pacstone, wackestone. Česte bentonske foraminifere. |
| | | DD | W-P,P | | Lum | |
| | | DD | Fl | | Lum | Smjena bioklastičnih floatstone sa rijetkim krupnim rudistima veličine do 15 cm i bioklastičnih packstone sa gustim nagomilanjima sitnih rudista. |
| | | DD | P | | | |
| | | DD | Fl | | Lum | |
| | | DD | Ru | | Lum | Bioklastično-intraklastični rudstone, bioklastični floatstone, wackestone-packstone. Foraminifere: <i>Miliolidae gen.ind.</i> , <i>Glomospira sp.</i> , <i>Nummofalotia apula</i> Luperto Sinni , <i>Pseudolituonella reicheli</i> Marie , <i>Goupillaudina sp.</i> , <i>Sulcoperculina sp.</i> |
| | | DD | W-P | | | |
| | | DD | Fl | | | |
| | | DD | W | | | |
| | | DD | W | | | |
| | | DD | W-P | | | |
| | | DD | W-P | | | |
| | | DD | W-P,P | | Ko | Foraminiferski wackstone, packstone. <i>Miliolidae gen.ind.</i> , <i>Monchormontia apenninica</i> De Castro i dr., alge: <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri); bioklasti rudista, ehinida. |
| | | DD | W | | | |
| | | DD | W | | Lum | |
| | | DD | W-P | | | |
| | | DD | W | | Lum,Ko | |
| | | DD | W-P | | | |
| | | DD | P | | Ko | Krečnjaci tipa wackestone i pacstone. <i>Miliolidae gen.ind.</i> , <i>Monchormontia apenninica</i> (De Castro); <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri). |
| | DD | W-P | | Lum | | |
| | DD | W | | | | |
| | DD | W-P | | | | |
| | DD | W | | | | |
| | DD | W-P | | | | |

Slika 6.6: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina

Prvi paket sedimenata (0,0 - 11,0 m) izgrađuju debeloslojeviti (0,40 - 0,50 m) i bankoviti, (0,6 - 1,50 m) svijetlosmeđi do bjeličasti, mjestimično prekrystalisali krečnjaci tipa wackestone (W) i packstone (P), sa čestim foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Orbitoides sp.*, *Rotorbinella scarsellai Tore*, *Monchormontia apenninica (De Castro)*, alge: *Thaumatoporella parvoovesiculifera (Raineri)*, kao i krupni bioklasti rudista - hipuriti. Slojne površine oštre i ravne ravne do blago talasaste.

U intervalu od 11,0 m do 28,5 m zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti (0,6 - 1,80 m) svijetlosmeđi krečnjaci tipa wackestone (W) i packstone (P), sa foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, alge: *Thaumatoporella parvoovesiculifera (Raineri)*. Sadrže krupne bioklaste rudista i do 10 cm i lumakele.

Nadalje u stubu, interval 28,5 - 33,0 m zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti svijetlosmeđi bioklastično - intraklastični rudstone (Ru), bioklastični floatstone (Fl) i wackestone - packstone (W - P), sa foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Glomospira sp.*, *Nummofalotia apula Luperto Sinni*, *Pseudolituonella reicheli Marie*, *Gouppillaudina sp.*, *Sulcoperculina sp.*

Preko ovih sedimenata, u intervalu od 33,0 do 38,00 m, prisutna je smjena debelobankovitih do masivnih (1,20 - 2,50 m) svijetlosmeđih bioklastičnih krečnjaka strukturnog tipa floatstone (Fl) sa rijetkim krupnim rudistima veličine do 15 cm i smeđih bioklastičnih krečnjaka tipa packstone (P) sa gustim nagomilanjima sitnih rudista ($d_s=0,80 - 1,5$ m). Pri vrhu su nagomilanja rudista različite veličine i orijentacije.

U intervalu od 38,0 m do kraja stuba, odnosno 44 m zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti svijetlosmeđi krečnjaci strukturnog tipa wackestone (W) i packstone (P), sa foraminiferama.

Na osnovu ispitivanja hemijskog i mineraloškog sastva, može se konstatovati da je krečnjak iz ovog ležišta praktično monomineralnog sastava i da se radi o gotovo čistim krečnjacima sa prosječnim sadržajem od 55,24% CaO komponente. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina - Kriva ploča

je sedimentnog tipa, čija je geneza vezana uz egzistovanje i gornjokredni razvoj Dinarske karbonatne platforme na ovom području. Krečnjačke mase ovog ležišta su, takođe formirane dijagenezom karbonatnog mulja u kojem su sadržani bioklasti rudista i ehinodermata.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Suk

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Suk (foto 6-6) nalazi se na karstnom platou Komunice, oko 4 km jugozapadno od Spuža, neposredno pored magistralnog puta Podgorica - Nikšić.



Foto 6-6: *Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Suk*

U geološkoj građi ležišta učestvuju foraminifersko - algalni packstone (P) sa rijetkim bioklastima (varijetet "Izvor"), bioklastične aloheme stijene sa mikritskim vezivom (varijetet "Suk") i ljuspasto raspadnuti krečnjaci santon - kampana. Rudno tijelo je masivne teksture, bez izraženih diskontinuiteta duž površina slojevitosti, a predstavljeno je pojedinačnim paketima navedenih krečnjaka, debljine preko 60 m. Ležište ima relativno jednostavnu tektonsku građu, sa izraženim sistemima subvertikalnih i vertikalnih pukotina sa praškastom i kalcitskom ispunom. U centralnom dijelu ležišta konstatovano je

nekoliko manjih rasjeda sa skokovima između 2 i 4 m. Na osnovu rezultata mikroskopskih analiza uzoraka utvrđeno je da je ležište izgrađeno od sedimentnih stijena karbonatnog, pretežno kalcitskog sastava.

Detaljni stub je snimljen u okviru ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Suk (slika 6.7). Profilom su obuhvaćene naslage santon - kampana i ukupno je izdvojeno osam paketa sedimenata. Debljina naslaga na ovom stubu iznosi 58,0 m.

Početak stuba, interval 0,0 - 7,5 m, izgrađuju svijetlosmeđi masivni rudistni krečnjaci tipa floatstone (Fl), sa grubo raspoređenim rudistnim ostacima. Krečnjaci ovog paketa su nepravilno izdijeljeni na partije izgrađene od cijelih slabokretanih rudista veličine 2 - 6 cm, ređe 10 - 15 cm, njihovih fragmenata rudistnih i arenitskih dimenzija.

Zajedno sa rudistima i njihovim kršem često se javljaju dobro očuvane krupne (1 - 3 mm) foraminifere: *Nummofalotia apula* **Luperto-Sinni**, *Rotorbinella scarsellai* **Tore**, *Pseudocyclamina sphaeroidea* **Gendrot**, alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (**Raineri**). Ovaj paket sedimenata izgrađen je od lumakela rudista, kokinita i foraminiferskih krečnjaka strukturnog tipa wackestone (W) sa postepenim međusobnim prelazima sa dobro ili loše abradiranim djelovima ljuštura rudista. Ovaj paket po svojim teksturnim i strukturnim osobinama i sastavom liči na krečnjake gornjeg dijela Klikovače.

Preko ovog paketa, u intervalu od 7,5 do 20,0 m slijede bankoviti krečnjaci sa fragmentima rudista ili bez cijelih rudistnih ostataka i rijetkim njihovim kršem. Često se javljaju krupne foraminifere: *Miliolidae* gen. ind., *Idalina antiqua* **Schlumberger et. al.**, *Buornonia* sp., *Cuneolina* sp., *Rotorbinella scarsellai* **Tore**, koje se naročito lako zapažaju u završnim djelovima banaka kada grade foraminiferske wackestone - packstone (W - P), i floatstone (Fl) sa rudistima.

Osnova ovih krečnjaka je mikrit manje ili više rekristalisao u mikrosparit. Sparit se uglavnom rijetko javlja kao cement, a krečnjaci poput foraminiferskog grainstone (G) sa peletima su rijetki.

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE |
|---|--------------|------------|----------------------------------|--|---|---|
| G O R N J A K R E D A - S A N T O N - K A M P A N P A N | 58 | | W-P | | K A R B O N A T N A P L A T F O R M A ŠEĀLFNA LAGUNA OTVORENE CIRKULACIJE (FZ-7) | Foraminifersko-algalni packstone, wackstone. <i>Rotorbinella scarsellai</i> (Tore). |
| | 55 | | W-P | | | <i>Neobalkhania bignoti</i> (Cherchi, Radoičić, Shroeder) <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri). |
| | | | W-P | | | Rudisni rudstone, bioklastični wackstone- packstone. Mikrofauna: <i>Nummoloculina robusta</i> Tore <i>Rotorbinella scarsellai</i> (Tore). |
| | 50 | | W-P | | | |
| | | | Ru | | | |
| | | | W | | | Foraminiferski wackstone, packstone. <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri) |
| | 45 | | W-P | | | |
| | | | W-G | | | Rudisni rudstone, foraminiferski grainstone. |
| | | | W-P | | | |
| | 40 | | P-Fl | | | Foraminiferski weckstone, packstone. <i>Rotorbinella scarsellai</i> (Tore) <i>Nummofalotia apula</i> (Luperto-Sinni) <i>Accordinella conica</i> (Farinacci). |
| | | | P-Fl | | | |
| | | | W-P | | | |
| | | | W-P | | | |
| | 35 | | Ru | | | Rudisni rudstone. <i>foraminifera Neobalkhania</i> |
| | | | Ru | | | |
| | | | W-P | | | |
| | 30 | | P-Fl | | | Rudisni floatstone. <i>Pseudolithothamnium album</i> (Pfender). |
| | | | G | | | |
| | | | W-P | | | Bioklastično-peletni grainstone. |
| | 25 | | P-Fl | | | Foraminiferski wackstone, packstone. |
| | | | G | | | |
| | | | W-P | | | Foraminiferski wackstone, packstone. <i>Rotorbinella</i> sp., <i>Dicyclina</i> sp., <i>Cuneolina</i> sp., <i>Minouxia cf. lobata</i> (Gendrot). |
| | 20 | | FI | | | Bioklastično-peletni floatstone. <i>Rotorbinella scarsellai</i> (Tore) <i>Neobalkhania bignoti</i> (Cherchi, Radoičić). |
| | | G | | | | |
| 15 | | W-P | | Foraminiferski wackstone, packstone. <i>Buornonia</i> sp., <i>Cuneolina</i> sp. <i>Rotorbinella scarsellai</i> (Tore). | | |
| | | W-P | | | | |
| 10 | | W-P | | Rudisni floatstone. | | |
| | | FI | | | | |
| | | W-P | | | | |
| 5 | | W-P | | Foraminiferski wackstone, packstone. <i>Nummofalotia apula</i> (Luperto-Sinni) <i>Rotorbinella scarsellai</i> (Tore) <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri) | | |
| | | FI | | | | |
| 0 | | W-P | | Bioklastični floatstone. | | |

Slika 6.7: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Suk

Sredinom ovog paketa javljaju se rudistne biostrome, kao i banci krečnjaka izgrađeni od krša rudista - kokinit i mikrokokinit, kao i foraminiferski wackestone - packstone (W - P). Izmjena navedenih tipova krečnjaka je postepena sa nejasnom međusobnom granicom.

Preko ovih krečnjaka slijede (interval 20,0 - 22,6 m) dva debela sloja rudistnih krečnjaka strukturnog tipa wackestone - packstone (W - P), sa zbijenim rudistima veličine 2 - 4 cm i krupnim (mm veličina) foraminiferama: *Rotorbinella sp.*, *Dicyclina sp.*, *Cuneolina sp.*, *Minouxia cf. lobata Gendrot*, alga: *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*. Često se zapažaju tamne sparitske šupljine nastale ispadanjem rudistnih ljuštura.

U nastavku stuba (interval 22,6 - 32,8 m) krečnjaci slične geološke građe kao prethodni. Pojedini slojevi su grudvaste građe, smeđesive boje sa rijetkim rudistima, a čestim krupnim foraminiferama (foraminiferski packstone-floatstone P - Fl) i jasnim elementima submarinske erozije (korozione šupljine). Preko ovih krečnjaka zapažaju se česte uglavnom cijele rudistne ljušture (lumakele), dok je naviše grubo abradirani i abradirani krš rudista sa postepenim prelazom u bioklastični foraminiferski wackestone - packstone (W - P), rijetko i grainstone (G).

Peti paket sedimenata debljine 12,20 m (interval 32,8 - 45,0 m) izgrađuju smeđi i smeđesivi, debeloslojeviti i bankoviti biogeni krečnjaci sa lumakelama rudista u nižem dijelu (rudstone), kokinitskim i mikrokokinitskim sastavom sredinom i najvećim dijelom paketa packstone - floatstone (P - Fl) i foraminiferskim bioklastičnim wackestone - grainstone (W - G), pri kraju paketa. Krečnjaci su uglavnom bez značajnijih nagomilanja cijelih slabo kretanih rudista, a sa manje ili više njihovog krša, slabo do dobro abradiranog, rudistnih ili arenitskih dimenzija. Javljaju se krupne foraminifere mm dimenzija: *Rotorbinella scarsellai Tore*, *Nummofalotia apula Luperto-Sinni*, *Miliolidae gen. ind.*, *Cuneolina sp.*, *Accordienella conica Farinacci*. Osim rudista i foraminifera u ovim krečnjacima se javljaju i ljušture drugih školjki, gastropodi i neskeletne alge.

U intervalu od 45,0 do 48,0 m slojeviti krečnjaci tipa wackestone - packstone (W - P), sa čestim šupljinama od kalupa i krupnim foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Cuneolina sp.*, *Rotorbinella scarsellai Torre*, *Pseudocyclammina sp.*, i ređe alge *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*.

Preko ovog paketa, u intervalu od 48,0 do 52,25 m slijede krečnjaci sa brojnim krupnim i sitnim fragmentima rudista (rudstone), koji mjestimično grade lumakele. Između banaka zapažaju se i grudvasti slojeviti smeđi wackestone-packstone (W - P). Sadrže i bentoske foraminifere: *Rotorbinella scarsellai Tore*, *Miliolidae gen. ind.*, *Accordiella conica Farinacci* i *Nummuloculina robusta Torre*.

Profil se završava paketom (interval 52,50 - 58,0 m) krečnjaka predstavljenih foraminifersko - algalnim packstone (P) i ređe wackestone (W) sa *Rotorbinella scarsellai Tore*, *Neobalkhania bignoti Cherchi*, *Radoičić, Shroeder*, *Miliolidae gen. ind.*, *Cuneolina sp.*, *Glomospira sp.*, *Rotalia saxorum d'Orbigny* i *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*. Sadrže i cijele slabo kretane sitne rudiste (lumakele i sočiva), njihove fragmente, gastropode i školjke.

Karbonatni sedimenti ovog ležišta su deponati višeg i zaštićenog dijela platforme u zasprudnom pojasu.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače (foto 6-7) nalazi se na karstnom platou Buržine, u blizini istoimenog mjesta, na oko 2 km jugozapadno od Spuža, sa kojim je povezano lokalnim asfaltnim putem. Takođe, ležište je sa magistralnim putem Podgorica - Nikšić povezano asfaltnim putem dužine 3 km.



Foto 6-7: Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače

U geološkoj građi ležišta učestvuju karbonatni sedimenti gornje krede, odnosno santon - kampana. Predstavljeni su bankovitim i masivnim krečnjacima sa cijelim i fragmentiranim ljušturama rudista - varijetet "fiorito", i krečnjacima sa rijetkim fragmentima ljuštura ili bez njih - varijetet "unito". Boja krečnjaka varira od svijetlosmeđe (krem) do tamnosmeđe boje, a uslovljena je prisustvom gvožđevitog pigmenta. Učešće krečnjaka tipa "fiorito" u ukupnoj stijenskoj masi u ležištu iznosi 49,4%, a krečnjaka tipa "unito" 50,6%. Rudno tijelo arhitektonsko - građevinskog kamena predstavljeno je masivnim krečnjacima, postojanog oblika i debljine oko 50 m (dokazana istražnim bušenjem). Detaljni geološki stub je snimljen na prostoru istoimenog ležišta arhitektonsko -

građevinskog kamena. Profilom je ukupno obuhvaćeno oko 25 m sedimenata gornje krede, odnosno santon - kampana (K₂^{4,5}), i izdvojeno šest paketa sedimenata (slika 6.8).

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE |
|---|--------------|------------|----------------------------------|-----------------------|--|---|
| G O R N J A S A N T O N - K A M P A N | 25,2 | | P-FI | | K A R B O N A T N A Š E L F N A L A G U N A O T V O R E N E C I R K U L A C I J E (FZ-7) | Rudisni floatstone, packestone. |
| | | | FI | | | Foraminiferski packestone, rudisni floatstone. Od mikrofosila česte foraminifere: <i>Pseudithothamnium album</i> Pfender i alge: <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri). |
| | | | P | | | Intraklastično-peletni wackestone-packestone. Od mikrofosila prisutne alge: <i>Thaumatoporella parvovesiculifera</i> (Raineri), foraminifere: <i>Miliolidae</i> gen.ind., <i>Orbitoides tissoti</i> (Schlumberger) |
| | 20 | | P W-P Ru | | | Rudstone, floatstone. Onkoidno-intraklastični grainstone sa foraminiferama. |
| | | | Ru, FI | | | Foraminiferski wackestone sa bioklastima <i>Rotalia cf. reicheli</i> (Hottinger). |
| | | | G W | | | Foraminiferski wackestone sa onkoidima. Rudstone, floatstone. |
| | | | W Ru, FI | | | Foraminifersko-algalni wackestone-packestone. |
| | | | W-P Ru, FI | | | Foraminiferski wackestone, floatstone. |
| | 15 | | W FI | | | Foraminiferski wackestone. |
| | | | Ru W | | | Rudisni rudstone. |
| | | | W Ru | | | Foraminiferski grainstone sa onkoidima. |
| | | | Ru G | | | Organska nagomilanja od cijelih rudista koji grade biostrome-rudisni framestone. |
| | | | Fr W | | | Foraminifersko-algalni wackestona sa bioklastima. |
| | 10 | | W FI | | | |
| | 5 | | Ru W | | | |
| | 0 | | Ru W | | | |

Slika 6.8: Detaljni geološki stub ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače

Početak stuba (0,0 - 4,5 m) počinje slojem krečnjaka izgrađenim od arenitskih do ruditnih fragmenata debelih ljuštura rudista i usamljenih cijelih, uglavnom na mjestu, rudistnih bioklasta veličine i do 20 cm. Ovaj paket sedimenata sa sastoji od dvije osnovne grupe stijena. Prva grupa izgrađena od loše sortiranih manje ili više abradiranih fragmenata, ređe cijelih transportovanih rudista (kokine).

Druga grupa stijena je slična prethodnoj, uglavnom izgrađena od cijelih nešto sitnijih rudisnih ostataka, manje kretanih, sa ređim sitnim abradiranim fragmentima (lumakele). Banci su međusobno razdvojeni neravnim, mjestimično oštrim slojnim površinama, duž kojih se javlja gruba laminacija arenitskih fragmenata kao i kasnodijagenetska dolomitizacija. Takođe, u ovim krečnjacima česta su nagomilanja cijelih skeleta, uglavnom rudista, oblika sloja ili banka sa jasnim konkordantnim granicama, koji predstavljaju rudistne bistrome (rudistni framestone).

Preko ovih biostroma u intervalu od 4,5 do 8 m dominantne su biogene stijene sa ruditnim, slabo abradiranim fragmentima rudista (rudistni rudstone) i rijetko sa arenitskim fragmentima u mikritskoj osnovi. Završni djelovi ovog paketa, kao i prethodni sadrže foraminifere, rijetko kortoide i druga ooidna zrna (biogeni rudisno - foraminiferski wackestone). Od mikrofosila zastupljene su: *Miliolidae gen. ind.*, *Glomospira sp.*, *Nummofallotia apula* **Luperto Sinni**, *Rotalia saxorum d'Orb.*, *Idalina antiqua Schlumberger et. al.*, *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*, bioklasti ehinodermata.

Treći paket debljine 3 m (interval 8 - 11 m), početkom i krajem izgrađen je od arenitskih i ruditnih laminiranih fragmenata školjaka (kokina i mikrokokina), dok se sredinom ovog paketa javlja i rudistna biostroma (foraminiferski wackestone i floatstone).

Nadalje u stubu (interval 11 - 15,1 m) u geološkoj građi ležišta učestvuju krečnjaci sa cijelim, slabo kretanim rudistima (rudistna biostroma i lumakela) i preko njih slabo abradirani fragmenti rudista (rudistni rudstone i floatstone). Ovaj ritam prekinut je tankim proslojcima abradiranih sitnih i rijetkih fragmenata, sa čestim foraminiferskim i algalnim ostacima (foraminiferski wackestone, packstone). U mikritskoj osnovi rijetki su algalno obavijeni klasti-onkoidi. Od makrofaune, ovaj paket sedimenata karakteriše osim rudista i krupne svijetlosive do bijele foraminifere: *Miliolidae gen. ind.*, *Glomospira sp.*, *Rotalia saxorum d'Orb.*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, *Biconcava bentori Hamaoni*, sitni gastropodi, kao i fragmenti krinoida.

Peti paket sedimenata (15,1 - 20,2 m) karakteriše prisustvo tri banka veličine od 1 do 2 m, koji su uglavnom izgrađeni od loše i dobro sortiranih fragmenata ljuštura rudista, rijetko cijelih i krupnih rudista nepravilno raspoređeni, veličine 10 do 30 cm. Pored rudistnih rudstona i floatstona, unutar ovih banaka javljaju se tanki proslojci sa malo rudistnih klasta, a više krupnih foraminiferskih ostataka, veličine od 1 do 3 mm (*Miliolidae gen. ind.*, *Orbitoides tissoti* (*Schlumberger*). Ovi bioklastični foraminiferski wackestone - packstone (W - P), sadrže i alge, rijetko kortoide i druga ooidna zrna. Sredinom paketa pored mikrita javljaju se sparitske alohemijske stijene (foraminifersko-intraklastični grainstone G).

Stub (interval 20,0 - 25,2 m) se završava krečnjacima izgrađenim od cijelih slabo kretanih rudista (rudistna biostoma), sa nejasnim, neravnim i markiranim granicama usled kasnodijagenetske dolomitizacije. Gornji djelovi banaka predstavljeni su foraminiferskim krečnjacima tipa wackestone - packstone (W - P). Završni dio ovog paketa po strukturno - teksturnim osobinama i sastavom (foraminiferski packstone P, rudistni Fl), rijetkim za ovaj profil tipovima krečnjaka pokazuju veliku sličnost sa krečnjacima ležišta Suk.

U pogledu mineralošskog sastava, ispitivanjima je utvrđeno da se radi o krečnjacima karbonatnog i podređeno dolomitskog sastava iz grupe alohemijskih stijena. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače je sedimentnog tipa, a geneza krečnjačkih naslaga u ležištu vezana je uz egzistovanje plitkovodnog morskog basena Dinarske karbonatne platforme.

Pojava arhitektonsko - građevinskog kamena Pješivački do

Pojava arhitektonsko - građevinskog kamena u Pješivačkom dolu (*foto 6-8*) nalazi se u području Pješivaca, na istočnim padinama Đinove glave, na oko 9 km sjeverozapadno od Danilovgrada.

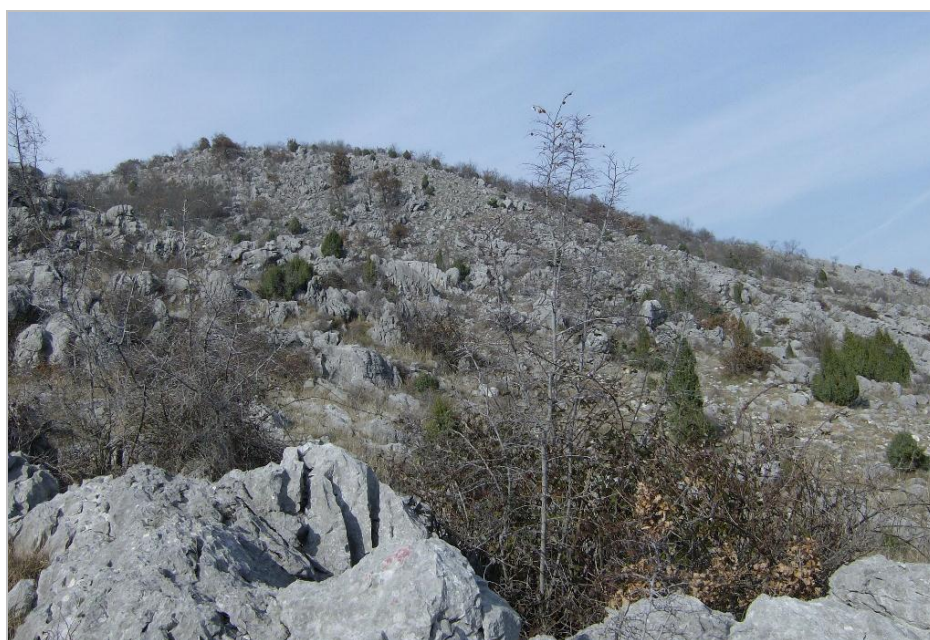


Foto 6-8: Istočne padine brda Đinova glava gdje se nalazi pojava arhitektonsko - građevinskog kamena Pješivački do

Pojavu arhitektonsko - građevinskog kamena u Pješivačkom dolu izgrađuju krečnjaci gornje krede, odnosno santon-kampana, a predstavljeni su žućkastim, bijelim i sivobijelim, mikrodetritičnim, kristalastim i slabo dolomitičnim krečnjacima sa čestim miliolidama (miliolidski krečnjaci) i rudistima.

Prelaz između ovih varijeteta je postepen. Krečnjaci su slojeviti do bankoviti, mjestimično jako karstifikovani i polomljeni sa strmim padnim uglom (50 - 60°). Prisutna su dva sistema pukotina pružanja sjeverozapad - jugoistok, i sjeveroistok - jugozapad, kao i više rasjeda bez određene pravilnosti u prostornom razmještaju.

Detaljni geološki stub snimljen je na području Pješivačkog dola, na istočnim i jugoistočnim padinama brda Đinova glava, na širem području pojave arhitektonsko - građevinskog kamena Pješivački do (*slika 6.9*).

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE | |
|--|--------------|------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|---|---|
| G O R N J A K R E D A - S A N T O N - K A M P A N | 155 | | P | ▲▲ | | K A R B O N A T N A P L A T F O R M A ŠEĀLFNA LAGUNA OTVORENE CIRKULACIJE (FZ-7) | Grainstone, proslojci krečnjaka tipa packstone sa bioklastima ehinodermata, kalcisfera i organogenim uglavnom rudistnim detritusom. |
| | 150 | | G | DDD | Ko | | |
| | 140 | | P-G | ☉ | | | |
| | 130 | | FI-P | ☉ ▲▲ | Lum | | |
| | 120 | | Fl | ☉ | | | |
| | 120 | | Ru,Fl | DDD | | | |
| | 110 | | W | ☉ | | | |
| | 110 | | W | ☉ | | | |
| | 110 | | W | ☉ | | | |
| | 100 | | W-P | ☉ ☉ | Lum | | |
| | 90 | | G | ☉ | Lum | | |
| | 90 | | P | ☉ | | | |
| | 80 | | W-P | ☉ | Lum | | |
| | 80 | | P | ☉ | | | |
| | 80 | | W-P | ☉ | Lum | | |
| | 70 | | DK | ☉ | | | |
| | 70 | | W | ☉ | Lum | | |
| | 70 | | W | ☉ | | | |
| | 60 | | DK | ☉ | | | |
| | 60 | | DK | ☉ | | | |
| 50 | | W-P,W | ☉ | | | | |
| 50 | | W | ☉ | | | | |
| 40 | | W | ☉ | | | | |
| 40 | | W-P,W | ☉ | Lum | | | |
| 30 | | W-P | ☉ | | | | |
| 30 | | M-W | ☉ | Lum | | | |
| 20 | | P | ☉ | | | | |
| 20 | | P | ☉ | | | | |
| 10 | | W-P | ☉ | | | | |
| 10 | | W | ☉ | Lum | | | |
| 0 | | W | ☉ | | | | |

Slika 6.9: Detaljni geološki stub pojave arhitektonsko - građevinskog kamena Pješivački do

Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede (santon - kampana). Debljina snimljenih naslaga na ovom stubu iznosi 155,0 m, a izdvojeno je osam paketa sedimenata.

Početak stuba, interval 0,0 - 25,0 m karakteriše prisustvo slojevitih do debeloslojevitih (0,35 - 0,60 m) i bankovitih (0,60 - 1,40 m) svijetlosmeđih krečnjaka tipa wackestone (W) i bioklastično - intraklastičnih packstone (P) sa foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Peneroplidae gen. ind.*, *Nummofallotia apula Lupeto Sinni*, *Orbitolinidae gen. ind.*, *Rotalia saxorum d'Orbigny*, *Pseudocyclammina sphaeroidea Gendrot*, *Idalina antiqua Schlumberger et.al.*, *Rotalia viennoti Greig*, sa algama: *Thaumatoporella parvoovesiculifera (Raineri)*, ostaci *Dasycladaceae*, i bioklastima rudista, koji mjestimično grade bioherme debljine do 0,50 m. Slojne površine oštre, ravne i blago talasaste.

Paket u intervalu 25,0 - 40,0 m, izgrađuje smjena rudisnih biohermi debljine oko 0,50 m sa svijetlosmeđim krečnjacima strukturnog tipa wackestone (W), packstone (P), podređeno mudstone (M). Debljina slojeva je 0,30 - 0,50 m. Od mikrofosila su prisutne rekristalisale foraminifere: *Miliolidae gen. ind.*, *Pseudocyclammina sphaeroidae Gendrot*, *Rotalia viennoti Greig*, alge: *Thaumatoporella parvoovesiculifera (Raineri)*, briozoe.

Preko ovih sedimenata, interval 40,0 - 58,0 m, zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti svijetlosmeđi krečnjaci tipa wackestone (W) i packstone (P) sa foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Accordiella conica Farinacci*, *Rotalia saxorum d'Orbigny*, *Orbitoides media d'Archaic*, *Glomospira sp.* Gornji dio ovog paketa (50 - 58 m) karakteriše smjena debeloslojevitih (0,4 - 0,6 m) i bankovitih (0,6 - 1,50 m) svijetlosmeđih dolomitičnih krečnjaka i bioklastičnih krečnjaka sa oskudnim mikrofosilnim sadržajem. Slojne površine oštre i ravne.

Naviše u profilu, u interval 58,0 - 85,0 m, zastupljeni su svijetlosmeđi, debeloslojeviti (0,4 - 0,5 m) i bankoviti (0,6 - 1,50 m) dolomitični krečnjaci i bioklastično-peletni packstone - wackestone (P - W) u stalnoj smjeni sa rudisnim biohermama debljine oko 0,80 m. Veličina rudista je 10 do 15 cm. Od mikrofosila su najznačajnije foraminifere, mjestimično rekristalisale: *Dicyclina*

schlumbergeri **Munier – Chalmas**, *Pararotalia* sp., *Idalina antiqua* **Schlumberger et al.**, *Miliolidae* gen. ind., *Moncharmontia apenninica* (**De Castro**), *Spiroloculina* sp., *Scandonea mediterranea* **De Castro**, *Rotorbinalla scarsellai* **Torre**, kao i briozoe.

U intervalu 85,0 - 105,0 m prisutni su debeloslojeviti i bankoviti (0,50 - 0,80 m) svijetlosmeđi peletni grainstone (G) i intraklastično - peletni packstone (P) sa rijetkim ostacima foraminifera manje ili više rekristalisale: *Miliolidae* gen. ind., *Pararotalia* sp., bioklastima ehinodermata i čestim bioklastima rudista veličine do 5 cm, koji grade rudistne bioherme sa rudistima veličine oko 5 cm.

Interval od 105,0 do 125 m karakteriše prisustvo debeloslojevitih (0,50 - 0,60 m) i bankovitih (0,60 - 1,00 m) svijetlosmeđih krečnjaka strukturnog tipa wackestone (W) sa krupnim bioklastima rudista i rijetkim foraminiferama: *Miliolidae* gen. ind., *Orbitoides tissoti* (**Schlumberger**). U gornjem dijelu ovog intervala prisutni su svijetlosmeđi do bjeličasti, slojeviti i debeloslojeviti krečnjaci tipa rudstone, floatstone (Ru, Fl), sa briozoama i bioklastima ehinodermata. Slojne površine ravne i oštre.

Naviše u stubu, interval 125,0 - 135,0 m zastupljeni su slojeviti i debeloslojeviti, svijetlosmeđi do bjeličasti, rudistni floatstone(Fl) i packstone (P) sa rijetkim bioklastima ehinodermata. Slojne površine ravne i oštre.

Interval 135,0 m do kraja stuba (155,0 m), karakteriše prisustvo slojevitih (0,30 - 0,40 m) svijetlosmeđih krečnjaka strukturnog tipa grainstone (G) i packstone (P) sa rijetkim bioklastima ehinodermata, kalcisfera i pretežno fini organogeni, uglavnom rudistni detritus.

Na osnovu mineraloških ispitivanja stijenska masa u ovom ležištu je u osnovi izgrađena od kalcita uz neznatno učešće dolomita.

Pojava ahitektonsko - građevinskog kamena Pješivački do je sedimentnog tipa. Geneza naslaga u ležištu vezana je uz egzistovanje i gornjokredni razvoj karbonatne platforme na ovim prostorima. Krečnjačke naslage su formirane dijagenezom finog karbonatnog mulja u kojem su uronjeni cijeli ili fragmentirani ostaci rudista i drugih makro i mikrofosilnih oblika.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Jovanovići

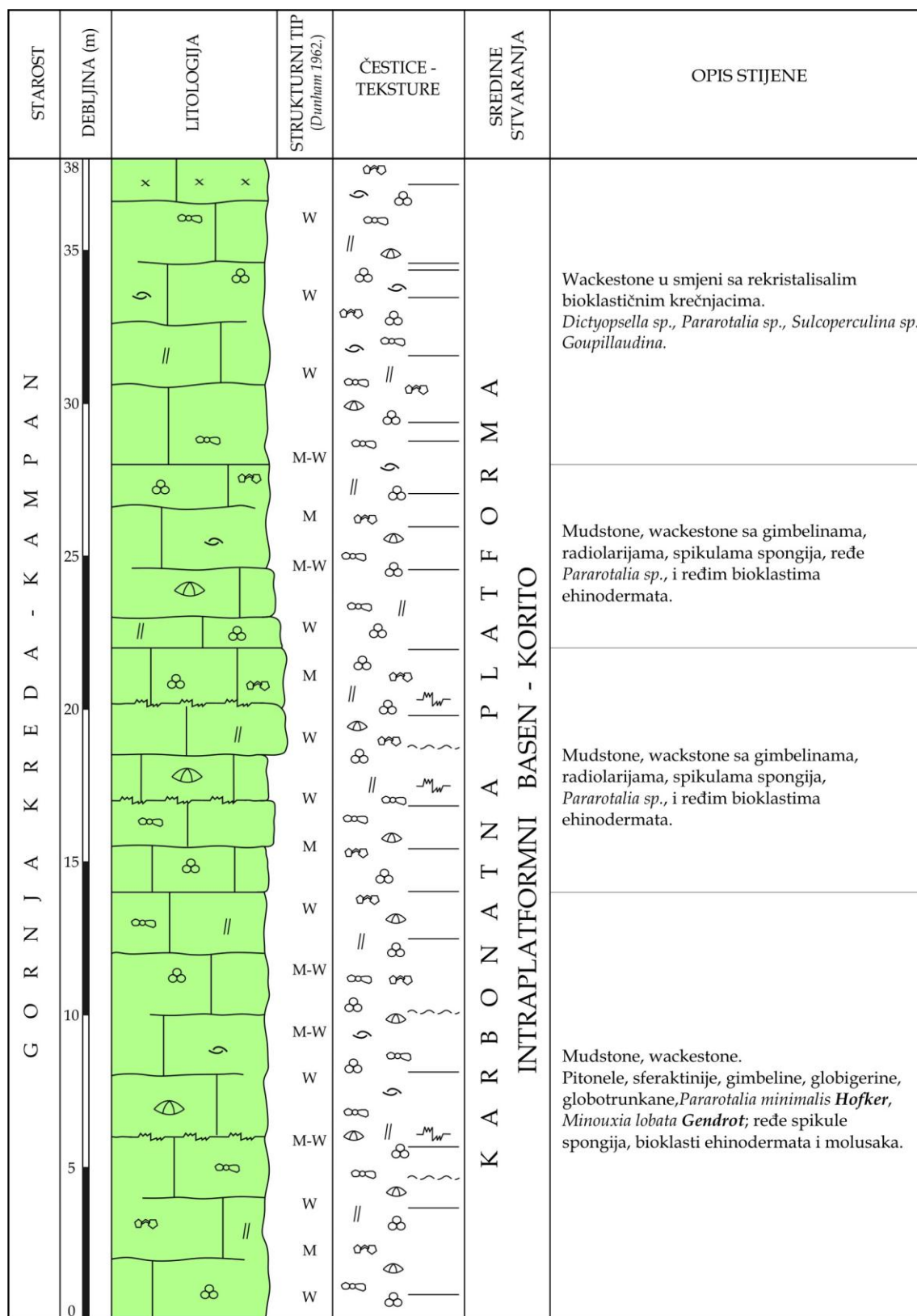
Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Jovanovići (foto 6-9) nalazi se oko 6 km sjeverno od Danilovgrada, sa kojim je povezano lokalnim asfaltnim putem, manastir Ždrebaonik - manastir Ostrog.



Foto 6-9: Ležište arhitektonsko-građevinskog kamena Jovanovići

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena izgrađuju kompaktni, bankoviti do masivni, smeđi, svijetlosmeđi do žućkasti krečnjaci, uglavnom strukturnog tipa mudstone (M) i mudstone - wackestone (M - W), rijetko wackestone (W), sa izraženim stilolitima crne i rumenkaste boje. Pravac pružanja banaka je generalno sjeverozapad - jugoistok, pod uglom od 10°. Debljina sedimenata konstatovana istražnim bušenjem na samom ležištu iznosi oko 35 m, mada je debljina krečnjaka formacionog tipa Jovanovići znatno veća.

Detaljni stub je snimljen u okviru nekadašnjeg ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Jovanovići (slika 6.10). Profilom su obuhvaćene naslage kampana (K₂⁵), i ukupno je izdvojeno pet paketa sedimenata. Debljina naslaga na ovom stubu iznosi 38,0 m.



Slika 6.10: Detaljni geološki stub pojave arhitektonsko - građevinskog kamena Jovanovići

Početak stuba, interval 0,0 - 14,0 m, izgrađuju bankoviti (1,20 - 2,0 m) svijetlosmeđi i smeđi krečnjaci tipa mudstone (M) i wackestone (W), sa pelaškim foraminiferama: pitonele, sferaktinije, gimbeline, globigerine, globotrunkane, ređe *Pararotalia minimalis Hofker*, *Minouxia lobata Gendrot*, spikule spongija, bioklasti ehinodermata i molusaka. Slojne površine su ravne i blago talasaste.

Interval od 14,0 do 22,0 m izgrađuju uglavnom debelobankoviti do masivni svijetlosmeđi i sivi krečnjaci strukturnog tipa mudstone (M) i ređe wackestone (W), sa gimbelinama, radiolarijama i spikulama spongija i ređe ostaci *Pararotalia sp.*, i bioklasta ehinodermata. Slojne površine su ravne i blago talasaste.

Preko ovih sedimenata (interval 22,0 - 28,0 m) leže isti, bankoviti (1,20 - 2,00 m) sivosmeđi krečnjaci tipa mudstone (M), wackestone (W), veoma jedri, školjkastog preloma. Prisutna pelaška mikrofauna i to: gimbeline, radiolarije, spikule spongija, rijetko *Pararotalia sp.*, i bioklasti ehinodermata. Slojne površine ravne i blago talasaste.

Od 28,0 m do kraja stuba (38,0 m) zastupljeni su masivni smeđi krečnjaci strukturnog tipa mudstone (M), wackestone (W), sa ređim rekristalikalim bioklastičnim krečnjacima. Od mikrofosila su prisutni ostaci pelaških foraminifera i *Dictyopsella sp.*, *Pararotalia sp.*, *Sulcoperculina sp.*, *Goupillaudina sp.*

Na osnovu rezultata hemijskih i mineraloških ispitivanja, stijenska masa u ležištu izgrađena je od krečnjaka, uglavnom kalcita, sa neznatnim učešćem MgO komponente. Krečnjačke naslage ovog ležišta formirane su dijagenozom finog karbonatnog mulja sa potpuno fragmentisanim bioklastima fosilnih organizama.

Pojava arhitektonsko - građevinskog kamena Lalevići

Pojava arhitektonsko - građevinskog kamena Lalevići (foto 6-10) nalazi se u istoimenom selu, na jugozapadnim padinama brda Taraš, oko 3 km sjeveroistočno od Danilovgrada.



Foto 6-10: Jugozapadne padine brda Taraša izgrađene od masivnih krečnjaka u okviru kojih se nalazi pojava arhitektonsko - građevinskog kamena Lalevići

U neposrednoj blizini ležišta prolazi stari asfaltni put Danilovgrad - Nikšić i željeznička pruga Podgorica - Danilovgrad - Nikšić.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Lalevići izgrađeno je od svijetlo smeđih i smeđih, bankovitih i masivnih gornjokrednih krečnjaka donjeg kampana. To su krečnjaci tipa mudstone (M) i mudstone - wackestone (M - W), rijetko wackestone (W), postojane debljine, mikrokristalaste strukture, stilolitske i masivne teksture. Izgrađeni su od fragmenata fosila i oolita, koji se nalaze u mikritskoj osnovnoj masi.

U površinskom dijelu ležišta, krečnjaci su manje ili više karstifikovani, naročito duž prslina i pukotina, a takođe su zahvaćeni i intezivnim ljušpanjem.

Detaljni geološki stub snimjen je na području istoimenog mjesta Lalevići, na južnim padinama brda Taraš, na širem području pojave arhitektonsko -

građevinskog kamena Lalevići (slika 6.11). Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede (kampana). Debljina snimljenih naslaga na ovom stubu iznosi 65,0 m, a prilikom snimanja stuba izdvojeno je pet paketa sedimenata.

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE |
|-------------------------------------|--------------|------------|----------------------------------|-----------------------|---|---|
| G O R N J A K R E D A - K A M P A N | 65 | | M | | K A R B O N A T N A P L A T F O R M A INTRAPLATFORMNI BAZEN - KORITO | Mudstone sa finim organogenim detritusom, sa čestim sitnim kalciferama, pitonelama, globigerinama i globotrunkama. <i>Globotruncana arca (Cushman)</i> . |
| | 60 | | M | | | Wackestone, djelimično izmijenjen procesom kasnodijagenetske dolomitizacije. Kalcifere, pitonele krš globigerina i globotrunkana: <i>Rugoglobigerina rugosa (Plummer)</i> , <i>Globotruncana arca (Cushman)</i> . |
| | 55 | | M-W | | | Mudstone, wackestone sa finim organogenim detritusom, sa čestim sitnim kalciferama, pitonelama, globigerinama i globotrunkama. <i>Globotruncana arca (Cushman)</i> . |
| | 50 | | M | | | Mudstone, wackestone. Vrlo rijetki prosljoci dolomitičnog krečnjaka. Od mikrofosili javljaju se kalcifere, pitonele, globotrunkane, rijetko foraminifere: <i>Rotalia saxorum (d'Orbigny)</i> . Rijetki krš rudista. |
| | 45 | | M | | | Mudstone, wackestone sa mikrofosilnim sadržajem koji čini fini organogeni detritus sa čestim sitnim kalciferama, pitonelama, globigerinama i globotrunkama. Rijetko krš ehinodermata. |
| | 40 | | M-W | | | |
| | 35 | | W | | | |
| | 30 | | W | | | |
| | 25 | | M | | | |
| | 20 | | M-W | | | |
| | 15 | | M | | | |
| | 10 | | M | | | |
| | 5 | | M | | | |
| | 0 | | M | | | |

Slika 6.11: Detaljni geološki stub pojave arhitektonsko - građevinskog kamena Lalevići

Početak stuba, interval 0,0 - 28,0 m karakteriše prisustvo debeloslojevitih (0,50 - 0,60 m) i uglavnom bankovitih (0,6 - 1,80 m) svijetlosivih krečnjaka strukturnog tipa mudstone (M), wackestone (W). Mikrofosilni sadržaj čini fini organogeni detritus sa čestim sitnim kalcisferama, pitonelama, globigerinama i globotrunkama. U gornjem dijelu ovog intervala zastupljeni su uglavnom isti, svijetlosmeđi, bankoviti (1,0 - 2,0 m) krečnjaci tipa mudstone - wackestone (M - W), sa finim gustim organogenim detritusom, čestim i sitnim kalcisferama, pitonelama, globigerinama i globotrunkama. Slojne površine su ravne i oštre. Preko ovih sedimenata, interval 28,0 - 38,0 m zastupljeni su debeloslojeviti i bankoviti, svijetlosivi krečnjaci tipa mudstone (M), wackestone (W). Međuslojne površine su stilolitske, duž kojih je došlo do izdvajanja Fe-oksida. Slojne površine su ravne i oštre. Rijetki rudisti veličine od 3 - 5 cm. Od mikrofosilla najznačajnije su kalcisfere, pitonele, globotrunkane, rijetko foraminifere: *Rotalia saxorum d'Orbigny*.

Naviše u profilu, u interval 38,0 - 48,0 m, zastupljeni su svijetlosivi bankoviti (0,8-1,40 m) krečnjaci tipa mudstone (M), mudstone - wackestone (M - W), rijetko wackestone (W) sa finim organogenim detritusom, sitnim kalcisferama, radiolarijama, sitnim pitonelema i globotrunkama: *Globotruncana arca (Cushman)*. Ovi krečnjaci su veoma jedri, karakterističnog školjkastog preloma, Slojne površine su oštre, ravne i blago talasaste.

Preko ovih sedimenata (interval 48,0 - 58,0 m), leže svijetlosmeđi debeloslojeviti i uglavnom bankoviti do debelobankoviti (1,0 - 2,0 m) krečnjaci tipa mudstone (M), wackestone (W), mjestimično slabo izmijenjeni kasnodijagenetskom dolomitizacijom (dolomitisani wackestone). Krečnjaci su mjestimično ispresijecani kalcitskim žicama. Od mikrofosila zastupljene su kalcisfere i pitonele, krš globigerina i globotrunkana: *Rugoglobigerina rugosa (Plummer)*, *Globotruncana arca (Cushman)*. Slojne površine su ravne i oštre.

Interval od 58,0 m do kraja stuba (65,0 m), karakteriše prisustvo debeloslojevitih, ređe bankovitih svijetlosivih krečnjaka tipa mudstone (M), ređe wackestone (W)

sa finim organogenim detritusom koga čine sitne kalcisfere, radiolarije, sitne pitonele i globotrunkane: *Globotruncana arca* (**Cushman**). Slojne površine su karstifikovane.

Na osnovu rezultata mikroskopskih ispitivanja, utvrđeno je da je stijena izgrađena od odlomaka ljuštura fosila i oolita dok je ortohem predstavljen mikritom do mikrosparitom (rijetko). Sekundarni, krupnokristalasti(neo)kalcit ispunjava mikroprslinae i komore fosila. Struktura stijene je mikrokristalasta, a tekstura stilolitska. Stilolite ispunjava tamnosmeđa gvožddevita materija.

Pojava ahitektonsko - građevinskog kamena Lalevići je sedimentnog tipa. Geneza naslaga u ležištu vezana je uz egzistovanje i gornjokredni razvoj karbonatne platforme na ovim prostorima. Krečnjačke naslage su formirane dijagenozom finog karbonatnog mulja u kojem su uronjeni rijetki cijeli ili fragmentirani ostaci mikro i ređe makrofosilnih oblika.

6.3. Resursi tehničko - građevinskog kamena

Tehničko - građevinski kamen Crne Gore prevashodno predstavljaju krečnjaci uz neznatno učešće dolomita i magmatskih stijena (eruptiva). Imajući u vidu geološku građu terena Crne Gore, rezerve ove mineralne sirovine su praktično neiscrpne. Značajan prostor za razvoj proizvodnje tehničko - građevinskog kamena sa geološkog, rudarskog i infrastrukturnog aspekta je između ostalog i rudni reon Bjelopavlića.

Na ovom području za sada, otkriveno je samo jedno ležište i više pojava tehničko - građevinskog kamena: Sađavac, Mali Garač, Tološi i Velje brdo. Pojedina ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena na ovom području su ujedno i ležišta tehničko - građevinskog kamena (Visočica i Maljat), gdje se nakon eksploatacije i prerade blokova ukrasnog kamena, ostatak koristi za proizvodnju agregata različitih frakcija i njihovu primjenu u građevinarstvu.

Imajući u vidu geološku građu rudnog reona Bjelopavlića, rezerve i kvalitet tehničko - građevinskog kamena nijesu limitirajući faktor proširenja postojećih kapaciteta proizvodnje i prerade kamena za potrebe građevinarstva i u druge svrhe, tako da bi broj ležišta tehničko - građevinskog kamena na ovom području mogao biti znatno veći.

6.3.1. Opis ležišta i pojava tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića

Ležište tehničko - građevinskog kamena Sađavac

Ležište tehničko - građevinskog kamena "Sađavac" se nalazi u području Donjeg Zagarača, odnosno u ataru mjesta Komunice, na oko 8 km jugoistočno od Danilovgrada i na oko 10 km sjeverozapadno od Podgorice (*foto 6-11*). Locirano je na sjevernim padinama istoimenog brda Sađavac (302 m.n.m.).

Ležište tehničko - građevinskog kamena "Sađavac" izgrađuju karbonatne naslage gornje krede, predstavljene svijetlosmeđim, smeđim, smeđesivim i

sivim, slojevitim i bankovitim, slabobituminoznim krečnjacima i mjestimično dolomitičnim krečnjacima, sa brojnim foraminiferama, ostrakodama, algama, gastropodima, aeolisakusima, bioklastima ehinodermata, čestim bioklastima i lumakelama rudista.

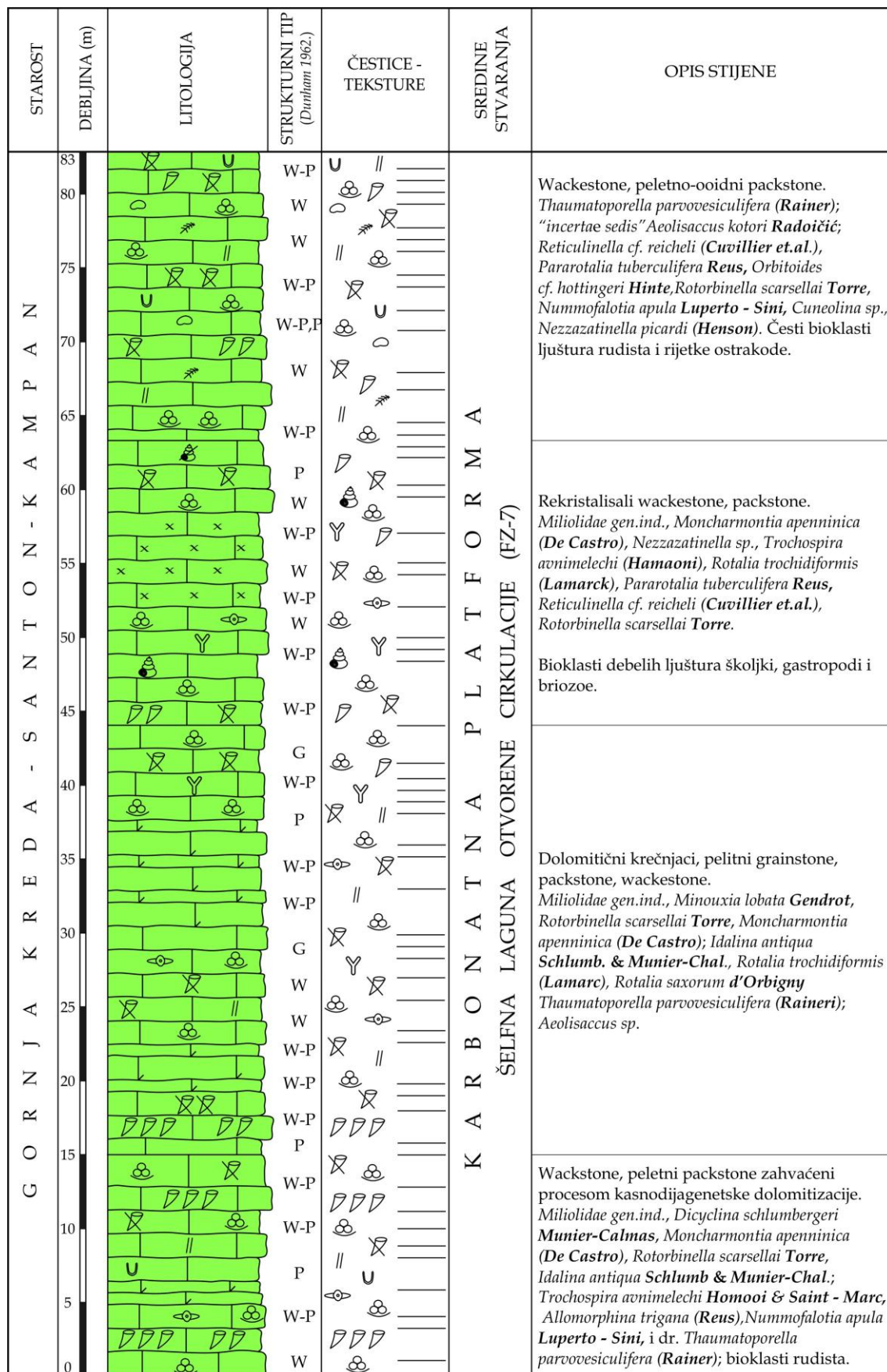
Dolomitizacija je slabo izražena i rijetka, kasnodijagenetska i zahvatila je samo pojedine djelove stuba naslaga, tako da se rijetko javljaju slabodolomitični krečnjaci.



Foto 6-11: Brdo Sađavac na čijim se sjeveroistočnim stranama nalazi istoimeno ležište tehničko - građevinskog kamena

Ovaj stub snimjen je na području ležišta tehničko - građevinskog kamena Sađavac (slika 6.12). Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede i to santon - kampana (K₂^{4,5}).

Debljina snimljenih naslaga na ovom stubu iznosi 83,00 m, a prilikom snimanja detaljnog geološkog stuba izdvojena su četiri paketa sedimenata.



Slika 6.12: Detaljni geološki stub ležišta tehničko - građevinskog kamena Sađavac

Prvi paket sedimenata (0,0 - 15,0 m) izgrađuju sivi, debeloslojeviti do bankoviti djelimično rekristalisali krečnjaci strukturnog tipa wackestone (W) i uglavnom packstone (P), mjestimično slabo dolomitisani, sa veoma čestim ostacima foraminifera: *Miliolidae gen. ind.*, *Rotorbinella scarsellai Torre*, *Trochospira avnimelechi Homooi & Saint-Marc*, *Dicyclina schlumbergeri Munier-Calmas.*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, *Idalina antiqua Schlumberger & Munier-Chalmas*, *Pararotalia sp.*, *Allomorphina trigana (Reus)*, *Nummofalotia apula Luperto Sinni*, *Scandonea mediterranea de Castro*, *Orbitolinidae gen. ind.*, *Alaboma cretacea Hofker*, *Bolivianopsis sp.*, *Accordiella conica Farinacci*, *Archais lata Luperto-Sini*, *Lituonella sp.*, ostacima alge: *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*, kao i *Aeolisaccus kotori Radoičić*, briozoama, sitnim bioklastima rudista, koji grade česte lumakele rudista veličine do 3cm.

U intervalu od 15,0 m do 44,0 m preovlađuju slojeviti, debeloslojeviti do bankoviti, smeđi dolomitični krečnjaci, peletni grainstone (G), packstone (P) i wackestone (W), sa veoma čestim ostacima bioklasta rudista, sitnih rekristalisalih foraminifera: *Miliolidae gen. ind.*, *Minouxia lobata Gendrot*, *Rotorbinella scarsellai Torre*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, *Rotalia trochidiformis Lomarck*, *Idalina antiqua Schlumberger & Munier-Chalmas*, *Rotalia saxorum d'Orbigny*, algi: *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*, ostaci *Aeolisaccus sp.*, i bioklasti rudista veličine do 5 cm. Slojne površine su oštre i ravne.

Preko ovih sedimenata, u intervalu od 44,0 do 64,00 m, prisutni su slojeviti (0,40 m), debeloslojeviti (0,45 - 0,60 m), rijetko bankoviti (0,80 - 0,90 m), rekristalisali krečnjaci strukturnog tipa wackestone (W), packstone (P) sa foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Nezzazatinella sp.*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, *Trochospira avnimelechi Hamaoni*, *Aeolisaccus kotori Radoičić*, *Rotorbinella scarsellai Torre*, *Reticulinella cf. reicheli Cuvoillier et al.*, *Pararotalia tuberculifera Reuss*, *Proropeneroplidae gen. ind.*, *Rotalia trochidiformis Lamarck*, bioklasti debelih ljuštura školjki, gastropodi, briozoe. Slojne površine oštre i ravne.

U intervalu od 64,0 do 83,0 m, učestvuju smeđi, slojeviti, debeloslojeviti (0,20 - 0,60 m), do bankoviti (0,60 - 1,20 m) peletno - ooidni packstone (P) i wackestone (W), sa čestim sitnim bioklastima rudista, algama: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), oblicima grupe „*incertae sedis*“ *Aeolisaccus* kotori Radoičić, foraminiferama: *Cuneolina* sp., *Nummofallotia apula* Luperto, *Rotorbinella scarsellai* Torre, *Nezzazatinella picardi* (Henson), *Dicyclina schlumbergeri* Mun-Chalm, *Reticulinella* cf. *reicheli* Cuvillieri et. al., *Pararotalia tuberculifera* (Reuss), *Orbitoides* cf. *hottingeri* Hinte i rijetkim ostrakodama. Slojne površine su oštre i ravne.

Pojava tehničko - građevinskog kamena Mali Garač

Pojava tehničko - građevinskog kamena Mali Garač se nalazi na istočnim padinama brda Mali Garač u blizini Danilovgrada, neposredno duž regionalnog asfaltnog puta Danilovgrad - Čevo, na oko 3 km vazdušne linije od Danilovgrada.

Veći dio terena ove lokalnosti izgrađuju karbonatni sedimenti predstavljeni pretežno slojevitim (0,4 - 0,6 m) i bankovitim (do 1,50 m), rijetko masivnim krečnjacima (>2,0 m), smeđim, svijetlosmeđim i ređe bjeličastim krečnjacima, strukturnog tipa wackestone (W), packstone (P), grainstone (G) i podređeno floatstone (Fl) i rudstone (Ru), koji su mjestimično manje dolomitisani, i zaliježu u pravcu sjeveroistoka pod blagim, srednjim i, strmim padnim uglovima (30-50°).

U stratigrafskom pogledu pripadaju naslagama kampana. Sadrže tipičnu gornjokrednu faunu: bioklaste ljuštura rudista, bentonske foraminifere, alge, aeolisakuse, ostrakode i dr.

Detaljni geološki stub snimljen je obodom brda Mali Garač, odnosno duž puta Danilovgrad - Čevo (slika 6.13). Profilom su obuhvaćene naslage gornje krede i to santon - kampana (K₂^{4,5}). Debljina snimljenih naslaga na ovom stubu iznosi 171,20 m, a ukupno je izdvojeno osam paketa sedimenata.

| STAROST | DEBLJINA (m) | LITOLOGIJA | STRUKTURNI TIP (Dunham 1962.) | ČESTICE - TEKSTURE | SREDINE STVARANJA | OPIS STIJENE |
|--|--------------|------------|----------------------------------|-----------------------|---|---|
| G O R N J A K R E D A - S A N T O N - K A M P A N | 171.2 | | P | | K A R B O N A T N A Š E L F N A L A G U N A O T V O R E N E C I R K U L A C I J E (FZ-7) | Bioklastični packstone-floastone, rudstone <i>Miliolidae</i> gen.ind., <i>Rotalia viennoti</i> (Greig); bioklasti rudista i ehinodermata. |
| | 160 | | P-FI | | | Bioklastični pacstone, wackstone zahvaćeni procesom kasnodijagenetske dolomitizacije. <i>Miliolidae</i> gen.ind., <i>Tetraminouxia</i> sp., <i>Pararotalia</i> <i>minimalis</i> Hofker , bioklasti ehinodermata i rudista. |
| | 150 | | Ru | | | Foraminiferski grainstone. <i>Miliolidae</i> gen.ind. <i>Minouxia lobata</i> Gendrot , <i>Rotalia viennoti</i> (Greig), <i>Nummofallotia apula</i> i dr. |
| | 140 | | P | | | Dolomitični krečnjaci, pacstone, peletni graistone <i>Bacinella irregularis</i> (Radotčić), <i>Givanella</i> sp. <i>Archaeolithothamnium</i> sp.; <i>Miliolidae</i> gen.ind., <i>Rotorbinella scarsellai</i> Torre ; <i>Rotalia viennoti</i> Greig , <i>Rotalia trochidiformis</i> (Lamarck), <i>Rotalia</i> <i>saxorum d'Orbigny</i> , <i>Orbitolinidae</i> sp., <i>Glomospira</i> . |
| | 130 | | W-P | | | Dolomitični krečnjaci, pacstone, wackestone. <i>Miliolidae</i> gen.ind., <i>Trochospira</i> <i>avnimelechi</i> (Hamaoni), <i>Minouxia lobata</i> Gendrot , <i>Dicyclina schlumberger</i> Mun.-Chal. <i>Murciella cuvillieri</i> (Fourcade), <i>Rotalia viennoti</i> Greig , <i>Nummofallotia apula</i> Luperto- Sinni , <i>Pararotalia tuberculifera</i> Reuss , <i>Accordiella</i> <i>conica</i> Farinacci , kao i oblik <i>Aeolisaccus</i> sp. |
| | 120 | | W-P,P | | | Foraminiferski packstone, ređe wackestone. <i>Miliolidae</i> gen.ind., <i>Trochospira avnimelechi</i> Hamaoni , <i>Nummofallotia apula</i> Luperto- Sinni , <i>Sulcoperculina</i> sp., <i>Minouxia lobata</i> Gendrot , <i>Rotorbinella scarellai</i> Torre , <i>Dicyclina schlumberger</i> Mun.-Chal. , i dr.; <i>Thamatoporella</i> <i>parvoovesiculifera</i> (Raineri), <i>Archaeolithothamnium</i> sp. i <i>Aeolisaccus</i> sp. |
| | 110 | | G | | | Wackestone, packstone sa foraminiferama. <i>Goupillaudina minuscula</i> (Hofker), <i>Rotalia viennoti</i> Greig , <i>Rotalia trochidiformis</i> (Lamarck), <i>Rotalia</i> <i>saxorum d'Orbigny</i> , <i>Orbitoides</i> sp., <i>Sulcoperculina</i> sp., <i>Moncharmontia apenninica</i> (De Castro), <i>Accordiella conica</i> Farinacci , <i>Miliolidae</i> gen. ind.; <i>Archaeolithothamnium</i> sp., <i>Clypeina</i> sp. |
| | 100 | | G | | | Bioklastični wackestone, packstone, prosloci dolomitičnih krečnjaka. <i>Rotalia trochidiformis</i> (Lamarck), <i>Rotalia viennoti</i> Greig , <i>Minouxia lobata</i> Gendrot , <i>Minouxia conica</i> Gendrot , <i>Rotorbinella scarellai</i> Torre , <i>Pararotalia</i> sp., <i>Pararotalia minimalis</i> Hofker , <i>Orbitoides media</i> <i>d'Archaic</i> , <i>Orbitolinidae</i> gen. ind., <i>Archaeolithothamnium</i> sp.; bioklasti rudista i ehinodermata. |
| | 90 | | P | | | |
| | 80 | | W | | | |
| | 70 | | W-P | | | |
| | 60 | | W-P | | | |
| | 50 | | W | | | |
| | 40 | | W-P | | | |
| | 30 | | W-P | | | |
| | 20 | | W-P | | | |
| | 10 | | W | | | |
| | 0 | | W-P | | | |

Slika 6.13: Detaljni geološki stub pojave tehničko - građevinskog kamena Mali Garač

U početku stuba, u intervalu od 0 do 32,0 m, u geološkoj građi učestvuju debeloslojeviti do bankoviti, svijetlosmeđi dolomitični krečnjaci ispresijecani pukotinama i prslinama koje su zapunjene kalcitom, kao i svijetlosivi do bjeličasti, bioklastični krečnjaci tipa wackestone (W), packstone (P) sa rudistima. Fosilni sadržaj čine foraminifere: *Rotalia trochidiformis* (**Lamarck**), *Rotalia viennoti* **Greig**, *Minouxia conica* **Gendrot**, *Minouxia lobata* **Gendrot**, *Rotorbinella scarsellai* **Torre**, *Pararotalia* sp., *Pararotalia minimalis* **Hofker**, *Orbitoides media* **d'Archaic**, *Orbitolinidae* gen. ind.; krupni ostaci alge *Archaeolithothamnium* sp.; bioklasti rudista i ehinodermata. Slojne površine su ravne, oštre do blago talasaste.

U intervalu 32,0 - 62,0 m, zastupljeni su bankoviti sivosmeđi wackestone (W), packstone (P), sa foraminiferama: *Gouppillaudina minuscula* (**Hofker**), *Rotalia viennoti* **Greig**, *Rotalia trochidiformis* (**Lamarck**), krupnim briozoama, algama: *Archaeolithothamnium* sp., *Clypeina* sp., krupnim bioklastima rudista i bioklastima ehinodermata. Osim njih u gornjem dijelu ovog paketa učestvuju debeloslojeviti, bankoviti svijetlosmeđi dolomitični krečnjaci. Fosilni sadržaj čine rekristalisali, veoma česti bioklasti rudista, zatim foraminifere: *Rotalia viennoti* **Greig**, *Rotalia saxorum* **d'Orbigny**, *Orbitoides* sp., *Sulcoperculina* sp., *Moncharmontia apenninica* (**De Castro**), *Accordiella conica* **Farinacci**, *Miliolidae* gen. ind., bioklasti ehinodermata. Slojne površine su ravne, oštre do blago talasaste.

Nadalje u stubu, interval od 62,0 do 85,00 m izgrađuju, svijetlosmeđi, debeloslojeviti, bankoviti, rijetko masivni, foraminiferski packstone (P), wackestone (W), sa čestim foraminiferama: *Miliolidae* gen. ind., *Rotorbinella scarsellai* **Torre**, *Nummofallotia apula* **Luperto Sinni**, *Trochospira avnimelechi* **Hamaoni**, *Stensioina surrentina* **Torre**, *Sulcoperculina* sp., *Orbitolinidae* gen. ind., *Pseudorotalia* sp., *Minouxia lobata* **Gendrot**, *Tetraminouxia* sp., *Rotalia trochidiformis* **Lamarck**, *Dicyclina schlumbergeri* **Munier-Chalmas**, alge: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (**Raineri**), *Archaeolithothamnium* sp.; kao i *Aeolisaccus* sp., brojnim bioklastima rudista, bioklastima ehinodermata.

U intervalu od 85,0 do 110,0 m zastupljeni su debeloslojeviti do bankoviti svijetlosivi do bjeličasti dolomitični krečnjaci sa rudistima veličine do 3 cm,

krečnjaci tipa wackestone (W), packstone (P), brojnim foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Trochospira avnimelechi Hamaoni*, *Aeolisaccus sp.*, *Minouxia lobata Gendrot*, *Dicyclina schlumbergeri Minier-Chalmas*, *Murciella cuvillieri Fourcade*, *Rotalia viennoti Greig*, *Pararotalia tuberculifera Reuss*, *Nummofallotia apula Luperto-Sinni*, *Accordiella conica Farinacci* i bioklastima ehinodermata.

Peti paket sedimenata (110 - 130 m) izgrađuju bjeličasti, slojeviti (0,4 - 0,6 m) i bankoviti (0,6 - 1,20 m), dolomitični krečnjaci, krečnjaci tipa packstone (P) i peletni grainstone (G) sa čestim algama: *Archaeolithothamnium sp.*, *Baćinella irregularis Radoičić*, *Girvanella sp.*, foraminiferama: *Stensioina surrentina Torre*, *Miliolidae gen. ind.*, *Rotalia trochidiformis Lamarck*, *Rotalia viennoti Greig*, *Orbitolinidae gen. ind.*, *Murciella ex. gr. renzi Fleury*, *Glomospira sp.*, *Rotorbinella scarsellai Torre*, *Rotalia saxorum d'Orbigny*, vrlo čestim bioklastima rudista, bioklastima ehinodermata i ređe hidrozoama.

Nadalje u stubu, u intervalu od 130,0 do 140,0 m zastupljeni su, bankoviti bjeličasti foraminiferski grainstone (G). Slojne površine su oštre, ravne i blago talasaste. Od mikrofosila javljaju se foraminifere: *Miliolidae gen. ind.*, *Minouxia lobata Gendrot*, *Nummofallotia apula Luperto Sinni*, *Orbitoides tissoti (Schlum.)*, *Rotalia viennoti Greig*, *Moncharmontia apenninica (De Castro)*, alge: *Thaumatoporella parvovesiculifera (Raineri)*, lagenide, veoma česti bioklasti ehinodermata, česti i krupni bioklasti rudista.

Interval od 140 - 156 m izgrađuju, debeloslojeviti do bankoviti svijetlosmeđi i bjeličasti dolomitični krečnjaci, krečnjaci tipa packstone (P) i wackestone (W), sa rijetkim foraminiferama: *Miliolidae gen. ind.*, *Tetraminouxia sp.*, *Pararotalia minimalis Hofker*, veoma čestim bioklastima ehinodermata i izrazito krupnim bioklastima rudista.

U intervalu od 156 m do kraja stuba 171,20 m, učestvuju slojeviti, svijetlosivi krečnjaci tipa bioklastični packstone - floatstone (P - Fl), rudstone (Ru) sa veoma čestim nagomilanjima bioklasta rudista, bioklastima ehinodermata, rijetkim ostacima foraminifera: *Miliolidae gen. ind.*, *Rotalia viennoti Greig*.

6.4. Resursi karbonatnih punila

Na području rudnog reona Bjelopavlića karbonatne stijene su uglavnom valorizovane kroz korišćenje u građevinarstvu kao arhitektonsko - građevinski kamen ili znatno manje kao tehničko - građevinski, a sasvim malo se koriste kao sirovine za dobijanje topitelja u metalurgiji, proizvodnju maltera i kreča i dr. Najveće količine krečnjaka u Crnoj Gori troši građevinarstvo kao tehničko - građevinski kamen, za proizvodnju cementa ili kao drobljeni kamen za putogradnju. U Crnoj Gori samo se na ležištu arhitektonsko i tehničko - građevinskog kamena Visočica kod Danilovgrada vrši proizvodnja karbonatnih punila za potrebe građevinskih materijala: mašinski malteri, keramička i mermerna ljepila, ljepila za demit fasade i dr.

Fino mljeveni kamen odnosno krečnjak, zadovoljavajućeg hemijskog sastava, osim za ove svrhe, može se koristiti se kao punilo (mineralno brašno, filer) i u drugim, veoma značajnim industrijskim granama (industriji boja, lakova, pesticida, gume, hartije, plastičnih masa, koncentrata za stočnu i živinarsku ishranu, u poljoprivredi za poboljšavanje sastava zemljišta i dr.). Uloga karbonatnih punila u privredi je ogromna, a njihov praktični značaj je veoma teško procijeniti, (Vakanjac, 1974).

Međutim, proizvodi krečnjaka za primjenu kao karbonatno punilo u mnogim granama industrije moraju da posjeduju veoma visok kvalitet. Ovi zahtjevi u pogledu kvaliteta nisu posebno izraženi kada je u pitanju krečnjak namijenjen za građevinarstvo ili poljoprivredu. Kvalitet i upotrebljivost krečnjaka kao karbonatno punilo prevashodno određuje njihov hemijski sastav i fizička svojstva. Svaka od industrijskih grana koja koristi krečnjak kao mineralne punioce postavlja određene zahtjeve u pogledu kvaliteta. Zahtjevi za krečnjake koji se koriste za punila su veoma visoki i mogu se zadovoljiti samo ako stijenski materijal odnosno krečnjak ispunjava određene kriterijume, kao što su čistoća, sjaj, sadržaj dolomita, odnosno sadržaj MgO komponente. Na području rudnog reona Bjelopavlića, na postojećim ležištima i pojava arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, izvršeno je oprobavanje u cilju

utvrđivanja kvaliteta mineralne sirovine, odnosno krečnjaka. Osim na postojećim ležištima i pojavama arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena izvršeno je oprobavanje i na drugim lokacijama na području rudnog reona Bjelopavlića, u okviru pojedinih rudnih formacija i formacionih tipova krečnjaka, kao i prilikom snimanja detaljnih geoloških stubova. Na taj način, u toku višegodišnjih geoloških istraživanja na području rudnog reona Bjelopavlića uzet je veći broj proba krečnjaka, na kojima su izvršena specijalistička laboratorijska ispitivanja krečnjaka sa aspekta mogućnosti njihovog korišćenja kao karbonatnog punila i njihovu primjenu u raznim granama industrije, u skladu sa propisanim tehničkim uslovima.

6.5. Rezerve karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

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. Trenutno najveći centri eksploatacije arhitektonsko - građevinskog kamena su ležišta Maljat i Visočica kao i ležište Radujev krš. Ranije aktivnim ležištima pripadaju i ležišta Klikovače i Vinići, sa dugogodišnjom tradicijom eksploatacije blokova arhitektonsko - građevinskog kamena, dok se u manjem obimu eksploatacija arhitektonsko - građevinskog kamena vršila i na ležištima Slatina (Kriva ploča), Suk i Jovanovići (Močila). Osim pomenutih ležišta na ovom području registrovane su i dvije pojave arhitektonsko - građevinskog kamena: Lalevići i Pješivački do.

Stepen istraženosti pojedinih ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena na ovom području je neravnomjeran. Pojedina ležišta (Klikovače, Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš, Suk, Slatina i Jovanovići), a naročito ona na kojima se vrši ili se nekada vršila eksploatacija komercijalnih blokova, bila su predmet detaljnih geoloških istraživanja u više navrata, kroz izradu različitih projekata, studija, i Elaborata o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog kamena. Na drugim ležištima i pojavama

arhitektonsko - građevinskog kamena kao što su Pješivački do i Lalevići, istraživanja su bila veoma skromna, vršena u znatno manjem obimu, tako da se može reći da je stepen istraženosti ovih ležišta na relativno niskom nivou. Njihove rezerve mogu se prognozirati sa stepenom vjerovatnoće na nivou C₂ kategorije i iznose oko 6 000 000 m³ stijenske mase. U tabeli 6/2 prikazane su eksploatacione rezerve stijenske i blok mase ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena na području rudnog reona Bjelopavlića.

Tabela 6/2: Pregled rezervi ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića

| Ležište-pojava | Eksploatacione rezerve stijenske mase (m ³) | | | | Rezerve blok mase (m ³) | |
|----------------|---|---------|----------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Kategorija rezervi | | | | Iskorišćenje (%) | Blok masa (m ³) |
| | A | B | C ₁ | A+B+C ₁ | | |
| Klikovače | 185 130 | 524 790 | 518 580 | 1 228 500 | 25,00 | 307 126 |
| Maljat | 376 135 | 635 321 | 867 571 | 1 879 027 | 21,00 | 394 595 |
| Visočica | - | 993 742 | - | 993 742 | 22,00 | 218 623 |
| Vinići | 348 000 | 347 000 | 645 000 | 1 340 000 | 15,00 | 201 000 |
| Radujev Krš | - | 12 600 | 36 000 | 48 600 | 16,40 | 7 970 |
| Suk | 202 000 | 306 000 | 434 000 | 942 000 | 16,20 | 152 604 |
| Slatina | - | 233 557 | 291 497 | 525 054 | van eksploatacije | |
| Jovanovići | 251 126 | 592 361 | 1 719 691 | 2 563 178 | van eksploatacije | |

Na području rudnog reona Bjelopavlića u znatno manjem obimu su vršena istraživanja tehničko - građevinskog kamena, tako da se eksploatacija danas vrši samo na dva ležišta Maljatu i Visočici, gdje se nakon eksploatacije arhitektonsko - građevinskog kamena, ostatak koristi za dobijanje agregata različitih frakcija i njihovu upotrebu kao tehničko - građevinski kamen. Na ležištu Sađavac su izvršena detaljna geološka istraživanja u cilju utvrđivanja rezervi i kvaliteta, ali se trenutno ne vrši eksploatacija tehničko - građevinskog kamena (tabela 6/3).

Na pojavama tehničko - građevinskog kamena Mali Garač, Tološi i Velje brdo, izvršena su u manjem obimu geološka istraživanja i preliminarna ispitivanja, prije svega sa aspekta utvrđivanja njihovih kvalitativnih karakteristika i mogućnosti korišćenja u arhitektonsko i tehničko - građevinske svrhe.

Međutim, uzimajući u obzir geološku građu rudnog reona Bjelopavlića potencijalne rezerve tehničko - građevinskog kamena su praktično neiscrpne.

Tabela 6/3: Pregled rezervi ležišta tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića

| Ležište | Eksploatacione rezerve, m ³ | | | |
|----------|--|-----------|----------------|--------------------|
| | Kategorija rezervi | | | |
| | A | B | C ₁ | A+B+C ₁ |
| Maljat | 297 147 | 501 904 | 685 381 | 1 484 432 |
| Visočica | - | 1 328 404 | - | 1 328 404 |
| Sađavac | - | 2 956 320 | 1 225 600 | 4 181 920 |

6.6. Kvalitet karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

Preciznije definisanje kvalitativnih karakteristika karbonatnih sirovina koje se upotrebljavaju u raznim granama industrije, za svako ležište i formacioni tip posebno, obuhvatilo je ispitivanje:

1. fizičko - mehaničkih karakteristika,
2. hemijskih karakteristika,
3. tehnoloških karakteristika.

6.6.1. Fizičko - mehaničke karakteristike karbonatnih sirovina

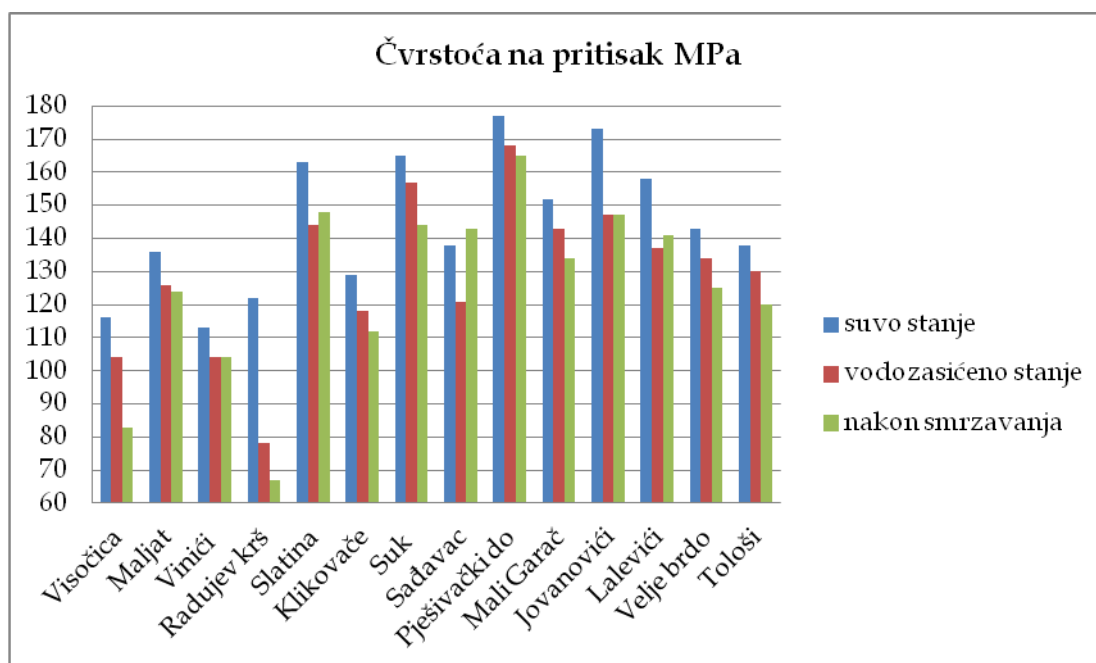
Najznačajnije fizičko - mehaničke karakteristike za arhitektonsko- građevinski i tehničko-građevinski kamen su: pritiska čvrstoća (u suvom stanju, vodozasićenom stanju i poslije 25 ciklusa smrzavanja), savojna čvrstoća, otpornost na habanje, poroznost, upijanje vode, postojanost na mraz i toplotno širenje. Osim toga, svojstva stijena koja najviše utiču na fizičko - mehanička svojstva kamena su: mineralni sastav i karakteristike minerala, sklop (prostorni raspored minerala, njihov oblik i dimenzije), stepen prorastanja zrna, stepen alterisanosti odnosno svežina stijene, defekti u mineralnim zrnima i samoj steni, poroznost. Varijacije petroloških svojstava stene dovode do varijacija u fizičko - mehaničkim svojstvima građevinskog kamena. U tabeli 6/4 date su srednje vrijednosti fizičko - mehaničkih karakteristika kamena iz pojedinih ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića.

Tabela 6/4: Srednje vrijednosti fizičko - mehaničkih karakteristika ležišta i pojaca AGK i TGK na području rudnog reona Bjelopacica

| LEŽIŠTE/POJAVA | VRSTA ISPITIVANJA FIZIČKO-MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-------------------------------|-----|-----------------------------|--|-------------------|---------------------|---|---|----------------|---------------|--|---|--|
| | Čvrstoća na pritisak (MPa) | | | Čvrstoća na savijanje (MPa) | Otpornost na habanje struganjem (cm ³ /50 cm ²) | Upijanje vode (%) | Postojanost na mraz | Zapreminska masa sa porama i šuplinama (g/cm ³) | Zapreminska masa bez pora i šupljina (g/cm ³) | Stepen gustine | Poroznost (%) | Postojanost na Na ₂ SO ₄ | Opornost prema drobljenju i habanju (Los Angeles) | Sadržaj sulfida, sulfata i hlorida (%) |
| Suvo stanje | Vodozasićeno stanje | Poslije 25 ciklusa smrzavanja | | | | | | | | | | | | |
| Visočica | 116 | 104 | 83 | 9,24 | 28,56 | 1,43 | post. | 2,590 | 2,700 | 0,959 | 4,07 | post. | B-32,35 | - |
| Maljat | 136 | 126 | 124 | 10,36 | 31,41 | 1,10 | post. | 2,580 | 2,690 | 0,959 | 4,09 | post. | B-27,61 | - |
| Vinići | 113 | 104 | 104 | 6,57 | 21,40 | 0,76 | post. | 2,590 | 2,720 | 0,952 | 4,78 | post. | - | - |
| Radujev krš | 122 | 78 | 67 | 13,35 | 23,81 | 2,25 | post. | 2,660 | 2,707 | 0,983 | 1,74 | post. | - | - |
| Slatina | 163 | 144 | 148 | 14,30 | 22,14 | 0,79 | post. | 2,635 | 2,700 | 0,976 | 2,41 | post. | - | - |
| Klikovače | 129 | 118 | 112 | 14,30 | 18,34 | 0,86 | post. | 2,670 | 2,709 | 0,986 | 1,44 | post. | - | - |
| Suk | 165 | 157 | 144 | 18,35 | 20,41 | 1,21 | post. | 2,585 | 2,670 | 0,968 | 3,18 | post. | - | - |
| Sadaovac | 138 | 121 | 143 | - | 13,66 | 0,39 | post. | 2,655 | 2,693 | 0,986 | 1,41 | post. | B-24,38 | - |
| Pješivački do | 177 | 168 | 165 | - | 31,20 | 0,34 | post. | 2,680 | 2,710 | 0,989 | 1,11 | post. | - | - |
| Mali Garač | 152 | 143 | 134 | 14,93 | 22,10 | 0,25 | post. | 2,713 | 2,753 | 0,985 | 1,45 | post. | 20,93 | - |
| Jovanovići | 173 | 147 | 147 | 14,50 | 15,19 | 0,61 | post. | 2,680 | 2,705 | 0,991 | 0,92 | post. | - | - |
| Lalevići | 158 | 137 | 141 | 14,03 | 13,75 | 0,36 | post. | 2,600 | 2,640 | 0,985 | 1,52 | post. | - | - |
| Velje brdo | 143 | 134 | 125 | 14,43 | 21,17 | 0,43 | post. | 2,702 | 2,740 | 0,986 | 1,39 | post. | 20,43 | - |
| Tološi | 138 | 130 | 120 | 13,17 | 24,23 | 0,54 | post. | 2,683 | 2,727 | 0,984 | 1,61 | post. | 22,33 | - |

Osnovni kriterijumi za određivanje načina primjene arhitektonsko-građevinskog kamena nisu standardizovani ali su opšte prihvaćeni, i to su pored fizičko - mehaničkih karakteristika: opšti izgled i estetska vrijednost, sredina u koju se može upotrebljavati (eksterijer ili enterijer) i otpornost na atmosferlije i aerozagađenje.

Vrijednosti čvrstoće na pritisak u suvom stanju kreću se od 113 MPa, u ležištu Vinići do 177 MPa za pojavu Pješivački do. Vrijednost čvrstoće na pritisak u vodozasićenom stanju varira od 78 MPa u ležištu Radujev krš (najniža vrijednost) do 168 MPa u krečnjacima pojave Pješivački do, odnosno vrijednosti čvrstoće na pritisak poslije 25 ciklusa smrzavanja od 67 MPa (ležište Radujev krš) do 165 MPa (pojava Pješivački do). Samo za krečnjake ležišta Radujev krš čvrstoće na pritisak u vodozasićenom stanju i poslije 25 ciklusa smrzavanja su manje od 80 MPa i spadaju u kategoriju niskih čvrstoća (40,0 - 80,0 MPa).

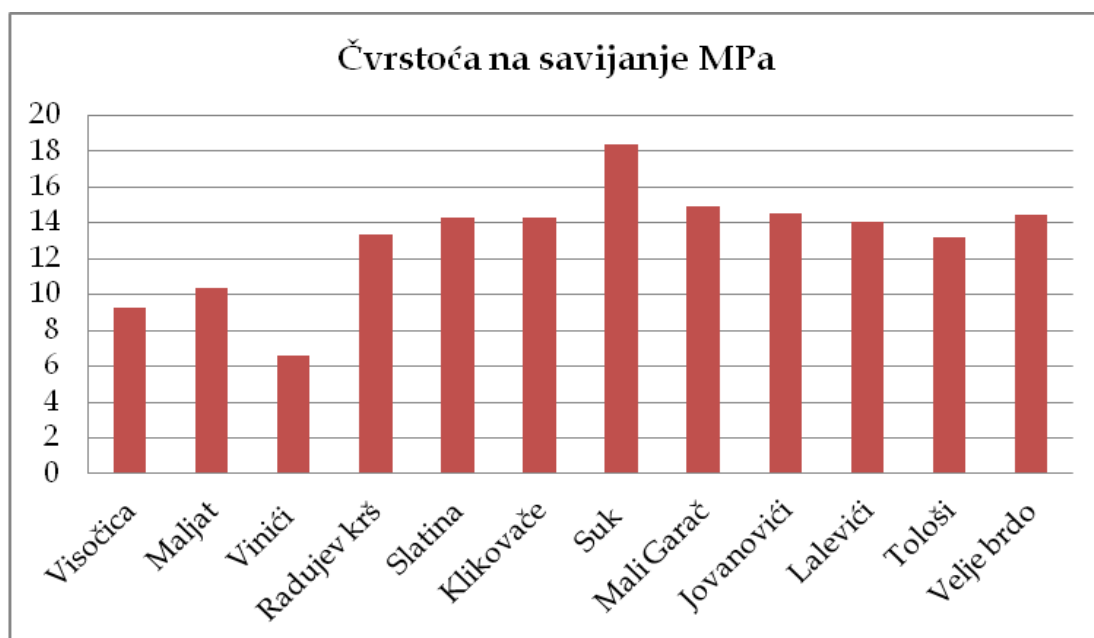


Slika 6.14: Dijagram veličina čvrstoća na pritisak

Čvrstoća na savijanje predstavlja prostu deformaciju do koje dolazi kada se silom djeluje normalno na osu probnog tijela kamena, pri čemu je probno tijelo na svojim krajevima oslonjeno na dva nepomična oslonca (Crnković, Šarić,

1992). Srednja vrijednost čvrstoće na savijanje arhitektonsko - građevinskog kamena iz pojedinih ležišta i pojava rudnog reona Bjelopavlića varira od 6,57 MPa u ležištu Vinići do 18,35 u ležištu Suk, i nalazi se u granicama prosječnih vrijednosti za ovu vrstu stijena. Istovremeno, za ležišta/pojave Sađavac i Pješivački do nema podataka o vrijednostima čvrstoće na savijanje.

Čvrstoća na savijanje u najvećem broju slučajeva je u granicama od 7 do 20% od čvrstoće na pritisak istog kamena (Crnković i Šarić, 1992), a najčešće vrijednosti su od 0,5 do 25,0 MPa.



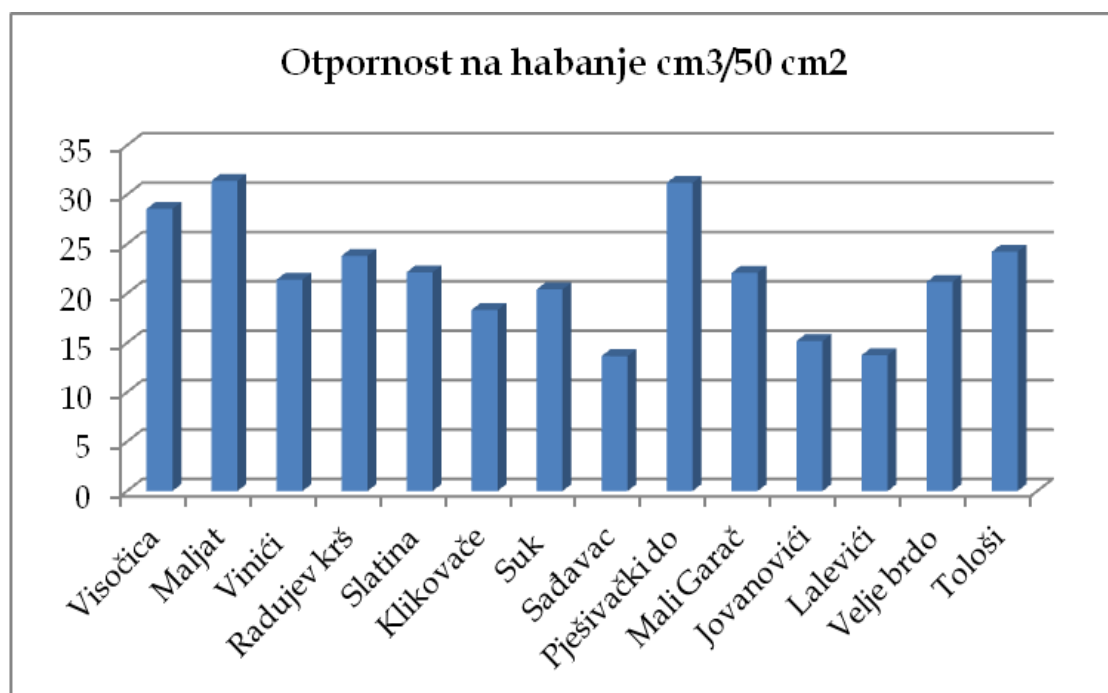
Slika 6.15: Dijagram veličina čvrstoća na savijanje

Tvrdoća kamena, utvrđena postupkom paranja, iznosi oko 3 po Mohs-u (kamen je moguće parati bakarnom žicom), a uslovljena je karbonatnim sastavom kamena (preovlađuje učešće kalcita, dok je učešće dolomita neznatno i samo mjestimično izraženije).

U isto vrijeme srednja vrijednost habajuće tvrdoće kamena utvrđena postupkom brušenja (Böhme - opit) varira od 13,66 cm³/50 cm² (ležište Sađavac) do 31,41 cm³/50 cm² u ležištu Maljat.

To je otpornost koju neki kamen pruža prema abraziji struganjem. Na osnovu ovih vrijednosti krečnjak iz ovih ležišta se može svrstati u grupu tvrdih stijena

(Crnković i Šarić, 1992) sa vrijednostima habajuće tvrdoće 10 - 20 cm³/50 cm²; (krečnjaci ležišta/pojava Klikovače, Jovanovići, Lalevići i Sađavac, umjereno tvrdih stijena (vrijednost habajuće tvrdoće 20 - 30 cm³/50 cm²; krečnjaci ležišta/pojava Visočica, Vinići, Radujev krš, Suk, Slatina, Mali Garač, Tološi i Velje brdo) i mekanih stijena čija vrijednost prelazi 30 cm³/50 cm² (ležište/pojava Maljat i Pješivački do). Vrijednost ovog pokazatelja se nalazi u granicama prosječnih vrijednosti za karbonate (krečnjake i dolomite).

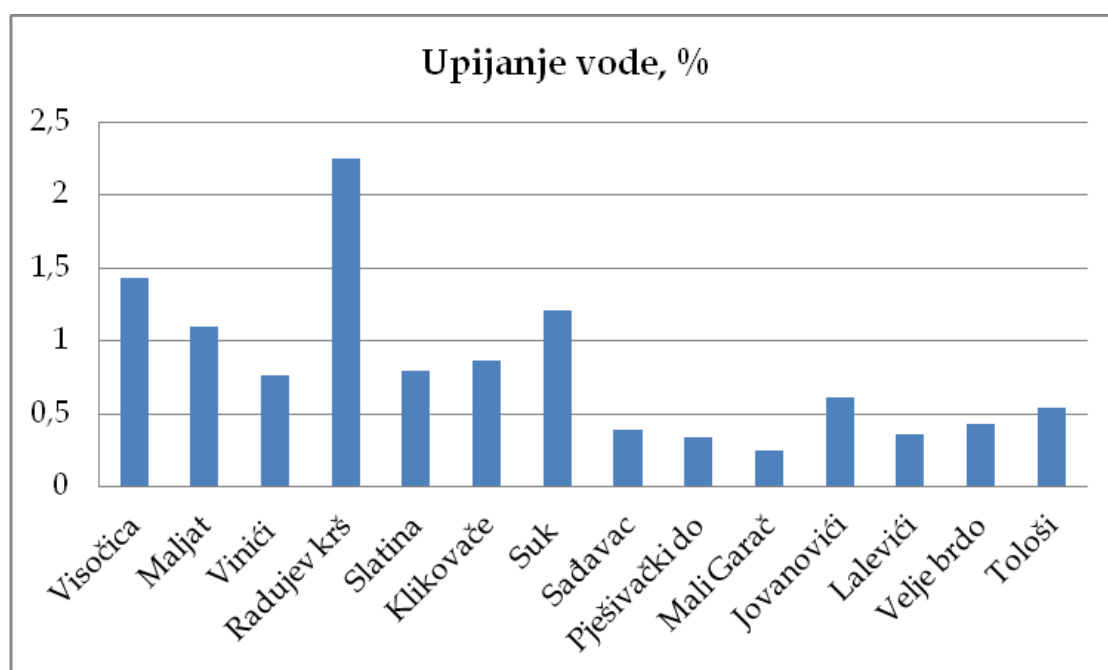


Slika 6.16: Dijagram veličina otpornosti na habanje

Upijanje vode, odnosno sposobnost kamena da, potopljen u vodu pod određenim uslovima, u svoje pore i šupljine primi određenu količinu vode i da je u njima zadrži (adsorbuje i apsorbuje), izražena u zapreminskim procentima, kod kamena sa područja rudnog reona Bjelopavlića, je na nivou srednjih vrijednosti kada je u pitanju krečnjak (Crnković i Šarić, 1992).

Vrijednosti ovog parametra je od 0,25 % za krečnjake pojave Mali Garač do 2,25 % krečnjake ležišta Radujev krš i svrstava ih u kategoriju (Crnković i Šarić, 1992) sa vrlo malim upijanjem vode (ispod 0,5%), malim upijanjem vode, odnosno sa vrijednostima upijanja vode (0,5 - 1,0%) i umjerenim upijanjem

vode (1,0 - 2,5 %), što se direktno odražava na otpornost prema mrazu. Ispitivanjem ovog svojstva konstatovano je da su svi krečnjaci otporni na mržnjenje, odnosno postojani na smrzavanje. Krečnjak iz četiri ležišta (Radujev krš, Visočica, Suk i Maljat) se odlikuje umjerenim upijanjem vode, dok se krečnjak iz drugih ležišta i/ili pojava odlikuje vrlo malim i malim upijanjem vode.

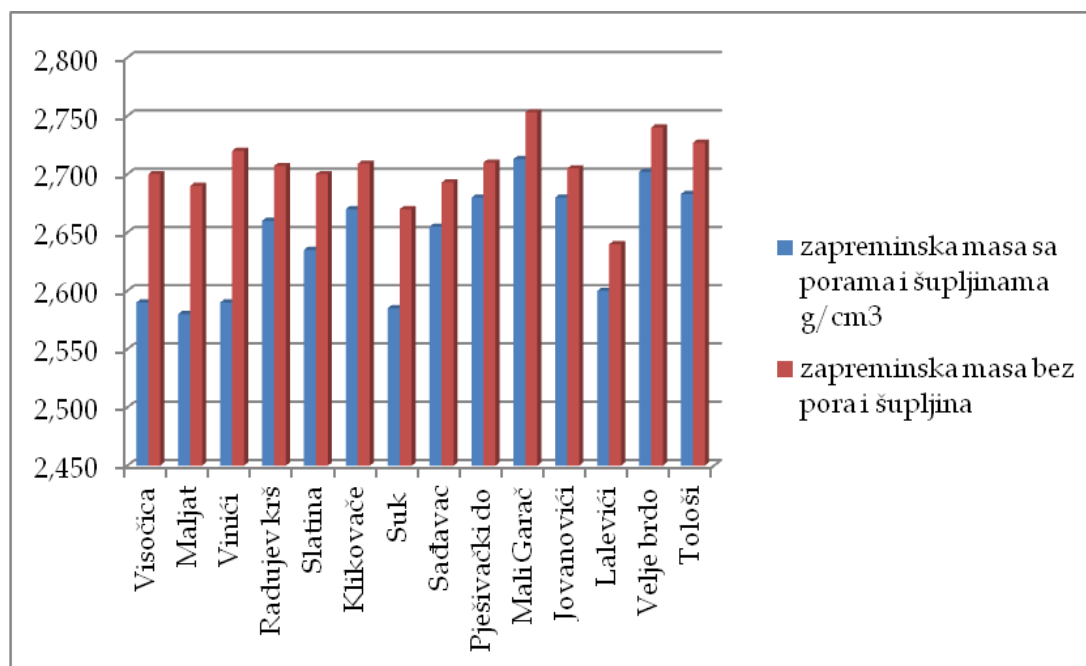


Slika 6.17: Dijagram veličina upijanja vode

Obzirom na iskazane vrijednosti zapreminske mase sa porama i šupljinama kamen iz ležišta i pojava rudnog reona Bjelopavlića možemo svrstati u grupu teških, sa zapreminskim masom 2,5 - 3,0 g/cm³ (Bilbija, 1984).

Vrijednosti zapreminske mase sa porama i šupljinama variraju od 2,580 g/cm³ (ležište Maljat) do 2,713 g/cm³ (pojava Mali Garač), dok se vrijednosti zapreminske mase bez pora i šupljina kreću od 2,640 g/cm³ (ležište Lalevići) do 2,753 g/cm³ (pojava Mali Garač), što ukazuje i na prisutvo dolomita.

Stepen gustine, odnosno koeficijent zapreminske mase se kreće od 0,952 u ležištu Maljat do 0,991 u ležištu Jovanovići.



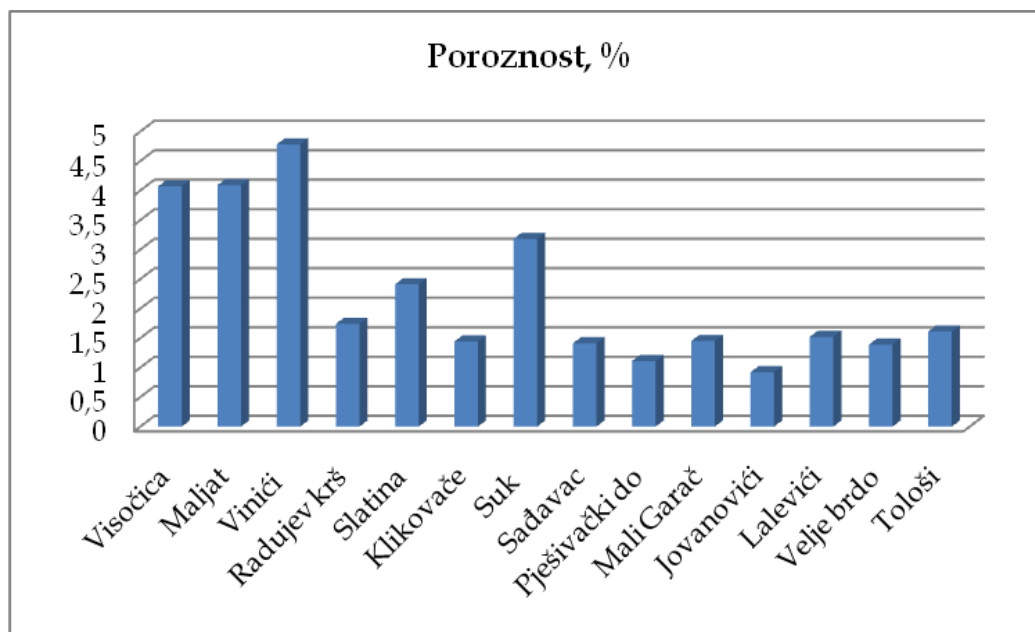
Slika 6.18: Dijagram veličina zapreminskih masa

Jedna od najvažnijih tehničkih (fizičkih) svojstava kamena jeste poroznost, jer od nje direktno zavisi većina drugih bitnih svojstava kamena. U prirodi ne postoji idealno kompaktan ili zbijen kamen, već svaki sadrži neki porni prostor koji se definiše kao porozitet (Crnković, Šarić, 1992). Sa aspekta poroznosti, kamen sa područja rudnog reona Bjelopavlića, odlikuje se, prisustvom uglavnom singenetskih međusobno izolovanih mikropora i ima uobičajene vrijednosti za ovu vrstu stijena.

Obzirom na iskazane vrijednosti poroznosti, samo kamen ležišta Jovanovići pripada grupi kompaktnih krečnjaka (Crnković, Šarić, 1992), sa vrijednošću poroziteta ispod 1%, dok krečnjaci ležišta i/ili pojava Radujev krš, Slatina, Klikovače, Sađavac, Pješivački do, Mali Garač, Lalevići, Velje brdo i Tološi pripadaju grupi slabo poroznih (vrijednost poroznosti 1,0 - 2,5 %), odnosno grupi umjereno poroznih sa vrijednošću poroziteta od 2,5 do 5,0 %, gdje spadaju krečnjaci najznačajnijih ležišta Visočica, Maljat, Vinići i Suk.

Kompaktnost kamena iskazana preko koeficijenta poroznosti, predstavlja međusobni odnos zapreminske mase sa porama i šupljinama i zapreminske mase bez pora i šupljina, odnosno zapremini čvrste faze prema njenoj

zapremeni zajedno sa porama i šupljinama (Crnković, Šarić, 1992). Može se zaključiti da se kamen sa područja rudnog reona Bjelopavlića odlikuje značajnom kompaktnošću.



Slika 6.19: Dijagram veličina poroznosti

Mogućnost eksploatacije, obrade i primjene arhitektonsko - građevinskog kamena iz pojedinih ležišta rudnog reona Bjelopavlića dokazane su višegodišnjom eksploatacijom kamenih blokova iz ležišta Klikovače, Maljat, Visočica, Radujev krš i Vinići. Koeficijent iskorišćenja u ovim ležištima se kretao od 16 % u ležištu Vinići do 25 % u ležištu Klikovače.

Na ležištima i pojavama arhitektonsko - građevinskog kamena Slatina (Kriva ploča), Jovanovići i Lalevići do sada nije vršena eksploatacija kamenih blokova, ali su u sklopu geoloških istraživanja na ovim ležištima izvedeni između ostalog i probno - eksploataciona etaža i istražni zasjeci. Ovi radovi su bili malih dimenzija, tako da se nije mogla dobiti vjerodostojna predstava o ekonomskoj vrijednosti ležišta/pojava. Na osnovu probnog rezanja blokova kamena na ploče različitih dimenzija, utvrđeno je da se kamen dobro reže i obrađuje, dok je poliranjem istih utvrđeno da se lako i dobro poliraju, pri čemu se dobija srednje do visoki sjaj.

Na osnovu analiziranih rezultata, saglasno utvrđenim svojstvima i odredbama standarda SRPS B.B3.200, kamen (krečnjak) sa područja rudnog reona Bjelopavlića može upotrijebiti u arhitektonsko - građevinske svrhe uglavnom 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), izuzetno 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.

Samo krečnjaci iz pojedinih ležišta mogu se koristiti za proizvodnju ploča za oblaganje spoljašnjih horizontalnih površina (SH - 3) gdje se obavlja umjereni pješački saobraćaj (tabela 6/5).

Što se tiče dekorativnosti kamena sa ovog područja, kao pokazatelja opšteg izgleda i estetskih vrijednosti koji iz njega proističu, može se konstatovati da kamen sa ovog područja pripada grupi dekorativnih po boji i šari. Pojedine vrste kamena sa područja rudnog reona Bjelopavlića su već odavno dobro poznate tržištu arhitektonsko - građevinskog kamena u Crnoj Gori i inostranstvu.

Kamen iz pojedinih ležišta rudnog reona Bjelopavlića naročito se često upotrebljava za opremanje enterijera poslovnih i stambenih objekata, gdje se zahtijeva visoki sjaj kamenih ploča i/ili elemenata (ploče za horizontalna i vertikalna oblaganja, stubovi, šankovi, stolovi i dr.), a često se upotrebljava i kao galanterijski kamen. Bjelopavlički "bianco" varijeteti kamena "Maljat", "Viso" i "Vinići" karakteristične bijele boje, ugrađeni su u mnoge poslovne, stambene i privatne objekte u zemlji i inostranstvu. Osim njih, varijeteti kamena "unito" i "fiorito" iz ležišta "Klikovače" sa dugogodišnjom tradicijom eksploatacije široko su zastupljeni na tržištu ukrasnog kamena u Crnoj Gori i šire, tako da su ovi varijeteti kamena ugrađeni u mnoge poslovne (bolnice, pozorišta, banke) i druge objekte. Takođe, kamen iz pojedinih ležišta rudnog reona Bjelopavlića, poznat je i veoma široko zastupljen na regionalnom i

svjetskom tržištu, naročito na tržištu susjedne Italije gdje se u posljednje vrijeme često izvozi.

Tabela 6/5: *Moguća upotreba ispitivanih krečnjaka sa pojedinih ležišta rudnog reona Bjelopavlića, kao arhitektonsko - građevinski kamen, prema standardu SRPS B.B3.200*

| Ležište-pojava | Mogućnost upotrebe | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------------------|------|------|----|------------------------------|------|------|------|------|------|
| | Unutrašnje oblaganje- interijer | | | | Spoljno oblaganje-eksterijer | | | | | |
| | UH-1 | UH-2 | UH-3 | UV | SH-1 | SH-2 | SH-3 | SV-1 | SV-2 | SV-3 |
| Klikovače | - | + | + | + | - | - | + | - | - | + |
| Maljat | - | - | + | + | - | - | - | - | - | + |
| Visočica | - | - | + | + | - | - | - | - | - | + |
| Vinići | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - |
| Radujev krš | - | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| Suk | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + |
| Slatina | - | + | + | + | - | - | - | + | + | + |
| Jovanovići | - | + | + | + | - | - | + | - | + | + |
| Lalevići | + | + | + | + | - | + | + | - | + | + |
| Pješivački do | - | - | + | + | - | - | - | + | + | + |
| Mali Garač | - | + | + | + | - | - | - | - | + | + |
| Tološi | - | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| Velje brdo | - | + | + | + | - | - | - | - | + | + |

UH-1 vrlo intezivan pješački saobraćaj robne kuće, hoteli, bolnice, javni objekti, poslovne zgrade, industrijski objekti, bioskopi i slično;

UH-2 intezivan pješački saobraćaj (prodavnice, samoposluge, stambene zgrade, muzeji, restorani, škole i slično);

UH-3 umjeren pješački saobraćaj (biblioteke, arhive, knjižare, čekaonice i slično);

SH-1 vrlo intezivan pješački saobraćaj, a povremeno i automobilski saobraćaj (trgovi, pješačke zone, ulice, trgovački centri i slično);

SH-2 intezivan pješački saobraćaj (parkovi, šetališta, terase, pješačke zone u blizini spomenika i slično); SH-3 umjeren pješački saobraćaj;

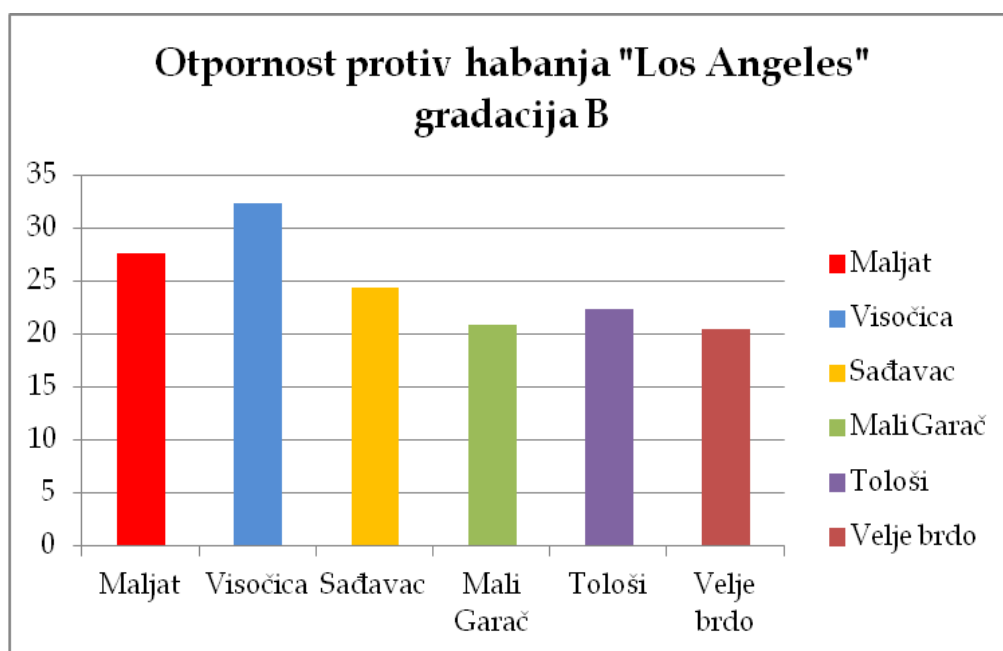
SV-1 objekti preko 30 visine iznad terena;

SV-2 objekti visine od 10 do 30m iznad terena;

SV-3 objekti visine do 10m iznad terena

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 vršena u ležištima Sađavac, Visočica i Maljat, kao i na pojavama Mali Garač, Tološi i Velje Brdo, možemo konstatovati, da se kamen, sa ovog područja odlikuje

veoma dobrim osobinama i da kao takav može naći primjenu za proizvodnju agregata različitih frakcija i njihovu primjenu u tehničko - građevinske svrhe. Najvažnija osobina krečnjaka za njegovu primjenu u tehničko - građevinske svrhe jeste otpornost protiv drobljenja i habanja po metodi "Los Angeles".



Slika 6.20: Dijagram veličina otpornosti protiv habanja "Los Angeles"

Obzirom da se radi o stijenama karbonatnog sastava, izgrađenim uglavnom od minerala kalcita, dobijeni rezultati ukazuju na veoma dobru otpornost na drobljenje i habanje, koja se za gradaciju "B" kreće od 20,43 za krečnjake pojave Velje brdo do 32,35 za krečnjake ležišta Visočica.

Tehničko - građevinski kamen karbonatnog sastava u istraženim ležištima je dobrog kvaliteta, ali rijetko i vrhunskog koji bi odgovarao najstrožijim zahtjevima za habajuće slojeve puteva sa velikim opterećenjem ili za brze pruge.

Navedenim ispitivanjima krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića utvrđeno je da su njegove kvalitativne karakteristike povoljne, što ovom kamenu omogućava primjenu u građevinarstvu u tehničko - građevinske svrhe i to prvenstveno:

- proizvodnju agregata za izradu betona koji nisu izloženi habanju i eroziji (SRPS B.B2.009),
- proizvodnju agregata za izradu habajućih slojeva od asfaltnih betona po vrućem postupku za puteve sa lakim i vrlo lakim saobraćajnim opterećenjem (SRPS U.E4.014),
- proizvodnju agregata za donje noseće slojeve od nevezanog materijala (tehničke specifikacije Javnog preduzeća "Putevi Srbije", 2007),
- proizvodnju agregata za gornje noseće slojeve od bituminiziranog materijala po vrućem postupku za sve grupe saobraćajnog opterećenja (SRPS U.E9.021),
- proizvodnju agregata za donje noseće slojeve od bituminiziranog materijala po vrućem postupku (SRPS U.E9.028),
- proizvodnju agregata za donje slojeve cementbetonskog kolovoza (SRPS U.E3.020),
- proizvodnju tucanika kategorija II za zastor željezničkih pruga, (Uputstvo za prijem i isporuku tucanika za zastor pruga na JŽ),
- proizvodnju agregata za izradu zaštitnog - tamponskog sloja trupa pruge, (Licitaciona dokumentacija za isporuku kamenog agregata za izradu zaštitnog 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.

Statističkom obradom i analizom rezultata izvršenih ispitivanja možemo konstatovati da se kamen iz ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića odlikuje dobrim tehničkim svojstvima, koja mu garantuju široke mogućnosti primjene u

građevinarstvu i arhitekturi. To je uostalom dokazano tokom dugogodišnje eksploatacije i primjene kamena iz pojedinih ležišta sa ovog područja (Klikovače, Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš). Iskazane numeričke vrijednosti ispitivanih fizičko - mehaničkih karakteristika kamena na ovim ležištima i pojavama, nalaze se u granicama prosječnih vrijednosti za ovu vrstu stijena.

6.6.2. Hemijske karakteristike karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

Kod nemetaličnih mineralnih sirovina, odnosno krečnjaka, čija se primjena bazira na njihovim hemijskim osobinama od bitnog značaja je njihov hemijski sastav. U tom pogledu kvalitet karbonatnih sirovina određuje se na osnovu zahtjeva u pogledu sadržaja korisnih i štetnih komponenti. Obzirom na sastav krečnjaka, sadržaj kalcijum karbonata u njima mora biti minimalno 97 - 98%, što znači da neotopivi udio u sonoj kisjelinu ne prelazi 2%. Krečnjaci vrlo često mogu biti onečišćeni oksidima metala i organskim kisjelinama koji znatno mogu uticati na njihova kvalitativna svojstva. Postoje dvije klasifikacije nečistoća u krečnjaku, (Boynton, 1980):

- **Homogene**, kod kojih nečistoće u vidu gline i pijeska (ili druge vrste silicije kao što je kvarc) zagađuju stijenu u trenutku njenog nastajanja, tako da su nečistoće dobro raspoređene u stijeni i
- **Heterogene**, gdje su nečistoće sakupljene u pukotinama i između slojeva krečnjaka, ili su kao silicijumski djelovi ili noduli pijeska razbacani u krečnjaku.

Kao glavni izvor nečistoća javljaju se SiO_2 i Al_2O_3 . Gvožđe je treća glavna nečistoća, i najčešće se javlja u vidu oksida gvožđa. Fosfor i sumpor se obično često pojavljuju u krečnjacima, ali u veoma malim količinama. Ostale nečistoće su tako zanemarljive da se mogu smatrati kao elementi u tragovima u relativno čistim krečnjacima (Mn, Cu, Pb, Ti, As, Cd, Sr i dr.). Iz tog razloga hemijske analize služe kao osnovna metoda za određivanje kvaliteta krečnjaka i moraju da imaju visoku tačnost i preciznost. Analizirani elementi u tragovima i donje granice detekcije analitičke metode dati su u tabeli 6/6.

Tabela 6/6: Donje granice detekcije analiziranih elemenata (ACME Analytical laboratories LTD)

| Element | Donja granica detekcije (ppm) | Element | Donja granica detekcije (ppm) |
|---------|-------------------------------|----------|-------------------------------|
| Ba | 1 | Gd | 0,05 |
| Be | 1 | Tb | 0,01 |
| Co | 0,2 | Dy | 0,05 |
| Cs | 0,1 | Ho | 0,02 |
| Ga | 0,5 | Er | 0,03 |
| Hf | 0,1 | Tm | 0,01 |
| Nb | 0,1 | Yb | 0,05 |
| Rb | 0,1 | Lu | 0,01 |
| Sn | 1 | Mo | 0,1 |
| Sr | 0,5 | Cu | 0,1 |
| Ta | 0,1 | Pb | 0,1 |
| Th | 0,2 | Zn | 1 |
| U | 0,1 | Ag | 0,1 |
| V | 8 | Ni | 0,1 |
| W | 0,5 | As | 0,5 |
| Zr | 0,1 | Au (ppb) | 0,5 |
| Y | 0,1 | Cd | 0,1 |
| La | 0,1 | Sb | 0,1 |
| Ce | 0,1 | Bi | 0,1 |
| Pr | 0,02 | Hg | 0,01 |
| Nd | 0,3 | Ti | 0,1 |
| Sm | 0,05 | Se | 0,5 |
| Eu | 0,02 | | |

U tabeli 6/7 prikazan je hemijski sastav a u tabeli 6/8 sadržaj elemenata u tragovima po pojedinim ležištima i pojavama gornjokrednih krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića.

Tabela 6/7: Hemijske karakteristike krečnjaka sa područja Bjelopavlića

| | <i>Visočica</i> | <i>Maljat</i> | <i>Vinići</i> | <i>Radujev krš</i> | <i>Slatina</i> | <i>Klikovače</i> | <i>Suk</i> | <i>Sađavac</i> | <i>Pješivački do</i> | <i>Mali Garač</i> | <i>Jovanovići</i> | <i>Lalevići</i> | <i>Velje brdo</i> | <i>Tološi</i> |
|--------------------------------|-----------------|---------------|---------------|--------------------|----------------|------------------|------------|----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| SiO ₂ | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,11 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,25 |
| Al ₂ O ₃ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,07 |
| Fe ₂ O ₃ | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,08 |
| CaO | 55,06 | 55,06 | 55,26 | 55,29 | 55,24 | 55,03 | 55,00 | 54,95 | 54,92 | 55,21 | 54,84 | 54,77 | 54,53 | 54,02 |
| MgO | 0,29 | 0,29 | 0,26 | 0,27 | 0,32 | 0,34 | 0,49 | 0,62 | 0,38 | 0,47 | 0,50 | 0,47 | 0,67 | 1,07 |
| Na ₂ O | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| K ₂ O | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| MnO | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| TiO ₂ | <0,01 | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | <0,01 | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| P ₂ O ₅ | <0,01 | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,02 | <0,01 | <0,01 |
| Cr ₂ O ₃ | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,001 |
| GŽ | 43,90 | 43,98 | 43,95 | 43,88 | 44,01 | 43,77 | 43,78 | 43,86 | 44,03 | 43,96 | 43,98 | 43,97 | 43,84 | 43,96 |
| TOT/C | 12,37 | 12,32 | 12,27 | 12,35 | 12,42 | 12,40 | 12,325 | 12,50 | 12,28 | 12,33 | 12,31 | 12,31 | 12,44 | 12,30 |
| TOT/S | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,03 | 0,03 | <0,02 | <0,02 | 0,02 | <0,02 | 0,07 | 0,04 |

Tabela 6/8: Sadržaj elemenata u tragovima u krečnjacima sa područja Bjelopavlića

| | Visočica | Maljkat | Vinići | Radujevo krš | Slatina | Klikovače | Suk | Sađavac | Pješivački do | Mali Garač | Jovanovići | Lalevići | Veje brdo | Tološi |
|----|----------|---------|--------|--------------|---------|-----------|-------|---------|---------------|------------|------------|----------|-----------|--------|
| Ba | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 6 | 5 | 3 | 4 |
| Be | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 | <1 | 1 | <1 | <1 |
| Co | 0,8 | <1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | <0,2 | 1,2 |
| Cs | <0,1 | <0,1 | 0,1 | <0,1 | 0,2 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,1 | 0,1 | <0,1 | 0,1 |
| Ga | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Hf | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Nb | 0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,2 |
| Rb | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | <0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,8 |
| Sn | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | 1,3 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Sr | 324 | 284 | 387 | 454 | 299 | 314 | 352 | 350 | 328 | 391 | 444 | 490 | 255 | 218 |
| Ta | 0,2 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,2 | 0,1 | <0,1 | 0,2 | <0,1 | 0,2 |
| Th | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| U | 0,4 | 0,8 | 0,1 | <0,1 | 0,7 | 0,8 | 1,6 | 1,5 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 0,9 | 2,1 | 2,3 |
| V | 11 | <8 | <8 | <8 | <8 | <8 | 8 | <8 | <8 | <8 | <8 | 15 | 15 | 10 |
| W | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,6 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Zr | 0,7 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 1,1 |
| Y | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 1,5 | 1,4 | 0,2 | 1,2 |
| La | 0,7 | 0,3 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,3 | 1,4 | 1,3 | 0,8 | 1,2 |
| Ce | 0,30 | <0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,8 | 0,9 | 0,6 | 0,8 |
| Pr | 0,04 | <0,02 | 0,02 | <0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,12 | 0,16 | 0,05 | 0,14 |
| Nd | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | <0,3 | 0,7 | 0,7 | <0,3 | 0,6 |
| Sm | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,07 | <0,05 | <0,05 |
| Eu | 0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 |
| Gd | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | <0,05 | <0,05 | 0,06 | <0,05 | <0,05 | 0,16 | 0,16 | 0,09 | 0,22 |
| Tb | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 |
| Dy | 0,10 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,04 | <0,05 | <0,05 | 0,05 | <0,05 | 0,04 | 0,12 | 0,17 | <0,05 | 0,19 |
| Ho | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | 0,03 | 0,03 | <0,02 | <0,01 |
| Er | 0,02 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 0,03 | <0,03 | 0,02 | <0,03 | <0,03 | 0,03 | 0,1 | 0,09 | <0,03 | 0,11 |
| Tm | 0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Yb | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,09 | 0,07 | <0,05 | 0,09 |
| Lu | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,01 | <0,01 | 0,01 |
| Mo | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,2 | 0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,6 | 3,5 |
| Cu | 0,2 | 0,3 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 1 | 1 | 0,3 | 0,7 |
| Pb | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 0,2 | 0,6 |
| Zn | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 2 | 18 |
| Ag | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Ni | 1,5 | 1,1 | 0,8 | 1,4 | 0,7 | 0,9 | 1,9 | 1,9 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 2 | 2,2 | 4,2 |
| As | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,6 |
| Au | 0,9 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 0,8 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1,2 | 0,8 |
| Cd | 0,2 | 0,2 | 0,1 | <0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | <0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | <0,1 | 0,6 |
| Sb | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,1 |
| Bi | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Hg | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Ti | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,2 |
| Se | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 | <0,5 |

Sadržaj teških metala bakra (Cu) i cinka (Zn) se kreće u očekivanim granicama kada su u pitanju karbonati. Bakar je iznad granice detekcije od 0,1 ppm konstatovan u svim uzorcima krečnjaka, sa sadržajem od 0,2 (krečnjaci ležišta

Visočica) do 1,2 ppm (krečnjaci ležišta Slatina), dok je cink iznad granice detekcije od 1 ppm, takođe konstatovan u deset ležišta sa sadržajem od 1 ppm (pojava Pješivački do) do 18 ppm (pojava Tološi). Takođe, ovim ispitivanjima dokazano je i da sadržaj pojedinih štetnih elemenata (teških metala), u prvom redu Pb i Ni ne prelazi dozvoljene vrijednosti kada je u pitanju njihova primjena u određenim granama industrije, prevashodno farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, koje su i nazahtjevnije kada je u pitanju primjena krečnjaka kao karbonatnog punila. Tako, sadržaj Pb se kreće u granicama od 0,1 ppm (ležišta Visočica i Maljat) što predstavlja donju granicu detekcije pa do 0,7 ppm (pojava Lalevići). Vrijednosti sadržaja nikla su u svim uzorcima krečnjaka iznad granice detekcije od 0,1 ppm, i kreću se od 0,7 ppm (ležište Slatina) pa do 4,2 ppm (pojava Tološi).

Sadržaj kadmijuma (Cd) se kreće od 0,1 ppm (ležište Vinići i pojava Mali Garač) koja je i donja granica detekcije, pa do 0,6 ppm (pojava Tološi). U pojedinim uzorcima krečnjaka iz ležišta Radujev krš, Pješivački do i Velje brdo, sadržaj Cd je bio ispod granice detekcije od 0,1 ppm. Sadržaji teških metala nikla i kadmijuma u krečnjacima sa područja rudnog reona Bjelopavlića onemogućavaju njihovu primjenu za neutralizaciju kisjelih zemljišta.

Sadržaj kobalta (Co) se kreće od 0,2 ppm (ležišta Suk, Vinići i Pješivački do) pa do 1,2 ppm (pojava Tološi), dok je sadržaj u krečnjacima pojave Velje Brdo bio ispod granice detekcije od 0,2 ppm. Sadržaj molibdena (Mo) je bio uglavnom ispod granice detekcije od 0,1 ppm, osim u ležištima Sađavac, Suk, Lalevići, Velje brdo i Tološi i gdje su vrijednosti ovog elementa 0,1 ppm do 3,5 ppm, kao i sadržaji antimona (Sb) koji su bili na samoj granici detekcije od 0,1 ppm i konstatovani samo u krečnjacima pojave Tološi. Sadržaji ostalih štetnih elemenata u krečnjacima prije svega žive (Hg) nisu konstatovani ni u jednom ležištu (<0,01) i arsena (As) koji je bio ispod granice detekcije od 0,5 ppm u svim uzorcima krečnjaka osim u krečnjacima pojave Tološi (0,6 ppm).

Treba napomenuti da je sadržaj većeg broja elemenata bio ispod donje granice detekcije, kao što su: Ga, Ta, Th, Ag, Bi, Ti i Se, ili na samoj ili malo iznad granice detekcije: Be, Ta, Gd, Sm, Tb, Tm, Dy, Ho, Er, Yb, Lu, Mo, Sb i Hg.

U pogledu utvrđenih fizičko - mineraloških, hemijskih i spektrohemijskih karakteristika može se konstatovati, da krečnjaci sa ispitivanih lokaliteta, 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). Uzorak krečnjaka iz ležišta Sađavac, se može svrstati u klasu kvaliteta C, D i E jer ne zadovoljava stepenom bjeline (<80) za više klase kvaliteta A i B, dok krečnjaci pojava Tološi i Velje brdo, ne zadovoljavaju primjenu u ovoj grani industrije zbog niskog stepena bjeline (<75). Takođe, pojedini uzorci krečnjaka iz ležišta Lalevići i Suk, na osnovu analiza iz 2015. godine se odlikuju nešto nižim vrijednostima stepena bjeline od dozvoljenog, ali su im srednje vrijednosti iznad 80. Ostale osobine krečnjaka kao što je sadržaj CaO komponente i GŽ, upijanje vode i ulja su u granicama dozvoljenih vrijednosti za njihovu primjenu u ovoj grani industrije.

-farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, gdje u odnosu na zahtjeve tržišta definisane standardom (SRPS B.B6.034), mogu naći primjenu krečnjaci iz ležišta Visočica, Maljat, Vinići i Radujev krš i eventualno krečnjaci iz ležišta Slatina, čiji pojedini uzorci zadovoljavaju zahtjeve definisane standardom. Krečnjaci iz ostalih ležišta i/ili pojava ne mogu naći primjenu u ovoj grani industrije prevashodno zbog niskog stepena bjeline (<90) i nižeg sadržaja CaCO₃ komponente (<98).

-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 najkvalitetniju D klasu (krečnjaci iz ležišta Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš). U C klasu kvaliteta mogu naći primjenu krečnjaci iz ležišta Slatina, dok u B

klasu kvaliteta primjenu mogu naći krečnjaci iz ležišta Klikovače. U najslabiju A klasu kvaliteta primjenu mogu naći krečnjaci pojava Mali Garač i Pješivački do. Zbog niskog sadržaja CaCO_3 komponente i stepena bjeline u industriji papira primjenu ne mogu naći krečnjaci iz ležišta/pojaava Suk, Jovanovići, Sađavac, Lalevići, Tološi i Velje brdo.

-industriji gume i PVC-a, krečnjaci ležišta Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš, Slatina, Mali Garač i Klikovače gdje uglavnom zadovoljavaju najvišu klasu kvaliteta A i C u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom SRPS B.B6.031. Krečnjaci iz ležišta/pojaava Suk, Jovanovići, Lalevići, Sađavac, Pješivački Tološi i Velje brdo, mogu se upotrijebiti ali samo za niže klase kvaliteta B i D, gdje se zahtijeva manji sadržaj CaCO_3 komponente (96%).

-industriji šećera gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti mogu svrstati u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom SRPS B.B6.013. u najkvalitetniju I klasu, osim krečnjaci pojave Tološi koji zbog nižeg sadržaja CaCO_3 komponente (54,02%) i povišenog sadržaja MgO komponente (1,07) mogu naći primjenu za II klasu kvaliteta.

-livarskoj industriji krečnjaci iz svih ležišta/pojaava sa područja rudnog reona Bjelopavlića, osim krečnjaka pojave Tološi, koji se zbog povećanog sadržaja MgO komponente (1,07%) i povećanog sadržaja sumpora (0,04%), mogu koristiti za II klasu kvaliteta i krečnjaka pojave Velje Brdo, koji se zbog povećanog sadržaja S (0,07%) ne mogu koristiti u ovoj grani industrije.

-metalurgiji svi krečnjaci izuzev krečnjaci iz pojave Tološi koji imaju povećan sadržaj S (0,04%) i MgO (1,07%) komponente, tako da se mogu koristiti samo za III klasu kvaliteta. Takođe, krečnjaci pojave Velje Brdo imaju sadržaj S od 0,07% što je iznad granične vrijednosti od 0,04% za njihovu primjenu u ovoj grani industrije.

-proizvodnju stočne hrane se mogu koristiti u skladu sa definisanim standardom (Sl.l. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00), osim krečnjaci pojave Tološi zbog povećanog sadržaja MgO komponente od dozvoljenog (1,0%), kao i povećanog sadržaja kadmijuma Cd od dozvoljenog (0,5 ppm).

-proizvodnju stakla, krečnjaci iz svih ležišta/pojava ne mogu se svrstati u ekstra, I i II klasu kvaliteta (uglavnom zbog povećanog sadržaja Fe_2O_3 komponente), već zavisno od ležišta do ležišta u različite klase kvaliteta u skladu sa zahtevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.020). Krečnjaci iz ležišta Visočica, Maljat, Vinići, Radujev krš, Slatina, Klikovače i Mali Garač mogu se koristiti u proizvodnji stakla za III klasu kvaliteta, gdje se zbog povećanog sadržaja Fe_2O_3 komponente ne mogu svrstati u veće klase kvaliteta, iako po drugim parametrima zadovoljavaju više klase kvaliteta. Krečnjaci iz ležišta/pojava Suk, Lalevići, Jovanovići, Pješivački do, Sađavac, Velje brdo i Tološi mogu se koristiti u proizvodnji stakla za IV i V klasu kvaliteta.

-proizvodnju mineralnih đubriva zbog malo povišenog sadržaja gubitka žarenjem u odnosu na zahtev proizvođača đubriva da to bude max. 43,57% (Azotara Pančevo), krečnjaci sa područja rudnog reona Bjelopavlića se ne mogu primijeniti. Uslovno bi mogli krečnjaci iz pojedinih ležišta u kojima je ispitivanjima izvršenim u "ACME Analytical laboratories LTD", iz Vankuvera u Kanadi, 2012. godine konstatovan niži sadržaj GŽ od zahtijevanog (max 43,57%), kao što su Maljat (43,27), Radujev krš (43,57), Visočica (43,40) i Vinići (43,39).

-neutralizaciji kiselih zemljišta, krečnjaci ležišta/pojava sa područja rudnog reona Bjelopavlića se ne mogu koristiti zbog povišenog sadržaja štetnih teških metala, prevashodno kadmijuma (Cd) i nikla (Ni) čije su koncentracije veće od dozvoljenih za njihovu primjenu u ovoj grani industrije. U krečnjacima ležišta Jovanovići i Lalevići, konstatovan je sadržaj P_2O_5 komponente od 0,02%, što je veće od dozvoljenog sadržaja od 0,014% za njihovu primjenu u ovoj grani industrije, kao i povećan sadržaj MgO komponente. Takođe, zbog povećanog sadržaja MgO komponente od dozvoljenog (0,40%) krečnjaci ležišta/pojava Sađavac, Mali Garač, Suk, Tološi i Velje brdo, ne mogu naći primjenu u ovoj grani industrije. Zbog povećanog sadržaja nikla u odnosu na dozvoljeni sadržaj od 1,1 ppm krečnjaci ležišta Visočica, Radujev krš i Pješivački do, takođe ne mogu naći primjenu o ovoj grani industrije. Krečnjaci ležišta Maljat, Vinići,

Slatina i Klikovače zbog povišenog sadržaja kadmijuma od dozvoljenog (0,0 ppm), takođe ne mogu naći primjenu u ovoj grani industrije.

6.6.3. Rezultati ispitivanja karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića metodom skanirajuće elektronske mikroskopije

Opsežna ispitivanja krečnjaka sa područja Bjelopavlića metodom skanirajuće elektronske mikroskopije izvedena su sa ciljem definisanja metaličnih minerala kao osnovnih štetnih komponenti za primenu u industriji punila. Ukupno je izvršeno semikvantitativno ispitivanje hemijskog sastava na 141 tački na uzorcima iz 15 ležišta i pojava (tabela 6/9). Treba napomenuti da je na skoro svim tačkama detektovan i kalcit s obzirom da se radi o izrazito niskim sadržajima ispitivanih minerala i veoma sitnim česticama.

Dobijeni rezultati (sl. 6.21 - 6.30) pokazali su da se u daleko najvećem broju slučaja od metaličnih minerala javljaju oksidi i hidroksidi gvožđa, koji nisu razdvajani s obzirom na vrstu analize. Od ostalih metaličnih minerala utvrđeno je retko prisustvo pirita, kao i veoma retko sfalerita, smitsonita, rutila i ilmenita. Osim kalcita koji nije analiziran, utvrđeno je retko prisustvo barita, celestina i fluor-apatita. U jednom uzorku utvrđeno je prisustvo neidentifikovanog Bi-minerala, što potvrđuje prethodna ispitivanja (Božović i dr., 2015). Manje prisustvo silicije i aluminije u većini uzoraka posledica je kako semi-kvantitativne prirode analize, tako i verovatno tragova minerala glina koji se javljaju uz oksid/hidroksid gvožđa.

Nije utvrđena specifična povezanost prisustva metaličnih minerala sa određenim ležištima ili formacionim tipovima krečnjaka. Može se samo reći na ovom stepenu istraženosti da je najveći broj različitih minerala utvrđen u uzorcima iz ležišta Jovanovići, što je i logično jer su to pelaški i hemipelaški krečnjaci u kojima je verovatniji prinos alohtonog materijala nego u krečnjacima karbonatne platforme.

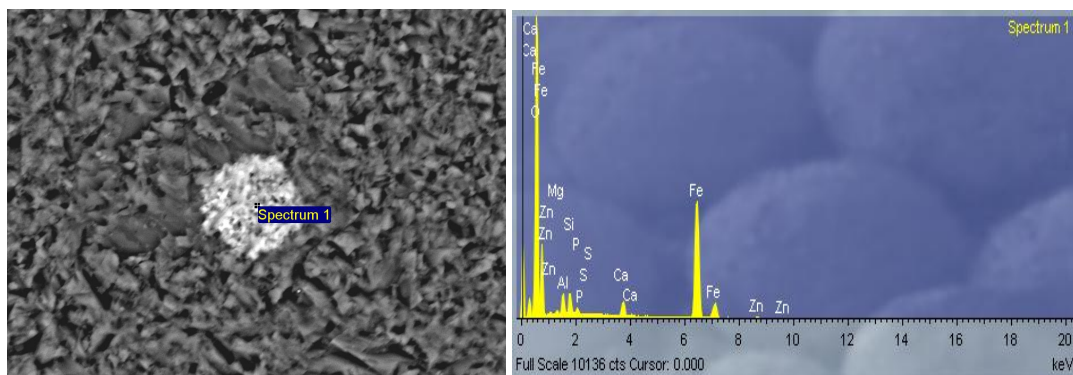
Tabela 6/9: Semikvantitativno ispitivanje hemijskog sastava uzoraka krečnjačka s područja rudnog reona Bjeloparčica

| Ležište/ pojava | Si | Ti | Al | Fe | Mn | Mg | Ca | Na | K | S | P | F | Cl | Ba | Sr | Cu | Zn | Cr | Ni | V | Bi | O | Mineral |
|--------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|------|---|------|-------|----|------|-------|------|----|------|----|-------|--------------|
| KI-1/1 | 1,16 | | | 42,29 | | | 18,80 | | | | | | | | | | | | | | | 37,74 | Fe O/H |
| KI-1/2 | 2,49 | | | 74,53 | | | 6,62 | | | 0,11 | | | 0,24 | | | | | | | | | 16,01 | Fe O/H |
| KI-1/3 | 1,55 | | | 70,65 | | | 10,78 | | | | | | | | | | | | | | | 17,03 | Fe O/H |
| KI-1/4 | 1,40 | | | 64,33 | | | 13,79 | | | | | | | | | | | | | | | 20,47 | Fe O/H |
| KI-1/5 | 1,11 | | | 46,58 | | | 17,12 | | | | | | | | | | | | | | | 35,19 | Fe O/H |
| KI-1/5 | 0,99 | | | 49,07 | | | 19,66 | | | | | | | | | | | | | | | 30,27 | Fe O/H |
| KI-1/6 | 1,12 | | | 67,32 | 0,33 | | 11,77 | | | | | | | | | | | 0,30 | | | | 19,17 | Fe O/H |
| KI-5/1 | 3,58 | | 1,24 | 77,21 | | 0,48 | 3,28 | | 0,20 | | | | | | | | | | | | | 14,02 | Fe O/H |
| KI-5/2 | 2,93 | | | 82,02 | | | 7,67 | | | | | | | | | | | | | | | 7,38 | Fe O/H |
| KI-5/3 | 4,51 | | 4,74 | 71,05 | 0,33 | | 2,19 | 0,27 | 0,87 | | | | | | | | | | | | | 16,05 | Fe O/H |
| M-1/1 | 1,14 | | | 78,49 | | | 9,03 | | | 0,00 | | | | | | | | | | | | 11,34 | Fe O/H |
| M-1/2 | 2,58 | | | 87,58 | | | 3,31 | | | 0,00 | | | | | | | | 0,40 | | | | 6,13 | Fe O/H |
| M-2/1 | 1,66 | | | 1,99 | 42,70 | | 0,51 | 1,78 | | | 0,66 | | | | | | 0,54 | | | | | 50,16 | Fe O/H |
| M-2/2 | 1,39 | | | 2,87 | 48,24 | | 0,34 | 5,43 | | | 1,00 | | | | | | | | | 0,24 | | 40,49 | Fe O/H |
| M-2/3 | 2,87 | 0,28 | 4,55 | 32,04 | | | 7,52 | | | | | | | | | | | | | | | 52,74 | Fe O/H |
| M-2/4 | | | | | | | 11,40 | | | 8,94 | | | | 34,12 | | | 1,37 | | | | | 44,16 | Barit |
| VS-1/1 | 2,85 | | | 89,03 | | | 3,14 | | | | | | | | | | | | | | | 4,99 | Fe O/H |
| VS-1/2 | 5,32 | | | 75,05 | | | 8,85 | | | | | | | | | | | | | | | 10,78 | Fe O/H |
| VS-1/3 | 2,51 | | | 83,25 | | | 5,75 | | | | | | | | | | | | | | | 8,48 | Fe O/H |
| VS-1/3 | 3,01 | | | 69,04 | | | 13,07 | | | | | | | | | | | | | | | 14,88 | Fe O/H |
| VS-1/4 | 2,22 | | 0,38 | 77,15 | | | 5,84 | | | | | | | | | | | 0,25 | | | | 14,15 | Fe O/H |
| VS-1/6 | 0,96 | | | 71,79 | | | 14,23 | | | | | | | | | | | | | | | 13,02 | Fe O/H |
| VS-2/2 | 0,18 | | | 46,21 | 0,29 | | 2,97 | 0,61 | | 0,18 | | | | | | | | | | | | 49,57 | Fe O/H |
| VS-2/3 | 2,49 | | | 48,66 | 0,36 | | 2,45 | 1,92 | 0,24 | 0,60 | | | 0,33 | | | | | | | | | 42,95 | Fe O/H |
| VC-1/1 | 1,59 | | | 37,32 | | | 24,26 | | | | | | | | | | | | | | | 36,83 | Fe O/H |
| VC-1/2 | 0,60 | | | | | | 13,91 | | | 13,73 | | | | 1,62 | | 0,58 | 27,54 | | | | | 42,03 | Stäerit (cc) |
| VC-1/3 | 1,71 | | | 61,29 | | | 12,11 | 0,53 | | | | | | | | | | | | | | 24,36 | Fe O/H |
| VC-1/4 | 4,15 | | | 89,35 | | | 2,78 | | | | | | | | | | | | | | | 3,72 | Fe O/H |
| VC-1/5 | 1,35 | | | 45,05 | | | 25,65 | | | | | | | | | | | | | | | 27,96 | Fe O/H |

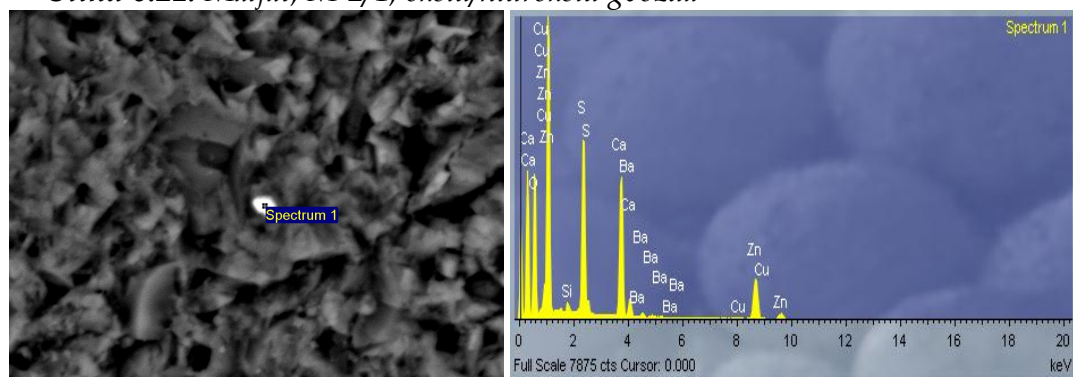
D. Božović: Minerogenija i potencijalnost resursa karbonatnih sirovina rudnog reona Biopaclica (Crna Gora) - doktorska disertacija

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-------|-------|--|-------|-------|------|------|------|-------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|-------|------------|------------|--------|--------|
| VČ-1/6 | | | | | | 35,94 | | 0,31 | 0,37 | | | | | | | 1,91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9,43 | 52,34 | Bi/mineral | | | |
| VČ-1/7 | 0,73 | | 29,26 | | | 15,80 | | 0,31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 53,89 | Fe O/H | | |
| VČ-2/3 | 0,30 | | 54,37 | 0,33 | | 2,71 | 0,58 | | | 0,37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41,34 | Fe O/H | | |
| RK-1/3 | 1,00 | | 82,65 | | | 7,18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9,17 | Fe O/H | | |
| RK-1/4 | 2,40 | | 75,25 | | | 5,78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16,57 | Fe O/H | | |
| RK-2/1 | 1,54 | | 68,84 | | | 13,26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 16,36 | Fe O/H | | |
| RK-2/2 | 6,65 | | 63,36 | | | 11,24 | 0,46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18,29 | Fe O/H | | |
| RK-2/3 | 1,34 | | 48,89 | | | 19,42 | | | | 0,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30,21 | Fe O/H | | |
| RK-2/4 | 1,01 | | 42,52 | | | 18,51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 37,96 | Fe O/H | | |
| SK-1/1 | 2,34 | | 85,15 | 0,44 | | 2,85 | | | | 0,14 | 0,39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8,68 | Fe O/H | | |
| SK-1/2 | 1,59 | | 80,31 | | | 6,66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11,45 | Fe O/H | | |
| SK-1/3 | 1,26 | | 76,41 | | | 8,86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13,48 | Fe O/H | | |
| SK-1/3 | 2,06 | | 0,47 | 78,58 | | 6,20 | | | | 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12,58 | Fe O/H | | |
| SK-1/4 | 1,67 | | 63,96 | | | 10,74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23,62 | Fe O/H | | |
| SK-1/5 | 1,32 | | 54,40 | 0,29 | | 13,12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 30,36 | Fe O/H | | |
| SK-1/5 | 1,66 | | 92,40 | | | 2,84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,79 | Fe O/H | | |
| SK-1/6 | 2,09 | | 88,46 | | | 3,73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5,73 | Fe O/H | | |
| SK-1/6 | 2,72 | | 50,75 | | | 19,93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 26,59 | Fe O/H | | |
| SK-1/7 | 2,15 | | 89,74 | 0,34 | | 2,49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,49 | 0,34 | 4,45 | Fe O/H |
| SK-1/7 | 1,80 | | 69,38 | | | 9,81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19,02 | Fe O/H | | |
| SK-1/8 | 2,08 | | 66,96 | | | 17,11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13,85 | Fe O/H | | |
| SK-2/1 | 1,74 | | 0,30 | 53,12 | | 0,72 | 18,52 | | | 0,13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25,47 | Fe O/H | | |
| SK-2/3 | 0,19 | | 0,22 | 28,69 | | 0,32 | 17,08 | | | 0,07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 53,00 | Fe O/H | | |
| SK-2/4 | 1,62 | 1,67 | 0,59 | 38,00 | | 0,30 | 7,44 | | 0,27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 50,10 | Fe O/H | | |
| SK-2/5 | 3,31 | | 2,49 | 0,39 | | 0,85 | 12,72 | | 1,14 | 7,24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 51,34 | Barit (cc) | | |
| SK-2/6 | 1,11 | | 86,32 | 0,41 | | 2,83 | 1,04 | | | | 2,21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,62 | 5,46 | Fe O/H | |
| SL-1/1 | 1,66 | | 0,44 | 59,98 | | 0,32 | 15,89 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21,71 | Fe O/H | | |
| SL-1/2 | 0,61 | | 35,60 | | | 0,31 | 22,82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40,66 | Fe O/H | | |
| SL-1/3 | 3,32 | | 78,97 | | | 7,79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9,92 | Fe O/H | | |
| SL-1/4 | 0,87 | | 0,61 | | | 6,06 | | | | 1,34 | 10,74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 31,86 | Barit (cc) | | |
| SL-1/5 | 0,47 | | 63,31 | | | 13,13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23,09 | Fe O/H | | |
| SL-2/1 | 0,73 | | 26,02 | | | 24,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 48,57 | Fe O/H | | |

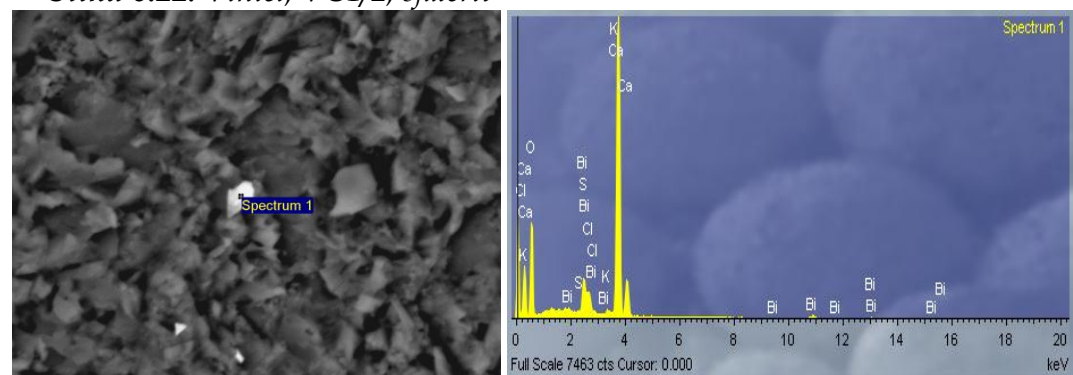
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-------|-------|-------|--|-------|-------|------|------|-------|-------|--|------|-------|--|--|------|-------|--------|-----------|
| SL-2/3 | 0,44 | | 33,60 | | | 24,94 | | | | | | | | | | | | 41,02 | Fe O/H | |
| SL-2/4 | 2,38 | | 52,93 | | | 15,13 | | | | | | | | | | | 0,27 | | 29,30 | Fe O/H |
| SL-2/5 | 1,06 | | 45,48 | | | 20,06 | | | | | | | | | | | | | 33,40 | Fe O/H |
| SL-2/5 | 0,99 | | 30,49 | | | 26,60 | | | | | | | | | | | | | 41,93 | Fe O/H |
| I-1/1 | 1,10 | | 53,32 | | | 0,42 | 18,75 | | | | 0,10 | | | | | | | | 26,31 | Fe O/H |
| I-1/3 | 0,96 | | 0,50 | 53,32 | | | 2,41 | 0,33 | | | | | | | | | | | 42,48 | Fe O/H |
| I-1/4 | 1,20 | | 49,27 | | | 19,53 | | | | | | | | | | | | | 30,00 | Fe O/H |
| I-1/4 | 1,41 | | 0,38 | 46,56 | | 0,59 | 1,94 | | | | | | | | | | | | 49,11 | Fe O/H |
| I-1/4 | 0,90 | | 0,38 | 50,08 | | 1,81 | | | | | | | | | | | | | 46,82 | Fe O/H |
| I-1/5 | 0,82 | | 0,79 | 48,24 | | 1,77 | | | | | | | 0,20 | | | | | | 48,19 | Fe O/H |
| I-1/6-1 | | | 25,84 | | | 13,48 | | | | | 29,37 | | | | | | | | 31,32 | Pirit |
| I-1/6-2 | 0,24 | | 40,48 | | | 3,35 | | | | | 49,27 | | | | | | | | 6,65 | Pirit |
| I-1/7 | 0,88 | | 0,26 | 55,14 | | 1,92 | | | | | 0,11 | | | | | | | | 41,69 | Fe O/H |
| I-2/1 | 1,85 | | 3,16 | 36,76 | | 0,35 | 3,05 | | 0,22 | | | | | 0,24 | | | | | 52,88 | Fe O/H |
| I-2/2 | 0,83 | | 1,43 | | | 0,48 | 24,55 | | | | | | | | | | | | 46,88 | Smitsonit |
| I-2/3 | 1,11 | | 2,78 | 49,47 | | 4,98 | | | | | 0,63 | | | | | | | | 0,76 | Fe O/H |
| I-2/4 | 0,51 | 49,15 | 0,36 | | | 2,45 | | | | | | | | | | | | | 47,54 | Rutil |
| I-2/5 | 3,01 | | 38,18 | | | 19,46 | | | | | | | | | | | | | 39,35 | Fe O/H |
| I-1/1 | 0,73 | | 0,55 | 31,17 | | 14,81 | 0,28 | | | 0,09 | | | | 0,23 | | | | | 0,48 | Fe O/H |
| I-1/2 | 1,08 | | 1,15 | 43,32 | | 0,40 | 5,94 | 0,35 | | | 0,29 | | | | | | | | 0,70 | Fe O/H |
| I-1/3 | 0,73 | | 0,74 | 43,21 | | 0,30 | 9,70 | | | | 0,28 | | | | | | | | 0,78 | Fe O/H |
| I-1/3 | 0,68 | | 1,03 | 38,33 | | 0,28 | 9,56 | | | | | | | | | | | | 0,65 | Fe O/H |
| I-1/4 | 0,77 | | 1,09 | 40,40 | | 0,28 | 10,47 | | | | 0,28 | | | | | | | | 0,81 | Fe O/H |
| I-1/5 | 0,65 | | 0,53 | 51,92 | | 0,36 | 1,61 | | | 0,13 | | | | | | | | | 44,79 | Fe O/H |
| I-1/6 | 1,45 | | 0,94 | 52,43 | | 0,43 | 2,07 | | | 0,11 | | | | | | | | | 0,79 | Fe O/H |
| I-2/1 | 1,15 | | 44,09 | | | 26,99 | | | | | | | | | | | | | 27,78 | Fe O/H |
| I-2/2 | 0,39 | | 22,34 | | | 0,47 | 30,90 | | | 0,10 | | | | | | | | | 45,81 | Fe O/H |
| I-2/3 | 1,52 | | 77,50 | | | 7,18 | | | | | | | | | | | | | 13,79 | Fe O/H |
| I-2/4 | | | | | | 6,49 | | | | 16,65 | | | | | | | | | 39,03 | Celestin |
| I-2/5 | | | | | | 2,00 | | | | 16,01 | | | | | | | | | 39,69 | Celestin |
| I-2/6 | | | | | | 9,94 | | | | 14,13 | | | 1,16 | 36,89 | | | | | 37,88 | Celestin |
| I-2/7 | | | | | | 3,10 | | | | 16,51 | | | | 46,56 | | | | | 33,83 | Celestin |



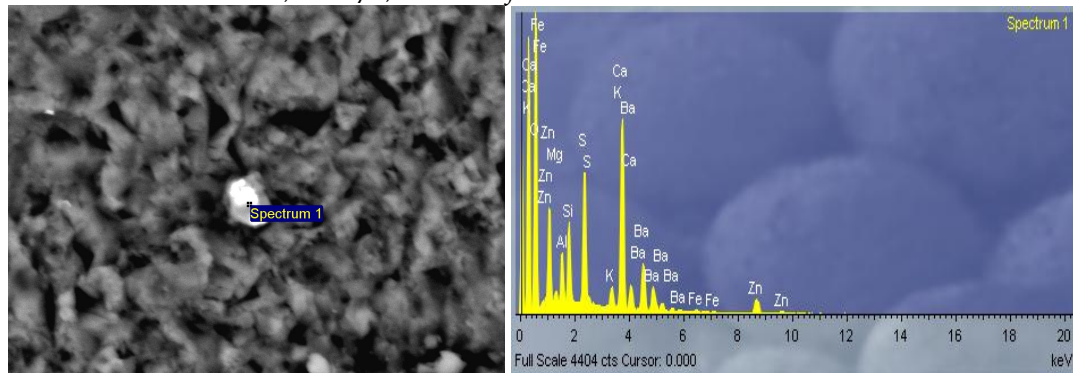
Slika 6.21: Maljut, M-2/1, oksid/hidroksid gvožđa



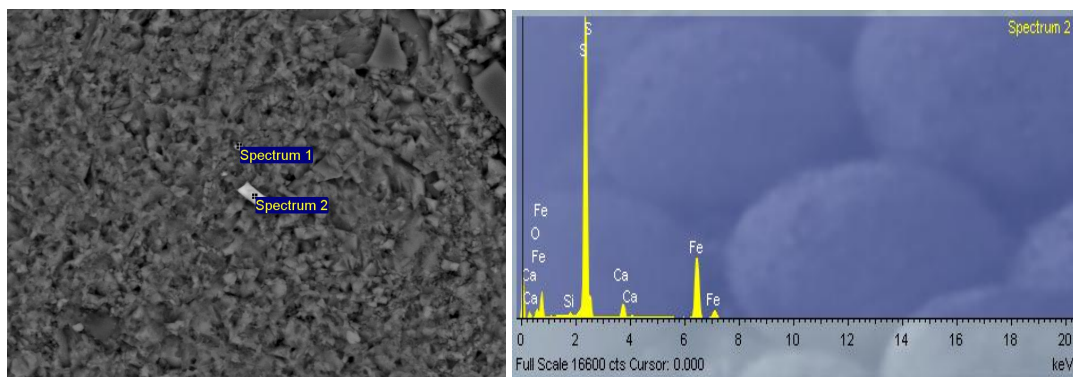
Slika 6.22: Vinići, VĆ1/2, sfalerit



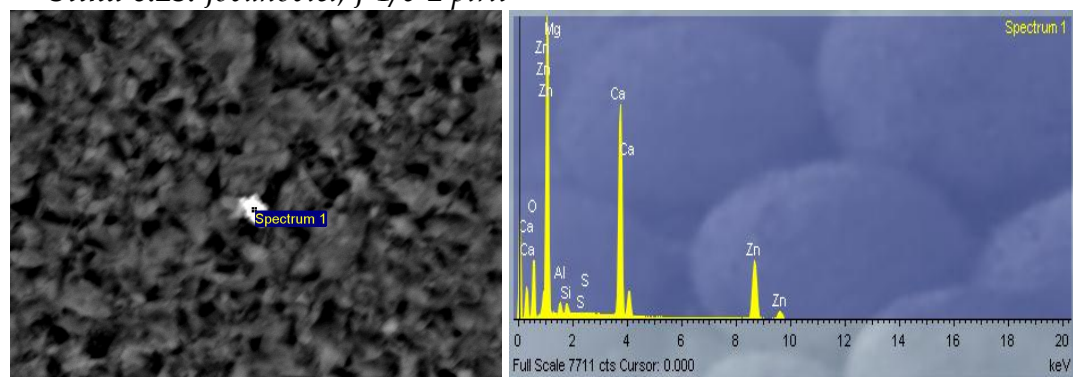
Slika 6.23: Vinići, VĆ1/6, neidentifikovan Bi-mineral



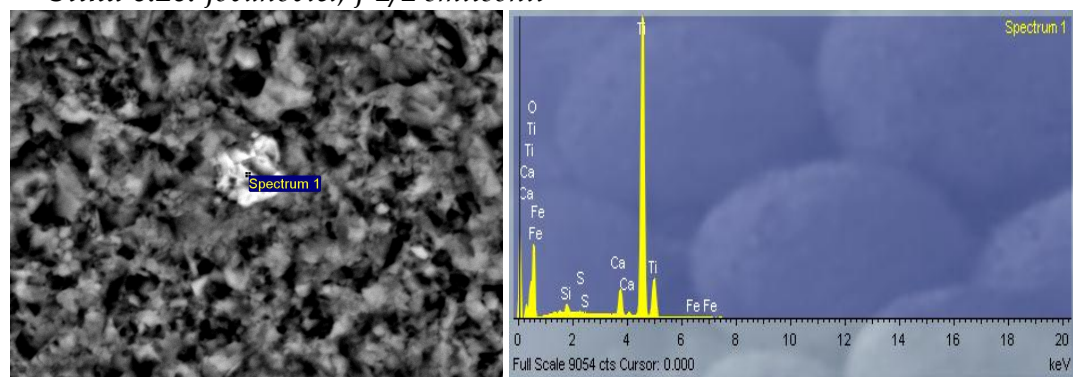
Slika 6.24: Suk, SK-2/5, barit



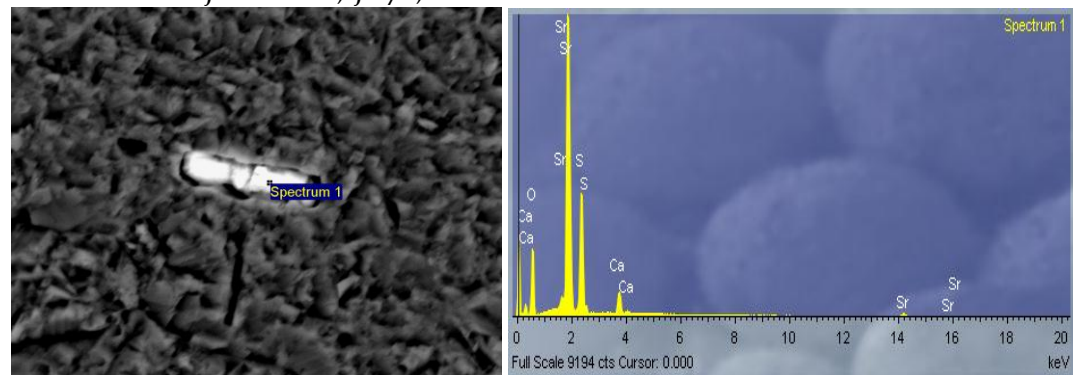
Slika 6.25: Jovanovići, J-1/6-2 pirit



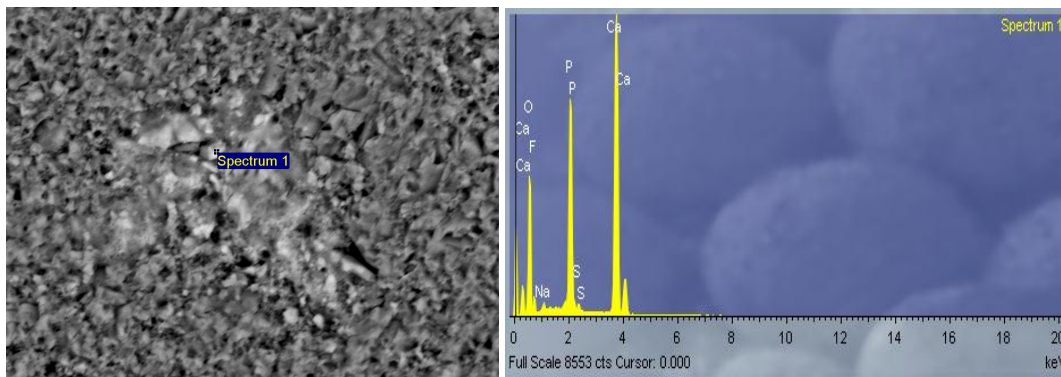
Slika 6.26: Jovanovići, J-2/2 smitsonit



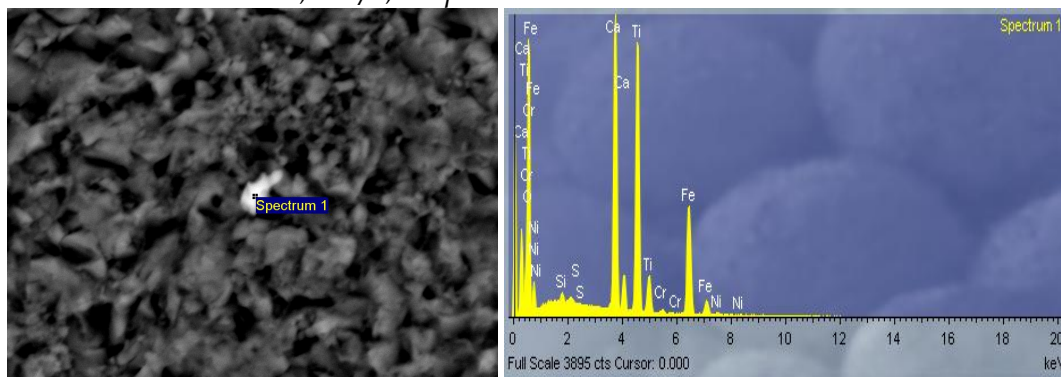
Slika 6.27: Jovanovići, J-2/4, rutil



Slika 6.28: Lalevići, L-2/7, celestin



Slika 6.29: Lalevići, L-4/6, F-apatit



Slika 6.30: Pješivački do, PD-1/3, ilmenit

6.6.4. Tehnološke karakteristike karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

Crna Gora poseduje velike rezerve krečnjaka. Krečnjačke naslage su veoma rasprostranjene kako u primorskom (južnom) dijelu, od granice sa Albanijom do Hercegovine, tako i u centralnom dijelu u okviru kojeg se nalazi i rudni reon Bjelopavlića. Bez obzira na ogromne rezerve krečnjaka koje su vezane za veliki deo njene teritorije, one se do današnjih dana relativno malo koriste. Uglavnom se krečnjak na teritoriji Crne Gore koristi u građevinarstvu kao tehničko -građevinski (TGK) i donekle kao arhitektonsko - građevinski (AGK) kamen. Međutim, danas se u svijetu krečnjak upotrebljava u različitim granama industrije kako u mikroniziranom tako i u komadastom stanju. Svjetska proizvodnja krečnjaka za različite namene je bila 2010. godine na nivou od oko 4 milijarde tona, od čega je oko 60 miliona tona korišćeno kao punioc za različite industrijske grane. Cijena krečnjaka zavisi od kvaliteta sirovine kao i njene granulacije. Tako je cijena drobljenog isklasiranog krečnjaka oko 7 €/t, dok je cijena mljevenog krečnjaka visoke bjeline i finoće - 40 µm (50% -10 µm) od 80-90 €/t, finoće -10 µm (50% - 2 µm) oko 130 €/t. Sve više se primenjuju i kalcijum - karbonati nano finoće koji mogu biti dobijeni od prirodne sirovine ili precipitacijom čija se vrednost na svjetskom tržištu kreće oko 240 €/t. Očigledno je da kalcijum karbonat kao punioc ima daleko veću cijenu nego u komadastom stanju, iz kog razloga su vršena ispitivanja dodatnih mogućnosti valorizacije ovog potencijalno veoma značajnog mineralnog resursa.

Da bi se utvrdila mogućnost primjene krečnjaka iz različitih ležišta sa područja Bjelopavlića kao punioca obavljena su sledeća ispitivanja: mogućnosti njihove mikronizacije i određivanja granulometrijskog sastava, hemijske analize i fizičko - mineraloška ispitivanja: upijanja ulja i vode, diferencijalnotermičke i termogravimetrijske (DTA/TGA) analize kao i određivanje stepena bjeline.

Na osnovu dobijenih rezultata obavljenih analiza, vršena je procjena mogućnosti njegove primjene u skladu sa standardima (SRPS) kojima su propisani kvaliteti i

karakteristike koje mora da zadovolji krečnjak da bi se mogao koristiti kao punioci u sledećim granama industrije:

- u industriji boja i lakova (SRPS B.B6.032),
- u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (SRPS B.B6.034),
- u industriji papira (SRPS B.B6.033),
- u industriji gume i PVC (SRPS B.B6.031),
- u livarstvu (SRPS B.B6.012),
- u industriji šećera (SRPS B.B6.013),
- za metalurške svrhe (SRPS B.B6.011),
- za proizvodnju stakla (SRPS B.B6.020),
- za mineralno đubrivo (Azotara Pančevo),
- kvalitet kalcijum karbonata za primenu u industriji stočne hrane (prema zahtevima datim u Sl.l. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00),
- kvalitet kalcijum karbonata za neutralizaciju kiselih zemljišta (prema zahtevima datim u Sl.l. 60/2000).

Fizičko - mineraloške karakteristike

Zahtjevi prema krečnjacima koji se koriste za karbonatna punila su veoma visoki i mogu se zadovoljiti ako krečnjaci ispunjavaju određene kriterijume koji su propisani određenim standardima za njihovu primjenu u raznim granama industrije. Najvažnije fizičko - mineraloške karakteristike krečnjaka su: stepen bjeline, vlaga, specifična masa, upijanje vode, koeficijent atsorpcije ulja, diferencijalno termičke i termogravimetrijske, odnosno DTA i TGA analize i granulometrijski sastav.

- *Određivanje stepena bjeline*

Čisti krečnjaci su obično bijele boje, ali u zavisnosti od primjesa u njima, odnosno nečistoća, boja im je promjenjiva. Koncentracije nečistoća i od 1 ppm mogu

prouzrokovati promjenu boje, kao što i nekoliko grama strane materije je dovoljno za kompletnu promjenu njihove boje.

Takođe, prilikom lomljenja krečnjaka oslobađa se karakterističan miris, koji potiče od organske materije zaostale u krečnjacima, koje se razlažu i stvaraju sumpor vodonik i organofosfatne sastojke, koji u znatnoj mjeri utiču na boju tih sedimenata. Krečnjaci pojava Tološi i Velje brdo su jako bituminozni, usled prisustva organske materije, što im daje tamnosivu i sivu boju.

Makroskopski, krečnjaci sa područja rudnog reona Bjelopavlića odlikuju se različitim nijansama boje, od tamnosive i sive (pojave Tološi i Velje Brdo), tamnosmeđe, smeđe do svijetlo smeđe (ležišta Sađavac, Klikovače, Mali Garač, Pješivački do, Lalevići, Jovanovići i Suk) do bijele (ležišta Visočica, Maljat, Slatina, Vinići, Radujev krš).

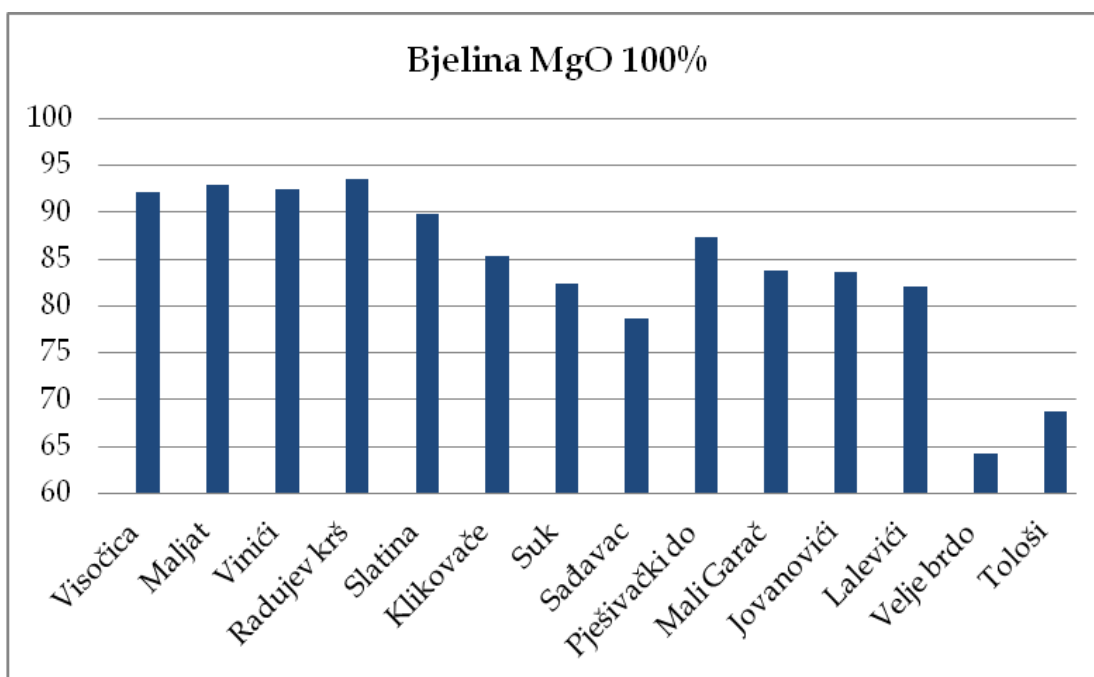
Rezultati ispitivanja stepena bjeline prikazani su u tabeli 6/10.

Tabela 6/10: Stepen bjeline krečnjaka iz ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena kamena rudnog reona Bjelopavlića

| Redni broj | Ležište/pojava sa oznakom uzorka | Bjelina prema MgO - 100% | | |
|------------|----------------------------------|--------------------------|------|--------------------|
| | | 2010 | 2015 | Srednja vrijednost |
| 1. | V-1/10-Visočica | 91,60 | 92,6 | 92,1 |
| 2. | M-1/10-Maljat | 93,40 | 92,3 | 92,9 |
| 3. | VĆ-1/10-Vinići | 92,20 | 92,6 | 92,4 |
| 4. | RK-1/10-Radujev krš | 93,50 | 93,7 | 93,6 |
| 5. | SL-1/10-Slatina | 91,90 | 87,8 | 89,8 |
| 6. | K-1/10-Klikovače | 84,90 | 85,7 | 85,3 |
| 7. | S-1/10-Suk | 85,90 | 78,9 | 82,4 |
| 8. | SĐ-1/10-Sađavac | 80,00 | 77,2 | 78,6 |
| 9. | PD-1/10-Pješivački do | 87,60 | 87,3 | 87,4 |
| 10. | MG-1/10-Mali Garač | 85,30 | 82,3 | 83,8 |
| 11. | J-1/10-Jovanovići | 85,80 | 81,5 | 83,6 |
| 12. | L-1/10-Lalevići | 84,50 | 79,4 | 82,0 |
| 13. | Velje brdo | - | 64,3 | 64,3 |
| 14. | Tološi | - | 68,8 | 68,8 |

Prema dobijenim rezultatima ispitivanja stepena bjeline, koja je jedna od najvažnijih karakteristika za kalcijum karbonatna punila, konstatovan je dosta različit stepen bjeline koji se kreće od 64,3 za krečnjake pojave Velje brdo, pa do do 93,50% za krečnjake ležišta Radujev krš.

Na osnovu izvršenih ispitivanja izdvajaju se krečnjaci ležišta Visočica, Maljat, Vinići i Radujev krš sa veoma visokim stepen bjeline (preko 90), koji sa tog aspekta mogu naći primjenu i u najzahtjevnijim granama industrije kao što je farmaceutska industrija.



Slika 6.31: Dijagram srednjih vrijednosti stepena bjeline u odnosu na standard MgO 100%

Krečnjaci iz ležišta Slatina, Pješivački do, Klikovače, Jovanovići, Mali Garač, Lalevići i Suk odlikuju se srednjim stepenom bjeline (80 - 90), dok su krečnjaci pojave Sađavac sa niskim stepenom bjeline (ispod 80), a krečnjaci pojave Velje brdo i Tološi sa veoma niskim stepenom bjeline (ispod 70) tako da je njihova upotreba u pojedinim granama industrije ograničena.

- Određivanje grube vlage i sadržaj vlage na 105°C

Ni u jednoj od ispitivanih proba nije izmjerena gruba vlaga. Takođe, izvršeno je mjerenje sadržaja vlage na 105°C (tabela 6/11). Izmjerene vrijednosti se kreću od 0,018% za krečnjake ležišta Vinići do 0,087 % za krečnjake ležišta Maljat.

Tabela broj 6/11: Sadržaj vlage na 105°C uzoraka krečnjaka iz ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena

| Redni broj | Oznaka uzorka krečnjaka | Sadržaj vlage na 105°C (%) |
|------------|-------------------------|----------------------------|
| 1. | K-1/10 Klikovače | 0,064 |
| 2. | M-1/10 Maljat | 0,087 |
| 3. | V-1/10 Visočica | 0,073 |
| 4. | VČ-1/10 Vinići | 0,018 |
| 5. | RK-1/10 Radujev krš | 0,051 |
| 6. | S-1/10 Suk | 0,039 |
| 7. | SL-1/10 Slatina | 0,046 |
| 8. | J-1/10 Jovanovići | 0,045 |
| 9. | L-1/10 Lalevići | 0,022 |
| 10. | PD-1/10 Pješivački do | 0,043 |
| 11. | SD-1/10 Sađavac | 0,039 |
| 12. | MG-1/10 Mali Garač | 0,042 |
| 13. | TL-1/14 Tološi | 0,024 |
| 14. | VB-1/14 Velje Brdo | 0,027 |

- Određivanje specifične zapreminske mase

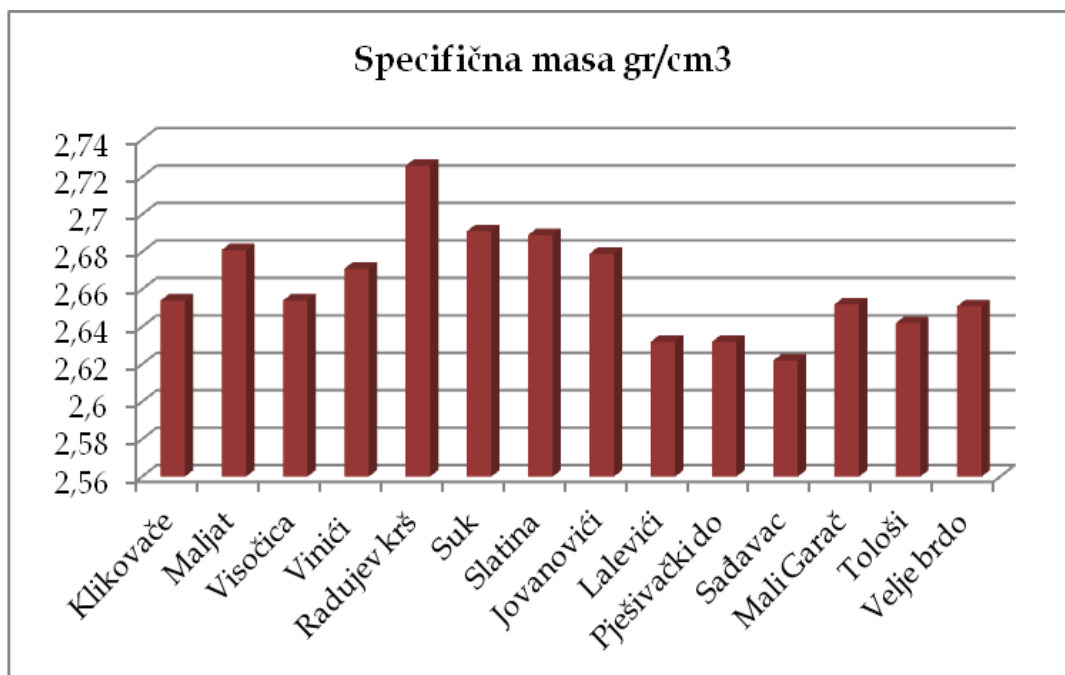
Specifične mase ispitivanih proba krečnjaka su određivane na tri uzorka, i podaci prikazani u tabeli 6/12, predstavljaju u stvari srednju vrijednost i zaokružene su na treću decimalu.

Specifična masa, kao važno fizičko svojstvo krečnjaka, predstavlja odnos mase čvrste faze prema njenoj zapremini, (Ljubojević, 1986), i zavisi od njihovog mineralnog sastava. Za karbonatne stijene (krečnjake) zavisno od njihovog hemijskog sastava ova vrijednost se kreće se od 2,60 do 2,80 g/cm³. Vrijednost specifične mase krečnjaka iz ležišta tehničko - građevinskog i arhitektonsko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlčica je dosta ujednačena i kreće se od 2,622 g/cm³ (ležište Sađavac) do 2,726 g/cm³ (ležište Radujev krš).

Tabela 6/12: Specifične zapreminske mase krečnjaka iz ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena

| Redni broj | Oznaka uzorka krečnjaka | Specifična masa krečnjaka (g/cm ³) |
|------------|-------------------------|--|
| 1. | K-1/10 Klikovače | 2,654 |
| 2. | M-1/10 Maljat | 2,681 |
| 3. | V-1/10 Visočica | 2,654 |
| 4. | VC-1/10 Vinići | 2,671 |
| 5. | RK-1/10 Radujev krš | 2,726 |
| 6. | S-1/10 Suk | 2,691 |
| 7. | SL-1/10 Slatina | 2,689 |
| 8. | J-1/10 Jovanovići | 2,679 |
| 9. | L-1/10 Lalevići | 2,632 |
| 10. | PD-1/10 Pješivački do | 2,632 |
| 11. | SD-1/10 Sađavac | 2,622 |
| 12. | MG-1/10 Mali Garač | 2,652 |
| 13. | TL-1/14 Tološi | 2,642 |
| 14. | VB-1/14 Velje Brdo | 2,651 |

Izvor: "Institut za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina", Beograd (2010, 2015)



Slika 6.32: Dijagram vrijednosti specifične mase

- Određivanje koeficijenta upijanja vode

Upijanje vode mikroniziranih uzoraka krečnjake rudnog reona Bjelopavlića je dosta ujednačeno i kreće se od 15,00% (ležište Jovanovići) do 23,88% (pojava Velje brdo). Rezultati ispitivanja prikazani su u tabeli 6/13.

Tabela 6/13: *Upijanja vode mikroniziranih uzoraka krečnjaka*

| Redni broj | Oznaka uzorka | Upijanja vode, % |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1. | K-1/10 Klikovače | 19,00 |
| 2. | M-1/10 Maljat | 19,20 |
| 3. | V-1/10 Visočica | 19,20 |
| 4. | VČ-1/10 Vinići | 19,00 |
| 5. | RK-1/10 Radujev krš | 15,50 |
| 6. | S-1/10 Suk | 18,50 |
| 7. | SL-1/10 Slatina | 19,50 |
| 8. | J-1/10 Jovanovići | 15,00 |
| 9. | L-1/10 Lalevići | 15,50 |
| 10. | PD-1/10 Pješivački do | 15,50 |
| 11. | SD-1/10 Sađavac | 16,00 |
| 12. | MG-1/10 Mali Garač | 15,80 |
| 13. | TL-1/14 Tološi | 23,00 |
| 14. | VB-1/14 Velje Brdo | 23,88 |

Izvor: "Institut za tehnologiju nukleranih i drugih mineralnih sirovina", Beograd (2010,2015)

- Određivanje koeficijenta upijanja ulja

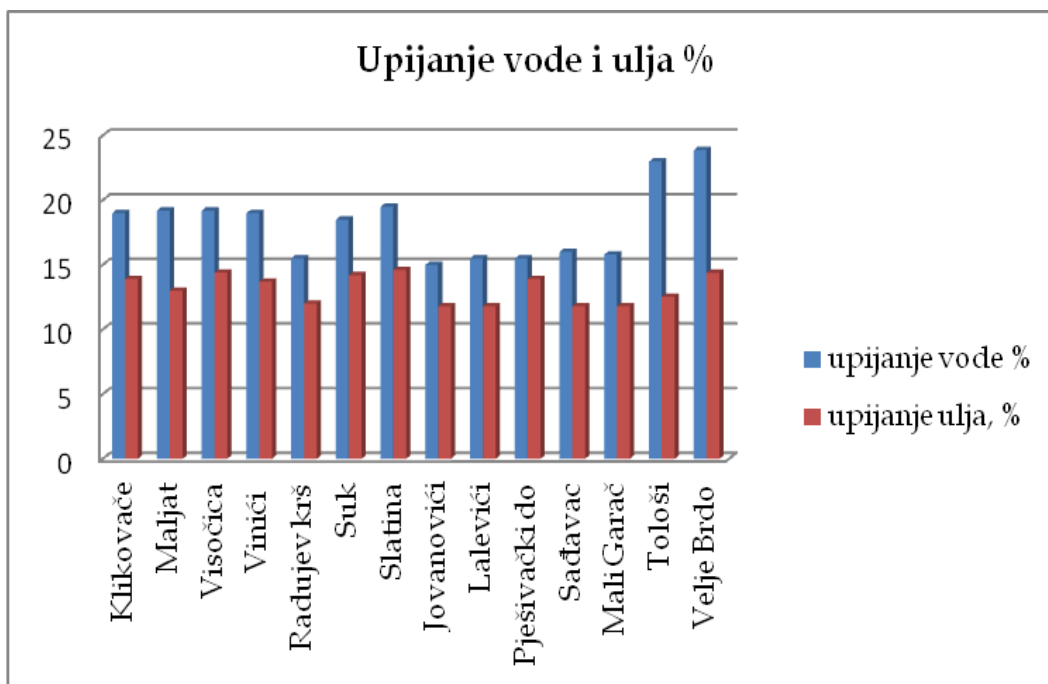
Za određivanje koeficijenta upijanja ulja korišćena je standardna metoda upijanja ulja SRPS H.C8.205:1989 i neophodna laboratorijska oprema predviđena datom metodom. Rezultati određivanja upijanja ulja uzoraka krečnjaka prikazani su u tabeli 6/14.

Rezultati upijanja ulja za sve uzorke mikroniziranih krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića kreću se u granicama od 11,80 (ležišta/pojave Mali Garač, Sađavac, Lalevići i Jovanovići) do 14,60% (ležište Slatina).

Tabela 6/14: Upijanja ulja mikroniziranih uzoraka krečnjaka iz ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena rudnog reona Bjelopavlića

| Redni broj | Oznaka uzorka | Upijanja ulja, % |
|------------|-----------------------|------------------|
| 1. | K-1/10-Klikovače | 13,90 |
| 2. | M-1/10-Maljat | 13,00 |
| 3. | V-1/10-Visočica | 14,40 |
| 4. | VČ-1/10-Vinići | 13,70 |
| 5. | RK-1/10-Radujev krš | 12,00 |
| 6. | S-1/10-Suk | 14,20 |
| 7. | SL-1/10-Slatina | 14,60 |
| 8. | J-1/10-Jovanovići | 11,80 |
| 9. | L-1/10-Lalevići | 11,80 |
| 10. | PD-1/10-Pješivački do | 13,90 |
| 11. | SĐ-1/10-Sađavac | 11,80 |
| 12. | MG-1/10-Mali Garač | 11,80 |
| 13. | TL-1/14 Tološi | 12,53 |
| 14. | VB-1/14 Velje Brdo | 14,38 |

Izvor: "Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina", Beograd (2010, 2015)



Slika 6.33: Dijagram vrijednosti upijanja vode i ulja mikroniziranih krečnjaka, %.

- Termogravimetrijske i diferencijalno termičke analize (TG i DTA analize)

Mineraloška ispitivanja (mineraloško - petrografska) se vrše u cilju određivanja mineralnog sastava i sklopa (strukture i teksture) mineralnih sirovina, kao i fizičkih osobina minerala koji ih sačinjavaju, (Ilić 1987, 2003). Najčešća se primjenjuju sledeća ispitivanja: makroskopska, mikroskopska, rendgenska i diferencijalno - termička. Mineraloška i hemijska ispitivanja se izvanredno međusobno dopunjavaju i stoga se redovno kombinuju. Određivanje kvaliteta neke mineralne sirovine, pa i karbonatnih mineralnih sirovina, ne može se vršiti samo na osnovu hemijskih analiza, već se redovno koriste i mineraloška ispitivanja.

Diferencijalno termičke analize (DTA) i termogravimetrijske analize (TG) analize pokazale su da ispitivani uzorci sa područja rudnog reona Bjelopavlića predstavljaju krečnjake visoke čistoće (sa visokim sadržajem CaCO_3), odnosno da se radi o uzorcima sa relativno visokim sadržajem kalcijum karbonata (prilog br. 4).

Analizom dobijenih rezultata, može se zaključiti, da se, andotermni efekat javlja uglavnom u intervalu oko 890 °C (od 889 °C do 897 °C) izuzev za krečnjake pojave Velje brdo i Tološi kod kojih je endotermni efekat nešto niži. Gubitak mase je takođe, relativno ujednačen i za većinu uzoraka krečnjaka je oko 43% (42,56% - 44,90%) izuzev za krečnjake pojave Tološi gdje je nešto niži (41,70%).

6.6.5. Proučavanje mogućnosti dobijanja karbonatnih punila na primjeru ležišta Maljat

Kao reprezentativni uzorak za tehnološka ispitivanja odabran je uzorak krečnjaka iz ležišta Maljat. Tehnološka ispitivanja se obavljaju radi određivanja tehnoloških svojstava mineralnih sirovina (njihovog ponašanja u procesima pripreme i prerade, odnosno obrade), s posebnim osvrtom na mogućnost njihovog kompleksnog iskorišćavanja.

Pošto je prethodnim ispitivanjima utvrđeno da uzorci krečnjaka iz ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena "Maljat" kod Danilovgrada zadovoljavaju svojim kvalitetom i osobinama primjenu kao punioc u određenim granama industrije, pristupilo se ispitivanju mogućnost dobijanja tih i takvih proizvoda u industrijskim uslovima. Na osnovu obavljenih ispitivanja primenom 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.

Na osnovu iskorišćenja stijenske mase (krečnjaka) iz ležišta "Maljat" kod Danilovgrada u komercijalni blok koje iznosi 21%, izvršeno je ispitivanje mogućnosti korišćenja ostatka sirovine (79%) koji ne zadovoljava primjenu kao arhitektonsko - građevinski kamen, za dobijanje tehničko - građevinskog kamena, odnosno 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, dok je ostatak uzorka homogenizovan i skraćen metodom četvrtanja.

Na jednoj polovini je određen granulometrijski sastav polaznog uzorka a druga polovina je sačuvana kao rezerva. Za ispitivanja mogućnosti primjene 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 (tabele 6/11 i 6/12).

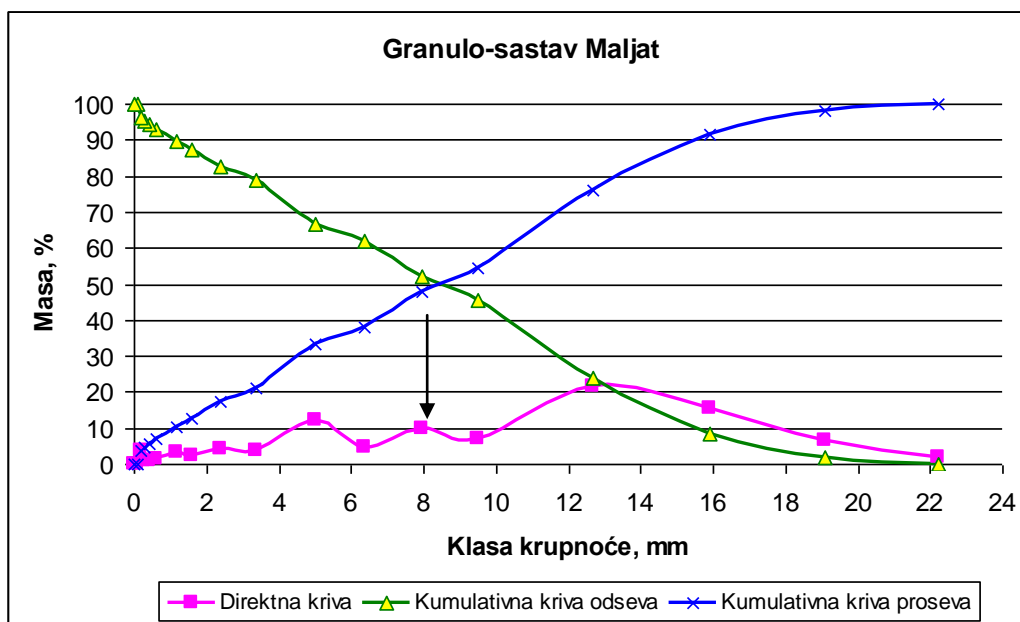
Granulometrijski sastav polaznog uzorka određivan je standardnom metodama prosejavnja na Tyler-ovoj seriji sita. Svi otsevi sita zajedno sa prosjevom poslednjeg sita su izmjereni, podaci su sređeni i prikazani u tabeli 6/15.

Tabela 6/15: Granulo - sastav polaznog uzorka krečnjaka iz ležišta "Maljat"

| Klasa krupnoće [mm] | M, % | ↓ΣM, % | ↑Σ M, % |
|----------------------|--------|--------|---------|
| + 22,2 | / | / | / |
| -22,2 + 19,1 | 1,82 | 1,82 | 100,00 |
| - 19,1 + 15,9 | 6,61 | 8,43 | 98,18 |
| - 15,9 + 12,7 | 15,48 | 23,91 | 91,57 |
| - 12,7 + 9,52 | 21,42 | 45,33 | 76,09 |
| - 9,52 + 7,93 | 6,83 | 52,16 | 54,67 |
| - 7,93 + 6,35 | 9,74 | 61,90 | 47,84 |
| - 6,35 + 5,0 | 4,68 | 66,58 | 38,10 |
| - 5,0 + 3,36 | 12,27 | 78,85 | 33,42 |
| - 3,36+ 2,38 | 3,98 | 82,83 | 21,15 |
| - 2,38+ 1,6 | 4,43 | 87,26 | 17,17 |
| - 1,6+ 1,19 | 2,34 | 89,60 | 12,74 |
| - 1,19+ 0,63 | 3,39 | 92,99 | 10,40 |
| - 0,63 + 0,4 | 1,48 | 94,47 | 7,01 |
| - 0,4 + 0,3 | 0,87 | 95,34 | 5,53 |
| - 0,300 + 0,200 | 0,83 | 96,17 | 4,66 |
| - 0,200 + 0,100 | 3,83 | 100,00 | 3,83 |
| - 0,100+ 0,00 | / | 100,00 | 0,00 |
| Ulaz | 100,00 | | |

Na osnovu podataka iz tabele nacrtan je dijagram granulometrijskog sastava prikazan na slici 6.34, za uzorak krečnjaka iz ležišta Maljat.

Na slici 6.34 prikazane su direktna kriva granulometrijskog sastava, kao i kumulativne krive proseva i odseva polaznog uzorka krečnjaka ležišta "Maljat" kod Danilovgrada. Iz presjeka kumulativnih krivih proseva i odseva određeno je da je srednji prečnik ovog uzorka krečnjaka $d_{sr} = 8,49$ mm. Skupni bilans granulometrijskog-sastava samljevenog uzorka krečnjaka iz ležišta "Maljat" je prikazan u tabeli 6.16.



Slika 6.34: Krive granulometrijskog sastava polaznog uzorka krečnjaka ležišta "Maljat" - Danilovgrad

Tabela 6/16: Granulo-sastav usitnjenog uzorka Maljat

| Klasa krupnoće [μm] | M, % | $\downarrow\sum M, \%$ | $\uparrow\sum M, \%$ |
|----------------------------------|--------|------------------------|----------------------|
| -63+44 | 1.00 | 1,00 | 100,00 |
| -44+33 | 3.97 | 4,97 | 99,00 |
| -33+23 | 8.70 | 13,67 | 95,03 |
| -23+15 | 8.80 | 22,47 | 86,33 |
| -15+11 | 10.73 | 31,20 | 77,53 |
| -11+5,7 | 19,71 | 52,91 | 66,80 |
| -5,7+0 | 47,09 | 100,00 | 47,09 |
| Ulaz | 100,00 | / | / |

Hemijska i spektrohemijska ispitivanja uzoraka krečnjaka iz ležišta „Maljat“ vršena su u više navrata u različitim laboratorijama čiji su rezultati prikazani u tabelama 6/7-6/8. Određivanje stepena bjeline, sadržaj vlage, zapreminska masa, upijanje vode i ulja kao i DTA i TG analize izvršeno je određenim metodama kako je to prikazano u prethodnom tekstu (tabele 6/10-6/14 i prilog 4).

Procjena kvaliteta i mogućnosti primjene krečnjaka "Maljat" - Danilovgrad, kao punioca

Prema obavljenim ispitivanjima na uzorku krečnjaka "Maljat" i zahtijevanom kvalitetu za punioce, može se konstatovati da je krečnjak iz ležišta "Maljat" dobrog kvaliteta sa visokim sadržajem CaCO_3 , sa malim sadržajem MgCO_3 komponente, kao i niskim sadržajem silikata SiO_2 od 0,06%. Na osnovu sadržaja glavnih komponenti ovaj krečnjak bi mogao da se primjenjuje kao punioc u skoro svim gore navedenim granama industrije, međutim potrebno je voditi računa da prilikom usitnjavanja ne poraste sadržaj metala u njemu prije svih Fe i obojenih metala, što bi moglo da predstavlja ograničavajući faktor za primjenu kao punioca u određenim granama industrije (prije svih u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji kao i u proizvodnji stočne hrane).

Prema svemu navedenom krečnjak iz ležišta "Maljat" kod Danilovgrada se može primijeniti (Radulović i dr., 2015): u industriji boja i lakova, gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.032) u visokokvalitetnu sirovinu; u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.034) u visokokvalitetnu sirovinu; u industriji papira, gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.033) u najkvalitetniju D klasu kvaliteta, u industriji gume i PVC-a, gdje zadovoljava najvišu klasu kvaliteta u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.031); u livarskoj industriji gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.012) u najkvalitetniju I klasu; u industriji šećera gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.013) u najkvalitetniju I klasu; u metalurgiji, gdje se prema

osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može svrstati u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.011) u najkvalitetniju ekstra klasu, u proizvodnji stakla, zbog povećanog sadržaja Fe_2O_3 ne može se svrstati u ekstra klasu kvaliteta ali zadovoljava klase kvaliteta od III do V u skladu sa zahtjevima tržišta datih standardom (SRPS B.B6.020); i u proizvodnji stočne hrane, gdje se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti može primijeniti u skladu sa zahtjevima proizvođača, što je za ovu svrhu veoma strogo definisano (Sl.l. 31/78, 6/81, 2/90, 20/00).

Za proizvodnju mineralnih đubriva, krečnjak iz ovog ležišta se prema osobinama i sadržaju korisnih i štetnih komponenti uslovno ne može primijeniti u skladu sa zahtjevima proizvođača đubriva (Azotara Pančevo) zbog nešto povišenog sadržaja GŽ (43,98%) od zahtijevanog (max 43,57%). Međutim, ranijim ispitivanjima obavljenim u "ACME Analytical laboratories LTD", iz Vankuvera u Kanadi, 2012. godine konstatovan je niži sadržaj ove komponente od zahtijevanog (max 43,57) koji krečnjacima iz ovog ležišta omogućavaju primjenu za proizvodnju mineralnih đubriva.

Krečnjak iz ležišta "Maljat se uslovno ne može primijeniti za neutralizaciju kisjelih zemljišta usled povećanog sadržaja kadmijuma Cd od 0,2 ppm, čiji sadržaj nije dozvoljen (0,0 ppm) i strogo je definisan (Sl.l. 60/2000). Ranijim ispitivanjima krečnjaka iz ovog ležišta nije konstatovan povećan sadržaj ovog elementa. Takođe, procesom peletiziranja, krečnjak ležišta Maljat se može uspješno peletizirati do veličine koja odgovara krupnoći hemijskih đubriva i samim tim koristiti za neutralizaciju kisjelih zemljišta (Radulović i Božović, 2015).

***Procjena kvaliteta krečnjaka "Maljat" - Danilovgrad kao punioca na osnovu
zahtjeva potrošača za potrebnom krupnoćom (finoćom) sirovine***

Da bi se krečnjak iz ležišta "Maljat" mogao primijeniti 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 (tabela 6/17): za industriju boja i lakova (A klasu 99,5% - 20 μ m, za B klasu 97% - 20 μ m i 0,01% + 44 μ m), za industriju papira (100% -45 μ m, pri tome za A klasu 75% -10 μ m, za B klasu 80%, za C klasu finoća 95% -10 μ m i 90% -2 μ m); za farmaceutsku i kozmetičku industriju (100 % - 45 μ m, 95 % - 20 μ m, 90 % -10 μ m); za industriji gume i PVC, (za A i B klasu kvaliteta 99,5% - 45 μ m, za C i D klasu gornja granična krupnoća krečnjaka treba da bude 45 μ m); za industriju stakla, pošto krečnjak "Maljat" odgovara III, IV i V klasi kvaliteta po hemijskom sastavu, krupnoća sirovine treba da bude sastavljena u 6 potklasa koje se kreću u rasponu od - 1+0,1mm; za proizvodnju mineralnih đubriva, "Azotara" - Pančevo ne definiše posebno klasu krupnoće koju krečnjak treba da zadovolji za ovu namenu.

Za primjenu u drugim granama industrije potrebno je da krečnjak bude krupniji čak i komadast (tabela 6/18): 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 primjenjuje krečnjak koji je sastavljen od 5 potklasa koje se kreću u rasponu od -70+0,1 mm.

Tabela 6/17: Uslovi kvaliteta u pojedinim granama industrije

| Industriji boja i lakova (JUS B.B6.032) | | Klasa Kvaliteta | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------|-------------------|--------|-------|
| Klasa krupnoće | | A | B | C | D | E |
| +125 μm | | - | - | - | - | - |
| -125 +90 μm | | - | - | - | 0,01% | 0,01% |
| -90 +63 μm | | - | - | 0,01% | 0,5% | 1,0% |
| -63 +44 μm | | - | 0,01% | 0,1% | 1,5% | 5,0% |
| -44 +20 μm | | 0,5% | 3,0% | 30,0% | 50,0% | 75,0% |
| Industrija papira (JUS B.B6.033) | | Klasa Kvaliteta | | | | |
| Klasa krupnoće | | A | B | C | D | |
| Sita prema standardu JUS L.J9.010 | -45 μm | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |
| | -20 μm | 80,0% | 95,0% | 99,9% | 99,9% | |
| Granična krupnoća | -10 μm | 75,0% | 80,0% | 95,0% | 97,0% | |
| | -2 μm | / | 30,0% | 90,0% | 95,0% | |
| Industriji gume i PVC (JUS B.B6.031) | | Klasa Kvaliteta | | | | |
| | | A | B | C | D | |
| Ostatak na situ, u % najviše | +125 μm | 0,005% | 0,005% | 0,1% | 0,1% | |
| | +45 μm | 0,5% | 0,5% | 5,0% | 5,0% | |
| Proizvodnja stakla (JUS B.B6.020) | | Klase kvaliteta | | | | |
| | | A | | B | | |
| Veličina zrna, mm | | Sadržaj, u % | | | | |
| -0,100+0,000 | | do 5 | | do 5 | | |
| -0,200+0,100 | | 10 do 20 | | 10 do 20 | | |
| -0,315+0,200 | | 30 do 80 | | 30 do 90 | | |
| -0,400+0,315 | | 10 do 40 | | 20 do 80 | | |
| -0,630+0,400 | | 1 do 5 | | 12 do 30 | | |
| -0,800+0,630 | | do 0,5 | | 8 do 20 | | |
| -1,000+0,800 | | 0 | | do 4 | | |
| -1,250+1,000 | | 0 | | do 2,5 | | |
| +1,250 | | 0 | | 0 | | |
| Farmaceutska i kozmetička industrija (JUS B. B6.034) | | Raspodjela čestica | | | | |
| | | 100 % | | -45 μm | | |
| | | 95 % | | -20 μm | | |
| | | 90 % | | -10 μm | | |
| Za neutralizaciju kiselih zemljišta (SI.I. 60/2000) | | Raspodjela čestica | | | | |
| | | +0,5 mm | | min. 82 % | | |
| | | -0,5 + 0,1 mm | | max. 18 % | | |

Tabela 6/18: Uslovi kvaliteta u pojedinim granama industrije

| Metalurgija (JUS B.B6.011) | |
|--|---|
| Potklasa, mm | Granulometrijski sastav za pojedine potklase |
| - 1,00 + 0,10 | min. 70% -1,00 mm, max. 25% -0,1mm, 100% -3,15 mm, 100 % +0,00 mm |
| - 3,15 + 0,00 | min. 93% -3,15 mm, 100% -5,6 mm, 100 % +0,00 mm |
| - 20,00 + 10,00 | min. 90% -20,00 mm, max. 10% -10,00 mm, 100% -30,00 mm, 100 % +0,00 mm |
| - 40,00 + 20,00 | min. 90% -40,00 mm, max. 5% -20,00 mm, 100% -50,00 mm, 100 % +0,00 mm |
| - 71,00 + 31,50 | min. 95% -71,00 mm, max. 10% -31,50 mm, 100% -80,00 mm, 100 % +20,00 mm |
| Industrija šećera (JUS B.B6.013) | |
| Potklasa, mm | Granulometrijski sastav za pojedine potklase |
| -112+ 63, | min. 95% - 90mm, max. 8% -63 mm |
| - 140+ 63, | min. 95%- 125mm, max. 8% -63 mm |
| - 140+ 80, | min. 95%- 125mm, max. 8% -80 mm |
| 150 + 90, | min 95%- 135mm, max. 8% -90 mm |
| - 180 + 80 | min 95%- 160mm, max. 8% -80 mm |
| - 215 + 135 | min 95% - 195mm, max. 8% -135 mm |
| Donja granična krupnoća, 100% veće od 0 mm | |
| Livarstvo (JUS B.B6.012) | |
| Klasa krupnoće, mm | -50 + 30 mm, min. 95% |
| | -30mm, max. 5% |

Na osnovu prikazanih različitih zahtjeva za krupnoćom sirovine, a obzirom na potrebu da šema tehnološkog postupka pripreme krečnjaka iz ležišta "Maljat", bude kocipirana 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 prije mljevenja.

Opis novog tehnološkog postupka prerade krečnjaka "Maljat" - Danilovgrad u cilju dobijanja punioca za različite grane industrije

Krečnjak iz ležišta "Maljat" - Danilovgrad uglavnom se koristi za eksploataciju komercijalnih blokova arhitektonsko - građevinskog kamena, a osim toga zbog svog dobrog hemijskog sastava može da se koristi i kao sirovina za dobijanje punioca za različite industrijske grane. Zato je potrebno da tehnološka šema pripreme krečnjaka iz ležišta "Maljat" pored eksploatacije blokova sadrži i dio postrojenja prerade kojim bi se dobijali proizvodi različite krupnoće za široku primenu u više grana industrije.

Način eksploatacije krečnjaka i dobijanje blokova u ležištu "Maljat" je prikazan na slici 6.35. Eksploatacija blokova se obavlja standardnim postupkom bušenja lafetnom bušilicom i otsecanjem blokova dijamantskom testerom. Blokovi koji se otsijecaju su u obliku prizme sa pravouganom osnovom stranica 3x1,5 m, dužina 6m. 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, gdje se dobijaju ploče koje se koriste za oblaganje kao arhitektonski kamen i koje se kasnije poliraju.

Tehnološke šeme dobijanja punioca na bazi krečnjaka "Maljat" - Danilovgrad

Kao sirovina za pripremu bi trebala da posluži ostatak stijenske mase 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 vibro - dodavač sa rešetkom (poz 2) otvora 20 mm, koja služi da se na njoj odvoji jalovina (zemlja, glina i sitna fackija kamena). Na ovaj način se na kopu

dobija krečnjak klase krupnoće -450+20mm, koji se dalje prebacuje transportnom trakom T1 u dio pogona za drobljenje i prosijavanje.

Tehnološka šema je koncipirana na veoma fleksibilna način, tako da se u zavisnosti od potreba potrošača i kapaciteta prerade, proizvodnja odvija tako da se pojedine klasa 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 prije 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 63mm, kod koga nadrešetni proizvod (klasa -215+63 mm) zadovoljava zahtjeve tržišta za industriju šećera. Ova klasa krupnoće se trakom T4 odvodi na sklad S1, gde se opciono koristi za dobijanje potrebnih asortimana za industriju šećera ili se može dalje usitnjavati i klasirati za primjenu u drugim industrijama. Kada se želi dobiti potreban asortiman 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 odvozi 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), gdje 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 lijevak (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 lijevak (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+16mm, 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 skladu 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 1mm. Nadrešetni proizvod ovoga sita (poz. 25), predstavlja definitivni proizvod klase krupnoće -4+1mm, koji se preko transportne trake T14 skladišti na skladu

S12, dok prosev ovoga sita predstavlja klasu krupnoće $-1+0,00$ mm, koja se izdvaja na skladu 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 prosijavanjem 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), gdje 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 skladu S17, na drugoj mreži se izdvaja klasa krupnoće $-0,315+0,2$ mm koja se odlaže na skladu S18, i kao prosjev donje mreže se dobija klasa $-0,2+0,00$ mm koja se izdvaja na skladu 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 iz ležišta "Maljat" 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.

Dobijanje punioca postupkom mljevenje i klasiranje

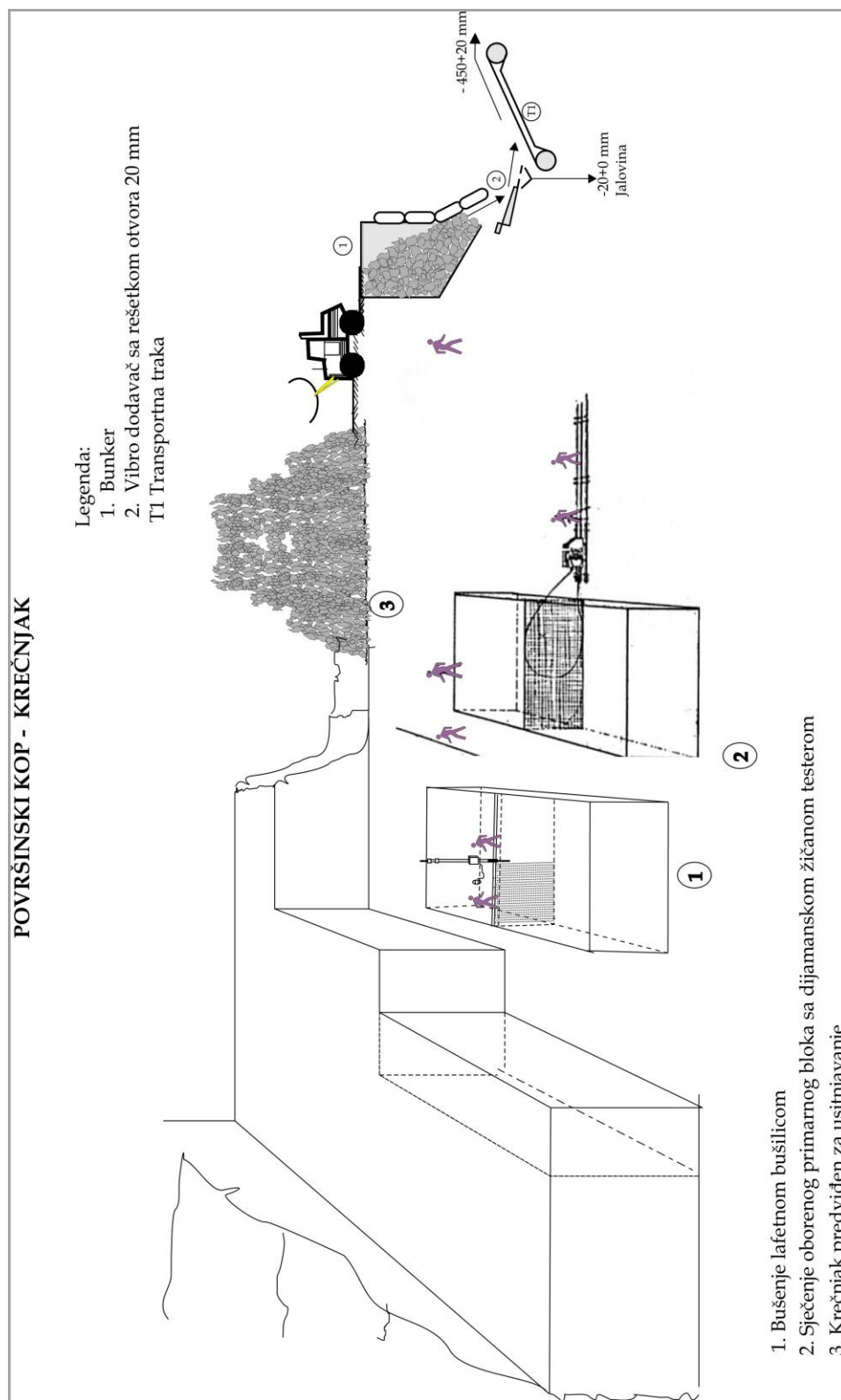
Dio sirovine posle drobljenja odlazi na mljevenje a zatim na finu mikronizaciju i klasiranje u cilju dobijanja klasa krupnoće krečnjaka koje se mogu primijeniti kao punioci u različitim granama industrije. Tehnološka šema mljevenja sa mikronizacijom i klasiranjem kojom je moguće dobiti sve ove proizvode prikazana je na slikama 6.36 i 6.37. Sirovina krupnoće -32 mm se transportnom trakom T16 skladišti u silos (poz. 28), iz koga transportnom trakom T17 odvozi u mlin (poz. 29)

na mljevenje. Samljevena sirovina krupnoće $-100\ \mu\text{m}$ se izvlači iz mlina ventilatorom (poz. 30) i transportuje na klasiranje aerociklonom (poz. 31). Preliv aerociklona (poz. 31) predstavlja klasu krupnoće $-40+0,00\ \mu\text{m}$ i ovaj proizvod se ventilatorom (poz. 32) prebacuje u silos mikronizirane sirovine (poz. 37). Pijesak aerociklona (poz. 31) koji predstavlja klasu krupnoće $-100+40\ \mu\text{m}$, odlazi na skladištenje u silos (poz. 33), odakle se pneumatskim transportom pomoću ventilatora (poz. 34) transportuje do mikronizera (poz. 35) u kome se sirovina mikronizira na finoću $-40+0,00\ \mu\text{m}$ i pomoću ventilatora (poz. 36) se prebacuje u silos mikronizirane sirovine (poz. 37). Iz silosa mikronizirane sirovine (poz. 37), sirovina se odvodi na klasiranje na seriju aerociklona (poz. 39, 40 i 41), gde su aerocikloni povezani tako da preliv prvog aerociklona (poz. 39) u seriji predstavlja ulaz drugog (poz. 40), a preliv drugog ulaz trećeg (poz. 41).

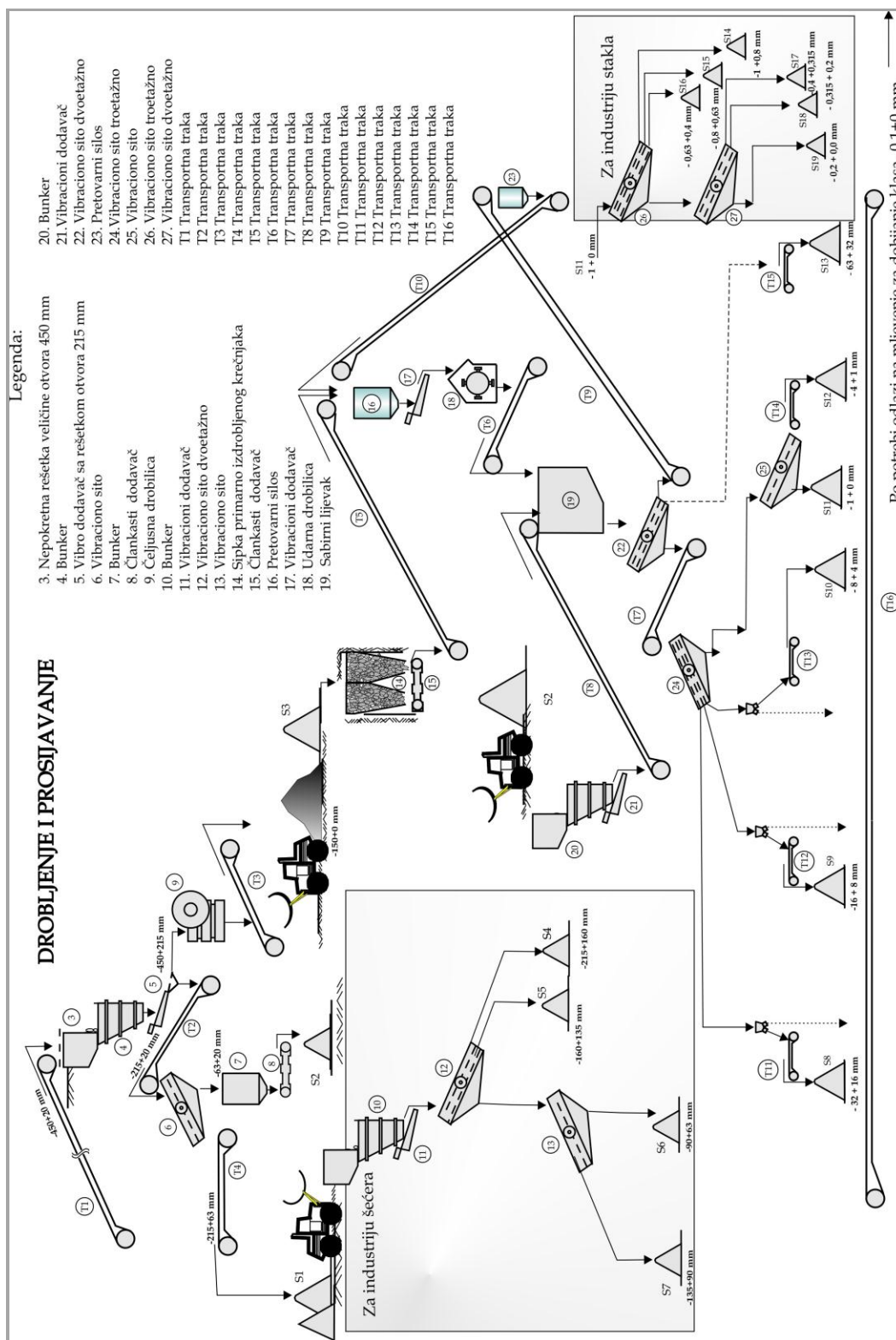
Na ovaj način se dobijaju četiri definitivna proizvoda od kojih tri predstavljaju pijesak svakog od aerociklona (poz. 39, 40 i 41), a četvrti proizvod je preliv trećeg aerociklona (poz. 41). Pijesak prvog aerociklona (poz. 39) je klasa krupnoće $-40+20\ \mu\text{m}$ koja odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 42), pijesak drugog ciklona (poz. 40) je krupnoće $-20+10\ \mu\text{m}$ i on odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 43), pijesak trećeg ciklona (poz. 41) je krupnoće $-10+5\ \mu\text{m}$ i on odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 44), preliv zadnjeg ciklona (poz. 41) je klasa krupnoće $-5+0\ \mu\text{m}$ koja odlazi u silos sa mašinom za pakovanje (poz. 45).

Da bi se dobili punioci od ovih klasa potrebno je:

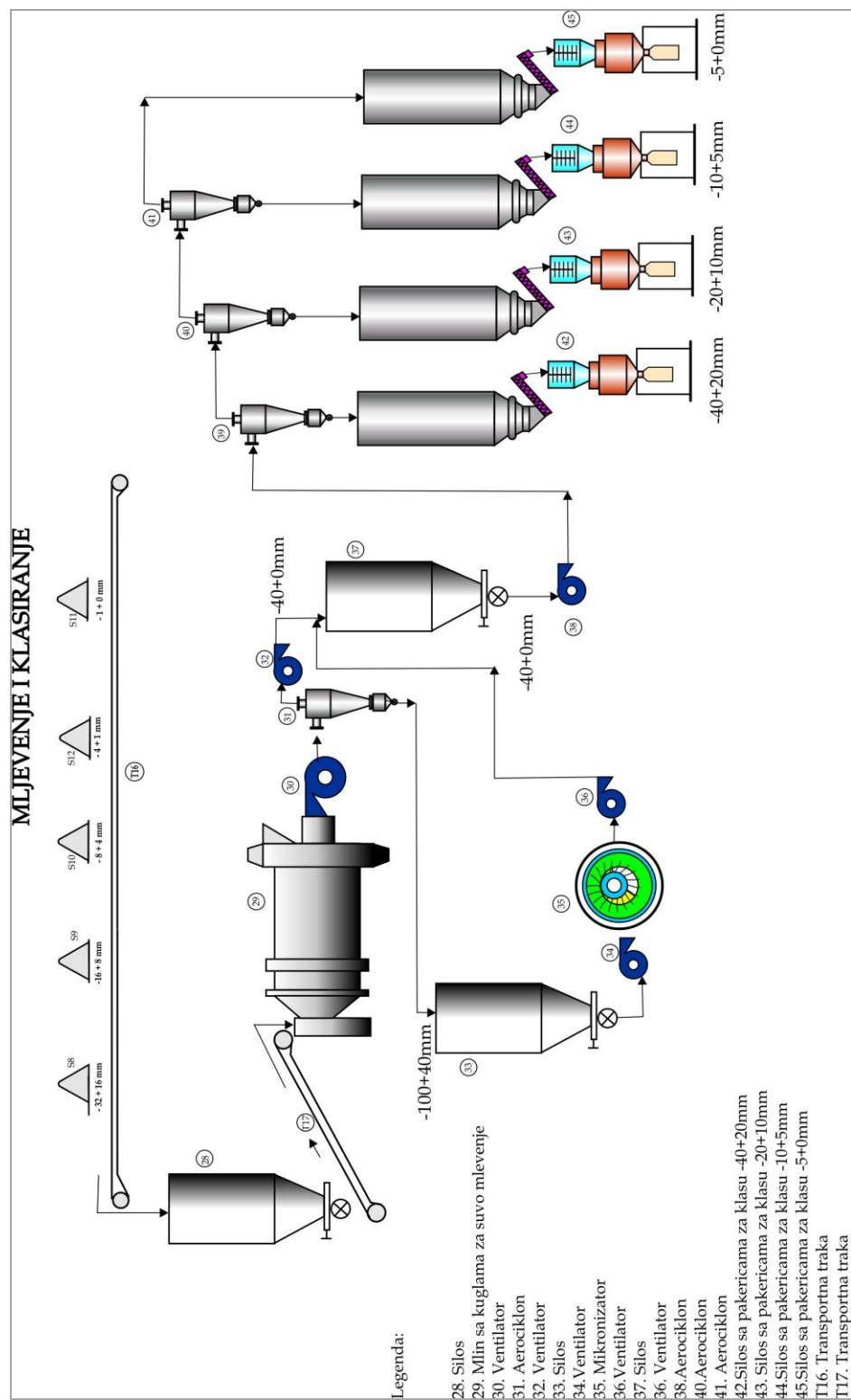
- za industriju boja i lakova koristiti klase krupnoće $-20+0\ \mu\text{m}$,
- za farmaceutsku i kozmetičku industriju finoća mora da bude 100 % $-45\ \mu\text{m}$, 95 % $-20\ \mu\text{m}$, 90 % $-10\ \mu\text{m}$
- za industriju papira za A klasu kvaliteta koristiti se finoća 75% $-10\ \mu\text{m}$, a za C klasu kvaliteta finoća 100% $-10\ \mu\text{m}$
- za industriji gume i PVC koristiti klase krupnoće $-40+0\ \mu\text{m}$



Slika 6.35: Eksploatacija krečnjaka i sječenje blokova na površinskom kopu ležišta "Maljat" - Danilovgrad



Slika 6.36: Tehnološka šema drobljenja i prosijavanja krečnjaka ležišta "Maljat" - Danilovgrad



Slika 6.37: Tehnološka šema mljevenja i klasiranja krečnjaka ležišta "Maljat" - Danilovgrad

Na osnovu svega prikazanog, može se zaključiti da, krečnjak iz ležišta "Maljat" kod Danilovgrada svojim fizičko - hemijskim i mineraloškim osobinama zadovoljava uslove propisane standardima o korišćenju kalcijum karbonata kao punioca u: industriji boja i lakova, industriji papira, industriji gume i PVC-a, industriji stakla, livarskoj industriji, industriji šećera i metalurgiji. Na osnovu kvaliteta sirovine iz ležišta "Maljat" - Danilovgrad dato je tehničko - tehnološko rešenje, u okviru koga su ispitani načini i mogućnosti da se iz ove sirovine dobiju punioci za nabrojane namene. 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 "Maljat" - Danilovgrad.

Primjenom ovakve tehnološke šeme, dobijeni su osnovni podaci o mogućnosti korišćenja krečnjaka "Maljat" - Danilovgrad kao punioca u različitim granama industrije. Eksploatacija krečnjaka i njegova proizvodnja i primjena kao tehničko - građevinskog kamena je mala, a kao punioca praktično minorna u odnosu na ogromne rezerve krečnjaka koje postoje u Crnoj Gori. Na osnovu obavljenih ispitivanja utvrđeno je da se od ovog krečnjaka mogu dobiti punioci za sledeće grane industrije: industriju boja i lakova; farmaceutsku i kozmetičku industriju, za industriju papira, industriju gume i PVC, industriju stakla, industriju stočne hrane, livarsku industriju, industriju šećera i metalurgiju. Primjenom ovakvog tehnološkog rešenja dobili bi se brojni pozitivni efekti koji bi se multiplikovali na širem planu. Kao prvo prestalo bi korišćenje ove sirovine visokog kvaliteta kao najjeftinijeg tehničko - građevinskog kamena, a dobili bi se proizvodi višeg tehnološkog nivoa prerade, čime bi se proširila paleta proizvoda koji se mogu dobiti iz ove sirovine, odnosno dobila bi se sirovinska baza za sve prethodno pomenute industrije. Takođe, dobio bi se povećani efekat uposlenosti, i to visokoobrazovanih kadrova koji će primenom nove tehnologije usvajati i nova tehnološka znanja. Dobijanjem široke palete punioca za različite grane industrije dobijaju se proizvodi koji su po jedinici mase daleko skuplji od dosada korišćenih proizvoda čak i do 10 puta.

7. POTENCIJALNOST RESURSA KARBONATNIH SIROVINA RUDNOG REONA BJELOPAVLIĆA

Vrednovanje i rangiranje karbonatnih kompleksa prema potencijalnosti u pogledu njihove upotrebe kao karbonatnih sirovina za primjenu u određenim granama industrije odlikuje niz specifičnosti, kako u odnosu na druge vrste mineralnih sirovina, tako i međusobno. Ocjena potencijalnosti područja rudnog reona Bjelopavlića sa aspekta karbonatnih sirovina (arhitektonsko - građevinski, tehničko - građevinski kamen i karbonatna punila) prikazan je na osnovu višegodišnjih geoloških istraživanja, izvršene formaciono - mineragenetske analize i prethodne posebne prospekcije ovog područja.

Primjenom ovih istraživanja karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića, izvršeno je prikupljanje, analiza i sinteza velikog broja podataka koja su imala za cilj utvrđivanje određenih indikacija o prisustvu ležišta i pojava različitih formacionih tipova karbonatnih sirovina, prevashodno arhitektonsko - građevinskog kamena na ovom području. Na taj način su upoznati kriterijumi povezanosti ležišta karbonatnih sirovina sa određenim kompleksima stijena. Kriterijumi predstavljaju specifična obilježja geoloških tvorevina, u ovom slučaju karbonatnih kompleksa koji ukazuju na njihovu rudonosnost, i utvrđuju se na osnovu analize zakonitosti razmještaja ležišta i faktora orudnjavanja. U cilju povećanja efektivnosti mineragenetsko - prognoznih ispitivanja, razrada kriterijuma prognoze zauzima veoma važno mjesto.

Prognozna ocena bilo kojeg prirodnog čvrstog mineralnog resursa određenog područja, pa tako i karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića, zasniva se na specifičnim obeležjima pojedinih tipova ležišta koji se nalaze u tom području ili njegovoj blizini i u sličnim geološkim i geotektonskim uslovima.

Opšte kriterijume rudonosnosti, na osnovu kojih se vrši mineragenetsko - prognozna ocjena definisao je Janković (1994) i uglavnom su razvijeni za potrebe

prognoziranja metaličnih mineralnih resursa. Međutim, pojedini ovi kriterijumi predstavljaju osnovu za prognoznju ocjenu i nemetalčnih mineralnih sirovina (Simić, 2004), pa samim tim i karbonatnih sirovina. Kriterijumi mineragenetsko - prognozne ocjene resursa karbonatnih stijena, u prvom redu arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena do sada su slabo razmatrani.

Zbog specifičnosti postanka i drugih karakteristika stijena kao sirovine za dobijanje arhitektonsko - građevinskog kamena, faktori kontrole i indikacije su sasvim drugačiji nego kod drugih mineralnih sirovina (Vasić, 1998). Stijenske mase kao djelovi zemljine kore, u toku geološke istorije, bile su izložene djelovanju različitih geoloških i tektonskih procesa, koji su izazvali njegove promjene.

Generalno posmatrano, sa aspekta resursa karbonatnih sirovina (prvenstveno arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena) rudnog reona Bjelopavlića izdvojeni su sledeći prognozni kriterijumi:

- Stratigrafski
- Litološki
- Paleogeografski
- Strukturni
- Tehnološki
- Geološko - ekonomski

Stratigrafski kriterijum

Pojavljivanje ležišta karbonatnih sirovina na nekom području vezano je za određene stratigrafske jedinice, odnosno određene vremenske periode u geološkoj istoriji, kada su postojali naročito povoljni uslovi za stvaranje takvih ležišta. Prema starosti određenih geoloških tvorevina, moguće je često prognozirati mineralnu potencijalnost tih sredina. Najzačajnija i najbrojnija ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena na području Crne Gore otkrivena su u okviru karbonatnih naslaga gornje krede. Po svojoj perpektivnosti i

produktivnosti izdvajaju se gornjokredni sedimenti Bjelopavlića, gdje je otkriveno devet ležišta i više pojava arhitektonsko - građevinskog kamena i jedno ležište tehničko - građevinskog kamena. Sva ova ležišta i/ili pojave su nastala u periodu gornje krede, odnosno od turona do mastrihta, i shodno tome odlikuju se određenim specifičnostima geološke građe. U mnogim ležištima na području rudnog reona Bjelopavlića, njihov stratigrafski položaj je u tijesnoj vezi sa litološkim karakteristikama stijena. Tako se na osnovu rasprostranjenja produktivnog horizonta ili nivoa u kome su utvrđena ležišta karbonatnih stijena, a imajuću u vidu određene litološke facije i karakter režima sedimentacije, može prognozirati mineralna potencijalnost i u djelovima rudnog reona gdje do sada takva ležišta nisu poznata.

Litološki kriterijumi

Ovaj kriterijum se zasniva na prostornoj i genetskoj povezanosti pojedinih ležišta sa određenim litološkim jedinicama. Prognozne ocjene mineralne potencijalnosti određenih sredina na osnovu litoloških kriterijuma zasnivaju se u osnovi na definisanju odnosa između sastava i uslova stvaranja litoloških formacija i ležišta čije je obrazovanje vezano sa tim sredinama. Ležišta karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića vezana su za formaciju rudistnih krečnjaka gornje krede, a njihov nastanak i način pojavljivanja prvenstveno je zavisano od litofacijalne kontrole razmještaja pojedinih geoloških formacija u prostoru i vremenu.

Paleogeografski kriterijum

Paleogeografski kriterijum je u tijesnoj vezi sa stratigrafskim kriterijumima, i ukazuje na rasprostranjenje pojedinih litostratigrafskih jedinica u određenim vremenskim periodima. Pomoću ovih kriterijuma na području rudnog reona Bjelopavlića izvršeno je utvrđivanje fizičko - geografskih karakteristika ovog

područja u okviru kojih su nastali sedimenti određenog stratigrafskog nivoa. Stvaranje različitih sedimenata, pa tako i karbonatnih sedimenata, uslovljavaju različite fizičko - geografske prilike na pojedinim područjima, (Eremija, 1972, 1980). Prvenstveno je izvršeno proučavanje neorganskih i organskih ostataka, odnosno sedimentološke i paleontološke osobine stijena (krečnjaka), na čijim se sveukupnim osobinama odražavaju svi prirodni uslovi postanka i kompleksne fizičko - geografske prilike u sredinama u kojima je obavljena sedimentacija.

Strukturni kriterijum

Stvaranje i prostorni razmještaj ležišta mineralnih sirovina je u tijesnoj vezi sa procesom strukturnog uobličavanja sredine. Strukturni (tektonski) kriterijumi mogu biti regionalnog i lokalnog karaktera (Simić, 2004). Regionalni strukturni kriterijum se odnosi na utvrđivanje povezanosti ležišta i krupnih metalogenetskih jedinica sa strukturnim elementima određenog prostora. Rudni reon Bjelopavlića nalazi se u okviru geotektonske jedinice Visoki krš, koja se karakteriše specifičnim obilježjima i različitim strukturnim elementima. Lokalni karakter ovog kriterijuma je u tome da razlomi (rasjedi) imaju izuzetan značaj u pogledu mogućnosti formiranja ležišta mineralnih sirovina, a samim tim i nemetaličnih mineralnih sirovina. Kod istraživanja arhitektonsko - građevinskog kamena jedan od najznačajnijih kontrolnih faktora je strukturni faktor, jer stijenska masa sa ravnomjernim elementima pada slojeva, rijetkim lokalnim rasjedima i rasjednim zonama, bez većih pukotinskih sistema, ukazuje o mogućem pronalasku stijenske mase koja može predstavljati ležište.

Tehnološki kriterijumi

Mnoge nemetalične mineralne sirovine, a naročito one čija se primjena zasniva na fizičkim i tehničkim osobinama, odlikuju se specifičnom tehnologijom pripreme i prerade, odnosno obrade. Pod tehnološkim kriterijumima podrazumijevaju se sve

mineraloške, hemijske, fizičko - mehaničke i tehnološke karakteristike karbonatnih sirovina koje definišu mogućnost njihove primjene u industriji. Karbonatne sirovine rudnog reona Bjelopavlića se uglavnom koriste kao arhitektonsko - građevinski kamen i manje kao tehničko - građevinski kamen, a u zadnje vrijeme se koriste i za proizvodnju karbonatnih punila i njihovu primjenu u raznim granama industrije (ležište Visočica).

Geološko - ekonomski kriterijumi

Geološko - ekonomski kriterijum bazira se na odgovarajućim faktorima i pokazateljima geološko - ekonomske ocene, a na osnovu rezultata geoloških istraživanja. Geološko -ekonomski kriterijum značajan je prilikom prognoziranja zbog korišćenja metoda analogije, i kvantitativnog je karaktera, odnosno veći broj poznatih i istraženih ležišta ili pojava odgovarajućih ležišta karbonatnih sirovina povlači za sobom i veću potencijalnost teritorije u kome se ta ležišta ili pojave nalaze. Sa tog aspekta, a imajući u vidu brojnost ležišta i pojava karbonatnih sirovina sa utvrđenim rezervama i kvalitetom, možemo zaključiti da rudni reon Bjelopavlića predstavlja veoma potencijalno područje.

Među geološkim formacijama rudnog reona Bjelopavlića izdvojene su dvije rudonosne formacije karbonatnih sirovina na ovom području:

- Gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme
- Gornjokredni dubokovodni karbonati.

U okviru rudonosnih formacija izdvajaju se produktivni djelovi, odnosno pojedini djelovi geoloških stubova rudonosnih formacija u kojima su zastupljena ležišta i pojave karbonatnih sirovina, a koji su definisani kao rudne formacije karbonatnih sirovina. Na području rudnog reona Bjelopavlića u okviru rudnih formacija izdvojeno je i definisano osam rudnih subformacija odnosno formacionih tipova karbonatnih sirovina, sa različitim stepenom potencijalnosti (perspektivnosti).

Obzirom na činjenicu da su krečnjaci rudnog reona Bjelopavlića uglavnom produkti plitkomorskih sredina stvaranja, to je na ovom području, kao najznačajnija izdvojena rudna formacija gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica u okviru koje je definisano šest formacionih tipova karbonatnih sirovina:

I/1 Rudna formacija gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica

I/1.1. Bioklastični kristalasti krečnjaci tipa "Visočica"

I/1.2. Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa "Maljat"

I/1.3. Rekristalisali krečnjaci tipa "Slatina"

I/1.4. Foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa "Klikovače"

I/1.5. Bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa "Velje brdo"

I/1.6. Dolomitisani krečnjaci tipa "Tološi"

Takođe, kako su na području rudnog reona Bjelopavlića zastupljeni u manjem obimu i krečnjaci vezani za dubokovodne sredine stvaranja, izdvojene su i dvije rudne formacije genetski vezane za ove sredine stvaranja, sa dva definisana formaciona tipa krečnjaka:

II/1. Rudna formacija gornjokredni pelaški karbonati

II.1.1. Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa "Jovanovići"

II/2. Gornjokredni padinski karbonati ili karbonati padinski zastora

II.2.1. Alodapski krečnjaci tipa "Rsojevići"

7.1. Potencijalne rezerve karbonatnih sirovina

Prilikom proračuna potencijalnih rezervi stijenske mase i blokova izdvojenih rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina, korišćeni su podaci o srednjem iskorišćenju stijenske mase u blokove komercijalnih dimenzija, koji su dobijeni od koncesionara koji danas vrše ili su u proteklom period vršili eksploataciju arhitektonsko - građevinskog kamena u pojedinim ležištima na području rudnog reona Bjelopavlića. Na osnovu podataka koji su preuzeti iz elaborata o rezervama za pojedina ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena za koje postoje podaci o iskorišćenju ("Klikovače", "Maljat", "Visočica", "Radujev krš", "Vinići" i "Suk") procenat iskorišćenja stijenske mase u blokove arhitektonsko - građevinskog kamena za sva ležišta iznosi 19,26%. Shodno tome, prilikom proračuna perspektivnih rezervi primjenjivan je koeficijent iskorišćenja od 0,19.

Na području rudnog reona Bjelopavlića sedimenti kompleks naslaga je zastupljen na površini od oko 224 km², pri čemu karbonatne naslage gornje krede zauzimaju površinu od oko 118 km², dok preostalih 106 km² pripada sedimentima flišne serije (oko 17 km²), koja je znatnim dijelom prekrivena kvartarnim naslagama, prvenstveno kvartarnim glinama (oko 89 km²). Na ovom području u okviru izdvojenih rudnih formacija, odnosno formacionih tipova krečnjaka, otkriveno je više ležišta i pojava karbonatnih sirovina, prevashodno arhitektonsko - građevinskog kamena, manje tehničko - građevinskog kamena, po kome su uglavnom i dati nazivi definisanim formacionim tipovima. Potencijalne rezerve krečnjaka prikazane su u tabeli 7.1.

Tabela 7/1: Potencijalne rezerve krečnjaka rudnog reona Bjelopavlića

| Rudna formacija | Formacioni tip karbonatnih sirovina | Potencijalnost | | | | |
|--|---|-----------------------------|--------------|--|------------------|---|
| | | Površina (km ²) | Debljina (m) | Potencijalne rezerve (m ³) | Iskorišćenje (%) | Potencijalne rezerve bloka (Mm ³) |
| Gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica | Bioklastični, kristalasti krečnjaci tipa Visočica | 0,5 | 60 | 30x10 ⁶ | 19 | 5,7 |
| | Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa Maljat | 1,5 | 80 | 120x10 ⁶ | 19 | 22,8 |
| | Rekristalisali krečnjaci tipa Slatina | 10,5 | 50 | 525 x10 ⁶ | 19 | 99,8 |
| | Foraminifersko-rudistni krečnjaci tipa Klikovače | 81,0 | 200 | 16.200 x10 ⁶ | 19 | 3.078 |
| | Bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa Velje brdo | 5,5 | 260 | 1.430 x10 ⁶ | 19 | 271,7 |
| | Dolomitisani krečnjaci tipa Tološi | 2,0 | 75 | 150 x10 ⁶ | 19 | 28,5 |
| Gornjokredni pelaški karbonati | Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići | 16,0 | 90 | 1.440 x10 ⁶ | 19 | 273,6 |
| Gornjokredni padinski karbonati | Alodapski krečnjaci tipa Rsojevići | 1,0 | 60 | 60 x10 ⁶ | 19 | 11,4 |

Ležište arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena Visočica otkriveno je u okviru formacionog tipa bioklastičnih kristalastih krečnjaka Visočica, sa karakterističnim razvićem, ali malog rasprostranjenja od oko 0,5 km². Na ovom ležištu se više decenija vrši eksploatacija, u početku za potrebe nekadašnje krečane u Spužu i Aluminijskog kombinata u Podgorici, a zatim i arhitektonsko - građevinskog kamena poznatog i na svjetskom tržištu pod nazivom "viso". Uzimajući u obzir prosječnu debljinu naslaga ovog formacionog

tipa koja iznosi oko 60 m, i površinu koju zauzima 0,5 km², potencijalne rezerve stijenske mase iznose 30 x10⁶ m³. Uz iskorišćenje od 19%, perspektivne rezerve blokova arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena tipa "Visočica" su relativno male i iznose 5,7 x 10⁶ m³.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena i tehničko - građevinskog kamena Maljat, kao i ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Vinići i Radujev krš otkrivena su u vidu specifičnog produktivnog dijela naslaga plitkomorskih karbonata unutrašnjeg dijela karbonatne platforme, odnosno u okviru formacionog tipa sprudnih i subsprudnih krečnjaka "Maljat". Osim navedenih ležišta, u okviru naslaga ove rudne formacije otkriveno je više pojava ovog formacionog tipa kamena. Naslage ovog formacionog tipa u okviru rudnog reona Bjelopavlića zauzimaju površinu od oko 1,5 km², dok im je prosječna debljina oko 80 m. Uzimajući u obzir navedeno, potencijalne rezerve karbonatnih sirovina ovog formacionog tipa iznose oko 120 x 10⁶ m³. Uz iskorišćenje od 19% rezerve blokova arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena tipa "Maljat" iznose oko 23x10⁶ m³.

Ležište Slatina (Kriva ploča) otkriveno je u okviru formacionog tipa rekristalisalih krečnjaka Slatina, sa specifičnim razvićem i relativno velikog rasprostranjenja uglavnom u sjeveroistočnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića. Na ovom ležištu trenutno nema eksploatacije arhitektonsko - građevinskog kamena, ali su u ranijem period vršena detaljna geološka istraživanja i izvedena probno - eksploataciona etaža u cilju dobijanja neophodnih parametara za eventualnu buduću eksploataciju. Potencijalne rezerve karbonatnih sirovina ovog formacionog tipa obzirom na površinu koju zauzimaju od 10,5 km² i debljinu od 50 m, iznose oko 525 x 10⁶ m³. Potencijalne rezerve blokova arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena, na nivou iskorišćenja od 19% iznose oko 100 x 10⁶ m³.

Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena Klikovače je otkriveno u okviru formacionog tipa foraminiferski i rudistni krečnjaci "Klikovače". Pored ovog

ležišta kao najvećeg i najznačajnijeg, u okviru ovog formacionog tipa nalaze se i ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena Suk, kao i ležište tehničko-građevinskog kamena Sađavac. Osim ovih ležišta otkriven je i veći broj pojava arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena (Pješivački do, Mali Garač). Imajući u vidu rasprostranjenje karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa od 81 km², i njihovu prosječnu debljinu od oko 200 m, potencijalne rezerve stijenske mase ovog formacionog tipa iznose 16.200 x 10⁶ m³. Potencijalne rezerve blokova arhitektonsko - građevinskog kamena, uzimajući u obzir iskorišćenje od 19%, procijenjene su na oko 3 080 x 10⁶ m³.

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Velje brdo" je relativno malog rasprostranjenja na području rudnog reona Bjelopavlića, i to na području Veljeg brda po kome je i dobio naziv. U okviru ovog formacionog tipa za sada nije utvrđeno nijedno ležište arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena. Potencijalne rezerve karbonatnih sirovina ovog formacionog tipa su relativno male, obzirom na površinu koju zauzimaju od 5,5 km² i debljinu od 260 m, i iznose oko 1.430 x 10⁶ m³. Potencijalne rezerve blokova arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena, na nivou iskorišćenja od 19% iznose oko 270x10⁶ m³.

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Tološi" ima takođe relativno malo rasprostranjenje na području rudnog reona Bjelopavlića. Karbonatne naslage ovog formacionog tipa razvijeni su samo na južnim i jugoistočnim padinama Veljeg brda. Uzimajući u obzir površinu ovog formacionog tipa od 2,0 km², i prosječnu debljinu naslaga ove formacionog tipa od oko 75 m, potencijalne rezerve stijenske mase oko 150 x 10⁶ m³, odnosno oko 28 x 10⁶ m³ blokova arhitektonsko - građevinskog kamena.

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Jovanovići" ima relativno veliko rasprostranjenje na površini terena rudnog reona Bjelopavlića. Naslage ove formacionog tipa su razvijene na površini od oko 16 km², dok im je debljina promjenjiva, a prosječno iznosi oko 90 m. Potencijalne rezerve stijenske mase u

okviru ove rudne formacije karbonatnih sirovina iznose oko $1.440 \times 10^6 \text{ m}^3$, dok su potencijalne rezerve blokova uz usvojeno iskorišćenje procijenjene na oko $274 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Rsojevići" ima veoma ograničeno rasprostranjenje u sjeveroistočnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića, na području Rsojevića i Petrića, ali su zbog svojih specifičnosti posebno izdvojene. Naslage ovog formacionog tipa na površini terena zauzimaju površinu od oko $1,0 \text{ km}^2$. Debljina naslaga ove rudne formacije je oko 60 m. Potencijalne rezerve stijenske mase iznose oko $60 \times 10^6 \text{ m}^3$ dok su procijenjene potencijalne rezerve blokova arhitektonsko - građevinskog kamena oko $11 \times 10^6 \text{ m}^3$.

7.2. Potencijalnost izdvojenih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina

Kod procjenjivanja pojedinih prostora u pogledu potencijalnosti određene mineralne sirovine pa i karbonatnih mineralnih sirovina, postoje različiti pristupi, ali u osnovi stepenovanje perspektivnih (potencijalnih) površina treba da se zasniva na: stepenu prirodne povoljnosti sredine, prisustvu ležišta, stepenu mineragenetske ispitivosti određene mineralne sirovine i stepenu istraženosti terena (Vasić, 1998). Kod stepenovanja perspektivnosti (potencijalnosti) nema određenih pravila, i najčešće se kod arhitektonsko - građevinskog kamena ocjenjuje kao mala, srednja i velika (Vasić i Oljača, 1991). Analiza geoloških formacija u pogledu potencijalnosti za pronalazak ležišta karbonatnih sirovina mora da bude svestrana i da obuhvati brojne faktore i pokazatelje. Iz tog razloga, ocjena potencijalnosti i rangiranje karbonatnih sirovina, uzimajući u obzir vrstu mineralne sirovine, njihove međusobne specifičnosti i kriterijume rudonosnosti izvršena je posebno za arhitektonsko - građevinski kamen (prilog 5) i karbonatne sirovine koje se koriste kao karbonatno punilo slike (prilog 6).

Kod arhitektonsko - građevinskog kamena ocjena potencijalnosti i rangiranje rudnih subformacija i pripadajućih subformacija izvršena je na bazi sledećih kriterijuma:

- prisustvo ležišta i/ili pojava arhitektonsko - građevinskog kamena,
- osnovna kvalitativna svojstva naslaga rudne formacije - formacionog tipa (osnovna tehnička svojstva kamena i mogućnosti njegove primjene, kvalitet blokova i finalnih proizvoda),
- kvantitativni pokazatelji (način pojavljivanja, mogućnost eksploatacije, obrade i primjene kamena, rasprostranjenje, debljina naslaga, perspektivne rezerve).

Mogućnosti eksploatacije, obrade i primjene arhitektonsko - građevinskog kamena formacionih tipova "Visočica", "Maljat", "Klikovače", "Slatina" i "Jovanovići" date su na osnovu na osnovu sprovedenih detaljnih geoloških istraživanja, dugogodišnje eksploatacije ležišta, i podataka dobijenih obradom kamena i mogućnostima njihove primjene. Za formacione tipove "Rsojevići", "Velje Brdo" i "Tološi" ocjena je vršena na osnovu preliminarnih podataka dobijenih ispitivanjem tehničkih karakteristika kamena i na osnovu kvantitativnih pokazatelja.

Podaci o rasprostranjenju i prosječnoj debljini naslaga prikupljeni su u okviru prospekcijskih radova, snimanjem litostratigrafskih i detaljnih geoloških stubova, kao i prilikom izrade detaljne geološke karte, 1: 10 000 na jednom dijelu rudnog reona Bjelopavlića. Takođe, u ove svrhe korišćeni su podaci dobijeni prilikom izrade osnovne geološke karte Crne Gore, list Titograd, 1: 100 000, sa pripadajućim listovima geoloških karata 1:25 000.

Međutim, treba napomenuti da stepen istraženosti nije isti na cjelokupnom području rudnog reona Bjelopavlića, tako da ni podaci o potencijalnim rezervama nisu sa istim stepenom pouzdanosti, što se posebno odnosi na jugozapadni dio rudnog reona Bjelopavlića, gdje nije urađena detaljna geološka karta, već su podaci

o potencijalnosti dati na osnovu podataka osnovne geološke karte 1:100 000 i istraživanja prospekcijskog karaktera.



Foto 7-1 i 7-2: Izgled poliranih ploča: kamen iz ležišta Klikovače (lijevo) i kamen ležišta Slatina - Kriva ploča (desno)



Foto 7-3, 7-4 i 7-5: Izgled poliranih ploča: kamen iz ležišta Maljat (u sredini), Vinići (dolje lijevo) i kamen ležišta Visočica (dolje desno)

Kod karbonatnih sirovina koje se koriste kao karbonatno punilo za primjenu u različitim industrijskim granama ocjena potencijalnosti izvršena je uglavnom na bazi njihovog hemijskog sastava, kao najvažnijeg kriterijuma, na kome se bazira mogućnost njihove primjene. Takođe, uzete su u obzir i druge karakteristike krečnjaka sa ovog područja, prevashodno fizičko - mineraloške karakteristike, čiji pojedini elementi mogu imati odlučujući značaj za primjenu karbonatnih punila (mineralni sastav, bjelina i dr.).

Prema stepenu potencijalnosti izdvojene rudne formacije i formacioni tipovi su klasifikovani kao (Božović i Simić 2015):

- vrlo velike potencijalnosti,
- velike potencijalnosti,
- srednje potencijalnosti, i
- male potencijalnosti.

U isto vrijeme, na osnovu geološke karte rudnog reona Bjelopavlića izdvojene su oleate rasprostranjenja i potencijalnosti rudnih formacija, odnosno formacionih tipova karbonatnih sirovina (prilozi 5 i 6).

Rudna formacija gornjokrednih karbonata periplimskog područja i područja plimskih ravnica karbonatne platforme

Gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica Dinarske karbonatne platforme predstavlja glavnu odnosno vodeću rudnu formaciju karbonatnih sirovina, u prvom redu arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena na području rudnog reona Bjelopavlića. Ova rudna formacija karbonatnih sirovina je, zbog postojanja velikog broja ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena u eksploataciji, generalno ocijenjena kao rudna formacija vrlo velike potencijalnosti uz izvjesna ograničenja. U okviru

karbonatnih naslaga ove rudne formacije definisno je šest formacionih tipova krečnjaka sa različitim stepenom potencijalnosti.

Formacioni tip karbonatnih sirovina bioklastični krečnjaci "Visočica" ima malo rasprostranjenje na području rudnog reona Bjelopavlića od oko 0,5 km², i to na uzvišenjima koja se uzdižu iz Bjelopavličke ravnice kao što su Visočica, Dugačka i Spuška glavica. Ovaj formacioni tip arhitektonsko - građevinskog kamena se eksploatiše na ležištu Visočica. Ovaj formacioni tip karbonatnih sirovina sa aspekta arhitektonsko - građevinskog kamena karakterišu izuzetno dobre kvalitativne karakteristike, tako da je, sa aspekta potencijalnosti, ocijenjen kao formacioni tip vrlo velike potencijalnosti.

Sa aspekta primjene krečnjaka ovog formacionog tipa kao karbonatno punilo, a uzimajući u obzir da se radi o krečnjacima veoma visoke čistoće, sa sadržajem CaCO₃ komponente preko 98% i visokim stepenom bjeline, ova formacioni tip je ocijenjen kao formacioni tip vrlo velike potencijalnosti.

Karbonatne naslage *formacionog tipa karbonatnih sirovina sprudni i subsprudni krečnjaci "Maljat"* ima znatno veće rasprostranjenje od prethodnog formacionog tipa, naročito u sjeveroistočnom dijelu rudnog reona Bjelopavlića, na području brda Hum, Vinića i Rsojevića. Kao arhitektonsko - građevinski kamen eksploatiše se na ležištima Maljat i Radujev krš, dok se na ležištu Vinići eksploatacija vršila dugi niz godina a danas nije u eksploataciji. Osim navedenih ležišta, na širem području rudnog reona Bjelopavlića konstatovan je veći broj pojava ovog formacionog tipa.

Sa aspekta potencijalnosti formacioni tip "Maljat", kao arhitektonsko - građevinski kamen ocijenjen je kao formacioni tip vrlo velike potencijalnosti.

Imajući u vidu da se radi o formacionom tipu krečnjaka sa izuzetno dobrim hemijskim i spektrohemijskim karakteristikama kao i veoma povoljnim fizičko - mineraloškim osobinama, prevashodno sa visokim stepenom bjeline, ova formacioni tip je kao i prethodni ocijenjen kao tip vrlo velike potencijalnosti.

Rekristalisali krečnjaci tipa "Slatina" ima relativno veliko rasprostranjenje na području rudnog reona Bjelopavlića (oko 10,5 km²), 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.

Takođe, 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.

Foraminifersko - rudistni krečnjaci "Klikovače" kao formacioni tip karbonatnih sirovina ima najveće rasprostranjenje na području rudnog reona Bjelopavlića, kako na njegovom sjeveroistočnom tako i na jugozapadnom dijelu, i zahvata površinu od oko 81 km². U okviru ovog formacionog tipa karbonatnih sirovina nalaze se ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena: Klikovače i Suk, i veći broj pojava arhitektonsko - građevinskog kamena (Pješivački do), kao i jedno ležište tehničko - građevinskog kamena Sađavac. Ležište Klikovače je jedno od najvećih ležišta na području rudnog reona Bjelopavlića i uopšte u Crnoj Gori, sa višegodišnjom tradicijom eksploatacije blokova arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena, sa svjetski prepoznatljivim varijetetima "unito" i "fiorito". Kamen iz ovog ležišta je ugrađen u mnogobrojne objekte u Crnoj Gori i inostranstvu.

Sa aspekta potencijalnost i primjene krečnjaka kao arhitektonsko - građevinski (ukrasni) kamen ovaj formacioni tip, imajući u vidu tehničke karakteristike

kamena, dekorativnost i mogućnost dobijanja blokova različitih dimenzija, kao i široko rasprostranjenje, ocijenjen je kao formacioni tip vrlo velike potencijalnosti.

Sa aspekta primjene krečnjaka ovog formacionog tipa kao karbonatno punilo, a uzimajući u obzir njihove hemijske karakteristike, sa nešto nižim sadržajem CaCO_3 komponente i povećanim sadržajem MgO komponente, uz nizak stepen bjeline, krečnjaci ovog tipa ocijenjeni su kao formacioni tip srednje potencijalnosti (niži i srednji djelovi naslaga), dok se pojedini djelovi naslaga stuba mogu svrstati u grupu velike potencijalnosti (završni djelovi naslaga ovog formacionog tipa).

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Velje brdo" ima relativno malo rasprostranjenje na području rudnog reona Bjelopavlića, i to na području Veljeg brda po kome je i dobio naziv. U okviru ovog formacionog tipa za sada nije utvrđeno nijedno ležište arhitektonsko - građevinskog kamena. Uzimajući u obzir rasprostranjenje, način pojavljivanja, nedostatak podataka o obradi i primjeni kamena, bez obzira na dobre fizičko - mehaničke karakteristike kamena, ovaj formacioni tip sa aspekta arhitektonsko - građevinskog kamena, ocijenjen je kao srednje potencijalan.

Na osnovu ispitivanja hemijskih, geohemijskih, mineraloških, fizičko - mehaničkih i drugih osobina krečnjaka ovog formacionog tipa, sa aspekta njihove primjene kao karbonatno punilo, zbog većeg broja ograničavajućih faktora, prije svega niskog sadržaja CaCO_3 komponente, visokog sadržaja MgO komponente i sumpora, kao i veoma niskog stepena bjeline, ova formacioni tip pripada grupi male potencijalnosti.

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Tološi" ima veoma malo rasprostranjenje na području rudnog reona Bjelopavlića i zauzima površinu od oko $2,0 \text{ km}^2$. Kao i kod prethodnog, u okviru karbonatnih naslaga ovog formacionog tipa za sada nije utvrđeno nijedno ležište karbonatnih sirovina.

Sa aspekta potencijalnosti kao arhitektonsko - građevinski kamen i karbonatno punilo, uz brojna ograničenja, ovaj formacioni tip je male potencijalnosti.

Rudna formacija gornjokrednih pelaških karbonata

Prema stepenu potencijalnosti gornjokredni pelaški karbonati predstavljaju drugu po značaju rudnu formaciju karbonatnih sirovina. U okviru ove rudne formacije izdvojen je karakterističan formacioni tip karbonatnih sirovina, odnosno *pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići*. U okviru ovog tipa nalazi se ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Jovanovići" na kojem su u prethodnom period vršena detaljna geološka istraživanja i probna eksploatacija arhitektonsko - građevinskog kamena, kao i više pojava arhitektonsko - građevinskog kamena od kojih je najznačajnija pojava Lalevići, na kojoj su takođe u proteklom periodu vršena geološka istraživanja u manjem obimu, sa ciljem dokazivanja rezervi i kvaliteta kamena.

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Jovanovići" ima relativno veliko rasprostranjenje na površini terena rudnog reona Bjelopavlića, a naročito na sjeveroistočnom dijelu na području Slapa, Rsojevića, Rove, Kalezića, Jovanovića, Slatine i mnogim drugim mjestima (oko 16 km²).

Sa aspekta potencijalnosti kao arhitektonsko - građevinski kamen, a imajući u vidu njihovo rasprostranjenje, tehničke karakteristike kamena, način njihovog pojavljivanja (izuzetno bankoviti i masivni krečnjaci) i izgled, ova rudna formacija i pripadajući formacioni tip kamena ocijenjeni su kao jedinica velike potencijalnosti.

S druge strane, sa aspekta primjene karbonatnih sirovina ove rudne formacije u drugim granama industrije kao karbonatno punilo, a imajući u vidu njihove prevashodno hemijske, mineraloške i fizičko - mehaničke osobine, ocijenjena je kao formacija srednje potencijalnosti.

Rudna formacija gornjokredni padinski karbonati

Rudna formacija gornjokredni padinski karbonati ili karbonati padinskih zastora sa pripadajućim formacionim tipom predstavlja treću, ujedno i najslabije rangiranu rudnu formaciju karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića. Na osnovu dosadašnjih saznanja u okviru ove rudne formacije izdvojen je i definisan jedan formacioni tip karbonatnih sirovina - alodapski krečnjaci tipa "Rsojevići".

Formacioni tip karbonatnih sirovina "Rsojevići", ograničenog je rasprostranjenja u sjeveroistočnom dijelu rudnog reona Bjelopavličana području Rsojevića i Petrića. Sa aspekta potencijalnosti kao arhitektonsko - građevinski kamen, imajući u vidu način pojavljivanja, malo rasprostranjenje (oko 1,0 km²) i neujednačen izgled, ova rudna formacija i istovremeno formacioni tip je ocijenjena kao formacija male potencijalnosti. Sa aspekta karbonatnih sirovina i njihove upotrebe u raznim granama industrije, a imajuću u vidu njihove fizičke i hemijske karakteristike ova rudna formacija je ocijenjena kao formacija male potencijalnosti.

Kada se sagleda potencijalnost različitih rudnih formacija karbonatnih sirovina i njihovih formacionih tipova, za njihovu upotrebu kao arhitektonsko - građevinski kamen ili kao karbonatno punilo za primjenu u određenim granama industrije, može se zaključiti da je potencijalnost veoma različita.

U tabelama 7/2 i 7/3 dat je tabelarni pregled prema stepenu potencijalnost za izdvojene rudne formacije, odnosno pripadajuće formacione tipove karbonatnih sirovina, za njihovu primjenu kao arhitektonsko - građevinski kamen ili kao sirovina za proizvodnju karbonatnih punila.

Kada je u pitanju potencijalnost karbonatnih sirovina ovog područja kao tehničko - građevinski kamen, uzimajući u obzir geološku građu rudnog reona Bjelopavlića, može se konstatovati da je ona praktično neograničena.

Tabela 7/2: Stepen potencijalnosti karbonatnih sirovina sa aspekta arhitektonsko – građevinskog kamena

| Rudna formacija | Formacioni tip karbonatnih sirovina | Potencijalnost | | | |
|--|---|----------------|--------|---------|------|
| | | Vrlo velika | Velika | Srednja | Mala |
| Gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica | Bioklastični, kristalasti krečnjaci tipa Visočica | * | | | |
| | Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa Maljat | * | | | |
| | Rekristalisali krečnjaci tipa Slatina | | * | | |
| | Foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa Klikovače | * | | | |
| | Bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa Velje brdo | | | * | |
| | Dolomitisani krečnjaci tipa Tološi | | | | * |
| Gornjokredni pelaški karbonati | Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići | | * | | |
| Gornjokredni padinski karbonati | Alodapski krečnjaci tipa Rsojevići | | | | * |

Tabela 7/3: Stepen potencijalnosti karbonatnih sirovina za proizvodnju karbonatnih punila

| Rudna formacija | Formacioni tip karbonatnih sirovina | Potencijalnost | | | |
|--|---|----------------|--------|---------|------|
| | | Vrlo velika | Velika | Srednja | Mala |
| Gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica | Bioklastični, kristalasti krečnjaci tipa Visočica | * | | | |
| | Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa Maljat | * | | | |
| | Rekristalisali krečnjaci tipa Slatina | | * | | |
| | Foraminifersko-rudistni krečnjaci tipa Klikovače | | * | * | |
| | Bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa Velje brdo | | | | * |
| | Dolomitisani krečnjaci tipa Tološi | | | | * |
| Gornjokredni pelaški karbonati | Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići | | | * | |
| Gornjokredni padinski karbonati | Alodapski krečnjaci tipa Rsojevići | | | | * |

Fizičko - mehaničkim ispitivanjima krečnjaka iz pojedinih ležišta gdje se vrši eksploatacija tehničko – građevinskog kamena, (Visočica i Maljat), pojedinih ležišta

na kojima su vršena detaljna geološka istraživanja sa aspekta tehničko - građevinskog kamena (ležište Sađavac), kao i pojedinih pojava na kojima su uzimani uzorci za ispitivanja (pojave Mali Garač, Tološi, Velje Brdo), dokazane su mogućnosti njihovog korišćenja kao tehničko - građevinski kamen. Takođe, uzimajući u obzir fizičko - mehaničke karakteristike pojedinih ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena i činjenicu da su ta ispitivanja veoma slična ispitivanjima koja se rade za tehničko - građevinski kamen, ocijenjeno je, da krečnjaci rudnog reona Bjelopavlića posjeduju dobra kvalitativna svojstva za njihovu upotrebu kao tehničko - građevinski kamen, odnosno za proizvodnju agregata različiti frakcija. Tehničko - građevinski kamen karbonatnog sastava u istraženim ležištima je dobrog kvaliteta, ali rijetko i vrhunskog koji bi odgovarao najstrožijim zahtjevima za habajuće slojeve puteva sa velikim opterećenjem ili za brze pruge.

Na kraju može se zaključiti, da sa, aspekta ukupne potencijalnosti sjeveroistočno područje rudnog reona Bjelopavlića, sa znatno većim stepenom istraženosti, predstavlja visoko potencijalno područje u pogledu otkrivanja novih ležišta karbonatnih sirovina tipa "Maljat", "Klikovače" i "Jovanovići" kao formacionih tipova velikog rasprostranjenja i veoma dobrih kvalitativnih karakteristika, bilo da se radi o arhitektonsko - građevinskom kamenu ili sirovinama za proizvodnju karbonatnih punila za njihovu primjenu u raznim granama industrije. Jugozapadno područje rudnog reona Bjelopavlića je znatno manjeg stepena istraženosti, ali na osnovu dosadašnjih istraživanja predstavlja srednje do visoko potencijalno područje za otkrivanje novih ležišta karbonatnih sirovina uglavnom formacionog tipa "Klikovače", obzirom da najveći dio ovog područja izgrađuju krečnjaci sa brojnim bioklastima rudista i raznovrsnim foraminiferama.

7.3. Potencijalnost ležišta i pojava karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića

Dosadašnjim geološkim istraživanjima rudnog reona Bjelopavlića otkriveno je više ležišta i pojava karbonatnih sirovina, različitog stepena potencijalnosti. Sa aspekta arhitektonsko - građevinskog kamena rudni reon Bjelopavlića predstavlja najznačajniji rudni reon u Crnoj Gori sa osam ležišta: Klikovače, Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš, Suk, Slatina i Jovanovići i brojnim pojavama (Pješivački do, Lalevići, Lupoglav i dr.), različitog stepena istraženosti. Ukupne dokazane rezerve stijenske mase A+B+C₁ kategorije iznose preko 9,5 Mm³, dok rezerve blok mase iznose oko 1,3 Mm³.

S druge strane, na području rudnog reona Bjelopavlića postoji samo jedno ležište tehničko - građevinskog kamena (Sađavac), dok su dva ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena (Visočica i Maljat) ujedno i ležišta tehničko - građevinskog kamena, na kojima se usled eksploatacija blokova ukrasnog kamena ostatak koristi za drobljenje i dobijanje agregata različitih frakcija za njihovu primjenu u tehničko - građevinske svrhe. Ukupne dokazane rezerve tehničko - građevinskog kamena na području rudnog reona Bjelopavlića iznose oko 7 miliona m³, dok su pespektivne rezerve ove mineralne sirovine na području rudnog reona Bjelopavlića praktično neprocjenjive.

Takođe, na osnovu specijalističkih ispitivanja krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića utvrđeno je da se radi o izuzetno kvalitetnim krečnjacima, sa visokim procentom CaCO₃ komponente i veoma malim, zanemarljivim učešćem štetnih komponenti odnosno nečistoća, koji kao takvi mogu naći primjenu kao karbonatno punilo u mnogim granama industrije. Iz tog razloga krečnjaci sa ovog područja bili su predmet različitih geoloških istraživanja izvođenih u različitim vremenskim periodima. Pošto stepen mineralne potencijalnosti i ispitanosti nije isti na svim ovim ležištima i pojavama, to je neophodno izvršiti njihovo rangiranje. Obzirom na

visok stepen istraženosti i ispitivosti ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena, može se konstatovati da se radi uglavnom o ležištima veoma visoke i visoke potencijalnosti što je dokazano dugogodišnjom proizvodnjom i prodajom blokova različitih varijeteta kamena. Ova ocjena je bazirana isključivo na konkretnim podacima iz aktivnih i zatvorenih ležišta, geološko - rudarskih radova, probnih etaža, kapaciteta proizvodnje, tehnoloških, fizičko - mehaničkih, dekorativnih i drugih ispitivanja krečnjaka iz ovih ležišta. Isti slučaj je i sa tehničko - građevinskim kamenom.

Sa aspekta karbonatnih sirovina i njihove primjene kao karbonatno punilo, ocjena potencijalnosti zasniva se na različitim obilježjima koja se mogu smatrati specifičnim za određeno ležište. Potencijalnost se oslanja u osnovi na geološkim podacima o karakterističnim obilježjima i geochemijskim podacima od kojih u osnovi zavisi primjenjivost krečnjaka u određenim granama industrije. Osim ovih za ocjenu potencijalnosti krečnjaka postoje i druge karakteristike koje mogu biti značajne za primjenu krečnjaka u određenim granama industrije, kao što su fizičko - mineraloške i tehničke karakteristike. Kvantifikacija parametara za rangiranje izvršena je na osnovu mogućnosti primjene u odgovarajućim granama industrije i to kao moguća (4 poena), limitirana (3 poena), veoma limitirana (2 poena) i ne odgovara (0 poena, tabela 7/4).

Prema stepenu potencijalnosti karbonatnih sirovina ležišta/pojave su klasifikovana, odnosno rangirana prema mogućnostima primjene krečnjaka u određenim granama industrije kao:

- vrlo velike potencijalnosti sa 37 i više poena (ležišta Maljat, Vinići, Visočica i Radujev krš)
- velike potencijalnosti sa 30 - 33 poena (Slatina, Klikovače)
- srednje potencijalnosti sa 24 - 29 poena (Mali Garač, Pješivački do, Jovanovići, Lalevići, Sađavac, Suk i)

- male potencijalnosti sa manje od 20 poena (Velje brdo i Tološi).

Tabela 7/4: Potencijalna primjena krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića kao punila (M-moguća, L-limitirana, VL-veoma limitirana, N-ne odgovara; prema Božović et al, 2015, dopunjeno).

| LEŽIŠTE/ POJAVA | INDUSTRIJSKA GRANA | | | | | | | | | | | | Kvantifikovana potencijalnost |
|--------------------|--------------------|-------|------------|--------|-------------|------------|-----------------------|-------------------|--------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | Boje i lakovi | Papir | Guma i PVC | Staklo | Metalurgija | Liviarstvo | Farmacija i kozmetika | Industrija šećera | Stočna hrana | Mineralna đubriva* | Neutralizacija zemljišta* | Kvantifikacija parametara | |
| Visočica | M | M | M | L | M | M | M | M | M | VL | N | 37 | Veoma velika |
| Maljat | M | M | M | L | M | M | M | M | M | VL | VL | 39 | |
| Vinići | M | M | M | L | M | M | M | M | M | VL | N | 37 | |
| Radujev krš | M | M | M | L | M | M | M | M | M | VL | N | 37 | |
| Slatina | M | L | M | L | M | M | L | M | M | N | N | 33 | Velika |
| Klikovače | M | L | M | L | M | M | N | M | M | N | N | 30 | |
| Suk | L | N | L | VL | M | M | N | M | M | N | N | 24 | Srednja |
| Sađavac | L | N | L | VL | M | M | N | M | M | N | N | 24 | |
| Pješivački do | M | VL | L | VL | M | M | N | M | M | N | N | 27 | |
| Mali Garač | M | VL | M | L | M | M | N | M | M | N | N | 29 | |
| Jovanovići | M | N | L | VL | M | M | N | M | M | N | N | 25 | |
| Lalevići | L | N | L | VL | M | M | N | M | M | N | N | 24 | |
| Velje brdo | N | N | L | VL | N | N | N | M | M | N | N | 13 | Mala |
| Tološi | N | N | L | VL | L | L | N | L | N | N | N | 14 | |

* Nema standarda već se koriste specifikacije korisnika

Osnovna ograničenja primjene krečnjaka iz pojedinih ležišta sa područja rudnog reona u određenim granama industrije uslovljena su prije svega stepenom bjeline krečnjaka i hemijskim sastavom, odnosno sadržajem korisnih i štetnih komponenti.

Naša novija istraživanja, kako terenska, tako i mineraloška, petrološka, geohemijska i tehnološka ispitivanja na 14 ležišta i pojava krečnjaka, pokazala su visok kvalitet ove mineralne sirovine, pri čemu se krečnjak iz skoro svih ležišta i/ili pojava može upotrebiti u industriji stočne hrane i šećera, većina u industriji boja i lakova, gume i plastike, metalurgiji, i livarstvu. Nekoliko ležišta i pojava sadrže veoma kvalitetan krečnjak koji se može upotrebiti i u industriji papira, stakla, farmaciji i kozmetičkoj industriji, i rijetko za proizvodnju mineralnih đubriva.

Druga oblast primjene karbonatnih punila koja obećava u Crnoj Gori je u cementnoj i betonskoj industriji. Naime, beton sa visokim sadržajem karbonatnih punila sa odgovarajućim granulometrijskim sastavom, generalno poboljšava karakteristike jačine betona upoređujući ga sa običnim betonom, gdje je isti odnos vode i cementa i cementnim tipom. Naročito je dobra mogućnost da se otpad u pojedinim ležištima arhitektonsko - građevinskog kamena može koristiti za betonske mješavine. Ta industrija zahtijeva čisti karbonat, ali je i relativno jeftin proizvod. Da bi se krečnjak iz ležišta sa područja rudnog reona Bjelopavlića mogao primijeniti kao punioci u gore navedenim granama industrije za koje kvalitetom odgovara, potrebno je da pored sadržaja korisnih i štetnih komponenti, za ove namjene zadovoljava i određenom krupnoćom odnosno finoćom sirovine. Neke grane industrije zahtijevaju da krečnjak koji se primjenjuje bude veoma fino mikroniziran (industrija boja i lakova, farmaceutska i kozmetička industrija, industrija papira, gume i PVC, industrija stakla), dok druge industrije zahtijevaju sirovinu veće krupnoće, čak krupno komadastu (livarstvo, industrija šećera, metalurgija). Granulometrijski sastav sirovine definiše se tehnološkom šemom

pripreme i prerade kao što je to prikazano u odgovarajućem dijelu prethodnog poglavlja.

Ukupni ekonomski potencijal karbonatnih sirovina se jasno vidi kada se pogledaju podaci o rezervama karbonatnih resursa na području Bjelopavlića. Ležišta koja najviše obećavaju za proizvodnju karbonatnih punila su aktivna ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena i tehničko - građevinskog kamena, gdje je iskorišćenje bloka oko 19%, dok ostatak stijenske mase u ovom trenutku nije u potpunosti i/ili uopšte iskorišćen bilo kao karbonatno punilo, ili kao neki drugi proizvod.

Dalja geološka ispitivanja i kompletnu karakterizaciju krečnjaka sa ovog područja treba sprovoditi shodno zakonskim regulativama, ali uz njihovo potencijalno i racionalno korišćenje. To bi uključivalo sistematska istraživanja i ispitivanja na većem broju uzoraka, kako bi se definisali različiti nivoi krečnjaka koji se mogu koristiti na najracionalniji način.

8. ZAKLJUČAK

U geološkoj građi Crne Gore dominantno učešće imaju karbonatne stijene sa preko 65% i predstavljene su uglavnom krečnjacima, ređe dolomitičnim krečnjacima i dolomitima. Upotreba i primjena karbonatnih stijena, posebno krečnjaka kao građevinskog i dekorativnog kamena datira iz najranijeg perioda istorije ljudske civilizacije, da bi u današnje vrijeme predstavljali veoma značajne nemetalne mineralne sirovine, široke primjene u građevinarstvu i raznim granama industrije. Gornjokredni krečnjaci rudnog reona Bjelopavlića u pogledu perspektivnosti i potencijalnosti sa aspekta karbonatnih sirovina predstavljaju najznačajnije područje u Crnoj Gori, u okviru kojeg je otkriveno više ležišta i pojava prevashodno arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena a znatno manje tehničko - građevinskog kamena. Područje Bjelopavlića odlikuje se prisustvom mineraloški i hemijski veoma čistih krečnjaka (uglavnom preko 98% CaCO_3), koji su do sada istraživani uglavnom kao arhitektonsko - građevinski i tehničko - građevinski kamen. Istraživani krečnjaci su gornjokredne starosti (turon - mastriht), slojeviti do masivni, izgrađeni od različitih varijeteta, pri čemu rudistni krečnjaci zauzimaju najveće rasprostranjenje. Na ovom području nalaze se najznačajnija ležišta i pojave karbonatnih sirovina, u prvom redu arhitektonsko - građevinskog kamena, sa dokazanim bilansnim geološkim rezervama od 9,5 miliona m^3 , i to: Klikovače, Maljat, Visočica, Vinići, Radujev krš, Slatina (Kriva Ploča), Suk, Jovanovići, Lalevići, Pješivački do. Pojedina ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena kao što su Visočica i Maljat ujedno su i ležišta tehničko - građevinskog kamena.

Istraživanja karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića vršena su u više navrata u različitim vremenskim periodima, i odnosila su se uglavnom na utvrđivanje rezervi i kvaliteta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena određenog ležišta. S druge strane, osnovna i namjenska

geološka istraživanja karbonatnih sirovina ovog područja su bila malog obima, vezana samo za pojedine delove rudnog reona, nesistematska i bez međusobne korelacije podataka. Predmetnim istraživanjima obuhvaćen je samo manji broj lokaliteta, i to aktivni ili nekadašnji majdani arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, bez međusobne korelacije. Takođe, izvršena ispitivanja u većini slučajeva konceptijski su bila dosta ograničenog obima, nisu praćena odgovarajućim hemijskim, geohemijskim i fizičko - mineraloškim analizama, odnosno nisu bila sveobuhvatna kada su u pitanju kvalitativna ispitivanja krečnjaka sa ovog područja. Na osnovu rezultata ovih istraživanja neosporno je, konstatovano postojanje visokokvalitetnih krečnjaka u okviru rudnog reona Bjelopavlića, koji kao punila mogu naći primjenu u raznim granama industrije, i jasno su ukazali na potrebu sveobuhvatnih geoloških istraživanja i ispitivanja krečnjaka na širem području.

Iz tog razloga, u doktorskoj disertaciji proučeno je i prikazano sledeće:

- mineragenetske karakteristike gornjokrednih krečnjaka rudnog reona Bjelopavlića i pojedinih geoloških formacija krečnjaka;
- geološke karakteristike ležišta i pojava karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića;
- rudonosne i rudne formacije i rudne subformacije (formacioni tipovi) karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića;
- mogućnosti upotrebe i primjene karbonatnih sirovina sa ovog područja kao arhitektonsko - građevinski kamen, tehničko - građevinski kamen ili kao karbonatna punila u raznim granama industrije;
- potencijalnost izdvojenih formacija i resursa karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića.

Na području rudnog reona Bjelopavlića istraživanjima prikazanim u doktorskoj disertaciji, po prvi put je izvršena prostorna analiza pojedinih geoloških formacija krečnjaka, definisanje njihovih stratigrafskih, litoloških i tektonskih karakteristika,

kao i utvrđivanje kvalitativnih osobina krečnjaka sa ocjenom potencijalnosti i mogućnosti primjene u raznim granama industrije. Definisanje geoloških karakteristika rudnog reona Bjelopavlića izvršeno je na principima formaciono - mineragenetske analize, uz prepoznavanje i izdvajanje pojedinih formacija i formacionih tipova krečnjaka, razjašnjavanjem uslova njihovog obrazovanja, pravilnosti međusobnih odnosa i utvrđivanjem njihovih kvalitativnih karakteristika. Formaciono - mineragenetskom analizom u okviru Dinarske karbonatne platforme na području rudnog reona Bjelopavlića, među geološkim formacijama su prepoznate one formacije koje predstavljaju potencijalne nosioce rezervi karbonatnih sirovina, odnosno izdvojene su rudonosne formacije karbonatnih sirovina a u okviru njih rudne formacije i formacioni tipovi karbonatnih sirovina.

Realizacijom formaciono - mineragenetskih proučavanja koja su predstavljala kompleksan geološko - istražni proces sa višegodišnjim terenskim ispitivanjima i raznovrsnim specijalističkim ispitivanjima karbonatnog kompleksa sedimenata gornje krede u okviru rudnog reona Bjelopavlića definisane su dvije rudonosne formacije karbonatnih sirovina:

- rudonosna formacija gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme, i
- rudonosna formacija gornjokredni dubokovodni karbonati.

U okviru rudonosne formacije gornjokredni plitkomorski karbonati unutrašnjeg dijela karbonatne platforme koja predstavlja glavnu rudonosnu formaciju karbonatnih sedimenata u okviru rudnog reona Bjelopavlića, utvrđena su sva najznačajnija ležišta karbonatnih sirovina: Maljat, Visočica, Radujev krš, Vinići, Suk i Slatina (Kriva Ploča) u kojima se u manjoj ili većoj mjeri vrši ili se vršila eksploatacija arhitektonsko - građevinskog ili tehničko - građevinskog kamena, kao i veći broj ležišta i pojava na kojima su vršena geološka istraživanja ali nisu u eksploataciji: Sađavac, Jovanovići, Lalevići, Pješivački do, Mali Garač i dr.

Imajući u vidu način pojavljivanja karbonatnih sirovina, genezu, dijagenetske promjene, paragenetski sastav, strukturno - tektonske i tehničke karakteristike ove rudonosne formacije, izdvojena je jedna rudna formacija karbonatnih sirovina: gornjokredni karbonati periplimskog područja i područja plimskih ravnica karbonatne platforme, sa šest formacionih tipova ležišta arhitektonsko-građevinskog kamena iz kojih se godinama eksploatišu svjetski poznati varijeteti kamena ("unito", "fiorito", "viso", "vinići", "suk", "izvor", "slatina"):

- Bioklastični kristalasti krečnjaci tipa "Visočica",
- Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa "Maljat",
- Rekrystalisali krečnjaci tipa "Slatina",
- Foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa "Klikovače",
- Bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa "Velje brdo",
- Dolomitisani krečnjaci tipa "Tološi".

Druga po značaju rudonosna formacija karbonatnih sirovina gornjokredni dubokovodni karbonati, zauzima znatno manje prostranstvo od prethodne i u okviru nje su izdvojene dvije rudne formacije, gornjokredni pelaški i gornjokredni padinski karbonati sa dva pripadajuća formaciona tipa karbonatnih sirovina:

- Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa "Jovanovići"
- Alodapski krečnjaci tipa "Rsojevići".

Izdvojeni formacioni tipovi karbonatnih sirovina nastali su tokom gornje krede, gdje se sedimentacija se odvijala na relaciji "intraplatformni basen ili depresija" preko blago nagnute padine na stabilnom višem a plićem dijelu karbonatne platforme do zatvorene šelfne lagune. Zavisno od uslova i sredina njihovog stvaranja formacioni tipovi su predstavljeni različitim strukturnim tipovima krečnjaka, specifičnih strukturnih, teksturnih, sedimentoloških i biostratigrafskih karakteristika.

Uzimajući u obzir činjenicu da se primjena krečnjaka bazira na njihovim određenim osobinama, na uzorcima krečnjaka iz ležišta i pojava arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena izvršena su odgovarajuća ispitivanja, koja su obuhvatila ispitivanje fizičko - mehaničkih, fizičko - mineraloških (diferencijalno - termičke i termogravimetrijske analize - DTA i TG, određivanje sadržaja vlage, bjeline, specifične težine, apsorpcije ulja i vode), hemijskih (hemijska i spektrohemijska) i tehnoloških karakteristika.

Istraživanjima i ispitivanjima krečnjaka iz četrnaest ležišta i pojava krečnjaka, prikazanim u ovom radu, dokazan je visok kvalitet karbonatnih sirovina, pri čemu se krečnjak iz skoro svih ležišta osim u tehničko - građevinske i arhitektonsko - građevinske svrhe može upotrijebiti u industriji boja i lakova, gume i plastike, metalurgiji, livarstvu, proizvodnji šećera, mineralnih đubriva i stočne hrane. Nekoliko ležišta i pojava sadrže veoma kvalitetan krečnjak koji se može upotrijebiti i u najzahtjevnijim granama industrije: industriji papira, stakla, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji.

Na osnovu višegodišnjih geoloških istraživanja, izvršene formaciono - mineragenetske analize i prethodne posebne prospekcije ovog područja, imajući u vidu kriterijume mineragenetsko - prognozne ocjene (stratigrafski, litološki, paleogeografski, strukturni, tektonski i geološko - ekonomski kriterijumi) izvršeno je rangiranje izdvojenih formacija i formacionih tipova karbonatnih sirovina sa aspekta arhitektonsko - građevinskog kamena i karbonatnih punila, odnosno data je ocjena potencijalnosti karbonatnih sirovina na ovom području.

Prema stepenu potencijalnosti izdvojene rudne formacije i formacioni tipovi, sa aspekta arhitektonsko - građevinskog kamena su klasifikovani kao:

- vrlo velike potencijalnosti (bioklastični, kristalasti krečnjaci tipa Visočica, sprudni i subsprudni krečnjaci tipa Maljat i foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa Klikovače),

- velike potencijalnosti (rekristalisali krečnjaci tipa Slatina, pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići),
- srednje potencijalnosti (bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa Velje brdo) i
- male potencijalnosti (dolomitisani krečnjaci tipa Tološi i alodapski krečnjaci tipa Rsojevići).

Sa aspekta upotrebe krečnjaka kao karbonatnog punila formacioni tipovi su klasifikovani kao:

- vrlo velike potencijalnosti (bioklastični, kristalasti krečnjaci tipa Visočica i sprudni i subsprudni krečnjaci tipa Maljat),
- velike potencijalnosti (rekristalisali krečnjaci tipa Slatina,),
- srednje potencijalnosti (foraminifersko - rudistni krečnjaci tipa Klikovače i pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići,) i
- male potencijalnosti (bioklastični, bituminozni krečnjaci tipa Velje brdo, dolomitisani krečnjaci tipa Tološi i alodapski krečnjaci tipa Rsojevići).

Sjeveroistočno područje rudnog reona Bjelopavlića je sa znatno većim stepenom istraženosti i sa aspekta ukupne potencijalnosti predstavlja visoko potencijalno područje u pogledu otkrivanja novih ležišta karbonatnih sirovina tipa "Maljat", "Klikovače" i "Jovanovići" kao formacionih tipova velikog rasprostranjenja i veoma dobrih kvalitativnih karakteristika, bilo da se radi o arhitektonsko - građevinskom kamenu ili sirovinama za proizvodnju karbonatnih punila za njihovu primjenu u raznim granama industrije.

Jugozapadno područje rudnog reona Bjelopavlića je znatno manjeg stepena istraženosti, ali na osnovu dosadašnjih i ranije izvedenih istraživanja, predstavlja srednje do visoko potencijalno područje za otkrivanje novih ležišta karbonatnih sirovina uglavnom tipa Klikovače, obzirom da najveći dio ovog područja izgrađuju krečnjaci sa brojnim bioklastima rudista i raznovrsnim foraminiferama.

Imajući u vidu geološku građu rudnog reona Bjelopavlića, može se konstatovati da je potencijalnost karbonatnih sirovina ovog područja kao tehničko - građevinski kamen praktično neograničena. Fizičko - mehaničkim ispitivanjima krečnjaka sa područja rudnog reona Bjelopavlića dokazano je da posjeduju dobra kvalitativna svojstva za njihovu upotrebu kao tehničko - građevinski kamen, odnosno za proizvodnju agregata različiti frakcija, pri čemu treba naglasiti da je kamen karbonatnog sastava u istraženim ležištima dobrog, ali rijetko i vrhunskog kvaliteta, koji bi odgovarao najstrožijim zahtjevima za habajuće slojeve puteva sa velikim opterećenjem ili za brze pruge.

Potencijalne rezerve karbonatnih sirovina rudnog reona Bjelopavlića su procijenjene na oko $20.000 \times 10^6 \text{ m}^3$, dok su potencijalne rezerve bloka, uzimajući u obzir prosječno iskorišćenje stijenske mase u blok od 19 %oko 3.800 miliona m^3 . Imajući u vidu ovu činjenicu, ukupni ekonomski potencijal karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića je veoma veliki. Ležišta koja najviše obećavaju za proizvodnju karbonatnih punila su aktivna ležišta arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena, gdje je iskorišćenje bloka oko 19%, dok ostatak stijenske mase u ovom trenutku nije u potpunosti i/ili uopšte iskorišćen bilo kao karbonatno punilo, ili kao neki drugi proizvod.

Formaciono - mineragenetska analiza i realizovani geološko istražni proces sa prospekcijom karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića su potvrdili prognoze o rudonosnosti ovog prostora, odnosno potvrđen je vrlo veliki potencijal gornjokrednog karbonatnog kompleksa rudnog reona Bjelopavlića kao nosioca različitih formacionih tipova karbonatnih sirovina. Na osnovu rezultata sprovedene formaciono - mineragenetske analize i prospekcije karbonatnih sirovina stvoreni su uslovi da se na području rudnog reona Bjelopavlića u narednim stadijumima prospekcijsko - istražnog procesa izvrši detaljna prospekcija i detaljna geološka istraživanja u cilju utvrđivanja rezervi različitih

formacionih tipova karbonatnih sirovina, odnosno povećanja sirovinske baze karbonatnih sirovina u Crnoj Gori.

Postoji nesumljiva potreba Crne Gore za korišćenjem karbonatnih sirovina (arhitektonsko - građevinski kamen, tehničko - građevinski kamen i karbonatna punila), jer zahvaljujući ubrzanom razvoju tehnologije i povoljnim ekološkim karakteristikama, ove mineralne sirovine dobijaju sve više na značaju, sa trendom stalnog proširenja njihove primjene i ekonomskog značaja. Iz tog razloga, rudni reon Bjelopavlića obzirom na geološku građu zauzima posebno mjesto. U slučaju relativno jeftinog transporta postoji i mogućnost snabdevanja i tržišta susjednih zemalja agregatom za punila visokog kvaliteta.

Buduća detaljna geološka ispitivanja i kompletnu karakterizaciju krečnjaka sa ovog područja treba sprovoditi shodno zakonskim regulativama, uz njihovo potencijalno i racionalno korišćenje, bazirano na ekološkim normama i principima održivog razvoja. To bi uključivalo sistematska geološka istraživanja i kompleksna ispitivanja na većem broju uzoraka, kako bi se definisali različiti nivoi krečnjaka koji se mogu koristiti na najracionalniji način.

LITERATURA

Anđelković, M., 1978: Tektonska reonizacija Jugoslavije. Zbornik radova, IX kongres geologa Jugoslavije, 7-13 str., Sarajevo.

Anđelković, M., 1982: Šarijaška građa crnogorskih Dinarida. Zbornik radova, X jubilarni kongres geologa jugoslavije, knj. I, 515-525 str., Budva.

Anđelković, M., 1988: Geologija jugoslavije - tektonika. Građevinska knjiga, 692 str., Beograd.

Aubouin, J., Blanchet, R., Cadet, J.-P., Celet, P., Charvet, J., Chorowicz, J., Cousin, M. & Rampnoux, J.-P., 1970: Essai sur la géologie des Dinarides. Bulletin de la Société Géologique de France 12/6, 1060-1095 pp.

Aubouin, J., 1974: Des tectoniques superposees et de leur signification par rapport aux modeles géophysiques: l'exemple des Dinarides, paleotéctonique, téctonique, traditéctonique, neotéctonique. Bull. Soc. geol. France, Tom XI No 5-6, 426-460 pp, Paris.

Berger, W. H., 1974: Deep - sea sedimentation. U: *Burke, C. A. & Drake, C.L. (Eds):* The Geology of Continental Margins. Springer-Verlag, New York, 213-241 pp.

Bešić, Z., 1948: Geotektonska struktura sjeverne Crne Gore (prethodno saopštenje). Glasnik Prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, ser. A, knj., I, 100-109 str., Beograd.

Bešić, Z., 1953: Geologija sjeverozapadne Crne Gore. Posebna izdanja naučnog društva NR Crne Gore - odeljenje prirodno - matematičkih i tehničkih nauka, 160 str., Cetinje.

Bešić, Z., 1958: Još nešto o geotektonici Crne Gore (Peta beleška). Geološki glasnik, knj. II, str. 3-25 str., Titograd.

Bešić, Z., 1959: Geološki vodič kroz Narodnu Republiku Crnu Goru. Posebna izdanja geološkog društva NR Crne Gore, 415 str., Titograd.

Bešić, Z., 1969: Geologija Crne Gore, knjiga II, karst Crne Gore. Posebna izdanja Zavoda za geološka istraživanja 304 str., Titograd.

Bešić, Z., 1983: Geologija Crne Gore, geotektonika i paleogeografija Crne Gore. Posebna izdanja crnogorske akademije nauka i umjetnosti, odeljenje prirodnih nauka, knjiga XVI, 212 str., Titograd.

Bilbija, N., 1984: Tehnička petrografija - svojstva i primene kamena. Naučna knjiga, 239 str., Beograd.

Boyton, S., R., 1980: Chemistry and Technology of Lime and Limestone-second Edition. A Wiley - Interscience Publications, John Wiley & Sons, Inc. New York, Chichester, Brisbane, Toronto 578 p.

Božović, D., 2006: Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila. Projekat osnovnih geoloških istraživanja. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 41 str., Podgorica.

Božović, D., 2007: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila za 2006. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 49 str., Podgorica.

Božović, D., 2008: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila za 2007. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 54 str., Podgorica.

Božović, D., 2009: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila za 2008. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 46 str., Podgorica.

Božović, D., 2010: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju

karbonatnih punila za 2009. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja Podgorica, 43 str., Podgorica.

Božović, D., 2011: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila za 2010. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 69 str., Podgorica.

Božović, D., 2012: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila za 2011. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 157 str., Podgorica.

Božović, D., 2013: Završni izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 177 str., Podgorica.

Božović, D., 2013: Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavića. Projekat osnovnih geoloških istraživanja. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 51 str., Podgorica.

Božović, D., 2014: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavića, za 2013. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 48 str., Podgorica.

Božović, D., 2015: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavića, za 2014. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 51 str., Podgorica.

Božović, D., 2016: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima prema projektu Istraživanje i ekonomski značaj karbonatnih sirovina na području Bjelopavića, za 2015. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 69 str., Podgorica.

Božović, D., Simić, V., Radulović, D., Abramović, F., Radusinović, S., 2015: Carbonate filler resources of the Bjelopavlići area, Montenegro. Hemijska

industrija, 2016 OnLine-First (00):54-54, DOI:10.2298/HEMIND 150325054B (Paper accepted: 16 September 2015).

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

Čađenović, D., Mirković, M., Čepić, M., 1996: Karakteristike kampanskih formacija Dinarske karbonatne platforme Prostora Bjelopavlića. Geološki glasnik, knj. XV. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, 59-89 str., Titograd.

Čepić, M., 1992: Projekat izrade detaljne geološke karte, 1:10 000 rudnog reona Bjelopavlića sa prospekcijom na ukrasni kamen. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 40 str., Podgorica.

Čepić, M., 1992: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima na izradi detaljne geološke karte 1:10 000 rudnog reona Bjelopavlića sa prospekcijom na ukrasni kamen, za 1991. godinu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 68 str., Podgorica.

Čepić, M., 1993: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima na izradi detaljne geološke karte 1:10 000 rudnog reona Bjelopavlića sa prospekcijom na ukrasni kamen, za 1992. godinu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 102 str., Podgorica.

Čepić, M., 1994: Godišnji izvještaj o izvršenim radovima na izradi detaljne geološke karte 1:10 000 rudnog reona Bjelopavlića sa prospekcijom na ukrasni kamen, za 1993. godinu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 114 str., Podgorica.

Čepić, M., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori, ležište tehničko - građevinskog kamena "Visočica - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 11 str., Podgorica.

Čepić, M., 1997: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Radujev krš" - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 8 str., Podgorica.

Čepić, M., 1997: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Lalevići" - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 8 str., Podgorica.

Crnković, B., Šarić, Lj., 1992: Građenje prirodnim kamenom. Rudarsko - geološko - naftni fakultet sveučilišta u Zagrebu, 184 str., Zagreb.

Ćirić, B., 1963: Položaj Crne Gore u Dinaridima i njegov odnos prema Helenidima i Italidima. Savetovanje o problemima istraživanja nafte u Spoljašnjim Dinaridima, kratak sadržaj, 4 str., Herceg Novi.

Ćirić, B., 1967: Tektonski sklop Dinarida. VIII kongres Karpato - balkanske geološke asocijacije. Vodič eskurzije, Geološki problemi Dinarida, 49-56 str., Beograd.

Ćirić, B., 1975: Spoljašnji Dinaridi u Crnoj Gori-njihova građa i razvoj. Acta geologica, VIII/1-25. Prirodoslovna istraživanja, knj. 41, 317-344 str., Zagreb.

Dimitrijević, M. D., 1974: Dinaridi, jedan model na osnovama "Nove globalne tektonike". Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja Jugoslavije, posvećeno prof. dr B. Milovanoviću. Rudarsko - geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, 119-152 str., Beograd.

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

Dimitrijević, M. D., 1998: O palinspastici Dinarida. Zbornik radova XIII kongresa geologa Jugoslavije, knj. II, 21-30 str., H. Novi.

Dragašević, T., 1974: Savremena građa zemljine kore i gornjeg omotača na području Jugoslavije. Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja jugoslavije, posvećeno prof. dr B. Milovanoviću. Rudarsko - geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, 59-72 str., Beograd.

Dragović, D., 1964: Ukasni kamen Bjelopavlića, I dio. Rezultati istražnih radova i proračun rezervi ukrasnog kamena lokalnosti Klikovača kod Spuža. FSD Zavod za geološka istraživanja Socijalističke Republike Crne Gore, 43 str., Titograd.

Dragović, D., 1964: Ukasni kamen Bjelopavlića, II dio. Rezultati istražnih radova i proračun rezervi ukrasnog kamena lokalnosti Suk. FSD Zavoda za geološka istraživanja Socijalističke Republike Crne Gore, 18 str., Titograd.

Dragović, D., 1970: Rezultati istražnih radova i ekonomsko - geološke karakteristike ležišta ukrasnog kamena Klikovače kod Spuža (Crna Gora). Geološki glasnik, knj. VI, 105-132 str., Podgorica.

Dragović, D., 1982: Proračun rezervi bijelog ukrasnog kamena Vinići. Geološki zavod narodne Republike Crne Gore, 75 str., Titograd.

Dragović, D., 1987: Projekat detaljnih geoloških istraživanja arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena ležišta Kriva ploča kod Danilovgrada. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 23 str., Podgorica.

Dragović, D., 2009: Arhitektonsko - građevinski (ukrasni) kamen Crne Gore. Studio Mouse, 408 str., Podgorica.

Dragović, D., 2009: Tehničko - građevinski kamen Crne Gore. Studio Mouse, 146 str., Podgorica.

Dragović, D., 2011: Mineralne sirovine opština Crne Gore. Studio Mouse, 611 str., Podgorica.

Dragović, D., Bašović, R., 1973: Ukasni kamen Bjelopavlića, III dio. Proračun rezervi ukrasnog kamena brdo Visočica kod Spuža. FSD Zavod za geološka istraživanja Socijalističke Republike Crne Gore, 32 str., Titograd.

Dragović, D., Kalezić, M., 1960: Elaborat o proračunu rezervi sirovina potrebnih za podizanje fabrike cementa u Spužu. FSD Zavoda za geološka i hemijska istraživanja NR Crne Gore, 40 str., Titograd.

Dragović, D., Kalezić, M., 1981: Proračun rezervi kombinacijom prirodnih i vještačkih profila ležišta krečnjaka "Visočica" kod Spuža (Crna Gora). Geološki glasnik, knj. IX, 251-287 str., Podgorica.

Dragović, D., Popović, M., Martinović, V., Đurović, V., Brajović, A., Mugoša, B., Vujović, M., 2009: Mogućnost razvoja industrije građevinskog materijala u Crnoj Gori. Privredna komora Crne Gore, 194 str., Podgorica.

Dragović, D., Stojković, M., 1987: Fizičko - mehanička svojstva arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena Crne Gore. Jugoslovenska poslovna zajednica industrije kamena, mermera, granita, gipsa, kreča i prefabrikatata "Kamergran". I Jugoslovenski simpozijum o ukrasnom kamenu, 29-42 str., Banja Vrujci.

Dubak, M., 2009: Tumač osnovne geohemijske karte Crne Gore. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 80 str., Podgorica.

Dunham, R.J., 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Am. Assoc. of Petroleum Geologists Bulletin, 1, 108-171 str.

Eremija, M., 1972: Paleogeografija. Rudarsko - geološki - metalurški fakultet Beograd - Bor, Univerzitet u Beogradu, 298 str., Beograd.

Eremija, M., 1980: Paleogeografija. Rudarsko - geološki fakultet u Beogradu - OOR grupa za regionalnu geologiju i paleontologiju, 323 str., Beograd.

Flügel, E., 1982: Microfacies Analysis of Limestones. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 633 p.

Folk, L. R., 1959: Practical petrographic classification of limestones. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 43, No. 1, p-1-38.

Folk, L. R., 1962: Klasifikacija karbonatnih i klastičnih stijena. Geološki glasnik, br. 13, Geološki zavod u, 74 str., Sarajevo.

Fuček, L., Gušić, I., Jelaska, V., Korolija, B., Oštrić, N., 1990: Stratigrafija gornjokrednih naslaga jugoistočnog dijela Dugog otoka i njihova korelacija s

istovremenim naslagama otoka Brača. Geološki vjesnik, Vol. 43, Geološki zavod, Zagreb, 23-33 str., Zagreb.

Glovacki Jernej, Ž., Jelaska, V., 1986: Gornjokredni facijesi otoka Brača. Zbornik radova, XI kongres geologa Jugoslavije, Knj. 2, 217-228 str., Tara.

Glovacki Jernej, Ž., Jelaska, V., 1986: Sedimentološke odlike gornjokrednih i paleogenih naslaga Vinića s osvrtom na bituminozne rudistne vapnence. Zbornik radova, XI kongres geologa Jugoslavije, knj. 2, 247-261 str., Tara.

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

Grubić, A., 1959: Razmatranje o opštem tektonskom sklopu naših Dinarida. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, knj. XVII, 9-12 str., Beograd.

Grubić, A., 1966: Posledice alpijskih tektonskih pokreta u crnogorskim Dinaridima. Zbornik radova Rudarsko - geološkog fakulteta, sv. 9/10, 173-181 str., Beograd.

Grubić, A., 1967: Generalni tektonski sklop Dinarida. VIII kongres Karpato - balkanske geološke asocijacije. Vodič ekskurzije. Geološki problemi Dinarida, 43-46 str., Beograd.

Grubić, A., 1974: Geotektonski sklop Jugoslavije (pregled koncepcija). Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja jugoslavije, posvećeno prof. dr B. Milovanoviću, Rudarsko - geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, 53-58 str., Beograd.

Grubić, A., Obradović, J., 1975: Sedimentologija. Građevinska knjiga, 331 str., Beograd.

Grubić, A., Obradović, J., Vasić, N., 1996: Sedimentologija. Univerzitet u Beogradu, 436 str., Beograd.

Grubić, A., Vakanjac, B., Antonijević, I., 1974: Geološke formacije i formaciono - metalogenetska analiza.- Zbornik radova RGMF - Beograd, sv. 17, 31-54 str., Beograd.

Gušić, I., Jelaska, V., 1990: Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme. Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti i institut za geološka istraživanja-OOUR za geologiju, 160 str., Zagreb.

Harrison, D.J., 1992: Industrial Minerals Laboratory Manual: Limestone. BGS Technical Report WG/92/29.

Ilić, D., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Suk - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 7 str., Podgorica.

Ilić, D., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Jovanovići - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 6 str., Podgorica.

Ilić, D., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Klikovače - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 9 str., Podgorica.

Ilić, D., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Kriva ploča - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 7 str., Podgorica.

Ilić, D., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Ležište arhitektonsko - građevinskog kamena "Maljat - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 6 str., Podgorica.

Ilić, D., 1996: Registar ležišta i pojava mineralnih sirovina u Crnoj Gori. Pojava arhitektonsko - građevinskog kamena "Pješivački do - Danilovgrad". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 6 str., Podgorica.

Ilić, D., 1998: Rudne formacije arhitektonsko - građevinskog kamena Jadransko - jonske zone u području Luštica i Grblja. Zbornik radova XIII kongresa geologa Jugoslavije, knj. IV, 293-304 str., H. Novi.

Ilić, D., 2004: Formaciono - mineragenetska analiza karbonatnih sedimenata Jadransko - jonske zone Crne Gore kao sirovinske baze ukrasnog građevinskog kamena, magistraska teza. Rudarsko - geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 207 str., Beograd.

Ilić, M. M., 1971: O "novoj globalnoj tektonici".- Zbornik radova RGMF - Beograd, sv. 14, 9-39 str., Beograd.

Ilić, M. M., 1974: Nova globalna tektonika i evolucionistički model zemlje. Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja jugoslavije, posvećeno prof. dr B. Milovanoviću, Rudarsko - geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, 327-368 str., Beograd.

Ilić, M. M., 1987: Istraživanje ležišta nemetala - građevinskih materijala. Rudarsko - geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 336 str., Beograd.

Ilić, M. M., 1995: Istraživanje ležišta nemetala - građevinskih materijala, drugo izmjenjeno i dopunjeno izdanje. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj LV/1, 45-56 str., Beograd.

Ilić, M. M., 1996: Geoevolucionistički model. Rudarsko - geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 112 str., Beograd.

Ilić, M. M., 2003: Metode istraživanja ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina. Rudarsko - geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 250 str., Beograd.

Janković, S., 1994: Osvajanje resursa čvrstih mineralnih sirovina, I dio: Prognoziranje i ocjena mineralne potencijalnosti - principi i metode, posebno izdanje br. 7/1. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko - geološki fakultet, katedra za ekonomsku geologiju, 566 str., Beograd.

Jelaska, V., 1985: Changes of Depositional Environment as Causal Factors in Development of Facial Variability: An Exampe from the Late Senonian

Limestones on the island of Brač (Yugoslavia). Geološki vjesnik, Vol. 38, Geološki zavod, Zagreb, 35-44 str., Zagreb.

Karamata, S., 1974: Geološki razvoj našeg područja: Karakteri i kretanja pojedinih ploča i značaj tih osobina i procesa za metalogeniju. Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja jugoslavije, posvećeno prof. dr B. Milovanoviću, Rudarsko - geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, 89-98 str., Beograd.

Karamata, S., 1982: Tektonika ploča u područjima tetiskog tipa sa primenom na terene Jugoslavije. Zbornik radova, X jubilarni kongres geologa jugoslavije, knj. I, 549-565 str., Budva.

Kober, L., 1952: Laitlinien der Tektonik jugoslawiens. Glavne tektonske crte Jugoslavije. Srpska akademija nauka, Beograd, posebna izdanja, knj. CLXXXIX, 81 str., Beograd.

Kossmat, F., 1924: Bemerkungen zur Entwicklung des Dinaridenproblems. Geologische Rundschau, bd. XV, 145-146 pp, Berlin.

Krgović, M., 1997: Uticaj fizičko - hemijskih i strukturnih svojstava nemetalnih mineralnih punilaca na svojstva papira, doktorska disertacija. Tehnološko - metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, 158 str., Beograd.

Krgović, M., Blagojević, N., 2004: Comparative possibilities of using limestone "Visočica" and dolomite "Virpazar" as fillers in paper production, Hem. Ind. 58 (2004) 228-231.

Ljubojević, M., 1986: Arhitektonsko - građevinski kamen. Istraživanje i eksploatacija. Univerzitet u Tuzli, Rudarsko - geološki institut i fakultet u Tuzli, Institut za rudarska istraživanja, 231 str., Tuzla.

Marović, M., Đoković, I., Toljić, M., Vojvodić, V., 1997: Neoalpski tektonski sklop Crne Gore. Radovi Geoinstituta, knjiga 35, 99-113 str., Beograd.

Meischner, K. D., 1964: Allodapische Kalke, Turbidite in rifnahen Sedimentationsbecken. U: *Bouma, A. H. & Brouwer, A. (ur.):* Turbidites. Developments in Sedimentology 3, Elsevier, Amsterdam, 156-191 pp.

Milić, M., 1981: Informacije o mogućnosti korišćenja otpadnog mermera sa kopova Maljat i Slatina i pogona za proizvodnju mermernih ploča. Geoinstitut, 26 str., Beograd.

Milošević, S., Pavlović, Lj., Nikolić, M., Milić, D., Gajić, M., Đuričić, M., Branković, B., Martinović, P., Tomašević-Čanović, M., Dumić, M., Živanović, V., Skendžić, Đ., Opačić, M., Andrić, Lj., Krstović, P., Matejević, B., 1998: Domaće nematalične mineralne sirovine za primjenu u privredi, posebno izdanje, knj. 6. Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 219 str., Beograd.

Mirković, M., 1993: Izvještaj o biostratigrafskom ispitivanju karbonatnih sedimenata senona rudnog reona Bjelopavlića. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 57 str., Podgorica.

Mirković, M., 1994: Izvještaj o biostratigrafskoj analizi karbonatnih sedimenata rudnog reona Bjelopavlića. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 95 str., Podgorica.

Mirković, M. i Mirković, B., 1995: Fosili Crne Gore. Posebno izdanje geološkog glasnika, knjiga IX. JU Zavod za geološka istraživanja, 120 str., Podgorica.

Mirković, M., 1985: Geološka karta Republike Crne Gore, 1:200 000. RSIZ za geološka istraživanja, Titograd.

Mirković, M., 1989: Litofacijalne i tektonske karakteristike terena Crne Gore. Geološki glasnik, Knj. XIII, Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, 125-145 str., Titograd.

Mirković, M., 1997: Strukturno - tektonska karta Republike Crne Gore, 1:200 000. Zavod za geološka istraživanja, 45 str., Podgorica.

Mitchell, C., 2011: High purity limestone quest. *Industrial Minerals*, December 2011, 48-52.

Mirković, M., Pavlović, R., 2002: Tumač geomorfološke karte Republike Crne Gore, 1:200 000. Zavod za geološka istraživanja, 55 str., Podgorica.

Mullins, H. T. & Cook, H. E., 1986: Carbonate apron models. Alternatives to the submarine fan model for paleoenvironmental analysis and hydrocarbon exploration. *Sur. Geol.*, 48, 37-80 pp.

Nopcsa, F.B., 1921: Geologische Grundzüge Dinariden. *Geologische Rundschau*, Bd., XII, 1 Textfig., 1-19 str., Leipzig.

Nopcsa, F.B., 1928: Zur Tektonik der Dinariden. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, Abt. B, Bd. 7, 434-438 str., Stuttgart.

Oates, J.A.H., 1998: Lime and Limestone. Chemistry and Technology, Production and Uses. Wiley - Vch Verlag GmbH Weinheim, Federal Republic of Germany, 455 pp.

Obradović, J., Stojadinović, P., Mirković, B., Mirković, M., Vujisić, P., 1986: Jadranska karbonatna platforma i neke njene karakteristike u priobalnom delu Crne Gore. *Glasnik prirodnjačkog muzeja, Beograd, Serija A, Knj. 40/41*, 65-82 str., Beograd.

Ostojić, Z., 2010: Izveštaj o biostratigrafskim ispitivanjima krečnjaka sa područja Bjelopavlića za potrebe projekta: "Potencijalnost krednih krečnjaka u Crnoj Gori kao sirovine za proizvodnju karbonatnih punila". FSD Zavoda za geološka istraživanja, 23 str., Podgorica.

Oštrić, N., Korolija, B. i Jelaska, V., 1986: Rudistna biolititna tijela u senonskim naslagama otoka Brača. *Zbornik radova, XI kongres geologa Jugoslavije, Knj. 2*, 207-216 str., Tara.

Pajović M., 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.

Pavić, A., 1967: Geologija stare Crne Gore. Geološki glasnik, knjiga V. FSD
Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, 9-59 str., Podgorica.

Pavić, A., 1970: Marinski paleogen Crne Gore - stratigrafija, tektonika,
paleografija. Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, 192 str., Podgorica.

Perović, Z., 1976: Pojave i ležišta ukrasnog kamena u SR Crnoj Gori. Geološki
glasnik, knjiga VIII. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, 271-296
str., Podgorica.

Petković, K., 1961: Navlake - kraljušti ili kraljušti u navlakama u tektonskom
sklopu Crne Gore i Hercegovine. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj.
XXVIII, 253-258 str., Beograd.

Radoičić, R., 1960: Mikrofacije krede i starijeg tercijara spoljnih Dinarida
Jugoslavije. Zavod za geološka istraživanja NR Crne Gore, Podgorica, Serija A,
Sveska 1, 172 str., Podgorica.

Radoičić, R., 1961: Osnovne mikropaleontološke odlike krednog stuba okoline
Titograda. III kongres geologa Jugoslavije. Savez geoloških društava FNRJ,
knjiga I, 201-216 str., Budva.

Radoičić, R., 1982: Carbonate platforms of the Dinarides: The example of
Monenegro-west Serbia sectors. Bulletin, Tome LXXX, de l' Academie des
Sciences et des arts, Classe des Sciences naturelles et mathematiques, No. 22, 35-
46 pp.

Radulović, D., Božović, D., Mihailović, S., 2015: Krečnjak iz ležišta "Maljat" -
Danilovgrad, potencijalna sirovina za dobijanje punioca. Geološki glasnik, knj.
XVI. JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, 163-171 str., Podgorica.

Radulović, D., Božović, D., 2015: Upotreba fino mljevenog krečnjaka za
neutralizaciju kisjelih zemljišta - primjena postupka peletizacije. Geološki

glasnik, knj. XVI. JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, 173-180 str., Podgorica.

Radusinović, S., 2005: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog kamena ležišta "Klikovače", sa stanjem rezervi 31.12.2005. godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica, 65 str., Podgorica.

Radusinović, S., 2007: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog kamena ležišta "Maljat", sa stanjem rezervi 31.12.2006. godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 68 str., Podgorica.

Rašović, S., Škuletić, D., 1974: Konačan izvještaj o rezultatima istraživanja ukrasnog kamena lokalnosti Jovanovići (Močila) i Kriva ploča u toku 1972 i 1973 godine. Zavod za geološka istraživanja SRCG, 36 str., Titograd.

Reijers, T. J. A., Hsü, K. J., 1986: Manual of carbonate sedimentology - A Lexicographical Approach. Academic Press Inc. LTD, 283 pp., London.

Simić V., 2004: Prognozna ocena resursa kaolinitskih glina u sedimentnim basenima Srbije. Doktorska disertacija, Rudarsko - geološki fakultet, Beograd, 188 str.

Schmid, S.M., Bernoulli, D., Fugenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M. & Ustaszewski, K., (2008): The Alpine -Carpathian - Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. Swiss J. Geosci., 101: 139-183 pp.

Sekulić, Ž., 2011: Kalcijum karbonatne i kvarcne sirovine i njihova primjena. Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, 142 str., Beograd.

Tišljar, J., 1987: Petrologija sedimentnih stijena. Tehnička knjiga, 242 str., Zagreb.

Tišljar, J., 2001: Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja, 375 str., Zagreb.

Tucker, E. Maurice, Wright V. Paul, Dickson, D. A., 1990: Carbonate sedimentology. Blackwell Scientific Publications, Oxford-London-Edinburgh-Boston-Melbourne, 468 p.

Vakanjac, B., 1974: Prirodna mineralna punila, varijeteti i domaća sirovinna baza. Zbornik radova RGMF - Beograd, , sv. 17, 127-146 str., Beograd.

Vakanjac, B., 1992: Geologija ležišta nemetaličnih mineralnih sirovina. Posebno izdanje br. 4, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko - geološki fakultet, Katedra ekonomske geologije, 323 str., Beograd.

Vasić, I., 1998: Ocena perspektivnosti geoloških sredina i rangiranje perspektivnih površina arhitektonsko - građevinskog kamena u uslovima niske istraženosti. Zbornik radova XIII kongresa geologa Jugoslavije, knj. IV, 411-416 str., H. Novi.

Vasić, I., 1998: Značaj kontrolnih faktora, indikacija produktivnosti i kriterijuma za vrednovanje stena i stenskih masa kod istraživanja arhitektonsko - građevinskog kamena. Zbornik radova XIII kongresa geologa Jugoslavije, Knj. IV, 437-440 str., H. Novi.

Vasić, I., Oljača, M., 1991: Osnovi analize perspektivnosti geoloških formacija u problematici istraživanja ležišta arhitektonsko - građevinskog kamena. Tehnika, RGM 42, 9-10, 607-610, str., Beograd.

Vidović, M., 1970: Prilog reonizaciji i morfotektonici Spoljnih Dinarida. Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, 2 del, , 67-71 str., Ljubljana.

Vilotijević, B., Božović, D., 2008: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena ležišta "Visočica", sa stanjem rezervi 31.12.2007. godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 76 str., Podgorica.

Vilotijević, B., Božović, D., 2013: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog

kamena ležišta "Visočica", sa stanjem rezervi 31.12.2013. godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 78 str., Podgorica.

Vilotijević, B., Radusinović, S., 2010: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena ležišta "Maljat", sa stanjem rezervi 31.12.2009. godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 91 str., Podgorica.

Vilotijević, B., Radusinović, S., 2015: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog i tehničko - građevinskog kamena ležišta "Maljat", sa stanjem rezervi 31.12.2014. godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja, 91 str., Podgorica.

Vujisić, P., 2001: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog kamena ležišta Radujev krš, sa stanjem rezervi 31.12.2000. godine. FSD Ministarstva ekonomije Crne Gore, 52 str., Podgorica.

Wilson, J. L., 1975: Carbonate facies in geologic history. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 471 p.

Wilson, J.L., Jordan, C., 1983: Middle shelf environment-In: Scholle. P.A.; Bebout, D.G. i Moore, C.H. (eds.): Carbonate Depositional Environment. Amer. Assoc. Petroleum Geol. Memoir 33. 298-343 p.

Žic, J., 1988: Projekat osnovnih geoloških istraživanja karbonatnih stijena kao sirovine za proizvodnju punila u industriji i građevinarstvu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 38 str., Podgorica.

Žic, J., 1990: Izvještaj o tehnološkim ispitivanjima karbonatnih stijena kao sirovine za proizvodnju punila u industriji i građevinarstvu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 23 str., Podgorica.

Žic, J., Milić, D., 1989: Izvještaj o izvršenim osnovnim geološkim istraživanjima karbonatnih stijena kao sirovine za proizvodnju punila u industriji i građevinarstvu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 58 str., Podgorica.

Žic, J., Žugić, M., 1997: Izvještaj o oprobavanju ležišta krečnjaka Vinići, Kriva ploča (Slatina), Maljat, Visočica i Kakaritska Gora, ležišta mermera Žoljevica i ležišta dolomite Virpazar kao sirovine za karbonatna punila. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 11 str., Podgorica.

Živaljević, M., 1989: Tumač Geološke karte SR Crne Gore, 1:200 000. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, 59 str., Titograd.

Živaljević, M., Pajović, M., Đokić, V., Škuletić, D., 1967: Tumač za OGK SFRJ, list Titograd (K 34-51), 1:100 000.- Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, 57 str., Titograd.

Žugić, M., 1988: Projekat detaljnih geoloških istraživanja arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena ležišta "Suk" za 1986. godinu. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 30 str., Podgorica.

Žugić, M., 1989: Elaborat o izvršenim osnovnim geološkim istraživanjima arhitektonsko - građevinskog (ukrasnog) kamena ležišta "Vinići" kod Danilovgrada. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 27 str., Podgorica.

Žugić, M., 1997: Elaborat o kategorizaciji, klasifikaciji i proračunu rezervi arhitektonsko - građevinskog kamena ležišta "Maljat" kod Danilovgrada, knjiga I, stanje rezervi 31.12. 1996. godine. FSD Instituta za tehnička istraživanja, 57 str, Podgorica.

GRAFIČKI PRILOZI

SPISAK GRAFIČKIH PRILOGA:

Prilog 1: Geološka karta šireg područja rudnog reona Bjelopavlića i prateći geološki profil A-B, 1:100 000

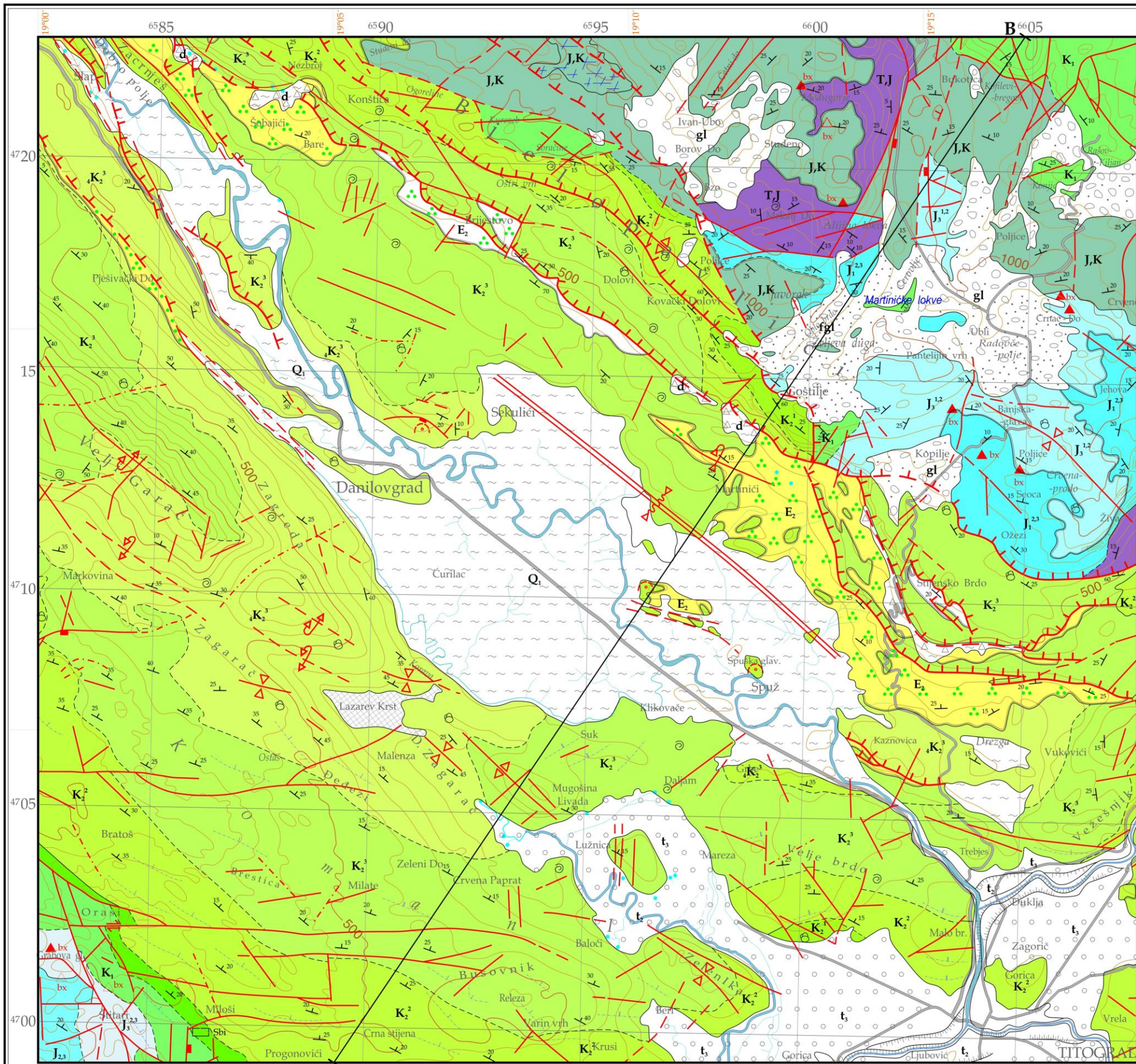
Prilog 2: Geološka karta rudnog reona Bjelopavlića sa pratećim geološkim profilima A-B, C-D, E-F i G-H, 1:75 000

Prilog 3: Litostratigrafska korelacija rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sedimenata rudnog reona Bjelopavlića

Prilog 4: Diferencijalno - termičke (DTA) i termogravimetrijske analize (TG)

Prilog 5: Oleata rasprostranjenja i potencijalnosti rudnih formacija i subformacija arhitektonsko - građevinskog kamena na području rudnog reona Bjelopavlića, 1:75 000

Prilog 6: Oleata rasprostranjenja i potencijalnosti rudnih formacija i subformacija karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića, 1:75 000



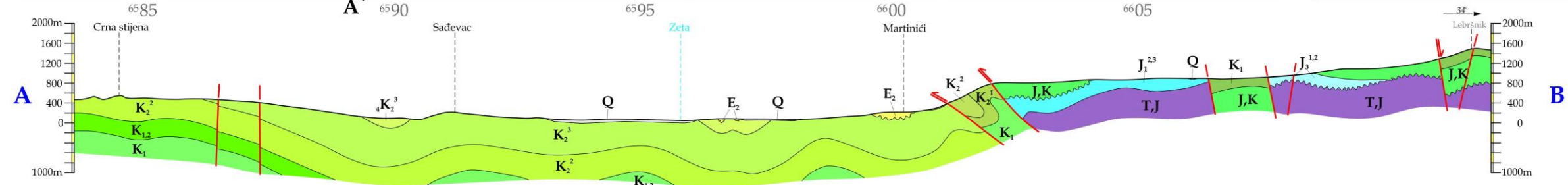
LEGENDA:

GEOLOŠKE JEDINICE:

- Deluvijum
- Crvenica
- Najniža terasa
- Srednja terasa
- Najviša terasa
- Žutozelene i bjeličaste gline
- Fluvioglacijalni sedimenti
- Morene
- E₂ Fliš: konglomerati, pješčari, pjeskoviti krečnjaci i laporci - srednji eocen
- K₂³ Bjeličasti laporoviti krečnjaci - mastriht
- K₂² Sivobjeličasti krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti - senon
- K₂¹ Dolomiti, dolomitični krečnjaci i krečnjaci - turon
- K_{1,2} Bituminozni krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti - cenoman
- K₁ Dolomiti, dolomitični krečnjaci i krečnjaci alb - cenoman
- J,K Krečnjaci, laporoviti krečnjaci, dolomitičnikrečnjaci i dolomiti
- J_{2,3} Sprudni, masivni i stratifikovani krečnjaci
- J₃^{2,3} Dolomitični krečnjaci, dolomit i krečnjaci - kimeridž portland
- J₃^{1,2} Sivi i bjeličasti krečnjaci i dolomit - oksford, kimeridž
- J_{2,3} Stratifikovani dolomiti i krečnjaci - doger, oksford i dio kimeridža
- J₁^{2,3} Litiotiski krečnjaci, glinoviti škriljci i škriljasti laporci
- T,J Krečnjački dolomiti, dolomitični krečnjaci i prekrystalisali krečnjaci sa rožnacija - retolijas

STANDARDNE OZNAKE:

- Normalna granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana
- Erozijska granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana
- Erozijska diskordantna granica na profilu
- Elementi pada sloja
- Trase površina slojevitosti fotogeološki osmatrane: za površinu blagog pada i srednjeg pada
- Osa uspravne ili kose antiklinale i sinklinale
- Osa prevrnutne ili pogle antiklinale i sinklinale
- Osa uspravnog ili kosog sinklinorijuma
- Tonjenje ose antiklinale ili sinklinale
- Rasjed bez oznake karaktera osmatran i pokriven ili aproksimativno lociran
- Rasjed pretpostavljen i fotogeološki osmatran
- Relativno kretanje krila rasjeda horizontalnog tipa i relativno spušten blok
- Čelo kraljušti utvrđeno i pokriveno ili aproksimativno locirano
- Terasni odsjek
- Ležišta arhitektonsko-gradevinskog kamena
- Ležišta i pojave boksita
- Pojave bituminoznih škriljaca



D. M. Božović: "Mineragenija i potencijalnost karbonatnih ..." - doktorska disertacija -

GEOLOŠKA KARTA ŠIREG PODRUČJA RUDNOG REONA BJELOPAVLJIĆA, 1:50 000

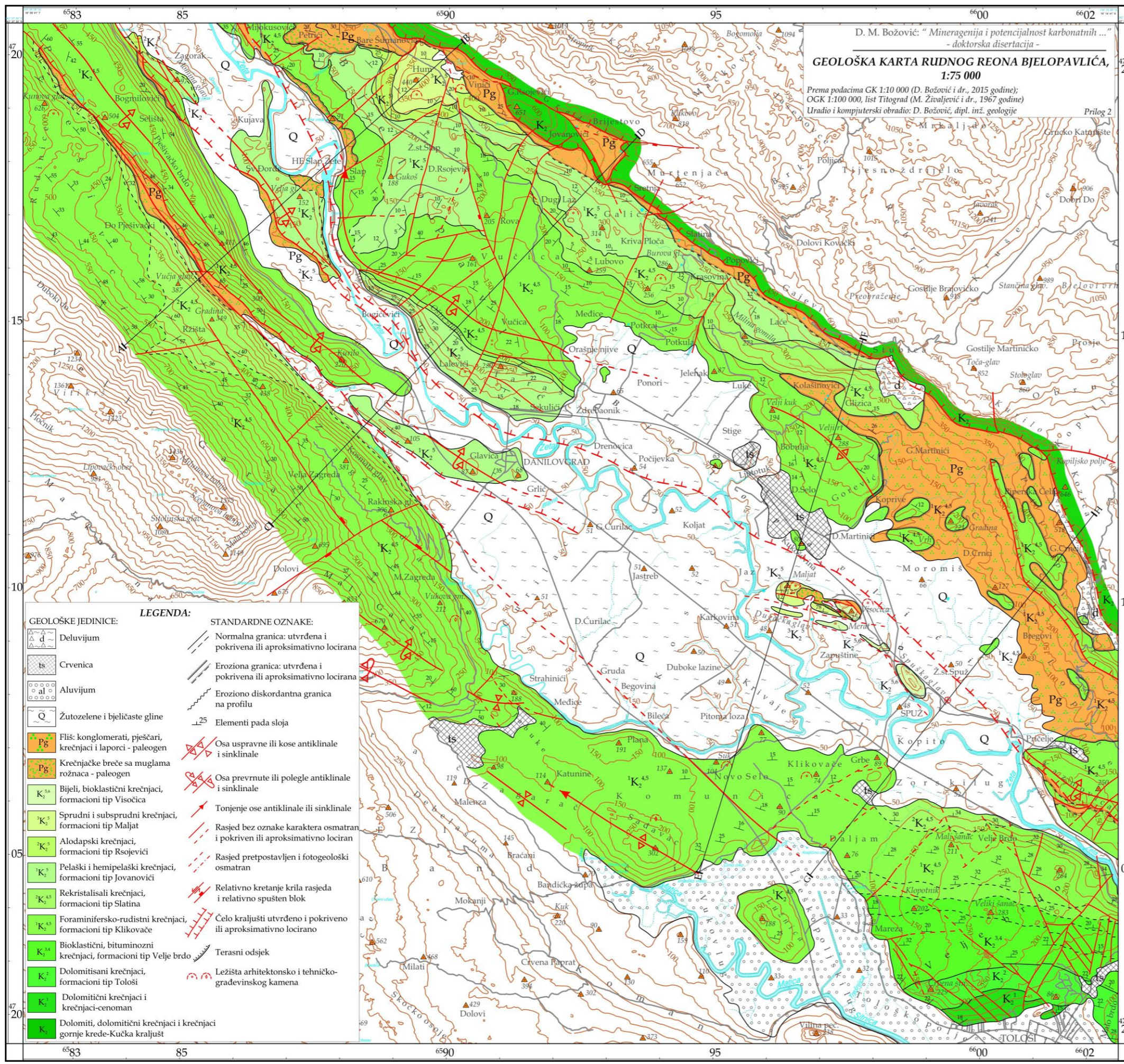
Prema podacima: OGK 1:100 000, list Titograd
(M. Živaljević i dr., 1967 godine)
Kompiuterska obrada: D. Božović, dipl. inž. geologije

Prilog 1

D. M. Božović: "Mineralogija i potencijalnost karbonatnih ..."
 - doktorska disertacija -
GEOLOŠKA KARTA RUDNOG REONA BJELOPAVLIČA,
1:75 000

Prema podacima GK 1:10 000 (D. Božović i dr., 2015. godine);
 ODK 1:100 000, list Titograd (M. Živaljević i dr., 1967. godine)
 Uradio i kompjuterski obradio: D. Božović, dipl. inž. geologije

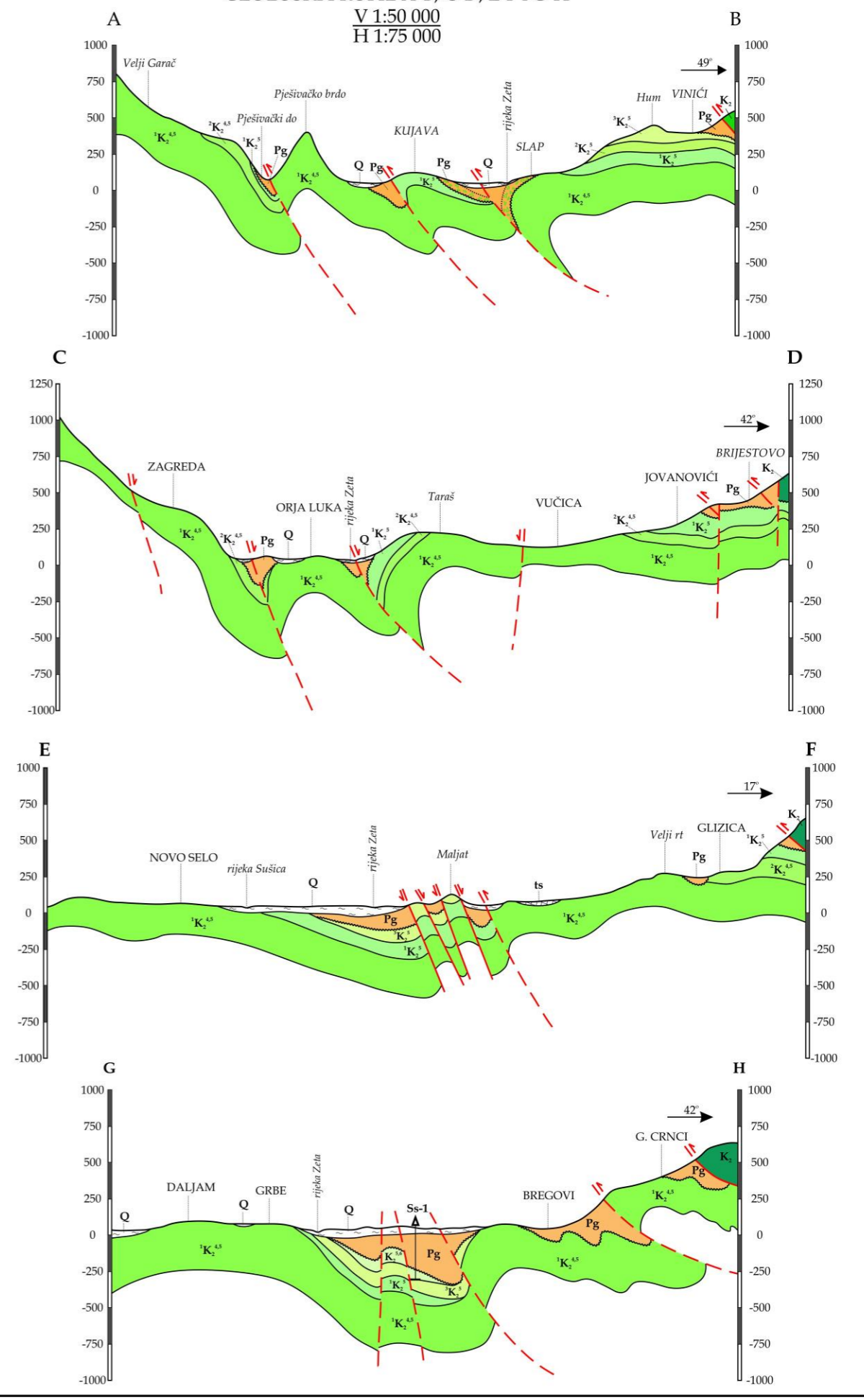
Prilog 2



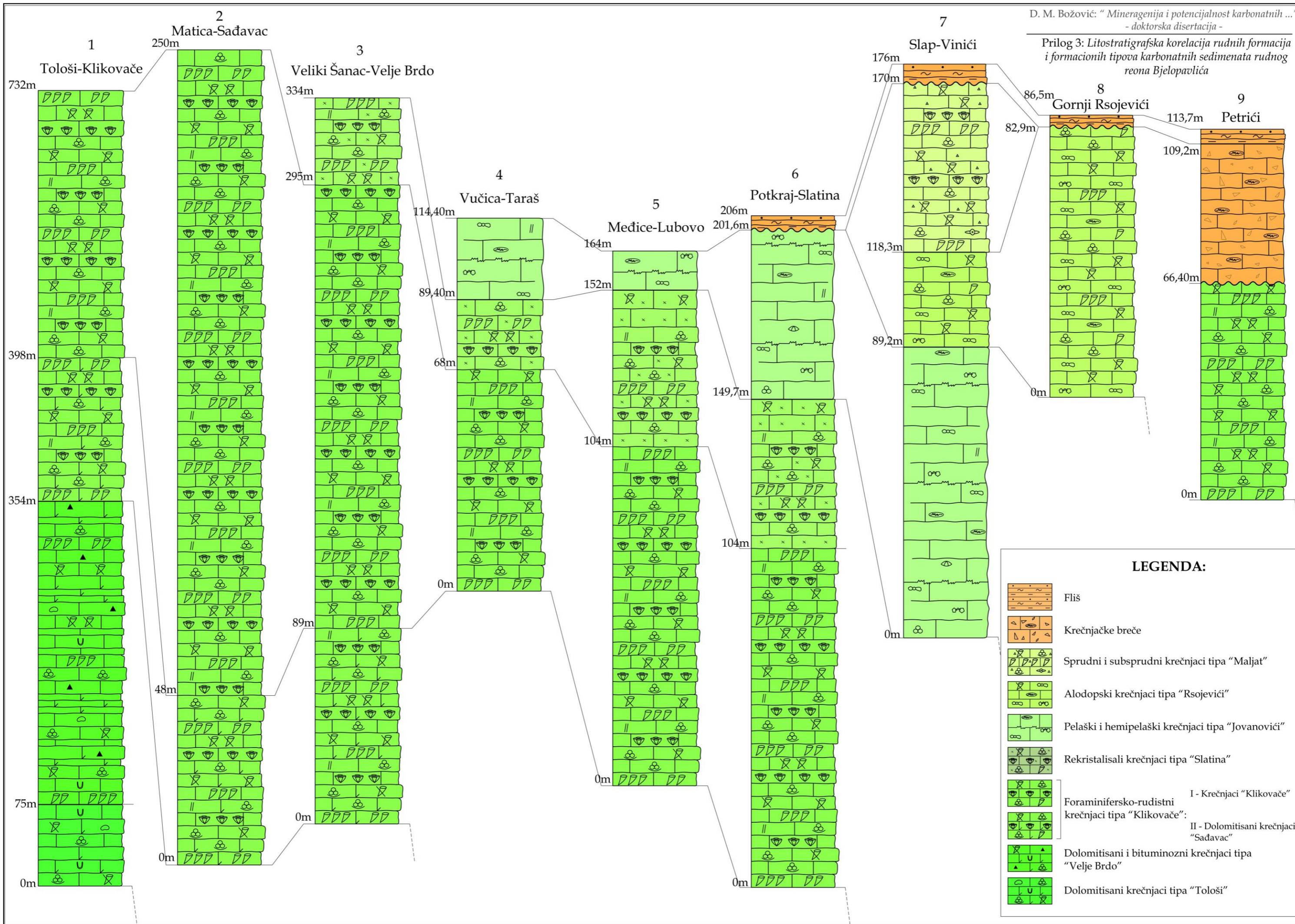
| GEOLOŠKE JEDINICE: | | LEGENDA: | | STANDARDNE OZNAKE: | |
|--------------------|--|----------|--|--------------------|--|
| | Deluvijum | | Normalna granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana | | Normalna granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana |
| | Crvenica | | Eroziona granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana | | Eroziona granica: utvrđena i pokrivena ili aproksimativno locirana |
| | Aluvijum | | Eroziono diskordantna granica na profilu | | Eroziono diskordantna granica na profilu |
| | Žutozelene i bjeličaste gline | | Elementi pada sloja | | Elementi pada sloja |
| | Fliš: konglomerati, pješčari, krečnjaci i laporci - paleogen | | Osa uspravne ili kose antiklinale i sinklinale | | Osa uspravne ili kose antiklinale i sinklinale |
| | Krečnjačke breče sa muglama rožnaca - paleogen | | Osa prevrnutne ili pogle antiklinale i sinklinale | | Osa prevrnutne ili pogle antiklinale i sinklinale |
| | Bijeli, bioklastični krečnjaci, formacioni tip Visočica | | Tonjenje ose antiklinale ili sinklinale | | Tonjenje ose antiklinale ili sinklinale |
| | Sprudni i subsprudni krečnjaci, formacioni tip Maljat | | Rasjed bez oznake karaktera osmatran i pokriven ili aproksimativno lociran | | Rasjed bez oznake karaktera osmatran i pokriven ili aproksimativno lociran |
| | Alodapski krečnjaci, formacioni tip Rsojevići | | Rasjed pretpostavljen i fotogeološki osmatran | | Rasjed pretpostavljen i fotogeološki osmatran |
| | Pelaški i hemipelaški krečnjaci, formacioni tip Jovanovići | | Relativno kretanje krila rasjeda i relativno spušten blok | | Relativno kretanje krila rasjeda i relativno spušten blok |
| | Rekrystalisali krečnjaci, formacioni tip Slatina | | Čelo kraljštii utvrđeno i pokriveno ili aproksimativno locirano | | Čelo kraljštii utvrđeno i pokriveno ili aproksimativno locirano |
| | Foraminifersko-rudistni krečnjaci, formacioni tip Klikovače | | Terasni odsjek | | Terasni odsjek |
| | Bioklastični, bituminozni krečnjaci, formacioni tip Velje brdo | | Ležišta arhitektonsko i tehničko-građevinskog kamena | | Ležišta arhitektonsko i tehničko-građevinskog kamena |
| | Dolomitisani krečnjaci, formacioni tip Tološi | | | | |
| | Dolomitni krečnjaci i krečnjaci-cenoman | | | | |
| | Dolomiti, dolomitni krečnjaci i krečnjaci gornje krede-Kučka kraljšt | | | | |

GEOLOŠKI PROFIL A-B, C-D, E-F i G-H

V 1:50 000
 H 1:75 000

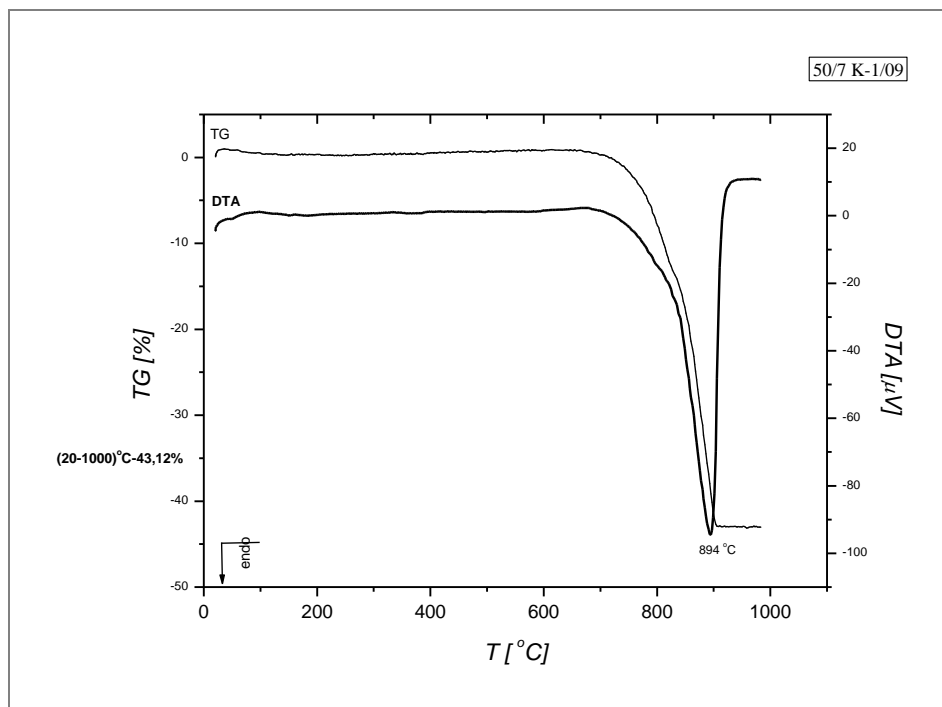


Prilog 3: Litostratigrafska korelacija rudnih formacija i formacionih tipova karbonatnih sedimenata rudnog reona Bjelopavlića

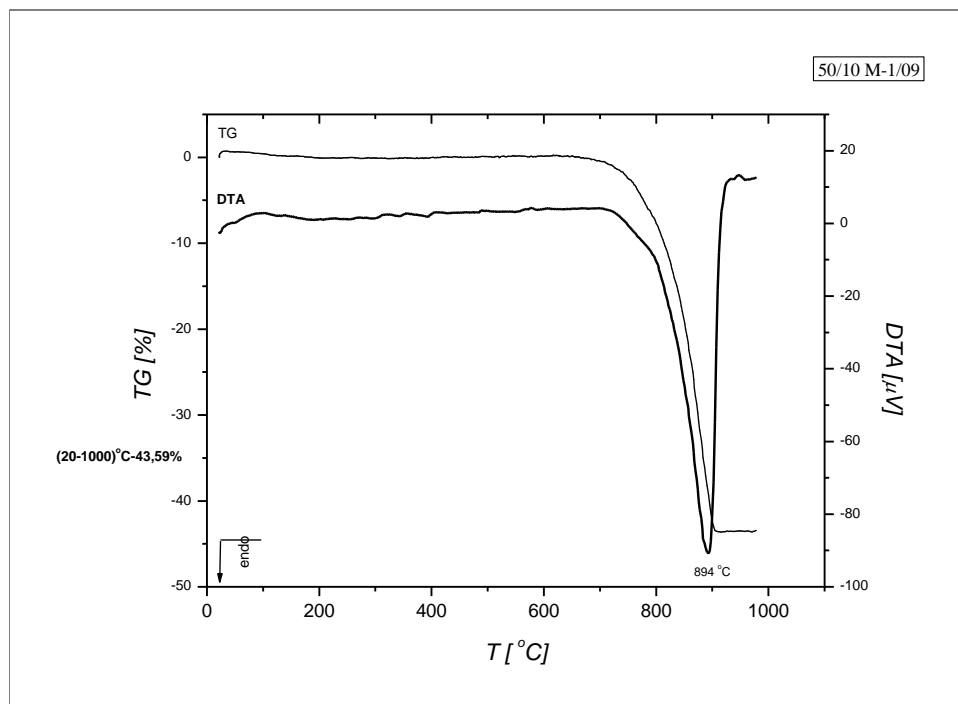


PRILOG 4

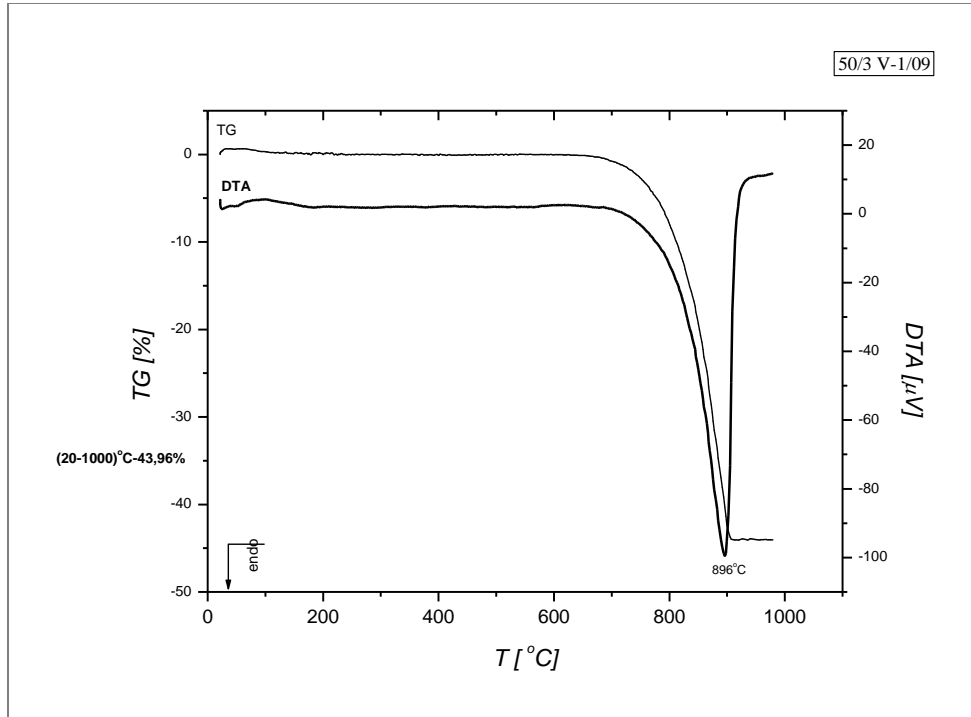
- Određivanje mineraloškog sastava, odnosno termogravimetrijske i diferencijalno termičke analize (TG i DTA analize)



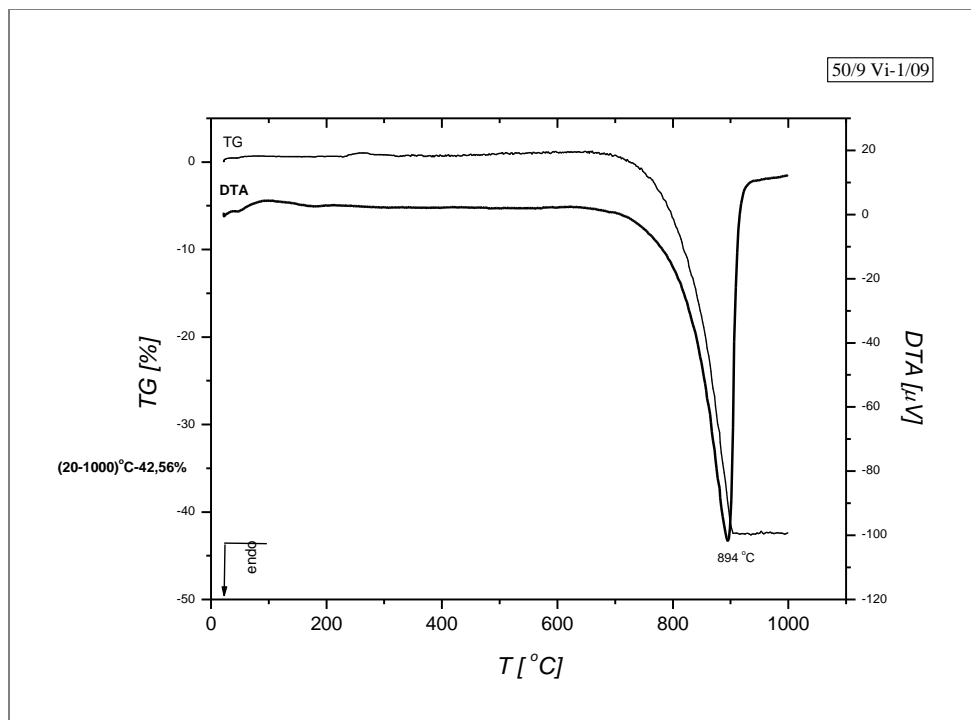
Slika 4.1: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka K-1/10 (Klikovače)



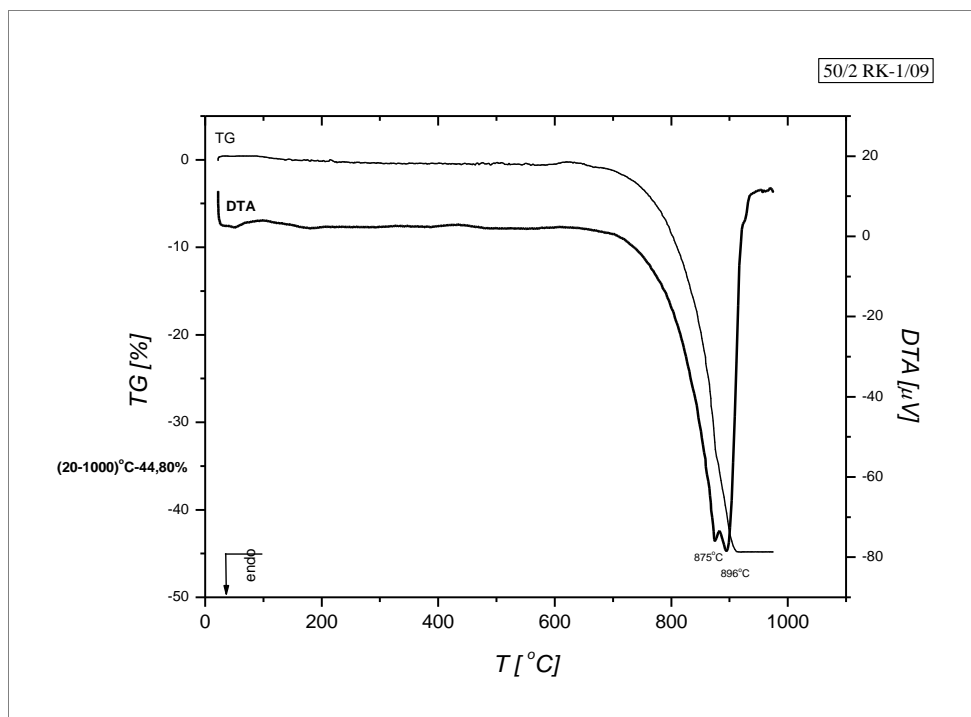
Slika 4.2: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka M-1/10 (Maljat)



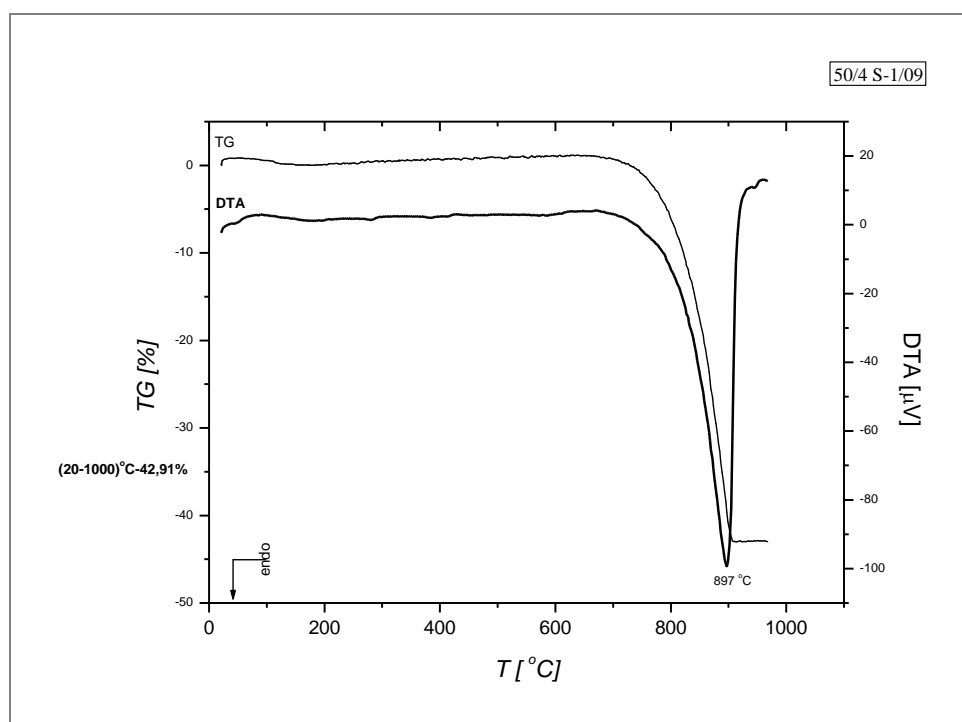
Slika 4.3: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka V-1/10 (Visočica)



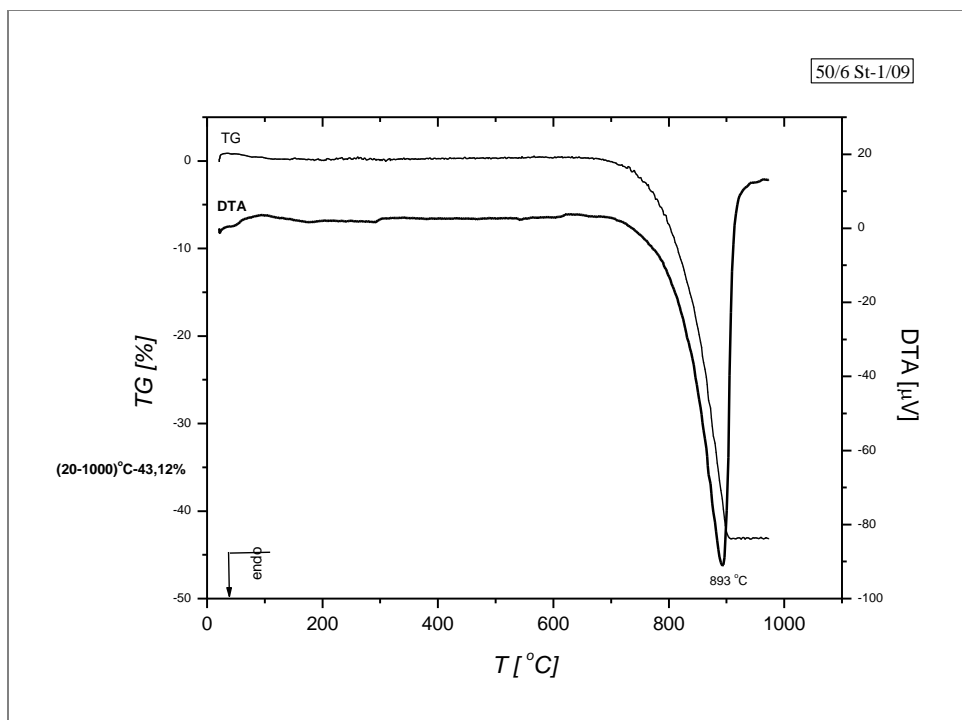
Slika 4.4: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka VČ-1/10 (Vinići)



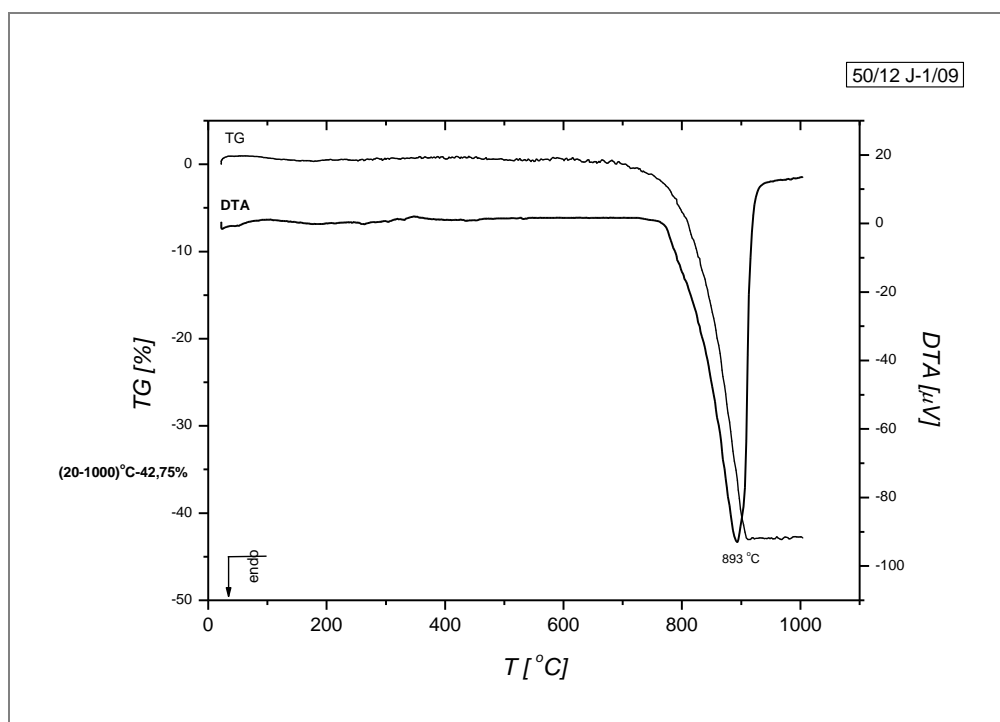
Slika 4.5: Termički (DTA/TG) dijagrami uzorka krečnjaka RK-1/10 (Radujev krš)



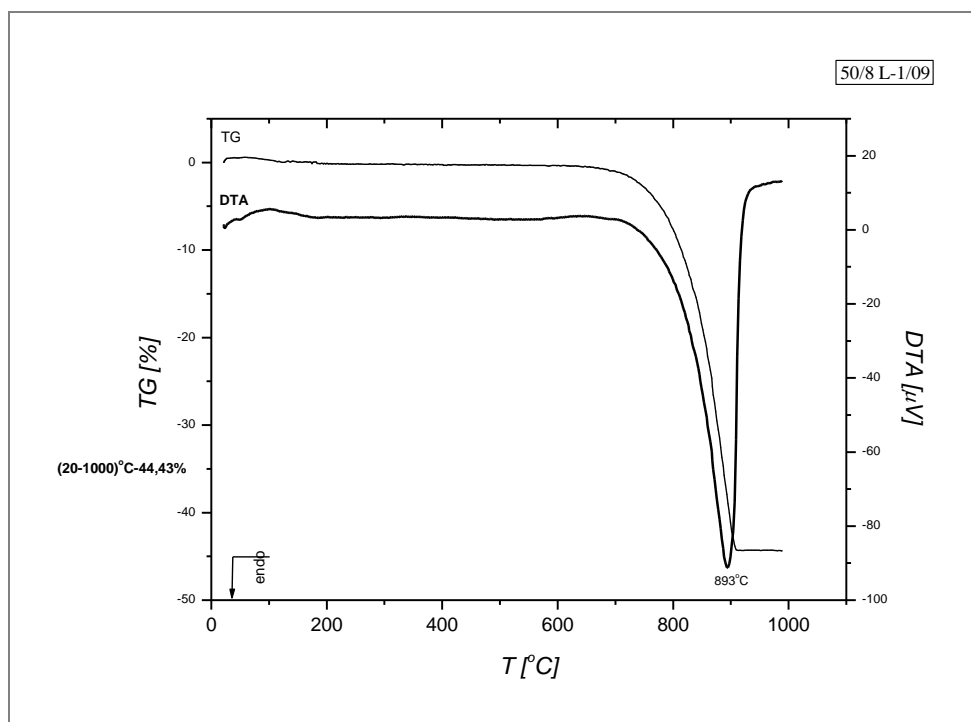
Slika 4.6: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka S-1/10 (Suk)



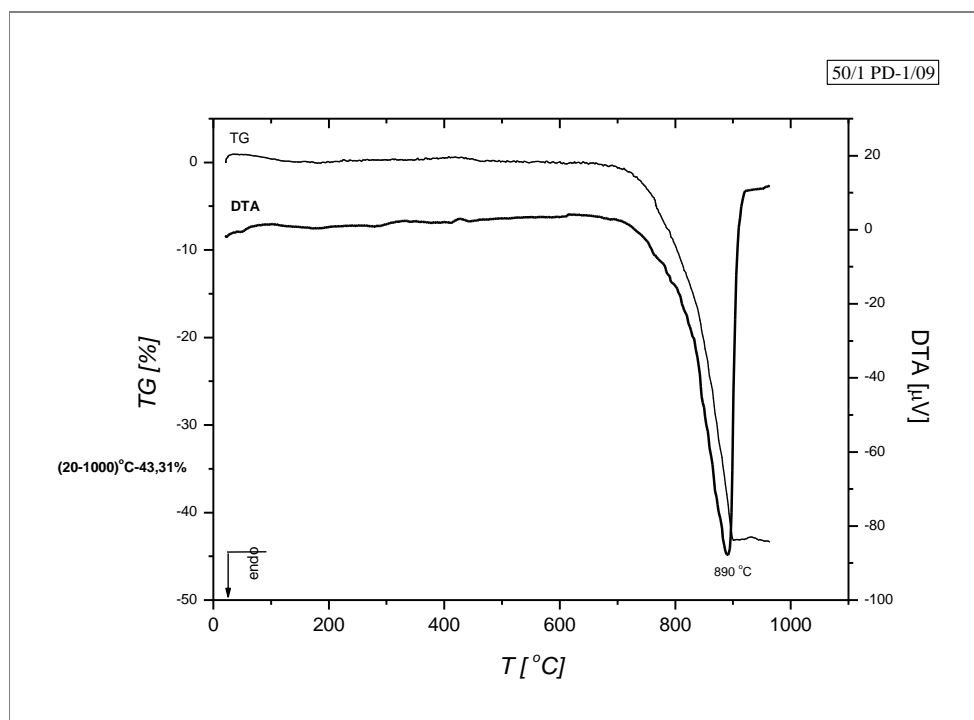
Slika 4.7: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka SL-1/10 (Slatina)



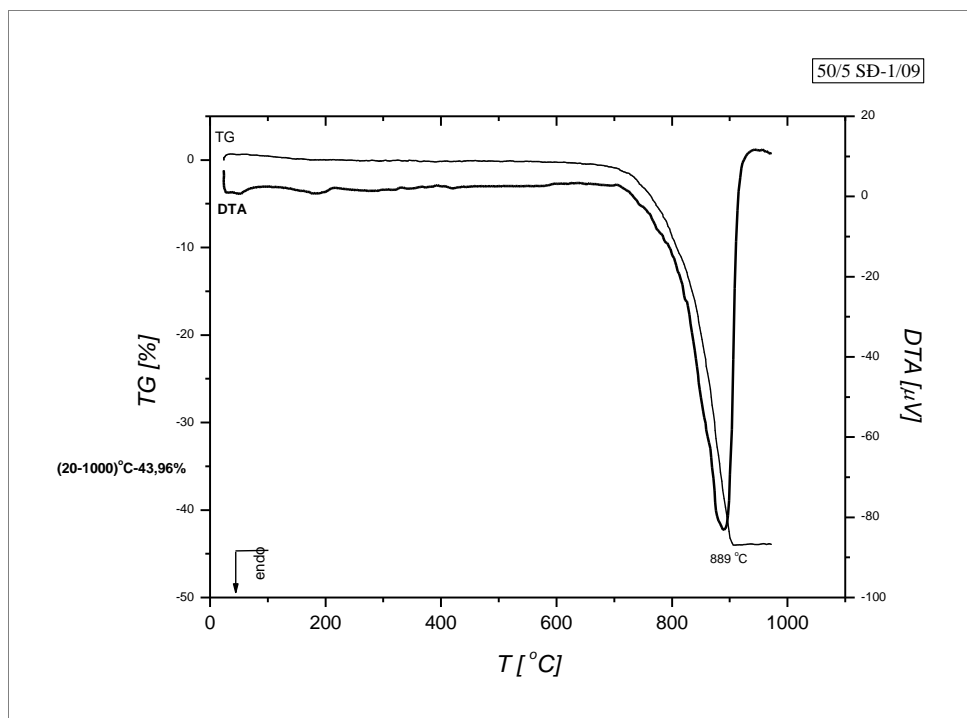
Slika 4.8: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka J-1/10 (Jovanovići)



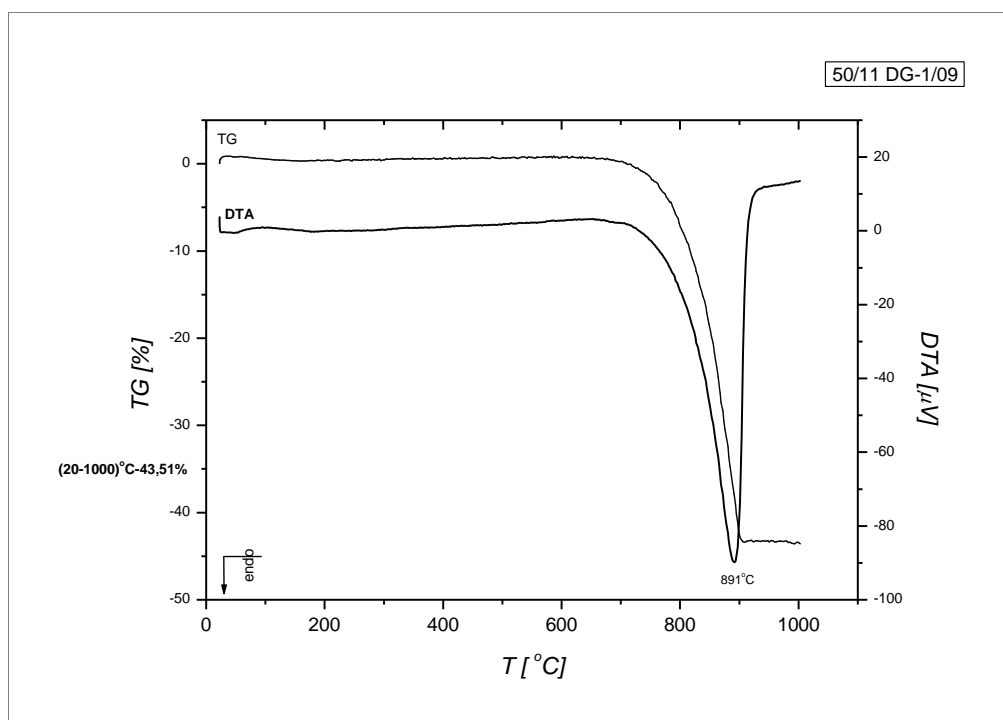
Slika 4.9: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka L-1/10 (Lalevići)



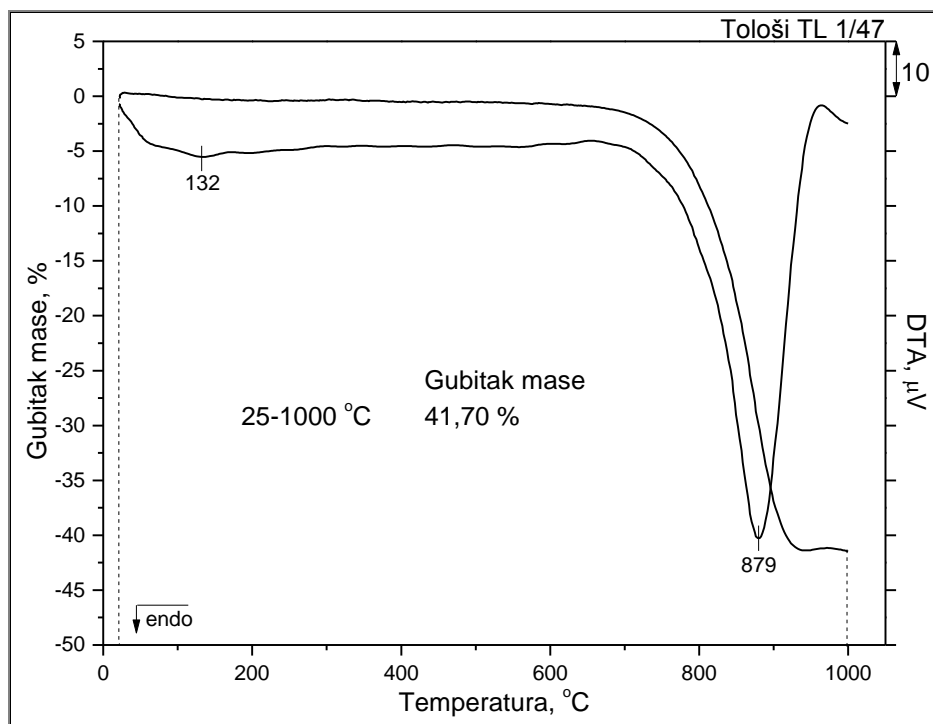
Slika 4.10: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka PD-1/10 (Pješivački do)



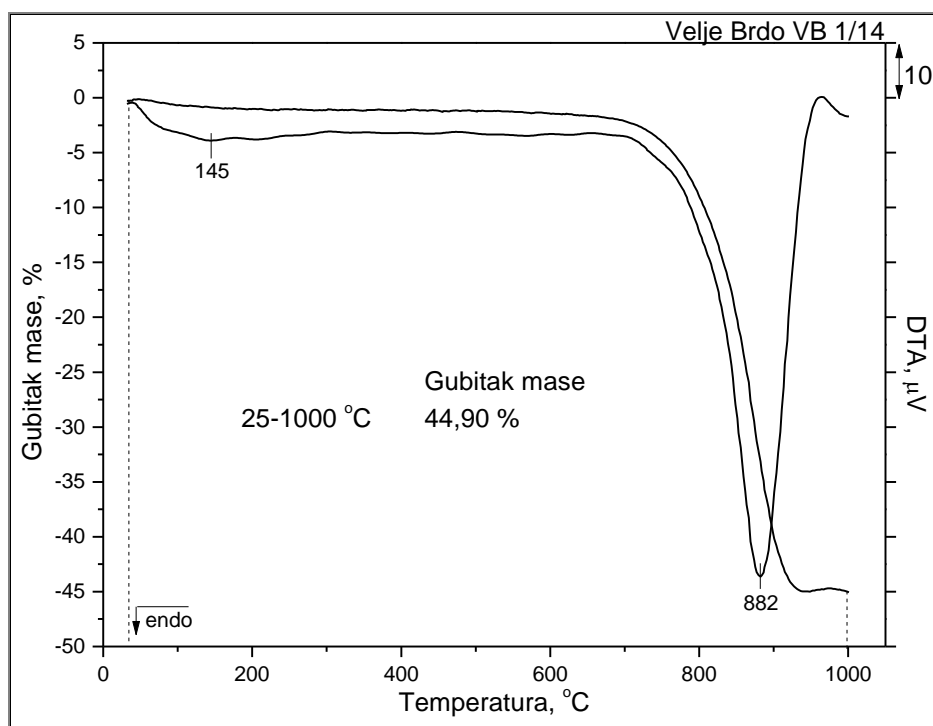
Slika 4.11: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka SD-1/10 (Sađavac)



Slika 4.12: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka MG-1/10 (Mali Garač)



Slika 4.13: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka TL-1/14 (Tološi)

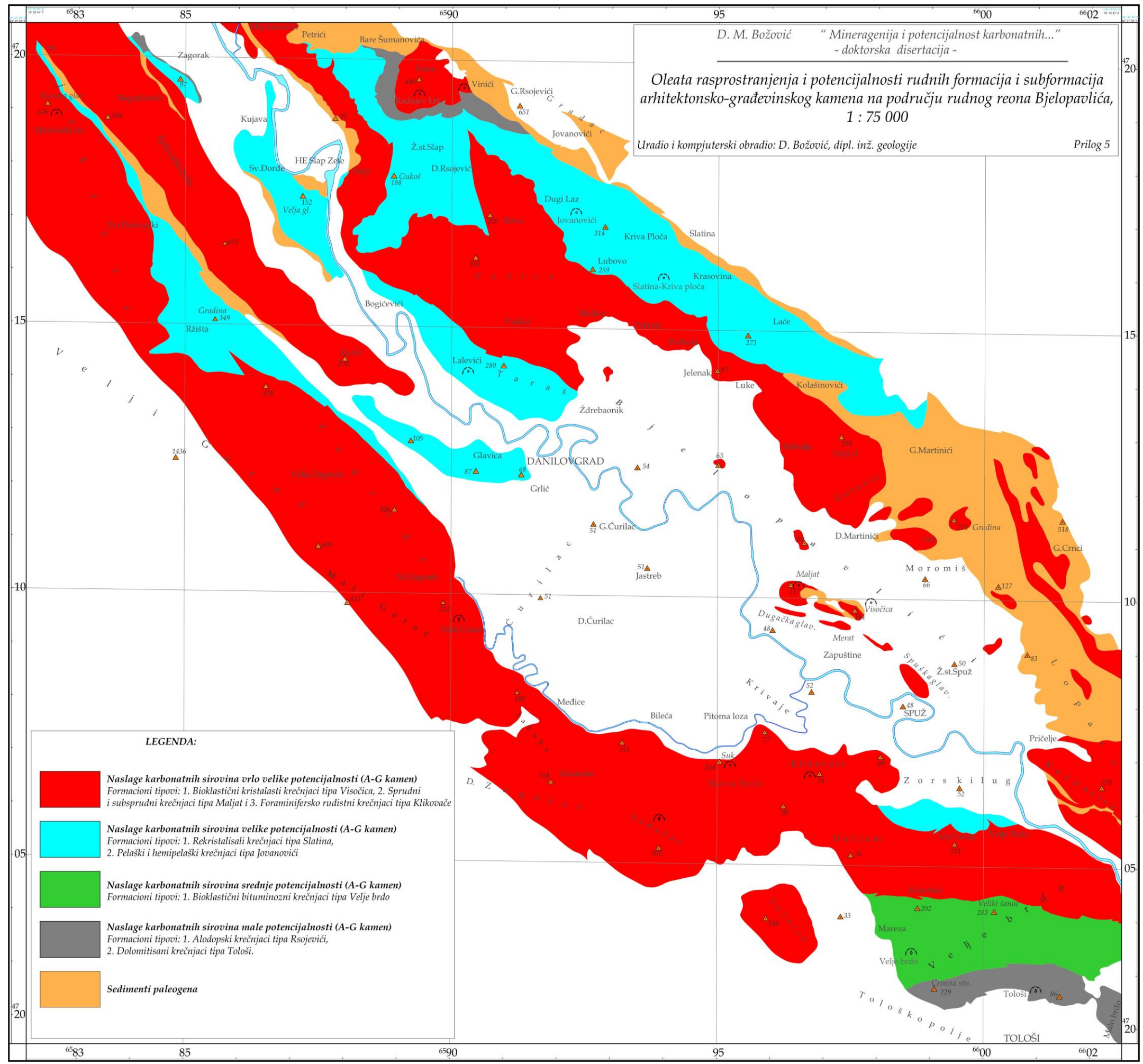


Slika 4.14: Termički dijagrami (DTA/TG) uzorka krečnjaka VB-1/14 (Velje brdo)

Oleata rasprostranjenja i potencijalnosti rudnih formacija i subformacija
arhitektonsko-geodivinskog kamena na području rudnog reona Bjelopavlića,
1 : 75 000

Uradio i kompjuterski obradio: D. Božović, dipl. inž. geologije

Prilog 5

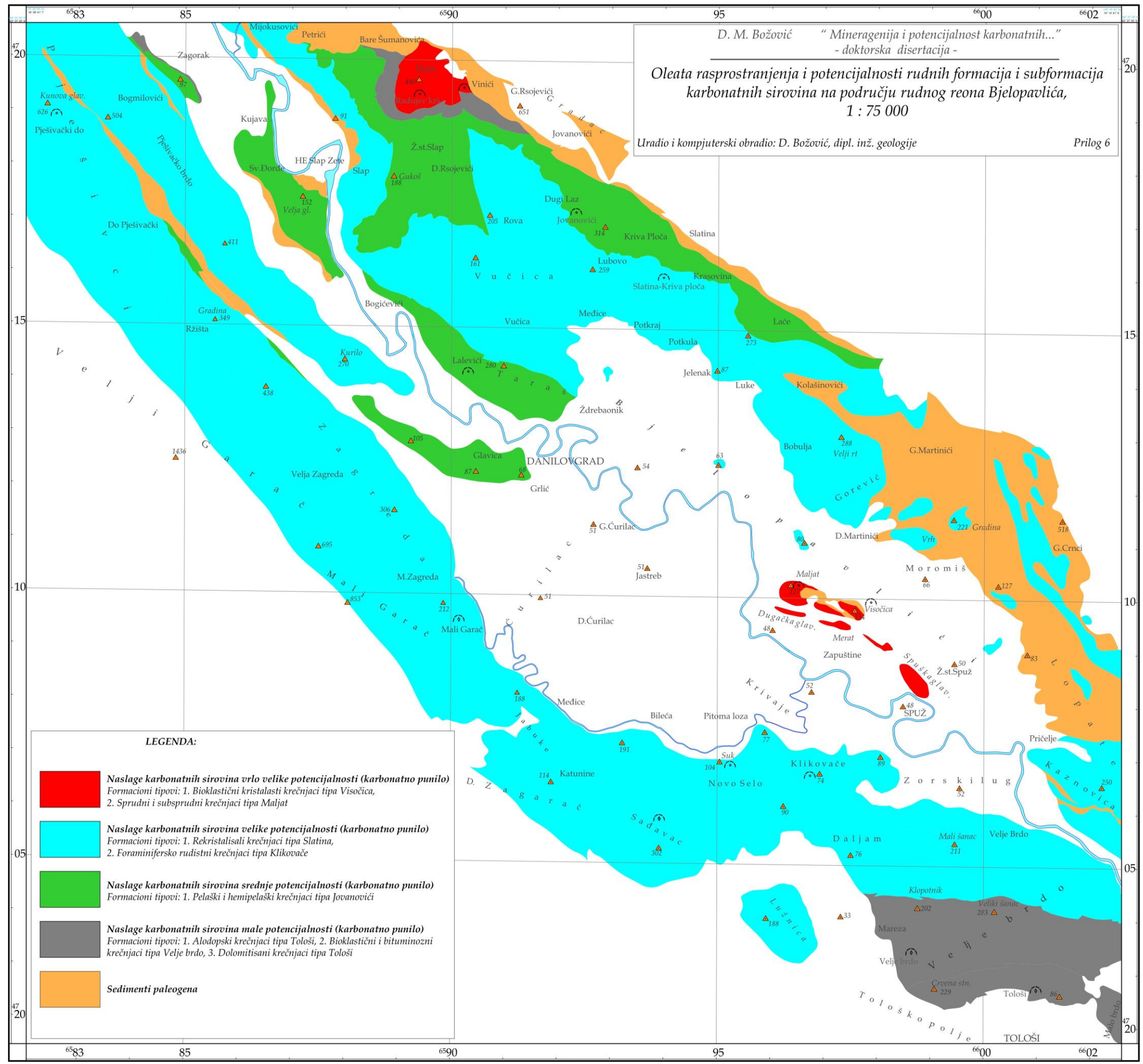


D. M. Božović "Mineragenija i potencijalnost karbonatnih..."
- doktorska disertacija -

Oleata rasprostranjenja i potencijalnosti rudnih formacija i subformacija
karbonatnih sirovina na području rudnog reona Bjelopavlića,
1 : 75 000

Uradio i kompjuterski obradio: D. Božović, dipl. inž. geologije

Prilog 6



LEGENDA:

- Naslage karbonatnih sirovina vrlo velike potencijalnosti (karbonatno punilo)**
Formacioni tipovi: 1. Bioklastični kristalasti krečnjaci tipa Visočica, 2. Sprudni i subsprudni krečnjaci tipa Maljat
- Naslage karbonatnih sirovina velike potencijalnosti (karbonatno punilo)**
Formacioni tipovi: 1. Rekrystalisali krečnjaci tipa Slatina, 2. Foraminifersko rudistni krečnjaci tipa Klikovače
- Naslage karbonatnih sirovina srednje potencijalnosti (karbonatno punilo)**
Formacioni tipovi: 1. Pelaški i hemipelaški krečnjaci tipa Jovanovići
- Naslage karbonatnih sirovina male potencijalnosti (karbonatno punilo)**
Formacioni tipovi: 1. Alodopski krečnjaci tipa Tološi, 2. Bioklastični i bituminozni krečnjaci tipa Velje brdo, 3. Dolomitisani krečnjaci tipa Tološi
- Sedimenti paleogena**

BIOGRAFIJA AUTORA

Darko Božović je rođen. 21. aprila 1973. godine u Nikšiću. Redovne studije na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu završio je u julu 1999. godine, a 2009. godine na istom fakultetu upisao je Doktorske studije iz oblasti geologije. U oktobru 2004. godine položio je stručni ispit čime je stekao Licencu za izradu geoloških projekata i elaborata.

Od septembra 2000. godine zaposlen je u JU Zavodu za geološka istraživanja, Podgorica, gdje radi na poslovima samostalnog geologa u Sektoru za regionalnu geologiju i mineralne sirovine. Od 2008. godine do danas obavlja funkciju Rukovodioca sektora za regionalnu geologiju i mineralne sirovine. Učestvovao je na izradi brojnih naučno-istraživačkih projekata, studija, izvještaja i elaborata o kompleksnim geološkim istraživanjima izvedenim na teritoriji Crne Gore iz oblasti osnovnih, tematskih i detaljnih geoloških istraživanja. Kao rukovodilac istraživanja, vodio je dva Projekta iz oblasti osnovnih i detaljnih geoloških istraživanja mineralnih sirovina a koji su u direktnoj vezi sa doktorskom disertacijom.

U okvirima svoje naučno-istraživačke djelatnosti radio je i na međunarodnom projektu SNAP SEE (Sustainable Aggregates Planning in South East Europe) - održivo upravljanje kamenim agregatima u Jugoistočnoj Evropi, projekat finansiran od strane IPA fondova Evropske unije za zemlje jugoistočne Evrope.

Takođe, autor je i koautor više Projektata detaljnih geoloških istraživanja za različite vrste mineralnih sirovina, Elaborata o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi različitih mineralnih sirovina (tehničko-građevinski kamen, šljunak i pijesak, arhitektonsko-građevinski kamen, Pb, Zn i Cu rude i dr.) i Studija o istraživanju i ispitivanju različitih vrste mineralnih sirovina, u prvom redu karbonatnih mineralnih sirovina.

Član je crnogorskog geološkog društva. Učestvovao je na brojnim domaćim i međunarodnim naučnim skupovima, na kojima je izlagao naučne radove iz oblasti geologije i istraživanja ležišta mineralnih sirovina.

Do sada ima devet naučnih i stručnih radova publikovanih u domaćim i inostranim časopisima i zbornicima. Od toga su 4 rada direktno vezana za realizaciju doktorske disertacije. Jedan rad prihvaćen je u časopisu sa SCI liste.

Прилог 1.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписани-а ДАРКО М. БОЖОВИЋ

број индекса Г 809/09

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

МИНЕРАГЕНИЈА И ПОТЕНЦИЈАЛНОСТ КАРБОНАТНИХ СИРОВИНА РУДНОГ

РЕОНА БЈЕЛОПАВЛИЋА (ЦРНА ГОРА)

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 12.05.2016 године

Дарко Божовић

Прилог 2.

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ДОКТОРСКОГ РАДА**

Име и презиме аутора ДАРКО М. БОЖОВИЋ

Број индекса Г 809/09

Студијски програм Геологија

Наслов рада: МИНЕРАГЕНИЈА И ПОТЕНЦИЈАЛНОСТ КАРБОНАТНИХ
СИРОВИНА РУДНОГ РЕОНА БЈЕЛОПАВЛИЋА (ЦРНА ГОРА)

Ментор Проф. Др Владимир Симић

Потписани/а Дарко Божовић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 12.05.2016 године

Дарко Божовић

Прилог 3.

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**МИНЕРАГЕНИЈА И ПОТЕНЦИЈАЛНОСТ КАРБОНАТНИХ СИРОВИНА РУДНОГ
РЕОНА БЈЕЛОПАВЛИЋА (ЦРНА ГОРА)**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 12.05.2016 године



1. Ауторство - Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.