

UNIVERZITET U BEOGRADU  
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Slobodan S. Radusinović

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA  
RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I  
PREKORNICA, CRNA GORA**

Doktorska disertacija

Beograd, 2017

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Slobodan S. Radusinović

**METALOGENY OF JURASSIC KARSTIC  
BAUXITES OF VOJNIK-MAGANIK AND  
PREKORNICA MINING AREAS, MONTENEGRO**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017



Mentor:

Dr Rade Jelenković, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet Beograd

Uža naučna oblast: Ekonomska geologija

Članovi komisije:

Dr Vladimir Simić, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu - Rudarsko-geološki fakultet Beograd

Uža naučna oblast: Ekonomska geologija

Dr Jovan Kovačević, dipl. inženjer geologije, viši naučni saradnik

Geološki zavod Srbije

Uža naučna oblast: Ekonomska geologija

Datum odbrane doktorske disertacije:

---

## ZAHVALNOST

Brojni su pojedinci i organizacije koje su mi pružili nesebičnu pomoć u prikupljanju podataka i izradi doktorske disertacije.

U prvom redu, iskreno se zahvaljujem mentoru, profesoru dr Radetu Jelenkoviću, na trudu koji je uložio u defenisinju teme, stalnom podsticaju na rad, strpljenju i razumijevanju. Njegova pomoć pri interpretaciji rezultata, razgovori i diskusije vezene za genezu karstnih boksita, značajno su doprinijeli u tumačenju bitnih pitanja ovog rada.

Posebno se zahvaljujem profesoru dr Vladimiru Simiću na korisnim sugestijama pri interpretaciji rezultata geohemijskih i mineraloških ispitivanja boksita, kao i na racionalnim i jasnim savjetima. Zahvaljujem se i dr Jovanu Kovačeviću, dipl. inž. geologije, višem naučnom saradniku Geološkog zavoda Srbije na korisnim sugestijama.

Naročitu zahvalnost izražavam dr Marku Pajoviću, dipl. inž. geologije, mom velikom prijatelju, na iskrenoj pomoći u dosadašnjem radu i izradi disertacije. Zahvaljujem mu na svakodnevnom razgovorima i diskusijama o geologiji i genezi boksita na našim prostorima, obimnoj fondovskoj dokumentaciji i publikovanim radovima koje mi je stavio na raspolaganje.

Zahvaljujem se takođe i kolegama Ranku Svrkoti, mr Draganu Iliću i pok. dr Mirku Mirkoviću, dipl. inženjerima geologije, koji su me iskreno i toplo prihvatili kao saradnika. Od njih sam učio, sa njima proveo nezaboravne terenske dane i zajednički radio u Geološkom zavodu Crne Gore.

Zahvalnost dugujem i prof. dr Dragani Životić na svesrdnoj pomoći kod obrade i interpretacije dijela rezultata geohemijskih i mineraloških ispitivanja, prof. dr Marinku Toljiću za pomoć u tumačenju paleotektonskih i paleomorfoloških uslova u Dinaridima tokom mezozoika, dr. sc. Zoranu Pehu i doc. dr. sc. Slobodanu Miki iz Hrvatskog geološkog instituta na pomoći u statističkoj obradi podataka geohemijskih analiza i interpretaciji rezultata, doc. dr Aleksandru Pačevskom na determinaciji minerala elemenata rijetkih zemalja, akademiku prof. dr Vidojku Joviću na pomoći u samom početku razvijanja ideje o sistematskom istraživanju elemenata rijetkih zemalja u boksitima Crne Gore, pomoći tokom studija i obezbjeđivanju publikacija iz oblasti geohemije, Željku Dediću, dipl. inž. geologije i mr. sc. Borisu Kruku, dipl. inž. geologije iz HGI-a na podršci i pomoći u obradi dijela kartografskog materijala za disertaciju i saradnicima sa RGF-a: prof. dr Nebojši Vasiću, doc. dr Predragu Vuliću, Bojanu Kostiću, stručnom saradniku i prof. dr Suzani Erić, na izvršenim mineraloškim analizama bokista.

Zahvaljujem se kolegi dr Darku Božoviću na dugogodišnjoj saradnji, Dejanu Kaluđeroviću, dipl. inženjeru tehnologije, kolegama Ivanu Daniloviću i Vasiliju Abramoviću, dipl. inženjerima geologije i tehničkim saradnicima Ljubiši Janoševiću, geološkom tehničaru i Vukmanu Avramoviću, hemijskom tehničaru.

Iskreno se zahvaljujem i kolegamicama: Jeleni Milutin, Dini Skarep i Božici Jovanović, dipl. inženjerima geologije na tehničkoj pomoći i podršci, Ivani Radošević, Marini Đurić, Dušici Garčević i Slavki Janošević, kao i svim kolegama iz Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore koji su me podržavali u radu.

Posebno se zahvaljujem uvaženom prof. dr Novaku Blečiću koji me je tokom osnovnih studija zainteresovao za istraživanje boksita i bio mentor prilikom izrade diplomskog rada i poštovanom kolegi Vuksanu Kecojeviću, dipl. inž. geologije iz Rudnika boksita Nikšić, koji mi je je tokom izrade diplomskog i stručnog rada prenosio svoje bogato istraživačko iskustvo, i kasnije sa nama saradivao na izradi i realizaciji projekata istraživanja boksita i elemenata rijetkih zemalja. Takođe se zahvaljujem na podršci kolegama Nebojši Koprivici i Goranu Vušoviću, dipl. inženjerima geologije.

Najsrdacnije se zahvaljujem direktorima Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore Branku Žugiću i Zoranu Jankoviću za finansiranje doktorskih studija, i razumijevanje za obaveze koje sam imao tokom doktorskih studija, kao i prof. dr Branislavu Glavatoviću, predsjedniku Upravnog odbora Zavoda na podršci. Posebnu zahvalnost dugujem Ministarstvu ekonomije Vlade Crne Gore za finansiranje projekata kroz Program geoloških istraživanja, posebno mr Vladanu Dubljeviću i pok. Mišku Kaleziću, dipl. inženjerima geologije, koji su prepoznali važnost predmetnih istraživanja.

Hvala Borisu Đenadiću, msc. bibliotekaru-informatičaru Biblioteke Doma kulture Studentski grad iz Beograda, za publikovane radove i monografije, Zorici Kisin i njenim kolegamicama iz sekretarijata RGF-a na uvijek toplom prijemu i profesionalnom radu, kao i štampariji Artgrafika na štampi i povezu disertacije.

Posebno se zahvaljujem mojim kumovima, drugovima i ekipi košarkaša-veterana iz Nikšića, sa kojima dijelim radost druženja i iskrenog prijateljstva.

Na kraju, zahvaljujem mojoj porodici, supruzi Aleksandri i kćerkama Anji i Jani, mojim roditeljima, pok. Stanku i Mariji, sestrama Radmili i Gordani i njihovim porodicama, za beskrajnu ljubav i безусловnu podršku. Njima posvećujem ovu disertaciju, kao izraz moje iskrene ljubavi i dubokog poštovanja.

## METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

### Rezime

U geološkoj građi boksitonosnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, koji se nalaze u središnjem dijelu Crne Gore, učestvuju geološke tvorevine perma, trijasa, jure, krede, paleogena i kvartara. U geografskom pogledu ovi tereni pripadaju jugoistočnim Dinaridima, a u geotektonskom smislu, tektonskoj zoni Visoki krš, odnosno Kučkoj tektonskoj subjedinici.

Jurski karstni boksiti formirani su na karstifikovanom paleoreljefu izgrađenom od karbonatnih sedimenata gornjotrijaske, lijaske i doger-oksfordске starosti. Stvaranje karstnih depresija različitih oblika i veličina i intezivna paleokarstifikacija naročito su izraženi u gornjotrijaskim krečnjacima, na kojima se nalaze najveća i najznačajnija ležišta crvenih boksita u Crnoj Gori.

Na osnovu geoloških uslova, teksturnih, mineraloških i geohemijskih karakteristika boksita, ležišta jurskih karstnih boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica pripadaju grupi primarnih (*"in situ"*) ležišta. Diskordantno preko boksita i karbonatnog paleoreljefa različite starosti, na čitavom proučavanom prostoru nalaze se transgresivni slojeviti i bankoviti krečnjaci gornjeg kimeridža i titona.

Na osnovu mineraloških ispitivanja (DTA i TG, XRD i SEM-EDS) utvrđeno je da je glavni nosilac aluminije u ležištima boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica mineral bemit. Od ostalih glavnih minerala prisutni su kaolinit, gibsit, hematit, getit i anatas. Detektovani su još i monacit i ksenotim; REE karbonati-Ce i Nd, ilmenit, magnetit, motramit, biotit, K-feldspat, cirkon i drugi.

Veoma jaka pozitivna korelacija elemenata rijetkih zemalja, P i Sr ukazuje na važnu ulogu minerala fosfora kao glavnih minerala nosilaca elemenata rijetkih zemalja. Prisustvo rezidualnog i autigenog monacita i ksenotima jasno ukazuje da prvi minerali elemenata rijetkih zemalja potiču iz primarnih izvora, dok su drugi formirani u prvim fazama boksitizacije, u oksidacionim uslovima. Na osnovu rezultata ispitivanja 252 probe boksita dokazana je verikalna distribucija elemenata rijetkih zemalja, sa značajnim povećanjem sadržaja REE u donjem dijelu rudnih tijela i visoka korelacija između lakih, srednjih i teških lantanida.

Geohemijskim proučavanjem boksita [hemijske analize, geohemijske analize makro i mikroelemenata (ICP-MS) i oksida, mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja (ICP-AES/MS)] i statističkom obradom podataka, univarijantnim, bivarijantnim i multivarijantnim metodama, utvrđeno je da se u procesu

boksitizacije matičnog alumosilikatnog materijala izlužuju: Si, Na, K, Ba, Rb i Mg, dok se akumuliraju: Al, Ti, Fe, Zr, Cr, Ga i Th, kao i U i V. U donjem dijelu boksitnih tijela koncentrišu se P, Sr, Sc i sa njima Y i ostali REE. Ova grupa elemenata geohemijski je povezana sa Ca, Ni, Co, i Mn. Svi analizirani uzorci imaju negativnu Eu anomaliju sa relativno malim rasponom, dok anomalije Ce pokazuju dvojako ponašanje.

Analiza podataka o odnosu Eu/Eu\* i Sm/Nd u boksitima rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, i literaturnih podataka o karstnim boksitima Crne Gore, Turske, Grčke i Italije, te mogućim izvorišnim stijinama, pokazuje da su jurski karstni boksiti rejona Vojnik–Maganik i Prekornica najbliži jurskim karstnim boksitima Turske i krednim karstnim boksitima Italije, i indiciraju škriljce, pješčare i intermedijarne magmatske stijene, kao moguće izvorišne stijene. Međutim, prema odnosu sadržaja Ni i Cr, jurski karstni boksiti rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica grupisani su, zajedno sa ostalim jurskim i krednim karstnim boksitima Turske, Grčke, Italije, Srbije i Slovenije, što ukazuje da je porijeklo alumosilikatnog materijala, od koga potiču jurski boksiti, vezano za magmatske stijene bazičnog sastava.

Paleogeografski i paleotektonski procesi u području Mediterana tokom jure, ukazuju da izvorni materijal najvjerovatnije potiče iz ofiolitskog kompleksa Zapadnih vardarskih ofiolita, koji predstavlja supra-subdukcioni okeanski tip ofiolita ostrvskih lukova, sa intezivnom pojavom efuzivnog vulkanizma. Dakle, vrlo je vjerovatno da vulkanski pepeo i/ili materijal sa kora raspadanja ovog kompleksa predstavljaju matični materijal od kojeg su formirani jurski karstni boksiti u Dinaridima. Paleogeografske činjenice podržavaju ideju eolskog transporta primarnog materijala na karstne, ostrvske prostore. U uslovima tropske i subtropske klime, povremenim i bujičnim tokovima alumosilikatni materijal je spiran i akumuliran u formirane palokarstne depresije, gdje je vršena njegova boksitizacija.

Procijenjeni resursi jurskih karstnih boksita, u rudnim rejonima Vojnik-Maganik i Prekornica, iznose 78 miliona tona. Prosječni sadržaj elemenata rijetkih zemalja u boksitima na gornjotrijaskoj podini iznosi 1.053 ppm, sa rasponom od 518 do 7.027 ppm, lijaskoj 1.115 ppm, sa rasponom od 645 do 4.145 ppm i doger-oksfordskoj podini 1.071 ppm, u rasponu od 662 do 2.069 ppm. Na osnovu prosječnih sadržaja elemenata rijetkih zemalja, stepena istraženosti i količina dokazanih rezervi, ležišta i pojave boksita su, prema perpektivnosti, podijeljeni u tri grupe: vrlo perspektivna, perspektivna i, ležišta i pojave sa malim stepenom perspektivnosti.

Na današnjem stepenu istraženosti teško je govoriti o ekonomskoj opravdanosti proizvodnje elemenata rijetkih zemalja i ostalih mikroelemenata iz proučavanih boksita. Na osnovu preliminarnih proračuna, tržišna vrijednost jedne tone boksita sa sadržajem elemenata rijetkih zemalja kao u pripodinskom dijelu ležišta Zagrad, bila bi višestuko veća od tržišne cijene jedne tone boksita, formirane na bazi cijene aluminijuma. Crna Gora raspolaže sa ograničenim rezervama boksita visokog kvaliteta koje imaju primjenu u aluminijskoj industriji. Ukoliko se u boksitima sa visokim sadržajem silicije, dokažu ekonomski interesantne koncentracije elemenata rijetkih zemalja i drugih mikroelemenata, stvara se mogućnost njihovog korištenja nezavisno od industrije aluminijuma. Takođe, značajne količine crvenog mulja u KAP-u, predstavljaju potencijalni resurs za ekstrakciju elemenata rijetkih zemalja.

**Ključne riječi:** metalogenija, jurski karstni boksiti, elementi rijetkih zemalja, geneza, prognozni resursi, rudni rejoni Vojnik–Maganik i Prekornica.

**Naučna oblast**

Geo-nauke

**Uža naučna oblast**

Ekonomska geologija

**UDK:**

553.492:553.07:551.762(497.16)(043.3)

550.4:553.492(497.16)(043.3)

## METALOGENY OF JURASSIC KARSTIC BAUXITES OF VOJNIK-MAGANIK AND PREKORNICA MINING AREAS, MONTENEGRO

### Resume

The Vojnik-Maganik and Prekornica bauxite-bearing regions are situated in the central part of Montenegro, where Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleocene and Quaternary geological units form the geological structure. Geographically, these terrains are part of southeast Dinarides, and geo-tectonically they are part of the High Karst tectonic zone, therefore tectonic subunit of Kuči.

Jurassic karstic bauxites are formed on the karstified paleorelief made of carbonate sediments of Late Triassic, Early Jurassic and Middle Jurassic-Oxfordian age. Creation of karstic depressions of various shapes and sizes was especially significant on Late Triassic limestones, on which, the biggest and the most important deposits of red bauxite in Montenegro, were formed.

Based on geological conditions, textures, mineralogical and geochemical characteristics of bauxites, deposits of Vojnik-Maganik and Prekornica ore regions are classified as primary karstic (*"in situ"*) deposits. Transgressive bedded and thick-bedded limestone of the Late Kimmeridgian and Tithonian age are laying discordantly over the Jurassic bauxites and carbonate paleotopographic relief of various ages.

Based on mineralogical studying (DTA i TG, XRD i SEM-EDS) it has been determined that the bauxites deposits of the Vojnik-Maganik and Prekornica ore regions consist of boehmite as the major Al mineral. The other major minerals are kaolinite, gibbsite, hematite, goethite and anatase. Other minerals were detected as well, such as monazite and xenotime, REE carbonates-Ce and Nd, ilmenite, magnetite, mottramite, biotite, K-feldspar, zircon, etc.

A very strong positive correlation between REE and P and Sr, shows the importance of the P-minerals as the main carriers of the rare earth elements. The presence of residual and authigenic monazite and xenotime is clearly indicating that the some of REE minerals were redeposited from the primary sources, and the other were formed in the early bauxitization stage, under oxidizing conditions. Based on the results of testing of 252 bauxites samples, a vertical distribution of REE has been proven, together with significant increasing of the REE content in the basal parts of the ore bodies and a high correlation between the light, medium and heavy lanthanides.

Based on geochemical investigations of bauxites [chemical analyses, geochemical analyses of major and trace elements (ICP-MS) and oxides, trace elements and rare

earth elements (ICP-AES/MS)], and various methods of statistical data processing, it is determined that, during the bauxitization of parent aluminosilicate materials, the leaching of Si, Na, K, Ba, Rb and Mg occurred, while the Al, Ti, Fe, Zr, Cr, Ga i Th, as well as U and V, were accumulating. In the lower part of the bauxite ore bodies, P, Sr, Sc together with Y and other REE were concentrated. This group of elements is geochemically connected with Ca, Ni, Co and Mn. All analysed samples display negative Eu anomaly with low range, while the Ce anomalies are shows bimodal behaviour.

The analysis of values of Sm/Nd and Eu/Eu\* ratios in studied bauxites, and the published data which are related to karstic bauxites of Montenegro, Turkey, Greece and Italy and possible parent rocks, reveal that the bauxites from the Vojnik-Maganik and Prekornica region are similar with the Jurassic bauxites from Turkey and Cretaceous bauxites from Italy. All those various data are indicating that the possible parent rocks are shists, sandstones and intermediate magmatic rocks. However, according to the content and ratio of Ni i Cr, Jurassic bauxites of the Vojnik-Maganik and Prekornica region are grouped, together with other Jurassic and Cretaceous karstic bauxites of Turkey, Greece, Italy, Serbia and Slovenia. This underlines that the origin of the aluminosilicate material relates to the magmatic rocks of basic composition.

Jurassic paleo-geographical and paleo-tectonic processes in the Mediterranean are indicating that the source material is most likely originating from ophiolites complexes, which are suprasubduction oceanic island-arc type ophiolites, with intensive extrusive volcanism. It is very possible that the volcanic ash or/and material from weathered crust of this complex are parent materials of which Jurassic karstic bauxites in the Dinarides were formed. Paleogeographic facts are supporting the idea of wind transport of the primary material to the karstic island areas. In the conditions of the tropical to sub-tropical climate, by occasional and flood streams, the aluminosilicate material was flushed away and deposited in the previously formed depressions, where the further desilication and bauxitisation of this material took place.

The overall resources of Jurassic bauxites in the area of the Vojnik-Maganik and Prekornica ore regions, based on the prognostic assessment, are 78 million tonns. The average content of rare earth elements in bauxites formed on the Late Triassic carbonate sediments is 1,053 ppm, ranging from 518 to 7,027 ppm, on the Liassic 1,115 ppm, ranging from 645 to 4,145 ppm, and on the Dogger-Oxfordian carbonate basement 1,071 ppm, ranging from 662 to 2,069 ppm. Based on the average content of the rare earth elements, the level of exploration and proven reserves, bauxite deposits and occurrences, according to the perspectivity, are



divided into three groups: very perspective, perspective and the deposits and occurrences with low level of perspectivity.

Considering the prospective level of exploration data and information, it is not easy to estimate economic feasibility of production of the rare earth elements and other trace elements from studied bauxites. According to the preliminary calculations, the market value of 1 t of the bauxite, with the high content of rare earth elements as in basal part of the Zagrad deposit, would be several times higher than value of 1 t of bauxite, calculated on the base of the price of aluminium. Montenegro has a limited reserves of the highest quality bauxites which are used in the aluminium industry. In case that the economically interesting content of REE, together with other trace elements, are proven in the low quality bauxites with high content of silica, it will create the possibility to use them independently from the aluminium industry. Also, possible recourse for REE extraction are significant amounts of red mud in the Aluminum plant in Podgorica.

**Key words:** metallogeny, Jurassic karstic bauxites, rare earth elements, genesis, prognostic resources, Vojnik-Maganik and Prekornica ore regions.

### **Scientific field**

Geosciences

### **Scientific subfield**

Economic geology

### **UDC:**

553.492:553.07:551.762(497.16)(043.3)

550.4:553.492(497.16)(043.3)

## PREDGOVOR

Crveni karstni boksiti su najznačajnija metalična mineralna sirovina u Crnoj Gori. Dosadašnjim istraživanjima je otkriveno 30 ležišta i oko 150 pojava ove mineralne sirovine, formiranih u vrijeme trijasa, jure i starijeg paleogena. Najveći ekonomski značaj imaju jurski boksiti, koji su otkriveni i proučavani na prostoru Nikšićke Župe, Bjelopavličkih planina, Banjana, Rudina i Katunske nahije.

Najznačajniji resursi i rezerve crvenih boksita, međutim, nalaze se u širem prostoru Nikšićke Župe, u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica, gdje su otkrivena i njihova najveća i ekonomski najznačajnija ležišta: Liverovići, Zagrad, Kutsko brdo, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo i Borova Brda. Sve ekonomske rezerve crvenih boksita u Crnoj Gori vezane su za karstna ležišta jurske starosti, i na njima je zasnovan razvoj industrije aluminijuma u Crnoj Gori.

Postojeći podaci i rezultati ranije sprovedenih geoloških istraživanja boksitonosnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica nijesu bili dovoljni za detaljnu metalogenetsku analizu i prognozu ocjenu mineralne potencijalnosti izučavanih rejona. Posebno veliki nedostatak ranijih istraživanja odnosio se na izučavanje mineralnog i hemijskog sastava boksita, što je od posebnog značaja ne samo za pravilno tumačenje geneze ležišta, već i sagledavanje mogućnosti njihove kompleksne valorizacije.

Iz pomenutog razloga, za potrebe izrade ove disertacije i realizacije tekućih metalogenetskih proučavanja sa prognoznom ocjenom dobijenih rezultata, u izučavanim rejonima izvršena su obimna terenska i laboratorijska istraživanja mineralnih resursa boksita, kroz realizaciju dva naučno-istraživačka projekta, finansirana od strane Ministarstva ekonomije Vlade Crne Gore: 1) "Izrada Metalogenetsko-prognozne karte boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik, 1:50.000", u periodu od 1990. do 2005. godine i 2) "Istraživanje elemenata rijetkih zemalja u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica", u periodu od 2012. do 2016. godine.

Primjenom adekvatnih metoda i postupaka geoloških istraživanja i ispitivanja prikupljeni su brojni podaci o geološkoj građi, geotektonskom sklopu i metalogenetskoj evoluciji analiziranog terena, kao i geološkoj građi i mineraloško-geohemijskim karakteristikama ležišta i pojava boksita. Ovi, kao i literaturni podaci, omogućili su pouzdanu metalogenetsku analizu i prognozu ocjenu boksitonosnosti terena Vojnik–Maganik i Prekornica, doprinijeli su argumentovanom sagledavanju geneze karstnih boksita u ovom dijelu Dinarida i otvorili nove mogućnosti za dalja, detaljna istraživanja i valorizaciju elemenata rijetkih zemalja iz boksita ovih rudnih rejona.

## SADRŽAJ

<b>UVOD</b> .....	1
PREDMET RADA.....	1
CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	3
METODIKA RADA.....	3
PRIMIJEJENE METODE ISTRAŽIVANJA.....	4
Metode terenskih geoloških istraživanja.....	4
Metode laboratorijskih ispitivanja boksita.....	6
Matematičko–statističke metode.....	11
<b>1. OPŠTA GEOLOŠKA OBILJEŽJA KARSTNIH BOKSITA</b> .....	13
1.1. KLASIFIKACIJE LEŽIŠTA BOKSITA.....	13
1.2. BOKSITNE PROVINCIJE.....	19
1.3. STRATIGRAFIJA LEŽIŠTA KARSTNIH BOKSITA.....	23
1.4. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA KARSTNIH BOKSITA.....	25
1.5. ELEMENTI RIJETKIH ZEMALJA U KARSTNIM BOKSITIMA.....	33
1.6. TEORIJE I HIPOTEZE O GENEZI LEŽIŠTA KARSTNIH BOKSITA.....	36
1.7. KRATAK PRIKAZ TUMAČENJA GENEZE CRVENIH KARSTNIH BOKSITA U CRNOJ GORI.....	41
<b>2. KARSTNI BOKSITI CRNE GORE</b> .....	45
2.1. OSVRT NA GEOLOŠKI RAZVOJ.....	45
2.2. METALOGENETSKA REJONIZACIJA.....	49
2.3. PALOGEOGRAFSKI I PALEOTEKTONSKI USLOVI JUŽNOG DIJELA DINARIDA TOKOM MEZOZOIKA.....	53
<b>3. ISTORIJAT ISTRAŽIVANJA I PROUČAVANJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA</b> .....	61
3.1. ISTORIJAT ISTRAŽIVANJA I PROUČAVANJA.....	61
3.1.1. Pregled primijenjenih metoda istraživanja boksita.....	64
3.1.2. Pregled hemijskih, mineraloških i geohemijskih proučavanja boksita.....	66
3.2. KRITIČKI OSVRT NA DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	73

<b>4. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE, GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONIKA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA.....</b>	<b>75</b>
4.1. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE.....	75
4.2. GEOLOŠKA GRAĐA.....	80
4.3. TEKTONSKA GRAĐA.....	104
<b>5. STRATIGRAFIJA JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA.....</b>	<b>111</b>
5.1. PODINSKI KARBONATNI SEDIMENTI.....	111
5.2. JURSKA BOKSITNA FORMACIJA.....	119
5.3. POVLATNI KARBONATNI SEDIMENTI .....	123
<b>6.1. LEŽIŠTA I POJAVE JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA.....</b>	<b>130</b>
6.1. JURSKI BOKSITI NA GORNJOTRIJASKIM KARBONATNIM SEDIMENTIMA.....	131
6.2. JURSKI BOKSITI NA LIJASKIM KARBONATNIM SEDIMENTIMA.....	147
6.3. JURSKI BOKSITI NA DOGER-OKSFORDSKIM KARBONATNIM SEDIMENTIMA.....	153
<b>7.1. MINERALNI SASTAV I GEOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA.....</b>	<b>160</b>
7.1. REZULTATI HEMIJSKIH, GEOHEMIJSKIH (ICP-MS) I MINERALOŠKIH (DTA I TG) ISPITIVANJA BOKSITA.....	164
7.1.1. Hemijska ispitivanja.....	167
7.1.2. Geohemijska ispitivanja (ICP-MS).....	170
7.1.3. Mineraloška ispitivanja (DTA i TG) .....	186
7.2. REZULTATI GEOHEMIJSKIH ISPITIVANJA (ICP-AES/MS) – OKSIDI, MIKROELEMENTI I ELEMENTI RIJETKIH ZEMALJA.....	199
7.3. REZULTATI PROUČAVANJA METODOM RENDGENSKE DIFRAKCIJE (XRD) .....	220
7.4. REZULTATI PROUČAVANJA BOKSITA METODOM SKENIRAJUĆE ELEKTRONSKE MIKROSKOPIJE SA ENERGETSKO-DISPERZIVNIM SPEKTROMETROM (SEM-EDS) .....	227
7.5. PRIMJENA BIVARIJANTNIH I MULTIVARIJANTNIH STATISTIČKIH METODA .....	253
7.5.1. Bivarijantne statističke metode.....	255
7.5.2. Multivarijantne statističke metode.....	266
<b>8. DISKUSIJA I INTERPRETACIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>276</b>
<b>9. GENETSKI MODEL JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA.....</b>	<b>295</b>
9.1. GENETSKI MODEL OBRAZOVANJA CRVENIH KARSTNIH BOKSITA.....	295
9.1.1. Paleogeografski uslovi.....	297
9.1.2. Porijeklo i transport matičnog materijala.....	298
9.1.3. Nastanak primarnih ležišta karstnih boksita.....	306
9.1.4. Geneza pretaloženih ležišta karstnih boksita.....	312

<b>10. PROGNOZNI RESURSI JURSKIH BOKSITA I ELEMENATA RIJETKIH ZEMALJA U BOKSITIMA RUDNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA.</b>	315
10.1. PROGNOZNA OCJENA RESURSA CRVENIH BOKSITA.....	315
10.2. PROGNOZNA OCJENA RESURSA ELEMENATA RIJETKIH ZEMALJA.....	320
10.3. EKONOMSKI ASPEKTI.....	326
<b>11. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>330</b>
<b>12. LITERATURA.....</b>	<b>337</b>
<b>13. PRILOG 1: GEOLOŠKA KARTA BOKSITONOSNIH REJONA VOJNIK–MAGANIK I PREKORNICA, 1:100.000</b>	
<b>14. DODACI</b>	
<b>15. BIOGRAFIJA AUTORA</b>	
<b>16. IZJAVE</b>	

## UVOD

### PREDMET RADA

Predmet obrade doktorske disertacije "Metalogenija jurskih karstnih boksita rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, Crna Gora" su metalogenetske karakteristike ležišta i pojava boksita na području Vojnik–Maganik i Prekornica, analiza uslova njihovog stvaranja i prognozna ocjena potencijalnosti terena u pogledu analizirane mineralne sirovine. Polaznu osnovu za sprovedenu metalogenetsku analizu predstavljali su brojni rezultati ranije sprovedenih geoloških istraživanja ovog područja iz perioda do 2015. godine, zahvaljujući čemu je stvoren je bogat fondovski materijal o geološkoj građi i strukturnim karakteristikama boksitonosnih terena, geološkim, strukturno-tektonskim, morfološkim, hemijskim i geohemijskim karakteristikama pojedinačnih ležišta i pojava crvenih boksita. Imajući u vidu da je u značajnom broju ležišta u prethodnom periodu vršena eksploatacija ove mineralne sirovine ili se i danas vrši, broj polaznih, geoloških, odnosno metalogenetskih i analitičkih podataka za izradu disertacije bio je izuzetno visok. Otežavajuću okolnost u njihovoj analizi predstavljala je činjenica da su geološka istraživanja na području rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica vršena u više vremenskih perioda, od strane brojnih istraživača, primjenom različitih metoda i postupaka istraživanja. Prethodno je pored prikupljanja i početne analize raspoloživih podataka zahtijevalo i njihovu sistematizaciju kritičko razmatranje i selekciju, a potom metalogenetsku analizu.

Postojeći podaci o prethodno izvršenim geološkim istraživanjima boksita na prostoru rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica nijesu bili dovoljni za sprovođenje detaljne metalogenetske analize i donošenje prognozne ocjene mineralne potencijalnosti terena, naročito u dijelu koji se odnosio na izučavanje mineralnog i hemijskog sastava izučavanih geoloških objekata. Iz pomenutog razloga su za potrebe izrade ove studije i tekućih geoloških istraživanja vršenih radi povećanja ukupne količine rudnih rezervi i ostvarenja planiranog obima proizvodnje boksita u ležištima analiziranih rudnih rejona, izvršena i obimna terenska i kompleksna laboratorijska istraživanja. Ona su vršena kroz realizaciju dva višegodišnja naučno-istraživačka projekta: 1) "Izrada Metalogenetsko-prognozne karte boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik, 1:50.000" i 2) "Istraživanje elemenata rijetkih zemalja u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica". Zahvaljujući ovim radovima, sa područja koje je predstavljalo predmet studijskih izučavanja, prikupljeni su brojni novi podaci o geološkoj građi i tektonici pomenutih rudnih rejona, a posebno o mineralnom i hemijskom sastavu jurskih boksita i o sadržajima mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja u boksitima u oba boksitonosna rejona. Prikupljeni podaci su omogućili nova sagledavanja geneze ležišta i pojava boksita u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica, pravilnije sagledavanje geološke evolucije i metalogenetskog razvoja izučavanog terena, kao i donošenje pouzdanije prognozne ocjene njegove mineralne potencijalnosti. Oba projekta istraživanja su finansirana od strane Ministarstva ekonomije Vlade Crne Gore, kroz Program geoloških istraživanja. Projektovanje i realizaciju kompleksnih geoloških istraživanja uradili su stručni timovi Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, u kojima sam aktivno učestvovao, kao član tima u prvom i rukovodilac istraživanja u drugom projektu. U realizaciji pomenutih projekata učestvovali su naučni i stručni saradnici iz institucija zemalja bivše SFRJ.

Kompleksna metalogenetska sagledavanja predmetnih ležišta boksita i prateće asocijacije elemenata rijetkih zemalja u Crnoj Gori, u ranijem periodu, nijesu vršena na način i u obimu koji je dovoljan za donošenje naučno zasnovanih zaključaka o njihovoj prostorno–vremenskoj evoluciji i privrednom značaju, što

ovu vrstu aktivnosti tokom izrade disertacije čini pionirskom. Sprovedena kompleksna geološko–mineraloško–geohemijska izučavanja, sistematizacija i obrada terenskih i analitičkih podataka bile su osnov za tumačenje geneze ležišta boksita, definisanje i obradu metalogenetskih obilježja rudonosnog prostora i razradu kriterijuma prognozne ocjene, kako mineralnih resursa boksita u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica, tako i prognoznih resursa elemenata rijetkih zemalja u analiziranim ležištima boksita.

### CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi istraživanja u okviru izrade doktorske disertacije su brojni a njihov značaj je dvojak: naučni i aplikativan. Sumarno se ogledaju u: a) interpretaciji položaja ležišta boksita u rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica u geološkom prostoru i vremenu a što je od posebnog značaja za dalja naučna sagledavanja i razradu kriterijuma prospekcije i prognozne ocjene ležišta; b) tumačenju modela stvaranja ležišta i pojava karstnih boksita u analiziranim rudnim rejonima i u širem prostoru; c) obradi i analizi geoloških a posebno, mineraloških i geohemijskih karakteristika svih ležišta i pojava boksita, i d) prognoznoj ocjeni resursa jurskih karstnih boksita i elemenata rijetkih zemalja, što je od posebnog značaja za dalja geološka istraživanja i buduću eksploataciju ležišta.

### METODIKA RADA

Posmatrano u odnosu na ranije sprovedene geološke istražne radove, predmetna istraživanja izvedena su primjenom adekvatnih, u svjetskoj praksi priznatih metoda i postupaka terenskih i laboratorijskih ispitivanja. Na ovaj način prikupljeni su brojni reprezentativni podaci o geološkoj građi i evoluciji analiziranog terena a, posebno, građi ležišta boksita i mineraloško–geohemijskim karakteristikama mineralne sirovine, što je omogućilo pouzdanu metalogenetsku analizu i prognoznju ocjenu boksitonosti terena Vojnik–Maganik i Prekornica. Izvršeno je sistematsko oprobavanje ležišta i pojava boksita po ranije definisanim istražnim profilima, izvršen je značajan obim laboratorijskih ispitivanja primjenom savremenih i u svijetu opšteprihvaćenih metoda primjerenih predmetnoj



mineralnoj sirovini, a što se posebno odnosi na ispitivanje sadržaja mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja.

Rezultati izvršenih geološko–metalogenetskih istraživanja su doprinijeli sagledavanju uslova formiranja ležišta odnosno tumačenju geneze karstnih boksita u ovom dijelu Dinarida, a takođe i otvaranju novih mogućnosti za dalja, detaljna istraživanja i valorizaciju elemenata rijetkih zemalja iz boksita ovih rudnih rejona.

#### PRIMIENJENE METODE ISTRAŽIVANJA

Tokom izrade doktorske disertacije su primijenjene sledeće metode i postupci istraživanja: terenska geološka istraživanja, laboratorijska ispitivanja i kabinetska obrada podataka.

#### **Metode terenskih geoloških istraživanja**

U toku realizacije terenskih istraživanja po projektu "Izrada Metalogenetsko-prognozne karte boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik, 1:50.000" na području ovog rejona izvršeni su sledeći radovi:

*Geološko kartiranje terena i izrada geološke karte* na površini od 350 km<sup>2</sup>. Geološko kartiranje terena vršeno je na topografskim osnovama 1:10.000, po profilima približno upravnim na pružanje geoloških, odnosno rudonosnih formacija. Geološka karta urađena je u razmjeri 1:25.000, a potom računarski obrađena i svedena na razmjeru 1:50.000;

*Snimanje preglednih litostratigrafskih stubova* u razmjeri 1:500 do 1:2.000, sa izradom preglednih stubova za sve izdvojene rudonosne formacije, i geološke jedinice;

*Snimanje detaljnih geoloških stubova* jurskih transgresivnih i podinskih karbonatnih sedimenata, u razmjerama 1:50, 1:100 i 1:200;

*Oprobovanja za paleontološka, sedimentološka i petrografska ispitivanja* izvršena su, kako na snimljenim stubovima formacija tako i tokom izrade geološke karte;

*Detaljno geološko snimanje (kartiranje) rudnih tijela boksita i njihovo sistematsko oprobavanje.* Geološki su kartirani i oprobavani svi izdanci ležišta i pojava crvenih boksita rudnog rejona Vojnik–Maganik, u razmjeri 1:50 ili 1:100.

Tokom realizacije projekta "Istraživanje elemenata rijetkih zemalja u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica" primijenjena je ista metodika kartiranja rudnih tijela i njihovog oprobavanja, koje je izvršeno na otvorenim profilima, izvedenim istražnim raskopima i zasjecima aktivnih kopova (čela radnih etaža) zavisno od stepena otkrivenosti i mogućnosti pristupa, sa ciljem terenske determinacije izgleda, boje, strukturno-teksturnih i drugih karaktiristika boksita. Snimanje je vršeno od podine prema povlati, kako bi se izvršila determinacija odnosa boksita i karbonatnih podinskih i povlatnih sedimenata, kao i zakonomjernost razvoja strukturno-teksturnih karakteristika boksita u ležištima. Oprobavanje je izvršeno metodom grube brazde u intervalima dužine 1 m ili manje, rijetko i tačkastom metodom. Potrebno je naglasiti da se kartiranje rudnih tijela boksita i njihovo sistematsko oprobavanja koncepcijski i metodski razlikovalo od kartiranja iz ranijih istraživačkih perioda, jer je vršeno detaljno i u krupnijoj razmjeri. Osim rudnih tijela, detaljno snimanje sa oprobavanjem je obuhvatilo i snimanje neposredne podine i povlate duž odabranih profila.

Geološka karta boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, razmjere 1:100.000 (prilog 1), urađena je na osnovu Geološke karte boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik, razmjere 1:50.000 i, za prostor rudnog rejona Prekornica, kompilacijom geoloških karata OGK SFRJ, listovi "Šavnik" i "Titograd", razmjere 1:100.000, dopunjenih podacima sa manuskripata geoloških karata razmjere 1:10.000, koje potiču iz fonda Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore. Autori geoloških karata su navedeni na prilogu 1, u spisku fondovske dokumentacije i u tekstu ove studije.

### **Metode laboratorijskih ispitivanja boksita**

Laboratorijska ispitivanja su obuhvatila primjenu sledećih metoda: paleontološka, sedimentološka, petrografska, organsko–petrografska i organsko–geohemijska ispitivanja, mineraloška, hemijska i geohemijska ispitivanja.

*Paleontološka i sedimentološka ispitivanja* vršena su na uzorcima koji su sakupljeni tokom izrade geološke karte, zatim na uzorcima uzetim pri snimanju litostratigrafskih i detaljnih geoloških stubova. Od svih uzoraka, uglavnom karbonatnih stijena, urađeni su providni preparati koji su biostratigrafski analizirani i za svaki uzorak, određena je vrsta stijene determinacija roda, česte i rijetke vrste i odredba starosti na osnovu determinisane mikrofaune. Takođe je određivana i sredina sedimentacije. Sedimentološka ispitivanja su obuhvatila: opis stijene, strukturna i teksturna svojstva, procesi i produkti dijageneze, odredba stijene i podaci o sredini sedimentacije (Folk, 1959 i 1962; Dunham, 1962; Embry-Klovan, 1971; Wilson, 1975). Sastavni dio sedimentoloških ispitivanja su i rezultati hemijskih ispitivanja odabranih uzorka na  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$  i vrijednosti pH i Eh.

*Petrografska ispitivanja* obuhvataju mikroskopska ispitivanja vulkanskih, odnosno vulkanogeno-klastičnih stijena srednjeg trijasa andezitskog sastava, kao i klastičnih permskih i donjotrijaskih sedimentnih stijena.

*Organsko-petrografska i organsko-geohemijska ispitivanja* bituminoznih krečnjaka donjokredne starosti izvršena su radi definisanja njihove povezanosti sa naftno-geološkim procesima.

*Mineraloška ispitivanja boksita metodom diferencijalno-termičke i termogravimetrijske analize (DTA-TG)* izvršena su na kompozitnim uzorcima na aparaturi DERIVATOGRAPH-C, MOM-Budimpešta u dvije peći pod sledećim uslovima: Opseg zagrijavanja – sobna temperatura (18-30)-1000°C; Brzina zagrijavanja – 10°C/min; Vrijeme trajanja zagrijavanja – 101 min; Termopar-platina/platina-rodijum (Pt/Pt-Rh); Posude – platinsko; Masa probe – 100 mg; Referentna proba –  $\text{Al}_2\text{O}_3$  100 mg; Atmosfera – vazduh. Rezultati ispitivanja su softverski obrađeni i prikazani tekstualno i grafički, preko DTA i DDTA dijagrama i TG i DTG dijagrama, po lokalnostima za svaku probu pojedinačno. Kvantitativana mineralna analiza ispitivanih boksita bazirana je na sledećim kriterijumima: na osnovu gubitka mase za glavne endotermne efekte bemita, kaolinita, hidrargilita i kalcita, a prema poznatim teorijskim vrijednostima; na osnovu intenziteta

egzotermnog efekta transformacije dehidratisanog kaolinita u mulit i u  $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$  i na osnovu rezultata hemijskih ispitivanja boksita.

*Hemijska ispitivanja boksita.* Hemijske analize boksita na šest standardnih komponenata ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  i gubitak žarenjem) urađene su *gravimetrijskom, volumetrijskom i kolorimetrijskom metodom*. Nakon pripreme uzorka standardnim postupcima drobljenja, mljevenja i prosijavanja vršilo se odstranjivanje higroskopne vlage, a potom određivanje gubitka žarenjem uzorka boksita u platinskim lončićima u peći do temperature od  $1100^\circ\text{C}$ . Određivanje sadržaja  $\text{SiO}_2$  vršilo se žarenjem uzorka preliveog natrijumkarbonatom na temperaturi od  $1100^\circ\text{C}$ , potom rastvaranjem sa  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , filtriranjem, sušenjem i žarenjem. Ukupni oksidi su određeni iz filtrata dobijenog prilikom određivanja silicijuma gravimetrijskom metodom. Sadržaj  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  je određen volumetrijskom analizom pomoću kalijumdihromata.  $\text{TiO}_2$  se određuje pomoću kolorimetra. Količina  $\text{Al}_2\text{O}_3$  u uzorku se izračunava tako da se od količine ukupnih oksida odbije količina  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i količina  $\text{TiO}_2$ . Filtrat dobijen tokom određivanja ukupnih oksida služi za gravimetrijsko određivanje  $\text{CaO}$ . Filtrat dobijen prilikom određivanja  $\text{CaO}$  služi za određivanje  $\text{MgO}$  gravimetrijskom metodom.

*Geohemijska ispitivanja boksita metodom ICP-MS* rađena su u Acme Analytical Laboratories LTD. (Vankuver, Kanada), *ICP-MS Analisis-4-Acid Digestion, Group 1EX*. Uzorci su procesom drobljenja i finog mljevenja svedeni na krupnoću ispod 200 mesh-a. Sve probe su analizirane na 41 elemenat sa vrlo niskom granicom detekcije: za Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Ce, Cd, Co, Cr, Cu, Hf, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Y, Zn i Zr (u rasponu od 0,2 do 5 ppm), a samo za 8 makroelemenata (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S i Ti) donja granica je 0,01%, odnosno 0,001%. Uzorak od 0,25 g rastvoren je smješom četiri kisjeline ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ , HF, HCl) na visokoj temperaturi. Prednost primenjene metode se ogleda u mogućnosti detekcije metala i nekoliko nemetala u veoma niskim koncentracijama, a nedostaci u parcijalnom rastvaranju nekih minerala Cr i Ba, kao i oksida pojedinih elemenata: Al, Hf, Mn, Sn, Ta i Zr. Takođe, nedostatak je i nizak gornji detekcioni limit za Al (20%).

Hemijska i geochemijska ispitivanja boksita metodom ICP–AES i ICP–MS su obavljena su u laboratoriji Acme Analytical Laboratories Ltd. (AcmeLabs), u Vankuveru (Kanada), kombinacijom ICP metoda hemijske analize: Induktivno spregnuta plazma–atomska emisiona spektroskopija (ICP–AES) i Induktivno spregnuta plazma–masena spektrometrija (ICP–MS), u okviru odabranih paketa laboratorijskih ispitivanja: *SLBHP LF 200 Total Whole Rock Characterization w/o AQ200 add on (LF302+LF100)*. ICP–AES/MS metoda je omogućila ispitivanja uzoraka boksita na sadržaje 11 oksida: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i G.Ž.(LOI) i 33 elementa: Ni, Sc, Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.

Uzorci su u toku pripreme, procesom drobljenja i finog mljevenja, svedeni na krupnoću ispod 200 mesh-a. Pripremljeni uzorci su prelivevani sa LiBO<sub>2</sub>/Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, u tiglovima koji se zagrijavaju i žare u peći; ohlađeni ostatak se rastvara u azotnoj kisjelini ACS razreda i analizira sa ICP–AES i/ili ICP–MS. Gubitak žarenjem se nakon žarenja određuje mjerenjem gubitaka u težini. Kvantitativne vrijednosti makro, mikro i elemenata rijetkih zemalja se određuju korištenjem ICP–AES i/ili ICP–MS. Detekcioni limiti za glavne okside kao što su Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i K<sub>2</sub>O su 0,04%; SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, MnO, TiO<sub>2</sub> i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> su 0,01%; za GŽ (LOI) 0,1%; i za Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,002%. Detekcioni limiti za elemente u tragovima su : za Ni i Co 20 ppm; za V 8 ppm; za Ba 5 ppm; za Be, Sc i Zn 1 ppm; za Ga, Sr, W, As, La, i Ce, 0,5 ppm; za Co i Th, 0,2 ppm; za Ce, Cs, Hf, La, Nb, Rb, Ta, U i Y 0,1 ppm; za Dy, Gd, Sm i Yb, 0,05 ppm; za Er 0,03 ppm; za Eu, Ho i Pr, 0,02 ppm; i za Lu, Tb and Tm, 0,01 ppm.

Analize ukupnog ugljenika i sumpora su uključene u paket, i određivanje je izvršeno Leco metodom (TC003). Pripremljeni uzorak se zapali u indukcionoj peći indukcionim fluksom. Otpušteni ugljenik se mjeri na osnovu adsorpcije u infracrvenim spektrometrijskim ćelijama. Rezultati su ukupni i podrazumijevaju prisustvo C i S u svim oblicima. LF202 paket je uključio i dodatnih 14 elemenata. Vršeno je rastvaranje uzorka carskom vodom Aq200, koji je nakon toga analizirana, kako bi se dobili podaci za nestabilne i lako isparljive elementi koji nijesu obavezan dio LF302+LF100 paketa.

Detektovanje lantanida ICP metodama u svim analiziranim uzorcima nametnulo je potrebu utvrđivanja mineralnog sastava, kako glavnih minerala u boksitu, tako i minerala nosilaca elemenata rijetkih zemalja. Izvršen je odabir uzoraka za dalja ispitivanja, vodeći računa da se obuhvate uzorci iz ležišta i pojava formiranih na trijaskom, lijaskom i doger-oksfordskom paleoreljefu.

Mineraloška ispitivanja uzorka obuhvatila su rendgenska difrakciona semikvantitativna ispitivanja i ispitivanja metodom skenirajuće elektronske mikroskopije sa energetske-disperzivnim spektrometrom.

*Rendgenska difrakciona semikvantitativna ispitivanja boksita (XRD)* urađena su na difraktometru za prah PHILIPS PW 1710 pod sledećim uslovima: upotrebljeno je zračenje sa antikatode bakra talasne dužine  $\text{CuK}\alpha = 1,54178 \text{ \AA}$  i grafitni monohromator. Radni napon na cijevi je  $U = 40 \text{ kV}$ , jačina struje  $I = 30 \text{ mA}$ . Uzorci su ispitani u opsegu  $3\text{--}70^\circ 2\theta$  sa korakom  $0,02^\circ$  i vremenskim zadržavanjem  $1,75 \text{ s}$  na svakom koraku. Dobijeni podaci položaja difrakcionih maksimuma  $2\theta$  ( $^\circ$ ), kao i odgovarajući intenziteti  $I$  dati su grafički za svaki uzorak.

Na osnovu dobijenih vrijednosti intenziteta  $I/I_{\text{max}}$  i međuplosnih rastojanja  $d$  i upoređivanjem sa literaturnim podacima i ICCD PDF standardima identifikovano je sedam kristalnih faza (minerala), koji nijesu uvijek prisutni u svim uzorcima i to: bemit – PDF 21-1307; hematit – PDF 33-0664; anatas – PDF 21-1272; kalcit – PDF 47-1743; kaolinit – PDF 14-0164; getit – PDF 29-0713 i gibsit. – PDF 33-0018.

Za semikvantitativnu Ritveldovu analizu je korišćen programski paket FullProf (*J. Rodríguez-Carvajal*). Greška u određivanju masenih procenata prisutnih minerala je 1 %.

*Ispitivanja metodom skenirajuće elektronske mikroskopije sa energetske-disperzivnim spektrometrom (SEM-EDS)*. Mikroskopska mineraloška ispitivanja uzoraka urađena su na skenirajućem elektronskom mikroskopu sa energetske-disperzivnim spektrometrom u odgovarajućim laboratorijskim uslovima. SEM-EDS ispitivanjima prethodio je makroskopski pregled uzoraka i rudnomikroskopsko ispitivanje pripremljenih preparata u cilju kontrole reprezentativnosti uzoraka za

SEM-EDS ispitivanja i utvrđivanja eventualnih specifičnih sastojaka uzoraka. U toku ispitivanja posebna pažnja je posvećena determinaciji minerala elemenata rijetkih zemalja. Rudno–mikroskopski preparati su pripremljeni u skladu sa standardima kroz procese impregnisanja i utapanja uzoraka u epoksidnu smolu, brušenje silicijum karbidom različitih granulacija, 400, 800 i 1200 mesh-a i poliranje preparata dijamantskim pastama 9, 6, 3 i 1  $\mu\text{m}$ . Ispitivanja SEM-EDS metodom sprovedena su kroz odabir najmanje 3 reprezentativna polja i u okviru kojih su izabrana 2-3 područja-detalja gdje je urađeno 3-5 tačkastih hemijskih analiza. Sva analizirana polja i mjesta analiziranih tačaka su prikazana su slikama (fotodokumentaciji), a hemijske analize u vidu tabela.

SEM-EDS analize ispitivanih uzoraka rađene su na poliranim preparatima uzoraka boksita, u uslovima visokog vakuma na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM) tipa JEOL JSM-6610LV. Slike minerala dobijene su pomoću detektora za povratno-rasute elektrone (*back-scattered electrons* – BSE), a kao izvor elektrona korišćeno je volframsko vlakno. Preparati su napareni ugljenikom na naparivaču tipa BALTEC-SCD-005, a kvantitativne hemijske analize pojedinačnih minerala u uzorcima urađene su na energetsko-disperzivnom spektrometru (EDS) tipa *X-Max Large Area Analytical Silicon Drift*. Kvantifikacija elemenata rađena je pomoću unutrašnjih standarda i pritom je vršena normalizacija na 100 %. Pri ovakvim uslovima analize, greška izmjerenih sadržaja elemenata može biti i do nekoliko procenata.

Granica detekcije sadržaja analiziranih elemenata je  $2\sigma \sim 0,2 \text{ mas.}\%$ , što znači da ukoliko neki element nije prisutan u analizi, taj element može biti prisutan u mineralu samo u koncentraciji ispod 0,2 mas.%. Sadržaj lakih elemenata (elementi sa rednim brojem 1-6, tj. od H do C) nije mjereno, zato što ovom metodom ne mogu biti detektovani elementi sa rednim brojem 1-5, a sadržaj ugljenika nije mjereno, jer je ovaj element upotrebljen za neparivanje uzoraka, tj. preparata, kako bi se obezbijedila elektroprovodnost materijala. Usled toga, treba imati u vidu da u pojedinim prikazanim analizama nedostaju sadržaji za C i H, kod minerala koji sadrže ove elemente (npr. karbonati, hidratizani alumosilikati itd.). Sve prikazane analize date su u masenim procentima (mas.%) elemenata.

## Matematičko–statističke metode

Kao alat pri interpretaciji rezultata hemijskih i geohemijskih analiza boksita primijenjene su matematičko–statističke metode. Osnovni statistički parametri procijenjeni su kako bi se proučila raspodjela analiziranih geohemijskih varijabli. U tu je svrhu je za univarijantne analize korišten MICROSOFT Office Excel (v7), a za bivarijantne i multivarijantne analize statistički softver STATISTICA (v7).

*Univarijatna i bivarijatna statistika.* Analizirani su: minimalna i maksimalna vrijednost sadržaja elemenata, raspon, aritmetička sredina varijansa i percentili (Rock, 1988; Davis, 1986; Miesch, 1976). Takođe, vršeni su i standardni statistički testovi raspodjele (normalna, lognormalna) i odgovarajuće transformacije podataka. Da bi se ocijenila normalnost raspodjele pojedinih analiziranih elemenata upotrebljeno je nekoliko različitih metoda. Jedna od njih je vizuelna procjena pomoću histograma raspodjela frekvencija i pomoću papira vjerovatnoće tj. pravca kumulativne raspodjele/ pravca normalne vjerovatnoće (Rose et al., 1979; Rock, 1988). Statističkim pokazateljem tj.  $\chi^2$  testom testirano je da li frekvencije analitičkih podaka za pojedinu varijablu/element pokazuju podudarnost s teoretskim frekvencijama normalne (lognormalne ili neke druge teoretske) distribucije. (Davis, 1986; Rock, 1988). Rezultati jednosmjerne analize varijanse ukazali su na postojanje statistički značajne varijabilnosti srednjih vrijednosti unutar i između grupa podataka. Statistički značaj ovih komponenti ukupne varijanse utvrđen je na osnovu kritičnih vrijednosti *F testa* na nivou pouzdanosti 95% i odgovarajućih stepena slobode (Davis, 1986). Takođe, izučavan je i koeficijent korelacije između različitih varijabli, Pearson-ov koeficijent i izvršena je linearna regresijska analiza.

*Multivarijatna statistika* je neposredni nastavak univarijatne i bivarijatne statistike. Ona omogućava simultano posmatranje različitih odnosa između više varijabli (Dillon & Goldstein, 1984). Tri multivarijatne metode primjenjene u ovom radu su: faktorska analiza, klaster analiza i diskriminantna analiza, pomoću kojih se pruža uvid u strukturu podataka skrivenu od neposrednog zapažanja, putem pojednostavljenja prikaza međusobnih odnosa između varijabli neke populacije.



*Faktorska analiza* je multivarijatna statistička metoda koja naglašava slabo izražene ali često značajne anomalije pojedinačnih elemenata (Howarth & Sinding-Larsen, 1983, Garrett, 1989; Jöreskog et al., 1976). Cilj faktorske analize tokom naših izučavanja ogledao se u težnji da se ukaže na asocijacije makro i mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja u jurskim boksitima istraživanog područja. Tom prilikom je upotrebljena faktorska analiza koja koristi metodu glavnih komponenata gdje tokom faktorisanja glavna dijagonala korelacione matrice ostaje neizmjenjena tj. sadrži jedinice.

*Klaster analiza* je statistička tehnika koja se može koristiti pri intepretaciji geohemijskih podataka da se pojačaju suptilne ali značajne veze među varijablama (klaster analiza R-modaliteta) ili uzorcima (klaster analiza Q-modaliteta). Odnosi među varijablama ili uzorcima se utvrđuju njihovim grupisanjem u grupe ili klastere na osnovu sličnosti mjerenih atributa (Dillon & Goldstein, 1984; Davis, 1986; Rock, 1988).

*Diskriminantna analiza.* Linearne diskriminantne funkcije danas su u širokoj upotrebi pri rješavanju geoloških problema povezanih s klasifikacijom uzoraka. Uz faktorsku, diskriminantna analiza predstavlja najčešće korišćenu multivarijatnu statističku metodu. Osnovni cilj je zajednički svim multivarijatnim tehnikama, a predstavlja smanjenje dimenzionalnosti skupa izvornih podataka (*data reduction*) i opis njegove osnovne strukture. Osnovna karakteristika diskriminantne analize je dopuštanje proučavanja razlika između dvije ili više grupa objekata na osnovi većeg broja varijabli posmatranih istovremeno.

## 1. OPŠTA GEOLOŠKA OBILJEŽJA KARSTNIH BOKSITA

Sa genetskog aspekta ležišta aluminijuma su svrstana u tri grupe: endogena, egzogena i metamorfogena ležišta. Ekonomski su najznačajnija, ujedno i najbrojnija, ležišta koja su vezana za egzogeni stadijum obrazovanja orudnjenja. Ograničenog su značaja endogena – magmatska i pegmatitska ležišta, dok hidrotermalna imaju najmanji ekonomski značaj (Jelenković, 1999).

Aluminijum u prirodi gradi veliki broj sopstvenih minerala koji su osnovni izvori za njegovo dobijanje. Takođe, ulazi i u sastav brojnih petrogenih minerala magmatskih, sedimentnih i metamorfnih stijena. Najzastupljeniji je u mineralima iz grupe alumosilikata. Glavni minerali aluminijuma su: gipsit –  $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , bemit –  $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$ , dijaspor –  $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{H}_2\text{O}$ , kaolinit –  $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$  i korund –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Boksit je najznačajnija ruda aluminijuma. U svjetskim rezervama boksita najveće učešće parageneza minerala aluminijuma imaju: gipsitski (24%), bemitski i dijasporski boksiti (23%); zatim miješani tipovi: bemitsko-gipsitski (15%) i bemitsko-dijaspor (14%), dok ostali tipovi nemaju bitnije učešće (Bárdossy, 1981). Prateće rudne komponente u boksitima su Fe, Ga, V, Sc, Ti, Cr i drugi mikroelementi, kao i minerali iz grupe rijetkih zemalja (REE).

### 1.1. KLASIFIKACIJE LEŽIŠTA BOKSITA

Veliki broj istraživača se bavio pitanjem klasifikacije ležišta boksita. Mnogobrojnost ležišta boksita i brojne njihove specifičnosti, uslovile su određene

sličnosti ali i razlike između predloženih klasifikacija koje je bilo moguće izvesti po različitim principima. Klasifikacije su mijenjane i dopunjavane kako su se mijenjala shvatanja i tumačenja geneze boksita. O različitim klasifikacijama boksita pisao je Bárdossy (1981), na čemu se bazira i naš prikaz u narednom tekstu.

Na početku prošloga vijeka je bila ustanovljena podjela na ležišta boksita: *na silikatnim stijenama* i *na karbonatnim stijenama*. Shodno tome Harrassowitz (1926) predlaže podjelu na: *silikatne* i *krečnjačke* boksite. Ovakva podjela je bila prihvaćena od većeg broja njemačkih geologa tokom pedesetih i šesdesetih godina prošlog vijeka. Foks (1932), ležišta boksita dijeli po genetskim karakteristikama na: *lateritske boksite*, koji su nastali kao posledica lateritskih raspadanja silikatnih stijena i *boksite "terra-rossa"* koji su nastali kao produkt raspadanja krečnjaka i dolomita, odnosno iz tera rose. Vadaš (1951), umjesto nejednoznačnih termina silikatni i krečnjački boksiti uvodi nazive lateritni i karstni boksiti, čime je naglasio ulogu podinskih karbonatnih stijena u obrazovanju ležišta boksita. Harder (1952) je na osnovu predpostavljenih matičnih stijena predložio sledeću klasifikaciju: 1. ležišta obrazovana na silikatnim stijenama, bogatim alkalijama i aluminijom; 2. ležišta povezana sa krečnjacima; 3. ležišta povezana sa sedimentnim glinama; 4. ležišta povezana sa bazičnim vulkanskim stijenama i 5. ležišta obrazovana pri intezivnom raspadanju stijena, koje imaju srednje sadržaje aluminije. Hos (1960) je razradio klasifikaciju na osnovu morfoloških kriterijuma: 1. ležišta obrazovana na zaravnjenim površinama (pinelenima); 2. ležišta obrazovana na padinama vulkanskih kupola i na vulkanskim platoima; 3. ležišta obrazovana na karstifikovanim krečnjačkim platoima; 4. sekundarno pretaložena ležišta. Valetton (1972) je razradila klasifikaciju bazirajući se na karakteru podinskih stijena: 1. boksitna ležišta na magmatskim i metamorfnim stijenama, kojima pripadaju: ležišta obrazovana na padinama; na platoima bazičnih stijena i na platoima različitih stijena i 2. boksitna ležišta na sedimentnim stijenama kojima pripadaju: ležišta stvorena na klastičnim stijenama, karbonatnim stijenama i na fosfatnim stijenama. Paterson (1967) je na osnovu morfologije i prostornog položaja ležišta predložio sledeću klasifikaciju: 1. Pokrovna ležišta sa promjenjivom debljinom; 2. Međuslojna ležišta, nalaze se između sedimentnih i vulkanskih stijena i imaju oblik

sočiva i slojeva i 3. Ležišta oblika džepova, zapunjena udubljenja u dolomitima i krečnjacima, a mogu biti povezana i sa drugim stijenama. *Grabb (1973)* je predložio klasifikaciju na osnovu relativne visine na kojoj su obrazovana ležišta: 1. ležišta obrazovana na većim visinama (iznad nivoa podzemnih voda) i 2. ležišta obrazovana na malim visinama (sa kolebanjem nivoa podzemnih voda).

Proučavanje boksita u bivšem Sovjetskom Savezu je imalo određene specifičnosti u pogledu tumačenja geneze i klasifikacije ležišta boksita. Tako je *Maljavkin (1937)* razlikovao: letritska, metasomatska, organogena i metamorna ležišta. *Arhangelski (1937)* dijeli ležišta boksita na morska i jezerska (jezersko - blatna). On je poricao postojanje lateritizacije i lateritskih boksita, te je ležišta sredozemnog tipa svrstao u genetsku grupu morskih ležišta. *Vikulova (1946)* po mjestu nalaženja boksita razlikuje: ležišta na platoima, u dolinama, u paleokarstnim udubljenjima, jezerska ležišta i ležišta u lagunama i priobalnim morskom zonama. *Pejve (1947)* je na osnovu geotektonskog položaja izdvojio: 1. ležišta geosinklinalnih oblasti kojima pripadaju sva morska koja zaliježu na karbonatnim stijenama i 2. ležišta platformnih oblasti u koja su svrstana sva eluvijalna i jezersko-blatna ležišta. Sva ležišta Urala i Sredozemnog tipa on je svrstao u prvu grupu. *Gorecki (1960)* dopunjava i razrađuje navedenu tektonsku klasifikaciju i izdvaja tri grupe ležišta: 1. ležišta na stabilnim djelovima platformi, 2. ležišta na pokretnim djelovima platformi i 3. ležišta geosinklinalnih oblasti. Na osnovu morfologije paleoreljefa, on je navedene grupe podijelio na šesnaest podgrupa, obuhvatajući tako skoro sve strukturno-tektonske jedinice na kojima su formirana ležišta boksita. *Kirpalj (1972)* je izdvojio dvije grupe ležišta boksita: 1. ležišta ostataka raspadanja (rezidualna) i 2. sedimentna ležišta. U okviru navedenih grupa izvršio je podjelu prema geotektonskom kriterijumima na platformna i geosinklinalna, koja je na osnovu morfoloških osobenosti i vrstama podinskih stijena podijelio na četrnaest podgrupa. Prethodnu klasifikaciju isti autor je razradio i dopunio 1977. godine (u kojoj je isključio tektonski kriterijum) na sledeće grupe: 1. lateritska ležišta obrazovana *in situ*: ležišta linijskog rasprostranjenja, sočivasta ležišta i ležišta pokrovnog tipa (obrazovana na platoima); 2. poligena ležišta (sa djelimičnim pretaložavanjem): karstno-sočivasta, sočivasta i slojevita; 3. sedimentna ležišta u

terigenim stijenama: dolinska, slojevita, karstna, kontaktno-karstna i karstna u depresijama i kontaktno-karstna u depresijama i 4. sedimentna ležišta u karbonatnim stijenama: karstno-slojevita, karstna u depresijama, karstno-sočivasta, karstna ležišta u vrtačama. *Bušinskij (1971)* je svoju klasifikaciju zasnovao na genetski faktorima i uslovima zalijeganja ležišta boksita. On je ležišta boksita podijelio na: 1. lateritska ležišta (obrazovana na alumosilikatnim stijenama) koja je podijelio na ekstralateritska i sublateritska; 2. kompleksna (imaju karakteristike lateritskih i sedimentnih ležišta); 3. ležišta ostataka raspadanja (klastogena), koja je podijelio na ležišta obrazovana na silikatnim stijenama i ležišta obrazovana na karbonatnim stijenama ("karstna ležišta"); 4. sedimentna homogena ležišta koja obuhvataju vulkanogeno-sedimentna ležišta i ležišta sulfidnog raspadanja i 5. metamorfna ležišta. Grupa autora u Tumaču Metalogenetske karte boksita Sovjetskog Saveza 1973. godine je usaglasila i primijenila sledeću klasifikaciju ležišta boksita: 1. boksitna ležišta lateritskih formacija koja su podijeljena na ležišta bovalnog (pokrovnog) tipa (sa boksitima *in situ*) i padinskog tipa (sa klastičnim pretaloženim boksitom); 2. boksitna ležišta karbonatnih formacija koja obuhvataju karstni, infiltraciono-karstni i slojeviti tip i 3. boksitna ležišta sedimentnih formacija u okviru kojih je izdvojen karstni i slojeviti tip ležišta. *Sapožnikov (1975)* razlikuje: 1. ležišta boksita obrazovana *in situ* (lateritska), 2. sedimentna, 3. poligena, 4. infiltraciona i 5. metamorfisana ležišta boksita. Autor je posebnu pažnju posvetio sastavu podinskih stijena ležišta boksita pa izdvaja: boksitna ležišta na alumosilikatnim i na karbonatnim stijenama. Ležišta obrazovana na alumosilikatnim stijenama, u zavisnosti od mjesta stvaranja, dijeli na: 1. ležišta lateritskih boksita obrazovana *in situ* u procesu lateritizacije koja dijeli na ležišta obrazovana na mjestu (eluvijalna) i ležišta sa djelimičnim pretaložavanjem i 2. ležišta tihvinskog tipa kojima pripadaju alohtona ležišta boksita koja dijeli na slojevita ležišta i ležišta dolinskog tipa. Grupu boksitnih ležišta na karbonatnim stijenama autor naziva karstnim boksitima bez obzira na stepen karstifikacije podinskih stijena, te razlikuje monociklične i policiklične karstne boksite.

Većina autora karstne boksita tretira kao jedinstvenu grupu bez daljih podjela na tipove ležišta. *Bušinskij (1964)* je prvi podijelio karstne boksita na "bližekarstne" ili "prikontaktne" i "dalekokarstne" ili "arealne". Arealni tip isti autor (*1971, 1975*) naziva sredozemnomorskim, a i dalje zadržava navedenu podjelu. Kasnije izdvaja i treći tip Tulska i Rajzanska ležišta. *Sapožnikov (1975)* razlikuje monociklične i policiklične karstne boksita, koji u suštini odgovaraju arealnim i prikontinentalnim. *Pastuhova (1975)* izdvaja dvije grupe ležišta: sedimentna i sedimentno-lateritska. Sedimentni su pretaloženi boksiti, a sedimentno-lateritski su obrazovani na mjestu.

*Bárdossy (1981)*, izdvaja šest tipova ležišta: 1. Ležišta sredozemnog tipa za koja kaže da se radi o pravim karstnim boksitima, a da svi ostali tipovi predstavljaju, cjelovito gledano, prelazne tipove prema ležištima tihvinskog ili lateritskog tipa; 2. Ležišta timanskog tipa, koja se izdvaja na osnovu građe boksitonosnog paketa i oblika zalijeganja; 3. Ležišta kazahstanskog tipa sa litološki različitom, ali genetski jedinstvenom građom; 4. Ležišta ariježskog tipa sa karakterističnom dvočlanom građom – gline i boksiti; 5. Ležišta selentinskog tipa – samostalna sekundarna ležišta i 6. Ležišta tuskog tipa koji je predstavljen jedinstvenim ležištem u rejonu Tula i Rajzena u Moskovskom basenu.

*Janković (1981)* u okviru reliktnih ležišta izdvaja i opisuje lateritska ležišta boksita, a u okviru sedimentnih ležišta - sedimentna homogena ležišta boksita za koja kaže da se često nazivaju i ležištima krečnjačkog tipa. Pored opisa oblika, mineralnog sastava, strukturnih karakteristika i drugih karakteristika ležišta ovoga tipa, autor naglašava da postanak ležišta boksita krečnjačkog tipa nije jednoznačno riješen, te polazeći od određenih činjenica daje istorijski prikaz i kritički osvrt na postavljene teorije i hipoteze o genezi boksita i svoje viđenje geneze karstnih boksita.

*Jelenković (1999)* ležišta boksita dijeli u dvije grupe: lateritska ležišta i ležišta sedimentnog tipa. Sa aspekta prostornog položaja i karaktera veze sa matičnim stijenama lateritska ležišta boksita, kao i *Bušinskij (1971)*, *Jelenković* dijeli u dvije osnovne grupe: *ekstralateralna* i *sublateralna*, a sa stanovišta prostorne lokalizacije – na *rezidualna* i *pretaložena* ležišta. Rezidualna ležišta se nalaze na mjestu

nastanka, na stijenskim kompleksima od kojih su nastala. Pretaložena ležišta karakteriše kraći transport materijala sa lateritskih kora raspadanja rječnim tokovima ili na neki drugi način, i njegovo taloženje u sedimentnim basenima. Grupi lateritskih ležišta aluminijuma pripadaju i *predeponavana* ležišta, koja pojedini autori uslovno svrstavaju u grupu orudnjenja *poligenog tipa*, jer imaju karakteristike i lateritskih i sedimentnih ležišta. Klasifikacija ležišta ovoga tipa prema morfološkim i strukturnim karakteristikama je sledeća: *karstno-sočivasta*, *izduženo sočivasta* i rudna tijela *pokrovnog tipa*. Lateritskim ležištima boksita pripadaju i *reliktna* ležišta koja su obrazovana na zakaršćenom paleoreljefu krečnjaka. Ova ležišta, prema mineralnom sastavu, pripadaju dijasporskom ili bemitskom tipu i karakterišu se povišenim sadržajem silicije i oksida gvožđa. U grupi sedimentnih ležišta boksita autor, prema sredini u kojoj su lokalizavana, izdvaja dva osnovna podtipa (podgrupe) orudnjenja: sedimentna ležišta boksita u terigenim stijenama i sedimentna ležišta boksita u karbonatnim stijenama. *Sedimentna ležišta boksita u terigenim stijenama* vezana su za platformne oblasti Ruske, Kineske i Sjeverno-američke platforme. *Sedimentna ležišta boksita u karbonatnim stijenama* vezana su za ubrane oblasti Zemljine kore.

Pajović (2000, 2000a, 2009) ležišta boksita po uslovima i načinu nastanka klasifikuje u tri genetske grupe: 1. ležišta raspadanja, 2. sedimentna ležišta i 3. metamorfisana ležišta. Ležišta raspadanja dijeli na dvije podgrupe: lateritska i karstna ležišta. U grupu sedimentnih ležišta svrstava podgrupu ležišta bijelih boksita i boksitnih glina, a ne isključuje mogućnost postojanja i druge genetske podgrupe. Ležišta koja pripadaju navedenim podgrupama mogu biti metamorfisana. Podgrupe ležišta, i lateretske i karstne, autor dalje dijeli na analogne genetske tipove: reliktna (za lateritske) i primarna (za karstne), te deluvijalno-proluvijalna, pretaložena u moru i pretaložena vodenim tokovima ili u jezerima. Podgrupu ležišta bijelih boksita i boksitnih glina, prema sredini u kojoj su ležišta obrazovana, dijeli na dva tipa: jezersko-barska i morska (brakična).

Na osnovu navedenog, kao i novije literature, koja je u dijelu klasifikacije ležišta boksita uglavnom oslonjena na citirane radove, boksiti su formirani u uslovima vlažne tropske i subtropske klime; na osnovu litološkog sastava podinskih stijena

ležišta boksita su svrstana u dvije osnovne grupe: lateritski i karstne boksite; u karstnim boksitima dominiraju bemit i diaspor a u lateritskim gipsit (Bárdossy, 1981, Bárdossy and Aleva, 1990; MacLean et al., 1997; Mongelli and Acquafredda, 1999; Mameli et al., 2007; Calagari and Abedini, 2007; Bogatyrev and Zhukov, 2009; Deng et al., 2010). Karstni boksiti čine 14% svjetskih resursa boksita (Mameli et al., 2007).

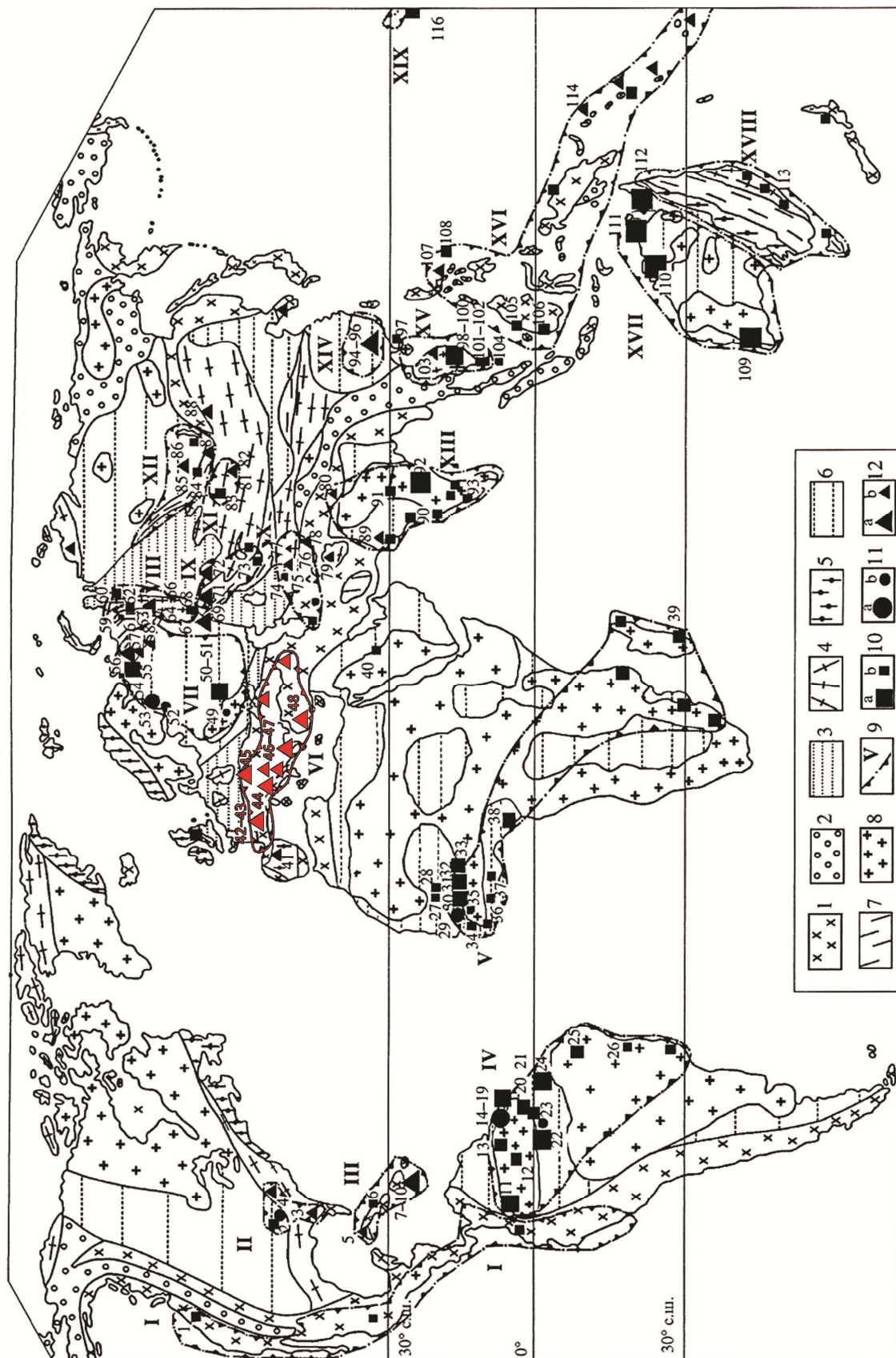
## 1.2. BOKSITNE PROVINCIJE

Boksiti su jedna od od nekoliko vrsta egzogenih tipova ležišta mineralnih sirovina za čije je obrazovanja potrebna topla i vlažna klima. Sva kenozojska ležišta boksita lokalizovana su u okviru sadašnjih tropskih zona. Starija ležišta boksita su formirana na tektonski stabilnim štitovima, anteklizama i u drugim strukturama u mobilnim tektonskim jedinicama, uključujući aktivne kontinentalne margine, ostrvske lukove i vulkanska ostrva. Paleotektonska i paleogeografska proučavanja pokazuju da su u geološkoj prošlosti, u ranom kambrijumu, srednjem i gornjem devonu, donjem i srednjem karbonu, paleozoiku i mezozoiku sva poznata ležišta boksita bila smještena u paleotropskim regionima odnosno paleoekvatorijalnoj zoni (Bogatyrev and Zhukov, 2009).

Većina boksitnih provincija danas je smještena je na sjevernoj hemisferi. Najveća ležišta boksita vezana su za platformne oblasti. Na starim platformama, boksitne provincije, po pravilu, smještene su na marginama štitova i antekliza. Boksitne provincije u regionima ubiranja su poznate jedino u sjevernoj hemisferi i vezane su za orogeneze različite starosti od Bajkalske do Alpske, za koju je vezana najmlađa i najproduktivnija Mediteranska provincija. U ovoj provinciji formiranje ležišta boksita trajalo je sa prekidima od gornjeg perma do neogena. Boksiti karstnog tipa, koji preovlađuju u oblastima ubiranja, formirani su na paleokarstnim prostorima ili ostrvskim lukovima.

Ležišta boksita za podinu i povlatu imaju karbonatne sedimente različite starosti, što svjedoči o periodičnim transgresijama i regresijama i različitim trajanjima emerzionih faza.



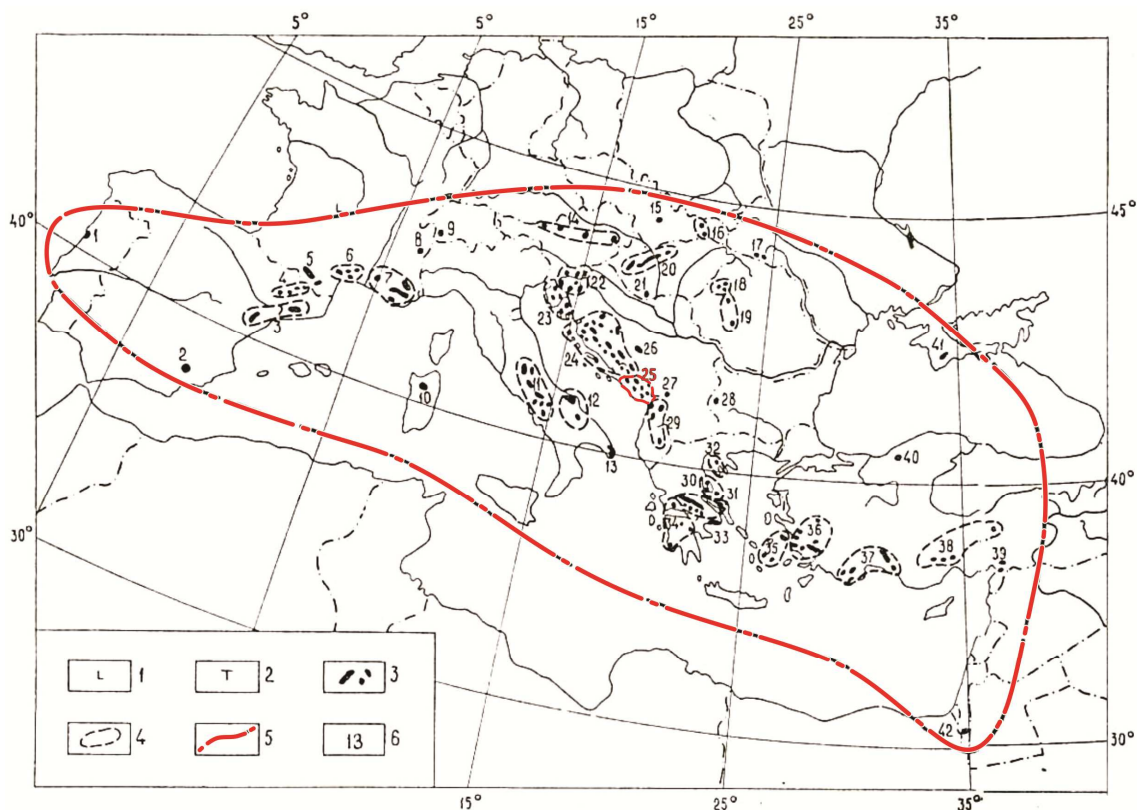


Sl. 1.1: Glavne boksitne provincije i ležišta boksita u svijetu (Bogatyrev and Zhukov, 2009).  
 \* Mediteranska provincija istaknuta crvenom bojom

Legenda za sl. 1.1: (1) Alpski naborni kompleksi; (2) Kimerijski naborni kompleksi; (3) Kompleksi ploča mladih platformi; (4, 5) Paleozojski naborni kompleksi: (4) Hercinski i (5) Kaledonski uključujući štitove i anteklize mladih platformi; (6) Kompleksi ploča, štitova i antekliza starih platformi; (7, 8) Prekambrijski naborni kompleksi: (7) Bajkalski (8) Proterozojski i stariji; (9) Granice provincija; (10–12) Genetske grupe ležišta boksita: (10) Rezidualne lateritska, (11) Sedimentna, i (12) Karstna; (a) Velika i ležišta srednje veličine, i (b) Mala ležišta i pojave. (I–XIX) Boksitne provincije i (1–116) ležišta (označen brojevima na slici): I, *Istočnopacifička provincija*: 1, Oregon; II, *Sjevernoamerička provincija*: 2, Gasconade County; 3, Eufola; 4, Arkansas; 5, Georgia; III, *Karibska provincija*: 6, Viniales; 7, San Francisco; 8, Saint Ann; 9, Manchester; 10, Essex Valley; IV, *Južnoamerička provincija*: 11, Pijiguaos; 12, Guayacos; 13, El Placer; 14, Pomerun; 15, Essequbio; 16, Linden; 17, Ituni; 18, Quaquani; 19, Canier; 20, Onverdacht; 21, Moengo; 22, Trombetos; 23, Almeyrin; 24, Paragominos; 25, Carajas; 26, Pocos de Caldes; V, *Afrička provincija*: 27, Boe; 28, Falea; 29, Dian Dian; 30, Fria; 31, Pita-Labé; 32, Tuge; 33, Dalaba; 34, Los; 35, Kindia; 36, Mokanji–Gondama; 37, Nyinahin; 38, Minim-Martap; 39, Manina; 40, Manantenina; 41, Natal; 42, Az Zabir; **VI, Mediteranska provincija**: 43, Pyreanean; 44, Brignol; **45, Nikšićka Župa**; 46, Kiona; 47, Helicon; 48, Menderes; VII, *Istočnoevropska provincija*: 49, Vysokopol'e; 50, Vislovo; 51, Yakovlevo; 52, Tikhvin; 53, Iksa; 54, Plesetsk; 55, Vezhayu-Vorykva; 56, Shchugor; 57, Timsher; 58, Puzla; VIII, *Uralska provincija*: 59, Kara; 60, Sos'va–Salekhars; 61, Kozhim; 62, Shchuchinsky; 63, Krasnovishersk; 64, Ivdel; 65, Severoural'sk; 66, Karpinsk; 67, Kasli; 68, Sokolovo; IX, *Kazahstanska provincija*: 69, Krasny Oktyabr; 70, Belinsky; 71, Naurzum; 72, Arqalyk; 73, Pavlodar; X, *Centralnoazijska provincija*: 74, Kokpatas; 75, Bukantau; 76, Kairak; 77, Sokh; 78, Ak-Jilga; 79,80, isolated deposits: 79, Damun Gol (Hindu Kush); 80, Jammu; XI, *Salair provincija*: 81, Berdsk–Maisky; 82, Obukhovo; 83, Barzas; XII, *Istočnosibirskaja provincija*: 84, Kozyreevsky; 85, Angarsky; 86, Central; 87, Bokson; 88, Alagul; XIII, *Indijska provincija*: 89, Mewasa; 90, Goa; 91, Amarkantak; 92, Panchpatmali; 93, Nilgiri; XIV, *kineska provincija*: 94, Nanting; 95, Kunmin; 96, Queyang; XV, *Indokineska provincija*: 97, Hainan; 98, Langshon; 99, Tung Dyc; 100, Zangia; 101, Bao Loc; 102, Kong Plong; 103, Di Linh; XVI, *Indonezijsko-Filipinska provincija*: 104, Bintan; 105, Sarawak; 106, Kapuas; 107, Samar; 108, Nonoc; 114, Rennel; 115, Fiji; XVII, *Zapadnoaustralska provincija*: 109, Darling; 110, Mitchell Plateau; 111, Gove; 112, Weipa; XVIII, *Istočnoaustralska provincija*: 113, Tambourine; XIX, *Havajska provincija*: 116, Kauai.

Bogatyrev and Zhukov, (2009), oslanjajući se na ranije klasifikacije ležišta boksita i boksitnih provincija *Sapožnikova*, na osnovu prostorne veze boksitnih provincija sa starim platformnim oblastima, mladim platformama, reaktiviranim kontinentalnim marginama, naboranim regionima, ostrvskim lukovima, i velikim štitastim vulkanima okeanskih ostrva, izdvajaju 19 boksitnih provincija u svijetu sa ukupno 116 ležišta (Sl. 1.1).

Ležišta karstnih boksita zastupljena su u Evropi, Aziji, Sjevernoj i Srednjoj Americi i na ostrvima zapadnog dijela Tihog okeana. Bárdossy, (1981) izdvaja sedam boksitonosnih provincija: Sredozemnu, Iransko–Himalajsku, Tihookeansku, Istočnoazijsku, Uralsko-sibirsko-srednjeazijsku, Karibsku i Sjevernoameričku, i 88 boksitonosnih rejona sa ukupno 191 ležištem karstnih boksita. Najveći broj boksitonosnih rejona u Evropi nalazi se na sjevernoj obali Sredozemnog mora, pa ovu provinciju naziva Sredozemnom boksitonosnom provincijom koja obuhvata boksitonosne rejone: Mađarske, Austrije, Češke, Slovačke, Zakarpatja, Rumunije i Krimskog poluostrva u svom sjevernom dijelu, potom Grčke, Italije, zemalja bivše Jugoslavije, Francuske, Španije i Portugalije u centralnom, Izraela u jugoistočnom i Turske u istočnom dijelu.



Sl. 1.2: Ležišta boksita Sredozemne boksitonosne provincije (Bárdossy, 1981). 1- ležišta lateritskih boksita; 2- ležišta tihvinskog tipa; 3- ležišta karstnih boksita; 4- granice boksitnih rejona; 5- granica boksitonosnih provincija; 6- broj boksitonosnog rejona. \*Boksitonosni rejon Crne Gore (25) istaknut crvenom bojom

Interesantni su podaci o "količinama" boksita u boksitonosnim provincijama karstnih boksita (tabela 1.1) i sedamnaest glavnih rejona karstnih boksita, koje Bardoši iznosi uz ogradu da je tačnost ocjene umnogome zavisila od detaljnosti raspoloživih geoloških podataka.

Tabela 1.1: Raspodjela karstnih boksita po boksitonosnim provincijama (Bárdossy, 1981)

Boksitonosna provincija	Količina boksita	
	Mil. t	%
1. Sredozemna	2.533	39
2. Iransko-Himalajska	128	2
3. Tihookeanska	122	2
4. Istočnoazijska	1.014	16
5. Uralsko-Sibirsko-Srednjeazijska	1.173	18
6. Karibska	1.390	22
7. Sjevernoamerička	37	<1
UKUPNO (1-7)	6.397	100

### 1.3. STRATIGRFIJA LEŽIŠTA KARSTNIH BOKSITA

Prema dosadašnjim saznanjima ležišta karstnih boksita javljaju se u kambrijumu, paleozoiku, mezoziku i kenozoiku. Najkompletniji pregled stratigrafije karstnih boksita dao je Bárdossy (1981). Najstariji do danas poznati karstni boksiti su stvoreni početkom kambrijuma, a po nekim mišljenjima i krajem proterozoika od kojih je najpoznatije Boksonsko ležište u Istočnom Sajanu, zatim ležišta u području Kuznjeckog Altaja i dr. Ležišta boksita ordovicijumske starosti pominju se u Kazahstanu, dok boksiti silurske starosti nijesu konstatovani. U devonu su formirana brojna i ekonomski značajna ležišta karstnih boksita i to u području Urala, na Altaju, Srednjem Timanu, Pakistanu i u Avganistanu. Karstna ležišta boksita karbonske starosti konstatovana su na Timanu (Rusija), Uzbekistanu, Kini, kao i ležišta u državi Misuri (SAD). Najpoznatija permska ležišta boksita nalaze se u Turskoj i Vijetnamu, zatim Kini, Iranu i Grčkoj.

Trijaski karstni boksiti nemaju veliko rasprostranjenje. Najznačajnija ležišta su u Iranu, Malom Kavkazu, Pamiru, u Dinaridima (na području Hrvatske i Crne Gore), na Sjevernom Uralu itd. Najznačajnija ležišta jurskih karstnih boksita nalaze se u Mediteranu i to u: Crnoj Gori, Grčkoj, Hrvatskoj (Istra), Sloveniji, Švajcarskoj i Francuskoj (Alpi) i Španiji (Kordiljeri). Takođe su otkriveni na Krimskom poluostrvu i Uzbekistanu (Taškent). U toku donje krede karstni boksiti su nastali na širokim prostoru, prije svega u području Mediterana: Portugalija, Španija, Francuska, Sardinija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora i Grčka. Takođe se javljaju u području Mađarske, Rumunije, Srbije, kao i na Južnom i Sjevernom Uralu. U periodu gornje krade obrazovana su najznačajnija ležišta karstnih boksita: u španskim Pirinejima, francuskoj Provansi, skoro sva ležišta Italije, Austrije i Češke, kao i pojedina ležišta u Mađarskoj (Halimba i Šumeg), u Rumuniji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Srbiji. Najveća ležišta su obrazovana na Parnasu, Helikonu i Kioni u Grčkoj. Pojedinačna ležišta gornjokrednih boksita takođe su poznata u: Iranu (planine Zagros), Izraelu, Rusiji i Kazahstanu.

U paleocenu i eocenu formirane su značajne količine karstnih boksita u: Mađarskoj, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori. Velika ležišta nalaze se u Kazahstanu, u



rejonu Arkalika i Janisejskog krsta, dok su manja ležišta konstatovana u Kataloniji (Španija), na Peloponezu (Grčka), zatim u Albaniji, Turskoj, Pakistanu i Kašmiru. U ovom periodu nastala su relativno mala ležišta u jugoistočnom dijelu SAD-a. Oligocenska ležišta boksita poznata su u: sjevernoj Sloveniji, okolini Jajca u Bosni i Hercegovini, kao i pojedina pretaložena ležišta u Mađarskoj. U miocenu i pliocenu opet nastupa intezivno formiranje karstnih boksita. U to vrijeme su nastala ogromna ležišta Jamajke, Haitia i Dominikanske Republike, kao i pretaloženi boksiti sjevernog Vijetnama. U kvartarnom periodu nastali su boksiti na ostrvima u Tihom okeanu (Filipinska ostrva, Nova Gvineja, Fidži, Renel i dr.)

U tabeli 1.2 prikazna je raspodjela količina poznatih karstnih ležišta boksita po njihovoj stosti iz koje se vidi da su se kroz geološko vrijeme, od devona do kvartara, stvarali povoljniji uslovi za obrazovanje karstnih boksita, pri čemu su najpovoljniji uslovi bili u periodu gornje krede, paleocen-eocena i miocen-pliocena.

Tabela 1.2: Raspodjela karstnih boksita po geološkoj starosti, (Bárdossy, 1981)

Geološka starost		Količine boksita		Ukupne količine boksita	
		mil. t	%	mil. t	%
Kenozoik	Kvartar	122	2	2.418	38
	Miocen-pliocen	1.500	24		
	Oligocen	20	<1		
	Paleocen-eocen	776	12		
Mezozoik	Gornja kreda	1.501	23	2.381	37
	Donja kreda	313	5		
	<b>Jura</b>	<b>315</b>	<b>5</b>		
	Trijas	252	4		
Paleozoik i proterozoik	Perm	381	6	1.598	25
	Karbon	780	12		
	Devon	406	6		
	Silur	-	-		
	Ordovicijum	1	<1		
	Kambrijum i gornji proterozoik	30	<1		
UKUPNO		6.397	100	6.397	100

Boksiti proučavanih rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica pripadaju jurskim karstnim boksitima. Ukupne rezerve od 315 miliona tona jurskih karstnih boksita, čine 5% od ukupnih svjetskih rezervi karstnih boksita (tabela 1.2).

#### 1.4. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA KARSTNIH BOKSITA

**Tipovi ležišta karstnih boksita.** Pri klasifikaciji ležišta boksita autori imaju različite pristupe. Većina autora, međutim, kombinuje genetske i morfološko-strukturne karakteristike, a koriste se i tektonski, geomorfološki i drugi kriterijumi odnosno modeli. Ovakva situacija uslovljena je prije svega različitim tumačenjem geneze karstnih boksita, odnosno porijekla matičnog materijala, kao i načina njegovoga transporta i deponovanja na karstne prostore.

Jednu od najkompleksnijih podjela karstnih boksita, koju smo ranije pomenuli, izvršio je Bárdossy (1981) pri čemu je pošao, prije svega, od uslova formiranja ležišta boksita, geološke građe ležišta uključujući i litostratigrafske karakteristike okolnih stijena (podine i povlate). Za ležišta *Sredozemnog tipa* on kaže da su to *pravi karstni boksiti*, a da svi ostali tipovi predstavljaju, posmatrano u cjelini, prelazne tipove prema ležištima tihvinskog ili lateritskog tipa.

Ležišta Sredozemnog tipa karakteriše slična petrografska građa. Ponekad se u cjelini sastoje od kvalitetnih boksita, ali u većini slučajeva, u donjim i gornjim a takođe i u obodnim djelovima, javljaju se glinoviti boksiti ili boksitne gline. Rijetko se javljaju proslojci krečnjaka ili grubi komadi okolnih karbonatnih stijena. Ležišta sredozemnog tipa se javljaju u svim provincijama karstnih boksita, izuzev u Sjevernoameričkoj provinciji.

*Bárdossy* izdvaja osam morfoloških tipova ležišta karstnih boksita, pri čemu naglašava da među njima postoje brojni prelazi, a naročito između slojevitih i sočivastih tipova ležišta.

*Ležišta u obliku slojeva.* Predstavljaju najveća ležišta u okviru karstnih boksita. Njihova dužina i širina dostiže i prelazi 1 km, a njihova površina je obično veća od 0,5 km<sup>2</sup>. Površina podinskih stijena u različitom stepenu je karstifikovana. Granica prema povlatnim stijenama je relativno ravna. Ležišta ovoga tipa mogu da sadrže i do 70 mil. t boksita. Velika ležišta slojevitog tipa se rijetko sreću. Takvo je ležište Halimba u Mađarskoj sa dimenzijama: dužina 3,5 km, širina 2 km, površina 7 km<sup>2</sup>, prosječna debljina 5-10m, a mjestimično i do 35m. Sličnih morfoloških

karakteristika su i ležišta u području Iskasentđerđa (Mađarska), Vilverjak kod Monpeljea (Francuska), Vlasenica (Bosna i Hercegovina), kao i devonski boksiti sjevernog Urala.

*Ležišta u vidu pokrivača.* Kod ovog tipa ležišta boksit pokriva krečnjačku podlogu na širokom prostoru, kako udubljenja tako i blaga uzvišenja. Otuda površina takvih ležišta nije ravna već odgovara formi reljefa podloge. Druga bitna razlika u odnosu na slojevita ležišta je manja debljina boksita, zbog čega takva ležišta mogu imati razerve do 20 miliona tona. Ovom tipu ležišta pripadaju ležišta miocena, pliocena i kvartara bez pokrivača (krovine). Takva su velika ležišta Jamajke na platoima Sent Elizabeta, u rejonu grabena Majl-Gali i na Mančester platou. Debljina boksita je uglavnom od 4 do 10m, a u udubljenjima od 10-20m. Ležišta imaju površinu od 1 do 5km<sup>2</sup>. Slična su i ležišta na ostrvu Haiti. U Tihookeanskoj boksitonosnoj provinciji na više ostrva, čija je površina oko 30km<sup>2</sup>, nalazi se boksitni pokrivač srednje debljine 0,5m, a samo na malim udubljenjima na pleistocenskim krečnjacima debljina boksita dostiže i prelazi 1m.

*Ležišta u obliku traka.* To su ležišta boksita izduženog oblika, čija dužina dostiže nekoliko km, a širina im ne prelazi 500 do 800m. Njihova površina može biti značajna, debljine su prosječno od 5 do 10m, a na udubljenjima i 15 do 20 m. Površina ležišta u osnovi je ravna. Ležišta ovoga tipa su relativno rijetka, najpoznatija su u rejonu Brinjola u Francuskoj. Tako, ležište Mazog ima dužinu 10 km, a ležište Le-Val-Vins – Sen-Kristof 12 km, ležište Kombekav – Pegro 11 km. *Bárdossy* u ovu grupu ležišta svrstava i *ležišta Nikšićke Župe*, dužine 1-2 km, širine 100-300m i srednje debljine boksita od 10 do 20m, a u udubljenjima čak i preko 50m. Količina boksita u ovim ležištima iznose od 5 do 20 mil. t.

*Ležišta u obliku sočiva.* Ležišta ovoga tipa imaju površinu, u većini slučajeva, od 1 do 40 ha, sa nepravilnim konturama, rijetko okrugla ili ovalna, sa prečnikom od 200 do 600 m. U sredini takvih ležišta debljina je najveća, a smanjuje se prema obodnim djelovima ležišta. Debljina se kreće u rasponu od 10 do 20m, sa maksimalnom debljinom do 30m. Količine boksita u takvim ležištima kreću se od 300.000 do 3.000.000 t. Ovaj morfološki tip ležišta je najzastupljeniji kod ležišta

Sredozemnog tipa. Na platou Mančester na Jamajci, otkriveno je nekoliko stotina boksitnih sočiva, koja prema jugu prelaze u ležišta u vidu pokrivača. Većina boksitnih ležišta u Dinaridima, Grčkoj, Turskoj, Francuskoj, kao i Mađarskoj pripadaju ovom morfološkom tipu.

*Rasjedno-grabenska ležišta.* Ležišta ovoga tipa ograničena su rasjedima sa najmanje dvije strane, a debljina im je često najveća u blizini rasjednih površina. Obično sadrže od 200.000 do 1.000.000 t boksita. Rasjedno-grabenska ležišta su relativno rijetka. Najpoznatija su u Mađarskoj, u kojima debljina boksita dostiže od 50 do 60m. Ovoj grupi pripadaju ležišta Fenofa, Angeret, Melegeš I, Melegeš II i Gante.

*Ležišta obrazovana u kanjonima.* Ova ležišta imaju dužinu od nekoliko stotina metara i širinu 10 do 50m. Debljina boksita je, u većini slučajeva, 10 do 20m, a količina boksita od 100.000 do 800.000 t. Ležišta ovoga tipa su rijetka, a tipični primjeri su u Dinaridima i Italiji.

*Ležišta obrazovana u vrtačama.* Ležišta ovog tipa su relativno malih površina, od 0,1 do 1 ha, sa ovalnim, a rjeđe nepravilnim konturama, prečnika 50 do 200 m. Ova ležišta ponekad obuhvataju vrtače u nizu, ili susjedne nepravilno raspoređene vrtače. Debljina boksita u središnjim djelovima vrtače dostiže 40 do 50 m, a prema obodnim djelovima se naglo smanjuje. Količina boksita u ležištima ovog morfološkog tipa iznosi 50.000 do 1.000.000 t. Radi se o najrasprostanjenijem morfološkom tipu orudnjenja, poslije ležišta koja se javljaju u obliku sočiva. U Mađarskoj u rejonu Čerseptomaj nalaze se ležišta obrazovana u vrtačama, čija je debljina 20 do 50 m. U rejonu Nirad i Iharkut debljina boksita u ležištima ovog tipa je 10 do 40 m. Veoma rijetko su konstatovane vrtače sa debljinom boksita od 60 do 80 m. Brojna su ležišta ovog tipa u Istri u Hrvatskoj, zatim u rejonima Mostara i Imotskog, gdje se takođe javljaju brojne vrtače sa boksitima, malih dimenzija, prečnika 2 do 10 m i dubine 5-10 m. Ležišta ovog morfološkog tipa javljaju se u Grčkoj i na Jamajci. Ovom tipu pripadaju i ležišta boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, kao i većina ostalih ležišta karstnih boksita u Crnoj Gori.

*Gnjezdasta i vrećasta ležišta.* To su ležišta malih razmjera, prečnika od 5 do 40 m i debljine 0,5 do 2 m, a rijetko i do 5 m. U zavisnosti od morfologije podinskih stijena



imaju gnjezdast ili vrećast oblik. Količina boksita u ovim ležištima iznosi od nekoliko stotina do 100.000 t. Ležišta ovog tipa javljaju se u čitavom Mediteranu.

**Podinske stijene karstnih ležišta boksita.** Najveći broj ležišta Sredozemnog tipa u direktnoj podini imaju karbonatne stijene, odnosno krečnjake, dolomitične krečnjake i dolomite. U ležištima istog tipa pored karbonatnih stijena u podini se mjestimično javljaju različite gline. Ležišta ostalih, naprijed opisanih tipova karstnih boksita u suštini su ležišta basenskog tipa, gdje se boksiti slojevitog ili sočivastog oblika smjenjuju ili miješaju sa različitim vrstama glinovitih stijena, a fundament takvih basena uglavnom je izgrađen od karbonatnih stijena.

Od 145 ležišta Sredozemnog tipa, koja su bila predmet proučavanja, u 106 ležišta podina je izgrađena od krečnjaka, u 4 ležišta od mermerisanih krečnjaka, a u preostalim slučajevima od dolomitičnih krečnjaka i dolomita Bárdossy (1981). Podinu ležišta jurskih karstnih boksita izučavanih reiona Vojnik–Maganik i Prekornica izgrađuju krečnjaci i podređeno dolomitični krečnjaci gornjotrijaske, lijaske i doger–oksfordske starosti.

Interesantno je da su karbonatne stijene u neposrednoj podini ležišta boksita obično čiste, sa učešćem nekarbonatnih minerala do 1%, a rijetko i više. Istina, u podini pojedinih ležišta karstnih boksita nalaze se i glinovite ili laporovite karbonatne stijene, što je bio razlog da se tumačenje nastanka matičnog materijala karstnih boksita veže za takve vrste stijena (terra-rossa teorija). Stepem paleokarstifikacije podinskih stijena naročito je bitan za nastanak ležišta karstnih boksita. Otuda ovo pitanje zaslužuje posebnu pažnju pri izradi prognoznih karata boksitonosti i uopšte za istraživanje karstnih boksita. Poznato je da je na platoima i površima, bez većih tektonskih rasjedanja, umjereno razvijen karstni reljef, sa najčešćim karstnim oblicima u vidu vrtača manjih dimenzija. Na blagim padinama, međutim, formiraju se vrtače, uvale i doline većih dimenzija, što je preduslov nastanka većih i kvalitetnijih ležišta karstnih boksita. Pitanje karstifikacije je takođe bitno povezano sa nivoom podzemnih voda. Visok nivo podzemnih voda (na platoima) ne omogućava formiranje dubokog karstnog reljefa, dok se u brdovitim predjelima, sa niskim nivoom podzemnih voda, formiraju

karstne depresije velikih dimenzija i različitog oblika. Takođe, stepen karstifikacije zavisi od konkretnih klimatskih uslova i od dužine trajanja kontinentalne faze u toku koje su se odvijali karstni procesi.

Zapaženo je da je u pojedinim ležištima karstnih boksita izvršena postdijagenetska karstifikacija i podinskih djelova ležišta, što je uslovljeno prostornim položajem vodonepropusnog boksitnog tijela.

**Povlatne stijene karstnih ležišta boksita.** Za razliku od podine, površina povlatnih stijena prema boksitnom tijelu je uglavnom ravna i ima eroziono-diskordantni karakter. Istina, pojedini autori smatraju da postoji postepen prelaz između boksita i povlatnih karbonatnih stijena, što može biti tačno jedino za pretaložena ležišta boksita. Kod Sredozemnog tipa ležišta karstnih boksita u neposrednoj krovini boksita najčešće se nalaze slojevite karbonatne stijene: krečnjaci, dolomiti i dolomitični krečnjaci. Obično su, za razliku od podinskih, obogaćene pretaloženim boksitnim materijalom, zatim glinama, kao i organskom materijom. U krovini se često uočavaju i slojevi klastičnih karbonata (konglomerata), sa vezivom izgrađenim od boksitnog materijala, a u pojedinim ležištima i proslojci pretaloženih boksita sa okolnih, visočijih djelova terena. Ovi boksiti, dakle pripadaju krovinskim formacijama i razlikuju se po vremenu nastanka od primarnih ležišta boksita.

U pojedinim ležištima Sredozemnog tipa, u neposrednoj povlati, nalaze se klastične terigene i karbonatne stijene sa proslojcima uglja (npr. Rabeljska formacija u Dinaridima), dok su u drugim vrlo često prisutne brakične facije karbonata sa glinovito-laporovitim materijalom. Zatim u stubu slijede lagunske, a potom pritkovodno-morske karbonatne facije. U pojedinim ležištima, međutim, u direktnoj povlati boksita nalaze se plitkovodni marinski sedimenti. Pored karbonata u neposrednoj povlati boksita pojedinih ležišta nalaze se različite klastične glinovito-pjeskovite stijene, različite vrste konglomerata, breča i silicijsko-karbonatnih stijena.

Starost povlatnih sedimenta zavisi od dužine kontinentalne faze, koja je prethodila njihovom stvaranju. Tako na primjer, u Crnoj Gori trijaski boksiti na anizijsko-

ladinskim karbonatima u povlati imaju karnijsko-noričke karbonatne formacije, dok jurski boksiti na karbonatima gornjeg trijasa, lijasu i doger-oksfordu u povlati imaju karbonatne formacije gornjeg kimeridža-titona, ili mlađeg titona (Pajović i Radusinović, 2015). Boksiti Vlasenice u istočnoj Bosni su nastali na ladinskim karbonatima, dok im je povlata alb-cenomanske starosti.

**Mineralni sastav karstnih boksita.** Od otkrivanja boksita polovinom devetnaestog vijeka, duže vremena se smatralo da se radi o mineralu, a potom mineralnom agregatu, da bi kasnije bilo utvrđeno da je boksit stijena, nastala u specifičnim uslovima. U građi boksita učestvuju uglavnom oksidi i hidroksidi aluminijuma, gvožđa, titana, a manje su zastupljeni silikati, karbonati i dr. U boksitima je utvrđeno prisustvo 145 minerala, od kojih su glavni minerali: bemit, gipsit, dijaspor, hematit, getit, kaolinit, anatas i rutil (Bárdossi, 1981).

Učešće glavnih minerala aluminijuma, odnosno parageneza u kojima oni predstavljaju glavne minerale u karstnim boksitima prikazana je u tabeli 1.3. Iz tabele se vidi da najveće učešće imaju: gipsitski, bemitski i dijasporski boksiti; zatim miješani tipovi: bemitsko-gipsitski i bemitsko-dijasporiski, dok ostali tipovi nemaju značajnije učešće.

Tabela 1.3: Ukupno učešće parageneza minerala aluminijuma u svjetskim rezervama boksita, (Bárdossy, 1981)

Parageneze	Učešće (%)
1. Gipsitski boksit	24
<b>2. Bemitski boksit</b>	<b>23</b>
3. Dijasporski boksit	20
4. Bemitsko-gipsitski boksit	15
5. Bemitsko-dijasporiski boksit	14
6. Gipsitsko-korundni boksit	2
7. Korundni boksit	1
8. Gipsitsko-bemitsko-dijasporiski boksit	1
UKUPNO (1-8)	100

Jurski karstni boksiti rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica pripadaju bemitskim boksitima, koji su, uz gipsitske i dijasporske, najzastupljeniji u svjetskim rezervama boksita. Vrlo rijetko u malim procentima, u pojedinim primarnim ležištima proučavanih rejona, javlja se i gipsit.

Posebno je interesantna raspodjela parageneza minerala aluminijuma u karstnim boksitima, po vremenu nastanka boksita. Gibsitski i gipsitsko-bemitski boksiti uglavnom su zastupljeni u boksitima nastalim tokom kenozoika, a relativno malo učešće imaju u boksitima nastalim u toku gornje i donje krede. Gibsitski boksiti imaju najveće učešće u najmlađim ležištima boksita. Dijasporski boksiti zastupljeni su uglavnom u boksitima nastalim u kambrijumu i paleozoiku, a u pojedinim provincijama ovi boksiti imaju znatno učešće u ležištima trijase i oligocenske starosti. Bemitski boksiti uglavnom su nastali u mezozoiku i početkom kenozoika (od srednjeg trijasa do kraja paleocena). Jurski boksiti uglavnom su bemitski, rjeđe bemitsko dijasporski, a izuzetno rijetko dijasporski (tabela 1.4). U ležištima boksita rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica glavni nosilac aluminije je bemit.

Tabela 1.4: Raspodjela parageneza minerala aluminijuma po vremenu nastanka boksita, (Bárdossy, 1981)

Tip ležišta	Parageneza									
	Gibsitska	Gibsitsko-bemitska	Gibsitsko-bemitsko-dijasporska	Gibsitsko-korundna	Bemitska	Bemitsko-dijasporska	Dijasporska	Dijasporkorundna	Korundna	
Kvartar	83	17	-	-	-	-	-	-	-	
Pliocen- Miocen	65	34	-	-	1	-	-	-	-	
Oligocen	6	17	-	-	6	29	42	-	-	
Eocen-paleocen	29	34	<1	10	21	3	3	-	-	
Gornja kreda	11	9	<1	4	50	13	13	-	-	
Donja kreda	14	1	2	1	61	9	11	<1	-	
<b>Jura</b>	-	-	-	-	<b>60</b>	<b>37</b>	<b>3</b>	-	-	
Trijas	4	-	1	-	27	41	26	1	10	
Perm	-	-	-	-	-	24	54	12	10	
Karbon	3	2	-	-	2	27	64	1	<1	
Devon	-	-	-	-	18	34	43	3	2	
Ordovicijum	-	-	-	-	-	-	60	40	-	
Kambrijum	-	-	-	-	-	50	50	-	-	

Pored oksida i hidroksida aluminijuma u građi ležišta karstnih boksita značajno učešće ima i mineral kaolinit ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$ ), dok su znatno manje zastupljeni halozit, ilit i drugi minerali glina, zatim minerali iz grupe hlorita, hloritoida i dr. U ukupnom učešću silikatnih minerala u sastavu ležišta boksita kaolinitski boksiti su zastupljeni sa 65%, kaolinitsko-septohloritski sa 14%, kaolinitsko-halozitski sa 10%, kaolinitsko-ilitski sa 4% i td.

Prema vremenu nastanka ležišta karstnih boksita, imajući u vidu učešće u odnosu na ukupnu zastupljenost parageneza silikatnih minerala, kaolinitski boksiti su najzastupljeniji. Najviše se javljaju u ordovicijskim, jurskim, krednim i paleogenim boksitima, a manje su zastupljeni u mlađepaleozojskim boksitima. Jurski karstni boksiti rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica u značajnom procentu sadrže kaolinit. Na osnovu odnosa bemita i kaolinita klasifikovani su u: bemitske boksite sa malo kaolinita, bemitsko–kaolinitске i kaolinitsko–bemitske boksite (Cicmil, 1984).

**Minerali gvožđa.** Minerali gvožđa imaju značajno učešće u svim ležištima boksita. Javljaju se u obliku: oksida, hidroksida, sulfida, karbonata, i silikata. Najzastupljeniji minerali gvožđa u boksitima su: hematit -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , getit -  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  i šamozit -  $(\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_6/(\text{OH})_8\text{AlSi}_3\text{O}_{10}/$ . U ukupnom učešću minerala gvožđa u ležištima karstnih boksita najzastupljeniji su hematitsko–bemitski boksiti sa 42 %, zatim hematitski boksiti sa 23 %, šamozitsko-leptohloritski boksiti sa 12 % i getitski boksiti sa 8 %.

Učešće minerala gvožđa u boksitima je različito u zavisnosti od njihove starosti. Tako, na primjer, u boksitima paleozoika najzastupljeniji mineral gvožđa je hematit. Isti mineral najveće učešće ima i u mezozojskim boksitima. Boksiti sa preovlađujućim učešćem minerala gvožđa getita i hematita javljaju se u kredi, a naročito u paleogenskim i neogenskim boksitima. U boksitima kvartarne starosti najzastupljenija je parageneza minerala gvožđa: hematit-getit-maghemit. Takođe je karakteristično da se šamozit najviše javlja u boksitima perma, dok parageneza leptohlorit–šamozit karakteriše boksite karbona, a manje perma.

Hematit je najzastupljeniji mineral gvožđa u jurskim boksitima rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica. Konstantno se, ali u malim procentima, javlja i getit, a konstatovano je i prisustvo magnetita. Na osnovu udjela minerala gvožđa, proučavani boksiti se mogu klasifikovati i kao gvožđeviti (hematitsko–bemitski i hematitsko–bemitsko–kaolinitски) boksiti.

**Minerali titana.** U karstnim boksitima od titanovih minerala najzastupljeniji je anatas  $\text{TiO}_2$ , znatno manje je zastupljen rutil  $\text{TiO}_2$ , a najređe se javlja ilmenit

FeTiO<sub>3</sub>. Učešće titanovih minerala u boksitima najčešće se kreće do 2 % a ponekad i do 4%.

U kvartarnim ležištima karstnih boksita od titanovih minerala uglavnom je konstatovan samo anatas. Parageneza rutil-anatas prevladuje u gotovo svim boksitima od devona do paleogena, a parageneza anatas-rutil-ilmenit naročito je ispoljena u boksitima perma i oligocena. Kambrijski boksiti obogaćeni su rutilom.

U proučavanjima jurskim boksitima rejona Vojnik–Maganik i Prekornica od minerala titana najzastupljeniji je anatas, a javljaju se još i rutil i ilmenit.

#### 1.5. ELEMENTI RIJETKIH ZEMALJA U KARSTNIM BOKSITIMA

Istraživanje elemenata rijetkih zemalja u karstnim boksitima je značajno sa naučnog aspekta za utvrđivanje metalogenetskih karakteristika i posebno, za utvrđivanje mogućeg porijekla matičnog materijala. Takođe su značajna proučavanja koncentracija, vertikalne distribucije i frakcionacije ovih i drugih mikroelemenata u procesu boksitizacije matičnog materijala u cilju utvrđivanja geohemijske povezanosti pojedinih elemenata i grupa elemenata, kao i dostignutog stepena dijagenoze matičnog materijala, odnosno stepena boksitizacije.

Drugi bitan aspekt je ekonomski i odnosi se na crvene karstne boksite kao potencijalnu mineralnu sirovinu za dobijanje elemenata rijetkih zemalja. Svjetska potražnja za elementima rijetkih zemalja je godinama u porastu. Posljednjih godina glavni svjetski proizvođač je Kina, koja ograničava izvoz ovih sirovina, što zbog povećane potražnje stvara probleme u snabdijevanju svjetske industrije, a naročito industrije visokih tehnologija, gdje elementi rijetkih zemalja imaju široku primjenu.

Elementi rijetkih zemalja pripadaju grupi od 20 mineralnih sirovina koje su, na osnovu analiza radne grupe za definisanje kritičnih mineralnih sirovina za potrebe Evropske Komisije, svrstane u grupu "kritičnih" zbog velike ekonomske važnosti i visokih rizika u snabdijevanju. Elementi rijetkih zemalja su označeni kao sirovine sa najvećim rizicima snabdijevanja (European Commission – Enterprise and industry, 2010).

U Crnoj Gori generalno, a posebno u okviru boksitonosnih rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica, od elementa rijetkih zemalja ispitivani su uglavnom samo Y i La i to na gotovo svim lokacijama, odnosno ležištima i pojavama gdje su vršena geohemijska ispitivanja u cilju utvrđivanja sadržaja mikroelemenata u boksitima. Ispitivanja sadržaja svih elemenata rijetkih zemalja uglavnom su rađena na relativno malom broju uzoraka iz pojedinih ležišta ili pojava crvenih boksita ili na reprezentativnim uzorcima. Utvrđivanje sadržaja mikroelemenata i njihova distribucija u ležištima crvenih boksita vršena je u cilju ispitivanja uslova obrazovanja ležišta i, posredno, mogućnosti dobijanja nekih od mikroelemenata u toku tehnološkog postupka prerade boksita.

Zbog svega navedenog nametnula se potreba istraživanja elemenata rijetkih zemalja u odabranim ležištima crvenih boksita uz primjenu jedinstvenih metodskih postupaka oprobavanja i savremenih metoda laboratorijskih ispitivanja, u cilju dobijanja pouzdanijih podataka za metalogenetske analize, ocjenu potencijalnosti pojedinih ležišta i pojava i opravdanosti detaljnih istraživanja u budućnosti.

Mnoge studije pokazuju da su rude boksita obogaćene mikroelementima (Ga, Ti, Cr, Zr, itd.) i elementima rijetkih zemalja (*rare earth elements - REE*). Posebno su karstni boksiti bogatiji elementima rijetkih zemalja u odnosu na lateritske boksite (Mordberg, 1993; Marni et al., 2007; Zarasvandi et al., 2008; Karadađ et al., 2009; Wang et al., 2010; Boni et al., 2013; Hanilči, 2013). Geohemijske i mineraloške studije proučavanja mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja u ležištima karstnih boksita u Crnoj Gori i Mediteranu pokazuju da su REE (laki – LREE) i (teški – HREE) izrazito mobilni tokom procesa boksitizacije matičnog materijala (Maksimović, 1968; Maksimović, 1976; Maksimović and Roaldset, 1976; Maksimović, 1979; Vukotić and Dragović, 1981; Maksimović and Pantó, 1983; Maksimović and Pantó, 1985; Crnički, 1987; Maksimović and Pantó, 1991; Maksimović et al., 1993). Elementi rijetkih zemalja su u boksitima vezani za različite grupe minerala (Bardossy et al., 1976; Mordberg, 1996; Mongelli and Acquafredda, 1999; Onac et al., 2005; Kanazawa and Kamitani, 2006; Calagari and Abedini, 2007), u prvom redu sa bastnezitskom grupom kao najzastupljenijim

autogenim REE mineralima. REE fosfati kao što su *monacit-(Nd)*, *monacit-(La)* i neodijumom bogati *gojazit* manje su zastupljeni.

Koncentrisanje autigenih REE minerala u donjem dijelu ležišta karstih boksita, na kontaktu sa karbonatnom podinom, rezultat je nekoliko faktora (Maksimović and Pantó, 1996): 1) relativno visokog sadržaja REE u matičnim stijinama; 2) intenzitet ispiranja matičnog materijala površinskim vodama; 3) uloga podinskih karbonatnih stijena kao efikasne geohemijske barijere. Sastav autigenih REE minerala razlikuje se među ležištima, pa čak i u istom ležištu. Formiranje visokog sadržaja bastnezita i hidroksil bastnezit grupe minerala u karstnim ležištima Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Grčke povezano je sa sredinom koja je siromašna fluorom (Maksimović and Pantó, 1983; Maksimović and Pantó, 1985; Maksimović and Pantó, 1991; Maksimović and Pantó, 1996). Nasuprot tome, gojazit bogat Nd sa sadržajem bastnezita u česticama sa visokim sadržajem fluora pronađen je u karstnim boksitima istočne Bosne i zapadne Crne Gore (Maksimović and Pantó, 1985). Visok stepen obogaćenja lakim u odnosu na teške REE detektovan je u vrlo kvalitetnim boksitima, sa niskim sadržajem silicijuma i to u pripodinskim dijelovima jurskih karstnih boksita Crne Gore (Zagrad, Štitovo, Liverovići i dr.).

Istraživanja koja je obavio Mameli et al. (2007), u ležištima boksita zapadne Sardinije (Italija) pokazuju da glavni REE minerali pripadaju basnezitima. Visoki sadržaj REE, posebno lakih, su detektovani u dijelovima ležišta boksita bogatim Fe. Prema Mongelli (1997) sadržaj La u karstnim boksitima Apuljske karbonatne platforme u južnoj Italiji, povezan je sa sadržajem Fe.

Neki REE minerali (*krandalit* –  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$ ; *gojazit* –  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$ ; *svanbergit* –  $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$  i *vudhauzeit* –  $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ ) su pronađeni u Al-obogaćenom profilu raspadanja u ležištu boksita u Rusiji (Mordberg, 1999; Mordberg et al., 2000). *Rabdofanit*, *florencit*, *čerčit* i *ksenotim* su otkriveni u Parnasos ležištima boksita u Grčkoj (Laskou and Andreou, 2003).

Elementi rijetkih zemalja u karstnim boksitima Kine su proučavani dugi niz godina (Wang et al., 2000, 2004; Chai et al., 2001; Li et al., 2002, 2005, 2007; Dai et al.,



2003; Liu, 1999; Liu et al., 2010,2016; Ye et al., 2007). Ovi istraživači su naglasili da uglavnom postoje dva načina pojavljivanja REE u boksitima: (1) REE adsorbovani na površini diaspora, gipsita i minerala gline, (2) REE koji zamjenjuju sličan jon u nekim mineralima, kao što je diaspor i gipsit.

#### 1.6. TEORIJE I HIPOTEZE O GENEZI LEŽIŠTA KARSTNIH BOKSITA

U geološkoj literaturi postoji veliki broj teorija i hipoteza kojima se objašnjava postanak ležišta karstnih boksita. Sličnosti, ali i brojne razlike u pogledu sredina njihovog stvaranja, starosti, karakteristika podine i povlate, prostornog i stratigrafskog položaja, mineraloških, geohemijskih i drugih karakteristika tih ležišta, navodile su istraživače da na različite načine tumače genezu karstnih boksita. Osnovna, još uvek nepotpuno definisana pitanja njihove geneze se u prvom redu odnose na porijeklo aluminije i način njenog koncentrisanja u geološki povoljnim sredinama, odnosno ležištima. Pregled najznačajnijih teorija o genezi boksita nalazi se u radovima Jankovića (1981) i Bárdossy-ja (1981).

Pristalice *lateritskih teorija* u procesu stvaranja karstnih boksita, nastanak ovih ležišta dovode u vezu sa starim lateritskim korama raspadanja na različitim stijenama, sa kojih je boksitonosni materijal do mjesta savremenog zalijeganja prenošen na različite načine. Tumačenja nastanka karstnih boksita sa lateritskih kora raspadanja prikazao je Bardoši (1981). Ova teorija je dugo bila vodeća u Francuskoj, odnosno pomoću nje su tumačeni položaj i uslovi stvaranja boksita na aptskim i albskim laporcima i na kristalastim stijenama u planinama Mor i Estavel u francuskim Alpima. Takođe se smatra da karstni boksiti srednjeg Urala potiču sa starih lateritskih kora raspadanja; većina geologa bivšeg SSSR-a smatra da uralski, sibirski i kazahstanski karstni boksiti vode porijeklo od starih lateritskih kora raspadanja. Karstni boksiti srednje Grčke takođe su povezani sa lateritima, dok boksiti Mađarske predstavljaju produkte lateritskog raspadanja magmatskih i metamorfnih stijena. Za boksite Jamajke smatra se da vode porijeklo od lateritskog raspadanja andezita i lateritskih tufova.

Po teoriji *terra-rossa* karstni boksiti predstavljaju nerastvorne ostatke rastvaranja krečnjaka i dolomita i koncentracije tih ostataka u karstnom reljefu. Teorija je

potkrijepljena činjenicom da se u boksitima nalaze svi rastvorljivi i teško rastvorljivi akcesorni minerali koji se nalaze u krečnjacima i dolomitima. Zastupnici ove teorije smatrali su da je teško pretpostaviti da su boksiti nastali raspadanjem silikatnih stijena. Razlika boksita i crvenice kao prvobitnog produkta hemijskog raspadanja krečnjaka i dolomita, objašnjava se načinom i dužinom transporta, kao i načinom deponovanja. Otuda i razlike u sastavu boksita u različitim djelovima istoga ležišta. Prema Jankoviću (1981), koji navodi i mišljenja drugih istraživača, ispitivanja novijeg datuma pored ostalog govore da crvenica ne sadrži minerale slobodne aluminiije, i da ukoliko postoji povezanost crvenice sa boksitom, ona može biti samo prostorna i morfološka, a nikako genetska. Takođe, za stvaranje velikih ležišta karstnih boksita, bilo bi potrebno da se rastvore velike količine krečnjaka i dolomita, a potrebno vrijeme za ovaj proces ne odgovara geološkim uslovima i situaciji datoj u primjeru (*Vadaš, 1951* u Janković, 1981, ležište Iskasentđerdi u Mađarskoj).

*Hemogene teorije* vezuju nastanak ležišta boksita za proces sedimentacije u morima i jezerima. Boksitni materijal potiče sa kora raspadanja, a različita su mišljenja o načinu transporta aluminiije i uslovima njene sedimentacije. Dugo godina je bilo prihvaćeno mišljenje da aluminiija migrira u vidu pravih rastvora, a ne samo koloidnih i da se boksiti obrazuju kao hemijski sedimenti aluminiije, slično kao kod stvaranja sedimentnih ležišta gvožđa i mangana (*Arhangelski, 1937* u Bárdossy, 1981). Ovakvo tumačenje je osporeno jer je dokazano da je prenošenje aluminiije u vidu jonskih rastvora ili koloida veoma ograničeno, jer  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pripada inertnim komponentama u uslovima visokog redoks potencijala i neutralne sredine. Takođe, prenošenje u rastvorima  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{TiO}_2$  komponenti, koje su pratioci aluminiije, vezano je sa veoma kiselim rastvorima, pa tako uzimajući u obzir sistem  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--Fe}_2\text{O}_3\text{--TiO}_2$ , nije moguće postanak ležišta boksita dovesti u vezu sa hemijskim precipitatima aluminiije. Prema mišljenju pojedinih autora glavnu ulogu u rastvaranju minerala aluminijuma ima sumporna kisjelina koja nastaje pri površinskom raspadanju pirita, što je jedna od varijanti hemogene teorije (*Anšeles, 1927; Gorecki, 1960* u Bárdossy, 1981).

*Hidrotermalne teorije.* Suština ovih teorija je u tome da su vreli hidrotermalni rastvori koji vode porijeklo iz dubinskih djelova Zemljine kore, ili nastaju pri različitim magmatskim procesima, sadržavali rastvoreni Al, Fe i Ti. Iz takvih rastvora u morskoj sredini pod specifičnim uslovima nastaju boksiti u procesu metasomatoze (*Daubrée, 1869; Cokuand, 1871; Hayes, 1895; Szadecky, 1905 i 1908; Lachmann, 1908; Kormos, 1930; Lotti, 1941; Pejve, 1947 u Bárdossy, 1981*). Za pojedina ležišta autori navode da su hidrotermalni rastvori dospijevali na površinu a potom rijekama u jezersku i morsku sredinu u kojoj je vršeno stvaranje boksita (*Janšin, 1941; Zelenov, 1964 i 1972 u Bárdossy, 1981*).

*Vulkanogene teorije* porijeklo boksita vezuju za raspadanje vulkanskih tufova, koji su nakon vulkanskih erupcija dospjeli na karstne površine. Pojedini autori smatraju da su vulkanski tufovi taloženi u plitkom moru, gdje su bili podvrgnuti boksitizaciji (*Gedeon, 1952 u Bárdossy, 1981*). Međutim, većina zastupnika ove teorije smatra da se raspadanje tufova vršilo na kopnu, gdje su i obrazovana ležišta boksita kao što su ležišta boksita na Jamajci (*Waterman, 1962; Comer, 1974 u Bárdossy 1981*) i Havajima (*Goldish and Bergquist, 1947 i 1948 u Bárdossy 1981*). Ima i autora koji smatraju da su svi karstni boksiti nastali raspadanjem nataložениh tufova na karstnim površinama (*Kalugin, 1967; Taylor and Hughes, 1975 u Bárdossy, 1981*). Postoje i takva mišljenja da su karstni boksiti nastali od vulkanskog plovuća, koji je morskim talasima prispio na karbonatne ostrvske prostore, gdje je izvršena njegova boksitizacija (*Tercinier, 1971 u Bárdossy 1981*).

Pajović (2000), smatra da je matični materijal za obrazovanje crvenih karstnih boksita alumosilikatnog sastava i da potiče od vulkanskog pepela i/ili sa kora raspadanja formiranih na magmatskim i argilitiskim stijenama različitog porijekla

*Fitogena teorija* objašnjava nastanak devonskih boksita sjevernog Urala posredstvom flore (*Berg, 1949 u Bardoši, 1981*).

Pored navedenih, Bušinski (1975), daje prikaz i drugih hipoteza. Prema *eoloskoj hipotezi* (*Roch, 1959 u Bušinski, 1975*) aluminijska prašina u ležištima boksita u francuskoj potiče iz centralnog masiva Francuske. Materijal je u vidu sitne prašine prispio na

karstne prostore. U procesu lateritizacije takvih akumulacija prašine izvršeno je izluživanje silicije i obrazovanje boksita.

U svim navedenim teorijama u suštini je različito tumačenje dva osnovna pitanja:  
1) porijeklo matičnog materijala od koga su obrazovana ležišta karstnih boksita i  
2) način njegovog transporta. Sa ovim je povezano i različito tumačenje geološke sredine nastanka ležišta karstnih boksita (3).

### 1) Porijeklo matičnog materijala

Stijene od kojih su neposredno nastali boksiti nazivaju se matičnim ili izvornim stijenama. Prema različitim teorijama, odnosno tumačenjima one mogu biti:

- materijal lateritskih kora raspadanja formiran na alumosilikatnim stijenama – lateritska teorija,
- sedimentne glinovite stijene (laporci) koji su pretrpjeli lateritizaciju na mjestu nastanka – varijanta lateritske teorije za ležišta ariješkog tipa,
- ostatak raspadanja podinskih krečnjaka i dolomita – teorija terra-rossa,
- ostaci raspadanja laporovitih, glinovitih i tufoznih slojeva koji se preslojavaju sa karbonatnim stijenama – varijanta teorije terra-rossa,
- alumosilikatne stijene iz kojih je pri raspadanju iznošeni Al, Fe i Ti – hemogena teorija Arhangelskog,
- piritisane zone alumosilikatnih stijena iz kojih su u procesu raspadanja iznešeni Al, Fe i Ti – teorija sumporne kisjeline,
- alumosilikatne stijene iz kojih su iznešeni Al, Fe i Ti pri hidrotermalnim procesima – hidrotermalna teorija,
- vulkanski pepeo i/ili matični materijal sa kora raspadanja donešen na palokarstne prostore
- vulkanski tufovi akumulirani na površini karbonatnih stijena – vulkanogena teorija,
- vulkanski plovuđac donešen u more – varijanta vulkanogene teorije,
- sveukupne razne matične stijene – mnogofaktorna teorija.

### 2) Način transporta boksitnog materijala

Bárdossy (1981) polazi od shvatanja da je boksitni materijal autohtonog porijekla ukoliko je boksitizacija izvršena *in situ*. Autohtonim smatra ležišta koja su stvorena od donešenog već stvorenog boksita. Ukoliko je boksit transportovan na manja rastojanja, takva ležišta se nazivaju paraautohtona.

*Teorija autohtonog porijekla* je klasična teorija terra-rossa, po kojoj su boksiti nastali kao rezultat raspadanja podinskih karbonatnih stijena. Za vulkanogenu

teoriju po kojoj su na površini karbonatnih stijena vulkanski tufovi pretrpjeli boksitizaciju na mjestu može se reći da pripada ovoj teoriji. Primjeri autohtonog porijekla boksita su ležišta ariježskog tipa gdje je dokazano da podinske stijene (laporci i glinovite stijene na karbonatima) na vrhu profila postepeno pelaze u boksite.

Po *teoriji paraautohtonog porijekla* produkti razaranja alumosilikatnih stijena ili materijala transportuju se u lokalna udubljenja na karstnom reljefu, na rastojanjima od nekoliko stotina metara do 1km. Kod ovakvih ležišta nije došlo do prinosa materijala iz susjednih rejona.

*Teorija alohtonog porijekla* dopušta prinos matičnog materijala boksita izvan predjela karstnog rejona, to jest njegovog prenos na značajna rastojanja. Najmanje rastojanje transporta materijala uočeno je na ležištima kazahstanskog tipa od 0,5 do 5 km. Za ležišta sredozemnog tipa pretpostavlja se da je transport materijala bio na rastojanju od 2 do 20km, a po mišljenju pojedinih istraživača u pojedinim boksitnim rejonima transport je mogao biti dug i 30 do 40 km.

Najveći broj istraživača smatra da je transport boksitnog materijala vršen vodenim putem. Pri takvim hipotezama obično se pretpostavlja transport rječnim vodama. Zastupnici transporta na mala rastojanja glavni značaj pridaju povremenim površinskim tokovima. Mišljenja o vidu prenosa materijala su različita. Zastupnici homogene teorije transport vezuju sa *pravim rastvorima*. Po mišljenju druge grupe autora transport materijala je vršen u vidu koloidnih rastvora ili krajnje sitnim *koloidnim suspenzijama* u sporim i mirnim vodama. Za ležišta koja imaju klastičnu strukturu odnosno teksturu, najvjerojatniji je prenos materijala *mutnim tokovima* (potocima). Ima mišljenja da je boksitni materijal prenošen ne samo površinskim tokovima nego i podzemnim. Pojedini istraživači su prenos boksitnog materijala povezali sa eolskim procesima (Šinkovec and Sakač, 1968; Bárdossy et al., 1977; Bárdossy, 1981; D'Argenio, 1979; Šinkovec and Šiftar, 1979; D'Argenio and Mindszenty, 1987; Pajović, 2000, 2009; i dr.).

Pajović (2000), navodi da je matični materijal od koga su nastali jurski karstni boksiti u Crnoj Gori transportovan eolskim putem i to u više faza i na osnovu

razlika u geohemijskom sastavu i vrsti akcesornih minerala pretpostavlja da matični materijal vodi porijeklo od više izvora.

### *3) Sredine obrazovanja ležišta karstnih boksita*

U pogledu geološke sredine obrazovanja ležišta karstnih boksita Bárdossy (1981), zaključuje da su neka ležišta obrazovana na kopnu, na morfološki nižim djelovima terena, druga ležišta su obrazovana na dnu dolina, baruština, periodičnih i stalnih slatkovodnih jezera, i na kraju neka ležišta su nastala u lagunama ili obalskim zonama mora. Isti autor dalje kaže da se ni za jedno ležište ne može pretpostaviti da je nastalo kao sediment rječne delte ili daleko od obale – u vidu pelaških okeanskih sedimenata. Pajović (2000), razlikuje tri genetske grupe ležišta boksita: ležišta raspadanja, sedimentna ležišta i metamorfisana ležišta. Ležišta raspadanja, koje dijeli na dvije genetske podgrupe – lateritska i karstna, stvorena su u kopnenim, subaerskim uslovima, dok su sedimentna ležišta boksita, u koje svrstava bijele odnosno sive boksite i boksitne gline, nastala u slatkim ili brakičnim vodama. Ležišta boksita koja pripadaju navedenim genetskim grupama mogu biti metamorfisana, odnosno mogu biti: metamorfisana ležišta raspadanja i metamorfisana sedimentna ležišta boksita.

## 1.7. KRATAK PRIKAZ TUMAČENJA GENEZE CRVENIH BOKSITA U CRNOJ GORI

Teorija "terra-rossa" o nastanku crvenih karstnih boksita dominirala je u nauci o boksitima sve do sedamdesetih godina XX vijeka. U Crnoj Gori glavni zastupnik ove teorije bio je Burić (1966), koji je, u skladu sa tadašnjim tumačenjima, nastanak boksita povezo sa korom raspadanja koja se u uslovima tropske i subtropske klime formirala na: krečnjacima, dolomitima, a dijelom i na pješčarima, laporovitim krečnjacima, rožnacima sa bentonitom i porfiritima. Raznolikost ovih matičnih stijena, po istom autoru, usloveli su promjenljiv hemizam boksita. Na osnovu rezultata svojih ispitivanja tvrdi da su crveni boksiti fosilne crvenice i da između njih nema bitnih razlika. Fosilne crvenice su u većini slučajeva imale drugačiji sastav od današnjih. On takođe pretpostavlja da je formiranje i obrazovanje ležišta prošlo kroz tri osnovne etape: formiranje i obrazovanje kore raspadanja; proces taloženja i dijageneze boksitnog materijale i epigenetske procese. Na osnovu

mikroskopskog ispitivanja struktura boksita konstatuje da je boksitni materijal bio spiran u sitnodisperznom, odnosno koloidnom i molekularnom stanju. Deponovanje boksita je vršeno u sredini kopnenog karaktera.

Grubić (1975), u osvrtu na genezu boksita u *"mezozojskoj dinarskoj karbonatnoj paraplatforni"* porijeklo boksitne materije vezuje za samu paraplatfornu, a zatim dodaje *"... a ukoliko je prispeo sa strane onda je to mogao biti samo materijal vulkanogenog porekla (različiti piroklastiti)"*. Po ovom autoru matične stijene su različite nekarbonatne stijene, koje su bile prisutne u mezozoiku duž oboda karbonatne paraplatforme i koje su bile izložene procesu raspadanja. U zavisnosti od klime i vrste stijena u podlozi formirala su se dva osnovna tipa kora raspadanja: silikatna i lateritska, za koje se vezuje porijeklo mezozojskih boksita Dinarida. Takođe je značajno njegovo tumačenje da transport materijala na ostrvskim prostorima nije vršen rijekama zbog nemogućnosti da se na ograničenim ostrvskim prostorima formira rječna mreža, već povremenim površinskim tokovima i to na daljine do 10 km, ali ne isključuje i mogućnost dužeg transporta. Lateritski i glinoviti materijal sa kora raspadanja prenošen je povremenim tokovima u vidu komada i u obliku suspenzije i to postepeno i višestruko iz viših u niže djelove ostrva, pa i u litoral. Grubić je, oslanjajući se na klasifikaciju ležišta boksita koju je predložio Bušinski (1971), izvršio podjelu dinarskih ležišta boksita prema genetskim grupama i tipovima i ustvrdio da boksiti Dinarida pripadaju lateritno-sedimentnim (ili sedimentno-klastogenim) ležištima, koja odgovaraju mediteranskim, terra-rossa ili geosinklinalnim boksitima u drugim klasifikacijama. U odnosu na sredine stvaranja izdvojio je četiri osnovna karstna tipa ležišta u Dinaridima: kopnena (suvozemna); jezerska i močvarna; ležišta iz povremenih jezera i ležišta boksita nastala u priobalsko-mješovitim uslovima. Grubić (1999) ponovo razmatra geologiju jugoslovenskih boksita: paleogeografiju, porijeklo i transport matičnog materijala, proces boksitizacije, stratigrafski položaj, geološke stubove boksita i pretaložavanje. Na osnovu novijih istraživanja karstnih boksita u Srbiji i Crnoj Gori (Grubić, 1979 i 1980; Cicmil, 1984; Timotijević, 1995; Pajović, 1996; i dr.), donosi slične zaključke iznesene u monografiji iz 1975. godine, ali otvara i nova pitanja sa predlozima daljih pravaca istraživanja.



Proučavanju geneze karstnih boksita značajno je doprinio Maksimović (1976, 1982, 1987, 1988, 2010). On je ispitivanjima dokazao geohemijsku srodnost trijaskih boksita Crne Gore sa trijaskim bentonitima u njihovoj podini. Takođe je dokazao da su geohemijske karakteristike trijaskih, jurskih, krednih i eocenskih boksita značajno različite i time ukazao na različito porijeklo matičnog materijala od kojih su nastali. Takođe, Maksimović je u mnogim ležištima Mediterana i Jamajke dokazao progresivno obogaćenje mobilnih mikroelemenata od povlate prema podini i da je ovaj proces istovremen sa boksitizacijom glinovitog materijala "in situ", te da je primarna distribucija mikroelemenata u karstnim boksitima nezavisna od njihovog mineralnog i hemijskog sastava, starosti i strukturnog položaja nekog ležišta. Kod pretaloženih ležišta, međutim, isti autor kaže, degradira se model primarne distribucije mikroelemenata – progresivno stepenu pretaložavanja.

Cicmil (1984), porijeklo materijala za obrazovanje trijaskih boksita u Crnoj Gori povezuje sa kompleksnim produktima srednjotrijaske vulkanske aktivnosti: bentonitima, bentonitskim glinama, rožnacima i tufovima. Nastanak jurskih boksita, međutim, isti autor povezuje i sa korom raspadanja na karbonatnim laporovitim i glinovitim sedimentima gornjotrijaske i jurske starosti, pri čemu su poseban značaj imali laporoviti i laporovito-glinoviti lijaski karbonatni sedimenti.

Transport materijala sa kora raspadanja, po Cicmilu, nije bio duži od 10 km, a vršen je povremenim blatnim, mutnim potocima u obliku koloidnih rastvora, suspenzija i čestica sitnih razmjera.

Interesantno je da Sakač i sar. (1984), o genezi boksita starijeg i mlađeg paleogena u području Imotskog i Lištice navode "*... da ishodišni materijal boksita starijeg paleogena najvjerojatnije potječe pretežno od podinskih krednih vapnenaca*", dok su boksiti mlađeg paleogena (eocena) nastali od materijala "*... koji pretežno potječe od podinskih karbonatnih stijena i eolskog materijala vulkanskog i terigenog porijekla*".

Za Jankovića (1981) ležišta boksita na karstu su hemogena sedimentna ležišta.



Dragović (1988, 1988a) između ostalog ističe da je genetska veza boksita i srednjotrijaskih vulkanita neosporna, i da od ovih vulkanita potiču svi mezozojski boksiti u Crnoj Gori.

Pajović (2000) konstatuje da su svi boksiti (različitih genetskih grupa) nastali od stijena alumosilikatnog sastava, da karstni boksiti potiču od vulkanskog pepela i/ili od materijala sa kora raspadanja formiranih na alumosilikatnim stijenama različite geneze i da je matični materijal od koga su obrazovani boksiti u karstu transportovan eolskim putem, bilo da potiče sa kora raspadanja ili od vulkanskog pepela. Izdvaja četiri genetska tipa ležišta crvenih karstnih boksita: a) primarna (eluvijalna), b) koluvijalno-deluvijalno-proluvijalna i c) pretaložena u moru, d) pretaložena u rijekama i jezerima.

Interesantno je napomenuti da se, pored primarnih ležišta crvenih karstnih boksita, u Crnoj Gori javljaju i potpuno pretaložena ležišta. U rudnom rejonu Zapadne Crne Gore, u području Petrovića takve su pojave boksita: Kosijerevo, Mrkajići, Savina gradina i dr., i u Banjanima ležišta i manja boksitna tijela: Milovići, Crveni do, Selina, Macavare, Crvena Šuma, Lastva i dr. (Burić, 1966; Pajović 2000).

U rudnom rejonu Vojnik–Maganik pretaloženi boksiti se javljaju u ležištima Podplaninik II i Liverovići, kao i malom sedimentnom ležištu hidrargiritskih boksita Bunić, jedinom ležištu boksita aluvijalnog tipa u Crnoj Gori, koje je nastalo tokom neogena pretaložavanjem susjednih ležišta crvenih jurskih boksita Zagrad i Kutsko brdo (Pajović, 2000; Pajović i sar., 2004, 2016).

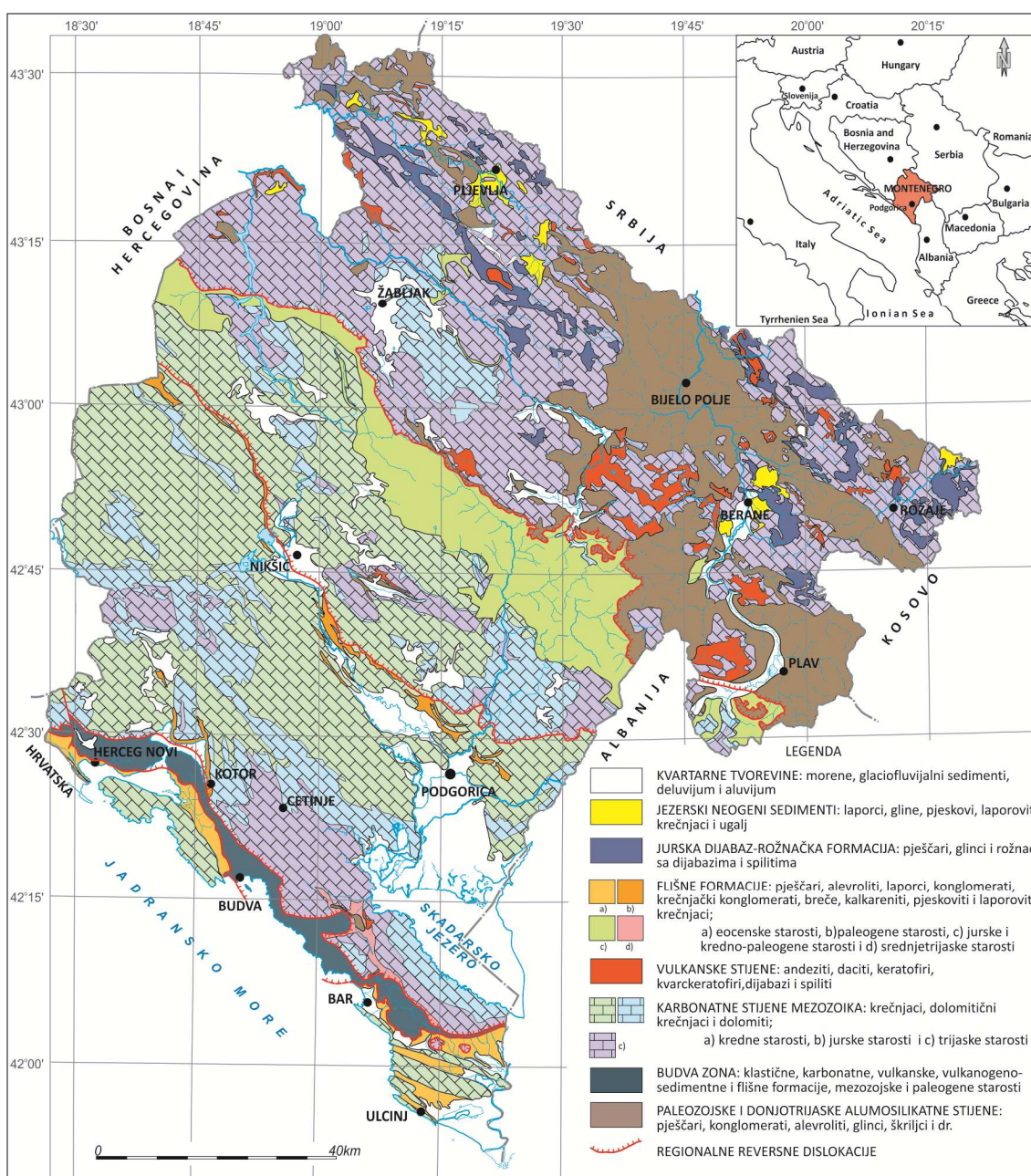
## **2. KARSTNI BOKSITI CRNE GORE**

### **2.1. OSVRT NA GEOLOŠKI RAZVOJ**

Teritoriju Crne Gore izgrađuju različite vrste sedimentnih, magmatskih i metamorfnih stijena. Najveći dio terena izgrađuju mezozojske formacije karbonatnog sastava. Razvijene su u sjevernom, središnjem i primorskom dijelu Crne Gore. Znatno su manje zastupljene magmatske i klastične alumosilikatne stijene. Paleozojske geološke formacije su predstavljene sedimentnim i metamorfnim stijenama. Nalaze se uglavnom u sjeveroistočnom dijelu Crne Gore. Kenozojske stijene karbonatnog i klastičnog sastava javljaju se mjestimično u svim regionima Crne Gore (Pajović i Radusinović, 2010) (Sl. 2.1). Tektonska građa Crne Gore je složena. U kopnenom dijelu izdvojene su četiri geotektonske jedinice: Jadranska zona ili Paraautohton, Budva zona, Visoki krš ili Dalmatinsko-Hercegovačka zona i Durmitorska tektonska jedinica (Bešić, 1948; Petković, 1961; Dimitrijević, 1974, 1982, 1995). Međusobno su razdvojene regionalnim reversnim dislokacijama prvog reda, za koje se smatra da imaju karakter navlaka.

Crveni karstni boksiti Crne Gore se nalaze u karbonatnim stijenama mezozoika i paleogena. Lokalizovani su u tri stratigrafska nivoa: u srednjem trijasu, juri i u paleogenu. Osim njih, razvijeni su i bijeli karstni boksiti kredne starosti. U geotektonskom pogledu, trijaski i jurski crveni boksiti i kredni bijeli boksiti pripadaju zoni Visokog krša, dok su paleogeni razvijeni u Jadranskoj zoni. Veoma rijetko se jurski boksiti javljaju i u Durmitorskoj tektonskoj jedinici.

Stratigrafska pripadnost karstnih boksita je jedno važno pitanje paleogeografske istorije i geološkog razvoja terena u kojima se boksiti javljaju. Poznavanje stratigrafije određene formacije boksita je preduslov stručno zasnovane koncepcije istraživanja. Takođe, nastanak boksita različite stratigrafske pripadnosti vezan je za različite paleogeografske i magmatogeno–tektonske procese, lokalnog i regionalnog karaktera.



Sl. 2.1: Litološka karta Crne Gore (Pajović i Radusinović, 2010 modifikovano i dopunjeno)

U prvim radovima o stratigrafiji boksita u Crnoj Gori nalazimo podatke da su boksiti stvoreni na krednim, jurskim i trijaskim krečnjacima i dolomitima (Čubrilović, 1940). Pavić (1956), smatra da se boksiti između Morače i Nikšićkog polja nalaze se u četiri stratigrafska nivoa: na granici između srednjeg trijasa i rabeljskih slojeva, između gornjeg trijasa, lijas-dogera i titona u podini i kretacijske serije u krovini boksita. Grubić (1963), izdvoja osam stratigrafskih nivoa u kojima se boksiti javljaju u Dinaridima, dok u Crnoj Gori izdvaja šest nivoa: trijaske, jurske, boksite između malma i valendisa, boksite donje krede, boksite gornje krede i boksite između gornje krede i paleogena. Pavić (1963), je, međutim, na teritoriji Crne Gore izdvojio devet stratigrafskih "horizonata" boksita, pri čemu je za kriterijum ove podjele koristio i stratigrafsku pripadnost podinskih karbonatnih formacija. Jurković i Sakač (1963), su na prostoru Dinarida izdvojili deset stratigrafskih horizonata primarnih boksita, dok su boksite u Crnoj Gori svrstali u: trijaske, jurske, donjokredne (bijele) i paleogene. Burić (1966) boksite Crne Gore svrstava u četiri faze stvaranja i to: ležišta boksita srednjeg trijasa, ležišta boksita koja za povlatu imaju donju kredu, odnosno najviše horizonte gornje jure, ležišta boksita koja za povlatu imaju gornju kredu i ležišta boksita koja za povlatu imaju srednji eocen. Kalezić i sar. (1965), crvene boksite između Nikšićkog polja, Bjelopavlića, Morače i Mrtvice u stratigrafskom pogledu tretirali su kao jurske, a pored njih su konstatovali i donjokredne boksite u tri lokaliteta, vezujući ih za kraću emerzionu fazu krajem gornje jure. Nastanak boksita u Crnoj Gori Cicmil (1984), vezuje za kopnene faze u kojima su formirana ležišta crvenih i bijelih boksita, i to: srednjotrijasku, jursku, krednu, gornjokrednu i eocensku kopnenu fazu. Pajović (2000), po stratigrafskoj pripadnosti boksite u Crnoj Gori svrstava u trijaske, jurske, kredne i eocenske.

Na osnovu navedenog možemo zaključiti da su na prostoru Crne Gore razvijeni trijaski, jurski, kredni i paleogeni karstni boksiti, od kojih su kredni bijeli, dok ostale boksitne formacije pripadaju crvenim boksitima. Pored navedenih primarnih, pretaložavanjem boksita sa jurskih ležišta Zagrad i Kutsko brdo (Nikšićka Župa) tokom neogena su nastala manja ležišta boksita na morfološkim udubljenjima prostora Bunića (Pajović et al., 2004, Pajović i sar., 2016).

**Trijaski boksiti** u Dinaridima odavno su dokazani, ali još uvijek ima razlika u shvatanjima da li je u pitanju jedna ili više faza njihovog stvaranja. Podinu trijaskih boksita u Crnoj Gori izgrađuju anizijski krečnjaci, sprudni ladinski krečnjaci ili ladinska vulkanogeno-sedimentna formacija. U njihovoj neposrednoj povlata nalaze se terigeni sedimenti rabelja, a zatim ranodijagenetski dolomiti karnijskog kata. Sedimenti Rabeljske formacije nemaju kontinuitet, već su razvijeni samo mjestimično, i to najčešće iznad boksitnih tijela.

**Jurski boksiti** u Crnoj Gori imaju široko rasprostranjenje na prostoru tektonske jedinice Visoki krš, a u vidu rijetkih pojava i tragova otkriveni su na terenima Sinjavine i na padinama Durmitora – u Durmitorskoj tektonskoj jedinici. Zona Visokog krša se tokom jure izdiferencirala u dva složena antiklinalna oblika, čijom su daljom evolucijom oformljene dvije tektonske jedinice: Kučka na sjeveroistoku i Starocrnogorska na jugozapadu (Bešić, 1948). Paleoreljef jurskih boksita u Crnoj Gori čine karstifikovani krečnjaci a rijetko i dolomiti gornjeg trijasa, lijasa, dogera i starijeg oksforda. Njihova povlata je kimeridž-titonske starosti, predstavljena različitim tipovima krečnjaka sa manje zastupljenim dolomitima.

**Kredni boksiti** javljaju se na prostoru zapadne Crne Gore gdje je na oko 1.000 km<sup>2</sup> otkriveno preko 100 ležišta i pojava bijelih boksita. Od crvenih boksita se razlikuju po načinu pojavljivanja i po fizičko-hemijskim karakteristikama, mada su po mineraloškim i geohemijskim karakteristikama slični. U njihovoj podini nalaze se karbonatne stijene lijasa, doger-oksforda, titona, neokoma i barem-apta, a u povlata su krečnjaci gornjeg cenomana.

**Paleogeni boksiti** su razvijeni u primorskom dijelu Crne Gore u okviru Jadranske zone. U literaturi su poznati uglavnom kao eocenski, a rjeđe i kao lutetski boksiti. Ležišta i pojave paleogenih boksita u području Luštice i Grblja i između Bara i Ulcinja se nalaze na paleoreljefu koji je izgrađen od gornjokrednih krečnjaka i dolomita, dok im povlata čine eocenski krečnjaci.

**Neogeni boksiti** se po načinu nastanka, mineraloškom i hemijskom sastavu bitno razlikuju od navedenih primarnih formacija boksita. Rasprostranjeni su jedino na



malom prostoru u lokalitetu Bunić, u Nikšićkoj Župi. Boksiti Bunića su nastali pretaložavanjem susjednih ležišta jurskih crvenih boksita Zagrad i Kutsko brdo.

## 2.2. METALOGENETSKA REJONIZACIJA

Sva ležišta i pojave karstnih boksita u Crnoj Gori pripadaju Dinarskoj metalogenetskoj provinciji. Metalogenetskom analizom i izradom metalogenetskih, metalogenetsko-prognoznih i paleogeografskih karata boksitonosnih prostora u Dinarskoj metalogenetskoj provinciji, bavili su se brojni istraživači. Istraživanja se uglavnom odnose na cjelokupan prostor bivših država (SFR Jugoslavija, SR Jugoslavija), prostor Crne Gore, ili pojedine rudne rejone u Crnoj Gori.

Janković (1974), daje prikaz prostornog položaja metalogenetskih provincija i u njima izdvojenih metalogenetskih oblasti u tadašnjoj Jugoslaviji i opisuje: Alpsku, Dinarsku, Srpsko-makedonsku i Karpato-balkansku provinciju. Za Dinarsku metalogenetsku provinciju navodi da nije ograničena samo na Dinaride, već da se nastavlja dalje prema Grčkoj, odnosno Helenidima. Pored ostalih metalogenetskih oblasti u okviru Dinarske metalogenetske provincije obrađuje i Primorsku boksitonosnu zonu, koja je smještena u spoljnim Dinaridima, ali i navodi da postoje i rudna polja boksita koja se javljaju u unutrašnjim Dinaridima. U skladu sa tadašnjim shvatanjima, autor genezu i prostorni položaj ležišta boksita „krečnjačkog tipa“ vezuje za razvojem dinarske geosinklinale, intrageosinklinalnim pokretima, intrageosinklinalnim i kordiljerskim kopnima. Pojavu boksitnih ležišta u više stratigrafskih nivoa objašnjava postojanjem više kontinentalnih faza i njihovim smjenjivanjem sa fazama transgresije.

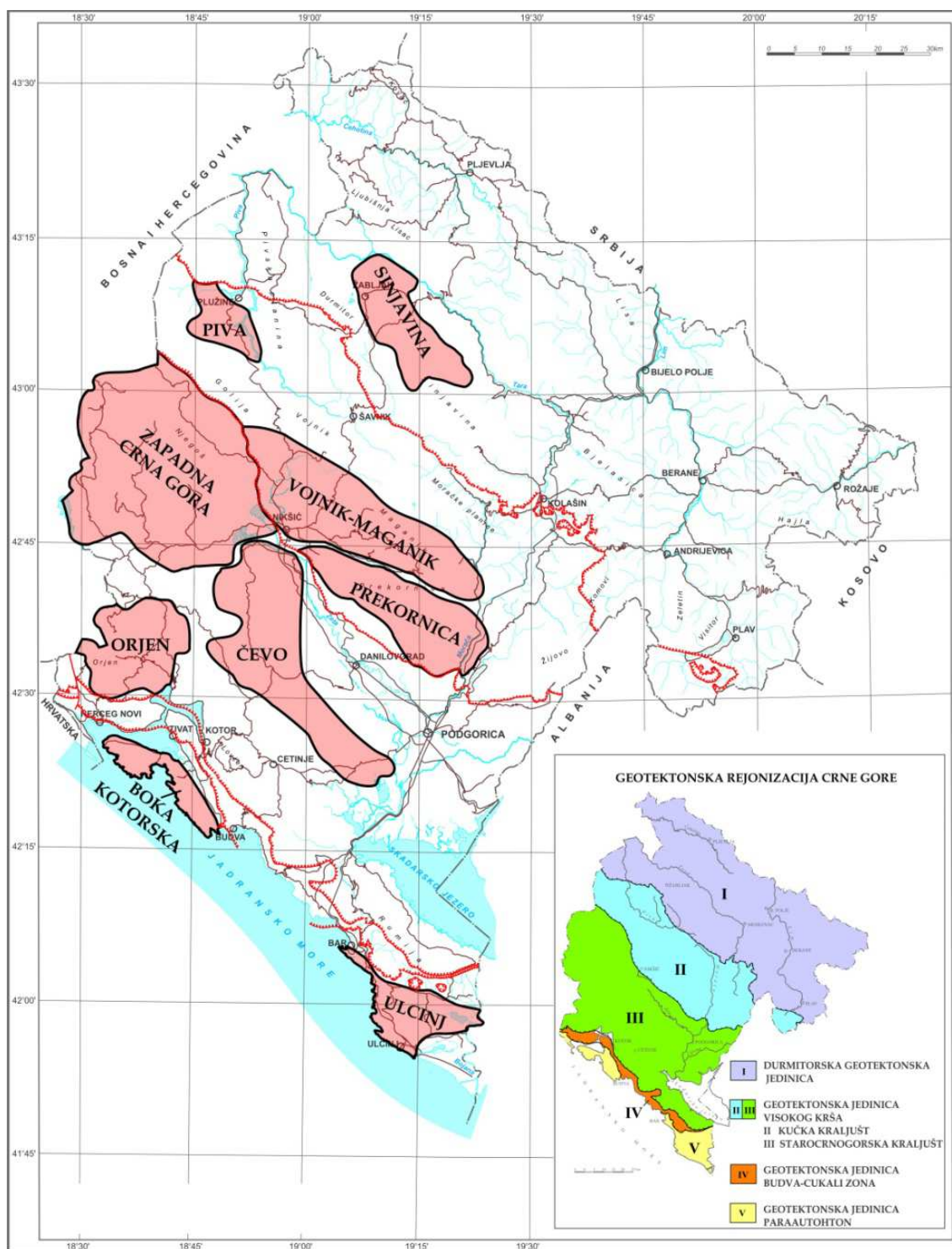
Razmatrajući problematiku paleogeografskog rasprostranjenja boksita u Dinaridima, pa tako i u području Crne Gore, Grubić (1975), na osnovu dotadašnjih podataka, izvodi zaključke o važnijim sredinama u kojima se odvijala geneza mezozojskih i paleogenih boksita u Dinaridima i zaključuje da svi mezozojski boksiti dinarske karbonatne platforme leže u intervalima obilježenim dužim ili kraćim hijatusima, odnosno da je njihovo stvaranje vezano za kopnene faze, na većim ostrvima koja su postojala u nekadašnjim obodima karbonatnih platformi.

Grubić i sar. (1976), vrše ocjenu perspektivnosti pronalaženja ležišta mezozojskih boksita u Jugoslaviji, i po stepenu perspektivnosti izdvajaju, opisuju i na prognoznoj karti grafički predstavljaju sedam boksitonosnih zona odnosno kategorija terena. Na teritoriji Crne Gore izdvajaju prve tri zone (glavnu, veoma perspektivnu i perspektivnu), i u zaključku ističu važnost primjene adekvatnih kriterijuma prilikom prognoze, geološko-ekonomske ocjene i klasifikovanja prognoznih rezervi.

U monografiji „Mineralni resursi i prognoza potencijalnosti metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina Srbije i Crne Gore na kraju XX veka“, (Janković i sar., 2003) prikazana je Metalogenetska karta SR Jugoslavije (Jelenković, 2000), sa spiskom značajnijih pojava mineralnih sirovina. Na karti su izdvojene metalogenetske provincije: Dakijska, Karpato-balkanska, Srpsko-makedonska i Dinarska, zatim tipovi vulkanskih stijena i ofioliti, te regionalni rasjedi, navlake i prstenaste strukture. Ležišta su predstavljena posebnim simbolima i oznakama u skladu sa pripadnosti genetskim tipovima ležišta mineralnih sirovina. Izdvojene su metalogenetske jedinice: provincije, zone, rejoni i naftno-gasne provincije, kao i zone terciarnog magmatizma. Ležišta boksita u Crnoj Gori smještena su u Dinarskoj metalogenetskoj provinciji, odnosno Dalmatnisko-hercegovačkoj zoni.

Boksitonosne terene jugozapadne Crne Gore, Cicmil (1984), dijeli u deset rudnih rejona, od kojih se tri odnose na trijasku, šest na jurske boksite a jedan rejon je sa ležištima krednih (bijelih) boksita. Za svaki rejon u sumarnom obliku prikazuje: geološke karakteristike, hemizam, mineraloški sastav i geohemijske karakteristike crvenih boksita i prezentira dotašnja saznanja o boksitonosnoj potencijalnosti istraživane oblasti koju je podijelio na dobro istražene, djelimično istražne i neistražene rudne rejone i ležišta crvenog boksita. Na prognoznoj metalogenetskoj karti boksitonosnih rejona Nikšićke Župe, autor prikazuje ležišta i pojave boksita i na osnovu linearnog koeficijenta rudonosnosti i koeficijenta koncentracije boksita na karti izdvaja: veoma perspektivne, perspektivne i povoljne površine za otkrivanje ležišta boksita, te površine sa nejasnom perspektivnošću za otkrivanje ležišta boksita.

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA  
KARSTNI BOKSITI CRNE GORE**



Sl. 2.2: Karta boksitonosnih rejlona Crne Gore (Pajović, 2000, modifikovano i dopunjeno)

Pajović (2000), karstne boksite u Crnoj Gori analizira i pikazuje uglavnom sa genetskog aspekta. Na osnovu geološko-metalogenetskih karakteristika, na prostoru Crne Gore, izdvaja: Durmitorsku metalogenetsku subzonu, Metalogenetsku zonu Visokog krša (koju dijeli na Kučku subzonu i



Starocrnogorsku subzonu), Budva-Cukali metalogenetsku zonu i Jadransku metalogenetsku zonu.

Ovaj autor prezentira Metalogenetsku kartu boksita Crne Gore, razmjere 1:300.000, na kojoj je prikazano 263 ležišta i pojava crvenih i bijelih boksita, a na posebnoj oleati je prikazana metalogenetska rejonizacija boksitonosnih terena, koji su rangirani u 5 metalogenetskih subzona i zona, 9 rudnih rejonu i 30 rudnih polja. Na karti su izdvojeni boksitonosni tereni sa ocjenom perspektivnosti, posebno za jurske i kredne boksite, zatim rudne formacije crvenih i bijelih boksita, pripadnost metalogenetskim epohama i genetski tipovi ležišta.

U okviru **Durmitorske metalogenetske subzone** izdvojen je rudni rejon Sinjavine gdje su manje pojave jurskih boksita otkrivene na prostoru Sinjavine i obronaka Durmitora.

**Metalogenetska zona Visokog krša** je najznačajnija jer su ležišta crvenih i bijelih karstnih boksita od ekonomskog značaja do sada otkrivena jedino na prostoru ove zone.

U **Kučkoj metalogenetskoj subzoni** nalaze se ležišta i pojave trijaskih i jurskih boksita, a na osnovu strukturno-metalogenetskih karakteristika izdvojena su tri rudna rejonu: Piva, Vojnik-Maganik i Prekornica. Rudni rejonu *Vojnik-Maganik i Prekornica* su najznačajniji u Crnoj Gori jer se u njima, pored ležišta i pojava trijaskih boksita, nalaze i najveća, najkvalitetnija i ekonomski najznačajnija ležišta jurskih boksita čije je istraživanje i prognozna ocjena resursa crvenih boksita i elemenata rijetkih zemalja u njima predmet ove disertacije.

**Starocrnogorska metalogenetska subzona** obuhvata rudne rejonu Zapadne Crne Gore, Orjena i Čeva. Karakteriše je prisustvo ležišta i pojava crvenih jurskih i krednih bijelih karstnih boksita.

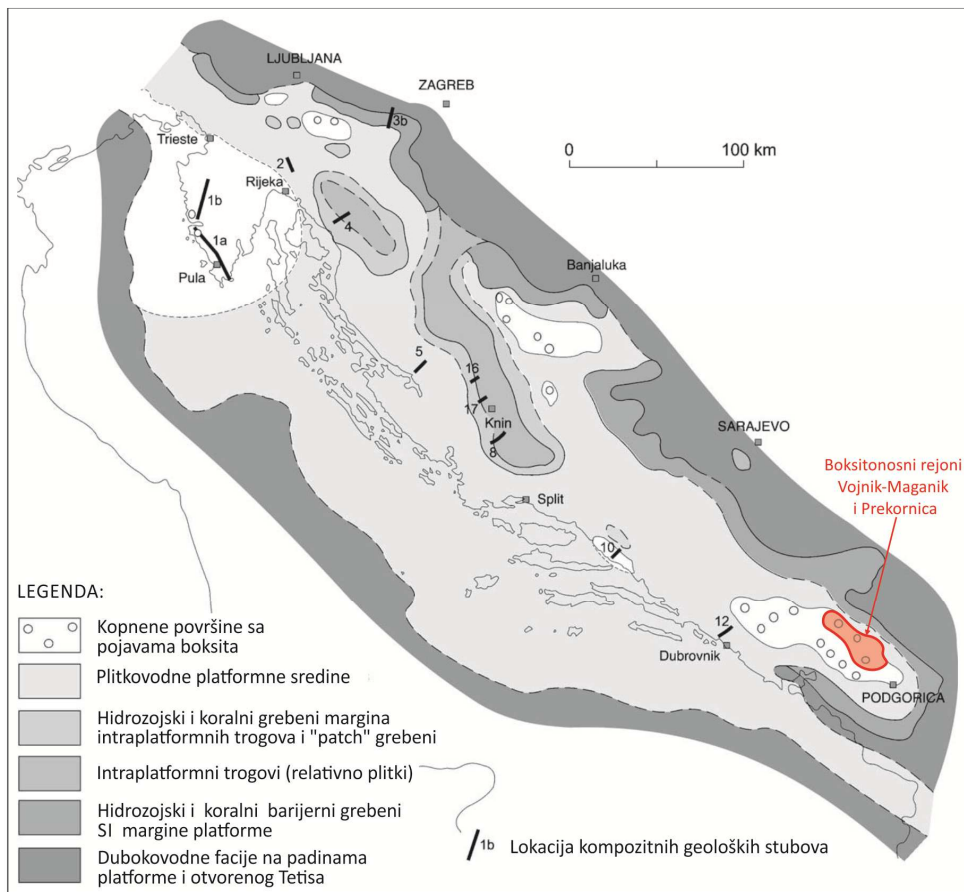
**Jadranska metalogenetska zona** obuhvata rudne rejonu Ulcinj i Boka kotorska, u kojima su otkrivene pojave crvenih paleogenih boksita.

### 2.3. PALOGEOGRAFSKI I PALEOTEKTONSKI USLOVI JUŽNOG DIJELA DINARIDA TOKOM MEZOZOIKA

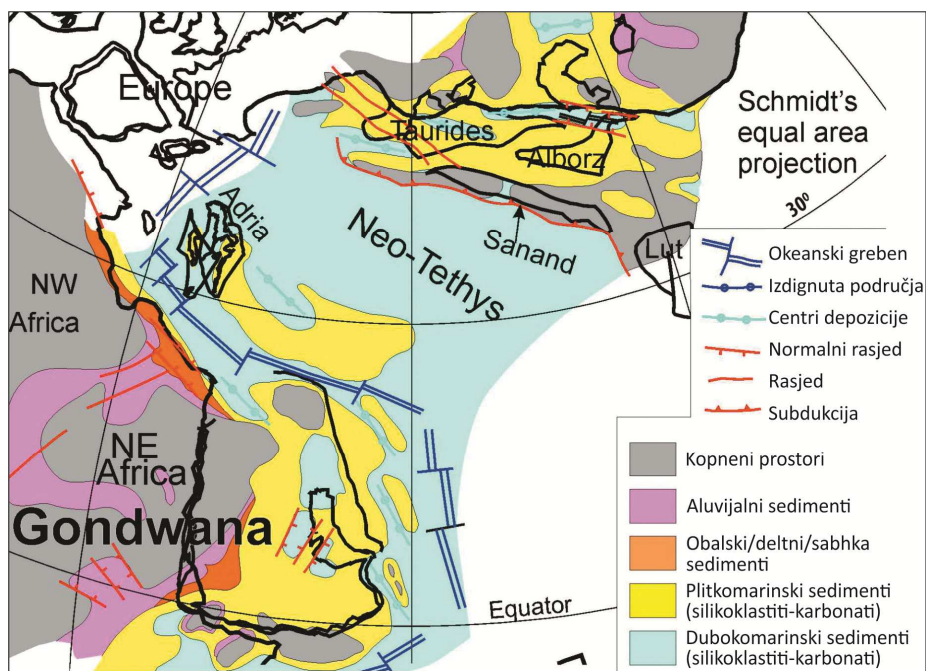
U području Dinarida tokom mezozoika su egzistirali relativno složeni paleogeografski uslovi, kontrolisani tektonskim procesima regionalnog karaktera. Još Grubić (1975), ističe da su paleogeografska proučavanja boksitonosnih terena veoma značajna za proučavanje njihove geneze i izvodi zaključke o važnijim sredinama u kojima sa odvijala geneza mezozojskih i paleogenih boksita u Dinaridima. U to vrijeme, a možemo deći i do danas, mali broj autora se bavio paleogeografskim analizama u Dinaridima. Dinaridi su, u mezozoiku, najvećim dijelom pripadali prostranoj *Dinarskoj karbonatnoj platformi*. Najveći broj ležišta mezozojskih boksita nalazi se u zoni širokoj 25 do 40 km, koja prati sjeveroistočni obod platforme. Boksiti su formirani tokom dužih ili kraćih emerzionih faza, odnosno vezani su za kopnene uslove stvaranja na većim ostrvskim prostorima (Grubić, 1975; Cicmil, 1984).

Dragičević i Velić (2002), navode da je u gornjem lijasu usled tektonskih širenja u južnom Tetisu formirano više karbonatnih platformi od kojih je jedna Jadranska, čijoj sjeveroistočnoj margini pripadaju današnji tereni rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica. Geološke i paleogeografske promjene na platformi vezuju za tektonske procese. Vlahović et al., (2005), proučavaju evoluciju Jadranske karbonatne platforme i između ostalog konstatuju da je tektonska dezintegracija Južnotetijske megaplatforne, tokom srednje i gornje jure uslovlila formiranje Jadranske, Apeninske i Apuljske karbonatne platforme. Samo naslage stvarane u vremenu od toarskog kata (kraj donje jure) do kraja krede pripadaju Jadranskoj karbonatnoj platformi (ADCP) kao izolovanom palaeogeografskom području. Ovu platformu karakteriše uglavnom plitkovodna sedimentacija, sa kraćim ili dužim periodima okopnjavanja pojedinih područja, kao posledica sinsedimentne tektonike i promjena nivoa mora. Takvo je i područje kojem pripadaju rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica (slika 2.3).

Prema Berra i Angiolini (2014), početak kimeridžke orogeneze vezuje se za kraj srednjeg Trijasa, razdvajanje Gondvane za lijas, a širenje Atlantika za kraj srednje jure. Prema slici 2.4 Adrija se krajem srednje jure nalazi na oko 30° N i oko 15°W.

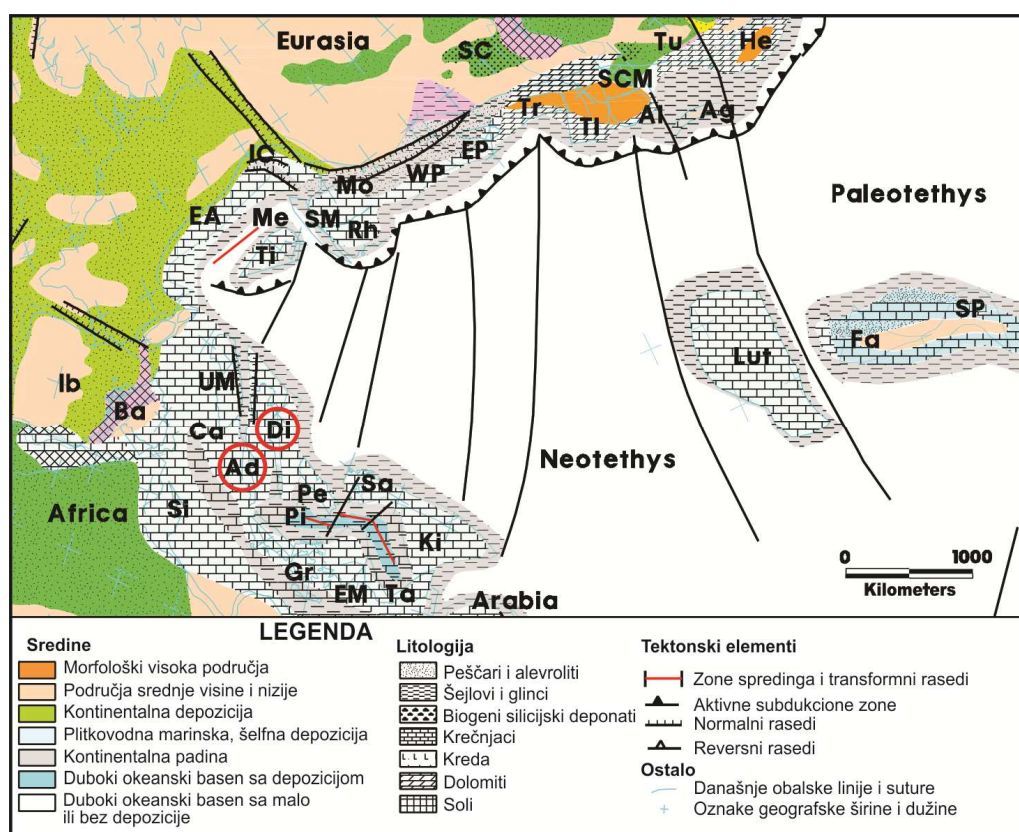


Sl. 2.3: Šematska palogeografska karta sredina taloženja na AdCP rokom kimeridža, prije 156 do 151 mil. godina, sa približnom pozicijom boksitonosnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica (Velić et al., 2002; Vlahović et al., 2005, modifikovano)



Sl. 2.4: Sredine taloženja duž južne margine Tetisa tokom keloveja, kraj srednje jure, prije oko 164 mil. godina (Berra i Angiolini, 2014)

Paleogeografska rekonstrukcija južne margine Eurazije za vreme gornjeg trijasa (Golonka, 2004), upućuje da su se Dinaridi zajedno sa Adrijom (Apulium) kao dio pasivne kontinentalne margine Afrike, nalazili u području plitkovodne, marinske depozicije na šelfu. Ka istoku i sjeveroistoku su na limitiranom prostoru bile razvijene prelazne padinske facije sedimenata. Još dalje ka istoku se nalazio domen dubokovodne marinske depozicije, odnosno područje okeanske kore Neotetisa (slika 2.5).



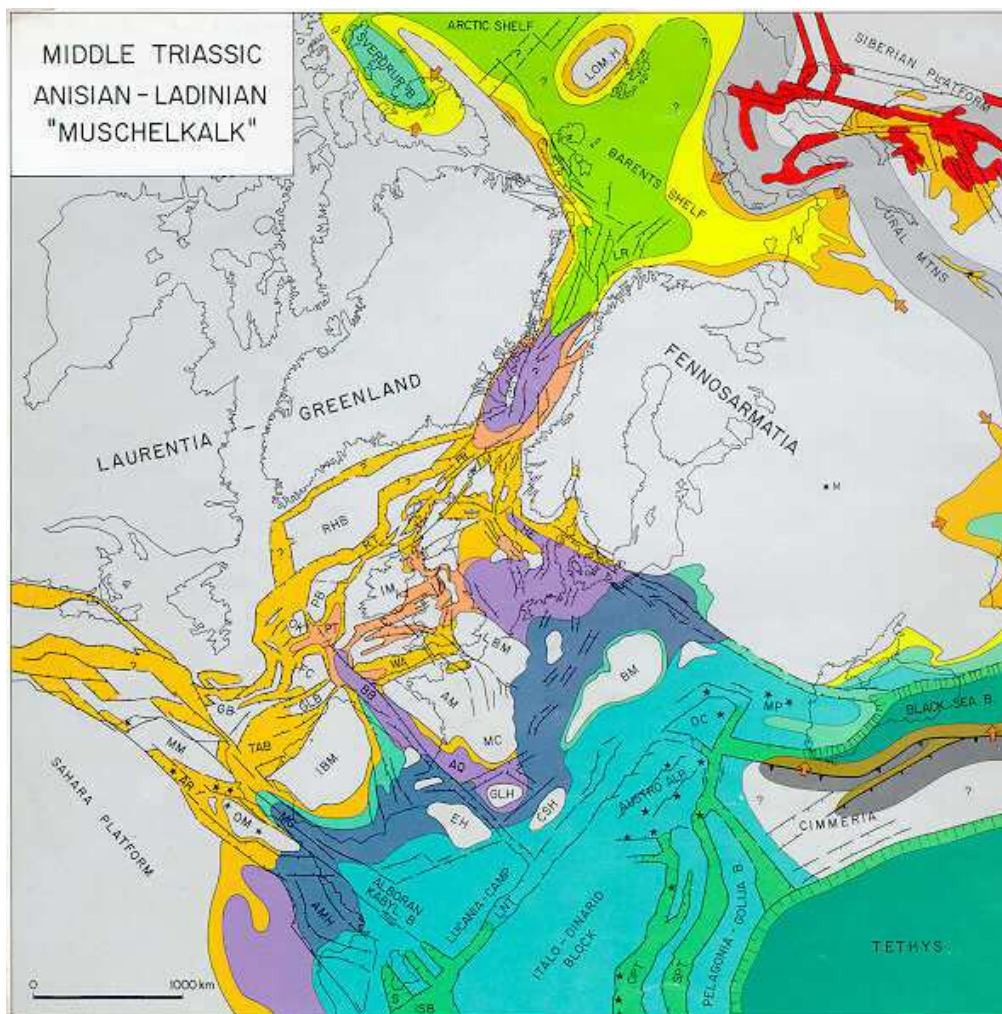
Sl. 2.5: Paleogeografija južne margine Eurazije u gornjem trijasu, pozicije Dinarida (Di) i Adrije (Ad) su označene crvenim krugovima (Golonka, 2004, modifikovano)

Slična paleogeografska konfiguracija i plitkovodna karbonatna depozicija u području Adrije i Dinarida su zadržani tokom cijele jure, dok je u okruženju razvijeno nekoliko novih sub-basena sa okeanskom korom. Paleogeografska rekonstrukcija za granicu jure i krede, područje Dinarida interpretira kao granični domen između karbonatne platforme i dubokovodnog morskog basena, dok je Adrija, koja je u današnjim koordinatama posmatrano smještena zapadnije, područje plitkovodne karbonatne depozicije. Slične paleogeografske pozicije su



zadržane do granice donje i gornje krede, a sve je praćeno značajnim sažimanjem Neotetisa, čija se okeanska litosfera subdukuje ka sjeveru pod kontinentalnu evropsku litosferu. Za vrijeme gornje krede Adrija je još u domenu plitkovodne karbonatne platforme, dok su Dinaridi dubokovodni depozicioni domen odvojen od Adrije regionalnom rasednom strukturom meridijanskog pravca pružanja (Golonka, 2004, 2007). Na granici krede i paleogena, kao posledica kontinentalne kolizije Adrije i Evrope, dio Dinarida je ekshumiran, a istovremeno jedan uz drugi egzistiraju uzani depozicioni baseni različite batimetrije.

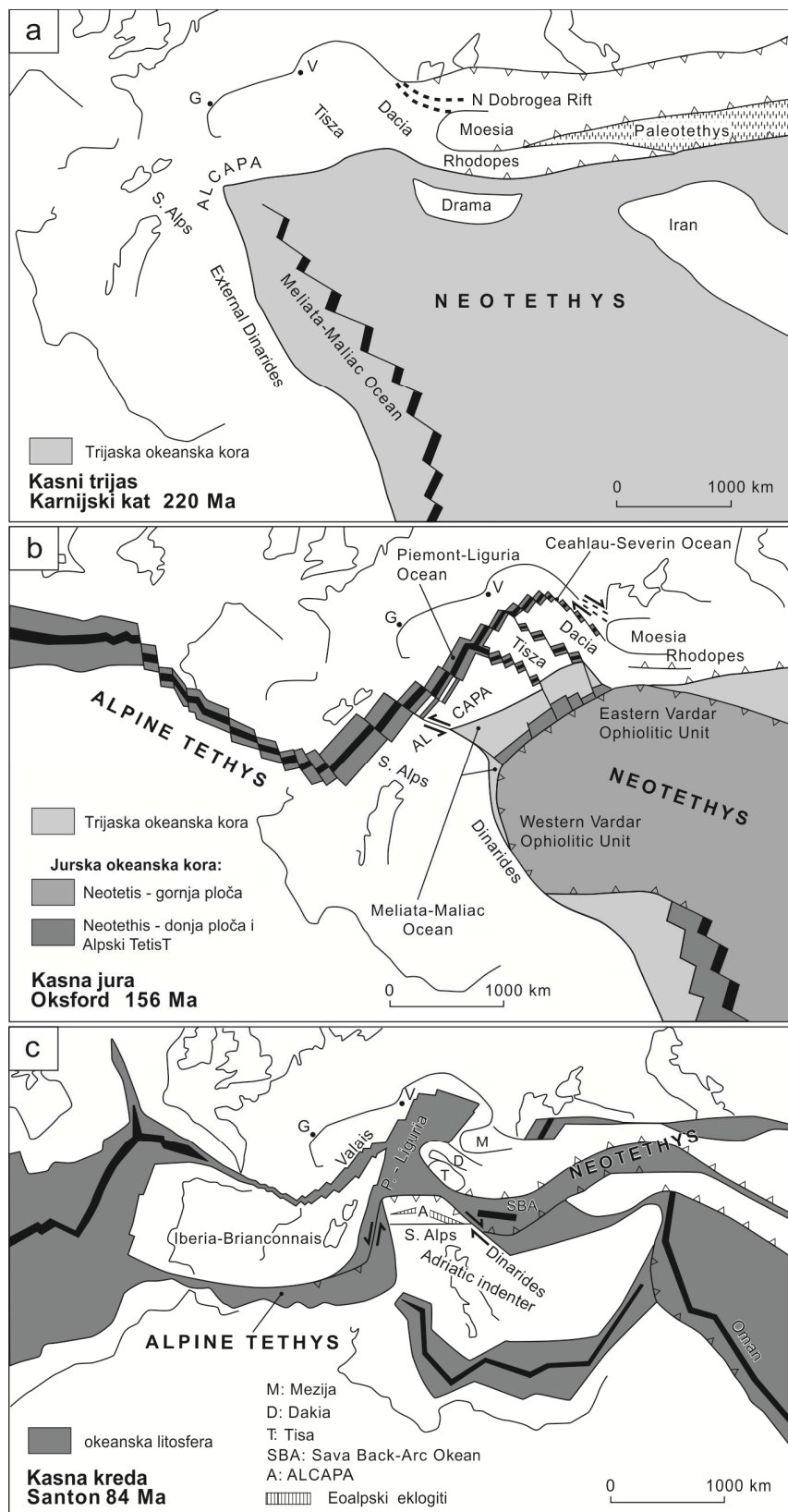
Ziegler (1999), u ovom području tokom trijasa i dalje kroz mezozoik izdvaja Italo-Dinarski blok, kao oblast marinske, pretežno plitkovodne i karbonatne depozicije. (slika 2.6).



Sl. 2.6: Paleogeografska i paleotektonska rekonstrukcija zapadnog Tetisa u vreme srednjeg trijasa (Zigler, 1999)

U kontekstu korelacije i objašnjenja evolucije tektonskih jedinica *Alpsko-Karpatско-Dinarskog orogenog sistema* Schmid et al. (2008), su prikazali i skicu paleogeografsko-tektonskih karakteristika sadašnjih prostora jugoistočne Evrope. Ovdje je u fokusu položaj i starost okeanske kore i litosfere Neotetisa i okolnih okeana. U trijasu ovi autori na istočnoj periferiji eksternih Dinarida vezuju okeansku koru Meliata-Maliak okeana, koji je dio okeanske litosfere Neotetisa (slika 2.7a). Sadržaji Meliata-Maliak okeana su tokom srednje i gornje jure subdukovani pod okeansku koru jurske starosti (slika 2.7b). Krajem jure periferijski djelovi postojeće okeanske kore su obdukovani ka istoku i zapadu formirajući dvije zone ofiolita: *Zapadne vardarske ofiolite* i *Istočne vardarske ofiolite*. U ovom periodu zapadno od obdukovanih ofiolita egzistira područje *Dinarida*, u kome se odvija depozicija sedimenata različitih litofacijalnih osobina. Krajem gornje krede okeanska kora *Neotetisa* je u velikoj meri konzumirana. *Dinaridi* su dio adrijskog indentera, u čijem zaleđu je otvoren *Istočno Mediteranski okean* (slika 2.7c). Na ovim šemama se ne vide segmenti depozicionih basena razvijenih izvan područja sa okeanskom korom, ali prateća interpretacija ovih autora detaljno opisuje razvoj tektono-depozicionih cjelina i u području Dinarida. Najvažniji tektonski događaji su obdukcija ofiolita preko pasivne adrijske kontinentalne margine krajem jure, a zatim kredna subdukcija okeanske kore Neotetisa, koja je praćena kontinentalnom kolizijom tokom starijeg paleogena.

Navedeni paleogeografski i paleotektonski uslovi su imali reperkusija i na basensku evoluciju područja na kome se nalazi proučavani teren. Generalno, na osnovu interpretacija Golonka (2004) i Ziegler (1999), može se zaključiti da je tokom mezozoika u području Adrije i Dinarida, kao paleogeografskih domena, postojao relativno plitak basen u kome se odvijala pretežno karbonatna depozicija. Kompozitne tektonske jedinice, koje prikazuju Schmid et al. (2008), takođe imaju kontinuirano razvijane sukcesije mezozojskih sekvenci, kod kojih postoje bočne varijacije facija. Kao sastavni dio Eksterne Dinarske platforme ovi autori opisuju i platformne mezozojske karbonate jedinice Visokog Krša, za koju su paleogeografski i metalogenetski vezani mezozojski boksiti Crne Gore.



Sl. 2.7: Šematske palinspastičke skice Neotetisa i njegovog okruženja za a) gornji trijas i b) gornju juru i c) gornju kredu (Schmid et al., 2008)

Geneza karstnih boksita je vezana za kopnene prostore. Ne isključujući i druge faktore, najznačajniji kontrolni faktor egzistirajućih depozicionih basena su regionalni tektonski pokreti. U tom kontekstu kratkoživuća regresija na granici srednjeg i gornjeg trijasa je donekle neočekivan fenomen. Razlog je tada postojeće opšte ekstenziono naponsko polje u kome se odvijalo riftovanje, magmatizam i po svemu sudeći lagana subsidencija karbonatne platforme. Aplift na granici srednjeg i gornjeg trijasa se može objasniti tektonskom separacijom i blokovskom izdjeljenošću područja. U ovakvoj konfiguraciji je blok značajne veličine izdignut i postao kratko egzistirajuće kopno, dok se u okolnim prostorima i dalje odvijala depozicija facijalno različitih marinskih facija sedimenata. U toku srednjeg trijasa formirane su značajne količine vulkanita i vulkanoklastita. U toku kopnene faze stvarana su ležišta trijaskih boksita. Generalna subsidencija u ekstenzionom naponskom polju na granici srednjeg i gornjeg trijasa je rezultirala ingresijom mora u kratko egzistirajući kopneni prostor, a marinska depozicija je nastavljena tokom gornjeg trijasa. Krajem gornjeg trijasa područje ponovo prolazi kroz fazu kopnene ekspozicije koja je lokalno posmatrano mogla biti različitog trajanja. Za ovo vrijeme nema struktura koje bi mogle nastati u eventualnom kompresionom naponskom polju. Imajući u vidu da je konstatovana samo stratigrafska diskordancija, i ovaj aplift područja šire okoline Nikšićke župe možemo interpretirati kao posledicu blokovske podijeljenosti i diferencijalnih kretanja susjednih blokova u području sa relativno plitkim platformnim morem. Ovaj domen je kopno i tokom donje, srednje i većeg dijela gornje jure, kada su obrazovana ležišta jurskih karstnih boksita, što je posebnost ovog područja. Regresivne sekvence gornjeg kimeridža i titona, pokrivaju starije sedimente ali i boksite formirane tokom jure na gornjotrijaskom, lijaskom i doger-oksfordskom paleoreljefu. Titonska transgresija i produbljavanje okolnih depozicionih prostora može se objasniti naglašenijom subsidencijom distalnih dijelova adrijske karbonatne platforme i područja situiranih istočnije. U ovo vrijeme subsidencija (*spuštanje, tonjenje kopna*) je mogla biti posledica fleksionog povijanja adrijske litosfere, preko koje su od istoka ka zapadu obdukovane debele sekvence ofiolita.



Kredna tektono-depoziciona evolucija je kontrolisana mehanizmima istočno situirane subdukcije, u čijem domenu su bili razvijeni depozicioni baseni područja pasivne kontinentalne margine, dubokomorski rov iznad subdukcione zone, kao i baseni u području evropske aktivne margine. Na granici donje i gornje krede cijelo područje konvergencije je izloženo opštoj kompresiji koja je rezultirala regresijom donjokrednog mora. Za donju kedu se vezuje nastanak bijelih boksita u Crnoj Gori, koji u povlati imaju karbonate gornjeg cenomana. Cenomanska transgresija, odnosno ingresija mora, posledica je opšte subsidencije u području istočno pozicionirane subdukcione zone, praćene ingresijom postojećeg mora ka kontinentalnim periferijama Adrije i Evrope. Tokom gornje krede i starijeg paleogena subdukcija je prešla u kontinentalnu koliziju, što je permanentno tokom vremena bilo praćeno razvojem navlačno-nabornih pojaseva i migracijom basenskih domena.

### 3. ISTORIJAT ISTRAŽIVANJA I PROUČAVANJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA

Svi značajniji geološki podaci i rezultati o istraživanju boksita na prostoru rudnih rejonu Vojnik-Maganik i Prekornica potiču iz XX vijeka. Podaci i rezultati geoloških istraživanja iz prve polovine XX vijeka uglavnom imaju samo istorijski značaj. Intenzivna geološka istraživanja, kako fundamentalnog tako i primijenjenog karaktera i značaja, vršena su nakon završetka Drugog svjetskog rata pa do početka devedesetih godina. A od tada obim i vrste detaljnih geoloških istraživanja praktično su svedeni na minimum, bez kontinuiteta i jasne strategije. Nešto je bolja situacija kada su u pitanju fundamentalna istraživanja zahvaljujući realizaciji tematskih geoloških istraživanja kroz izradu metalogenetsko-prognoznih karata boksitonosnih područja u Crnoj Gori.

#### 3.1. ISTORIJAT ISTRAŽIVANJA I PROUČAVANJA

U posljednjim decenijama XIX i početkom XX vijeka strani a potom i domaći istraživači su zabilježili prve podatke i svoja viđenja o petrografskim, stratigrafskim, tektonskim i geomorfološkim karakteristikama terena i mineralnim sirovinama tadašnje Crne Gore: *Kovalevski, 1838 - 1878; Boue 1837-1840; Tietze, 1881-1884; Baldacci, 1886-1889; Hassert, 1893-1901; Cvijić, 1897-1913; De Regny, 1901-1905; Kormos i Jekelius, 1917; Koch, 1933; Simić, 1934; Bešić, 1933-1937; Pavić, 1939* (prema: Kalezić i Gomilanović, 2004). Posebnu pažnju i u najranijem periodu privlačio je rejon Nikšićke Župe, gdje je inače ispoljena najveća

raznovrsnost u petrološkim (litološkim) i stratigrafskim karakteristikama geoloških formacija, čija se starost kreće u rasponu od perma do gornje krede. Rezultati navedenih istraživača imali su naučni i stručni značaj za razvoj geološke nauke i na prostoru Crne Gore. Na sadašnjem stepenu saznanja o geološkoj građi i evoluciji terena Crne Gore i njenim mineralnim sirovinama, značaj njihovih istraživanja je istorijski.

U daljem tekstu prikazan je dio rezultata geoloških istraživanja i saznanja o boksitima Crne Gore iz tri perioda poslije Drugog svjetskog rata.

Prvi detaljniji prikaz geologije područja obuhvaćenog planinama Vojnik, Maganik i Prekornica dao je Bešić (1950 i 1953). U knjizi "Geologija severozapadne Crne Gore" Bešić (1953), je detaljno opisao paleozojske (permske) crne krečnjake i crne glinene škriljce, koji su otkriveni u Vasiljevićima i Donjim Kutima – "i to u jezgru antiklinalnog prodora Nikšićke Župe". Ranijim paleontološkim ispitivanjima iz ovih sedimenata je determinisana bogata makrofosilna asocijacija permske starosti. Prema istom autoru, konkordantno preko permskih krečnjaka razvijeni su liskunoviti škriljci i peščari sajskog i laporoviti krečnjaci i laporci kampilskog potkata donjeg trijasa. Otkriveni su u Nikšićkoj Župi i u Vražegrijskoj Ponikvici, a paleontološki su još ranije dokumentovani. Srednji trijas Nikšićke Župe i Brajovića Ponikvice predstavljen je sivim masivnim grudvastim i uslojenim krečnjacima. Paleontološkim ispitivanjima ovi krečnjaci (srednjeg trijasa) nijesu dokumentovani, već ih je izdvojio na osnovu superpozicije i na osnovu sigurno dokazanih hanbuloških krečnjaka otkrivenih u selu Kuta. Zanimljivo je da Bešić u ovom radu samo pominje eruptive Nikšićke Župe, jer ih je opisao u radu iz 1950. kao porfirate koji su probili gutenštajnske krečnjake. Gornjotrijaske krečnjake i dolomite sa megalodonima opisao je na širokom prostoru Vojnika, Maganika i Prekornice – sve do Morače. Dalje Bešić izdvaja glinovite crvene krečnjake starije jure (lijasa) sa amonitima koji su razvijeni samo na sjevernim padinama Vojnika, a krečnjaci sa litiotisima samo na obodu Kopiljskog polja i u kanjonu Morače. Za razliku od ovih, karbonatne sedimente gornje jure konstatovao je na Vojniku, Borovniku, zapadno od Maganika, zatim na prostoru između Prekornice, Platija i Bjelopavlića. Predstavljani su bankovitim i masivnim krečnjacima. Od krednih

sedimenata Bešić je odredio samo gornjokredne krečnjake sa rudistima na terenima Prekornice, Maganika i Vojnika. Interesantno je da Bešić u ovom radu ne opisuje trijaske niti jurske boksite, što očito govori da oni nijesu bili predmet njegovog naučnog interesovanja, ali i shvatanja da boksiti ne predstavljaju bitan geološki član u sadržaju i razvoju Dinarida. Istina, ovaj veliki istraživač prije svega Dinarida, u radu iz 1965. godine, nastanak boksita vezuje za kontinentalne faze u trijasu i juri.

Sljedeći geološki radovi i istraživanja sa kojima se cjelovito obrađuju boksitonosni tereni šireg područja rudnih rejona "Vojnik-Maganik" i "Prekornica", vezani su za izradu Osnovne geološke karte listova "Šavnik" i "Titograd". Autori Tumača za prvi list, Kalezić i sar. (1973), daju novi kvalitet u geološkim saznanjima u vezi razvoja i rasprostranjenja litostratigrafskih jedinica od perma do paleogena i o tektonskim karakteristikama proučavanih terena. U vezi stratigrafskih odnosa autori su, u odnosu na ranija saznanja, izvršili izdvajanje megalodonskih krečnjaka retske starosti od dolomita i krečnjaka ladinsko-gornjotrijaske starosti. Prikazali su bitnija ležišta i pojave crvenih boksita duž eroziono-diskordantne granice između sedimenata gornjeg trijasa (u podini) i gornje jure i donje krede (u povlati). Donja kreda se, na ovoj karti, prikazuje u tri jedinice dok su gornjokredni karbonatni sedimenti takođe stratigrafski raščlanjeni u tri jedinice. Sedimenti Durmitorskog fliša su determinisani kao senonski. U tektonskoj građi ovog terena posebno je značajno definisanje kraljušti Nikšićke Župe na potezu od Jugova pa do Brajovića Ponikvice, i niz drugih lokalnih dislokacija i strukturnih rješenja. U dijelu boksitonosnog rejona Prekornice, obuhvaćenog listom "Titograd", Živaljević i sar. (1973), kao najstarije su izdvojili retolijske sedimente predstavljene dolomitima, dolomitičnim krečnjacima i krečnjačkim dolomitima. Kao posebne litostratigrafske jedinice izdvojili su: faciju sivih litiotskih krečnjaka i lijas-dogerske sedimente. Preko sve tri geološke jedinice u eroziono-diskordantnom odnosu nalaze se karbonatni sedimenti titon-valenžinijena. Ova eroziono-diskordantna granica obilježena je pojavama crvenih jurskih boksita na širokom prostoru od Bršna pa do rijeke Morače. I na kraju, kao najmlađi izdvojeni su donjokredni neraščlanjeni karbonatni sedimenti.

Treći period istraživanja vezan je za izradu Metalogenetsko-prognozne karte boksitonosnog rejonu Vojnik-Maganik, u razmjeri 1:50.000. Ova karta je rađena na sekcijama detaljnih geoloških karata 1:10.000, na osnovu kojih su urađene detaljne geološke karte 1:25.000 i 1:50.000 čitavog rejonu, površine oko 350 km<sup>2</sup> (Pajović i sar. (1992, 1993, 1995, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003 i 2004). Izvršena su detaljnija raščlanjavanja geoloških formacija, a u procesu istraživanja došlo se i do novijih saznanja i otkrića. Tako, po prvi put su u rejonu Nikšićke Župe izdvojeni sedimenti anizijskog fliša – u bazi srednjotrijaskih vulkanskih stijena; paleontološkim ispitivanjima dokazani su ladinski sprudni krečnjaci i otkrivene nove pojave trijaskih boksita u predjelu Miljevca i Brajovića Ponikvice. Takođe su determinisani rabeljski slojevi na prostoru Brajovića Ponikvice i Zagrada. Dokazana je lijaska i dogerska starost sedimenata na planini Studena i na padinama Vojnika. U predjelu Platija i Kamenika lijaski i dogerski sedimenti su raščlanjeni na po dva paketa, dok su oksfordski sprudni krečnjaci izdvojeni kao posebna stratigrafska jedinica. Duž eroziono-diskordantne granice između gornjotrijaskih i jurskih sedimenata u podini i transgresivnih gornjojurskih ispitane su i prikazane sve pojave crvenih boksita. Gornjojurski sedimenti su raščlanjeni u tri paketa, a sedimenti donje krede podijeljeni su u šest litostratigrafskih jedinica. Na ispitivanom terenu od gornjokrednih jedino su dokazane karbonatne naslage cenomana. Istraživanjima pri izradi Metalogenetsko-prognozne karte takođe su znatno detaljnije riješeni strukturno-tektonski odnosi na ovim terenima. Otkriveno je niz reversnih dislokacija na prostorima: Tovića, Kunova, Čapliježnice, Liverovića, Štitova itd. U predjelu Kamenika, Trmanje i Mrtvog Dubokog takođe ima novih viđenja strukturne građe itd.

### **3.1.1. Pregled primijenjenih metoda istraživanja boksita**

Istraživanju boksita u Crnoj Gori poslije Drugog svjetskog rata posvećena je posebna pažnja. Od 1946. do 1960. godine vršena su prospekcijska geološka istraživanja, u cilju otkrivanja izdanaka ove mineralne sirovine, a potom radi utvrđivanja kvaliteta i količina boksita i istraživanja rudarskim radovima. Od istražnih radova na većim nalazištima najčešće su izvođeni sledeći rudarski

istražni radovi: okna, potkopi, uskopi, niskopi i raskopi, a manje su vršena istražna bušenja.

Oprobavanje istražnih radova za hemijska ispitivanja vršeno je metodom grube brazde, čija je dužina od 1 do 5 m, pa čak i do 10 m. Pored navedenog, za prostor izdanaka boksita sa njihovom okolinom rađene su geološke skice u krupnijoj razmjeri, a za veća ležišta i geodetska snimanja, odnosno geodetski planovi, koji su bili osnova za izradu geoloških karata krupnije razmjere. Bez obzira što su ova istraživanja imala prospekcijski karakter – istim su dobijeni i podaci o količinama i kvalitetu boksita u Crnoj Gori. Nosioци ovih istraživanja bili su Rudnici boksita – Nikšić i Zavod za geološka istraživanja iz Titograda, gdje se nalazi i dokumentacija o ovim istraživanjima u vidu brojnih rukopisnih izvještaja, skica, karata ili daktilografisanih izvještaja, elaborata, studija, projekata i sl.

Razdoblje od 1960. do 1990. godine je vrijeme najintenzivnijih istraživanja boksita u Crnoj Gori. Rudnici boksita – Nikšić vršili su detaljna geološka istraživanja na preko 30 ležišta boksita sa ciljem utvrđivanja količina i kvaliteta boksita. Nosilac detaljnih kao i osnovnih istraživanja bila je Geološka služba ovog preduzeća, pod rukovodstvom S. Cicmila do 1980. godine, a od tada V. Kecojevića. Glavna metoda istraživanja za skoro sva ležišta bila je istražno bušenje po mreži 200 x 200 m, 100 x 100 m, 100 x 50 m, a mjestimično i 50 x 50 m.

Računa se da je do 1990. godine ukupno izvedeno 4.800 istražnih bušotina, čija ukupna dužina iznosi oko 400.000 m' ili prosječno 83,3 m'/bušotini. U pojedinim ležištima, kao što su Biočki stan i Kutsko brdo pri istraživanju su korišćeni rudarski potkopi i okna. Terenska istraživanja praćena su geološkim kartiranjem jezgra bušotina i rudarskih radova, sa redovnim oprobavanjem za hemijska, a zatim i za mineraloška i geohemijska ispitivanja. Takođe su rađene detaljne geološke karte u razmjeri od 1:500 i 1:1000 do 1:2.000, a mjestimično i u razmjeri 1:5.000.

Rezultati osnovnih i fundamentalnih geoloških istraživanja u boksitonosnom rejonu su u neposrednoj ili posrednoj vezi sa geološkom problematikom boksita. Otuda detaljne geološke karte 1:10.000, zatim Metalogenetsko-prognozne karte u razmjeri 1:50.000, kao i Osnovne geološke karte 1:100.000, predstavljaju

nezaobilazne podloge za upoznavanje i razumijevanje geoloških uslova koji opredjeljuju nastanak i rasprostranjenje ležišta boksita.

Osim navedenih, pri istraživanju boksitonosnih terena u Crnoj Gori primjenjivane su i različite metode geofizičkih ispitivanja. Počelo se 1954. i 1956. godine sa eksperimentalnim ispitivanjima metodom prividnog geoelektričnog otpora. Od 1967. do 1990. sa različitim intenzitetom i sa većim prekidima primjenjivana su terestička poludetaljna i detaljna ispitivanja metodama geoelektričnog profiliranja i sondiranja, zatim radiometrijska ispitivanja (gamaspektrometrija i emanacija), a u manjem obimu korišćene su geomagnetne i gravimetrijske metode ispitivanja.

Od svih geofizičkih ispitivanja, metoda radioaktivnog karotaža bušotina pokazala se posebno korisnom za detaljno raščlanjavanje profila bušotina, a naročito za definisanje dubine kontakta povlata – boksit – podina.

### **3.1.2. Pregled hemijskih, mineraloških i geohemijskih proučavanja boksita**

Posebni značaj za poznavanje boksita imaju laboratorijska i tehnološka ispitivanja. Boksit je hemijskim metodama ispitivan na šest standardnih komponenata ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  i G.Ž.), ponekad i na pet (bez  $\text{CaO}$ ), a u prvim godinama istraživanja boksit je analiziran (ali ne konstantno) samo na  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{SiO}_2$ . Broj hemijskih analiza boksita u Crnoj Gori, zahvaljujući, u prvom redu, radu Geološke službe Rudnika boksita Nikšić, mjeri se na stotine hiljada što ukazuje na značaj, obim i intenzitet istraživanja ove mineralne sirovine.

Mineraloška ispitivanja boksita vršena su najčešće metodama diferencijalno termičke i termogravimetrijske analize (DTA i TG), a rjeđe su primjenjivane metode rendgenske difrakcije (XRD) i infracrvene spektroskopije (IR). U poslednjim decenijama rijetko su korišćena ispitivanja boksita pomoću mikrosone i elektronskog mikroskopa. U manjem obimu su vršena petrografska i rudnomikroskopska ispitivanja boksita, kao i ispitivanja specifične i zapreminske mase. Pri istraživanju sastava boksita takođe su korišćena geohemijska ispitivanja, metodama spektrohemijskih ispitivanja, a u 2001. godini primjenjena je metoda spektrometrije sa indukovano spregnutom plazmom (ICP-ES).

U početku, mineraloška i hemijska ispitivanja vršena su uglavnom na pojedinačnim uzorcima iz pojedinih ležišta (Pavlović i Protić, 1957,1963; Luković, 1960, Burić, 1966; Maksimović, 1976; Vörös, 1977). Sistematska istraživanja, mineraloška i hemijska ispitivanja crvenih boksita jugozapadne Crne Gore izvode 1987. godine S. Cicmil i S. Hadži-Popović (Cicmil, 1984).

Po hemijskom i mineralnom sastavu ležišta rudnog rejonu Vojnik–Maganik se međusobno značajno razlikuju. Na osnovu sadržaja korisnih i štetnih komponenti, Cicmil (1984), izdvaja različite vrste crvenog boksita:

- visokokvalitetni boksita - sa sadržajem  $Al_2O_3$  od 55 do 61%, kao korisne komponente i  $SiO_2$  od 0,5 do 6% kao štetne komponente,
- manjekvalitetni boksiti - sa sadržajem  $Al_2O_3$  od 49 do 55% i  $SiO_2$  od 6 do 15%,
- nekvalitetni boksiti -  $Al_2O_3$  kreće od 43 do 50% i  $SiO_2$  od 15 do 25%.

Svaka od navedenih vrsta boksita karakteriše pojedina ležišta rudnog rejonu (tabela 3.1).

Tabela 3.1: Srednji hemijski sastav boksita u rejonu Vojnik - Maganik (u %), Cicmil (1984)

VRSTA BOKSITA	LEŽIŠTE	$Al_2O_3$	$SiO_2$	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	CaO	G.Ž.
<b>Visokokvalitetna</b>	Biočki stan	59,66	4,33	19,98	2,92	0,30	12,73
	Đurakov do	59,60	5,53	19,18	2,88	0,40	12,40
	Štitovo I	58,00	6,86	19,30	2,82	0,56	12,46
	Zagrad	60,14	4,82	19,13	2,88	0,53	12,50
	Podplaninik	57,59	5,16	19,45	2,84	1,46	13,50
	Kutsko brdo	59,40	5,60	19,20	2,85	0,45	12,60
	Borovnik	60,10	3,36	20,20	2,96	0,60	12,70
<b>Manjekvalitetna</b>	Liverovići	52,78	14,01	17,26	2,70	0,56	12,50
	Štitovo II	54,02	12,43	18,08	2,74	0,46	12,27
	Siljevac	57,19	7,05	20,10	2,88	0,30	12,44
<b>Nekvalitetna</b>	Grebenici	49,34	19,43	17,43	2,14	0,60	11,06
	Javorak (Konjsko)	49,74	15,85	18,05	2,60	0,30	12,56
	Jasenovo polje	47,58	16,70	18,40	2,64	0,90	13,48
	Milankovac	36,16	33,62	14,52	2,38,	0,60	12,68
	Gvozd	44,05	22,96	15,52	2,30	1,54	13,63

Po hemijskom sastavu boksiti rejonu Prekornica, za razliku od boksita rejonu Vojnik-Maganik, odgovaraju niskokvalitetnim boksitima, sa srednjim sadržajem  $Al_2O_3$  od 43 do 51% i  $SiO_2$  od 16 do 24% (tabela 3.2).



Boksiti rejonu Vojnik–Maganik po mineralnom sastavu mogu se podijeliti u tri grupe (Cicmil, 1984):

- bemitski boksiti sa malo kaolinita (ležišta: Biočki stan, Đurakov do, Zagrad i dr.),
- bemitsko-kaolinitički boksiti (ležišta Liverovići, Štitovo II, Grebenici, Konjsko i dr.),
- kaolinitičko-bemitski boksiti, u kojima preovlađuje kaolinit nad bemitom (Gvozd, Milankovac i dr.).

Tabela 3.2: Srednji hemijski sastav boksita u rejonu Prekornice (u %), Cicmil (1984)

LEŽIŠTE/POJAVA	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	G.Ž.
Bršno (Raline)	48,95	17,61	18,96	2,60	11,72
Borova brda	51,03	15,76	17,38	2,52	12,54
Crvenjaci	48,73	19,28	16,74	2,56	12,45
Međugorje	45,74	23,53	17,99	1,92	11,23
Alina lokva	43,48	23,69	18,78	2,30	10,62
Mrkalj do	45,46	20,43	20,35	2,08	10,93
Javorak	46,02	20,54	20,55	1,84	10,73
Željeva duga	45,99	23,56	17,06	1,60	11,55
Smrekova glavica	48,72	18,57	19,42	1,82	11,36
Crnač do	46,79	19,11	2,56	2,10	11,50
Crveno prlo	50,76	17,99	17,85	2,05	12,10
Smrekova glavica	50,62	19,67	16,72	1,50	12,50
Vranja ulica	47,55	18,40	19,73	1,80	12,00
Pantelijev vrh	46,66	22,75	15,90	2,10	10,50
Broćnik	54,96	14,52	16,00	1,54	12,26
Bijela stijena	49,12	18,85	18,31	2,00	12,51
Kamenik	50,96	15,90	20,07	1,74	10,97
Trmanje	49,70	20,25	16,50	1,60	11,70

U boksitima Bršna, Borovih brda i Crvenjaka u rejonu Prekornica sadržaj glavnih i sporednih minerala je sledeći:

- Bršno: 39,5% bemit, 37,87% kaolinit, 18,96% hematit, 2,64% titatonovi minerali i 1,04 ostali minerali.
- Borova brda: 43,77% bemit, 33,89% kaolinit, 17,38% hematit, 2,84% titanovi i 2,12% ostali minerali.
- Crvenjaci: 37,62% bemit, 41,46% kaolinit, 16,74% hematit, 2,56% titanovi i 1,62% ostali minerali.

U crvenim boksitima ovih rejonu su takođe konstatovani i akcesorni minerali:

- najzastupljeniji: magnetit,
- više zastupljeni: cirkon, ilmenit i kvarc,
- srednje zastupljeni: rutil,
- malo zastupljeni: anatas, sfen, pirokseni, amfiboli, muskovit, biotit, hlorit, epidot, granati, korund, opal, halkopirit, galenit, sfalerit i kovelin.

Prve podatke o geohemijskim ispitivanjima boksita Crne Gore nalazimo u radu Burića (1966). On je prikazao rezultate semikvantitativnih spektrohemijskih ispitivanja proba crvenih boksita iz šest ležišta: Kutsko brdo, Crvena kita, Crvenjaci, Velimlje, Velja Gorana i Međugorje i jedne probe bijelih boksita iz ležišta Ligunar. Probe boksita su analizirane na: Co, Ni, Zr, Ag, V, Pb, Mn, Ga, In, Cr, Cu, P, a u tekstu se pominju i analize na Na<sub>2</sub>O i K<sub>2</sub>O.

Prvu značajniju studiju o geohemijskim karakteristikama eocenskih boksita Hercegovine objavio je Maksimović (1968), gdje prezentira rezultate ispitivanja 117 proba iz 43 ležišta na 20 mikroelemenata. Ova ispitivanja pokazala su da su boksiti istočne Hercegovine znatno bogatiji u Cr, Mo, Li, Ni, Zr, Y, La i Sr, a siromašniji u U i Th – u odnosu na boksite zapadne Hercegovine. Iz ovog rezultata i ostalih saznanja o geohemijskom sastavu boksita proizašao je i zaključak da eocenski boksiti ova dva regiona imaju različit izvor matičnog materijala. Sa ovim radom praktično se dokazuje značaj primjene geohemijskih metoda pri ispitivanju boksita. Ovaj poznati istraživač sve do kraja 20-tog vijeka aktivno je proučavao boksite Mediterana, a posebno Dinarida. U radu saopštenom na IV Jugoslovenskom simpozijumu o istraživanju i eksploataciji boksita u Herceg Novom, prikazao je rezultate ispitivanja 46 uzoraka trijaskih, 56 uzoraka jurskih i 34 uzorka bijelih boksita iz ležišta u Crnoj Gori (Maksimović, 1976). Ova geohemijska ispitivanja jasno su pokazala da trijaski boksiti imaju povećan sadržaj Be i Zr, a jurski u odnosu na trijasku vrlo povećane sadržaje Cr, Ni, Co, Zn, Pb dok donjokredni boksiti Bijelih Poljana (bijeli boksiti) imaju povećan sadržaj B i Mo. Iz ovih rezultata proizašao je zaključak da boksiti iz različitih stratigrafskih nivoa imaju različite sastave matičnih stijena, što je u tom periodu predstavljao izvanredan argumenat za bolje razumijevanje nastanka boksita. Drugi bitan rezultat je što su u ležištima crvenih boksita ova ispitivanja pokazala obogaćenje "*per decensum*", odnosno od krovine prema podini: Be, Ni, Co, Cu, Zn, Mn, Y, uključujući i sve lantanide (La-Lu).

Maksimović (1982), prikazuje rezultate ispitivanja mineralogije itrijuma i lantanida u mediteranskim karstnim boksitima i dokazuje da se u procesu boksitizacije vrši obogaćenje podinskih djelova ležišta sa Y i sa elementima iz

grupe lantanida, te da su isti transportovani pretežno u adsorbovanom obliku na glinovitim česticama. U zoni kontakta boksit-podinski krečnjak nastali su autigeni minerali Y i La-Lu: bastnezit, monacit, sinhizit – (Nd), bastnezit – (La), monacit – (Nd), gojazit – (Nd) odnosno florensit – (Nd). Takođe je u procesu boksitizacije dokazana frakcionacija između lakih lantanida ( $\Sigma Ce$ ) i teških lantanida plus itrijum ( $\Sigma Y$ ), kao i među pojedinim elementima iz obje ove grupe. Obogaćenje lakih lantanida u navedenim mineralima naročito je praćeno koncentracijom neodijuma.

Maksimović i sar. (1998), prikazuju rezultate geohemijskih ispitivanja boksita u ležištu Zagrad. Ispitivanja su izvršena na tri probe boksita uzetih: na 1,5 m, na 0,75 m i 0,10 m od podine, koje su analizirane mineraloškim, hemijskim, rendgenskim i termičkim metodama. Rezultati analiza su pokazali u drugom i trećem uzorku vrlo visok sadržaj od 1,99% i 7,87% lakih lantanida, koji ukazuju na mogućnost koncentracija od ekonomskog značaja ovih elemenata (lantana, cerijuma, prazeodijuma a naročito neodijuma). U vezi sa ovom problematikom treba svakako imati na umu činjenicu da su u crvenim boksitima Nikšićke Župe Maksimović i Panto (1985), odredili novi mineral pod nazivom hidroksilbasnezit – (Nd). Ovaj mineral je takođe determinisan u boksitima ležišta Zagrad i Štitovo, dok je u ležištu Liverovići II konstatovan hidroksilbastnezit – (La).

Vukotić i Dragović (1982), su prikazali rezultate ispitivanja šest uzoraka crvenih i osam uzoraka bijelih boksita koji su ispitivani neutronska aktivacionom analizom i metodom masene spektrometrije. Ispitivanja su pokazala da je ukupni (srednji) sadržaj lantanida u crvenim boksitima (623,9 ppm) veći za 2,6 puta u odnosu na bijele boksite (183,5 ppm). Autori su takođe ustanovili različite obrasce (modele) relativne raspodjele lantanida u crvenim i u bijelim boksitima i došli su do zaključka da je stepen frakcionacije lakih prema teškim lantanidima znatno manji kod bijelih nego kod crvenih boksita.

Pored navedenog, rezultati geohemijskih ispitivanja ležišta boksita u Crnoj Gori nalaze se u brojnim publikovanim radovima autora iz Crne Gore i bivše Jugoslavije. Ovdje ćemo navesti samo one radove u kojima je geohemijska problematika boksita analizirana na nivou regiona.

Dragović (1988), prikazuje podatke o srednjem sadržaju 17 ispitivanih mikroelemenata za osam genetskih tipova ležišta bijelih boksita. Među tim mikroelementima su Y i La. Njihovi srednji sadržaji u crvenim boksitima su 45 i 155 ppm, a u bijelim 24 i 12 ppm. Bijeli boksiti u odnosu na crvene imaju, međutim, znatno veće sadržaje Li i Mo.

Cicmil (1984), u monografiji o metalogeniji crvenih boksita navodi srednje sadržaje 18 ispitivanih mikroelemenata u trijaskim i jurskim boksitima, pri čemu konstatuje da je ispoljena razlika u nivou koncentracije pojedinih mikroelemenata po regionima u okviru jurskih boksita (tabela 3.3) i u odnosu na trijasko boksito. Takođe je dao i rezultate ispitivanja vertikalne distribucije za 12 ležišta crvenih boksita, koji su pokazali tendenciju koncentracije migrativnih elemenata, a naročito Ni, Co, Cu, Y i La, od povlate prema podini – ali samo kod visokokvalitetnih ležišta: Biočki stan, Đurakov do, Štitovo i djelimično ležišta Zagrad.

Pajović (2000), obrađuje sve, do tada publikovane i fondovske podatke o geohemijskim karakteristikama crvenih trijaskih, jurskih i eocenskih boksita, kao i bijelih krednih boksita. Ovom sintezom potvrđeni su raniji rezultati brojnih autora da su crveni boksit u odnosu na bijele znatno bogatiji u Ni, Co, Cr, La i Y i dr, a da su bijeli obogaćeni u sadržajima Mo i Li. Pored toga, rezultati pokazuju da su nivoi koncentracija većine ispitivanih mikroelemenata vrlo različiti između trijaskih, jurskih i eocenskih crvenih boksita. Razlike su takođe uočene po regionima u okviru iste formacije, a naročito kod jurskih boksita. Sve ovo ukazuje da je sadržaj mikroelemenata u boksitima bitan pokazatelj o sastavu matičnog materijala od koga su nastali, ali za dio lako migrativnih elemenata – takođe pokazatelj o uslovima i intenzitetu procesa boksitizacije u karstnoj sredini.

Upoređenjem geohemijskog sastava jurskih boksita rejona Vojnik–Maganik (na osnovu rezultata različitih istraživača) sa trijaskim boksitima, Pajović (2000), je došao do sledećih zaključaka: 1) u jurskim boksitima sadržaji Pb, Mo, V, Zn, Ni, Co, Cr i Ba u prosjeku su znatno viši nego u trijaskim i 2) trijaski boksiti u odnosu na jurske imaju povećan sadržaj cirkonijuma. Za boksite rejona Prekornica karakteristično je da su srednji sadržaji Pb, Ga, Mo, V, Ni, Co, Zr i Sc u oba rejona

približno isti, dok su povećani sadržaji Cr, Cu i Sr izraženi u rejonu Vojnik-Maganik, a sadržaji Ba, Y i La u boksitima Prekornice.

Tabela 3.3: Srednji sadržaji mikroelemenata u ležištima rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, (u ppm), (Cicmil, 1984)

MIKROE-ELEMENTI	ŠTITOVO I	ŠTITOVO II	ĐURAKOV DO	BIOČKI STAN	ZAGRAD	KUTSKO BRDO	PODPLANINIK	LIVEROVIĆI	GVOZD	JASENOVO POLJE	CRVENJACI	BRŠNO	BOROVA BRDA
Pb	40	70	50	22	36	275	85	85	85	25	30	17	75
Ga	60	50	17	40	30	40	40	40	70	14	60	60	50
V	400	300	180	140	180	240	240	130	110	45	110	180	180
Cu	70	70	70	35	26	54	54	42	37	8	70	30	54
Zn	100	95	90	95	100	80	100	120	180	n.o.	125	90	105
Y	50	45	45	30	40	32	40	32	55	70	50	30	100
Zr	500	300	250	200	330	250	450	400	210	300	210	170	450
Ni	150	300	120	80	120	150	120	300	210	60	120	120	300
Co	25	35	25	15	22	22	32	32	32	10	20	8	32
Sc	36	26	18	14	42	42	46	42	42	16	26	16	46
Cr	600	400	300	300	450	800	450	200	145	80	210	120	160
La	80	180	100	80	100	100	65	100	100	150	250	80	316
Ba	-	20	-	-	14	32	28	42	32	30	-	-	28
Sr	60	30	80	15,	37	100	32	30	18	-	25	15	10
Li	40	55	30	55	12	15	20	45	25	80	40	80	45
Rb	10	30	10	-	10	10	10	17	18	18	30	30	17
U	7,1	6,8	6,1	6,0	6,0	5,3	5,0	6,0	4,1	n.o.	4	4	5
Th	44	37	42	44	58	42	44	52	44	n.o.	41	39	39

Radusinović i sar. (2005), analizirali su 94 uzorka boksita iz ležišta Zagrad (rudno tijelo 3) na ukupno 31 element: elementi rijetkih zemalja i refraktorni elementi (Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y). Korištena je analitička metoda ICP-MS. Uzorci jezgara bušotina, od boksita iz prva dva pripodinska metra (10 analiza), iz sjevernog dijela ležišta su pokazali povišene sadržaje lantanida (2086 ppm), posebno lakih lantanida (1763 ppm) u odnosu na južni dio ležišta (34 analize, ukupno 975 ppm, laki lantanidi 867 ppm). Srednji sadržaj elemenata rijetkih zemalja u ležištu, dobijen na osnovu rezultata analiza 90 uzoraka boksita, iznosio je 0,1% (max. 1%; min. 0,059%). Utvrđeno je da se sadržaj lantanida povećava idući ka podini ležišta. Četiri uzorka boksita iz pripodinskog dijela ležišta je tretirano ključalom 10% HCl petnaest puta i ustanovljen je gubitak mase od

37,20 do 44,00%. Nakon ekstrakcije sadržaj U i Y se nije promjenio, ali Th, Sn, Co, V i Sr su u značajnoj mjeri prevedeni u rastvor. Laki lantanidi (La, Ce, Pr, Nd) su u velikoj mjeri (oko 80%) prevedeni u rastvor. Neki teški lantanidi (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy) su takođe ekstrahovani ali u manjoj mjeri, dok su drugi lantanidi (Ho, Er, Tm, Yb, Lu) pokazali nepromjenjene sadržaje u odnosu na početne uzorke, što znači da nijesu ili su u maloj mjeri prešli u rastvor (Jović i Radusinović, 2010).

U Crnoj Gori generalno, a posebno u okviru boksitonosnih rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, od elementa rijetkih zemalja ispitivani su uglavnom samo Y i La i to na gotovo svim lokacijama, odnosno ležištima i pojavama gdje su vršena geohemijska ispitivanja u cilju utvrđivanja sadržaja mikroelemenata u boksitima. Ispitivanja sadržaja elemenata rijetkih zemalja i generalno geohemijska ispitivanja uglavnom su rađena na relativno malom broju uzoraka iz ležišta ili pojava crvenih boksita ili na reprezentativnim uzorcima. Utvrđivanje sadržaja mikroelemenata i njihove distribucije u ležištima crvenih boksita vršeno je u cilju ispitivanja uslova obrazovanja ležišta i posredno mogućnosti dobijanja nekih od mikroelemenata u toku tehnološkog postupka prerade boksita.

### 3.2. KRITIČKI OSVRT NA DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U cjelini uzev, dosadašnjim geološkim istraživanjima boksitonosnih rejona u širem području Nikšićke Župe, tj. rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, ostvaren je bogat fond podataka o geološkoj građi i strukturnim karakteristikama boksitonosnih terena, kao i geoloških, strukturno-tektonskih, morfoloških, hemijskih i geohemijskih karakteristika ležišta crvenih boksita koja su detaljno istraživana i iz kojih je vršena ili se vrši eksploatacija ove mineralne sirovine. Prikazani rezultati dosadašnjih istraživanja su bez sumnje garant uspješnih osmišljavanja novih aspekata i potreba za valorizaciju geoloških resursa.

Za razliku od rudnog rejona Vojnik–Maganik, koji je detaljno proučen, prostor koji obuhvata boksitonosni rejon Prekornice nije istražen na zadovoljavajućem nivou. Naime, veliki broj autora se, u različitim vremenskim periodima, sa različitim interesovanjima i ciljevima, bavio istraživanjem ovog, u geološkom smislu zaista interesantnog područja, što je imalo za posledicu različit nivo proučenosti

pojedinih oblasti rejona. Danas raspoložemo sa preglednim geološkim kartama sitnijih razmjera, Osnovnom geološkom kartom i detaljnim geološkim kartama interesantnih prostora u pogledu boksitonosnosti, koja svaka na svoj način odražava nivo saznanja o rudnom rejonu Prekornica sa aspekta poznavanja geološke građe. Najznačajniji uočeni problemi su nedovoljno riješena pitanja strukturne građe i različit nivo saznanja o stratigrafiji ovog rejona, odnosno karbonatnih serija srednjeg i gornjeg trijasa, zatim donje, srednje i gornje jure, kao i gornje krede. Ova su pitanja u direktnoj ili indirektnoj vezi sa preciznijim poznavanjem prostornog položaja i veličine nalazišta boksita, zatim starosti podine i povlate i td.

Kako smo ranije konstatovali, koncentracije elemenata rijetkih zemalja su utvrđivane u okviru geohemijskih ispitivanja mikroelemenata ili, u novije vrijeme, ciljano posebnim istraživanjima na pojedinim ležištima. Ocijenjeno je da postojeći podaci nijesu dovoljni za cjelovito utvrđivanje metalogenetskih karakteristika i specifičnosti jurskih karstnih boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, kako u pogledu utvrđivanja sadržaja elemenata rijetkih zemalja i njihove distribucije u ležištima i pojavama, tako i ekonomske potencijalnosti.

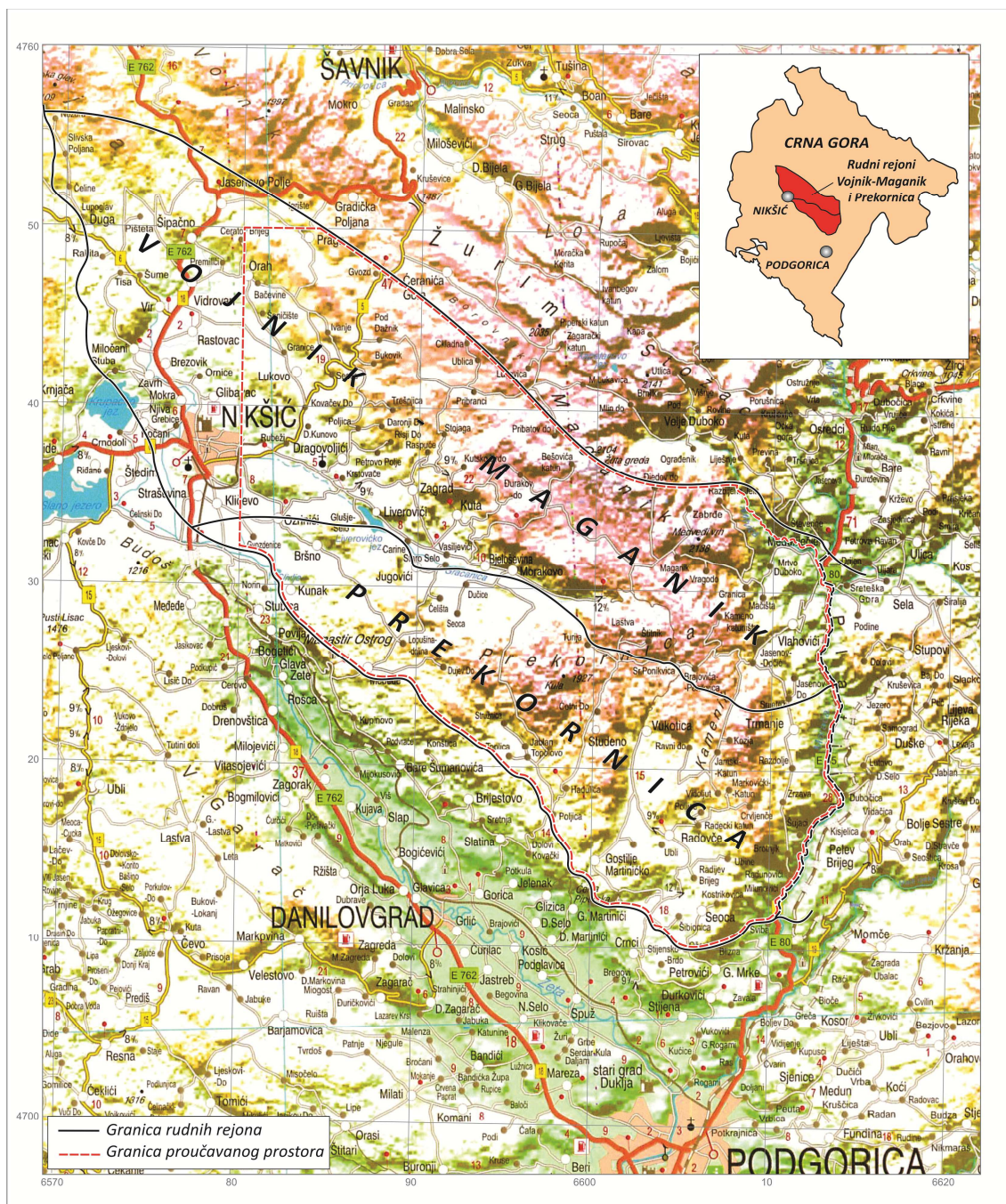


## **4. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE, GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONIKA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA**

### **4.1. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE**

Boksitonosni rejoni Vojnik–Maganik i Prekornica nalaze se u središnjem dijelu Crne Gore. Površine su oko 800 km<sup>2</sup> i obuhvataju djelove opština: Nikšić, Danilovgrad, Podgorica i Kolašin. Proučavano je područje od Nikšićkog polja i južnih padina planine Vojnik na zapadu – do planine Maganik i donjeg toka rijeke Morače na istoku i od planinskih zaravni Krnova i Konjska na sjeveru – do Ostroških greda, sjeveroistočnog oboda doline rijeke Zete i Pipera na jugu (slika 4.1).

U geomorfološkom pogledu rudni rejoni Vojnik–Maganik i Prekornica pripadaju oblasti Crnogorskih brda, odnosno terenu između Nikšićkog polja i rijeka Zete i Morače (Bešić, 1953; Bešić i sar., 1965). Proučavani tereni dio su najvećeg i najhomogenijeg geomorfološkog regiona u Crnoj Gori – Zone Visokog krša (Amauri et al., 2016), i dominantno pripadaju kraškom tipu reljefa (Mirković i Pavlović, 2002). Današnji izgled ovog prostora predstavlja rezultat dugotrajnog uticaja endogenih i egzogenih procesa. Kao posledica njihovog djelovanja u savremenom reljefu javljaju se različiti tektonski i erozioni oblici. Tektonski oblici, iako primarni, najčešće su jako morfološki izmijenjeni egzogenim erozionim uticajima. Složena geološka građa i raznovrstan geološki sastav usloveli su i podspješili stvaranje dinamičnog i razuđenog reljefa u kome se izdvaja više reljefnih cjelina, među kojima su najizraženiji oblici karstne, fluvijalne i glacijalne erozije.

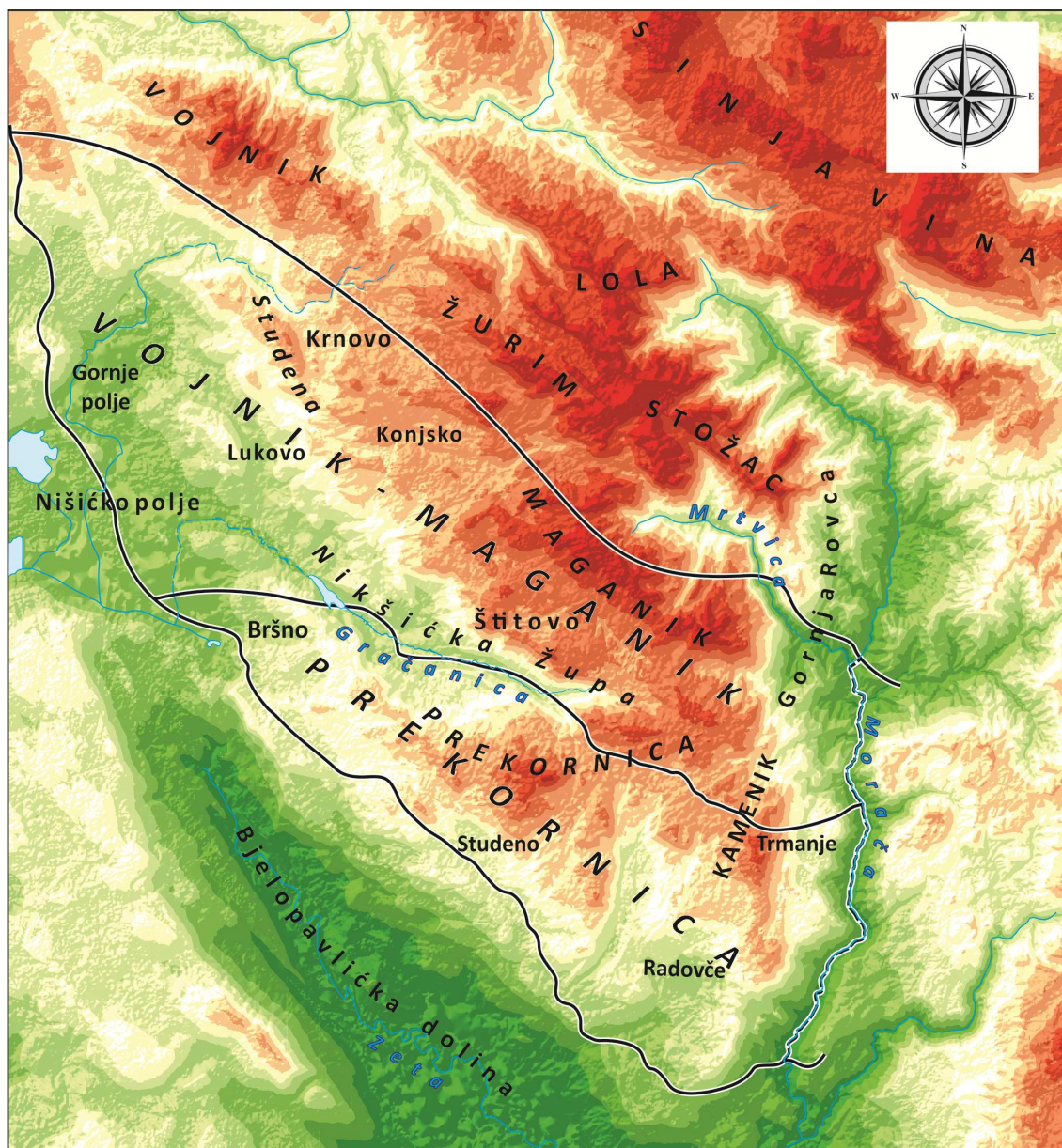


Sl. 4.1: Geografski položaj rudnih rejlona Vojnik-Maganik i Prekornica

Dominantan izgled i značaj u reljefu šireg područja boksitonosnih rejlona Vojnik-Maganik i Prekornica ima ravan Nikšićkog polja. Ovo karstno polje je formirano na dolomitskoj i krečnjačkoj podlozi djelovanjem tektonskih procesa, a potom modificirano fluvijalnom i karstnom erozijom. U centralnom dijelu boksitonosnog prostora posebnu reljefnu cjelinu čini dolina rijeke Gračanice, poznata i kao Nikšićka župa (slika 4.2). Dolina je duga oko 20 km, a široka 1 do 4 km. Nastala je



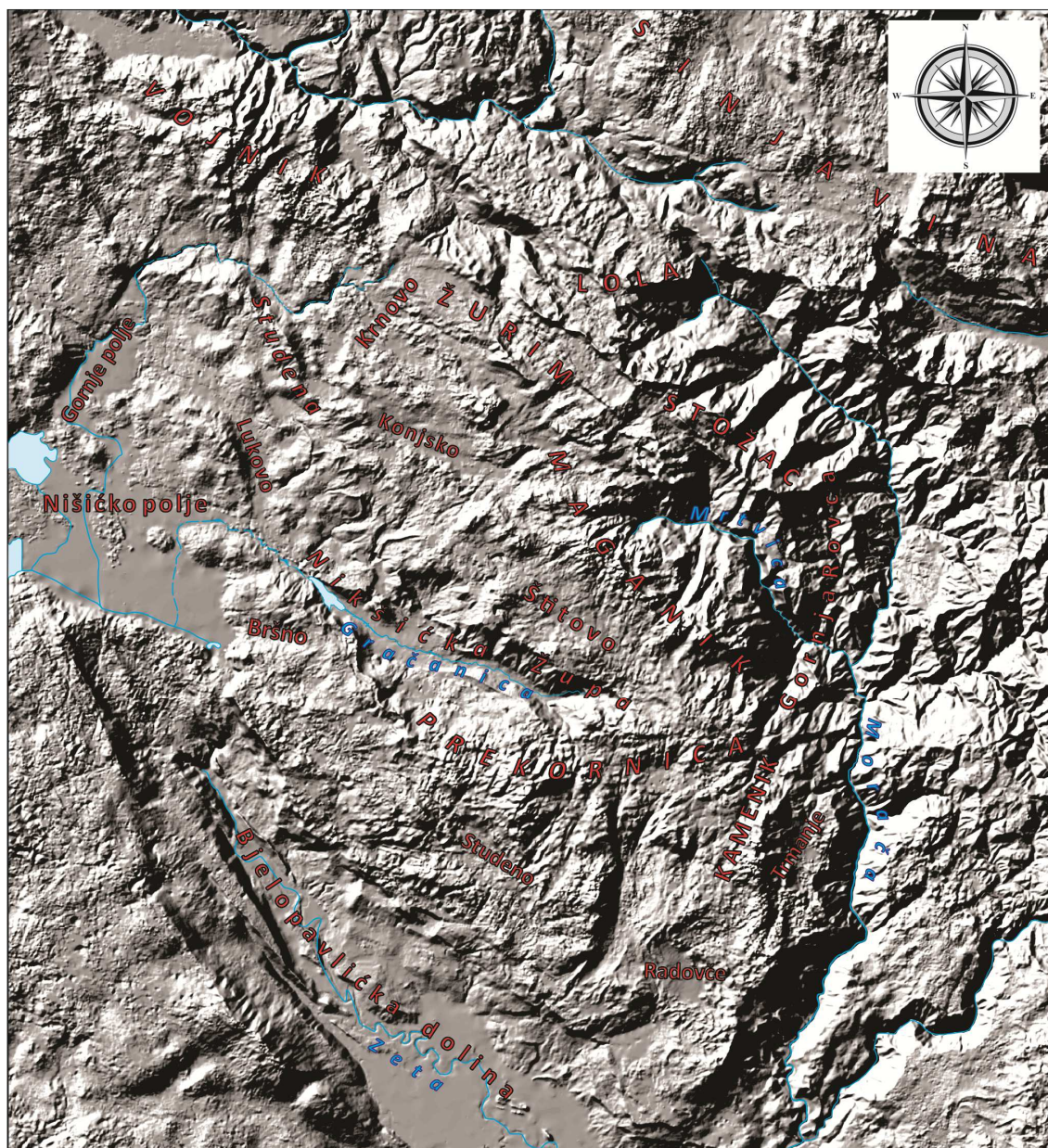
tektonskim i erozionim procesima. Sa sjeveroistočne strane uokvirena je planinskim zaravnima Štitova i Kutskog brda, a sa jugozapadne grebenima planina Prekornica, Zakamenje i Kablena glava. Rijeka Gračanica je tokom većeg dijela godine siromašna vodom.



Sl. 4.2: Morfologija šireg područja rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica. Osnova hipsometrijska karta formirana iz DEM-a urađeno na osnovu TK Crne Gore, razmjere 1:25.000 (UZN Crne Gore)

Sjeverozapadni, sjeverni i sjeveroistočni dio proučavanog prostora čine planine koje se protežu dinarskim pravcem pružanja i sve su visočije idući od doline rijeke Gračanice prema sjeverozapadu i sjeveru. Ističu se najviši planinski vrhovi: Vojnik (1988m), Veliki Žurim (2036m), Mali Žurim (1984m), Maganik (2138).





Sl. 4.3: Prikaz morfologije boksitonosnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica. Osnova hill shade formiran iz DEM-a urađenog na osnovu TK Crne Gore, razmjere 1:25.000 (UZN Crne Gore)

Veliki dio planinskog područja na sjeverozapadu i sjeveru od doline rijeke Gračanice zahvataju planinske zaravni. Najvisočije zaravni u ovom predjelu su Krnovo i Lukavica (od 1500 do 1600m). Na visini od oko 1500m, jugozapadnim podnožjem Maganika, proteže se planinska zaravan Štitovo, a na visini između 1300 i 1400m nalaze se zaravni Vučje i Konjsko. Više manjih zaravni: Rađevo, Ivanje, Trešnjica i dr. se nalaze na visini od 1100 do 1200m. Prekrivene su fluvio-glacijalnim materijalom i imaju karakter polja.

Na jugu i jugoistoku ističu se Ostroške grede (1154m), planina Prekornica (1927m), brojni planinski vrhovi: Kamenik (1784 m), Lisac (1563 m), Maglić (1560 m), Rovački krš (1486 m), Javorak (1459 m), Kapštak (1425 m), Visočica (1413 m) i planinske površi: Trmanja, Kopilje, Radovče, Vukotica, Studeno i Topolovo, koje su na visinama od 600–1250 m. Krečnjačko dolomitski sastav ovog prostora uslovio je formiranje velikog broja dubokih vrtača i uvala.

Planinska područja Maganika, Prekornice, Lisca i Kamenika bili su u toku pleistocena zahvaćena sa najmanje tri glacijacije (Mindel, Ris i Virm). O tome svjedoče cirkovi, valovi, bočne i čeone morene, kao i velike količine morenskog materijala u ovim predjelima.

Iz oblasti Grebenika, sa južne strane Maganika, kretao se lednik prema jugu prostranom uvalom Krstaca, Pejar dola i Vukotice prema Cerovlju, Gostilju i Radovačkim Ublima. U prostoru pomenutih mjesta ostao je debeo morenski materijal, i to naročito u predjelu Radovča, Kopilja, Ivan Ubla, Borovog dola i Studenog, stvarajući tako fluvio-glacijalne zaravni.

Sa planinskih površi Krnova, Konjska i Štitova pleistocenski lednici su se kretali u morfološki niže prostore, doline Lukova, zaravni Dragovoljića i doline rijeke Gračanice. I danas se može prepoznati devet glečerskih korita, sa više bočnih i čeonih morena – na jugozapadnim padinama pomenutih površi i zaravni. Debljina morenskog nanosa mjestimično dostiže i do 100m.

Područje koje obuhvata istražni prostor pripada karstu dinarskog sistema. To je karstni predio bogat vrtačama, jamama, ponorima, pećinama i drugim oblicima karstne erozije koji omogućavaju nesmetano poniranje površinskih voda. Otuda su na njemu izvori rjetkost, a stalnih površinskih vodotoka nema (izuzev rijeke Gračanice).

Obzirom na veliku nadmorsku visinu, izrazite planinske vrhove, znatnu udaljenost od mora i prirodne barijere koje sprečavaju prodore toplih vazдушnih struja, analizirani prostor karakteriše planinska klima.



## 4.2. GEOLOŠKA GRAĐA

Geološka građa rudnog rejonu Vojnik –Maganik prezentirana je na osnovu rezultata istraživanja (Pajović i sar., 2016), a rudnog rejonu Prekornica na osnovu tumača OGK SFRJ, za list "Šavnik" (Kalezić i sar., 1973), i za list "Titograd" (Živaljević i sar., 1973), istraživanja izvedenih tokom rada na disertaciji, kao i drugih u ovom radu citiranih autora.

U geološkoj građi rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica učestvuju geološke tvorevine perma, trijasa, jure, krede, paleogena i kvartara (prilog 1, slika 4.9).

### ***Permski sedimenti (P<sub>2,3</sub>)***

Sedimenti perma su otkriveni u dolini rijeke Gračanice u Nikšićkoj Župi, na desnoj strani rijeke, gdje se javljaju u vidu uzane zone od sela Liverovići na zapadu do Bjeloševina na istoku, u lokalnostima: Liverovići, Bastasi, Carine, Dugo brdo, Vasiljevići i Miolje polje, kao i u lokalnosti Jugovići na lijevoj strani rijeke Gračanice. Znatnim dijelom, u ravničarskom dijelu terena, pokriveni su kvartarnim tvorevinama. Čine ih sivi do crni ugljeviti i glinoviti škriljci, sivožučkasti alevroliti, pješčari, pjeskoviti i laporoviti krečnjaci. Karbonatne facije perma razvijene su pretežno u gornjim djelovima naslaga, u kojima su najčešće zastupljeni belerofonski bituminozni i pjeskoviti krečnjaci. U sedimentima perma, a naročito u krečnjacima, nalaze se brojni ostaci lamelibranhijata i gastropoda, kao i mikrofosila. Debljina permskog kompleksa stijena procjenjuje se na 100 do 300m, a u dubokoj buštini (2232 m) izvedenoj za potrebe naftnih istraživanja, NŽ–1, kroz permske sedimente bušeno je 268 m.

### ***Trijaske tvorevine***

Na prostoru boksitonosnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica zastupljene su tvorevine donjeg, srednjeg i gornjeg trijasa.

***Sedimenti donjeg trijasa (T<sub>1</sub>)***. Donjotrijaski sedimenti su otkriveni na sjeveroistočnim padinama doline rijeke Gračanice, na potezu selo Liverovići – Gornje Morakovo. Sa lijeve strane Gračanice javljaju se u Glušjem selu, Lazima i

Javorskoj vodi, kao i na prostoru Vražegrmske Ponikvice i u Pločama. Zastupljeni su u verfenskim slojevima, odnosno skitskim katom – sajskim i kampilskim potkatovima. U sastavu sajskih klastita učestvuju pjeskoviti i liskunovti škriljci, liskunoviti pješčari i pjeskovito–liskunoviti krečnjaci. Boja sedimenta je crvenkasta, žućkastosiva, sivozelena i siva. U donjem dijelu ove sedimente grade alevroliti sive i sivozelene boje u smjeni sa pješčarima, a u gornjem dijelu preovlađuju kvarcno–liskunoviti pješčari koji se smjenjuju sa alevrolitima i rijetkim proslojcima oolitičnih krečnjaka ili sočivima mikrokonglomerata. Debljina sajskih klastita je od 60 do 100m.

Kampilske slojeve karakteriše terigeno–karbonatni sastav, sa raznovrsnim prelazima (slike 4.4 i 4.5 a). Udio karbonatne materije se povećava od starijih prema mlađim sedimentima. Najčešće su pločasti i tankoslojeviti, a u slojevima je često izražena gradaciona slojevitost, horizontalna i talasasta laminacija. Na slojnim površinama redovno se javljaju bioturbacije nastale biogenom aktivnošću muljojeda, te se u novije vrijeme ova formacija često naziva i bioturbatna. Ovi sedimenti su vrlo bogati fosilnim ostacima gastropoda (naticela, turborektekostatusi), školjaka (žervilee, mioforije i dr.), a manje i amonita. Debljina kampilskih slojeva je od 80 do 150m.

***Tvorevine srednjeg trijasa*** su otkrivene u jezgru antiklinale Nikšićke Župe. U okviru rudnog rejon Prekornica zastupljene su od sela Laz, preko Jugovića, Lokava i Ploča do Zakamenja. Razvijeni su anizijski i ladinski kat. Na području rudnog rejon Vojnik–Maganik tvorevine srednjeg trijasa nalaze se u čeonom dijelu kraljušti Nikšićke Župe i na području Brajovića Ponikvice.

Na karti (prilog 1) su izdvojeni: anizijski krečnjaci, dolomiti i breče, flišni sedimenti i hanbuloški krečnjaci ( $T_2^1$ ); vulkanske stijene srednjeg trijasa ( $\alpha T_2$ ) i ladinski sedimenti ( $T_2^2$ ).

***Anizijski krečnjaci, dolomiti i breče, flišni sedimenti i hanbuloški krečnjaci ( $T_2^1$ )***. Na prostoru sjeveroistočnog krila antiklinale Nikšićke Župe, u okviru rudnog rejon Vojnik–Maganik, karbonatne stijene anizijske starosti su otkrivene



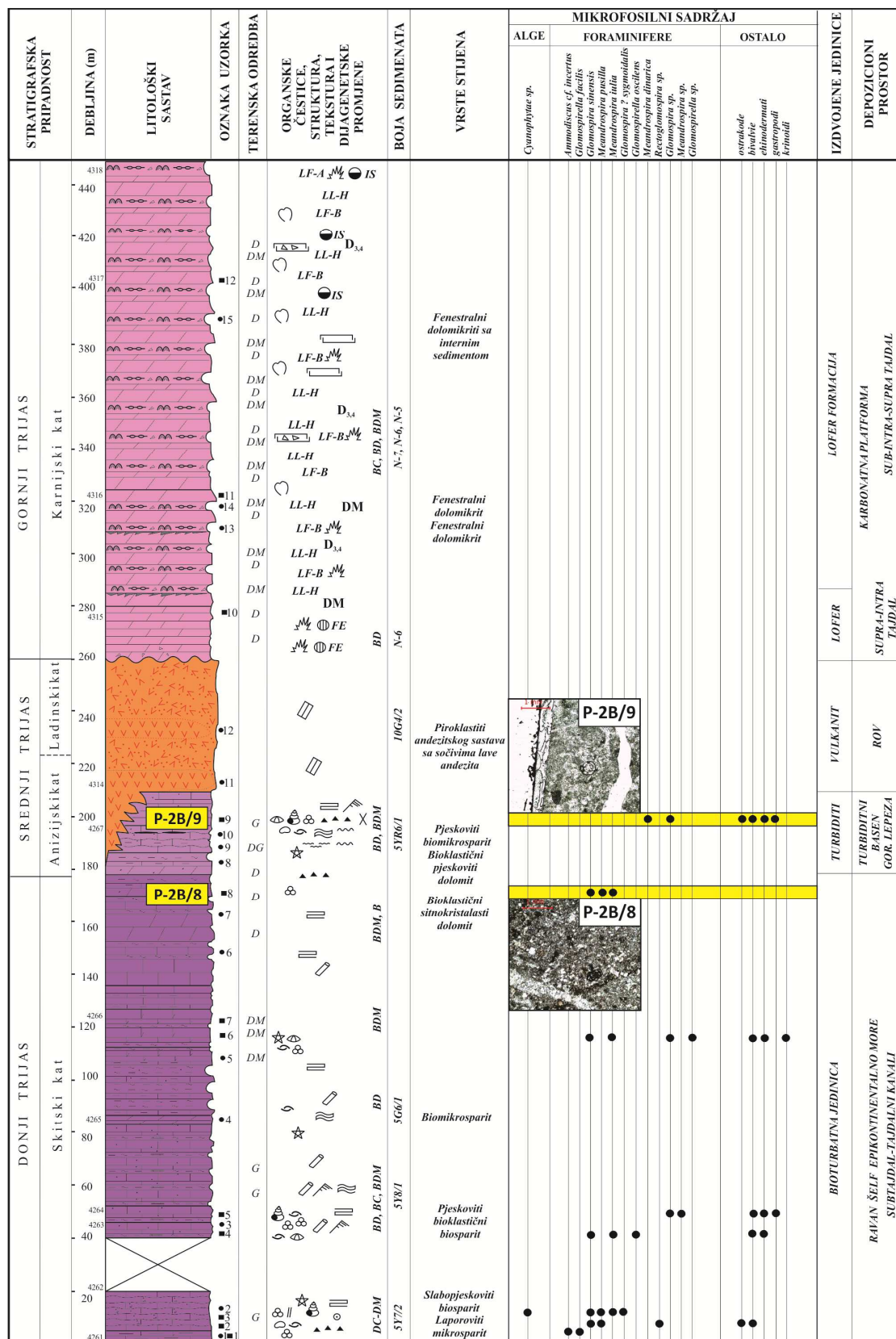
uglavnom u nižim djelovima doline rijeke Gračanice, kao i na prostoru Ponikvica – na čelu kraljušti Nikšićke Župe.

U Nikšićkoj Župi imaju kontinuitet rasprostranjenja od Liverovića na sjeverozapadu, preko Gradine, Kuta, Vasiljevića, Donjeg i Gornjeg Morakova pa do Miljevca. Mikroskopska ispitivanja uzoraka ovih stijena sa istočne padine Kablene glave pokazala su da su to primarno bile biomikritske stijene koje su naknadno rekristalisale, a od mikrofosilnog sadržaja determinisane su alge, foraminifere, pelaške foraminifere, gastropodi i dr. Pojedini djelovi ovih sedimenata su dolomitisani. Boja krečnjaka je najčešće siva, ali je u gornjim nivoima rumenkasta. Najmlađe djelove ove formacije, ali samo u pojedinim lokalitetima, izgrađuju hanbuloški krečnjaci sa amonitima. Slična je situacija i u drugim lokalnostima koje izgrađuju anizijski sedimenti, ali se lokalno javljaju i bitne razlike koje ukazuju na složene uslove stvaranja anizijskih sedimenata u plitkovodnoj sredini, sa sprudovima i novoformiranim ostrvima stvaranim kao posledica tektonskih dešavanja, a kasnije i magmatskih procesa (slike 4.4 i 4.5 b).

Na prostoru između sela Bjeloševine i vrha brda Razvršje anizijski karbonati su predstavljeni dolomitskim brečama i konglomeratima. Anizijski krečnjaci Brajovića Ponikvice imaju sprudno–subsprudni karakter i nalaze se zajedno sa vulkanskim stijenama. U kontaktnom dijelu su često prekrystalisali i prožeti rožnacima.

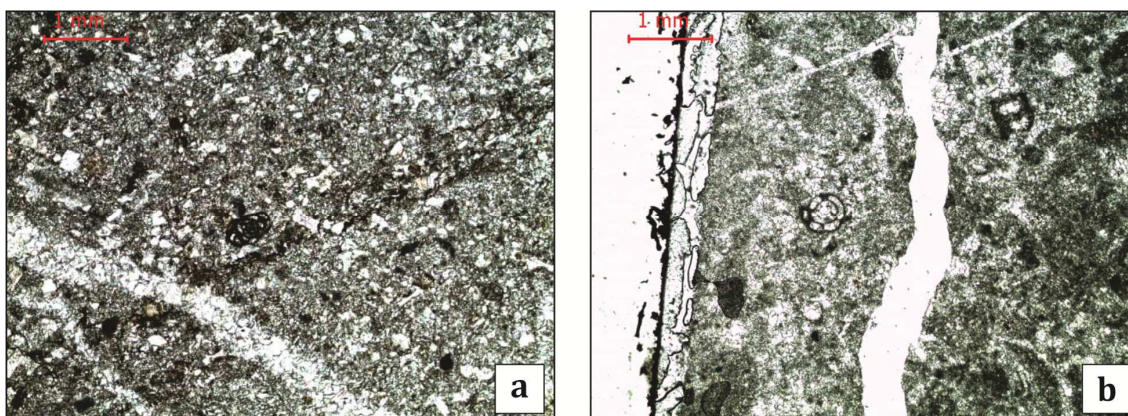
Anizijski flišni sedimenti u području Nikšićke Župe su otkriveni između Zagrada na sjeverozapadu do Gornjeg Morakova, odnosno planine Miljevac na jugoistoku. Definisani su i izdvojeni kao flišni, po prvi put u periodu izrade ove disertacije, odnosno u toku realizacije projekta "Metalogenetsko–prognozna karta boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik", (Pajović i sar., 2016). Ovu formaciju grade: krečnjački konglomerati različite krupnoće, kalkareniti, pjeskoviti i laporoviti krečnjaci, pješčari, alevroliti i laporci. Njen flišni karakter je prepoznatljiv i u srednjim i gornjim djelovima stuba, sa jasnom ritmičkom gradacijom i sekvencama sa tipičnim strukturnim obilježjima flišne sedimentacije.

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE, GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONIKA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA**



Sl. 4.4: Litostratigrafski stub LSS 2, Gornje Morakovo–Branik. Snimili i analize uradili: D. Čađenović (sedimentologija), N. Radulović (petologija), Z. Ostojić i J. Milutin (paleontologija), S. Radusinović i B. Popović. Obrada rezultata: S. Radusinović

Hanbuloški brečasti, slojeviti ili masivni, rumeni, crveni i sivi krečnjaci sa neravnom slojnim površinama su otkriveni u ataru sela Zagrad i Kuta. U Zagradu se javljaju na maloj površini u bazi piroklastita a preko bijelih mermerastih anizijskih krečnjaka, dok su u Kutima, lokalnost Seoca, znatno većeg rasprostranjenja i nalaze se neposredno na vulkanskim stijenama srednjeg trijasa.



Sl. 4.5. Lokalitet G. Morakovo: Pjeskoviti krečnjak skitskog kata sa *Glomospira sinnensis*, uz. P-2B/8 (a); Dolomitisani krečnjak anizika sa *Meadrospira dinarica*, uz. P-2B/9 (b).  
Biostratigrafska ispitivanja: Mirković i Milutin (1999). Mikrofotografije: J. Milutin, 2015

Na prostoru rudnog rejonu Prekornica sedimenti anizijskog kata su predstavljeni, najčešće, konglomeratima u smjeni sa bankovitim dolomitima ili dolomitičnim krečnjacima, preko kojih leže svijetlosivi do rumenkasti masivni prekrystalisali krečnjaci, a u gornjem dijelu su razvijeni brečasti slabo stratifikovani sivorumenkasti i crveni krečnjaci hanbuloškog tipa. U pojedinim djelovima terena anizijski sedimenti predstavljeni su u cjelosti epigenetskim dolomitima.

**Vulkanske stijene srednjeg trijasa ( $\alpha T_2$ ).** Vulkanske stijene su otkrivene u području Nikšićke Župe gdje imaju najveće rasprostranjenje, zatim u predjelu Brajovića i Srednje Ponikvice i u Mrtvom Dubokom.

Na prostoru Zagrada i Kuta u Nikšićkoj Župi, na Brajovića Ponikvici i u Mrtvom Dubokom, u toku izrade Osnovne geološke karte Kalezić i sar. (1973), izdvajaju dacite sive i zelene boje, masivne teksture i holokristalaste strukture i sive, smeđe, zelene i tamnozeleno andezite, masivne i rjeđe brečaste teksture i holokristalaste strukture. Konstatuju da su ove stijene praćene tufovima, tufitima i tufoznim brečama. Kasnijim istraživanjima je dokazano da su vulkanske stijene Nikšićke

Župe u osnovi andezitskog sastava, sa sporadičnim pojavama dacita. Pajović i sar. (2016), smatraju da je vulkanska aktivnost u području Nikšićke Župe bila višefazna i da je trajala u periodu od srednjeg anizika do starijeg ladinika (slika 4.4). Na osnovu detaljnog kartiranja i snimanja na više profila u lokalnostima: Bjeloševina, Bukov potok, Gubelj i dr., zaključuju da je u pitanju pretežno subaerski vulkanizam, sa preovlađujućim piroklastičnim stijenama, od grubozrnih vulkanskih breča i aglomerata do sitnozrnih tufova, sa čestim poluzaobljenim vulkanskim bombama različite krupnoće. Porijeklo grafita, čije je prisustvo u vulkanskim stijenama Nikšićke Župe odranije poznato, vezuju za bitumiju koja potiče od permskih bituminoznih krečnjaka.

**Ladinski sedimenti ( $T_2^2$ ).** Sprudni krečnjaci ladinske starosti su izdvojeni u ataru sela Kuta, gdje se mogu pratiti na dužini od oko 3 km u predjelu Seoca i Lazina. U sastavu ove formacije učestvuju masivni i bankoviti rumenosivi rekristalisali krečnjaci koji su nastali „in situ“ litifikacijom sprudnih organizama (korala, hidrozoa, sprudnih algi) i fragmenata od krinoida, pelicipoda (gastropoda i školjaka), foraminifera i algi.

Sedimenti ladinskog kata, na prostoru rudnog rejona Prekornica, su otkriveni u Zakamenju. Grade ga crvenkasti, zeleni i sivomrki tufiti i tufovi sa rožnacima i pojavama bentonita u najstarijem dijelu stuba.

**Srednjotrijaski crveni boksiti ( $T_2bx$ ).** Krajem srednjeg trijasa u predjelu Nikšićke Župe nastaje kraća kontinentalna faza za vrijeme koje su stvoreni crveni srednjotrijaski boksiti. U literaturi su najčešće poznati pod nazivom „trijaski“ boksiti. U metalogenetskoj provinciji Dinarida, kojoj pripadaju i tereni Crne Gore, trijaski boksiti se nalaze u tri stratigrafska nivoa: između anizika i ladinika, u tvorevinama ladinskog kata i između sedimenata ladinskog kata i deponata gornjeg trijasa (Grubić, 1975).

U Crnoj Gori razvijen je samo jedan stratigrafski nivo srednjotrijaskih boksita, između sedimenata ladinskog i sasvim rijetko anizijskog kata – u podini i sedimenata karnijskog kata u povlati, i to u sjeveroistočnom dijelu tektonske zone Visokog krša, odnosno u Kučkoj subzoni. Pojave, a rijetko i mala ležišta, otkriveni

su u donjem toku rijeke Komarnice (rudni rejon Pive), u Gornjepoljskom viru na obodu Gornjeg Polja, u Nikšićkoj Župi i u Srednjoj Ponikvici.

Srednjotrijaski boksiti otkriveni su u rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica, na kontaktu srednjotrijaskih i rabeljskih slojeva karnijskog kata.

Imajući u vidu da srednjotrijaski boksiti nijesu predmet ovog rada, ali i činjenicu da imaju značaj u evoluciji istraživanog prostora kratko su opisane njihove pojave u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica: Žljebovi, Ploče (Simuni i Viševac), Nikšićka Župa (Strmenjača, Borje, Lazine, Seoca, Blace i Miljevac) i Srednja Ponikvica.

Boksiti pojave *Žljebovi*, nalaze se na ladinskim krečnjačko–dolomitskim stijenama ispod transgresivnih rabeljskih glinovito–laporovitih stijena (Pavić, 1956; Burić, 1966; Kalezić i Mirković, 1970). Predstavljani su sočivastim izdankom na dužini od oko 120 m, koji je djelimično maskiran deluvijalnim materijalom. Boksiti su mrkocrvene boje, pelitomorfne strukture, sa sitnim ooidima i pripadaju nisko kvalitetnim boksitima kaolinitskog tipa, sa sadržajem  $Al_2O_3$  od 47,4 do 51,4%, a  $SiO_2$  od 14,24 do 18,06% (Pajović i sar., 2016).

Pojave crvenih boksita u *Pločama* otkrivene su u lokalitetima Simuni i Viševac. U Simunima izdanak pizolitično–oolitičnih boksita je dužine oko 250–300m, debljine do 2,5 m, dok je u Viševcu proučavan izdanak malih dimenzija (Burić, 1966). Sadržaj  $Al_2O_3$  u crvenim pizolitičnim boksitima u Simunima je 35,82%, a u Viševcu 51,09%.

Na potezu od korita rijeke Gračanice preko *Strmenjače* pa do Vukosavine glavice prema jugu, ranijim istraživanjima utvrđeni su tragovi boksita u zoni kontakta ladinske vulkanogeno–sedimentne formacije sa rabeljskim gornjotrijaskim sedimentima. Kalezić i Mirković (1970), na OGK SFRJ list "Šavnik", prikazuju pojavu crvenih srednjotrijaskih boksita sa lijeve strane rijeke Gračanice, a na udaljenosti 350 m nizvodno od brane Liverovići. U neposrednoj blizini je i pojava srednjotrijaskih bentonita.



Pojava boksita *Borje* se nalazi na oko 1.000 mnm, na južnoj padini brda Kapeša u ataru sela Zagrad (Pajović i sar., 2016). Crveni boksit, bez povlate, je otkriven na maloj površini i leži na svijetlosivim prekrystalisanim krečnjacima, a u okolini se u karstnim formama nalaze manja nagomilanja i tragovi tamnožutih i mrkocrvenih boksita. Hemijske analize dvije probe pokazuju da su to boksitne gline, sa sadržajem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oko 30%, a  $\text{SiO}_2$  oko 40%.

Boksiti *Lazine* i *Seoca*, obilježavaju eroziono-transgresivni kontakt između ladinskih i karnijskih krečnjaka duž kojeg se javljaju tragovi pizolita, u vidu pojedinačnih zrna i nagomilanja u plitkom paleokarstu, ili kao šljunkoviti zaobljeni govođeviti materijal. Javljaju se i manja nagomilanja raznobojnih glina.

Boksiti pojave *Blace* žućkasto crvenkaste do tamnocrvene boje, pronađeni su u deluvijalnom materijalu izmiješani sa komadima vulkanskih stijena i sa sivozelenim glinovito-tufoznim materijalom koji vjerovatno potiče od rabeljskih naslaga.

Na zapadnoj padini *Miljevca*, na nadmorskoj visini od 1300 mnm, otkriven je izdanak trijaskih boksita dužine oko 100 m. Komadi boksita sa ovog izdanka su razasuti u deluvijumu niz strmu padinu. Na izdanku debljine do 3 m nalaze se tamnocrveni pelitomorfni krti boksiti, neravnog preloma, sa oolitima. Hemijski sastav pokazuje da su to glinoviti kaolinitski boksiti.

Boksiti se u *Srednjoj Ponikvici* javljaju u vidu nepravilnih nagomilanja u plitkim udubljenjima paleokarstifikovanih anizijskih krečnjaka, duž jaruge koja se od prevoja između Brajovića spušta prema Srednjoj Ponikvici. Sadrže česte do brojne oolite i pizolite. Po pružanju se mogu pratiti oko 50 m, a debljine su 20–50 cm. Hemijska ispitivanja pokazuju da su to boksitne gline, sa sadržajem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  od 21 do 33%,  $\text{SiO}_2$  od 35 do 55% i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  od 13 do 18% (Pajović i sar., 2016).

**Formacije gornjeg trijasa.** U toku izrade MPK boksitonosnog rejona između Morače i Nikšićkog polja 1:50.000, u okviru gornjeg trijasa su izdvojene četiri formacije: Rabelj formacija, Lofer formacija, Megalodonski krečnjaci, i Dolomitske breče. Gornjotrijaske formacije na ovom prostoru imaju značajno rasprostranjenje

i otkrivene su na području Kablene glave, Liverovića, Zagrada, na prostoru Štitovskog platoa, Miljevca i Ponikvica, zatim u predjelu Trmanja i u kanjonu Mrtvice, u dolini Surdupa i u Gornjem Vučju i na terenima Konjska i Bojovića luka. Navedenim istraživanjima je po prvi put Rabelj formacija otkrivena i proučena u terenima Zagrada, Brajovića i Srednje Ponikvice.

Na prostoru rudnog rejonu Prekornice situacija je znatno komplikovanija jer nijesu do sada izvršena detaljna geološka istraživanja rejonu u cjelini, tako da postoje različite interpretacije i neslaganja. Ono što možemo sa sigurnošću konstatovati je da je gornji trijas na ovom prostoru zastupljen sa sva tri kata: karnijskim, noričkim i retskim.

Oslanjajući se najviše na novije podatke i interpretacije, na prostoru rudnog rejonu Prekornica na Geološkoj karti smo izdvojili dvije geološke jedinice: Rabelj formaciju ( $T_3^1$ ) i Gornji trijas ( $T_3$ ), a na prostoru rudnog rejonu Vojnik-Maganik tri jedinice: Rabelj formaciju ( $T_3^1$ ); Lofer formaciju ( $T_3^{1,2}$ ) i Megalodonske krečnjake i dolomitske breče ( $T_3^3$ ) (Prilog 1).

**Rabelj formacija ( $T_3^1$ ).** Sedimenti karnijskog kata, predstavljeni rabeljskim slojevima javljaju se iznad brane Liverovići i pružaju se podnožjem Kablene glave prema jugoistoku do Lokve, kao i vidu izolovane partije u Žljebovima kod Bršna. Razvijeni su preko srednjotrijaskih masivnih krečnjaka i pločastih rožnaca i čine neposrednu podinu srednjotrijaskim pojavama boksita tamo gdje su one razvijene, a preko njih su deponovani karbonatni sedimenti gornjotrijaske starosti.

Na terenima Zagrada, Brajovića i Srednje Ponikvice rabeljske tvorevine grade raznovrsne gline, laporci, alevroliti, vapnoviti i tufozni pješčari i pjeskovito-laporoviti krečnjaci. Ove stijene predstavljaju najstarije gornjotrijaske transgresivne sedimente, koji su deponovani na vulkanskim stijenama srednjeg trijasa ili na srednjotrijaskim boksitima, odnosno na paleoreljefu ladinskih i anizijskih krečnjaka.

**Lofer formacija ( $T_3^{1,2}$ ).** Lofer formacija, izdvojena na prostoru rudnog Rejonu Vojnik-Maganik, javlja se u vidu pojasa od Ozrinića na zapadu preko Kablene glave,



Liverovića, Zagrada Štitovskog platoa, Miljevca i Ponikvice do planine Kamenik, zatim u Surdupu, na Vučju i Konjsku, a na krajnjem istoku u kanjonu Mrtvice i na prostoru Trmanje. Loferite gornjeg trijasa karakteriše ritmička sedimentacija, odnosno smjena karakterističnih litoloških članova – ciklotema, koje izgrađuju sva tri člana: A, B i C, ili samo dva člana: B i C (slika 4.4). Član C izgrađuju bankoviti ili slojeviti krečnjaci sa ostacima megalodona i foraminifera, koji su vrlo često dijelom ili potpuno dolomitisani. Član B je slojevit, sa karakterističnom trakastom, laminiranom i/ili fenestralnom građom i loferitskim brečama (pri vrhu sloja). Član A je manje zastupljen, predstavljen sivozelenim glinovitim materijalom.



Foto: S. Radusinović

Sl. 4.6: Krečnjaci sa Megalodonima, lokacija Gornje Vučje

**Megalodonski krečnjaci i dolomitske breče ( $T_3^3$ ).** Najmlađu formaciju gornjeg trijasa grade *Megalodonski krečnjaci* retskog kata. Na prostoru Nikšićke Župe razvijeni su u Ozrinićima i Lazu na zapadu, od Liverovića, preko Zagrada, Kutskog brda i Štitova do Maničeva u Rovcima, potom u Surdupu na Vučju, na Konjsku i na prostoru Bojovića Luka, kao i u kanjonima Mrtvice i Morače (slike 4.6 i 4.7a).

To su bankoviti, svijetlosivi, prekristalisali krečnjaci, mjestimično dolomitisani. Redovno su karstifikovani, a naročito u gornjim djelovima. Ova formacija u rudnom rejonu Vojnik – Maganik i na prostoru Bršna i Buavica (u rudnom rejonu

Prekornica) predstavlja podinu jurskih crvenih boksita, pa zbog toga ima izuzetan značaj kao smještajna sredina ekonomski značajnih ležišta crvenih boksita.

Na prostoru Mrtvog Dubokog, Jasenovog dola i Kamenika razvijene su gornjotrijaske *Dolomitske breče* koje se javljaju u završnim djelovima gornjotrijaskih sedimenata. Grade ih komadi stromatolitskih i fenestralnih dolomita, u pojedinim lokalitetima i sivozelenih laporovitih dolomikrita, a vezivo je takođe dolomitskog sastava. Genetski se vezuju za obodne djelove loferitske platforme.

***Karbonatni sedimenti gornjeg trijasa (T<sub>3</sub>).*** Neraščlanjeni karbonatni sedimenti gornjeg trijasa izdvojeni su na prostoru rudnog rejonu Prekornica, između rijeke Gračanice, Ozrinića, Buavica, Ploča i Zakamenja, u kanjonu rijeke Morače, na području Lisca, Strmčevih greda i Pipera. Izgrađuju ih bankoviti i slojeviti dolomiti i dolomitični krečnjaci Lofer formacije, a u gornjem dijelu dominiraju svijetlosivi, prekrystalisali bankoviti i masivni krečnjaci, koji sadrže krupne megalodone. Retskom katu odgovaraju bijeli, mjestimično rumeni, mermerasti, bankoviti i masivni krečnjaci Seoca, Borovih brda i Turije. U kanjonu Morače, na potezu Mrke-Miročevići i Kupina-Kruševački potok, te između Brajovića ponikvice i Trmanje, kao i u Liscu prema Strmčevim gredama, u Četnom dolu i Koljatu serija je izgrađena u cjelosti od dolomita i dolomitičnih krečnjaka.

### ***Jurski karbonatni sedimenti i crveni boksiti***

Regionalna tektonska dešavanja krajem gornjeg trijasa i tokom jure sve do gornjeg kimeridža kontrolisala su formiranje i postepeno povećavanje kontinentalnih površina na prostoru rudnih rejonu Vojnik-Maganik i Prekornica, čime su, pored ostalog, stvoreni uslovi za formiranje ležišta i pojava karstnih crvenih boksita na karbonatima različite stratigrafske pripadnosti. Na Geološkoj karti (prilog 1) u okviru jurskih naslaga izdvojili smo: lijas (J<sub>1</sub>), doger – oksford (J<sub>2,3</sub>), zatim jurske crvene boksite (J<sub>bx</sub>) i transgresivne sedimente gornje jure (J<sub>3</sub>).

***Karbonatni sedimenti lijasa (J<sub>1</sub>).*** U krajnjem sjeveroistočnom dijelu rudnog rejonu Vojnik-Maganik, na prostoru između planina Studena i Vojnik, lijaski

sedimenti su razvijeni preko megalodonskih krečnjaka gornjeg trijasa. Prisustvo breča i promjena teksturnih i litoloških karakteristika lijaskih sedimenata upućuje na zaključak da njihov kontakt sa retskim krečnjacima ipak ima eroziono-diskordantni karakter. Za razliku od navedenog, na širem području Rovaca u sjeveroistočnom dijelu rejona Vojnik-Maganik, preko karbonata gornjeg trijasa, bez prekida u sedimentaciji, nataloženi su raznovrsni karbonatni sedimenti lijasa. Ova raznolikost upućuje na različite paleogeografske uslove njihovog formiranja. Tako su na prostoru Pobrđa razvijeni mermerasti laminirani krečnjaci, u području Mrtvog Dubokog i u kanjonu rijeke Mrtvice slojeviti i bankoviti dolomitisani krečnjaci i masivni ooidno-onkoidni krečnjaci, a u Platijama laminirani i fenestralni slojeviti, bankoviti i masivni dolomiti i krečnjaci.

U zapadnom i centralnom dijelu rudnog rejona Prekornica, krajem gornjeg trijasa nije došlo do prekida u sedimentaciji, već je tokom donje jure nastavljeno taloženje sedimenata. Na ovim prostorima lijas ima različito razviće. Sedimenti lijasa na terenima Crvenjaka i Borovih Brda predstavljeni su krečnjacima i dolomitičnim krečnjacima. Krajem lijasa na ovom prostoru dolazi do regresije i stvaranja kopnenih površina, što za posledicu ima karstifikaciju površinskih dijelova ovog karbonatnog kompleksa. Tokom kontinentalne faze od kraja donje jure do gornjeg kimeridža u navedenom prostoru obrazovana su značajna ležišta i pojave crvenih boksita kao što su Borova brda, Crvenjaci i druga. Na prostoru Lisca i Javorka preko sedimenata gornjeg trijasa talože se karbonatne breče i slojeviti i bankoviti krečnjaci starijeg lijasa, a zatim dolazi do prekida u sedimentaciji. Tokom hijatusa, za vrijeme gornjeg lijasa, dogera i oksforda stvaraju manja ležišta i pojave crvenog boksita.

Na prostoru Radovča i Kopilja, do sada nijesu izvršena detaljna raščlanjavanja donjojurskih sedimenata. U predjelu Ublina i Jehove glave determinisani su sedimenti srednelijaske strosti. Izgrađeni su od sivih i tamnosivih, sitno detritičnih slojevitih krečnjaka, preko kojih se javljaju sivo žućkasti, slabo detritični i mjestimično laporoviti krečnjaci. Ovi sedimenti sadrže pakete sa muglama i proslojcima rožnaca. Debljina lijasa na ovom terenu se procjenjuje na preko 200m. U oblasti Kamenika i Trmanje lijas je predstavljen sa tri facije i to: facija dolomita i

dolomitičnih krečnjaka; facija sivih litiotiskih krečnjaka i facija tamno sivih i sivih krečnjaka sa muglama rožnaca. Facija dolomita i dolomitičnih krečnjaka konstatovana je na terenu Rovačkih Platija, sjeverno od Trmanje i na istočnim padinama Modrog vrha i Kamenika. Smatra se da ovi sedimenti konkordantno leže preko gornjotrijaskih dolomita i krečnjaka od kojih ih je na terenu teško razlikovati. To su uglavnom bankoviti sivobijeli, često oolitični ili prekrystalisali krečnjaci ili dolomitični krečnjaci. Facija tamnosivih i sivih krečnjaka sa muglama rožnaca razvijena je u kanjonu rijeke Morače, istočno od Obzovog brijega. Ovi sedimenti se bočno smjenjuju sa litiotiskim krečnjacima. To su tamnosivi, mikrogrudvasti i detritični, tankoslojeviti do bankovitim krečnjacima, sa muglama i rjeđe proslojcima rožnaca.

***Karbonatni sedimenti doger-oksforda (J<sub>2,3</sub>)***. Preko lijaskih sedimenata u krajnjem sjeverozapadnom dijelu boksitonosnog rejonu Vojnik-Maganik dokazano je, na planini Studena, postojanje sedimenata dogera i starijeg oksforda na potezu od Milankovca do Brestovačkog vrha. Na ovom prostoru u lokalnosti Ljeljenov vrh dogerske naslage su, u donjem dijelu stuba, predstavljene slojevitim ooidnim krečnjacima sa onkoidima i slojevitim i bankovitim slabo stratifikovanim krečnjacima. Preko dogerskih sedimenata utvrđeni su oksfordski kristalasti, slabo stratifikovani krečnjaci neravnih površina slojevitosti i, na kraju, krečnjačke breče koje su u eroziono-diskordantnom odnosu sa mlađim povlatnim krečnjacima gornjeg kimeridža. Na sjeveroistoku rejonu, na širem prostoru Rovaca, u sukcesiji sedimenata doger-oksfordske starosti, izdvojeni su: ooidni i bioklastični krečnjaci i kalkareniti sa rožnacima u kanjonu rijeke Morače; sprudni krečnjaci Bijele stijene i sprudni i subsprudni krečnjaci u kanjonu rijeke Mrtvice i na prostoru Mrtvog Dubokog.

U okviru rudnog rejonu Prekornica, na prostoru Radovča i Kopilja, kao i u predjelu Trmanje prema kanjonu Morače, preko sedimenata lijaske starosti bez prekida u sedimentaciji nataloženi su neraščlanjeni sedimenti dogera i malma, predstavljeni bankovitim krečnjacima, pseudoolitičnim krečnjacima i dolomitima, čineći neposrednu podinu crvenim jurskim boksitima, nastalim na ovim terenima u toku emerzije.

**Jurski crveni boksiti (Jbx).** Jurski crveni boksiti nalaze se na paleokarstnom reljefu gornjotrijaskih, lijaskih i doger–oksfordskih krečnjaka. U rejonu Vojnik–Maganik u podini boksita nalaze se paleokarstifikovani krečnjaci gornjeg trijasa, a samo u jugoistočnim i sjeverozapadnim obodnim djelovima ovog rejona nalaze se lijaski i doger–oksfordski krečnjaci, na kojima se nalaze pojave glinovitog boksita i boksitnih glina. Povlatu im čine gornjojurski karbonatni sedimenti. Boksiti rudnog rejona Prekornica se nalaze između gornjotrijaskih krečnjaka u podini i kimeridž–titonskih u povlati samo na prostoru Bršna i Buavica. U svim ostalim terenima ovog rejona crveni boksiti imaju u podini jurske karbonatne sedimente, dok im je povlata iste stratigrafske pripadnosti kao i kod boksita sa gornjotrijaskom podinom (Prilog 1). Složena tektonska struktura i vrlo izražena morfološka razuđenost usloveli su otkrivenost ležišta i pojava boksita sa jurskom podinom samo u pojedinim blokovima, odnosno rudnim poljima ovog rejona.

Boksiti su uglavnom masivni, jedri, pelitomorfni, crvene i tamnocrvene boje, često uškrljeni, neravnog preloma, sa pojavama izbjeljivanja u vidu fleka i zona kao i duž mikropukotina. Na kontaktu sa podinskim sedimentima, koji su često duž prislina i pukotina zapunjeni boksitnom glinovitom materijom nalaze se glinovite partije tamnocrvene, ljubičaste i rumene boje. U donjim djelovima boksitna tijela često sadrže sitne oolite, u srednjem su uglavnom oolitične ili oolitično–pizolitične strukture. U gornjim djelovima pretežno su oolitično–pizolitični ili pizolitični, a ponekad imaju i pizolitično–konglomeratičnu strukturu. Primarne boksite karakteriše stalno prisustvo povlatnih transgresivnih boksitnih glina, koje izostaju kod pretaloženih ležišta ili djelova ležišta. U mineraloškom pogledu to su bemitski boksiti sa malo kaolinita, bemitsko–kaolinitski i kaolinitsko–bemitski boksiti.

**Karbonatni sedimenti gornje jure (J<sub>3</sub>).** Transgresivni sedimenti gornjojurske starosti razvijeni su na ležištima i paleoreljefu jurskih boksita. Radoičić (1966) u okviru ove karbonatne sukcesije izdvaja, na osnovu biofacijalnih karakteristika, tri jedinice kimeridž–titonske starosti: Cenozona *Pianella grudii*–paket I i Cenozona *Clypeina jurassica*, u okviru koje je izdvojila Podzonu *Clypeina jurassica*–paket II i Podzonu *Campbelliella mileši mileši*–paket III. Detaljnim istraživanjima u okviru projekta izrade MPK rejona Vojnik–Maganik (Pajović i sar. 2016), utvrđeno je da se

u neposrednoj povlati jurskih boksita, na različitim prostorima, nalaze sedimenti sva tri paketa. Ova činjenica ukazuje na morfološku razuđenost paleoreljefa, kao i da je proces transgresije bio postepen – od gornjeg kimeridža do starijeg titona (slike 4.7a i 4.8a).

Na prostoru rudnog rejona Prekornica, u području planina Prekornice, Lebršnika i Kamenika zatim u oblast Lisca i Javorka, na prostoru Radovča i Kopilja, kao i u Moračkim platijama, krečnjaci i dolomiti gornje jure leže transgresivno preko starijih mezozojskih sedimenata trijasa, lijasa i oksford–kimeridža, čineći povlatu jurskim boksitima. Postupan prelaz ovih krečnjaka i dolomita u slične, mlađe tvorevine donje krede, onemogućavao je njihovo međusobno razdvajanje, pa je stoga pri izradi Osnovne geološke karte najčešće vršeno izdvajanje ove jedinice kao jura–kreda (J–K). Detaljnijim istraživanjima na ovim prostorima dokazani su i izdvojeni gornjojurski slojeviti i bankoviti, organogeno–detritični krečnjaci, dolomitični krečnjaci i podređeno dolomiti (Kalezić i Rašović, 1970; Rašović i Ivanović, 1975; Ivanović, 1977, 1977a), na osnovu čega je na Geološkoj karti na prostoru rudnog rejona Prekornica i izdvojena jedinica gornja jura (J<sub>3</sub>).

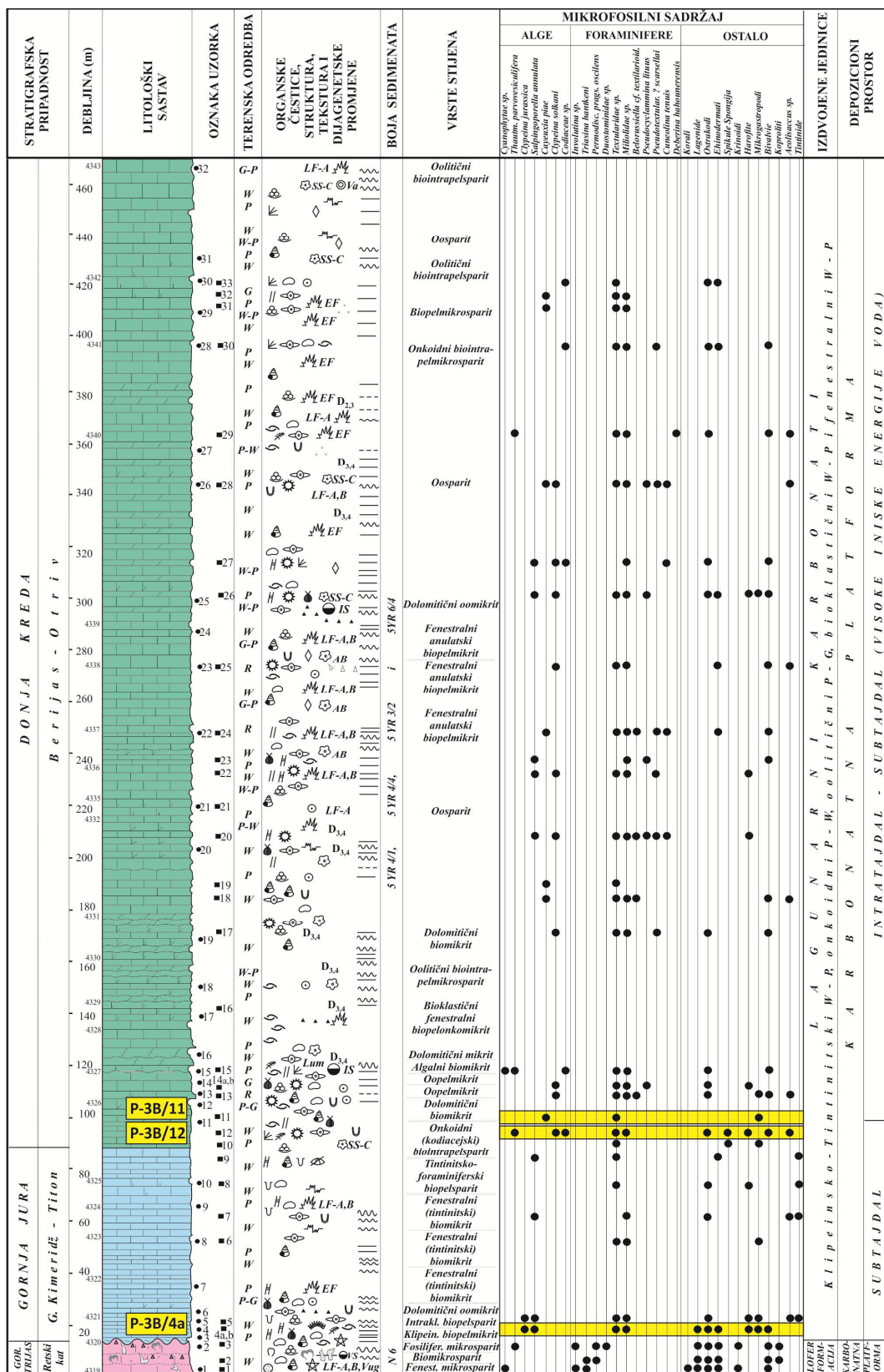
### ***Karbonatni sedimenti krede***

Sedimenti kredne starosti izgrađuju značajan deo rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica. Istraživanjima u okviru projekta Metalogenetsko–prognozne karte boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik dokazali smo kompletan razvoj donje krede i sedimente najstarijeg kata gornje krede, cenomana, koji su jedino konstatovani na grebenu planine Maganik i na maloj površini u ataru sela Dragovoljići. Na prostoru rudnog rejona Prekornica smo izdvojili sedimente donje i gornje krede.

***Donja kreda.*** Na Osnovnoj geološkoj karti, list "Šavnik", na prostoru rejona Vojnik–Maganik, Kalezić i sar. (1973), su u okviru donje krede izdvojili pet kartiranih jedinica, dok je pri izradi metalogenetske karte ovog rejona izdvojeno šest donjokrednih litostratigrafskih jedinica. Živaljević i sar. (1973) na Osnovnoj geološkoj karti, list "Titograd", u okviru donje krede dokazali su postojanje svih katova, ali zbog litološke i faunističke postupnosti u pojedinim djelovima terena isti nijesu mogli biti preciznije izdvojeni, tako da izdvajaju tri jedinice.



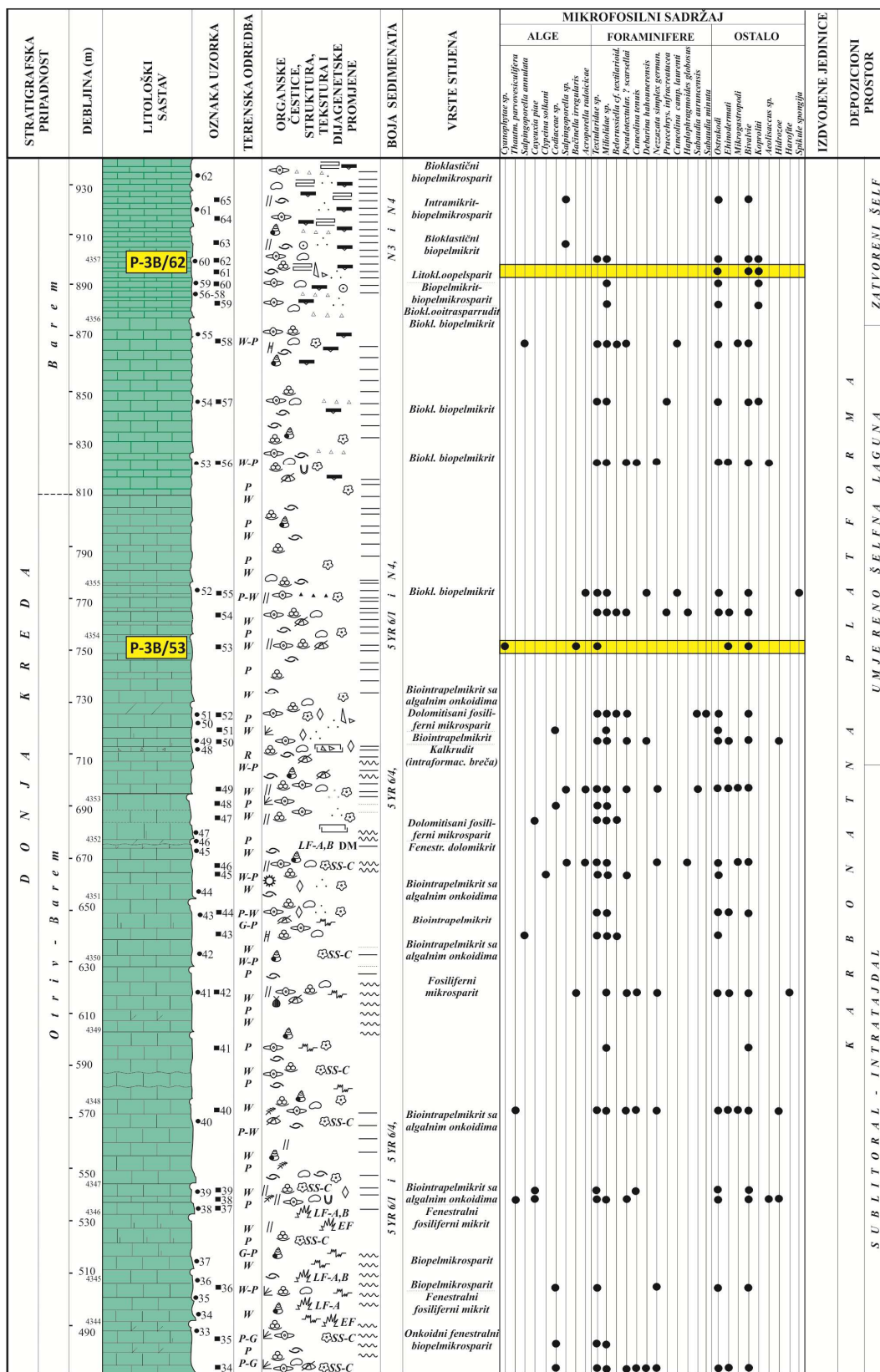
METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA  
GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE, GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONIKA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA



Sl. 4.7 a: Litostratigrafski stub LSS 3: Smrekova gl.-V. Borovnik-Magline-Siljeva glava. Interval 0-470m. Snimili i analize uradili: D. Čadenović (sedimentologija), N. Radulović (petologija), Z. Ostojić i J. Milutin (paleontologija), S. Radusinović i B. Popović. Obrada rezultata: S. Radusinović



METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA  
GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE, GEOLOŠKA GRAĐA I TEKTONIKA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA



Sl. 4.7 b: Litostratigrafski stub LSS 3: Smrekova gl.-V. Borovnik-Magline-Siljeva glava. Nastavak, interval 470-940m.



Na geološkoj karti (prilog 1), donjokredne sedimente na prostoru rudnog rejonu Prekornica izdvojili smo u okviru dvije geološke jedinice: donja kreda ( $K_1$ ) na najvećem dijelu prostora ovog rejonu i donja i gornja kreda ( $K_{1,2}$ ) na južnim padinama planine Prekornica. Takođe, uvažavajući činjenicu da su u razvoju donjokrednih sedimenta prisutne određene razlike u pojedinim djelovima rejonu Vojnik – Maganik, u okviru ovog rejonu na geološkoj karti su izdvojene i ovdje opisane dvije geološke jedinice: starija donja kreda ( $K_1^{1-5}$ ) i mlađa donja kreda ( $K_1^{5,6}$ ).

***Karbonatni sedimenti donje krede ( $K_1$ ).*** Donjoj kredi na prostoru rudnog rejonu Prekornice pripadaju neraščlanjeni karbonatni sedimenti razvijeni na zapadnim, sjevernim i južnim padinama planine Prekornice, zatim na Kameniku, u području Radovča i Kopilja, zatim na širem području Kamenika. U oblasti Prekornice donjokredni sedimenti su predstavljeni slojevitim i bankovitim, sivim i bijelim krečnjacima i sivim tankoslojevitim i slojevitim laporovitim bituminoznim krečnjacima. Na širem području Kamenika izgrađeni su od slojevitih i bankovitih sivih, detritičnih i pseudoolitičnih krečnjaka valend–otriva koji se smjenjuju sa dolomitičnim krečnjacima i dolomitima i slojevitih krečnjaka sa proslojcima dolomita. U višim nivoima konstatovane su naslage dolomitičnih krečnjaka barem–aptske starosti.

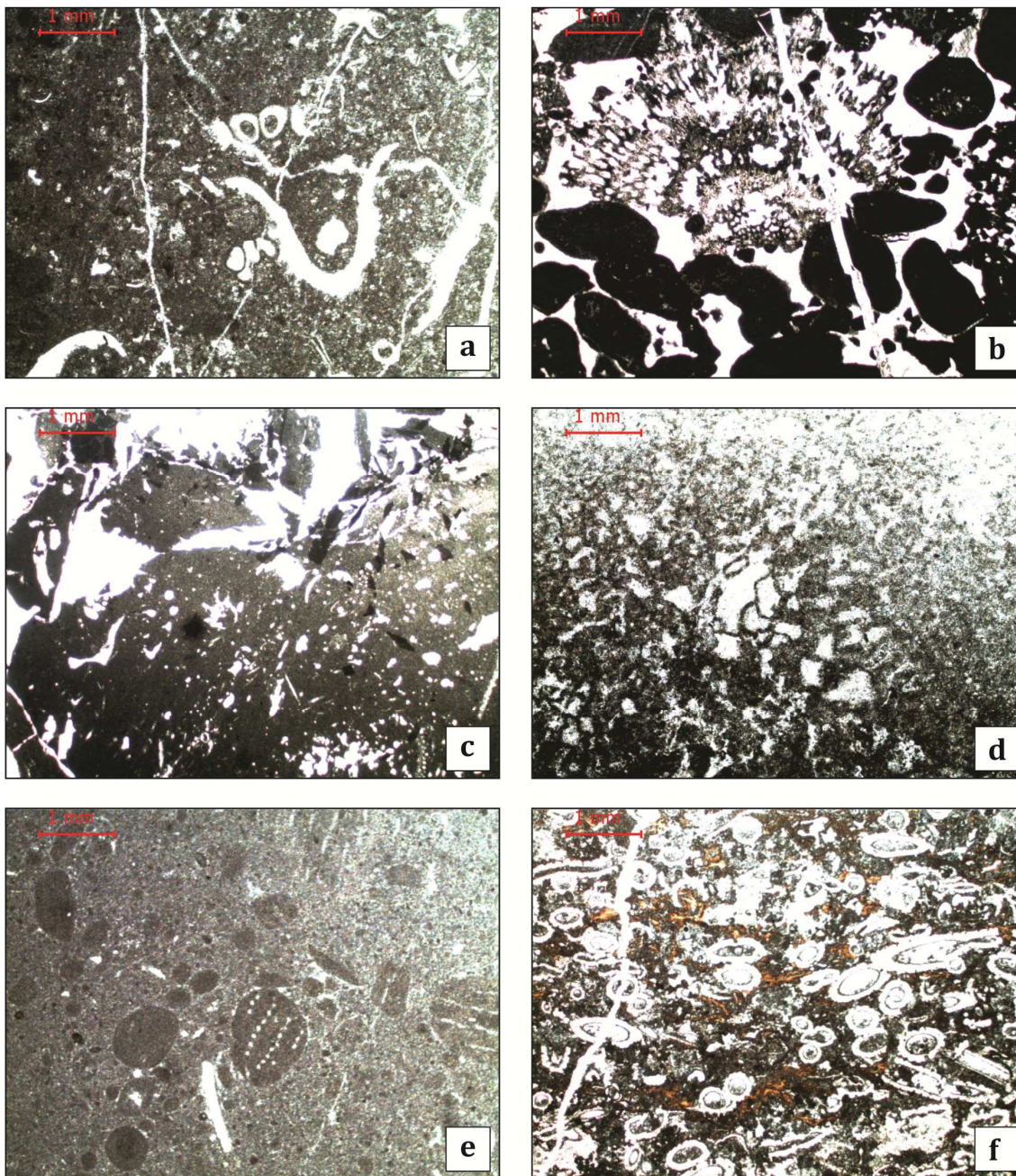
Geološki stub donjokrednih sedimenta, debljine oko 1300 m, snimljen je na profilu 3/98, na jugozapadnoj padini Maganika, na potezu: Smrekova glavica–V. Borovnik–Magline–Siljeva glava (vidi slike 4.7 a, b i c).

Na stubu su prikazane pozicije uzoraka za sedimentološka i biostratigrafska ispitivanja, strukturni tipovi karbonatnih stijena, njihova boja, strukturno–teksturne karakteristike, mikrofosilni sadržaj i dr.

***Karbonatni sedimenti starije donje krede ( $K_1^{1-5}$ ).*** Stariju donju kredu, na terenima rudnog rejonu Vojnik–Maganik, grade karbonatni sedimenti predstavljeni krečnjacima, dolomitisanim krečnjacima i kasnodijagenetskim dolomitima koji se međusobno nepravilno smjenjuju i bočno i vertikalno. Otkriveni su na širokom prostoru Žirovnice, Rubeža, Tovića, Dragovoljića, Lukova, Brezovog brda,



Trešnjice, na prostoru Krnova i Konjska, području Maganika, Kamenika i Platija. Za donju granicu ovih sedimenata prihvaćena je gornja granica paketa tintinitiskih krečnjaka.



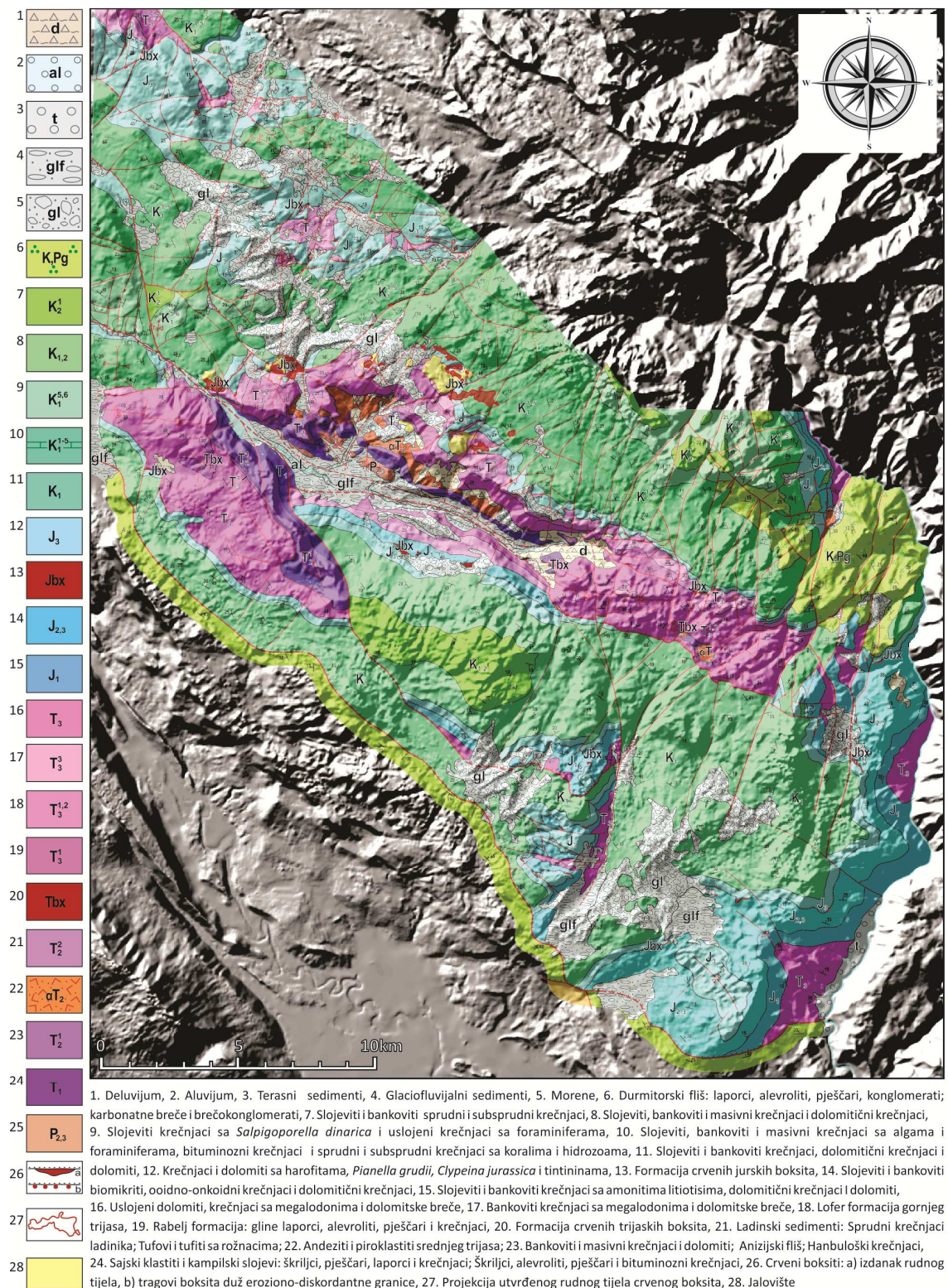
Sl. 4.8: Krečnjak titona sa *Clypeina jurassica* i *Campbelliella mileši mileši*, uz. P-3B/4a (a); Krečnjak neokoma sa *Cayeuxia piae*, uz. P-3B/11 (b); Krečnjak neokoma sa *Clypeina solkani*, uz. P-3B/12 (c); Bituminozni krečnjak barema sa *Bačinnella irregularis*, uz. P-3B/53 (d); Bituminozni krečnjak barema sa *Favreina salevensis*, uz. P-3B/62 (e); Krečnjak sa *Salpingoporella dinarica* Radoičić, uz. P-3B/106 (f). Biostratigrafska ispitivanja: Mirković i Milutin (1999). Mikrofotografije: J. Milutin, 2015

Ovoj jedinici berijas–otriv–baremske starosti pripadaju i naslage krečnjaka sa sporadičnom pojavom dolomitisanih krečnjaka i dolomita, u bazi bituminoznih slojeva barema. Takav razvoj je posebno karakterističan u zapadnom dijelu rudnog rejona Vojnik – Maganik (slike 4.8 b, c, d).

Paket bituminoznih krečnjaka barema, debljine od 50 do 120 m, takođe pripada ovoj jedinici, a grade ga pločasti, slojeviti, debeloslojeviti bituminozni, laminirani krečnjaci. Uglavnom su tamnosmeđe i crne boje, sa jakim mirisom na bitumiju na svježem prelomu (slika 4.8 e). Otkriveni su u vidu uske zone, širine od 100 do 300 m, na jugozapadnim i istočnim padinama planine Maganik, u predjelu Jovanova vrha odakle se prema jugoistoku pružaju preko Rekočice do Smonika, gdje su pokriveni trangresivnim sedimentima Durmitorskog fliša. Neposredno preko bituminoznih krečnjaka barema razvijena je smjena slojevitih i bankovitih krečnjaka i krečnjačkih konglomerata debljine 5 do 10 m, što ukazuje na kraću emerziju u gornjem baremu. U stubu zatim slijede debeloslojeviti i bankoviti intezivno karstifikovani sprudni i subsprudni krečnjaci koji po biofacijalnom sastavu pripadaju baremu, a preko njih se javljaju slojeviti i bankoviti krečnjaci čija je starost određena kao donji apt. Gornji dio stuba grade bankoviti smeđesivi krečnjaci sa čestim školjkama, foraminiferama, algama, gastropodama i rijetkim ostrakodama. U najvećem dijelu stuba barem–aptskih naslaga uočava se ritmički karakter sedimentacije. Debljina ove litostratigrafske jedinice je 250 do 350 m.

***Karbonatni sedimenti mlađe donje krede (K<sub>1</sub><sup>5,6</sup>).*** Mlađoj donjoj kredi pripadaju karbonatne stijene apta (sa karakterističnom algom *Salpingoporella dinarica*, Sl. 4.8e) i alba. Aptski krečnjaci su bituminozni, uglavnom pločasti i slojeviti, ponekad i bankoviti. Javljaju se u vidu uzane zone, debljine 100 do 150 m, na prostoru Rubeža i Dragovoljića, kao i na Maganiku od Stevanovog vrha do ispod Međeđeg vrha i Treštenog vrha. Ovoj jedinici pripadaju i krečnjaci alba koji su konkordantni preko slabo bituminoznih aptskih krečnjaka. Stub karbonata albske starosti počinje smjenom bankovitih krečnjaka sa slojevima brečokonglomerata, koji ponekad prelaze u kvrgave konglomeratične krečnjake sa sivozelenim laporovito–karbonatnim siltom. Razvijeni su na prostoru Rubeža i Dragovoljića, kao i duž grebena planine Maganik. Njihova debljina je 100–150 m.





Sl. 4.9: Geološka karta rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, prema prilogu 1  
*Radusinović, 2016*

**Karbonatni sedimenti donje i gornje krede ( $K_{1,2}$ ).** Na sjevernim i južnim padinama Prekornice izdvojeni su zajedno sedimenti barem–apt–albske i cenomanske starosti, u okviru jedne jedinice koju grade: slojeviti, bankoviti ili masivni krečnjaci, podređeno i dolomitični krečnjaci, i, u višim nivoima, laporoviti, slojeviti, mikrogrudvasti krečnjaci.

**Gornja kreda.** U krajnjem jugozapadnom i južnom dijelu rudnog rejonu Prekornica sedimenti koji pripadaju Kučkoj kraljušti, koja ujedno predstavlja i granicu rudnog rejonu, navučeni su na mlađe, gornjokredne i paleogene sedimente koji pripadaju Starocrnogorskoj tektonskoj jedinici. Na prostoru rudnog rejonu Vojnik–Maganik, u području Dragovoljića i na Maganiku, otkriveni su samo sedimenti cenomana.

**Karbonatni sedimenti cenomana ( $K_2^1$ ).** Karbonatni sedimenti cenomanske starosti otkriveni su na prostoru Dragovoljića i na vrhovima planine Maganik. U Dragovoljićima su to slojeviti, sivi i smeđi krečnjaci sa klastima gastropoda, školjaka i ostrakoda i foraminiferama, zatim slojeviti i bankoviti krečnjaci sa brojnim fosilnim ostacima i lumakelama školjaka i gastropoda. Na Kokotovom vrhu, na Maganiku, cenomanske sedimente u donjem dijelu grade slabo stratifikovani sprudni i subsprudni, smeđi krečnjaci sa brojnim bioklastima školjaka i gastropoda i krupnim foraminiferama. U srednjem dijelu preovlađuje smjena slojevitih i bankovitih školjčano–gastropodskih krečnjaka i slojevitih, mjestimično slabo bituminoznih laminiranih krečnjaka, dok se u gornjem dijelu smjenjuju bankoviti i masivni intraklastični krečnjaci. Debljina ovih sedimenata je do 250 m.

**Durmitorski fliš ( $K, Pg$ ).** Na prostoru rudnog rejonu Vojnik–Maganik, sedimenti Durmitorskog fliša imaju eroziono–diskordantan odnos sa karbonatima donje jure, donje i gornje krede. Otkriveni su u području Gornjih Rovaca. razvijeni su u faciji bazalnih krečnjačkih breča i konglomerata i faciji breča, kalkarenita, krečnjaka, pješčara, alevrolita i laporaca. Durmitorski fliš, ovdje izdvojen kao jedinstvena kartirana jedinica, može se rasčlaniti na dvije subjedinice: preflišne sedimente i sedimente flišne geneze.



*Facija bazalnih krečnjačkih breča i konglomerata* pripada preflišnim sedimentima i otkrivena je na južnim i jugoistočnim padinama Maganika, gdje su nataloženi na krečnjacima različite stratigrafske pripadnosti. U sastavu krečnjačkih breča i konglomerata nalaze se komadi i blokovi jurskih, donjokrednih, kao i gornjokrednih krečnjaka sa krupnim rudistima i kvrgama rožnaca. Brečo-konglomerati su kompaktne stijene izgrađene od nezaobljenih i poluzaobljenih komada i blokova raznobojnih krečnjaka i dolomita, vezane svijetlosivim sparitskim vezivom. Pored krečnjaka i dolomita u vidu sitnijih komada javljaju se laporoviti krečnjaci, senonski krečnjaci sa kvrgama rožnaca, zatim sitnozrne breče, pjeskoviti rožnaci i dr.

*Facija breča, kalkarenita, krečnjaka, pješčara, alevrolita i laporaca* predstavlja tipične sedimente flišne geneze, u čijoj bazi se najčešće javljaju bankovite breče sa izraženom gradacijom. Izgrađuju morfološki niže terene na prostoru Rovaca, a na Maganiku se nalaze jedino u predjelu Poljana – Pogledalo – Planinica. Najčešći su izdanci sa sitnozrnim brečama, kalkarenitima, pješčarima i laporcima.

### ***Kvartarni deponati***

U području koje obuhvata boksitonosne rejone Vojnik-Maganik i Prekornica razvijeni su i kvartarni sedimenti, predstavljeni: ***fluvioglacijalnim (fgl)***, ***glacijalnim (gl)***, ***limnoglacijalnim (lgl)***, ***aluvijalnim (al)*** i ***deluvijalnim (d)*** sedimentima. O rasprostranjenju i razviću kvartarnih sedimenata na ovom prostoru pisali su brojni istraživači: Cvijić (1921), Bešić (1953, 1980, 1983) i dr. Prostor Vojnika, Maganika, Prekornice, Lisca i Kamenika i obodnih terena ovih planina pripada sjevernoj glacijalnoj oblasti Crne Gore koja je od južne razdvojena depresijom Zetska ravnica – Nikšićko polje – Duga – Gacko (Pajović, 2000). Na prostoru pomenutih planina razvijene su morene, a u okolnim poljima, depresijama i dolinama stvoreni su fluvioglacijalni sedimenti od morenskog materijala koji je transportovan vodenim tokovima nastalim otapanjem lednika. U prostranim karstnim depresijama, kao što je Nikšićko polje obrazovani su pored fluvioglacijalnih i limnoglacijalni sedimenti predstavljeni šljunkovima, pjeskovima i glinama. Ispod planinskih površi Krново, Konjsko, Štitovo i Bjelopavlićkih

planina, na kojima morenski sedimenti imaju značajno rasprostranjenje, pleistocenski lednici su se kretali prema morfološki nižim predjelima, formirajući brojna lednička korita, bočne i čeone morene, naročito dobro sačuvane u slivu rijeke Gračanice, a manje, zbog strmih padina, i u slivovima Zete i Morače. Aluvijalni i deluvijalni klastični sedimenti imaju malo površinsko rasprostranjenje i malu debljinu.

#### 4.3. TEKTONSKA GRAĐA

U geografskom i geotektonskom pogledu teritorija Crne Gore pripada II Dinaridima. Dosadašnjim istraživanjima i proučavanjima dokazano je da kopneni dio Crne Gore čine četiri geotektonske zone: Jadranska (Parautohton, Jadransko-jonska zona i dr.), Budva zona (Cukali, Budva-Cukali i dr.), Visoki krš (Dalmatinsko-Hercegovačka zona) i Durmitorska tektonska jedinica (Bosanske škriljave planine i dr.), (*Nopsca, 1921; Kober, 1951, Bešić, 1948; Petković, 1957, 1960 i 1981, Rampnouix, 1970, Aubion, 1974, Ćirić, 1975; Anđelković, 1982; Grubić, 1959 i 1975, Dimitrijević, 1974, 1982 i 1995, Mirković, 1989; Vijuisić, 1996, u Mirković, 1997*). Jurski crveni boksiti nalaze se uglavnom na karbonatnim terenima Visokog krša, a samo rijetki tragovi i na padinama Sinjavine i Durmitora koji pripadaju Durmitorskoj tektonskoj jedinici.

U okviru Visokog krša na prostoru Crne Gore Bešić (1948) je izdvojio dvije tektonske subjedinice nižeg reda: Starocrnogorsku (na jugozapadu) i Kučku kraljušt (na sjeveroistoku). Predmet ove teze su jurski boksiti i boksitonosni tereni u okviru Kučke tektonske subjedinice.

Tektonski odnosi u području kontakta dvije subjedinice su složeni. Frontalni djelovi Kučke kraljušti grade ubrani karbonatni i flišni sedimenti. U njihovoj tektonskoj podini se nalaze sinklinalno ubrani deponati Starocrnogorske kraljušti. Hektokilometarski nabori sadrže i naborne strukture nižeg reda veličina, kao i lokalne kraljušti, a tektonski sklop je tokom mlađih deformacionih faza usložen brojnim regionalnim i lokalnim rasjedima.

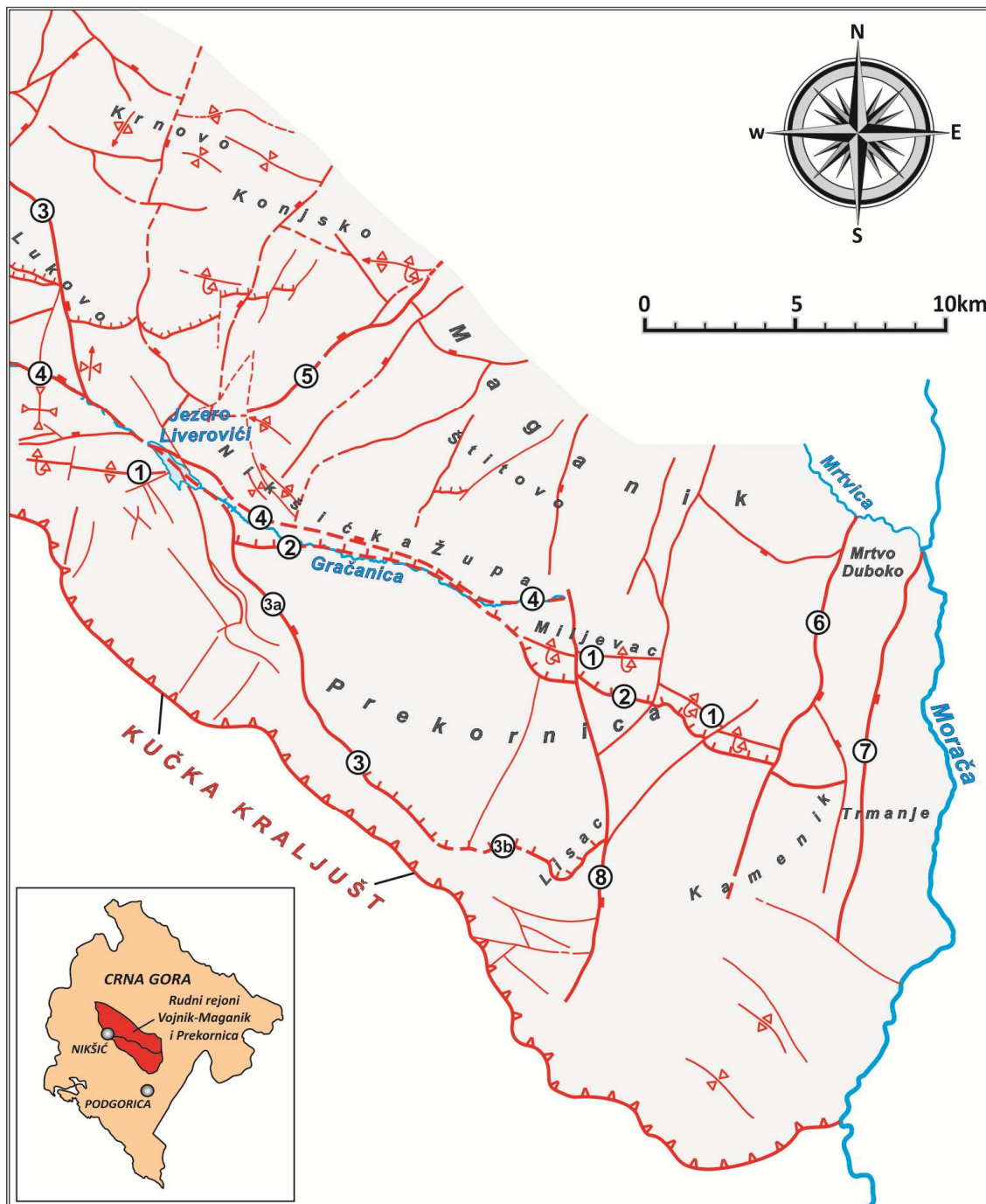
Najznačajnija interna struktura u Kučkoj kraljušti predstavlja antiklinala Nikšićke Župe, u čijem su erodovanom jezgru, duž doline rijeke Gračanice, otkriveni mlađi permski sedimenti i praktično kompletna sukcesija mezozojskih klasitičnih i karbonatnih naslaga, uključujući trijaske i jurske boksite. Ova antiklinala je reversnom dislokacijom Nikšićke Župe (Kalezić i Mirković, 1970) podijeljena na sjeveroistočni i jugozapadni dio, koji ujedno predstavljaju krila ove naborne strukture. Znači, krila antiklinale Nikšićke Župe su u tektonskom odnosu i što je vrlo interesantno, ista su imala značajno različite paleogeografske uslove i razvoj tokom donje, srednje i starije gornje jure – sve do kimeridž–titona, kada je nastupila gornjojurska transgresija kontinentalnih razmjera.

Dakle, sjeveroistočno krilo antiklinale Nikšićke Župe karakterišu i najznačajnija ležišta crvenih jurskih boksita, a nazvano je boksitonosni rejon Vojnik–Maganik. Na jugozapadnom krilu iste strukture nalaze se manja ležišta i pojave jurskih boksita. Ovaj boksitonosni teren nazvan je rudni rejon Prekornica (Pajović, 2000).

Na osnovu dosadašnjih geoloških proučavanja terena oba rudna reiona (prilog 1) može se zaključiti da je antiklinala Nikšićke Župe konačno oformljena krajem gornje krede (Iaramijska orogena faza). Vjerovatno se taj proces postepeno odvijao tokom čitave gornje krede, da bi bio okončan krajem kampana ili početkom mastrihta (?), kada je čitav antiklinalni prostor postao kopno. Značajnija rupturna oblikovanja ove strukture izvedena su kasnije. Na osnovu tektonskih odnosa u području susjedne starocrnogorske kraljušti može se zaključiti da su naknadna tektonska oblikovanja vezana za Pirinejsku tektonsku fazu, odnosno za kraj paleogena. Na prostoru oba reiona prisutne su reversne dislokacije regionalnog i lokalnog značaja, regionalni rasjedi makazastog i gravitacionog tipa i brojni lokalni rasjedi. Zbog posebnog značaja za prostor oba rudna reiona daje se kratak prikaz glavnih strukturnih i razlomnih oblika, prikazanih na slici 4.9.

*Antiklinala Nikšićke Župe (1).* Antiklinalni oblik ove strukturne jedinice jedino je „sačuvan“ u području Kablene glave – između Nikšićkog polja i Liverovićkog jezera, i u predjelu planine Miljevac. Antiklinala Kablene glave je, na površini terena normalan nabor čija osa tone prema zapadu, dok njegovo jugozapadno krilo

postepeno zadobija inverzan položaj u predjelu Ozrinića. Jugoistočni nastavak ove strukture ispoljen je u vidu prevrnute antiklinale na potezu između Gornjeg Morakova (planina Miljevac) – pa sve do planine Kamenik.



Sl. 4.10: Tektonska skica rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica: 1. Antiklinala Nikšićke Župe, 2. Kraljušt Nikšićke Župe, 3. Regionalni rasjed Lukovo–Liverovići–Zavala–Lisac, 4. Rasjed Rubeža–Morakovo, 5. Rasjed Dugi doli, 6. Rasjed Mrtvo Duboko, 7. Rasjed Trmanje i 8. Rasjed Vukotice

*Kraljušt Nikšićke Župe (2)* predstavlja reversnu dislokaciju duž koje je sjeveroistočno krilo antiklinale navučeno na jugozapadno. Njena trasa je praćena u dužini od 19 km dolinom rijeke Gračanice (od Jugova do Gornjeg Morakova), zatim preko Turije (ispod Miljevca), Srednje i Brajovića Ponikvice do Popovih dolova – gdje se završava na regionalnom rasjedu Mrtvo Duboko. Ravan ove kraljušti generalno pada prema sjeveroistoku pod uglom od 70° do 30°.

Na osnovu podataka iz istražne bušotine za naftu, (B-NŽ), izbušene 1962. godine u Carinama pored rijeke Gračanice, do dubine 2.236,3 m (profil A-B, prilog 1), na dubini od oko 1300 m, ispod permskih klastita nabušene su jurski-crveni boksiti sa trijaskim i jurskim karbonatnim formacijama iz jugozapadnog krila antiklinale Nikšićke Župe. Ovi podaci ukazuju da je navlačenje duž Kučke kraljušti, u ovom dijelu terena, bilo najmanje 10 km. Na površini terena je takođe konstatovano da se ugao pada ravni kraljuštanja smanjuje od sjeverozapada prema jugoistoku.

*Regionani rasjed Lukovo – Liverovići – Zavala – Lisac (3)*. Ovaj rasjed od Liverovića do Zavale konstatovali su svi istraživači Nikšićke Župe, kao gravitacioni rasjed, čije je SI krilo spušteno za preko 500 m. Kasnijim istraživanjima utvrđeno je da je to rasjed od regionalnog značaja koji se prema JI pruža i sa južne strane planine Prekornice i planine Lisac – gdje zadobija karakter reversnog rasjeda–kraljušti (Kalezić, 1987). Od Liverovića prema SI, našim istraživanjima (Pajović i sar. 2016) trasa ovog rasjeda je praćena preko Laza, Dragovoljića i Lukova, kao gravitacioni rasjed, čije je SI krilo spušteno od 500 do 800 m. Dakle, ovo je rasjed makazastog tipa, kao gravitacioni do Zavale (3a), a potom do Vukotičkog rasjeda – kao reversni (3b na slici 4.10). Njegov značaj se naročito ispoljava na prostoru doline Gračanice, gdje dijagonalno presijeca antiklinalu Nikšićke Župe. Od ovog rasjeda, lokalnost Jugovo, počinje opisana kraljušt Nikšićke Župe.

*Rasjed Rubeži – Morakovo (4)* čine više subparalelnih rasjednih ravni čije se trase pružaju duž i oko korita rijeke Gračanice na potezu Rubeži – Liverovići, a potom dolinom iste rijeke do Gornjeg Morakova. To je gravitacioni rasjed čije je sjever–sjeveroistočno krilo spušteno za 300 do 700 m. Ovaj rasjed, kao i prethodno

opisani, u pravcu SZ povezani su sa Kučkom kraljušti u predjelu Kočana, odnosno Gornjopoljskog vira.

Karbonatni tereni oba rudna rejona ispresijecani su brojnim rasjedima različitog pravca pružanja, od kojih su, prema dosadašnjim saznanjima, posebno značajni transferzalni rasjedi: Dugi doli, Mrtvo Duboko, Trmanje i Vukotica (slike 4.9 i 4.10).

*Rasjed Dugi doli (5)* pripada regionalnim rasjedima, koji je pravcem SI-JZ presjekao terene rudnog rejona Vojnik Maganik, duž trase Lukavica-Luke Bojovića-Dugi doli-Zagrad. Na prostoru Dugih dola njegovo SZ krilo je spušteno od 300 do 500 m.

*Rasjed Mrtvo Duboko (6)* je jedan od najmarkantnijih gravitacionih rasjeda na prostoru Kučke kraljušti. Na Osnovnoj geološkoj kartilista „Šavnik“ (Kalezić i Mirković, 1970) prosleđen je na dužini od oko 13 km, ali duž pružanja prema J-JZ, na prostoru lista „Titograd“, nije konstatovano. Pruža se uglavnom pravcem S-J, čije je istočno krilo, u predjelu Mrtvog Dubokog, sigurno spušteno preko 1000 m, a na prostoru Popovih dolova oko 800 m. Rasjed pada prema istoku i jugoistoku pod uglom od 65° do 80°.

*Rasjed Trmanje (7)* je približno paralelan rasjedu Mrtvo Duboko, na rastojanju od oko 2 km. I ovom rasjedu je spušteno istočno krilo za 800 do 1200 m. Rasjedna zona, debljine od 3 do 8 m, pada prema istoku pod uglom 75-90°. Međuprostor ova dva rasjeda ispresijecan je dijagonalnim rasjedima.

*Rasjed Vukotice (8)*. Generalno pružanje ovog rasjeda na potezu Vukotica-Gostilje je sjever-jug. Na njemu se završava kraljušt Lisca. Prema sjeveru od Vukotice ispoljava se više rasjeda – u pravcu Miljevca (prema SZ) i Ponikvica (prema SI), tako da nije jasno koji je od ovih glavni rasjed–odnosno produžetak Vukotičkog rasjeda. Zbog pokrivenosti terena glacijalnim materijalom u području Gostilja, takođe se ne može definisati njegovo pružanje prema jugu. Rasjed Vukotice je gravitacionog tipa čije je istočno krilo spušteno i preko 400 m.

Navedene kraljušti i regionalni rasjedi dijele terene oba rudna rejona u strukturno–tektonske blokove u okviru kojih su takođe razvijeni gravitacioni i reversni rasjedi, kao i antiklinale i sinklinale lokalnog značaja. Detaljno poznavanje



strukturne građe svakog rudnog rejonu i rudnog polja, pa čak i lokaliteta, je preduslov kvalitetnog i racionalnog istraživanja. Zbog toga je dat kratak osvrt na strukturnu građu oba rudna rejonu.

**Rejon Vojnik-Maganik** je geološki najdetaljnije proučen boksitonosni rejon u Crnoj Gori. Zahvaljujući upravo toj činjenici tereni ovog rejonu mogu se podijeliti u više strukturnih blokova. Sa aspekta boksitonosnosti posebno su značajni strukturni blokovi: Krново-Konjsko i Maganik-Štitovo.

*Strukturni blok Krново-Konjsko* obuhvata terene između regionalnih rasjeda Lukovo-Liverovići (na jugozapadu) i Dugi doli-Zagrad (na istoku i jugoistoku). Generalno, ovaj blok predstavlja složenu tektonski deformisanu antiklinalu Konjsko-Vučje, koja je sa južne strane navučena na sinklinalu Dragovoljića. Trasa ove lokalne kraljušti praćena je od Tovića do Konjska, u dužini od oko 10 km. Obje strukture su dijagonalno i transferzalno rasjednute dislokacijama Studene, Krnova, Konjska i dr. U tjemenu dijelu antiklinale, u predjelu Konjska i Luka Bojovića, otkrivene su pojave jurskih boksita.

*Strukturni blok Maganik-Štitovo* sa sjeverozapadne strane je ograničen rasjedom Dugi doli-Zagrad, sa jugoistočne rasjedom Mrtvo Duboko, a sa jugozapadne – kraljušti Nikšićke Župe. Čitav ovaj blok je u suštini jedna monoklinalna struktura sa padom oko 15° prema SI, koja ispod planine Maganik gradi blagu sinklinalu čija osa, pod malim uglom, tone prema jugoistoku. Posebni značaj u ovom bloku imaju brojni rasjedi generalnog pružanja sjever, sjeveroistok – jug, jugozapad, a rijetki su rasjedi po pružanju formacija (SZ-JI). Interesantno je da u istočnom dijelu ovog strukturnog bloka rasjede pretežno karakteriše spuštenu istočno odnosno jugoistočno krilo, sa padom čak i do 400 m. Značaj ovih rasjeda u geološkoj građi terena najbolje se vidi na geološkoj karti (prilog 1, slike 4.9 i 4.10) – po prostornom položaju baremskih bituminoznih krečnjaka na JZ padinama Maganika.

**Rejon Prekornica.** Za razliku od prethodno opisanog, rudni rejon Prekornica je detaljnije proučavan samo na prostoru odavno poznatih nalazišta boksita. Otuda se strukturna građa ovog bloka, kao cjelina, ne može dokumentovano analizirati. Ipak, dosadašnji podaci (prilog 1, slika 4.10) ukazuju na izuzetno složenu strukturno-

tektonsku građu područja između Studenog, Vukotice i Gostilja. Naime, u terenu južno od kraljušti Lisca otkriveni su iskidani nabori, reversno rasjednuti, na kojima se nalaze česte pojave boksita. Na OGK lista „Šavnik“ i „Titograd“, u pojasu između trase Kučke kraljušti i regionalnog makazastog rasjeda od Liverovića preko Zavale i Lisca do Vukotičkog rasjeda – konstatovani su brojni međusobno ukršteni rasjedi često praćeni rasjednim brečama debljine do 4 m, generalnog pravca pružanja SZ–JI ili Z–I. Izuzetna tektoniziranost ovih inverernih karbonatnih naslaga na čelu Kučke kraljušti i njihova karstifikacija čini ove predjele teško prohodnim i vrlo nepogodnim za geološka proučavanja.

Takođe je interesantno da je u području planine Prekornica razvijena sinklinalna struktura u čijem jezgru su kredni karbonati.

Tereni između Vukotičkog rasjeda i rijeke Morače u strukturno–tektonskom pogledu nijesu dovoljno definisani. Pogotovu je nejasno prisustvo i tektonski uticaj regionalnih rasjeda Mrtvo Duboko i Trmanje – na prostoru južno od Kamenika.

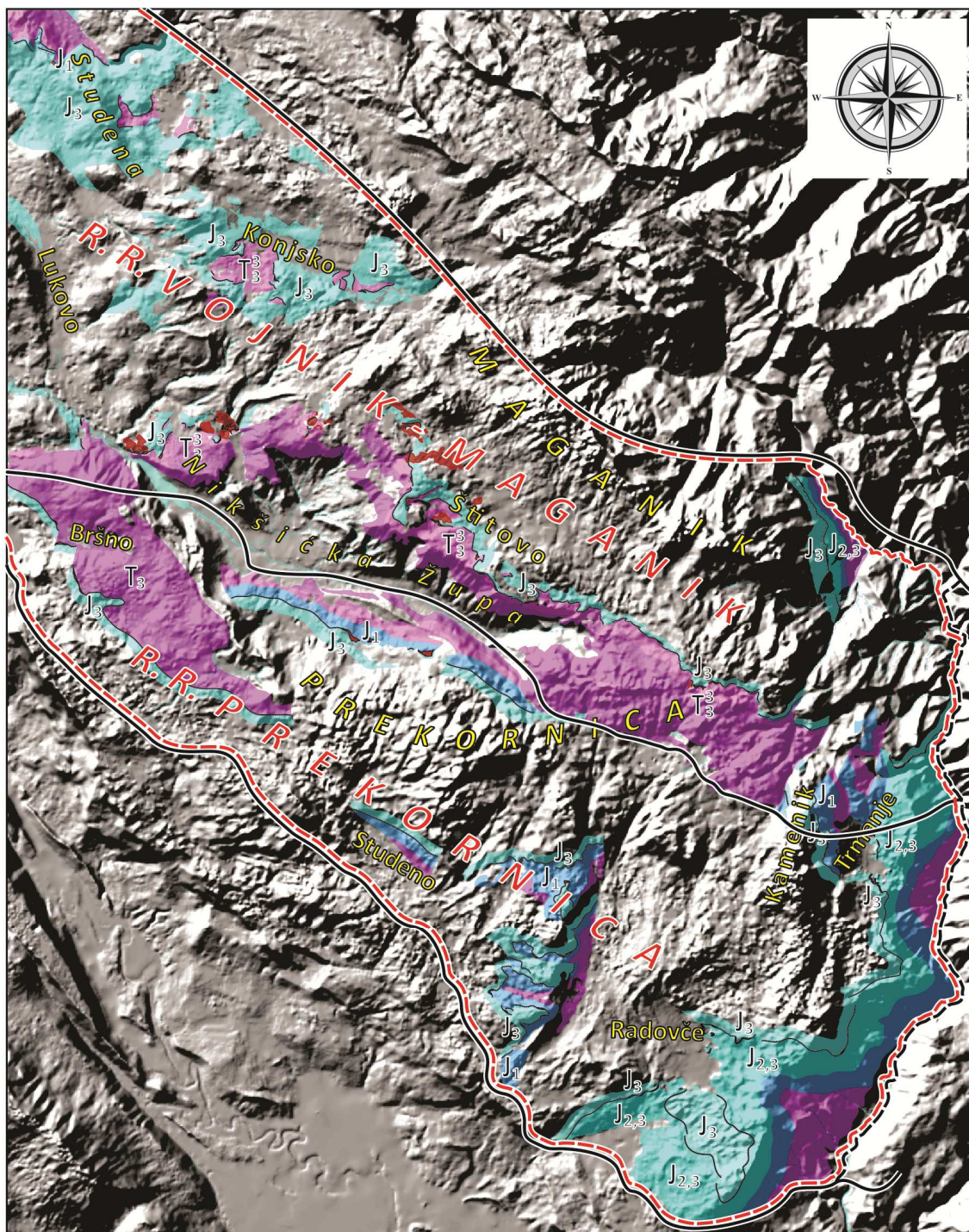
## **5. STRATIGRAFIJA JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA**

Proučavanje starosti, litološke građe i biofacijalnih karakteristika stratigrafskih jedinica u podini i povlati jurskih boksita, sa ciljem njihovog preciznijeg raščlanjivanja kao i utvrđivanja uslova i sredina nastanka, posebno je značajno zbog utvrđivanja paleogeografske evolucije kao jednog od metalogenetskih kriterijuma za izradu prognoznih karata, odnosno procjenu potencijalnosti boksitonosnih terena (Pajović i Radusinović, 2015). Detaljnim proučavanjem podinskih i povlatnih karbonatnih sedimenata jurskih boksita na prostoru boksitonosnog rejonu Vojnik-Maganik bavili su se Pajović i sar. (2016).

### **5.1. PODINSKI KARBONATNI SEDIMENTI**

Na prostoru rudnih rejonu Vojnik-Maganik i Prekornica, gornjotrijaski megalodonski krečnjaci kao podinski sedimenti imaju najveći značaj. Karakteriše ih uglavnom ujednačen geološki razvoj, cikličnost sedimentacije po modelu taloženja Lofer formacije. Krajem gornjeg trijasa došlo je do tektonsko-depozicione diferencijacije gornjotrijaske karbonatne platforme praćene formiranjem kopnenih područja, tonjenjem pojedinih blokova i taloženjem facijalno različitih dubokovodnih, padinskih i plitkovodnih sedimenata. Na malim rastojanjima od 20 do 30 km, na širem prostoru Nikšićke Župe, ispoljene su značajne litološke i biofacijalne razlike u sastavu sedimenata kako lijaske tako i dogerske starosti (prilog 1, slika 5.1).





Sl. 5.1: Rasprostranjenje podinskih i povlatnih karbonatnih sedimenata, prema Prilogu 1 Radusinović, 2016

Morfologija podinskih karbonatnih sedimenata i stepen njihove paleokarstifikacije imaju veoma veliku ulogu u stvaranju ležišta crvenih boksita, u prvom redu kao prostor za smještaj alumosilikatnog materijala, a potom i kao preduslov za

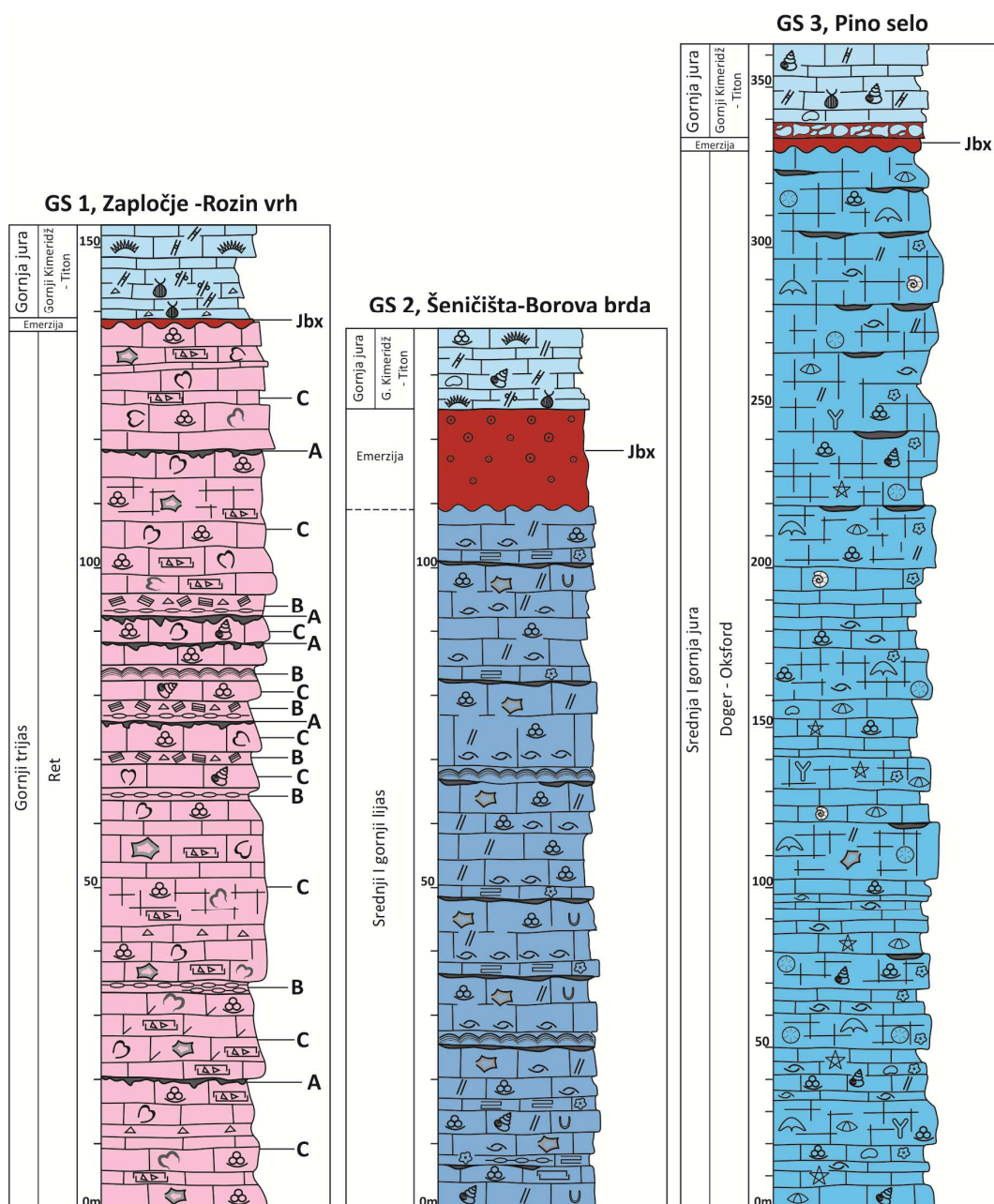
odvijanje procesa njegove boksitizacije i stvaranje boksita u kopnenim uslovima tokom jurske periode.

Stvaranje karstnih depresija različitih oblika i veličina i intenzivna paleokarstifikacija naročito je izražena u gornjotrijaskim krečnjacima. Morfologija paleoreljefa lijaskih i doger-oksfordskih sedimenata je znatno manje izdiferencirana, ali su i u njima prisutne depresije manjih razmjera, kao i prateći fenomeni paleokarstifikacije, kao što su pukotine i različite šupljine zapunjene glinovitim i boksitnim materijalom, prisustvo korozionih i moldičkih šupljina sa kalcitom i dr. O stepenu paleokarstifikacije možemo donositi zaključke i na osnovu debljine boksitnih rudnih tijela, koja na gornjotrijaskom paleoreljefu imaju najveću (do 50 m), a na lijasu i doger-oksfordu znatno manju debljinu (do 20m). Značajnu ulogu u procesu erozije i paleokarstifikacije, pored karaktera sedimenata i klimatskih uslova, ima trajanje kopnene faze. Egzogenim uticajima najduže su bili izloženi upravo tereni izgrađeni od gornjotrijaskih karbonata, što objašnjava ovakvu situaciju kada je u pitanju morfologija i razuđenost palereljefa.

***Karbonatni sedimenti gornjeg trijasa - retski kat.*** Megalodonske krečnjake retskog kata karakteriše cikličnost sedimentacije. Cikloteme su obično nepotpune i čine ih dva člana: član C i član A u tragovima, a rijetko je prisutan i član B. Član C je u ovoj geološkoj jedinici predstavljen megalodonskim krečnjacima svijetlosive, ponekad i rumene boje. U donjem dijelu banaka obično se javljaju sitni, a u gornjem krupniji megalodoni prečnika do 15 cm i karakteristične korozione i moldičke šupljine. Gornja granica banaka je redovno neravna usled paleokarstifikacije, sa plićim ili dubljim karstnim oblicima zapunjenim vadoznim sedimentima rumene ili zelenkaste boje koji odgovaraju članu A i označavaju ciklično oplićavanje ili izranjanje karbonatne platforme. U pojedinim djelovima stuba megalodonskih krečnjaka, pored člana C rijetko je razvijen i član B i to u vidu intraformacionih breča, a mjestimično je predstavljen muljnim valucima u laporovito-karbonatnom sivozelenom i rumenkastom matriksu. Debljina krečnjaka sa megalodonima je oko 150 do 200 m. Pored megalodona u ovim karbonatnim sedimentima se javljaju još bentoske foraminifere, ostrakode, ehinodermati i bioklasti bivalvia.



Na slici 5.2 prikazani su karakteristični geološki stubovi gornjotrijaskih (retskih), lijaskih i doger-oksfordskih karbonatnih stijena u podini jurskih boksita.



Sl. 5.2: Geološki stubovi podinskih sedimenata jurskih boksita: GS 1 Zapločje-Rozin vrh, megalodonski krečnjaci; GS 2 Šeničišta - Borova brda, lijaski krečnjaci; GS 3 Pino selo, doger-oksfordski krečnjaci. GS 1 i GS 3 prema Pajović i sar. (2016); GS 2 prema (Đokić, 1990), modifikovano

Na geološkom profilu snimljenom od Zapločja do Rozinog vrha, gdje su megalodonski krečnjaci tipski razvijeni (GS 1, slika 5.1), izvršena su detaljna proučavanja stuba sedimenata ove geološke jedinice, ukupne debljine 135 m



(Pajović i sar., 2016). I na ovom profilu, kao i u najvećem dijelu terena, češće su zastupljene dvočlane od tročlanih ciklotema.

Član A je razvijen kao sivozeleni silt u vidu zapuna debljine do 2 cm u biomikritima člana C, uglavnom u srednjem i gornjem dijelu stuba. Član B je češće prisutan u vidu slojeva i banaka, debljine do 0,5 m, loferitskih breča sive i tamnosive boje, čiju osnovu čini sivi mikrit u kojem se javljaju intraklasti crnog mikrita, sivog mikrita i biosparita, klasti stromatolitskih mikrita i fenestralnih dolomitisanih krečnjaka. Član C je pretežno razvijen u vidu banaka do 2 m debljine i slojeva od 0,3 do 0,6 m, svijetlosivih biomikrita, biopelmikrosparita i foraminiferskih biomikrosparita.

Ovi krečnjaci redovno sadrže krupne megalodone, zatim korozijske i moldičke šupljine ispunjene sparikalцитom, kao i kontrakcijske pukotine sa laporovitim rumenosivim mikritom obavijenim svijetlosivim sparitom. U gornjem dijelu stuba, pri vrhu slojeva, krečnjaci imaju brečastu strukturu pri vrhu banaka odnosno slojeva, u kojim se mogu naći različiti paleokarstni oblici zapunjeni crvenkastim i zelenkastim siltom. U donjem dijelu banaka člana C obično su sitni a u gornjem dijelu krupni megalodoni. Mikropaleontološkim ispitivanjima (Mirković, 1996) u ovim krečnjacima određene su bentoske foraminifere: *Triassina hantkeni*, *Involutina sinuosa sinuosa*, *I. turgida*, *Glomospira tenuifistula*, *Nodosaria ordinata*, zatim alge kodiacee dazikladacee, ostrakode, gastropode i ehinide.

Poseban značaj megalodonskih krečnjaka se ogleda u činjenici da oni predstavljaju smještajni prostor najvećim, najkvalitetnijim i ekonomski najznačajnijim ležištima crvenih jurskih boksita u Crnoj Gori. Karakteriše ih izuzetno visok stepen paleokarstifikacije. Tokom duge kopnene faze, koja je trajala od kraja retskog kata do gornjeg kimeridža, formirane su karstne depresije različite morfologije, u kojima su obrazovana ležišta boksita.

**Karbonatni sedimenti lijasa.** U predjelu Studene i Vojnika, u području Crvenjaka i Borovih brda, na prostoru Lisca i Javorka i na Kameniku lijaski sedimenti, koje karakteriše različita litološka građa i biofacijalne karakteristike, čine neposrednu podinu jurskim boksitima.

Na prostoru između planina Studene i Vojnika, donjojurski sedimenti su predstavljeni bioklastičnim grudvastim krečnjacima sa brahiopodama, mjestimično ooidni, sa sitnim amonitima i rumenim biomikritima sa amonitima i ostacima školjaka. Preko njih su, najvećim dijelom, razvijeni mlađi jurski sedimenti, a u lokalnosti Lokva Milankovac nalazi se pojava crvenih jurskih boksita na crvenim amonitskim krečnjacima lijasa, sa sočivima i proslojcima laporaca sa neravnim i kvrgavim slojnim površinama.

Na terenima Borovih brda i Crvenjaka sedimente lijaske starosti karakteriše cikličnost sedimentacije kao i gornjotrijaske. Duž profila od Šeničišta do Borovih brda, snimljen je detaljni geološki stub lijaskih sedimenata (GS 2, slika 5.1), ukupne debljine 110 m (Đokić, 1990). Ovu jedinicu karakteriše pravilna izmjena različitih strukturnih tipova krečnjaka – bankovitih biomikrita i laminiranih mikrita. Na gornjim površinama banaka biomikrita uočavaju se česti crni komadi (*black pebbles*), tipi-strukture, plitki dajkovi i drugi oblici, koji su nastali za vrijeme kratkih emerzija. Asocijaciju mikrofosila u biopelmikritima (Mirković, B., 1990) čine foraminifere: *Permodiscus* sp., *Spiralina* cf. *liassica*, ostrakodi, *Aeolisaccus* sp., ljušture bivalvia srednjeg lijasa. Preko biomikritskog banka leže, često rekristalizacijom izmijenjeni, slojeviti laminirani biomikriti i biopelmikriti sa smjenom lamina izgrađenih od algalnih struktura i mikritskih lamina. Sadrže brojne sparitske šupljine, kontrakcione šupljine, korozione breče i šupljine. Cikloteme nastaju kao posledica tonjenja dna i izdizanja i povremenog izranjanja dna iz vodene sredine, sa kratkim periodima kopnene faze. Ritmička izmjena subtajdalnih - tajdalnih - supratajdalnih tvorevina sa kratkim emerzijama prekinuta je pojavom duge emerzione faze u toku koje su na ovom prostoru stvoreni crveni jurski boksiti.

U oblasti Javorka, Studenog i Lisca lijaski sedimenti su razvijeni preko gornjotrijaskih bankovitih i masivnih dolomita i dolomitičnih krečnjaka. U najstarijem dijelu stuba najčešće se nalaze breče, brečasti dolomiti ili brečasti dolomitični krečnjaci, a zatim slijede mikrokristalsti, pseudooolitični, grudvasti, oolitični ili prekrystalisali slojeviti i rjeđe bankoviti krečnjaci. Sadrže sitne i nejasne presjeke litiotisa i gastropoda kao i tipične mikrofosile na osnovu kojih je starost

ovih sedimenata određena kao donji i srednji lijas. Debljina donjeg i srednjeg lijasa na ovom terenu iznosi oko 100m. Na ovom prostoru, nakon srednjeg lijasa, dolazi do prekida u sedimentaciji tako da se sve do gornje jure u kopnenim uslovima stvaraju crveni boksiti, čiji su izdanci otkriveni na desetak lokacija.

Na istočnim padinama Kamenika, izdvojena je facija dolomita i bankovitih, često oolitičnih ili prekrystalisalih dolomitičnih krečnjaka i facija sivih litiotiskih krečnjaka. Na osnovu fosilnog sadržaja ovi sedimenti su određeni kao srednji i gornji lijas, a njihova debljina se procjenjuje na oko 130m. Sedimenti srednjeg lijasa na istočnim padinama Kamenika i Modrog vrha čine direktnu podinu pojavama crvenog boksita, na osnovu čega se može zaključiti da je i na ovom prostoru za srednji lijas vezan prestanak sedimentacije i da se tokom gornjeg lijasa, dogera i oksforda, u toku kontinentalne faze, na prostoru Kamenika obrazuju pojave boksita. Nije isključeno i da su mogli biti deponovani i sedimenti gornjeg lijasa, a zatim da je došlo do prekida sedimentacije i erozije gornjolijskih sedimenata. Pre gornjojurski hijatus je imao dugo trajanje i erozija je mogla zahvatiti različite stratigrafske sekvence.

***Karbonatni sedimenti doger-oksforda.*** Sprudni i subsprudni krečnjaci Mrtvice otkriveni su u terenima Mrtvo Duboko – kanjon Mrtvice, odnosno na jugoistočnim padinama Maganika – na prostoru Kostrikovače i Pino sela. U donjem dijelu ih grade bankoviti i masivni onkoidni i litoklastični krečnjaci i kalkareniti, zatim ooidno-onkoidni i oolitični krečnjaci, potom smjena ooidno-onkoidnih krečnjaka sa bankovitim biomikritima preko kojih su razvijeni sprudni smeđesivi biomikriti, onkoidni i bioklastični krečnjaci sa hidrozoama i brojnim foraminiferama (GS 3, slika 5.2). Srednji i gornji dio stuba izgrađuju ooidno-onkoidni i bioklastični slabo stratifikovani krečnjaci sa hidrozoama, gastropodima, školjkama, krinoidima, koralima, foraminiferama i algama. Gornja granica ove geološke jedinice je eroziono-diskordantna sa plitkom paleokarstifikacijom, obilježena pojavama i tragovima crvenih jurskih boksita u Pino selu i Ivovoj lazbi, kao i crvenim i rumenim glinovitim siltom duž čitave granice. Ukupna debljina ove jedinice je oko 330 m. Mikropaleontološkim ispitivanjima sedimenata ove jedinice (Mirković i Milutin, 1999) određeni su bioklasti ehinodermata hidrozoa, briozoa, gastropoda,

pelaških, lamelibranhijata, korala, amonita, brahiopoda i foraminifera: *Trocholina conica*, *Spirilina liassica*, *Lagenidae* sp., *Vidalina martana*, *Textularidae* sp., *Fronicularia* sp., *Glomospira* sp., *Miliolidae* sp., kao i klasti ostrakoda.

U Platijama donji dio paketa ooidnih i bioklastičnih dogerskih krečnjaka, ukupne debljine oko 120m, grade masivni onkoidni biomikriti, a potom slojeviti i bankoviti biomikriti sa brojnim pelaškim lamelibranhijatama i kalkareniti i krečnjaci sa čestim ooidima koncentrične građe. U srednjem i gornjem dijelu paketa smjenjuju se ooidno-onkoidni krečnjaci i kalkareniti. Sadrže ostatke: pelaških školjki gastropoda, hidrozoa, korala i dr. Zatim slijedi paket ooidnih krečnjaka i kalkarenita sa rožnacima, debljine 200-250m, izgrađen od bankovitih, rjeđe slojevitih ooidno-onkoidnih biomikrita, kalkarenita i sitnozrnih breča sa proslojcima rožnaca sive boje. Preko sedimenata dogerske starosti u Platijama su razvijeni masivni brečasti, intraklastični, ooidni krečnjaci i breče Bijele stijene, mjestimično slabo stratifikovani, sa klastima korala, krinoida, hidrozoa, bivalvia i dr. Stratigrafski su definisani kao sedimenti starije oksfordske strosti.

Preko sedimenata lijaske starosti na području Trmanje, počevši od Jlenka, preko Obzovog brijega i potoka Žljeb do rijeke Morače, leže bankoviti sivi do tamnosivi, kristalasti, karstifikovani krečnjaci, a preko njih svijetlosivi i sivi kristalasti, grudvasti, mjestimično pseudoolitični karstifikovani masivni i bankoviti krečnjaci sa mnogobrojnim presjecima korala, krinoida i drugih fosila. Krečnjaci se mjestimično bočno i vertikalno smjenjuju sa dolomitima. Bankoviti i masivni doger-oxfordski krečnjaci na širem području Trmanje i Bijele stijene čine direktnu podinu pojavama jurskih crvenih boksita u lokalnostima Osojnik i Bijela stijena.

Na širem prostoru Kopilja i Radovča u predjelu Pokrajka, Ubina i sjeverno od Jehove glave, preko krečnjaka lijaske strosti, otkriveni su sivi i sivobjeličasti mikrokristalasti, bankoviti krečnjaci sa koralima i hidrozoama. Sivi i sivobjeli do bijeli, kristalasti, bankoviti krečnjaci, mjestimično pseudoolitični imaju veliko rasprostranjenje istočno od Radovačkog polja, južno od Papradnice, u predjelu Banjske glave, Malog Radovča i južno od Pantelijeveg vrha. Ove sedimente Ivanović

i Rašović (1976), na osnovu makro i mikropaleontološkog sadržaja, svrstavaju u doger-oksford, a pitanje postojanja kimeridža smatraju problematičnim. Iste stratigrafske pripadnosti su i pojave boksita u blasti Radovča, na širem prostoru Trmanja, kao i južno od Pantelijeovog vrha.

## 5.2. JURSKA BOKSITNA FORMACIJA

U rejonu Vojnik-Maganik, na gornjotrijaskom karbonatnom paleoreljefu nalaze se najznačajnija ležišta crvenih boksita u Crnoj Gori. Na dužini od oko 15 km, od Laza na zapadu pa do Šljemena, odnosno Grebenika, u zoni širine 1 km, stepen koncentracije boksita je iznad 2,5 miliona t/km<sup>2</sup>. Upravo u toj zoni otkrivena su velika ležišta crvenih boksita: Liverovići, Zagrad, Kutsko brdo, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo I i Štitovo II, od kojih je ležište Biočki stan imalo rezerve oko 14 miliona tona boksita.

Na osnovu debljine pojedinih ležišta, odnosno boksitnih tijela, vidi se da je dubina paleodepresija najčešće bila do 30 m, a mjestimično i do 55 m (ležište Biočki stan). Na osnovu oblika boksitnih tijela može se zaključiti da su ona najčešće formirana u karstnim paleovrtačama različitog oblika, veličine i dubine, sa prečnikom do 100 m, a rijetko do 200 ili 300 m. Najveća ležišta, međutim, obrazovana su u karstnim uvalama, koje su morfološki povezale vrtače u nizu. Primjer takvog morfološkog oblika je najveće ležište crvenog boksita Biočki stan, dužine oko 1,7 km i širine 0,2 do 0,6 km, zatim ležište Đurakov do I, dužine oko 1,0 km i širine od 50 do 200 m, kao i druga.

Paleoreljef karstnih boksita je u pojedinim ležištima obilježen krečnjačkim piramidama visine do 8 m, koje su naročito lijepo ispoljene u lokalitetu Crvene Ornice ležišta Kutsko brdo (slika 5.3), kao i u ležištu Liverovići.

Pojedina ležišta obuhvataju prostor više paleovrtača međusobno povezanih prevojima. Takva su ležišta Zagrad i Kutsko brdo sa više boksitnih tijela koja imaju određene razlike i u fizičko-hemijskim karakteristikama boksita, što je posledica lokalnih uslova u procesu boksitizacije.



Postrudna tektonika u pojedinim ležištima znatno je doprinijela složenosti njihove geološke građe, a ponekad i mogućnosti ekonomske eksploatacije takvih ležišta ili njihovih djelova.

Boksitna tijela obično u donjem dijelu izgrađuju masivni mrkocrveni pelitomorfni boksiti često sa sitnim oolitima i prisutnim izbjeljivanjem, zatim boksiti sa sitnim oolitima i rijetkim pizolitima, potom oolitično-pizolitični boksiti i, na kraju, pizolitični boksiti. Preko boksita se redovno nalazi sloj boksitnih glina različite debljine, a potom slijede gornjojurski karbonatni sedimenti (slika 5.3). Ovakav raspored pojedinih litoloških članova u građi ležišta Kutsko brdo, Zagrad, Štitovo I, Štitovo II, Đurakov do i Biočki stan ukazuju da su to primarna i neporemećena ležišta crvenih boksita nastala *in situ*. Pored primarnih ležišta karstnih boksita u rejonu Vojnik-Maganik u pojedinim ležištima su konstatovani i pretaloženi crveni boksiti.

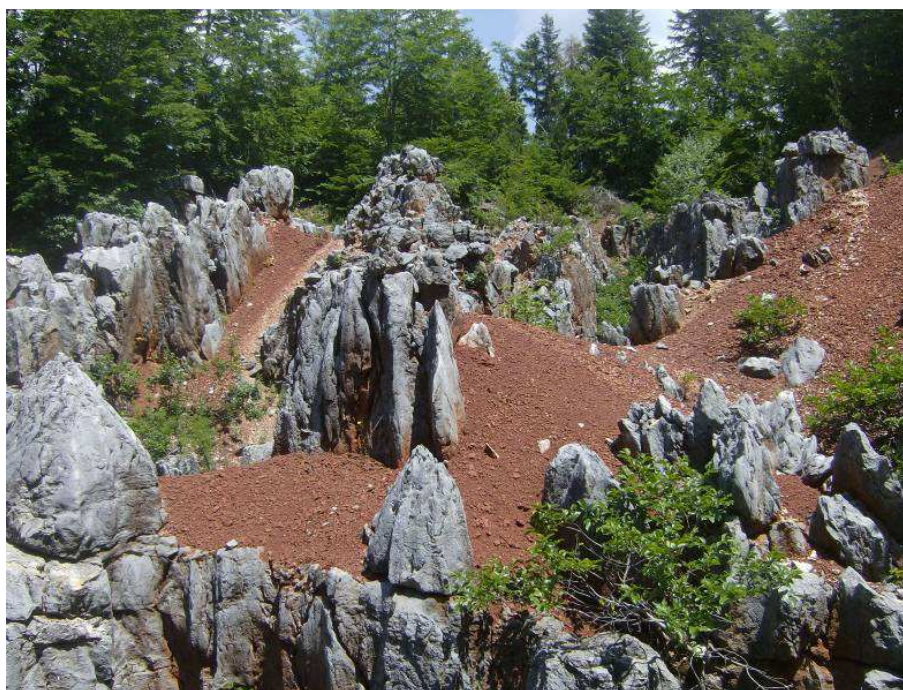
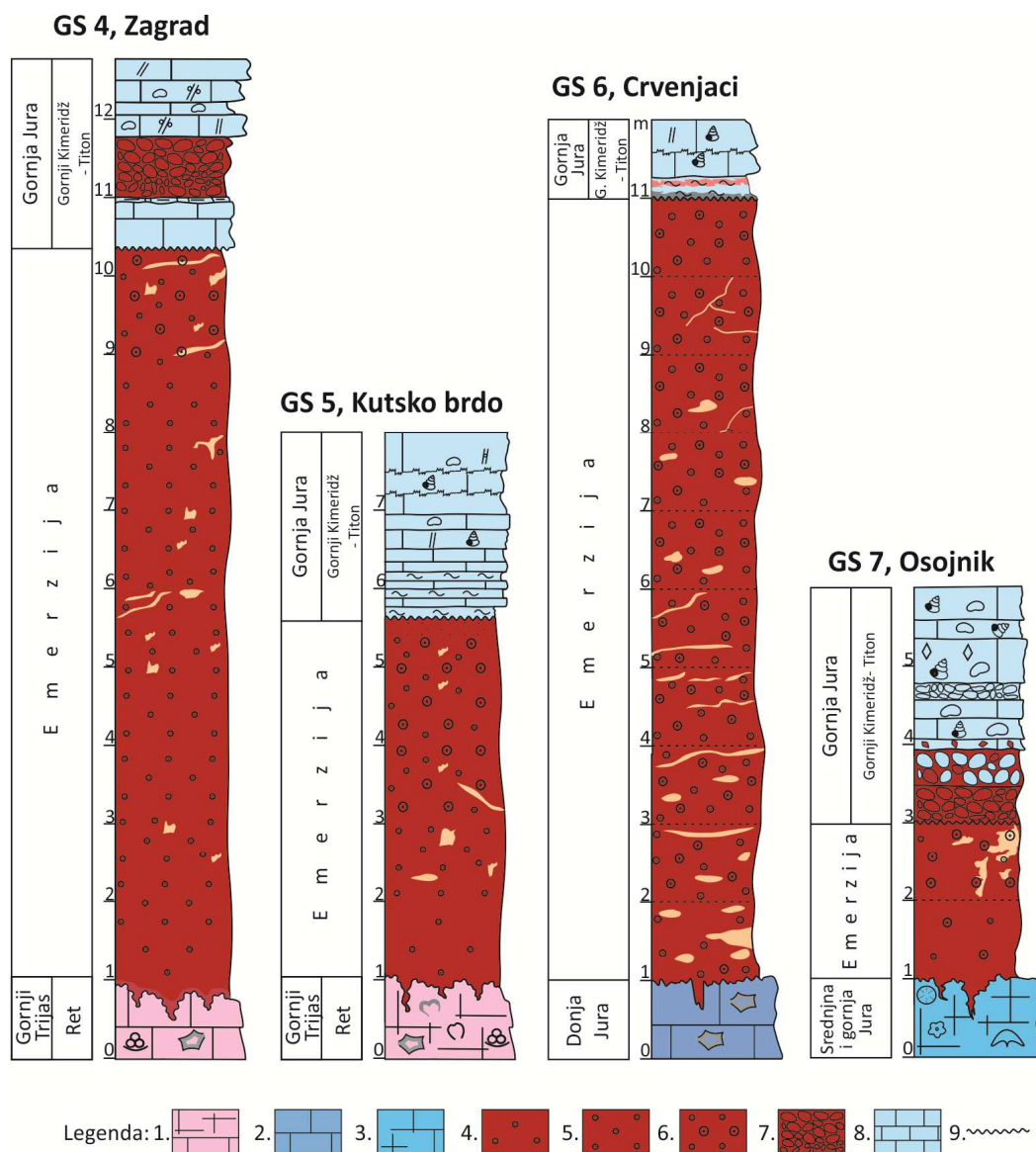


Foto S. Radusinović

Slika 5.3: Ostaci boksita na karakterističnom gornjotrijaskom paleoreljefu, Kutsko brdo – Crvene ornice

Po hemijskom i mineralnom sastavu ležišta ovog rejona se međusobno značajno razlikuju. Na osnovu sadržaja korisnih i štetnih komponenata, mogu se izdvojiti različite vrste crvenog boksita: visokokvalitetni boksiti sa sadržajem  $Al_2O_3$  od 55

do 61%, kao korisne komponente i SiO<sub>2</sub> od 0,5 do 6% kao štetne komponente; manjekvalitetni boksiti sa sadržajem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> od 49 do 55% i SiO<sub>2</sub>, 6 do 15% i nekvalitetni boksiti kod kojih se Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kreće u intervalu od 43 do 50% i SiO<sub>2</sub>, 15-25%.



Sl. 5.4: Geološki stubovi ležišta i pojava jurskih boksita na: gornjotrijaskom – GS 4, Zagrad i GS 5, Kutsko brdo; lijaskom – GS 6, Crvenjaci (Radusinović i sar., 2015); i doger-oksfordskom paleoreljefu– GS 7, Osojnik (Pajović i sar, 2016), modifikovano

Boksiti ovog rejonu po mineralnom sastavu mogu se podijeliti u tri grupe: bemitski boksiti sa malo kaolinita (ležišta: Biočki stan, Đurakov do, Zagrad i dr.); bemitsko-

kaolinitski boksiti (ležišta Liverovići, Štitovo II, Grebenici, Konjsko i dr.) i kaolinitsko-bemitski boksiti, u kojima preovlađuje kaolinit nad bemitom (Gvozd, L. Milankovac i dr.).

Sastav i stratigrafska pripadnost karbonatnih sedimenata u podini boksita na jugozapadnom krilu antiklinale Nikšićke Župe, odnosno u rudnom rejonu Prekornica, u odnosu na sjeveroistočno krilo, ukazuju na znatno složenije paleogeografske uslove. Kopnene površine nastale krajem gornjeg trijasa na sjeverozapadu ovog rejona, povećavale su se prema jugoistoku u toku lijasa, dogera i starijeg malma. U prostoru današnje Prekornice do Morače, u gornjem lijasu formiraju se ostrva između kojih se u plitkovodnoj marinskoj sredini, tokom dogera i starijeg malma, talože plitkovodni karbonati na kojima su se, u najvećem dijelu takvih sredina, kasnije obrazovali sprudni koralogeno-hidrozojski krečnjaci. Krajem starijeg oksforda čitav ovaj rejon postaje kopno. Gornjokimeridžskom transgresijom, kao i ostale kopnene površine drugih rejona u Crnoj Gori, zahvaćeni su i tereni rejona Prekornice.

Na prostoru Bršna i Buavica jurski boksiti se javljaju na trijaskim krečnjacima. Najznačajnije ležište je Raline sa rezervama boksita od oko 2,6 miliona tona, dok su pojave otkrivene u Bršnu, Buavicama, Popovoj glavici i u predjelu Razdolja. Izdanak boksita u Ralinama otkriven je na dužini od 350 m, u vidu nepravilnog sloja, a po padu je praćen 120 m istražnim bušenjem. Maksimalna debljina boksita je 47 m.

Na sjevernim padinama planine Prekornice, na lijaskim krečnjacima otkrivena su dva ležišta jurskih boksita Crvenjaci i Borova brda, sa dokazanim rezervama od 2,5 i 1,6 miliona tona boksita i pojave Seoca, Đelova glava i Matijaševića pod.

Na paleoreljefu lijaskih litiotskih krečnjaka takođe se javljaju izdanci crvenih jurskih boksita u desetak lokalnosti na prostoru Lisca, Javorka i Studenog, od kojih su najznačajniji boksiti Međugorja, Javorja, Aline Lokve i Javorka. Izdanci boksita slojevito-sočivastog oblika imaju dužinu oko 100 m, a rijetko i do 200 m, sa debljinom boksita do 4 m, a rijetko i do 10 m.

U području Radovča nalaze se izdanci boksita u desetak lokalnosti od kojih su najvažnije Crveno prlo, Crnač do, Smrekova glavica i Vranja ulica. Ovi boksiti imaju u podini doger-oksfordске krečnjake. Izdanci boksita obično imaju dužinu do 100 m, a rijetko i do 150 m, dok im je debljina do 5 m.

Boksiti na lijaskim i doger-oksfordskim krečnjacima u rejonu Prekornice slični su po fizičko-hemijskim karakteristikama. Uglavnom su to pelitomorfni crveni i tamnocrveni boksiti, mjestimično oolitični a pri vrhu izdanka i pizolitični. Od boksita u rejonu Prekornice jedino je eksploatisano ležište Borova brda.

Po hemijskom sastavu boksiti rejona Prekornica su niskokvalitetni, sa srednjim sadržajem  $Al_2O_3$  od 43 do 51% a  $SiO_2$  od 16 do 24%. Preovlađuju bemitsko-kaolinitiski i kaolinitsko-bemitski boksiti.

### 5.3. POVLATNI KARBONATNI SEDIMENTI

Detaljnijim proučavanjem neposrednih povlatnih sedimenata gornjeg kimeridža i titona na prostoru sjeveroistočnog krila antiklinale Nikšićke Župe, Pajović i sar. (2016) su utvrdili da se preko jurskih boksita i paleoreljefa na kojem su nastali, na čitavom prostoru rejona Vojnik-Maganik nalaze transgresivni slojeviti i bankoviti krečnjaci kimeridž-titona (Sl. 4.7a, 4.8a). Snimanjem detaljnih geoloških stubova neposrednih povlatnih sedimenata, geološkim kartiranjem, litološkim, sedimentološkim i biofacijalnim proučavanjem, u okviru gornjojurskih transgresivnih sedimenata izdvojena su tri paketa shodno podjeli jurskih karbonata u Spoljašnjim Dinaridima (Radoičić, 1966): Cenozona *Pianella grudii* paket I i Cenozona *Clypeina jurassica*, u okviru koje je izdvojena Podzona *Clypeina jurassica* – paket II i Podzona *Campbelliella mileši mileši* – paket III. Ovakav način proučavanja omogućio je definisanje posebnog prospekcijskog kriterijuma za utvrđivanje morfologije paleoreljefa, koji je kasnije korišten za metalogenetske analize i prognoze.

Na prostoru rudnog rejona Prekornica, u području planina Prekornice, Lebršnika i Kamenika zatim u oblast Lisca i Javorka, na prostoru Radovča i Kopilja, kao i u Moračkim platijama, krečnjaci i dolomiti titona takođe leže transgresivno preko



starijih mezozojskih sedimenata trijasa, lijasa i oksford-kimeridža, čineći povlatu jurskim boksitima. Postupan prelaz ovih krečnjaka i dolomita u slične, mlađe tvorevine donje krede onemogućavao je njihovo međusobno razdvajanje, pa je stoga pri izradi Osnovne geološke karte najčešće vršeno izdvajanje ove jedinice kao jura-kreda (J-K). Kasnijim istraživanjima na ovim prostorima dokazani su i izdvojeni gornjojurski slojeviti i bankoviti, organogeno-detritični krečnjaci, dolomitični krečnjaci i podređeno dolomiti (Kalezić i Rašović, 1970; Rašović i Ivanović, 1975; Ivanović, 1977, 1977a), na osnovu čega je na geološkoj karti (prilog 1) i na prostoru rudnog rejonu Prekornica i izdvojena jedinica gornja jura (J<sub>3</sub>).

Krajem gornjeg trijasa današnji prostor rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica zahvata velika regresija kad se formiraju kopnene površine na širem prostoru Nikšićke Župe. U ostalim djelovima terena sedimentacija se nastavlja i tokom donjeg i srednjeg lijasa. Krajem srednjeg lijasa regresijom su zahvaćeni tereni Crvenjaka i Borovih Brda, Lisca i Javorka tako da se i na ovim prostorima formira kopno. Na terenima Radovča, Kopilja, Trmanje, Morače, Mrtvice i Gornjih Rovaca i dalje je nastavljeno taloženje sedimenata tokom srednje i gornje jure sve do kraja oksforda, kada i ovi prostori bivaju zahvaćeni regresijom, tako da je cjelokupan prostor rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica bio kopno.

Krajem srednjeg kimeridža počela je snažna transgresija u toku koje se, postepeno, pod morem našao cijeli ovaj teren. Razuđenost i izdiferenciranost paleoreljefa, postepeno nadiranje mora i stvaranje uslova za eroziju kopnenih površina i sedimentaciju, usloveli su formiranje različitih kimeridž-titonskih karbonatnih facija.

Na prostoru rudnog rejonu Vojnik–Maganik, početkom gornjojurske transgresije morfološki su bili izdignuti tereni Štitova, Miljevca i Šljemena, dok su ostali djelovi terena bili hipsometrijski niži. Paleoreljef je bio morfološki izdiferenciran, što se može zaključiti na osnovu odnosa, sastava i debljine proučavanih karbonatnih facija u neposrednoj povlati boksita i njihovog paleoreljefa. Najstariji transgresivni gornjojurski sedimenti imaju ciklični, odnosno ritmički karakter, koji se ogleda u smjeni slojeva krečnjaka sa klastitima (konglomerati, konglomerati sa boksitnim

vezivom, pretaloženi boksiti, gline). Najstariji paket gornjojurskih transgresivnih sedimenata pripada gornjem kimeridžu, odnosno cenozoni *Pianella grudii*, drugi paket cenozoni *Clypeina jurassica*, a podzoni *Clypeina jurassica s. str.*, a po stratigrafskoj podjeli gornjem kimeridžu i donjem titonu. Treći paket karbonata sa tintininama takođe pripada cenozoni *Clypeina jurassica*, a podzoni *Campbeliella mileši mileši* i *Clypeina jurassica*, a po hronostratigrafiji – gornjem dijelu titonskog kata.

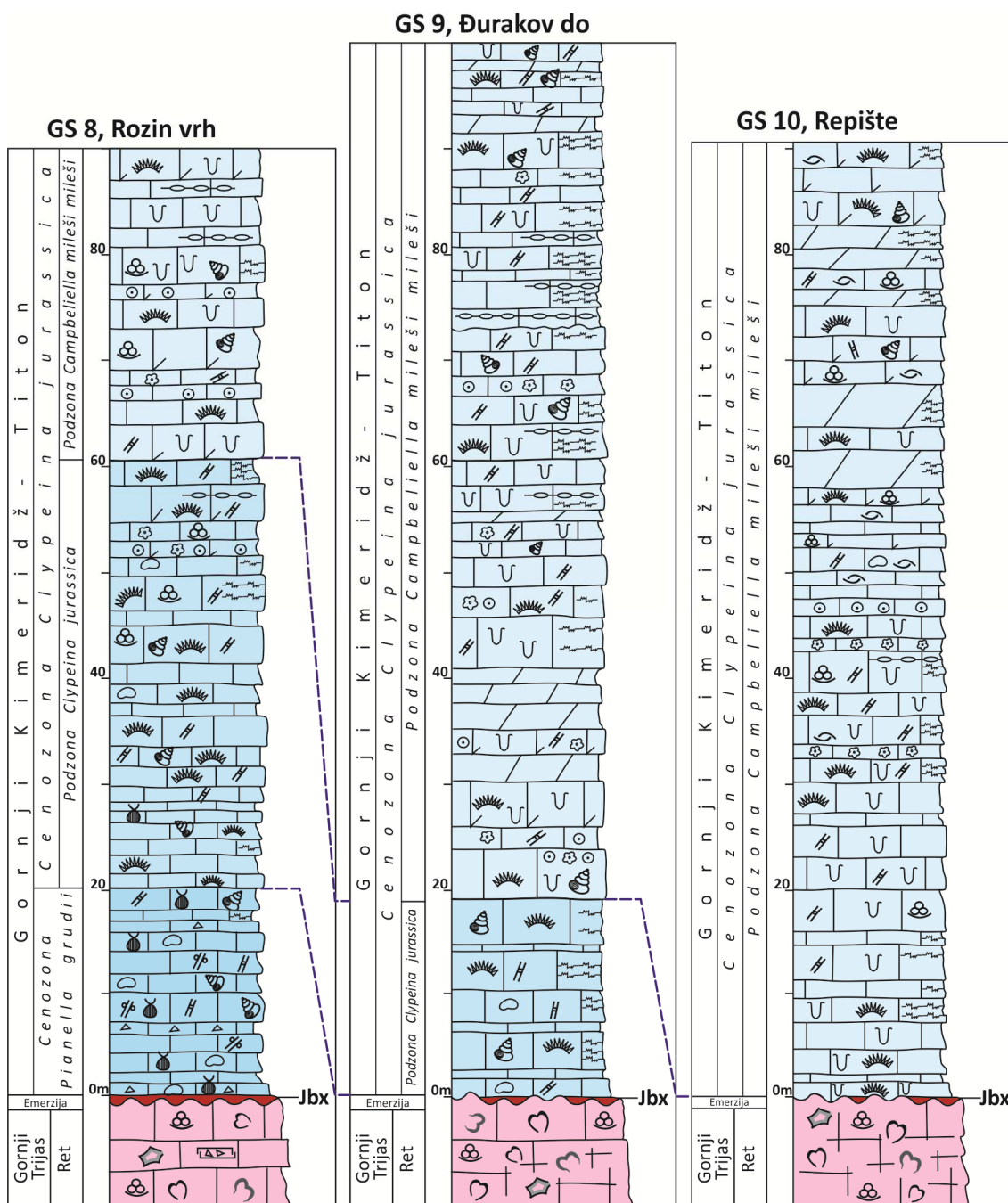
U zapadnom, sjeverozapadnom i krajnje istočnom dijelu rejona razvijena su sva tri paketa gornjojurskih sedimenata. U središnjem dijelu rejona nedostaje prvi paket, drugi je mjestimično razvijen, dok treći paket predstavlja neposrednu krovinu ležišta boksita i njihovog paleoreljefa uglavnom u centralnom dijelu rejona Vojnik–Maganik (slika 5.5).

**Paket I.** Na prostoru Laza i Liverovića, zatim na Studenoj, Gornjem Vučju, Konjsku (GS-8, slika 5.5) i Lukama Bojovića, kao i mjestimično na potezu od ležišta Zagrad i Kutsko brdo do Pobrđa, determinisani su slojevi sa karakterističnom algom *Pianella grudii*. U istočnom dijelu rejona opservirani su na prostoru sela Mrtvo Duboko i u kanjonu rijeke Mrtvice, a u Platijama su razvijeni preko oksfordskih sprudnih krečnjaka. Ovaj paket slojeva, debljine od 5 do 30 m, grade bankoviti i slojeviti krečnjaci mikritskog i biomikritskog tipa, koji pored pianela sadrži harofite, algu *Salpingoporella annulata*, zatim ostrakode i dr. U pojedinim lokalitetima najdonji dio ovog paketa predstavljen je smjenom krečnjaka i pretaloženih boksita i boksitnih glina. Lokalno, najstariji slojevi sadrže ostatke ugljenisanih biljaka kao i proslojke ugljevitije materije.

**Paket II.** Krečnjaci i dolomiti podzone *Clypeina jurassica* imaju veće rasprostranjenje od sedimenata cenozone *Pianella grudii*. U obodnim djelovima rejona Vojnik–Maganik ima debljinu i do 140 m, a u centralnom dijelu rejona u području Štitova (od Kuskog brda do Štitova II), debljina sedimenata ovog paketa je od 2 do 30 m (GS-9, sl. 5.5). Izgrađuju ga slojeviti do bankoviti svijetlosmeđi i svijetlosivi biomikriti, algalni biomikriti i biopelmikriti sa rjeđim proslojcima dolomitisanih biomikrita u gornjem dijelu paketa. Površine slojeva su stilolitske i



planarne. Od organskih ostataka u sedimentima ovog paketa nalaze se česti ostaci algi: *Clypeina jurassica* i *Salpingoporella annulata*, zatim kodiacee *Cayeuxia piaie* i rijekte bentoske foraminifere: *Textularidae*, *Miliolidae*, *Parurgonia caelinensis* i *Kurnubia plastiniensis*. Takođe sadrže rijetke ostrakode i bioklaste školjaka. Sedimenti ovog paketa su taloženi u zatvorenoj šelfnoj laguni.



Sl. 5.5: Geološki stubovi transgresivnih gornjojurskih sedimenata: GS 8, Rozin vrh; GS 9, Đurakov do i GS 10, Repište (Pajović i sar, 2016), modifikovano

**Paket III.** Sedimenti podzone *Campbelliella mileši mileši* na prostoru rejonu Vojnik–Maganik razvijeni su na terenima planine Studene, Gvozda, Vučja, Konjska i Luka Bojovića. U centralnom i istočnom dijelu rejonu, sve do rijeke Morače, ispoljava se u vidu relativno uske zone. Na prostoru Štitova imaju eroziono–diskordantan odnos sa jurskim boksitima i njihovim paleoreljefom od retskih megalodonskih krečnjaka (GS-10, sl. 5.5). Ova činjenica pokazuje da je prostor Štitova najkasnije zahvaćen gornjojurskom transgresijom, odnosno da je isti prostor morfološki predstavljao najvisočije djelove rejonu, gdje se nalaze najveća i najkvalitetnija ležišta jurskih karstnih boksita. Debljina ovog paketa je od 80 do 300 m, a grade ga bankoviti rjeđe slojeviti biomikriti, biopelspariti i oobiospariti sa proslojcima dolomitisanih biosparita i dolomita. U završnom dijelu paketa ispoljavaju se i deblje partije dolomita i dolomitičnih krečnjaka. Krečnjaci sadrže česte ostatke tintinina: *Campbelliella mileši mileši*, *Tintinopsella dalmatica*, *Daturellina costata*, česte alge dazikladacee: *Clypeina jurassica* i *Salpingoporella annulata*, zatim rijetke kodiacee: *Cayeuxia pia*, *Thaumatoporella parvovesiculifera*, rijetke oogonije Charophyta, koprolite tipa *Favreina salevensis* i rijetke bentoske foraminifere: *Parurgonia caelinensis*, *Kurnubia plastiniensis*, Textularidae i Miliolidae, rijetke ostrakode i sitne gastropode (Milutin, 1998). Sadržaj mikrofosila, kao i tipovi sedimenata ovog paketa ukazuju da je sedimentacija vršena u šelfnoj laguni umjerene cirkulacije.

Značaj proučavanja i raščlanjivanja transgresivnih gornjojurskih sedimenata se ogleda u mogućnosti izvođenja zaključaka koji se odnose na paleogeografske karakteristike transgresijom zahvaćenih terena. Na prostoru rudnog rejonu Vojnik–Maganik je utvrđeno da je plavljenje kopnenih prostora bilo postepeno, da se cikličnost sedimentacije jasno uočava u starijim sedimentima i da se analizom razvoja, rasprostranjenja i debljine izdvojenih paketa sedimenata može izvršiti rekonstrukcija morfologije paleoreljefa, kao jednog od prospekcijskih, odnosno metalogenetskih kriterijuma za utvrđivanje potencijalnosti pojedinih prostora i planiranje budućih istraživanja ležišta jurskih karstnih boksita.

Na prostoru rudnog rejona Prekornica gornjojurski transgresivni sedimenti su slične građe, sedimentnoloških i biostratigrafskih karakteristika, kao i opisani sedimenti rudnog rejona Vojnik-Maganik.

Na terenima Bršna i Buavica Ivanović (1977) je izdvajao krečnjake i dolomite malma koji sadrže *Clypeina jurassica* i *Campbelliella mileši mileši* i naveo da ovi sedimenti svuda leže transgresivno preko sedimenata gornjeg trijasa, čineći redovno povlatu jurskim boksitima.

Na prostoru Dobre glave, Crvenjaka, Pločaste glave sve do Turije i Pištevcu u vidu uzane i duge zone Ivanović (1977a) preko lijaskih sedimenata i jurskih boksita izdvaja fino stratifikovane organogeno-detritične, vrlo rijetko dolomitične krečnjake kimeridža sa *Pianella grudii* i *Clypeina jurassica*. U okviru portlanda izdvaja dva paketa: prvi predstavljen dolomitima i drugi izgrađen od bjeličastih organogeno-detritičnih karstifikovanih slojevitih i bankovitih krečnjaka sa *Campbelliella mileši mileši*. U transgresivnim gornjojurskim sedimentima na prostoru Dobre glave potvrđeno je prisustvo ovih karakterističnih fosila (Đokić, 1990).

U oblasti Javorka i Lisca Kalezić i Rašović (1970), izdvajaju slojevite i bankovite krečnjake i dolomitične krečnjake kimeridž-portlanda koji čine povlatu jurskim boksitima. U njima je utvrđeno prisustvo *Pianella grudii*, a potom u stubu i *Clypeina jurassica*, što upućuje na zaključak da su i ovi prostori transgresijom zahvaćeni u prvim njenim fazama. U pojedinim djelovima direktno na lijaskim krečnjacima leže dolomiti (tada izdvojeni kao neraščlanjene dolomite jure i krede) debljine 50 do 70m. Interesantno je zapažanje da se, tamo gdje su razvijeni boksiti direktno na njima, kao prvi povlatni slojevi javljaju krečnjaci debljine 1 do 3m, a potom paket uslojenih dolomita. Preko dolomita razvijena je smjena krečnjaka i dolomitičnih krečnjaka debljine 100-120 m, sa tintinidama i najčešćom *Campbelliella mileši mileši*.

Rašović i Ivanović (1975), u oblasti Kamenika, Jlenka, Trmanje i Bijeke stijene izdvajaju bankovite i slojevite krečnjake portlanda, koji se smjenjuju sa dolomitima. I u ovim sedimentima utvrđeno prisustvo algi *Pianella grudii* i

*Clypeina jurassica*. Preko njih su deponovani slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomitični krečnjaci, debljine 100-150 m, sa tintinitskom mikrofossilnom asocijacijom i čestom pojavom *Campbelliella mileši mileši*.

Ivanović i Rašović (1976) u oblasti Radovča izdvajaju kimeridž-portlandske krečnjake, ukazujući na njihovo malo rasprostranjenje i debljinu (do 40m) i vezujući ih za pojave boksita kojima čine neposrednu krovinu. Sadrže karakteristične fosile: *Pianella grudii* i *Clypeina jurassica*. I na ovom prostoru, kao i u oblasti Javorka i Lisca, autori, kao posebnu jedinicu, izdvajaju nerasčlanjene dolomite, dolomitične krečnjake i krečnjake u kojima je utvrđena *Campbelliella mileši mileši*.

## 6. LEŽIŠTA I POJAVE JURSKIH BOKSITA U REJONIMA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA

U rudnim rejonima Vojnik-Maganik i Prekornica ležišta i pojave jurskih karstnih boksita stvorena su na gornjotrijaskim, lijaskim i doger-oxfordskim karbonatnim sedimentima. U tabeli 6.1. dat je spisak ležišta i pojava boksita prikazanih na geološkoj karti (Prilog 1).

Kvantitativne i kvalitativne karakteristike, prostorni razmještaj, stratigrafski položaj i strukturno-tektonske karakteristike, ukazuju na raznovrsnost boksita proučavanih boksitonosnih rejona. Prema značaju i stepenu istraženosti, ležišta i pojave boksita svrstane su u tri grupe (Cicmil, 1984, modifikovano):

- vrlo velika i velika ležišta sa rezervama većim od 500.000 t;
- ležišta srednje veličine i mala ležišta sa rezervama do 500.000 t i
- pojave jurskih boksita .

Prvoj grupi pripadaju ležišta sa visokim stepenom istraženosti : Liverovići, Zagrad, Kutsko brdo, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo I i II (R. b. 1-7, tabela 6.1), Bršno (24), Borova brda (29) i Crvenjaci (30). Iz ovih ležišta, izuzev Bršna i Crvenjaka, do sada je otkopano oko 25 miliona tona boksita. U drugu grupu klasifikovana su ležišta manjih razmjera koje, uglavnom, karakteriše i niži stepen istraženosti: Podplaninik I i II, Siljevac, Borovnik, Laz, Grebenici, Strašnica i Javorak (8-15). Treću grupu čine pojave boksita, uglavnom izdanci duž eroziono-diskordantne granice, čiji je stepen istraženosti na prospekcijskom nivou. Detaljni podaci o ležištima i rudnim tijelima, kao i pojavama boksita, rezervama i kvalitetu prikazani su i obrađeni u poglavlju 10, u okviru prognozne ocjene resursa crvenih boksita.



Tabela 6.1: Ležišta i pojave jurskih boksita u rudnim rejonima Vojnik-Maganik i Prekornica

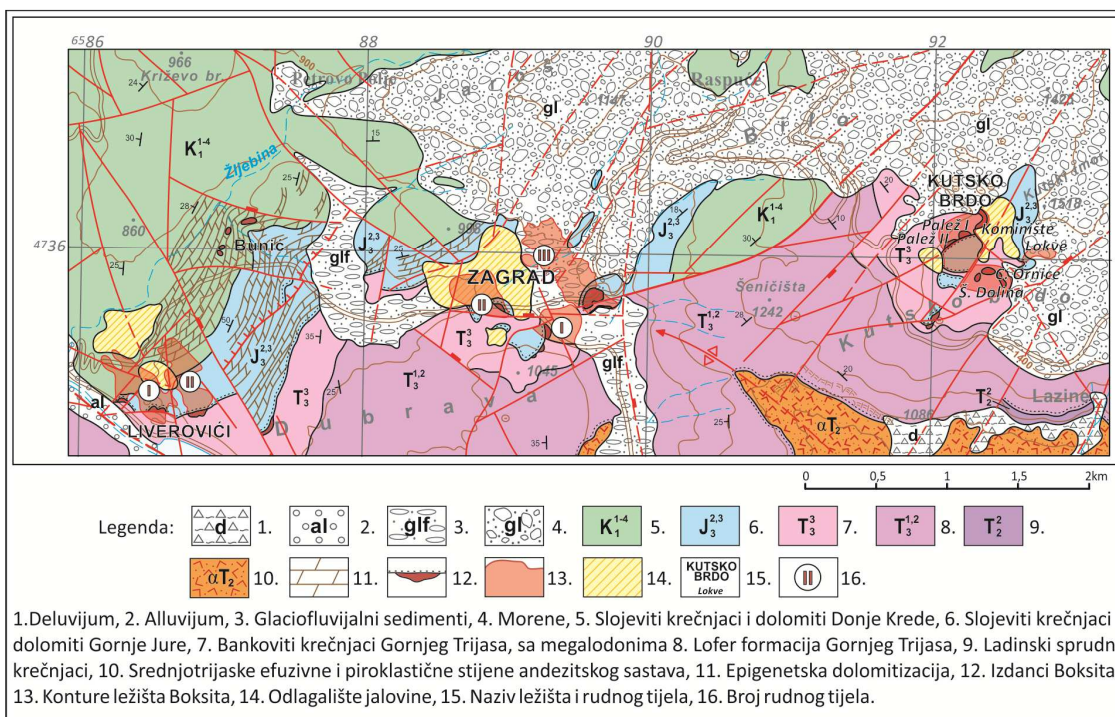
Rudni rejon	Ležišta i pojave jurskih karstnih boksita					
	R.b.	Na gornjem trijasu	R.b.	Na lijasu	R.b. Na doger-oksfordu	
V O J N I K - M A G A N I K	1.	LIVEROVIĆI	28.	Lokva Milankovac	44.	Pino selo
	2.	ZAGRAD			45.	Ivova lazba
	3.	KUTSKO BRDO			46.	Kalac
	4.	ĐURAKOV DO			47.	Osojnik
	5.	BIOČKI STAN			48.	Bijela stijena
	6.	ŠTITOVO I				
	7.	ŠTITOVO II				
	8.	PODPLANINIK I				
	9.	PODPLANINIK II				
	10.	SILJEVAC				
	11.	BOROVNIK				
	12.	LAZ				
	13.	GREBENICI				
	14.	STRAŠNICA				
	15.	JAVORAK				
	16.	Ivankovac				
	17.	Saladžakova greda				
	18.	Rozin vrh				
	19.	Krnja jela				
	20.	Meteris				
	21.	Repišta				
	22.	Vodni do				
	23.	Đević bor				
P R E K O R N I C A	24.	BRŠNO-Raline	29.	BOROVA BRDA	49.	Crveno prlo
	25.	Bršno	30.	CRVENJACI	50.	Strana (iznad C. d.)
	26.	Buavice	31.	Seoca (kod Crv.)	51.	Crnač do
	27.	Čukar I i II	32.	Đelova glava	52.	Podgrabovlje
			33.	Matijaševića pod	53.	Pantelijev vrh
			34.	Smrekova glavica	54.	Vranja ulica
			35.	Prolom	55.	Smrekova glavica
			36.	Međugorje	56.	Broćnik
			37.	Javorje	57.	Seoca
			38.	Alina lokva	58.	Kamenik
		39.	Mrkalj do	59.	Barni do	
		40.	Tijesno ždrijelo	60.	Crveni ubao	
		41.	Košuća glava	61.	Crvena glavica	
		42.	Javorak	62.	Jelenak	
		43.	Željeva duga			

Vrlo velika i velika i velika ležišta (1-7, 24, 29 i 30); Ležišta srednje veličine i mala ležišta (8-15);  
Pojave jurskih boksita (16-23, 25-28 i 31-62)

## 6.1. JURSKI BOKSITI NA GORNJOTRIJASKIM KARBONATNIM SEDIMENTIMA

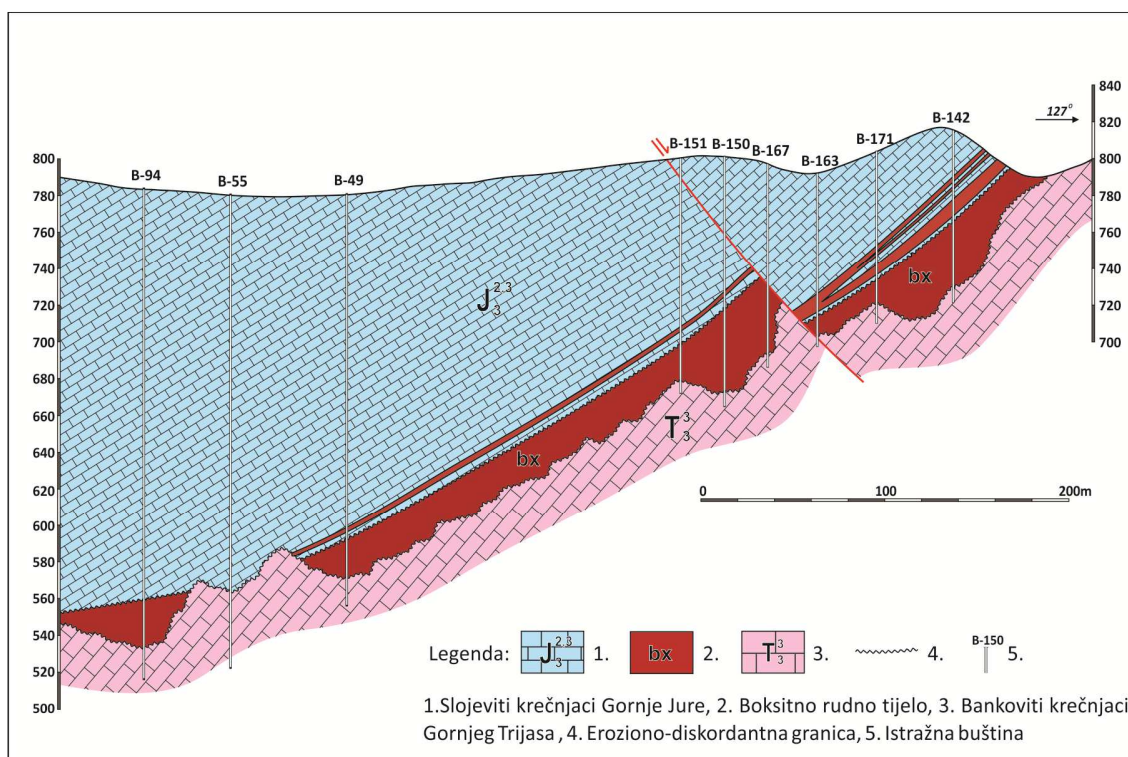
**Ležište Liverovići.** Ležište crvenih jurskih boksita Liverovići nalazi se u ataru istoimenog sela u području Nikšićke Župe. Na površini terena bila su otkrivena dva veća izdanka boksita: zapadni, dužine oko 280 m i istočni dužine oko 230 m. Brojnim istražnim radovima, a naročito istražnim bušenjem utvrđena su dva rudna tijela: Liverovići I i Liverovići II (slika 6.1.). Rudno tijelo Liverovići I ima dužinu od

oko 550 m, širinu od 150 do 280 m i ukupnu površinu 93.000 m<sup>2</sup>. Rudno tijelo Liverovići II, čija je ukupnu površina 94.000 m<sup>2</sup>, ima slične dimenzije. Oba rudna tijela pružaju se pravcem sjeverozapad–jugoistok. Najveći dio rezervi boksita u oba rudna tijela je na dubini od 150 do 280 m.



Sl. 6.1: Geološka karta šireg prostora ležišta Liverovići, Zagrad i Kutsko brdo sa konturama rudnih tijela. Prema: Pajović et al. (2004), modifikovano

Boksitna rudna tijela ležišta Liverovići su nepravilnog slojevitog do sočivastog oblika sa izrazito neravnom donjom površinom uslovljenom morfologijom paleoreljefa i sa ravnom gornjom površinom, na kontaktu sa povlatnim krečnjacima. Debljina rudnih tijela je promjenjiva i dostiže 30 do 40 m, dok je prosječna debljina oko 20 m. Boksit ovog ležišta je uglavnom pelitomorfan, mrkocrvene boje sa prisutnim oolitima, mjestimično izbijeljen. U povlatnom dijelu ležišta smjenjuju se crveni pelitomorfni i oolitično–pizolitični boksiti sa pjeskovitim krečnjacima i biomikritima, što ukazuje na pretaložavanje boksita u prvim fazama transgresije (slika 6.2). Bitno obilježje geološke građe ležišta Liverovići predstavljaju brojni rasjedi. Rudno tijelo Liverovići II spušteno je za 100 m u odnosu na rudno tijelo Liverovići I. Rasjedi su različite orijentacije što geološku građu ovog ležišta čini složenom.



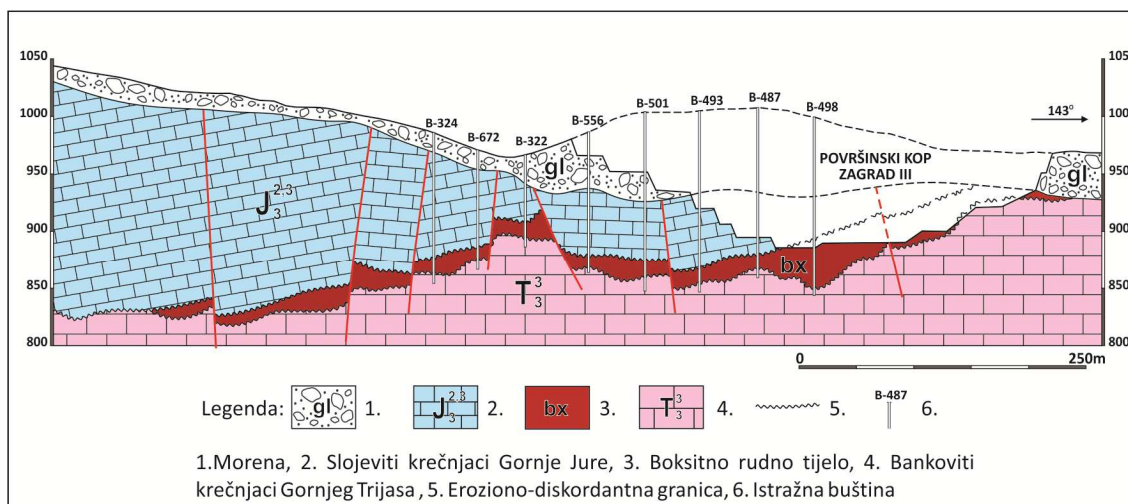
Sl. 6.2: Geološki profil kroz ležište Liverovići, Rudno tijelo I. Prema Kecojević i sar. (1981), modifikovano

Eksploatacija se odvijala površinskim putem. Nakon obustavljanja eksploatacije preostale rezerve boksita u ovom ležištu iznose oko 7.1 miliona tona, sa prosječno 51,73%  $Al_2O_3$  i 14,15%  $SiO_2$  (Gomilanović i sar., 1999). U mineralnom sastavu boksita Liverovića učestvuju: bemit, hematit, kaolinit i minerali titana (Cicmil, 1984).

**Ležište Zagrad.** Ležište crvenih jurskih boksita Zagrad nalazi se u atarima sela Oblatno i Zagrad u Nikšićkoj Župi. Čine ga tri rudna tijela, koja se nalaze na međusobnom rastojanju od 100 do 300 m (slika 6.1). Razdvojena su pozitivnim morfološkim oblicima paleoreljefa, a manjim dijelom i rasjedima. Ležište karakteriše intenzivno razuđen paleoreljef gornjotrijaskih krečnjaka i dolomitičnih krečnjaka.

Boksiti rudnog tijela Zagrad I su smješteni u paleovrtači nepravilnog ovalnog oblika, prečnika oko 200 m. Zagrad II se nalazi SZ od rudnog tijela I, na oko 200 m, u paleomorfološkoj uvali pravca pružanja SZ-JI, čija je dužina oko 400 m, a širina do 200 m. Rudno tijelo III je najveće u ležištu Zagrad, pruža se pravcem SZ-JI na

dužini od 850 m, čija je maksimalna širina do 300 m. Za razliku od prethodnih, RT 3 nije imalo izdanke na površini terena (slika 6.3).



Sl. 6.3: Geološki profil kroz ležište Zagrad, Rudno tijelo III. Prema Koprivica i sar. (2007), modifikovano

Krovinu rudnih tijela, većim dijelom izgrađuju krečnjaci u smjeni sa konglomeratima (najstariji slojevi), a potom se naviše u stubu smjenjuju slojeviti gornjojurski krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti. Na sva tri rudna tijela mjestimično su erodovani krovinski krečnjaci i preko boksitnih tijela nataloženi pleistocenski glaciofluvijalni šljunkovi i konglomerati, debljine i do 100 m. Kontakt krovine i boksita je ravan, a vrlo nepravilan između boksita i podinskih krečnjaka što je donekle posledica i brojnih rasjeda, čiji je skok, najčešće do 20 m, a rijetko i preko 30 m. Debljina boksita u rudnim tijelima 1 i 2 dostizala je do 20 m, a u rudnom tijelu 3 i do 35 m.

Ležište boksita Zagrad izgrađuju crveni kompaktni boksiti, koji su u pripovršinskom dijelu mjestimično izbijenjeni. Po strukturi su masivni, pelitomorfni, a u gornjim djelovima rudnih tijela oolitični i pri vrhu – pizolitični. Ovakav strukturni tip ležišta odgovara primarnim ležištima karstnih crvenih boksita (Pajović, 2000). U mineralnom sastavu boksita Zagrada učestvuju: bemit, hematit, kaolinit, anatas i rutil (Cicmil, 1984). Ostali minerali, prema istom autoru, su sporadično zastupljeni: kalcit, pirit, magnetit, cirkon, ilmenit, kvarc, sfen, piroksen, amfiboli, muskovit, biotit, hlorit, epidot, granati, opal, galenit i sfalerit.



Ležište Zagrad je najkvalitetnije ležište crvenih boksita u Crnoj Gori, sa prosječno 59,49%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2,66%  $\text{SiO}_2$  i 20,67%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Gomilanović i sar., 1999). Ukupno utvrđene geološke rezerve boksita ovog ležišta su iznosile oko 7 miliona tona, od kojih su površinskim putem do 2015. godine otkopana rudna tijela I i II i II dio rudnog tijela III, odnosno, otkopano je oko 4 miliona tona boksita.

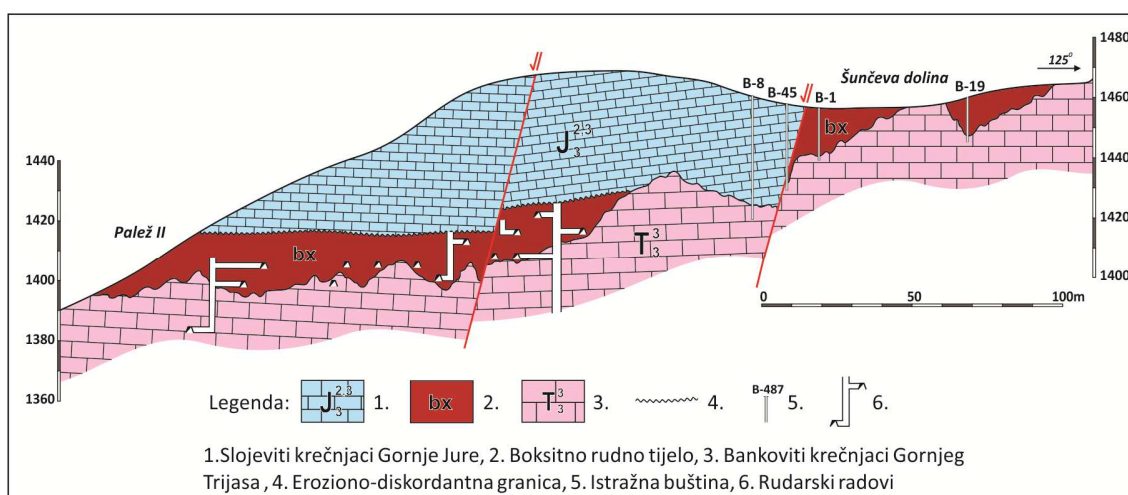
**Ležište Kutsko brdo.** Ležište crvenog boksita Kutsko brdo je jedno od najpoznatijih ležišta u sjeveroistočnom dijelu Nikšićke Župe u okviru koga je od 1951. do 1979. godine vršena intenzivna eksploatacija i proizvedeno oko 1,9 miliona tona boksita, prosječnog kvaliteta: 59,79%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i 3,50%  $\text{SiO}_2$  (Radusinović, 1999). Nalazi na krajnjem sjeverozapadnom obodu Štitovskog platoa na nadmorskoj visini između 1400 i 1470 m (slika 6.1). Intenzivnim istraživanjima nakon Drugog svjetskog rata Rudnici boksita – Nikšić su u okviru ovog ležišta utvrdili postojanje sedam rudnih tijela: Gornje i Donje Kominište, Palež I i II, Šunčeva dolina, Crvene ornice i Lokve.

Rudno tijelo *Gornje Kominište* se nalazilo na sjevernom dijelu Kuskog brda, imalo je površinu oko 23000  $\text{m}^2$  i debljinu od 1 do 20 m. Na zapadnom obodu rudnog tijela bio je otkriven izdanak koji je eksploatisan površinskim kopom. Ostali dio rudnog tijela otkopan je podzemnom eksploatacijom.

Rudno tijelo *Donje Kominište* je bilo slijepo rudno tijelo i zauzimalo je centralni dio Kuskog brda. Imalo je površinu oko 7400  $\text{m}^2$  i otkopano je u cjelosti podzemnom eksploatacijom. Debljina rudnog tijela je bila do 30 m.

Rudno tijelo *Palež I* se nalazi na sjeverozapadnom dijelu Kuskog brda. Površina okonturenog rudnog tijela iznosi oko 24.000  $\text{m}^2$ , a debljina do 25 m. Na sjeverozapadnom obodu rudnog tijela izdanak je na površini otkriven erozijom i eksploatisan je površinskim putem. Manji dio rudnog tijela je otkopan jamskim putem. Preostale geološke rezerve od 168.801 t imaju prosječno 55,43%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i 8,75%  $\text{SiO}_2$ . Boksiti Paleža I, u mineraloškom smislu, pripadaju bemitsko-kaolinitskom tipu.

Rudno tijelo *Palež II* zauzimalo je zapadni dio Kutskog brda i imalo je površinu oko 2.100 m<sup>2</sup>. Debljina rudnog tijela je bila do 40 m. Otkriveni izdanak ovog rudnog tijela nalazio se na njegovom sjeverozapadnom obodu i eksploatisan je površinskim putem. Ostali dio otkopan je podzemnim načinom otkopavanja, tako da se za ovo rudno tijelo smatra da je u cjelini otkopano (slika 6.4).



Sl. 6.4: Geološki profil kroz ležište Kutsko brdo. Prema Radusinović (1999), modifikovano

Rudno tijelo *Šunčeva dolina* se nalazilo na jugozapadnom dijelu Kutskog brda i imalo je površinu oko 5.200 m<sup>2</sup>. Debljina rudnog tijela se kretala od 1 do 15 m. Eksploatacija je vršena površinski i rudno tijelo je u cjelosti otkopano.

Rudno tijelo *Crvene ornice* se nalazilo na južnom dijelu Kutskog brda sa ukupnom površinom oko 9.200 m<sup>2</sup> i debljinom od 1 do 20 m. Ono je cjelokupno, intenzivnim procesima erozije, bilo otkriveno i nije imalo sačuvane povratne sedimente što je umnogome olakšalo njegovo istraživanje i eksploataciju površinskim načinom otkopavanja. Rudno tijelo Crvene ornice je u potpunosti otkopano.

Rudno tijelo *Lokve* se nalazi u istočnom dijelu Kutskog brda. Ima ukupnu površinu oko 51.000 m<sup>2</sup>, a debljina boksita se kreće od 0,5 do 22 m. Na zapadnom obodu rudnog tijela nalaze se manji izdanci boksita. Zapadni dio ovog rudnog tijela otkopavan je podzemnim putem, ostali dio površinskim načinom eksploatacije koja je prekinuta zbog nepovoljnih geotehničkih uslova. Preostale geološke rezerve boksita iznose 74.640 t, sa prosječno 58,72% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 3,25% SiO<sub>2</sub>. U mineralnom



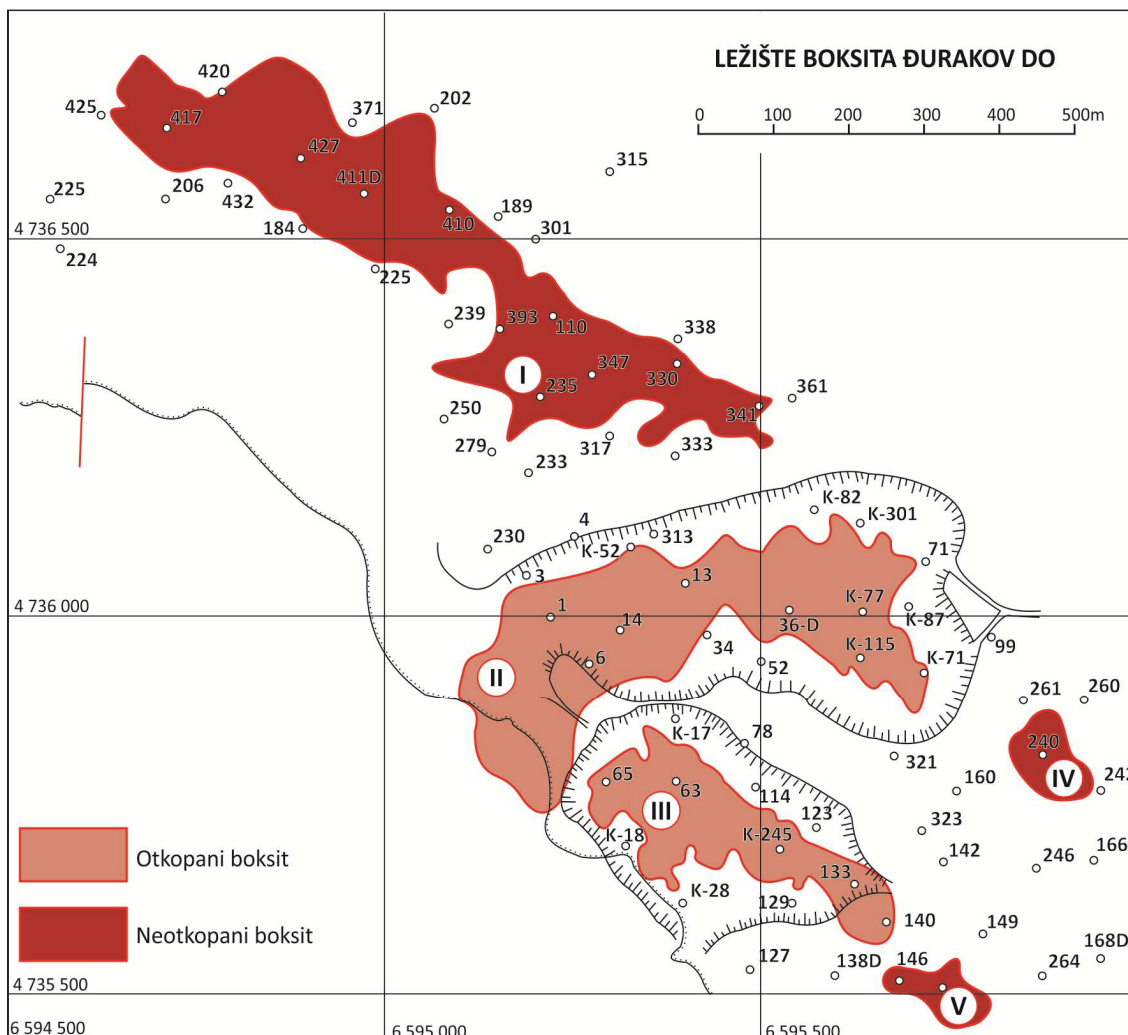
sastavu boksita Lokava učestvuju: bemit, hematit, kaolinit, anatas, kalcit i drugi sporedni minerali (Gomilanović i sar., 1999).

Neposredna podina ležišta crvenog boksita Kutsko brdo je izgrađena od gornjotrijaskih sivih i rumenih, masivnih, rekristalizacionih krečnjaka sa izraženim prisustvom korozivnih šupljina. Na kontaktu se javljaju podinske, ružičaste i žućkaste boksitne gline. Boksitno rudno tijelo u donjem dijelu izgrađuju pretežno crveni i tamnocrveni pelitomorfni boksiti sa oolitima i sitnijim pizolitima. U gornjem dijelu to su mrkocrveni pelitomorfni boksiti sa oolitima i krupnijim pizolitima. Na kontaktu sa povlatnim bioklastičnim, klipenskim krečnjacima gornje jure, redovno se javljaju zelene i smeđežute boksitne gline.

**Ležište ĐURAKOV DO.** Ležište boksita Đurakov do nalazi se u sjeverozapadnom obodu štitovskog platoa, na nadmorskoj visini od 1.500 do 1.550m. Čini ga pet rudnih tijela, koja su označena kao Đurakov do I, II, III, IV i V (slika 6.5). Podina ležišta je izgrađena od retskih megalodonskih, bankovitih i masivnih krečnjaka koji su otkriveni na površini terena u jugozapadnom obodnom dijelu ležišta. Ovi krečnjaci su intenzivno karstifikovani i ispucali na kontaktu sa boksitima. U građi boksitnih tijela ističe se izvjesna zonarnost, sa postepenim prelazima: u donjem dijelu stuba su masivni pelitomorfni boksiti, iznad su crveni masivni, zrnasti boksiti sa sitnim oolitima i nepravilnim nagomilanjima pizolita a pri vrhu su tamnocrveni, kompaktni pizolitični boksiti. U neposrednoj krovini boksita nalaze se transgresivne boksitne gline, a preko njih leže slojeviti, sivi ili žućkasti krečnjaci gornjeg kimeridža-titona (sl. 5.4) i titona koji, naviše, prelaze u krečnjačko-dolomitske sedimente donje krede.

Eksploatacija boksita na Đurakovom dolu otpočela je 1956. godine na otkrivenom izdanku u južnom dijelu ležišta i u lokalnosti Kamenica (Svinji do), a do sada je otkopano oko 3 miliona tona boksita. Stanje bilansnih geoloških rezervi ovog ležišta je oko 4.3 miliona tona, sa prosječno 58,13%  $Al_2O_3$  i 4,83%  $SiO_2$ . Ukupne dokazane rezerve boksita u svih pet rudnih tijela iznosile su oko 8,4 miliona tona.

*Đurakov do I* je najveće rudno tijelo, dužine 980 m i širine od 50 do 220 m. U konturi od 2 m moćnosti ima površinu od 136.000 m<sup>2</sup>, a debljina mu je od 2 do 64 m, u prosjeku 11 m. Debljina povlate je od 120 do 170 m.



Sl. 6.5: Konture rudnih tijela ležišta boksita Đurakov do

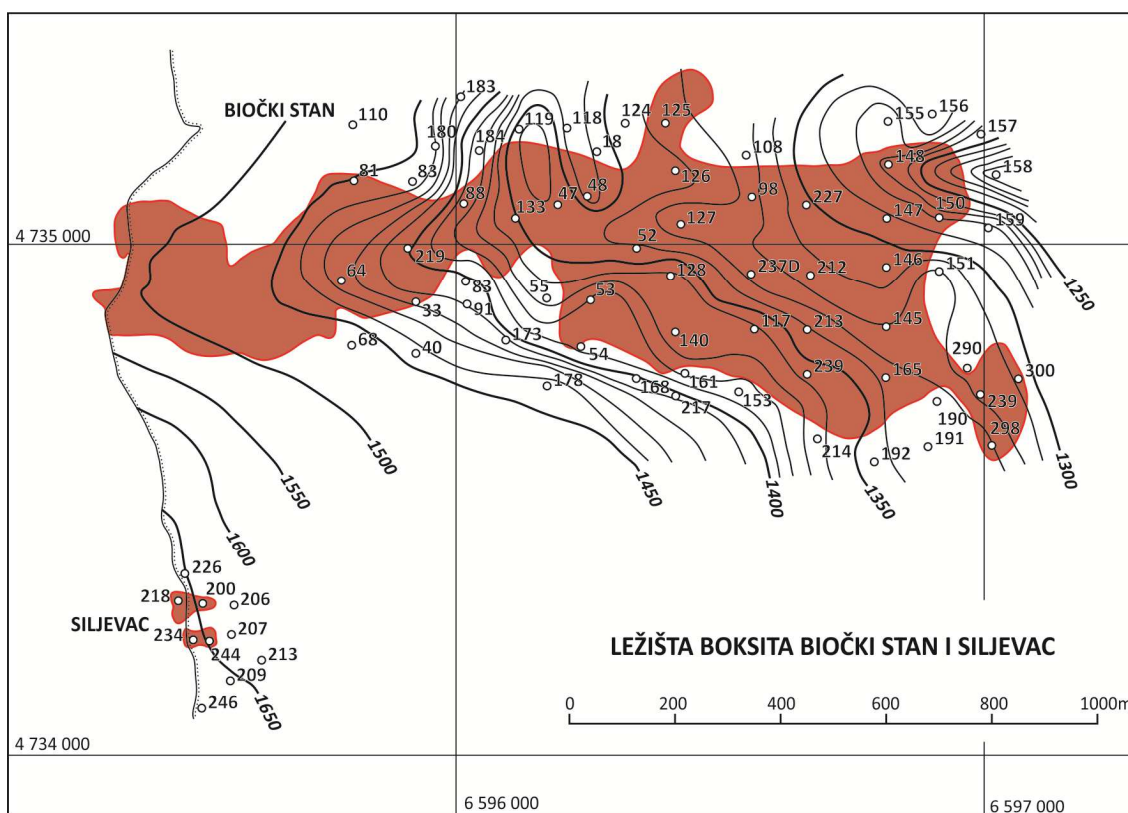
*Đurakov do II* se nalazi u centralnom dijelu ležišta. Dužine je 600 m, širine 100 do 250 m i prosječne debljine boksita 14 m. Imalo je površinu od preko 100.000 m<sup>2</sup>. Najveći dio ovog rudnog tijela je otkopan površinskim putem. Preostale geološke rezerve iznose 219.000 tona boksita.

Rudno tijelo *Đurakov do III* imalo je izdužen oblik, sa dužinom od 430 m i širinom od 50 do 160 m. Eksploatacija 99.000 tona boksita je završena, površinski kop je poslužio kao odlagalište otkrivke sa *Đurakovog dola II*.

Đurakov do IV ima okonturenu površinu od 6.570 m. Debljine od je 7 do 20 m. Debljina povlatnih krečnjaka je 115 m. Đurakov do V ima površinu 6.600 m<sup>2</sup>, i debljinu boksita od 2 do 8 m. Debljina povlatnih krečnjaka je 85 m. Ova rudna tijela nijesu do sada eksploataisana.

Glavni minerali u ležištu Đurakov do su: bemit, kaolinit, hematit, kalcit i anatas (Cicmil, 1984). Prema mineraloškom sastavu boksit ovog ležišta pripada monohidratnim boksitima bemitskog tipa. Sporedni minerali čine manje od 1% ukupnog mineralnog sastava (pirit, markasit, magnetit, cirkon, ilmenit, kvarc i dr.).

**Ležište BIOČKI STAN.** Ležište crvenog boksita Biočki stan se nalazi na štitovskom platou u planinskom predjelu na nadmorskoj visini od 1.500 m. Prostorno je definisano kao jedno boksitno tijelo, pružanja zapad – istok, upravno na pravac pružanja krovinskih sedimenata. Dužine je 1.7 km, a širine o150–500 m, i imalo je ukupno gotovo 14 miliona tona geoloških rezervi boksita, što ga čini najvećim ležištem karstnih crvenih boksita ne samo u Crnoj Gori, već i u Dinaridima.



Sl. 6.6: Karta paleoreljefa i konture ležišta boksita Biočki stan i Siljevac

Rekonstrukcijom gornjotrijaskog paleoreljefa, na osnovu podataka iz istražnih bušotina, dokazano je da je ležište stvoreno u paleouvali koja je nastala erozijom povezanih vrtača (slika 6.6). Ležište Biočki stan ima površinu u planu od oko 650.000 m<sup>2</sup>, nepravilno slojevit oblik i varijabilnu debljinu, od 2 do 58 m. Dubina zalijeganja je promjenljiva, i izuzimajući izdanački dio – kreće se od 150 do 250 m, zbog čega se njegova eksploatacija vrši jamskim putem. Od početka eksploatacije do sada otkopano je oko 6 miliona tona boksita. Preostalo je oko 7.9 miliona tona geoloških rezervi sa prosječno 58,70% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 3,95% SiO<sub>2</sub>. U mineralnom sastavu boksita ležišta Biočki stan učestvuju: bemit, kaolinit, hematit, kalcit, i anatas (Cicmil, 1984), i svrstani su u boksite bemitskog tipa.

Ležište Biočki stan je na površini terena otkriveno sa dva izdanka, na njegovoj zapadnoj strani. Podinu boksitu na očuvanim izdancima čine svijetlosivi krečnjaci i rumene krečnjačke breče retske starosti. Na kontaktu sa podinom javljaju se boksitne gline i rumenkasti glinoviti boksit, a potom slijedi tamnocrveni boksit sa oolitima i pizolitima, oolitično-pizolitični boksit i pelitomorfni boksit sa sitnim oolitima i pizolitima. Povlata je označena žućkasto-rumenkastim boksitnim glinama preko kojih su nataloženi tamnosmeđi krečnjaci gornje jure. Preko njih leže donjokredni bankoviti i slojeviti dolomiti, dolomitični krečnjaci i krečnjaci.

**Ležište ŠTITOVO I.** Ležište crvenog boksita Štitovo I nalazi se na jugozapadnom obodu štitovskog platoa, na nadmorskoj visini od 1.500 do 1.650 m. U ovom ležištu eksploatacija se odvijala u periodu 1960–1993. godine, površinskim načinom eksploatacije. Ukupno je otkopano oko 5.2 miliona tona boksita sa srednjim sadržajem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oko 58% i SiO<sub>2</sub> oko 5% (Gomilanović i sar., 1999). Izdanci boksita su bili otkriveni na istočnom i sjevernom obodu ležišta. Ležište je imalo površinu u planu od oko 100.000 m<sup>2</sup>, sa pravcem pružanja jugozapad-sjeveroistok i padom prema sjeveroistoku.

Podinu grade bankoviti, izuzetno karstifikovani megalodonski krečnjaci gornjeg trijasa, sa karakterističnim negativnim i pozitivnim paleokarstnim oblicima. Na morfologiju rudnog tijela dodatno je uticala postrudna tektonika, posebno rasjed Štitova duž kojeg je jugoistočni dio ležišta spušten za 50–80m (Slika 6.7) Boksiti su

u donjem dijelu uglavnom pelitomorfni tamnocrvene boje. U višim nivoima sadrže sitne oolite ili su oolitično–pizolitični. U mineralnom sastavu boksita ležišta Štitovo I učestvuju: bemit, kaolinit, hematit, minerali titana, i ostali minerali (Cicmil, 1984).



Sl. 6.7: Sjeverozapadni dio ležišta Štitovo I. Foto i obrada: S. Radusinović, 2015

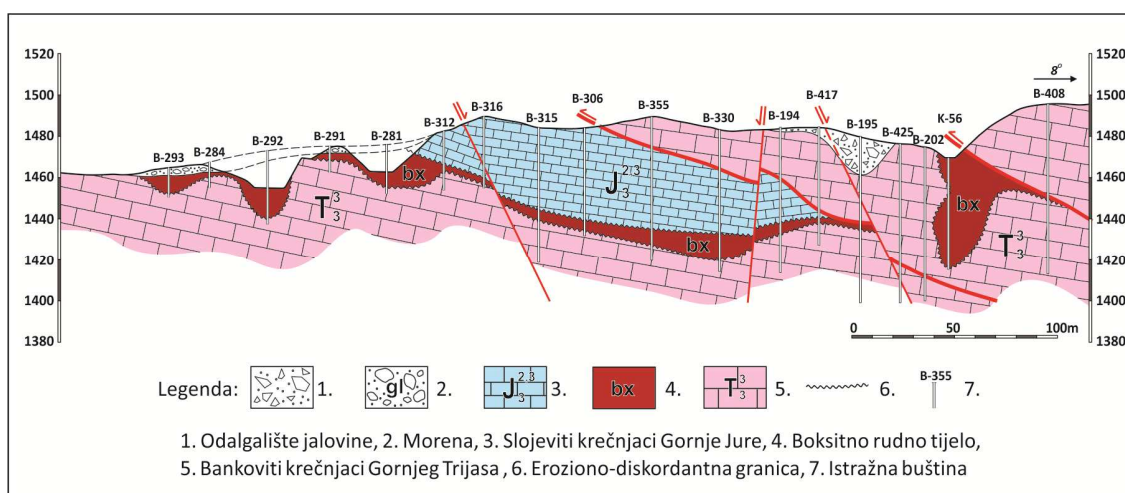
**Ležište ŠTITOVO II.** Ležište Štitovo II nalazi se na oko 700 m udaljenosti od ležišta Štitovo I, u pravcu jugoistoka. Eksploatacija boksita se obavlja od 2006. godine. Primjenom metoda istražnog bušenja i geofizičkih metoda istraživanja utvrđeno je da ležište Štitovo II ima izuzetno kompleksnu tektonsku građu.

Na prostoru ležišta utvrđeno je postojanje dvije kraljušti, od kojih se prva pruža pravcem zapad–istok cijelom dužinom ležišta, dok se druga nalazi u sjeveroistočnom obodu ležišta, a pruža se u pravcu sjeverozapada. Istraživanjima su dokazana dva boksitna tijela: *primarno* (autohtono) i *sekundarno* (alohtono). Duž prve kraljušti sa vergencom prema jugu i jugozapadu podinski trijaski krečnjaci sa boksitima navučeni su na krovinske sedimente primarnog dijela ležišta (slika 6.8).

Duž druge kraljušti podinski – trijaski krečnjaci navučeni su na sekundarno rudno tijelo crvenog boksita. Primarno je glavno rudno tijelo, dužine 650 m i varijabilne



širine od 10 do 380 m. Sekundarno ima dužinu 270 m, a širinu od 20 do 100 m. Ležište je rasjedima različitog pravca pružanja izdijeljeno u nepravilne blokove, sa skokovima i do 30 m. Boksiti ovog ležišta nalaze se između 1473 i 1369 mnm. Glavno rudno tijelo ima površinu 144.000 m<sup>2</sup>, a sekundarno 17.000 m<sup>2</sup> (Šurbatović i Komnenić, 2007).



Sl. 6.8: Geološki profil kroz ležište Štitovo II. Prema Kecojević i sar. (2002), modifikovano

Preostale rezerve boksita u ležištu Štitovo II iznose oko 4 miliona tona, sa prosječno od 53,39 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 12,24% SiO<sub>2</sub>. Po veličini ležište Štitovo II pripada velikim ležištima crvenih boksita, ali zbog relativno visokog sadržaja SiO<sub>2</sub> ima drugorazredni značaj za aluminijsku industriju.

Mineralni sastav primarnih boksita ležišta ovog ležišta čine: bemit, kaolinit, hematit, kalcit i anatas. Od akcesornih minerala determinisano je prisustvo: pirita, markasita, magnetita, cirkona, ilmenita, kvarca, rutila, sfena, piroksena, amfibola, biotita i hlorita.

**Ležište PODPLANINIK I.** Ležište Podplaninik I nalazi se između ležišta Kutsko brdo i Đurakov do i pripada grupi malih ležišta. Eksploatacija boksita je završena 1977. godine. Ukupno je otkopano oko 44.7 hiljada tona rude (Gomilanović i sar., 1999). Ovo ležište je posebno interesantno zbog toga što je to tipično ležište pretaloženih crvenih boksita, o čemu svjedoči njegova geološka građa, hemizam i mineralni sastav (Pajović i sar., 2016).

**Ležište PODPLANINIK II** otkriveno je istražnim bušenjem na oko 500 m sjeveroistočno od Podplaninika I. Nalazi se na dubini od 130 do 160 m. Površina rudnog tijela iznosi oko 15.000 m<sup>2</sup>, a proračunate rezerve iznose 223.000 tona, sa prosječno 57,45% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 5,25% SiO<sub>2</sub>. Ovo ležište do sada nije eksploatisano.

**Ležište SILJEVAC.** Između ležišta Biočki stan i Štitovo I, nalazi se malo ležište crvenih boksita Siljevac. Dokazane rezerve u dva rudna tijela iznose oko 50.800 tona boksita, sa 56,93% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 7,99% SiO<sub>2</sub>.

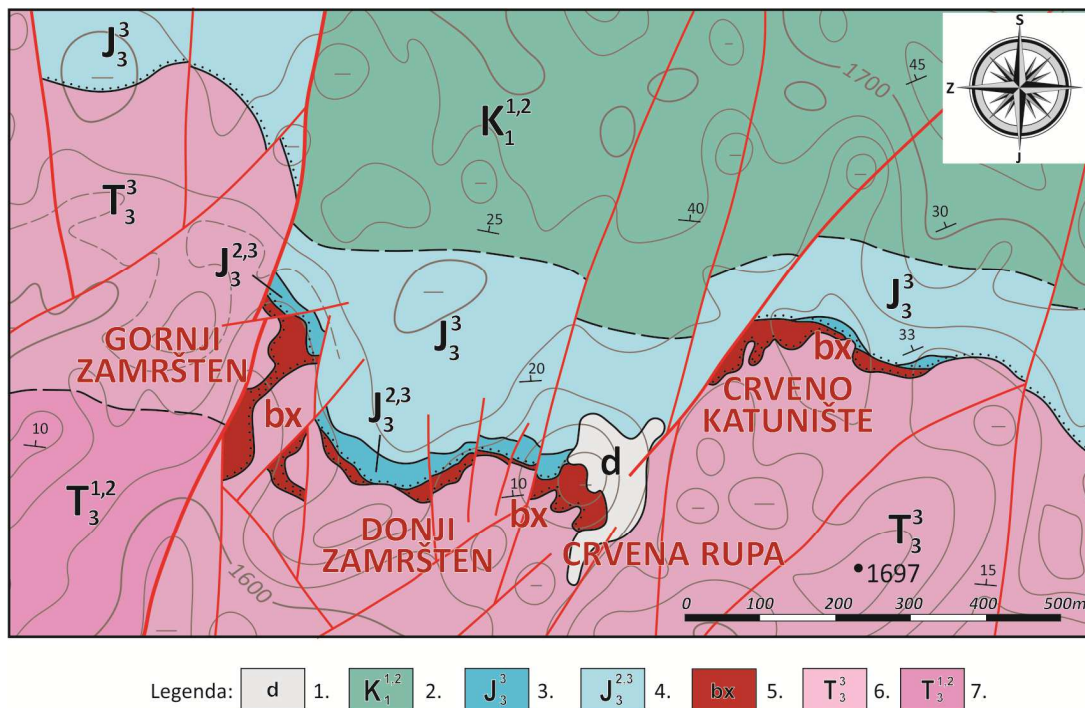
**Ležište BOROVIK** nalazi se sjeveroistočno od ležišta Štitovo II. Nepravilno je slojevitog oblika, debljine od 2 do 35m i nalazi se na dubini od 180 do 200m. Rezerve boksita u ovom ležištu iznose 739.000 tona sa prosječno 60,11% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 3,33% SiO<sub>2</sub>.

**Ležište LAZ** pripada grupi malih ležišta. Nalazi se na istočnoj padini brda Žirovnica, u ataru sela Laz. Izdanak boksita sočivastog oblika ima dužinu oko 100 m i debljinu do 5 m. Istraživanje do nivoa C<sub>1</sub> rezevi je izvršeno primjenom metode istražnog bušenja. Geološke rezerve ovog ležišta iznose 143.000 tona boksita, sa 56,75% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 8,56% SiO<sub>2</sub> (Kecojević i sar., 2002).

**Ležište GREBENICI.** U području Grebenika, na potezu Zamršten – Crvena rupa javljaju se dva odvojena rudna tijela koja pokazuju tendenciju isklinjavanja (slika 6.9). Na lokalnosti Zamršten otkriven je na površini terena izdanak boksita pravca sjever–jug na dužini od oko 200 m i širine od 5 do 40 m. Debljina otkrivenog boksita iznosi 6 m a u podkrovinskom dijelu 3 do 14 m. Na prostoru Crvene rupe otkriven je izdanak boksita površine oko 10.000 m<sup>2</sup>. U lokalnosti Crveno katunište izdanak boksita je otkriven u dužini od oko 120 m, a pruža se pravcem jugozapad–sjeveroistok. U pravcu istoka i jugoistoka može se pratiti oko 200 m.

U podini crvenih boksita na prostoru Grebenika nalaze se krečnjaci gornjeg trijasa sa ostacima megalodona i, podređeno, dolomitični krečnjaci i dolomiti. Preko podinskih krečnjaka i dolomita leže crveni boksiti različite debljine, od tragova od po svega nekoliko cm pa do 17m. U donjem i centralnom dijelu stuba javljaju se tamnocrveni i mrkocrveni pelitomorfni boksiti sa sitnim oolitima i rijetkim

pizolitima, a u gornjem dijelu stuba to su uglavnom oolitično-pizolitični boksiti. Kontakt sa povlatom, izgrađenom od gornjojurskih krečnjaka i dolomita, označen je smeđim i žutorumenkastim povlatnim glinama.



1. Deluvijum, 2. Krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti starije donje krede, 3. Slojeviti krečnjaci gornjeg kimeridža-titona, 4. Slojeviti i debeloslojeviti krečnjaci titona, 5. Crveni boksit, 6. Megalodonski krečnjaci retskog kata, 7. Lofer formacija gornjeg trijasa

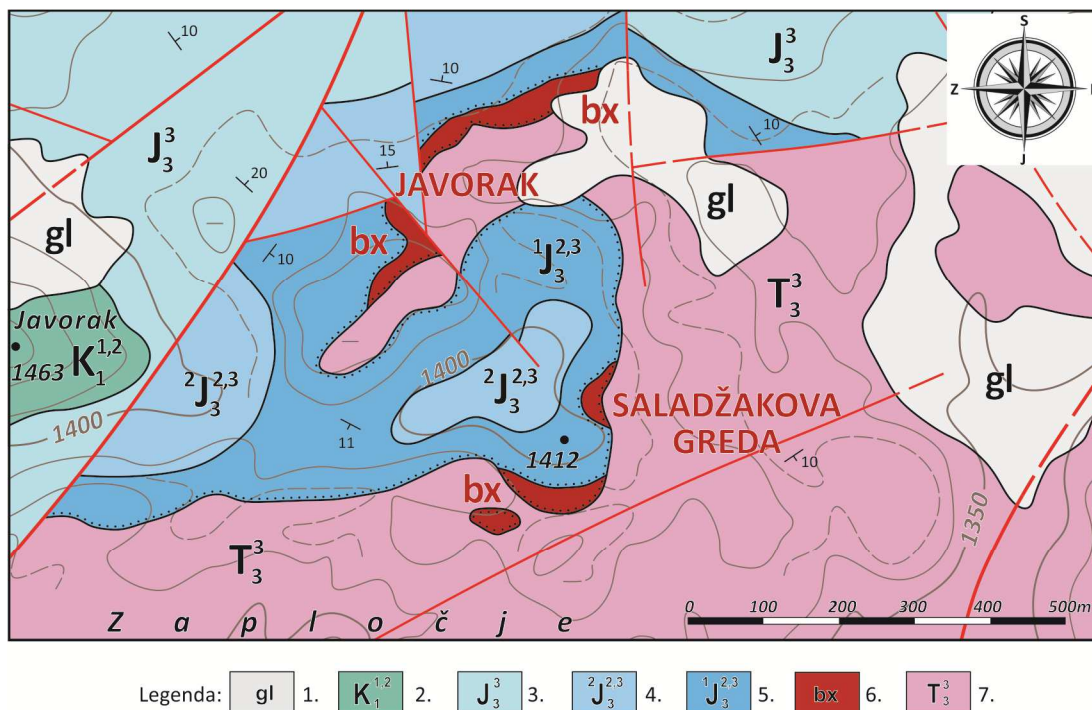
Sl. 6.9: Geološka karta ležišta Grebenici. Prema Rašović i sar. (1974), modifikovano

Geološke rezerve boksita C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub> kategorije u rudnom tijelu *Zamršten-Crvena rupa* iznose ukupno 749.000 tona, sa 47,79% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 19,30% SiO<sub>2</sub>, a u rudnom tijelu Crveno katunište 159.000 tona, sa 50,89% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 19,56% SiO<sub>2</sub> (Rašović i sar., 1974).

**Ležište STRAŠNICA** otkriveno je na jugoistočnoj padini istoimenog brda, na nadmorskoj visini oko 1300 m. Njegova je dužina oko 150 m. Boksitno tijelo ima sočivast oblik, sa srednjom debljinom oko 8 m i geološkim rezervama B i C<sub>1</sub> kategorija od ukupno 242.000 t, sa prosječno 43,51% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 23,60% SiO<sub>2</sub> (Gomilanović i sar., 1999). Ležište pada prema sjeverozapadu, pod uglom od oko 20° i istraženo je do nivoa 1265 mm.

**Ležište JAVORAK** na površini se ispoljava na dva izdanka dužine 150 i 250 m. Istraživanjem su dokazana su dva rudna tijela, površine 16.250 m<sup>2</sup> i 4.500 m<sup>2</sup> i

debljine od 1 do 10 m (slika 6.10). Geološke rezerve B i C<sub>1</sub> kategorije iznose 242.000 t, sa srednjim hemijskim sastavom: 43,51% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 23,60% SiO<sub>2</sub>, 16,87% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,34% TiO<sub>2</sub>, 0,40% CaO i 12,81% G.Ž. (Gomilanović i sar., 1999).



1. Glacijalni sedimenti, 2. Krečnjaci, dolomitični krečnjaci i dolomiti starije donje krede, 3. Slojeviti i debeloslojeviti krečnjaci titona - Podzona *Campbelliella mileši mileši*, 4. Slojeviti krečnjaci gornjeg kimeridža-titona - Podzona *Clypeina jurassica*, 5. Slojeviti krečnjaci gornjeg kimeridža-titona - Cenozona *Pianella grudii*, 6. Crveni boksit, 7. Megalodonski krečnjaci retskog kata

Sl. 6.10: Geološka karta ležišta Javorak. Prema Pajović i sar. (2016), modifikovano

Na području Studene, Gvozda i Konjska do sada su konstatovane pojave crvenih jurskih boksita: **Ivankovac**, **Saladžakova greda**, **Rozin vrh**, **Krnja jela** i **Metris**. Stratigrafski položaj ovih pojava je isti kao i kod prethodno opisanih ležišta: podina je od gornjotrijaskih megalodonskih krečnjaka, a povlatu im čine gornjojurski kimeridž-titonski krečnjaci. Proučavane pojave na terenu se ispoljavaju u vidu izdanaka dužine od 20 do 70m (Saladžakova greda), širine do 10m i debljine 1 do najviše 5m. Teksturane i strukturne karakteristike su im slične, uglavnom su kompaktni, pelitomorfni, sadrže oolite i pizolite. U hemijskom pogledu to su manje kvalitetni boksiti sa sadržajem aluminije uglavnom oko 50% i visokim sadržajem silicije, više od 10%.

Istočno od Štitova otkriven je niz pojava boksita na prostoru **Repišta**, zatim **Vodnog dola** i u **Đevič boru**. Kao i prethodno opisane pojave, i ove se javljaju u



vidu izdanaka različitih dimenzija duž kontakta gornjotrijaskih megalodonskih krečnjaka i gornjojurskih karbonata. Karakteriše ih često prisustvo boksitnih glina. Prosječno sadrže oko 50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i do 20%  $\text{SiO}_2$ .

Na području rejona Prekornica, na jugozapadnom krilu antiklinale Nikšićke Župe, do sada su otkrivena i istraživana ležišta i pojave crvernih jurskih boksita: **Bršno-Raline, Bršno, Buavice, Čukar I i II**. Sva navedena ležišta i pojave javljaju se na kontaktu između gornjotrijaskih megalodonskih krečnjaka u podini i kimeridž-titonskih krečnjaka u povlati.

**Ležište BRŠNO - Raline.** Izdanak boksita ležišta Bršno-Raline ima dužinu oko 350 m. Boksitno tijelo sočivastog oblika pada prema jugu pod uglom od  $35^\circ$ . Ležište je istraživanjem dokazano oko 120 m po dubini. Geološke rezerve B i  $C_1$  kategorije iznose oko 2.5 miliona tona, sa prosječno 47,45%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i 17,11%  $\text{SiO}_2$  (Gomilanović i sar., 1999). Boksit je kompaktan, masivne teksture, pelitomorfne strukture, slabo oolitičan, mjestimično škriljav i izbijeljen. Glavni minerali su: bemit, kaolinit i hematit, a sporedni: hidrargilit, getit, dikit/hlorit (Pajović i sar., 2016).

Na prostoru Bršna i Buavica otkrivene su i pojave crvenih jurskih boksita: **Bršno, Buavice, Čukar I i Čukar II**. Pojava **Bršno** nalazi se na oko 600 m sjeverozapadno od ležišta Raline. Izdanak boksita je dužine oko 250m, sa srednjom debljinom od oko 1,5 m. Boksiti su mrkocrvene boje, najčešće uškriljeni, sa sitnim oolitima. Srednji sadržaj  $\text{Al}_2\text{O}_3$  je 43,26%, a  $\text{SiO}_2$  22,77%, što ukazuje da se radi o kaolinitskim boksitima (Pajović i sar., 2015). Jugoistočno od Bršna, na udaljenosti oko 1km, otkrivena je pojava boksita **Buavice** u vidu više izdanaka ukupne dužine oko 550m. Debljina izdanaka varira i iznosi od 3 do 10m. Najveći izdanak ima dužinu od oko 250m, a debljine je od 2 do 8 m. U neposrednoj podini ove pojave boksita nalaze se debelo slojeviti do bankoviti, karstifikovani i kristalasti krečnjaci gornjeg trijasa. U povlati se nalaze slojeviti i bankoviti krečnjaci i rjedje dolomiti gornje jure, sa veoma strmim padnim uglom od  $50^\circ$  do  $70^\circ$ . Boksiti su crveni i tamno crveni, pelitomorfni, škriljavi i sadrže oolite i sitne pizolite. Na oko 5 km jugoistočno od Buavica, otkrivena su dva izdanka crvenih boksita: **Čukar I i Čukar**



II. Veći izdanak dužine oko 60 m i debljine do 2 m, predstavljen je tamnocrvenim boksitima sa rijetkim sitnim pizolitima, sa 39,62%  $Al_2O_3$  i 24,22%  $SiO_2$  (Đokić 1989).

## 6.2. JURSKI BOKSITI NA LIJASKIM KARBONATNIM SEDIMENTIMA

Krajem gornjeg trijasa dolazi do naglašenije tektonski kontrolisane diferencijacije depozicionog prostora. Kopneni djelovi se odvajaju od sedimentacionog basena u kome nastaju facije deponata u batimetrijski različitim djelovima basena. Na širem prostoru Nikšićke Župe, na relativno malim udaljenostima, ispoljene su značajne lito i biofacijalne razlike u sastavu sedimenata lijaske i dogerske starosti, što potvrđuje stavove da ovi tereni pripadaju SI obodu Jadranske platforme, koji je u periodu lijas-kreda imao vrlo dinamičan razvoj (Dragičević i Velić, 2002).

Na prostoru rudnog rejonu Vojnik-Maganik lijaski sedimenti sa amonitima u podini jurskih boksita jedino su zastupljeni u području Studena-Vojnik. Crveni boksiti u lokalnosti **Lokva Milankovac** su otkriveni duž manje jaruge na istočnom obodu Lokve Milankovac i mogu se padinom Studene pratiti u dužini od oko 120 m. U njihovoj podini nalaze se gornjolijski bankoviti smeđesivi i rumenkasti krečnjaci, paleokarstifikovani i impregnisani sa Mn oksidima. Neposrednu podinu boksita predstavljaju breče koje su izgrađene od krupnih komada krečnjaka lijaske starosti, cementovanih crvenim boksitnim materijalom. Boksiti su debljine do 3 m, tamnocrvene boje, pelitomorfni i škriljavi, sadrže sitne oolite. Povlatu im čine boksitne gline, a potom krečnjaci kimeriž-titona. Sadrže prosječno 36,8%  $Al_2O_3$  i 28%  $SiO_2$ , što ih svrstava u glinovite boksite (Pajović i sar., 2016).

Lijaski sedimenti sa litiotisima imaju značajno rasprostranjenje u rudnom rejonu Prekornica, u jugozapadnom krilu antiklinale Nikšićke Župe, na području Borovih brda i prostoru Studenog i Topolova, gdje čine podinu crvenim jurskim boksitima u 15 lokaliteta.

**Ležište BOROVA BRDA.** Ležište crvenog boksita Borova brda se nalazi u podnožju planine Prekornice na lijevoj dolinskoj strani rijeke Gračanice, na nadmorskoj visini od oko 1.250 m. Ležište ima površinu u planu od oko 60.000 m<sup>2</sup>, prostorno je

smješteno u paleomorfološki izuzetno razuđenoj krečnjačkoj podlozi lijaske starosti, a prekrivaju ga ravni ili blago zatalasani karbonatni sedimenti gornjeg kimeridža i titona. Morfološki izrazit paleoreljef izgrađuju debeloslojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomitični krečnjaci donje jure ( slika 6.11).

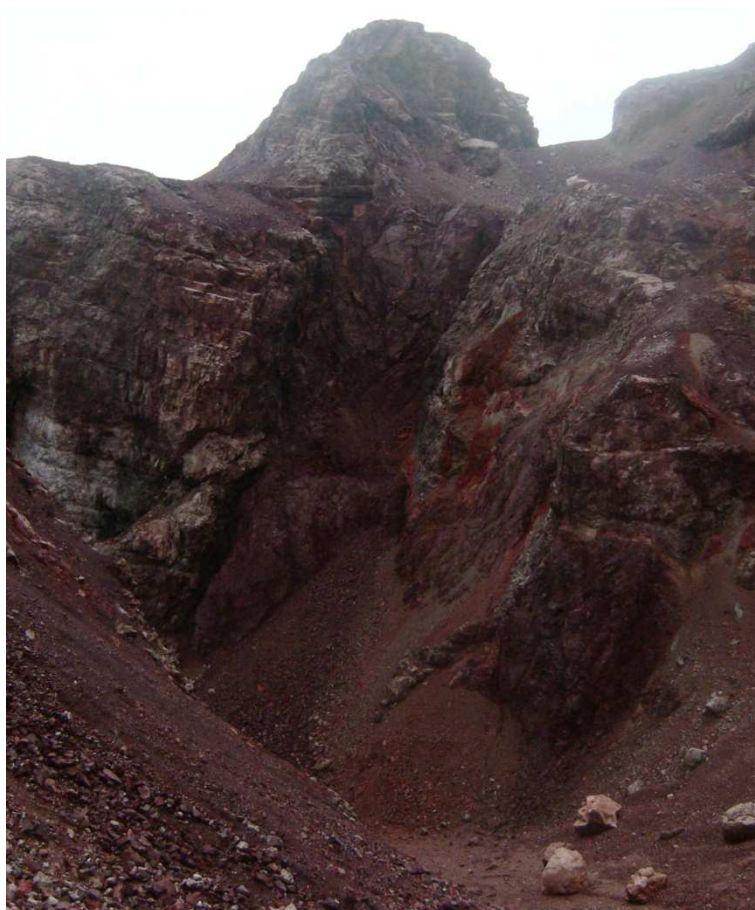


Foto: S. Radusinović

Sl. 6.11: Površinski kop Borova brda– paleoreljef sa ostacima boksita

Glečerskom erozijom razoren je i odnešen dio povlatnih karbonatnih sedimenata, pa čak i dio rudnog tijela ovog ležišta. Ležište ima nepravilno-slojevit oblik i varijabilnu debljinu. Dubina zalijeganja ležišta ispod površine terena je do 70 m. Geološke rezerve crvenog boksita u ležištu Borova brda su iznosile oko 2.2 miliona tona, sa 50,80 %  $Al_2O_3$  i 15,24 %  $SiO_2$ . Građa ležišta je u osnovi homogena, tako da se ne zapažaju značajnija odstupanja u facijalnom i hemijskom sastavu boksita. Prema obodnim djelovima ležišta povećava se sadržaj silicije, a smanjuje sadržaj aluminiije. Eksploatacija ovog ležišta je završena, iako je jedan dio rezervi ostao neotkopan.

**Ležište CRVENJACI.** Ležište crvenog boksita Crvenjaci nalazi se na oko 2 km zapadno od ležišta Borova brda. Na izdanku ima dužinu 420 m, a širina mu je u rasponu od 20 do 160 m. Površine je oko 67.000 m<sup>2</sup>. Boksitno tijelo ima nepravilno slojevit oblik i pruža se pravcem sjeverozapad–jugoistok sa generalnim padom prema jugozapadu pod uglom oko 20° (slike 6.12 i 6.13). Debljina rudnog tijela kreće se od 2 do 35 m, a srednja je oko 13 m. Geološke rezerve boksita iznose oko 2.2 miliona tona, sa 47,15% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 19,81% SiO<sub>2</sub>.



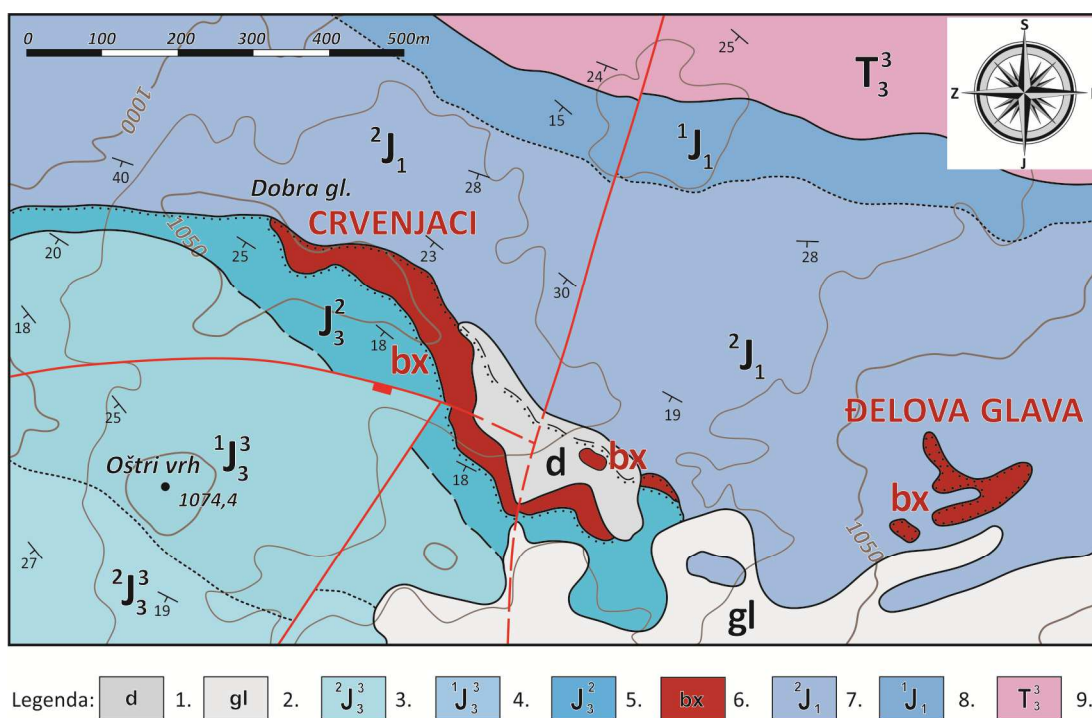
*Foto: S. Radusinović*

Sl. 6.12: Crvenjaci – izdanak boksita i povlatni krečnjaci

Neposrednu podinu ovog ležišta izgrađuju lijaski svijetlosivi rekristalisali krečnjaci sa korozionim šupljinama, prožeti boksitnom materijom duž prslina i pukotina. Boksiti su uglavnom mrkocrveni, pelitomorfne strukture sa oolitima i pizolitima, a u gornjem dijelu stuba uglavnom oolitično–pizolitični, izbijeljeni u vidu traka i fleka. U neposrednoj povlati boksita razvijene su smeđe, rumenkaste, sive i sivozelene gline debljine od 10 do 30 cm, a zatim slojeviti gornjojurski krečnjaci, biomikritskog tipa sa algama i gastropodima.

Na području Borovih brda i Crvenjaka otkrivene su još tri pojave crvenih jurskih boksita: **Seoca** (kod Crvenjaka), **Đelova glava** i **Matijaševića pod**. Manja pojava boksita zapadno od Crvenjaka nalazi se u Seocima. Izdanak boksita debljine do 1,5

m, otkriven je u dužini od oko 30 m. U blizini ležišta Crvenjaci na površini je u vidu izdanka bez povlate otkrivena pojava boksita Đelova glava. Boksiti su crvene boje, mjestimično pizolitični i sa rijetkim muglama bijelog boksita. Ova pojava vjerovatno predstavlja dio rudnog tijela Crvenjaka, maskiranog morenskim materijalom na površini terena (slika 6.13). Izdanci crvenih jurskih boksita otkriveni su i u lokalnosti Matijaševića pod, istočno od Borovih brda. Ovi boksiti sadrže prosječno 52,10%  $Al_2O_3$  i 13,30%  $SiO_2$ .



1. Deluvijum, 2. Glacijalne tvorevine, 3. Karstifikovani, stratifikovani krečnjaci sa *Clypeina jurassica* i dr., 4. Bankoviti i masivni dolomiti sa proslojcima krečnjaka, 5. Slojeviti organogeno-detritični krečnjaci sa *Pianella grudii*, 6. Crveni boksit, 7. Bankoviti i slojeviti krečnjaci sa lijaskom faunom, 8. Pločasti i slojeviti, malo laporoviti krečnjaci lijasa, 9. Megalodonski krečnjaci retskog kata

Sl. 6.13: Geološka karta užeg prostora Crvenjaka i Đelove glave. Prema Ivanović (1977a), modifikovano

Na prostoru Studenog i Lisca na južnim padinama planine Prekornice, pojave crvenih jurskih boksita otkrivene su u Smrekovoj glavici (kod Ivanj ubla), Prolomu, Međugorju, Javorju, Alinoj lokvi, Mrkalj dolu, Javorku, Željevoj dugi, Tijesnom ždrijelu i Košućoj glavi. Za sve ove pojave je karakteristično da im podinu grade lijaski litiotijski krečnjaci, a u povlati se nalaze karbonati gornjeg kimeridža–titona (Kalezić i Rašović, 1970).



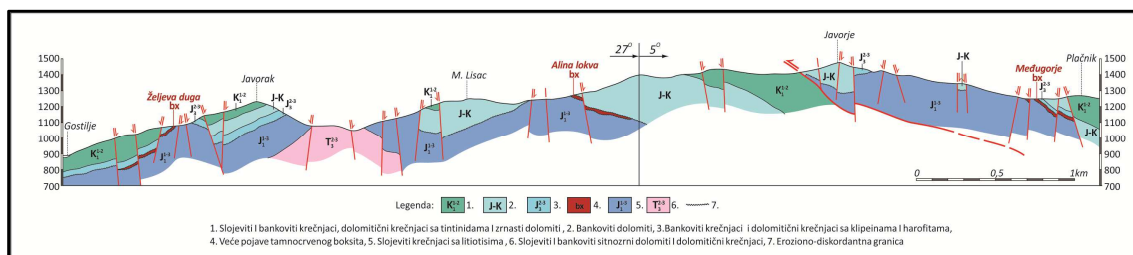
Pojava boksita **Smrekova glavica** je otkrivena je na Studenom, u vidu izdanka dužine oko 100m i pretpostavljene debljine oko 4m. Izdanci boksita grade uzvišenje izduženog oblika čije je pružanje SI-JZ. Prema strukturi boksit je kompaktan i krupnopizolitičan; pizoliti su međusobno veoma čvrsto povezani. Ovaj izdanak boksita nema povlatu, a okolina je pokrivena debelim glacijalnim nanosom, tako da ni podina nije otkrivena. Na osnovu navedenog opisa, nije isključeno da su boksiti Smrekove glavice djelimično pretaloženi (Kalezić i Rašović, 1970). Hemizam boksita Smrekove glavice je: 48,72%  $Al_2O_3$ , 18,57%  $SiO_2$ , 19,43%  $Fe_2O_3$ , 1,82%  $TiO_2$  i 11,36% G.Ž.. Na udaljenosti 200 do 300m od ove pojave nalazi se i jedna manja pojava boksita **Prolom**. Otkrivena je na dužini oko 40m i ima oblik sočiva. Boksiti su tamnocrvene boje, trošni i škrljavi i sadrže: 44,41%  $Al_2O_3$ , 24,05%  $SiO_2$ , 18,95%  $Fe_2O_3$ , 1,73%  $TiO_2$  i 10,83% G.Ž.. U okolini Ivan Ubla, u morenskom materijalu, nalaze se brojni komadi i blokovi crvenog boksita koji vode porijeklo iz glečerom razorenih ležišta.

Pojava boksita **Međugorje** je otkrivena u vidu izdanka u dužini oko 180m, a debljine 2 do 4m. Boksiti su tamnocrvene boje, najčešće kompaktni, sa mjestimičnim koncentracijama pizolita i oolita. Ispod povlatnih krečnjaka, odnosno glina, uočava se izbjeljivanje crvenog boksita. Srednji hemijski sastav boksita Međugorja je: 45,74%  $Al_2O_3$ , 23,53%  $SiO_2$ , 17,99%  $Fe_2O_3$ , 1,92%  $TiO_2$ , 11,23% G.Ž.. Sa sjeveroistočne i jugozapadne strane izdanak je ograničen rasjedima (slika 6.14). Geološke rezerve crvenog boksita C<sub>2</sub> kategorije u Međugorju iznose 110.000t (Kalezić i Rašović, 1970). Južno od Međugorja na udaljenosti od oko 500m nalazi se pojava boksita **Javorje**, otkrivena u vidu izdanaka na dužini oko 130m.

U lokalnosti **Alina lokva**, na južnim padinama Lisca, otkriveni su crveni boksiti na tri mjesta. Debljina boksita u zapadnoj pojavi iznosi oko 2 m. Centralna pojava je istovremeno i najmanja, dužine oko 25 m i debljine oko 2 m. Najveća pojava boksita udaljena je od prethodne oko 200 m u pravcu sjeveroistoka. Javlja se u vidu boksitnog sočiva na dužini oko 100 m, debljine oko 8m, i bočno sasvim isklinjava. Boksiti ove lokalnosti su crvene i tamnocrvene boje, škrljavi i trošni, mjestimično oolitični i pizolitični. Srednji hemijski sastav boksita Aline lokve je: 43,48%  $Al_2O_3$ , 23,69%  $SiO_2$ , 18,78%  $Fe_2O_3$ , 2,30%  $TiO_2$  i 10,62% G.Ž..



U neposrednoj blizini Aline lokve otkriven je izdanak boksita u **Mrkalj dolu**, na dužini oko 100m, debljine do 3,5m. Po obliku, to je boksitno sočivo koje bočno isklinjava. Boksit je crvene boje i pizolitične strukture, sa čestim nepravilnim sočivima bijelog boksita. Donji dio sloja koji je u direktnom kontaktu sa slabo brečastom podinom je bjeličastožučkast, trošan i glinovit. Srednji hemijski sastav je: 45,46%  $Al_2O_3$ , 20,47%  $SiO_2$ , 20,35%  $Fe_2O_3$ , 2,08%  $TiO_2$  i 10,93% G.Ž..



Sl. 6.14: Geološki profil Gostilje–M. Lisac–Javorak–Plačnik. Prema Kalezić i Rašović (1970), modifikovano

Pojava boksita **Javorak** otkrivena je u vidu izdanka debljine 5 do 8m, na dužini oko 200m. U gornjem dijelu boksitnog tijela otkrivenog raskopima nalaze se tamnocrveni pizolitični boksiti, dok srednji i gornji dio izgrađuju tamno crveni kompaktni boksiti sa sitnim oolitima i rijetkim pizolitima, u kojima je sadržaj silicije nešto niži nego u pizolitičnim boksitima. Srednji hemijski sastav boksita Javoraka je: 46,02%  $Al_2O_3$ , 20,54%  $SiO_2$ , 20,55%  $Fe_2O_3$ , 1,84%  $TiO_2$  i 10,73% G.Ž.. Na kontaktu lijaskih i gornjojurskih sedimenata, mjestimično se zapažaju tragovi žučkastog i glinovitog boksita debljine do 5 cm koji maskiraju direktni kontakt. Južno od ove pojave, javlja se pojava boksita **Željeva duga**, koja predstavlja boksitno sočivo, otkriveno na dužini oko 60m, sa debljinom do 2m. Boksiti su tamnocrvene boje, kompaktni, oolitični i mjestimično pizolitični. Na kontaktu sa povlatnim glinama karakteristično je izbeljivanje. Sadržaj osnovnih komponenti je: 45,99%  $Al_2O_3$ , 23,56%  $SiO_2$ , 17,06%  $Fe_2O_3$ , 1,60%  $TiO_2$  i 11,55% G.Ž.. Po sastavu vrlo slične karakteristike prethodnoj, ima pojava boksita **Tijesno ždrijelo**, koja je otkrivena u vidu izdanka na dužini od 100m, debljine do 2m. Boksit je u donjem dijelu sloja žučkast i glinovit, a u gornjem dijelu tamnocrven i škriljav. Najmanja od svih ovih pojava otkrivena je na **Košućoj glavi**. Ona predstavlja boksitno sočivo, otkriveno na dužini od oko 50m. Boksit je pretežno žučkaste boje, trošan i glinovit.

Istočno od Kopilja, otkrivena je usamljena pojava tamnocrvenih jurskih boksita sa rijetkim pizolitima **Seoca**, koji sadrže: 51,24%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 14,80%  $\text{SiO}_2$ , 18,20%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2,86%  $\text{TiO}_2$  i 12,40% G.Ž. (Burić, 1966).

### 6.3. JURSKI BOKSITI NA DOGER–OKSFORDSKIM KARBONATNIM SEDIMENTIMA

Kraće trajanje emerzione faze u odnosu na terene izgrađene od lijaskih i naročito gornjotrijaskih karbonatnih sedimenata uslovalo je slabije izdiferenciranu i relativno ravnu površinu paleoreljefa karbonatnih terena doger–oksfordske starosti. I pored toga, u ovim sedimentima uočavaju se plitke depresije i vrtače sa palokarstnim formama predstavljenim brečiziranim krečnjacima sa boksitnim vezivom, pukotinama i šupljinama zapunjenim boksitičnim i glinovitim materijalom, korozionim i moldičkim šupljinama.

U Rudnom rejonu Vojnik–Maganik, u području Mrtvog Dubokog i kanjona Mrtvice na sprudnim i subsprudnim doger–oksfordskim krečnjacima otkrivene su pojave crvenih jurskih boksita u lokalnostima Ivova (Velja) Lazba i Pino Selo. Jurski boksiti su otkriveni i u više mesta u kanjonu Morače, na potezu od lokalnosti Kalac preko Osojnika i Bijele stijene do tunela br. 9 na magistrali Podgorica–Kolašin (Pajović i sar., 2016). Ovi boksiti leže na sedimentima oksforda koje izgrađuju sprudni i subsprudni krečnjaci sa koralima, hidrozoama, briozoama, krinoidima, foraminiferama, algama. Povlatu svim pojavama boksita čine krečnjaci gornjeg kimeridža–titona.

Rudni rejon Prekornice karakterišu pojave crvenih jurskih boksita na području Radovča i Kopilja: Crnač do, Strana (iznad Crnač dola), Crveno prlo, Podgrabovlje, Crvena prodo, Vranja ulica, Pantelijev vrh, Seoca i Broćnik (Kalezić i Rašović, 1970; Ivanović i Rašović, 1976), i na prostoru Kamenika i Trmanje: Kamenik, Jelenak, Crvena glavica, Crveni ubao, Donje polje i Barni do (Rašović i Ivanović, 1975). U podini ovih boksita, u svim lokalnostima nalaze doger–oksfordski krečnjaci, dok su povlatni krečnjaci i dolomitični krečnjaci vrlo slični i pripadaju gornjem kimeridžu–titonu.

U kanjonskom dijelu rijeke Mrtvice na nadmorskoj visini oko 1.000 m, djelimično je otkrivena pojava boksita **Ivova Lazba**. Pajović i sar. (2016) smatraju da je primarni boksit na kontaktu sa paleoreljefom, debljine oko 1 m, maskiran deluvijalnim nanosom i da su dva otkrivena nivoa boksita nastala pretaložavanjem primarnih boksita sa visočijeg dijela paleoreljefa u prvim fazama gornjojurske transgresije, dok njihov hemijski sastav ukazuje da pripadaju glinovitim boksitima.

Na potezu od kanjona rijeke Mrtvice, preko Pino sela do pećine Vranštice iznad Mrtvog Dubokog, na dužini od oko 2.5 km, duž eroziono-diskordantne granice javljaju se tragovi i izdanci boksita najveće debljine do 2 m najkarakterističniji u lokalnosti **Pino selo**. Predstavljeni su, najčešće, crvenim i rumenim pelitomorfni uškrljenim boksitima, sa vrlo sitnim oolitima, te pizolitičnim boksitima, i na vrhu konglomeratima od pretaloženih boksitnih šljunkova i oblutaka od krovinskih krečnjaka. Po hemizmu pripadaju prelazu između boksitnih glina i glinovitih boksita.

U lokalnosti **Kalac** na dužini od oko 60 m, duž eroziono-diskordantne granice, javljaju se tri mala izdanka boksita u vidu nepravilnih sočiva, na paleokarstifikovanom oksfordskom paleoreljefu. Boksiti su crveni pelitomorfni sa sitnim oolitima, debljine do 1 m. Preko boksita nalazi se sloj konglomerata izgrađen od sitnih oblutaka podinskih i krovinskih krečnjaka i oblutaka od boksita, sa boksitičnim vezivom, a potom i sloj crvenih pretaloženih boksita.

U lokalnosti **Osojnik**, na dužini od oko 800 m duž eroziono-diskordantne granice između karbonata starijeg oksforda i gornjeg kimeridža-titona, javljaju se izdanci i tragovi jurskih boksita. Boksiti Osojnika predstavljaju kontinuirani izdanak boksita, u vidu sloja, debljine do 3 m, na dužini od oko 500 m. U produžetku prema sjeveroistoku boksiti se ispoljavaju u vidu tragova i sočivastih izdanaka dužine od 10 do 20 m. To su uglavnom pelitomorfni boksiti sa čestim oolitima i rijetkim pizolitima u donjem i srednjem dijelu stuba. Gornji dio izgrađuju tamnocrveni pizolitično-konglomeratični boksiti. Poluzaobljeni komadi boksita su veličine do 2 cm, a sastavljeni su uglavnom od pizolitskih boksita. Za boksite Osojnika karakteristično je da nedostaju povlatne gline, umjesto kojih se javljaju

konglomeratične stijene, obično krečnjački konglomerati koji sadrže i oblutke boksita, a vezivo im je redovno od boksitnog materijala. Srednji hemijski sastav boksita Osojnika je: 44,91%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 22,08%  $\text{SiO}_2$ , 18,78%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,54%  $\text{TiO}_2$  i 0,73%  $\text{CaO}$  i 11,83% G.Ž..

Boksiti **Bijele Stijene** predstavljaju nastavak boksita Osojnika ka koritu rijeke Morače. Boksiti su tamnocrveni, oolitično-pizolitične strukture, masivne teksture i vjerovatno pripadaju primarnim boksitima. U njihovoj povlaci, nalaze se boksitni konglomerati i konglomeratični krečnjaci. Srednji hemijski sastav boksita ove pojave je: 37,81%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 28,08%  $\text{SiO}_2$ , 19,40%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,28%  $\text{TiO}_2$ , 13,10% G.Ž. i 0,63%  $\text{CaO}$ .

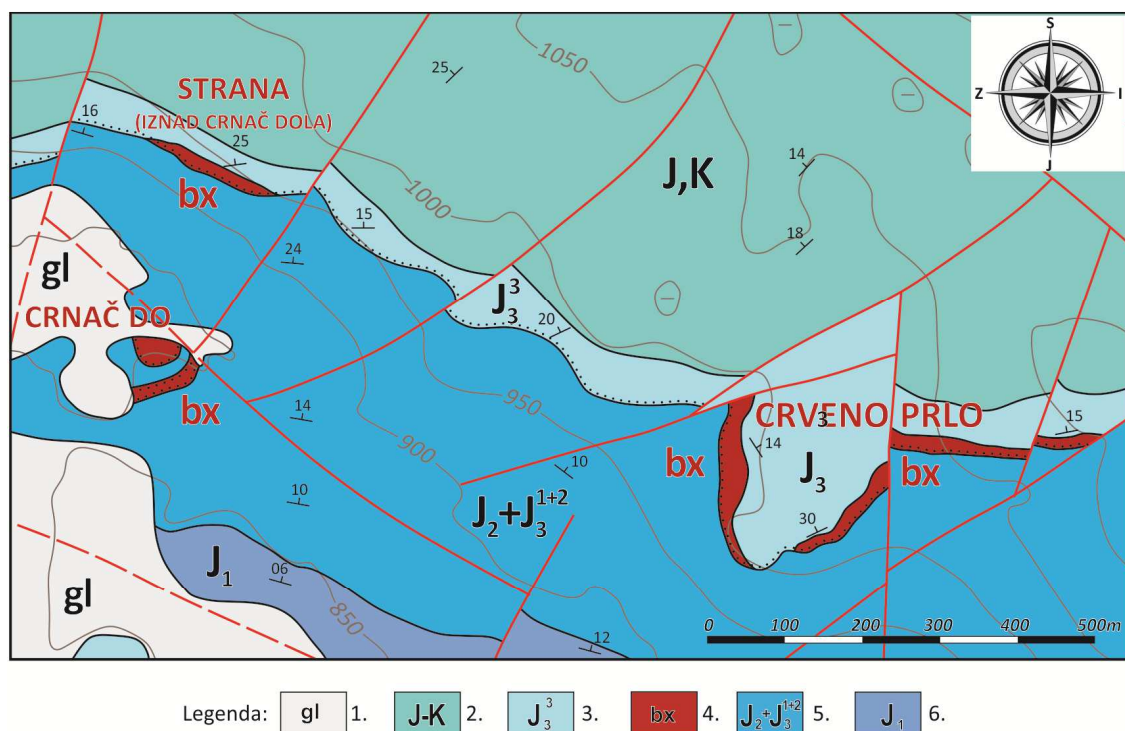
U Rudnom rejonu Prekornica, sjeveroistočno od Radovča, nalazi se na ovom terenu najznačajnija pojava boksita Crveno prlo, pored koje su otkrivene i istraživane još tri manje pojave: Strana (iznad Crnač dola), Crnač do i Podgrabovlje (slika 6.15).

Boksiti **Crvenog prla** imaju veću debljinu i kvalitetniji su u odnosu na ostale pojave boksita ovog terena. Njihova debljina na pojedinim mjestima iznosi 15 do 20 m. To su veoma kompaktni, na pojedinim mjestima rastresiti crveni, tamnocrveni, čvrsti, gvožđeviti, ređe pizolitični ili svijetlocrveni boksiti. Hemijski sastav im je: 50,86%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 19,91%  $\text{SiO}_2$ , 16,16%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,85%  $\text{TiO}_2$  i 11,53% G.Ž..

Na lokalnosti **Podgrabovlje** otkriven je izdanak crvenih, tamnocrvenih i mjestimično blijedocrvenih boksita, na dužini od 50 m, debljine 6 do 8 m. Njihov hemizam je: 46,03%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 20,42%  $\text{SiO}_2$ , 19,42%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2,02%  $\text{TiO}_2$  i 11,27% G.Ž..

Na lokalitetu **Crnač do**, u udubljenjima paleoreljefa nalaze se dvije pojave tamnocrvenih kompaktnih boksita, sa sličnim hemijskim sastavom kao u ostalim pojavama.

U **Strani** iznad Crnač dola, otkriveni su tamnocrveni boksiti sa muglama blijedocrvenog boksita. Pružaju se na dužini od oko 200 m dok im je debljina do 8 m. Srednji hemijski sastav ovih boksita je: 45,14%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 19,70%  $\text{SiO}_2$ , 21,00%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,96%  $\text{TiO}_2$  i 11,10% G.Ž. (Kalezić i Rašović, 1970; Ivanović i Rašović, 1976).



1. Glacijalne tvorevine, 2. Sivi mikrokristalasti krečnjaci sa tintinidama (*Campbelliella mileši mileši*) i bijeli i sivobijeli saharoidni dolomiti titona i najstarije donje krede, 3. Sivožuti, mikrodetritični, slojeviti i bankoviti krečnjaci gornjeg kimridža - titona sa klikeinama (*Clypeina jurassica*), 4. Crveni i tamnocrveni masivni, rjeđe oolitični boksit, 5. Sivi i tamnosivi, kristalasti krečnjaci, sa muglama rožnaca i koralima, doger-oksfordske starosti, 6. Sivi i tamno sivi, žučkasti, bankoviti i slojeviti lijaski krečnjaci sa litotisisima

Sl. 6.15: Geološka karta užeg prostora pojava Crveno prlo, Strana i Crnač do. Prema Ivanović i Rašović (1976), modifikovano

Na jugoistočnim i južnim padinama Pantelijeva vrha, jugozapadno od Radovča otkrivene su tri pojave boksita: Vranja ulica, Smrekova glavica (Crvena prodo) i Pantelijev vrh.

Pojava boksita **Vranja ulica** sastoji se od dva manja boksitna sočiva. Južna pojava je manja i otkrivena je na dužini od oko 15 m i debljine je do 2 m. Druga sjeverna i veća pojava je otkrivena na dužini od oko 35 m, debljine do 3 m. Boksiti su crveni i tamnocrveni, kompaktni i pizolitični. Sadrže: 47,55% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 18,40% SiO<sub>2</sub>, 19,73% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,86% TiO<sub>2</sub> i 11,27% G.Ž..

Pojavu **Pantelijev vrh** izgrađuju crveni, tamnocrveni i svijetlocrveni kompaktni boksiti. Izdanak se pruža na dužini od oko 250 m, a njegova debljina je 5 do 10 m. Njihov hemizam je: 46,24% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 23,60% SiO<sub>2</sub>, 17,25% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,21% TiO<sub>2</sub> i 10,54% G.Ž..



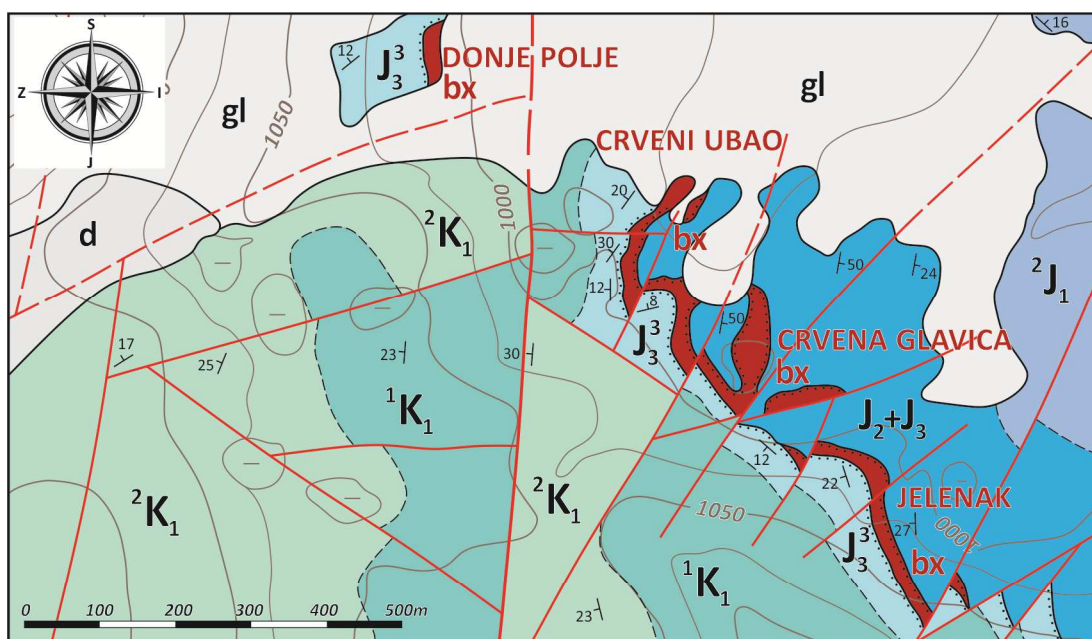
Boksiti pojave **Smrekova glavica** (Crvena prodo) su crveni i tamnocrveni i prostiru se na dužini od 250–300m u vidu manjih i većih izdanaka debljine i 10 do 15 m. Karakteriše ih sledeći sadržaj glavnih oksida: 50,62%  $Al_2O_3$ , 19,67%  $SiO_2$ , 16,77%  $Fe_2O_3$ , 1,37%  $TiO_2$  i 11,55% G.Ž. (Kalezić i Rašović, 1970; Ivanović i Rašović, 1976).

Istočno od Radovča otkrivena je i usamljena pojava crvenih boksita **Broćnik** sa sledećim hemizmom: 54,96%  $Al_2O_3$ , 14,52%  $SiO_2$ , 16,00%  $Fe_2O_3$ , 1,54%  $TiO_2$ , 0,36% CaO i 12,26% G.Ž..

Boksite na lokalitetu **Kamenik** čine dvije otkrivene pojave koje su medjusobno tektonski razdvojene rasjedom generalnog pravca pružanja pravca istok–zapad. Izdanci su otkriveni na dužini od oko 200 m, debljine od 2 do 5 m. Boksit je crvene i tamnocrvene boje, pizolitičan i stinooolitičan, sa muglama bijelog boksita. Srednji hemijski sastav boksita je: 50,30%  $Al_2O_3$ , 16,71%  $SiO_2$ , 19,99%  $Fe_2O_3$ , 0,33% CaO i 10,80% G.Ž. (Rašović i Ivanović, 1975).

Prostor Trmanje karakteriše pojava više izdanaka crvenih jurskih boksita (slika 6.16). Lokalnost **Crvena glavica** predstavlja pojavu otvorenog tipa gdje su krovinski sedimenti erodovani, a boksit se u vidu zaobljenog brda izdvaja u paleoreljefu. Dužina otkrivene pojave boksita iznosi 100 do 120 m, a debljina 8 do 10 m. U ovoj pojavi otkriven je crveni blijedocrveni i tamnocrveni, kompaktni, rijetko i slabo oolitični boksit. U crvenom boksitu se često nalaze manje i veće mogle, rijetko sočiva bijelog boksita.

Boksitna pojava **Crveni ubao** otkrivena je na dužini od oko 170 m. Između lokalnosti Crvena glavica i Crveni ubao nalazi se rasjedima izdvojeni dio terena gdje je otkrivena pojava crvenog i blijedocrvenog boksita koja ima sačuvane podinske i krovinske sedimente. Dužina ove pojave je oko 100 m. U krovinskom dijelu boksita nalazi se sloj žutog i šarenog, mjestimično pizolitičnog glinovitog boksita. Debljina boksita na lokalitetu Crveni ubao i pojave između ove i Crvene glavice kreće se do 4 m. Srednji hemijski sastav boksita Crvene glavice i Crvenog ubla, na osnovu 16 proba iznosi: 49,49%  $Al_2O_3$ , 22,52%  $SiO_2$ , 14,62%  $Fe_2O_3$ , 1,46%  $TiO_2$ , 0,34% CaO i 11,82% G.Ž..



Legenda: d 1. gl 2.  $^2K_1$  3.  $^1K_1$  4.  $J_3$  5. bx 6.  $J_2+J_3$  7.  $^2J_1$  8.

1. Deluvijum, 2. Glacijalne tvorevine, 3. Sivobijeli i sivožučkasti, saharoidni, slojeviti i bankoviti dolomiti starije donje krede, 4. Bijeli i sivobijeli, mjestimično slabo dolomitični krečnjaci sa presjecima tintinida (*Campbelliella mileši mileši*), 5. Sivožučkasti, jedri, mikrokristalasti, slojeviti i bankoviti krečnjaci sa presjecima klipčina (*Clypeina jurassica*), 6. Tamnocrveni i crveni masivni, sitnoolitni boksiti, 7. Sivi i tamnosivi, kristalasti, karstifikovani doger-oksfordski krečnjaci sa koralima i krinoidima, 8. Grudvasti, mjestimično kristalasti, bankoviti i slojeviti, žučkastosivi lijaski krečnjaci sa litotisisima

Sl. 6.16: Geološka karta južnog dijela Trmanje. Prema Rašović i Ivanović, (1975) modifikovano

Lokalnost **Jelenak** nalazi se na krajnjem južnom dijelu Trmanjskog polja, na sjeveroistočnim padinama brda Jelenak. Pojava boksita otkrivena je na dužini od oko 270 m. Boksit je uglavnom kompaktno, mjestimično pizolitično, crvene i tamnocrvene boje. Pri krovini boksita konstatovano je prisustvo žutog i crvenožutog glinovitog boksita. Debljina boksita ove lokalnosti je do 7m, a prosječno sadrže: 49,40%  $Al_2O_3$ , 21,93%  $SiO_2$ , 15,05%  $Fe_2O_3$ , 1,49%  $TiO_2$  i 11,66% G.Ž..

U lokalnosti **Donje polje**, na jugozapadnom dijelu Trmanjskog polja javlja se manji izdanak boksita koji je na površini otkriven u dužini 20–30 m.

Lokalnost **Barni do** nalazi se na sjeveroistočnom obodu Trmanskog polja. Pojava boksita je dužine oko 150m, a debljina mu varira od 2 do 6 m. Prema sjeveru pojava boksita se završava na većem rasjedu koji se pruža u pravcu istok–zapad.

Boksit u ovoj lokalnosti je crvene do tamnocrvene boje, sitnooolitičan, rijetko i pizolitičan. U krovinskom dijelu nalazi se žuti, glinoviti boksit debljine 10 do 15 cm. Boksiti prosječno sadrže: 49,66%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 20,91%  $\text{SiO}_2$ , 16,50%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,71%  $\text{TiO}_2$ , 0,40%  $\text{CaO}$  i 11,28% G.Ž. (Rašović i Ivanović, 1975).

## 7. MINERALNI SASTAV I GEOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA

U karstnim boksitima se nalaze oksidi i hidroksidi aluminijuma, gvožđa, titana, mangana, nikla i hroma, potom brojni minerali iz grupe silikata, karbonati, sulfidi, arsenidi, sulfati, fosfati, vanadati i arsenati, samородni elementi i organski minerali (Bárdossy, 1981).

*Glavni minerali.* U paragenezi ležišta boksita, sa ekonomskog aspekta, tri su glavna minerala boksita: dijaspor, bemit i hidrargilit (gibsit) (Crnički, 1987).

*Dijaspor:* rombični,  $\alpha$  AlO (OH) ili  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , tvrdoća 5 do 7, gustina oko  $3,4 \text{ g/cm}^3$ , vodu gubi na temperaturi od 400 do 500 °C. Elementarna ćelija:  $a_0=4,4$ ;  $b_0=2,4$ ;  $c_0=2,9 \text{ \AA}$ . U boksitu ga prate bemit, hematit, hidrohematit i halozit, podređeno hlorit, kalcit, pirit, markasit, siderit, hidroargilit i organska materija. Stabilan je u reduktivnim, neutralnim do slabo bazičnim uslovima (do pH 9,5).

*Bemit:* rombični,  $\gamma$  - AlO (OH) ili  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , tvrdoća oko 3,7, gustina oko  $3,1 \text{ g/cm}^3$ , vodu gubi na temperature od 400 do 500°C. Glavna razlika u odnosu na dijaspor je u veličini i obliku elementarne ćelije:  $a_0=2,9$ ;  $b_0=12,21$ ;  $C_0=3,7 \text{ \AA}$ . U boksitu ga prate hematit, getit, hidrargilit, dijaspor i hloriti. Stabilan u slabijim oksidacionim uslovima, kod pH 4,5 do 7,5.

*Hidrargilit (gibsit):* monoklinični,  $\gamma$  -Al (OH)<sub>3</sub> ili  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , tvrdoća oko 3, gustina od 2,3 do 2,4, vodu gubi na temperaturama 170 do 300°C i 400 do 500°C. U boksitu

ga prate hematit, getit, kaolinit, halozit i bemit. Stabilan u jakim oksidacionim uslovima, kod pH 4,5 do 7,5.

Od pratećih minerala u karstnim boksitima su najčešći minerali gvožđa hematit-getit (42%) i hematit (23%); minerali glina – kaolinit (65%) i minerali titana – anatas i rutil (90%).

*Elementi rijetkih zemalja.* U boksitima su zastupljeni i minerali elemenata rijetkih zemalja sinhizit-(Nd), bastnezit-(La), (Ce) i (Nd), monacit-(La) i (Nd) i gojazit-(Nd) (Maksimović and Panto, 1978; Maksimović, 1982 i dr.). Elementi rijetkih zemalja članovi su IIIb grupe periodnog sistema elemenata. Karakteriše ih specifična elektronska struktura atoma. Spoljne orbitale 6s, 5p i 5s popunjene su s elektronima, a postepeno od Ce do Yb popunjava se unutrašnja orbitala 4f. U hemijskim vezama i reakcijama učestvuju u najvećoj mjeri samo spoljašnje orbitale, svi lantanidi su prema okolini gotovo jednako hemijski inertni i slično se hemijski ponašaju. Iako se Sc, Y i La sastoje od manjeg broja elektrona u odnosu na lantanide, njihov spoljašnji elektronski sloj sličan je onom kod lantanida, što ih čini hemijski bliskim lantanidima. Od svih grupa hemijskih elemenata u periodnom sistemu, grupa elemenata rijetkih zemalja predstavlja najbrojniju grupu sličnih elemenata. Naziv „*elementi rijetkih zemalja*“ obuhvata 17 hemijskih elemenata: Sc, Y i 15 elemenata redom od La do Lu. Naziv „*lantanidi*“ obuhvata i 14 hemijskih elemenata, koji se obično ispisuju kao posebna tabela u periodnom sistemu elemenata, a to su redom elementi od Ce do Lu. Naziv „*La-serija*“ obuhvata hemijski element La i 14 lantanida (Crnički, 1987).

Povećanjem rednog broja povećava se i naelektrisanje jezgra, pa i privlačna snaga jezgra. Kako se kod toga ne mijenja kvantno stanje (broj elektrona se povećava samo u unutrašnjoj ljuski 4f) dolazi do postepenog smanjenja jonskog radiusa u La-seriji, od La do Lu, što nazivamo kontrakcijom lantanida. Normalno stanje svih elemenata rijetkih zemalja je 3<sup>+</sup> stepen oksidacije. Cerijum, prazeodim i terbijum se mogu javiti i kao Ce<sup>4+</sup>, Pr<sup>4+</sup> i Tb<sup>4+</sup> pri čemu je Ce<sup>4+</sup> stabilan i javlja se u mineralima i stijenama, Pr<sup>4+</sup> i Tb<sup>4+</sup> su nestabilni i ne nalaze se u prirodi. Anomalni stepen oksidacije 2<sup>+</sup> imaju Sm, Tm i Yb. Hloridi i nitrati REE potpuno su rastvorljivi u vodi.



Sulfati tipa  $\text{Ln}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  lakše se rastvaraju u ledeno-hladnoj vodi, nego na sobnoj temperaturi. U prisustvu K, Na i  $\text{NH}_4$  sulfati lantanida grade kompleksna jedinjenja tipa  $\text{Ln}[\text{K}(\text{SO}_4)_2] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Bazičnost hidroksida lantanida se smanjuje od La do Lu. Hidroksidi se talože pri pH 6,0 do 8,4 i nerastvorljivi su u višku amonijaka, NaOH ili KOH, ali se rastvaraju u kisjelinama. Fluoridi, karbonati, fosfati i oksalati elemenata rijetkih zemalja ne rastvaraju se u neutralnim i bazičnim rastvorima. Fluoridi nijesu rastvorljivi ni u kisjelinama. Elementi rijetkih zemalja često ulaze u kompleksna jedinjenja s kalijumom, natrijumom, amonijakom, fluorom, fosforom i karbonatima.

*Flour-karbonatnoj grupi minerala REE* u karstnim boksitima pripada *sinhizit* –  $\text{Ca}(\text{Ce, La})(\text{CO}_3)_2\text{F}$ , sličan parizitu i rentgenitu, iz grupe karbonata s fluorom. *Sinhizit* –  $(\text{Nd})$  je značajna podvrsta minerala za boksite (Maksimović and Roaldset 1976; Makismović i Panto, 1978 i 1981).

*Basnezit* –  $\text{Ce}(\text{CO}_3)\text{F}$  je najvažniji mineral u ekonomskoj geologiji elemenata rijetkih zemalja. Pronađene su podvrste: hidroksilbastnezit (dio  $\text{F}^-$  zamijenjen s  $\text{OH}^-$ ) i itrijumbastnezit. U boksitima se javljaju: bastnezit–(Ce), bastnezit–(La) i bastnezit–(Nd). Bastnezit–(Ce) je nađen u ležištu Marmara (Grčka) neposredno iznad kontakta s podinskim krečnjacima, i to vezan uz glinovito – serpentinski mineral brinleit, bogat niklom (Maksimović and Panto, 1983). U neposrednoj blizini je nađen i bastnezit–(La) (Maksimović and Panto, 1980). Basnezit–(Ce) je dokazan i u području Vlasenice, kao i u ležištu Negyharsany (Mađarska) gdje se javlja u vidu nepravilnih segregacija (Bardossy i dr., 1976), u kojima dominira Ce, ali ima mnogo La i Nd, tako da se radi o fluor-karbonatu Ce, La i Nd. Maksimović and Panto (1983) utvrdili su obogaćenje elementima rijetkih zemalja u podinskim dijelovima ležišta boksita u Nikšićkoj Župi (Štitovo, Zagrad i dr.), gdje se bastnezit javlja u vidu nepravilnih nagomilanja veličine do nekoliko milimetara. Dio fluora je zamijenjen hidroksilnom grupom, a od elemenata rijetkih zemalja dominiraju Nd i La. Hidroksilbastnezit–(Nd) je prvi put nađen u Crnoj Gori i opisan od strane Maksimović and Panto (1983 i 1985). Minerali bastnezitne grupe nađeni su i u podinskom dijelu ležišta boksita San Giovanni Rotondo u Italiji (Bardossy i Panto, 1973). Mondillo et al. (2011) navode da je obogaćenje REE u ležištima krednih

karstnih boksita formiranih u toku emerzionih faza na Apeninskoj karbonatnoj platformi (Campania region u južnoj Italiji) vezano za minerale iz grupe basnezita, ali i autigene fosfatne minerale. Boni et al., (2012) na uzorcima boksita iz lokacija Regia Piana i Bocca della Selva (Matese Mts.) pronašli su detritične minerale monacit i ksenotim, koje su ranije odredili Bardossy et al. (1977) i Mondillo et al. (2011) u boksitima Caserta district. Boni et al., (2013) u boksitima južnih Apenina (Abruzi Mts, Apulia, Campania) konstatuju obogaćenja Ce i drugim elementima rijetkih zemalja, vezujući ih sa mineralima bastnazit grupe, kao i sa pojavom autigenih fosfata sa visokim koncentracijama Ce, La i Nd.

*Fosfatnoj grupi minerala REE* u karstnim boksitima pripada *monacit*-Ce(PO<sub>4</sub>). Pored Ce u monacitu se često nalaze i drugi lantanidi. U površinskim uslovima je postojan, ali je poznato da se ponekad raspada u žutu koru rabdofanita Ce(PO<sub>4</sub>)·H<sub>2</sub>O. Uz bastnezit, monacit je glavni mineral za dobijanje elemenata rijetkih zemalja. Kao podvrsta javlja se *čeralit* s povišenim sadržajem Ca i Th. *Monacit*-(Nd) je značajan u boksitima. Prvi put je nađen u ležištu boksita Marmara u Grčkoj (Maksimović and Roaldset, 1976; Maksimović and Panto, 1980), gdje se javlja uz glinovito-serpentinski mineral *brindleit*, zajedno s bastnezitom. *Monacit*-(La) je nađen u Štitovu i Liverovićima u Nikšićkoj Župi i ima niske sadržaje Th i Ce. *Gojazit*-SrAl<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>5</sub>·H<sub>2</sub>O, se redovno javlja zajedno sa *florensitom*-CeAl<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> i *krandalitom*-CaAl<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>5</sub>·H<sub>2</sub>O. *Gojazit*-(Nd) pronađen je u ležištu Nazda kod Vlasenice (Maksimović and Panto, 1983 i 1985).

*Ksenotim*-Y(PO<sub>4</sub>). Često Y<sup>3+</sup> zamjenjuje Ln<sup>3+</sup>. U površinskim uslovima je stabilan, a ponekad se transformiše u *čerčit*-(Y,Er,La)(PO<sub>4</sub>)·2H<sub>2</sub>O. U Mađarskoj (Gant, Iszkaszentgyorgy i dr.) ksenotim se javlja u boksitima sa zrnima veličine od 1 do 20 mikrometra (Bardossy i dr., 1976). Osim Y sadrži: Dy, Er, Yb, Gd, Ho, Sm i druge landanide.

Rabdofanit La(PO<sub>4</sub>)·H<sub>2</sub>O, florencit LaAl<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>, čerčit (Y,Er,La)[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O i ksenotim Y(PO<sub>4</sub>) su otkriveni u Parnasos ležištima boksita u Grčkoj (Laskou and Andreou, 2003).

\*  
\* \*

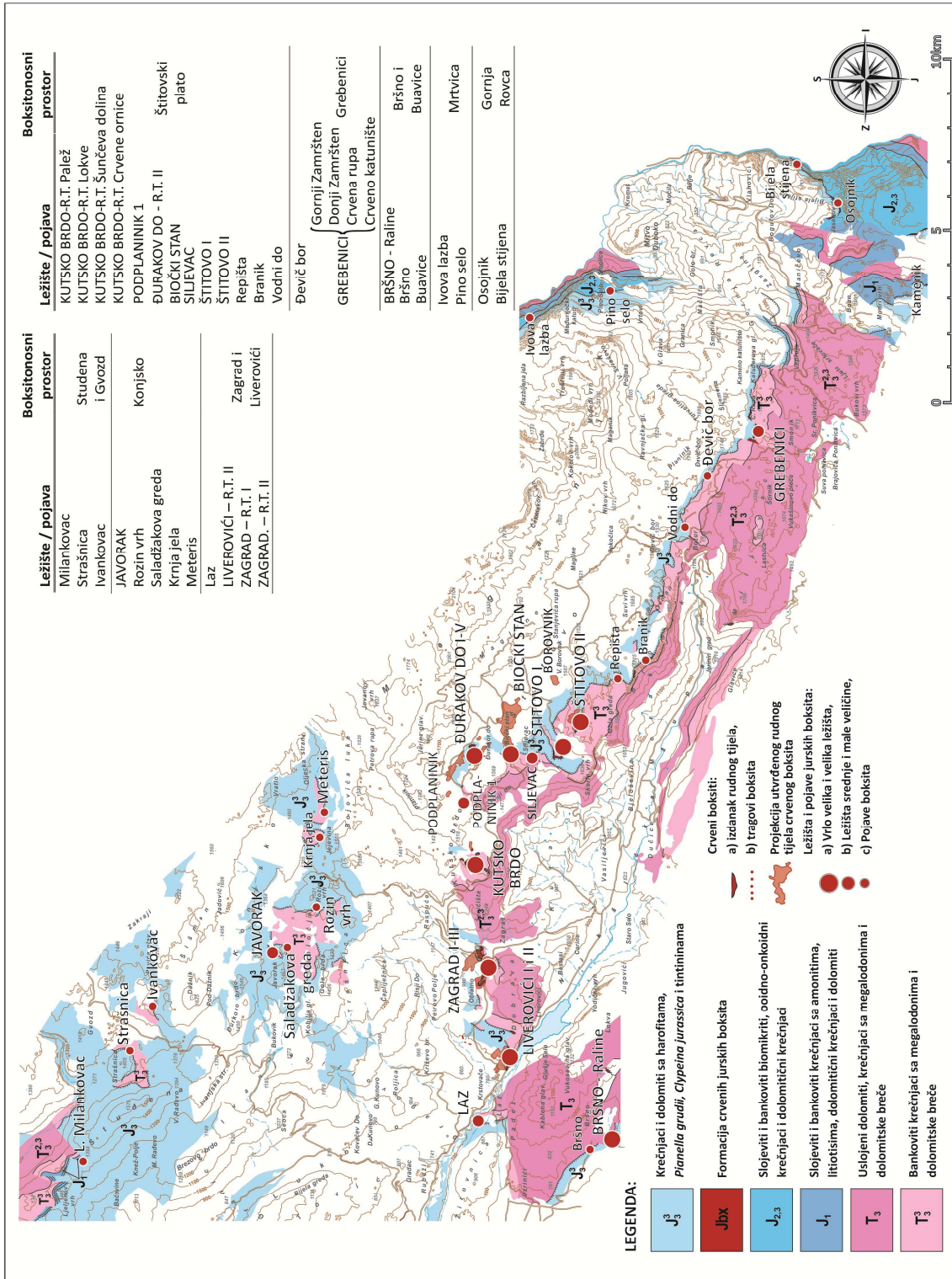
U narednim poglavljima su prikazani rezultati hemijskih, geohemijskih i mineraloških ispitivanja boksita dobijeni u toku izrade doktorske disertacije, odnosno realizacije projekta: "Izrada Metalogenetsko-prognozne karte boksitonosnog rejonu Vojnik-Maganik, 1:50.000", a potom i rezultate projekta "Istraživanje elemenata rijetkih zemalja u boksitima rudnih rejonu Vojnik-Maganik i Prekornica". Razlog ovakvog pristupa u prikazivanju rezultata istraživanja je primjena različitih metoda ispitivanja boksita, zbog čega su formirane i obrađene posebne baze podataka za sve primjenjene metode ispitivanja:

- VM\_01 – Hemijska ispitivanja;
- VM\_02 – Geohemijska ispitivanja ICP-MS;
- VM\_03 – Mineraloška ispitivanja DTA-TG;
- VMP\_04 – Geohemijska ispitivanja ICP-AES i ICP-MS;
- VMP\_05 – Mineraloška ispitivanja XRD;
- VMP\_06 – Mineraloška ispitivanja SEM-EDS.

#### 7.1. REZULTATI HEMIJSKIH, GEOHEMIJSKIH (ICP-MS) I MINERALOŠKIH (DTA I TG) ISPITIVANJA BOKSITA

Za proučavanje boksita boksitonosnog rejonu Vojnik-Maganik (slika 7.1), primijenjene su metode hemijskih (gravimetrija, volumetrija i kolorimetrija metodom), geohemijskih ispitivanja (ICP-MS) i mineraloških DTA i TG ispitivanja. Snimljeni stubovi boksitnih tijela, na ukupno 32 profila, su oprobavani po jedinstvenom principu, formirane su i pripremljene za analize pojedinačne (hemija i geohemija) i kompozitne probe (mineralogija), kao što je prikazano na primjerima (slika 7.2).

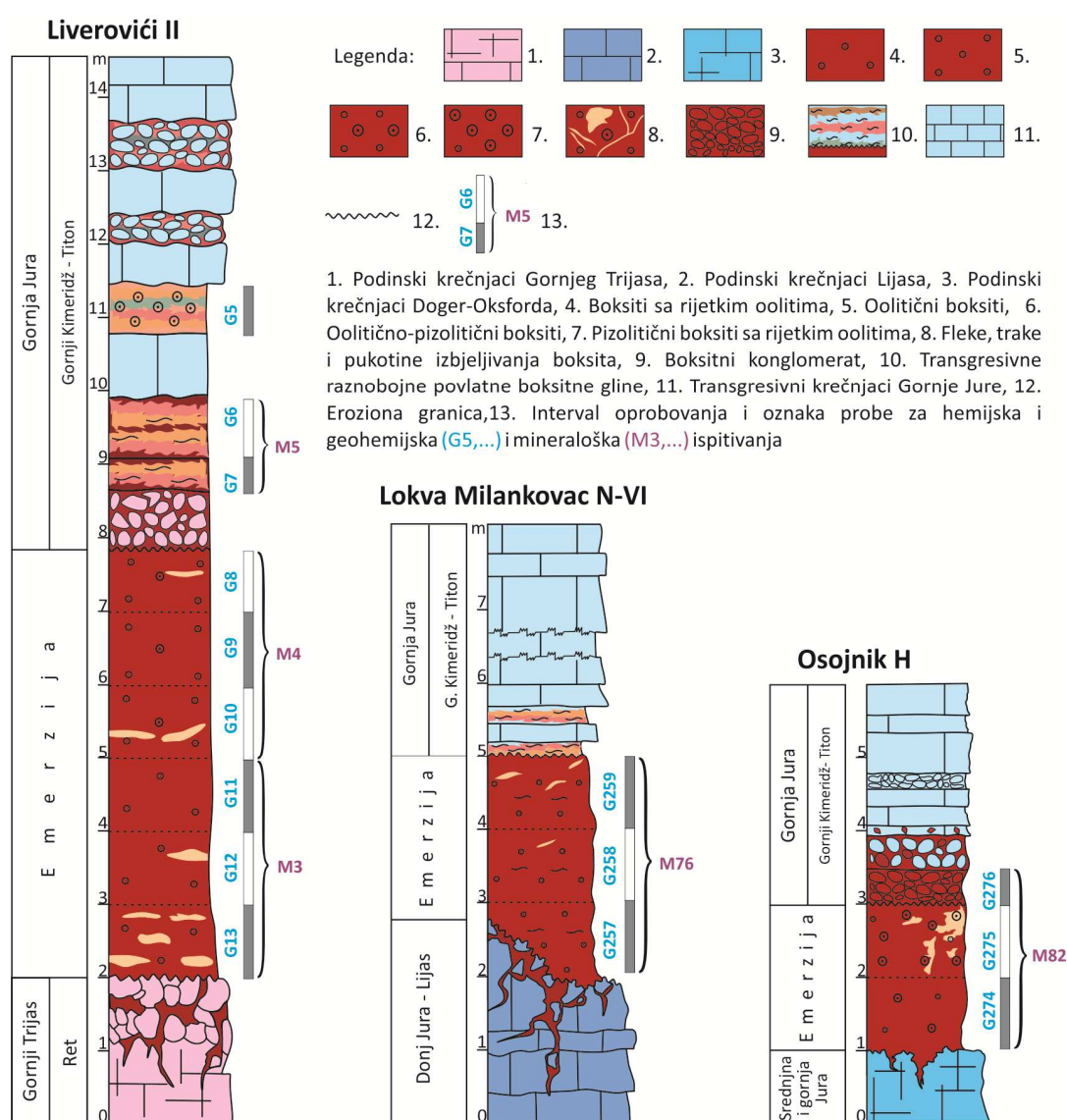
Hemijskim ispitivanjem i geohemijskim analizama boksita ICP-MS metodom analizirana su 232 uzorka (oznake G1-232) jurskih boksita iz 32 lokaliteta, koji su obrađeni i prezentirani u ovom radu. Zbog obimnosti materijala, svi rezultati hemijskih analiza i prikazani su u Dodatku 1 (VM\_1), a geohemijskih u Dodatku 2 (VM\_02).



Sl. 7.1: Istraživana ležišta i pojave jurskih karstnih boksita rudnog rejonu Vojnik-Maganik, (Projekat "Izrada Metalogenetsko-prognozne karte boksitonosnog rejonu Vojnik-Maganik, 1:50.000")



Hemijska ispitivanja boksita klasičnim metodama vršena su na šest standardnih komponenata:  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $CaO$  i G.Ž. Primjenom univarijantnih statističkih metoda, za svaku komponentu izračunato je pet parametara: minimum, maksimum, aritmetička sredina, standardna devijacija i koeficijent varijacije. Takođe, izvršeno je posebno grupisanje parametara za boksite na trijaskoj, lijaskoj i doger-oksfordskoj karbonatnoj podini i po genetskoj pripadnosti za primarne i pretaložene boksite i za povlatne boksitne gline, sa ciljem korelacije rezultata analiza po navedenim geološkim kriterijumima. Rezultati su prikazani u vidu histograma i tabelarno.



Sl. 7.2: Detaljni geološki stubovi boksitnih tijela: Liverovići II, Lokva Milankovac N-VI i Osojnik H, sa oznakama proba za hemijske i geohemijske i DTA-TG analize. Prema Pajović i sar., (2016), modifikovano i dopunjeno



### 7.1.1. Hemijska ispitivanja

Na osnovu rezultata primijenjenih univarijantnih statističkih metoda za obradu podataka o sadržaju glavnih oksida u boksitima rudnog rejonu Vojnik-Maganik (tabela 7.1; slika 7.3 b) moguće je zaključiti da se sadržaj  $\text{SiO}_2$  u boksitima na gornjotrijaskoj podini kreće u rasponu od 1,75 do 37,02%, sa srednjim sadržajem 14,12% i sa koeficijentom varijacije od 48%<sup>1</sup>.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  u ovim boksitima ima srednji sadržaj od 50,28%, raspon 16,47–66,4% i koeficijent varijacije 14%. Sadržaj  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  varira od 5,20 do 36,4%,  $\text{CaO}$  od 0,2 do 23,46% i  $\text{TiO}_2$  od 0,7 do 3,25%.

Podaci za boksite formirane na lijasu nijesu reprezentativni, obzirom da imamo samo jednu pojavu u navedenom rejonu (Lokva Milankovac). Dobijeni rezultati pokazuju ujednačenost sadržaja svih ispitivanih oksida (slika 7.3 c, g).

Tabela 7.1: Statistički parametri hemijskih analiza boksita (VM\_01)

Starost podine jurskih boksita	Statistički parametri		$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{G}\check{\text{Z}}$
			%	%	%	%	%	%
Boksiti rudnog rejonu Vojnik- Maganik (ukupno) (*n = 232)	Minimum	<b>Min</b>	1.75	14.56	5.20	0.20	0.70	9.38
	Maksimum	<b>Max</b>	37.14	66.40	36.40	23.46	3.25	28.55
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	15.38	49.25	18.85	1.54	1.92	13.00
	Standardna devijacija	$\sigma$	7.55	7.84	4.19	3.26	0.51	2.66
	Koeficijent varijacije	<b>Cv</b>	0.49	0.16	0.22	2.12	0.27	0.20
Boksiti na gornjem trijasu (n = 206)	Minimum	<b>Min</b>	1.75	16.47	5.20	0.20	0.70	9.38
	Maksimum	<b>Max</b>	37.02	66.40	36.40	23.46	3.25	28.00
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	14.12	50.28	19.08	1.54	1.98	12.97
	Standardna devijacija	$\sigma$	6.72	7.23	4.22	3.39	0.51	2.57
	Koeficijent varijacije	<b>Cv</b>	0.48	0.14	0.22	2.20	0.26	0.20
Boksiti na lijasu (n = 3)	Minimum	<b>Min</b>	27.16	34.40	19.10	0.20	1.70	12.18
	Maksimum	<b>Max</b>	28.86	39.00	19.20	0.55	2.50	12.90
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	28.01	36.83	19.17	0.37	2.07	12.45
	Standardna devijacija	$\sigma$						
	Koeficijent varijacije	<b>Cv</b>						
Boksiti na doger-oksfordu (n = 23)	Minimum	<b>Min</b>	11.72	14.56	10.80	0.40	1.10	11.46
	Maksimum	<b>Max</b>	37.14	58.31	21.60	6.40	1.80	28.55
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	25.06	41.57	16.73	1.67	1.44	13.34
	Standardna devijacija	$\sigma$	6.63	8.07	3.57	2.07	0.19	3.51
	Koeficijent varijacije	<b>Cv</b>	0.26	0.19	0.21	1.24	0.14	0.26

\*n - broj analiziranih uzoraka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vrijednost koeficijenta varijacije pomnožena je sa 100, da bi se varijabilitet izrazio u procentima.

<sup>2</sup> Broj analitičkih podataka u bazi VM\_01, za boksite koji se nalaze na različitoj podlozi, je različit, tako da rezultati i u matematičkom i geološkom smislu nijesu uvijek uporedivi, naročito kada su u pitanju boksiti na lijasu zbog malog broja uzoraka. Iz tog razloga nema smisla računati koeficijent varijacije za ove boksite.

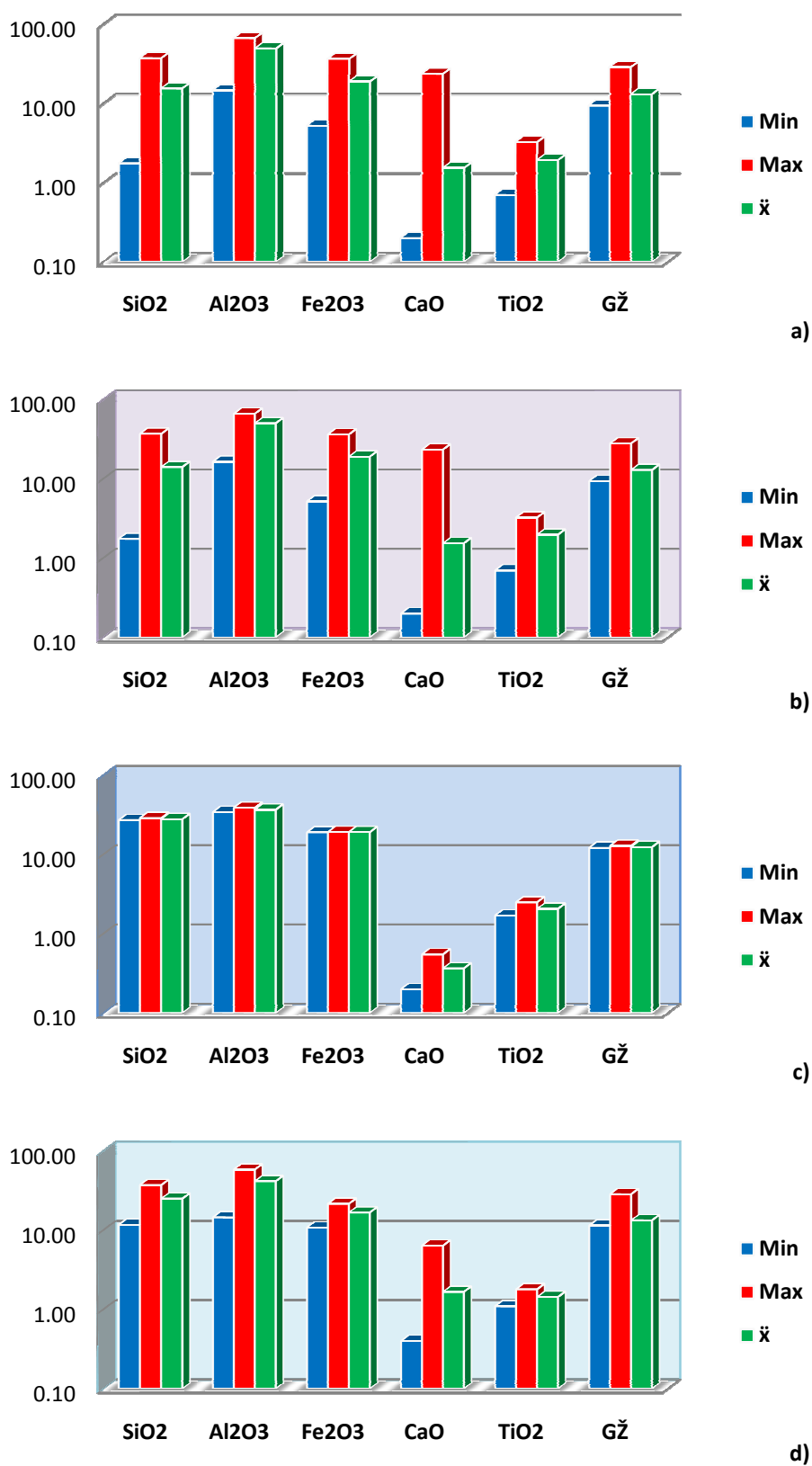
Sadržaj  $\text{SiO}_2$  u boksitima formiranim na doger-oksfordskoj podini je u rasponu 11,72–37,14%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14,56–58,31%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  10,80–21,60%,  $\text{CaO}$  0,4–6,4% i  $\text{TiO}_2$  od 1,1–1,8%, sa koeficijentima varijacije redom: 26%; 19%; 21%; 124% i 14%.

Podaci o sadržaju aluminijske i silicijске odražavaju stepen boksitizacije matičnog materijala u ispitivanim ležištima i pojavama. Sadržaj ovih oksida, a naročito  $\text{SiO}_2$  u primarnim boksitima, posebno onim formiranim na trijaskoj podini, varira od ležišta do ležišta, kao i unutar pojedinih ležišta i rudnih tijela i lateralno i u stubu. Ovdje treba imati u vidu, da se razmatrani podaci odnose i na rubne djelove ležišta i posebno pojava boksita (oprobovanje izdanaka malih dimenzija) zbog čega su varijacije sadržaja  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{SiO}_2$  znatnije izražene. Detaljnim istraživanjima ležišta jurskih karstnih boksita dokazan je mnogo manji raspon sadržaja ovih komponenata u primarnim ležištima, posebno u njihovim centralnim djelovima, što je prikazano u poglavlju 10.

Srednji sadržaj oksida i hidrokksida gvožđa je takođe očekivan i ujednačen u boksitima na sve tri podine – 18,85% (slika 7.3a). Niže vrijednosti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  u pojedinačnim probama vezane su za pretaložene boksite i boksitne gline u povlati ležišta i pojava boksita (Liverovići, Zagrad 2, Đurakov do, Biočki stan, G. Zamršten, Crveno katunište, Osojnik, Pino selo), ili za izbijeljene boksite u podinskim dijelovima boksitnih tijela (Lokve, G. Zamršten, Strašnica).

Visoke koncentracije  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  karakterišu donje i srednje djelove boksitnih tijela primarnih boksita (Palež, Đurakov do, Štitovo 1, G. i D. Zamršten, Crveno katunište, Meteris), ali i boksitne gline u povlati ležišta Zagrad 1 i Bršno.

Interesantni su i podaci o sadržajima  $\text{CaO}$ , koji imaju najizraženiji koeficijent varijacije, prosječno 212% (tabela 7.1). Izuzetno visoki sadržaji u pojedinačnim probama su vezani za pretaložene boksite i boksitne gline (Zagrad 1 i 2, Đurakov do, Biočki stan, Siljevac, Strašnica, Crveno katunište, Ivova lazba, Osojnik, Pino selo), kao i za djelove primarnih boksita Kutskog brda, Štitova 1 i 2 i Pino sela, koji mogu biti posledica epigenetske infiltracije zemnoalkalnim metalima.



Sl. 7.3: Histogrami osnovnih statističkih parametara analiziranih oksida u boksitima rudnog rejona Vojnik-Maganik (a); na trijaskoj (b), lijaskoj (c) i doger-oskfordskoj podini (d). Hemijska ispitivanja, (VM\_01).

Titan je poznat kao imobilan element u egzogenim uslovima, tako da oksidi Ti ne pokazuju značajnija kolebanja koncentracija u pojedinačnim probama. Sadržaj Ti se često koristi za proračun mobilnosti ostalih elemenata u cilju utvrđivanja stepena mobilnosti i potencijalnih izvora matičnog materijala za stvaranje ležišta boksita u egzogenim uslovima (Radusinović et al., 2017).

Prosječan gubitak žarenjem iznosi 13%, a sadržaji u pojedinačnim probama boksita na sve tri podine su ujednačeni (slika 7.3a). Visoke vrijednosti gubitka žarenjem se zapažaju, najčešće, u pojedinačnim uzorcima iz povlatnih glina i pretaloženih boksita i, rjeđe, gornjih djelova boksitnih tijela primarnih boksita (Laz, Zagrad 1 i 2, Kutsko brdo, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo 1, Strašnica Crveno katunište i Osojnik (Dodatak 1).

### 7.1.2. Geohemijska ispitivanja (ICP-MS)

Analiza rezultata ispitivanja proba boksita ICP-MS<sup>3</sup> metodom izvršena je na 9 makroelemenata i 32 mikroelementa. Ukupni rezultati ispitivanja po elementima, prikazani su tabelarno u Dodatku 2, po abecednom redu. Uzorci su definisani po pripadnosti ležištima i pojavama, stratigrafskoj pripadnosti podine (gornji trijas, lijas i doger-oksford) i po genetskom tipu (primarni boksiti, pretaloženi boksiti, povlatne boksitne gline). Primjenom univarijantnih statističkih metoda, izračunati su:  $x_{min}$  (minimum),  $x_{max}$  (maksimum),  $\bar{x}$  (aritmetička sredina),  $\sigma$  (standardna devijacija) i Cv (koeficijent varijacije).

Zbog velikog broja uzoraka sa sadržajem ispod granice detekcije iz analize su izuzeti Ag, Au i S. Statistička obrada i analiza rezultata izvršena je po elementima za boksite na podinama različite starosti. Rezultati su prikazani tabelarno i u vidu histograma, prvo za makroelemente, a potom i za mikroelementa.

---

<sup>3</sup> Nedostaci primijenjene metode (*Analisis-4-Acid Digestion, Group 1EX*) su u parcijalnom rastvaranju nekih minerala Cr i Ba, potom minerala elemenata rijetkih zemalja, kao i oksida pojedinih elemenata: Al, Hf, Mn, Sn, Ta i Zr.

Takođe, nedostatak je i detekcioni limit za Al, od 0,01 do 20%. Sadržaj Si nije obuhvaćen u okviru grupe ispitivanja *1EX* primijenjenom metodom.

## Rezultati ispitivanja makroelemenata

Geohemijska ispitivanja uzoraka boksita iz ležišta i pojava rudnog rejonu Vojnik-Maganik vršena su na sledeće makroelemente: Al, Fe, Ti, Ca, Mg, Na, K, P i Mn. Rezultati su prikazani u procentima. Primjenom univarijantnih statističkih metoda, nakon formiranja matrice prikazane u Dodatku 2, izračunati su za sve elemente:  $x_{min}$ ,  $x_{max}$ ,  $\bar{x}$ ,  $\sigma$  i  $Cv$ , za ukupnu populaciju i posebno za boksite na trijaskoj, lijaskoj i doger-oksfordskoj podini. Rezultati su prikazani tabelarno i u vidu histograma.

*Aluminijum.* Sadržaj Al u pojedinačnim probama u boksitima nastalim na trijskom paleoreljefu kreću se u rasponu od 8,27% do 39,22%, a na doger-oksfordskom od 10,77% do 20,04%, sa približno istim srednjim sadržajem, 15,79%, odnosno 16,16% i nešto nižim koeficijentom varijacije za ove druge – 13% (tabela 7.2).

Tabela 7.2: Statistički parametri geohemijskih analiza boksita - makroelementi (VM\_02)

Starost podine jurskih boksita	Statistički parametri	Al %	Fe %	Ti %	Na %	K %	Mg %	Ca %	Mn %	P %	
Boksiti rudnog rejonu Vojnik-Maganik (ukupno) (*n = 232)	Minimum	Min	8.27	2.45	0.37	0.005	0.01	0.03	0.01	0.017	0.008
	Maksimum	Max	39.22	26.90	1.54	0.100	2.16	1.43	20.23	1.174	0.080
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	15.79	10.79	1.01	0.039	0.46	0.22	1.02	0.096	0.018
	Standardna devijacija	$\sigma$	3.15	2.73	0.18	0.19	0.37	0.16	3.22	0.11	0.008
	Koeficijent varijacije	Cv	0.20	0.25	0.18	0.49	0.80	0.73	3.15	1.18	0.47
Boksiti na gornjem trijasu (n = 206)	Minimum	Min	8.27	2.45	0.37	0.005	0.010	0.030	0.01	0.017	0.008
	Maksimum	Max	39.22	26.90	1.54	0.086	2.160	1.430	20.97	1.174	0.080
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	15.78	10.99	1.02	0.036	0.434	0.212	0.96	0.098	0.018
	Standardna devijacija	$\sigma$	3.26	2.72	0.17	0.017	0.371	0.165	3.05	0.118	0.009
	Koeficijent varijacije	Cv	0.21	0.25	0.17	0.48	0.86	0.78	3.19	1.20	0.48
Boksiti na lijasu (n = 3)	Minimum	Min	14.04	7.29	0.67	0.039	0.49	0.200	0.12	0.136	0.013
	Maksimum	Max	15.91	10.58	0.71	0.041	0.56	0.220	0.19	0.279	0.017
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	14.79	8.99	0.69	0.040	0.517	0.213	0.16	0.199	0.014
	Standardna devijacija	$\sigma$									
	Koeficijent varijacije	Cv									
Boksiti na doger-oksfordu (n = 23)	Minimum	Min	10.77	3.72	0.50	0.014	0.120	0.120	0.080	0.031	0.012
	Maksimum	Max	20.04	13.54	1.38	0.100	1.180	0.480	22.23	0.09	0.043
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	16.06	9.26	0.91	0.066	0.694	0.306	1.72	0.060	0.021
	Standardna devijacija	$\sigma$	2.08	2.44	0.21	0.018	0.264	0.098	4.72	0.020	0.007
	Koeficijent varijacije	Cv	0.13	0.26	0.23	0.28	0.38	0.32	2.75	0.33	0.35

\*n - broj analiziranih uzoraka

*Gvožđe.* Sadržaji Fe u pojedinačnim probama boksita sa trijaske podine variraju od 2,45 do 26,9%, a na one sa doger-oksforda od 3,72 do 13,54%. Srednje vrijednosti su približno iste, kao i koeficijent varijacije – 25%, odnosno 26%. Niske vrijednosti korespondiraju sa utvrđenim sadržajima oksida i hidroksida gvožđa (slika 7.3) i vezane su za pretaložene boksite i boksitne gline u povlati, ili za izbijejene boksite

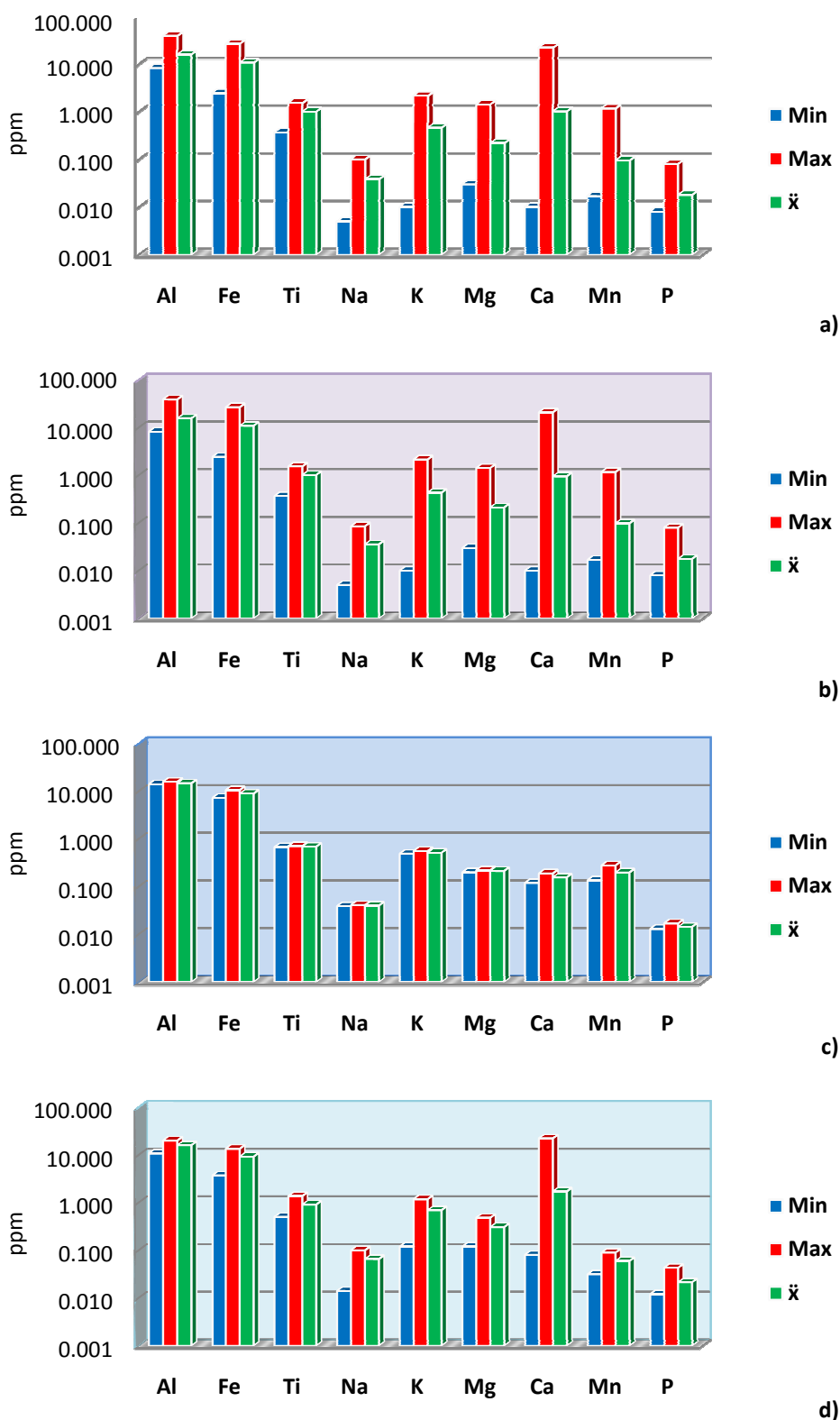


u donjim i srednjim dijelovima boksitnih tijela pojedinih ležišta i pojava. Izuzetno visoka koncentracija Fe detektovana je u Zagradu 2 (G16) – 26,9 %, dok visoke koncentracije uglavnom koespondiraju sa podacima o sadržaju oksida (VM\_01). Srednji sadržaj Fe u primarnim boksitima je 11,19 %, u pretaloženim 8,22 %, a u povlatnim boksitnim glinama 8,73% (slike 7.4 i 7.6).

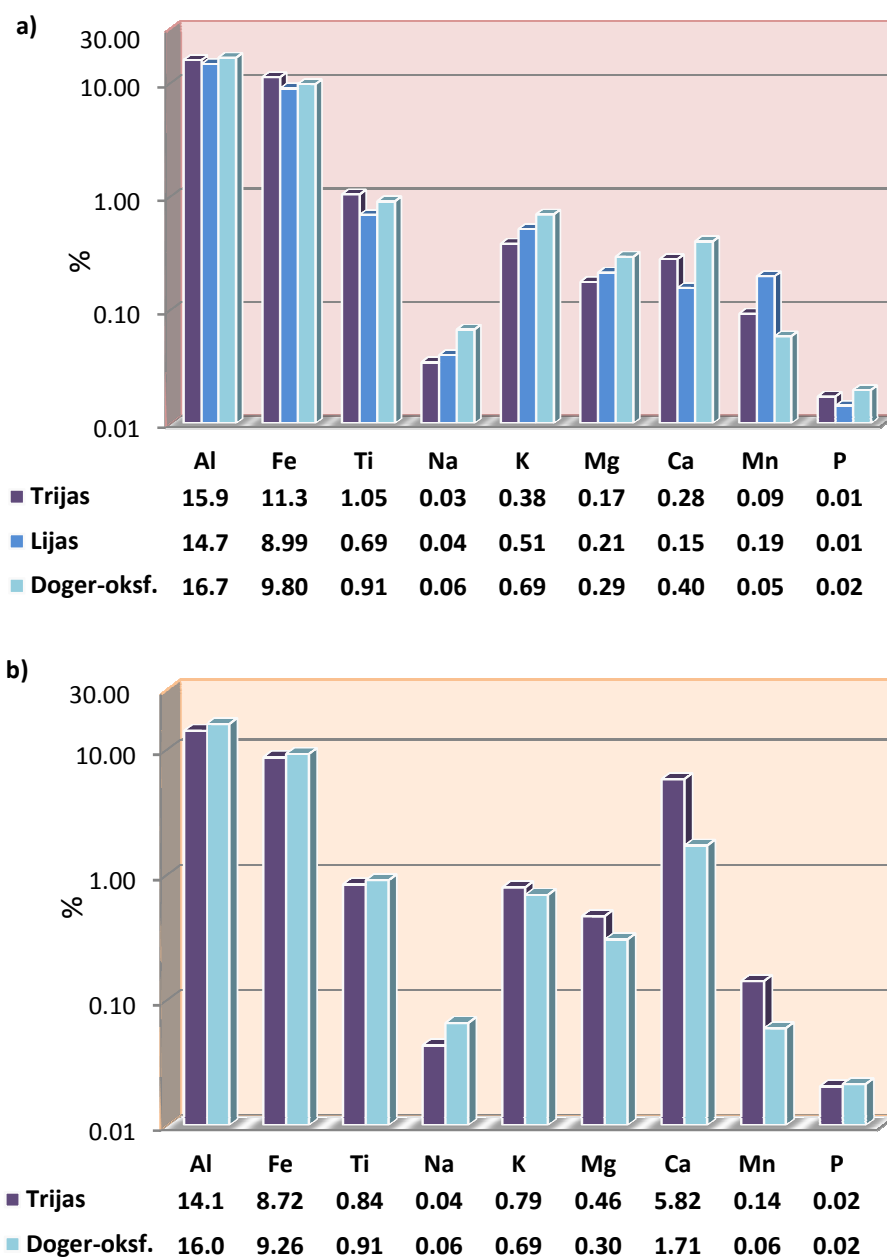
*Titan.* Sadržaj titana u pojedinačnim probama kreće se u rasponu od 0,37 do 1,54% sa Cv od 120% za boksite na trijaskoj podini, odnosno 91% za one na doger-oksfordu. Niži sadržaji Ti od 1 % dobijeni su u probama boksita sa visokim sadržajem Ca, odnosno iz povlatnih djelova ležišta i pretaloženih boksita (Liverovići, Zagrad 2, Kutsko brdo, Podplaninik 1, Đurakov do 2, Biočki stan, Štitovo 1 i 2, C. Katunište, Strašnica, Pino selo i Osojnik). Srednji sadržaj Ti u primarnim boksitima je 1,03 %, u pretaloženim 0,89 %, a u povlatnim boksitnim glinama 0,8 % (slika 7.6).

*Kalcijum.* Sadržaj kalcijuma u analiziranim uzorcima varira od 0,01 do 22,3%, sa visokim Cv od 269% u boksitima obrazovanim na doger-oksfordskoj podini i 319% na gornjem trijasu. U primarnim boksitima srednji sadržaj Ca je 0,15%. Visoki i ekstremno visoki sadržaji vezani su za pretaložene boksite, prosječno 5,22%, odnosno povlatne boksitne gline 5,68% u prosjeku (slika 7.6). Primarne boksite na trijasu karakteriše srednji sadržaj 0,28%, na lijasu 0,15%, a na doger-oksfordu 0,4% (slika 7.5). Pretaloženi boksiti i boksitne gline u ležištima na trijasu imaju prosječno čak 5,8% Ca. Ovaj podatak najčešće predstavlja jedan od bitnih kriterijuma za determinisanje pretaloženih karstnih boksita.

*Magnezijum.* U ispitanim uzorcima boksita sa trijaske podine sadržaj magnezijuma je od 0,03 do 1,43% (Cv 78%), a sa doger-oksfordske od 0,12 do 0,48% (Cv 31%). U primarnim boksitima ujednačeno povišene koncentracije Mg (od 0,3 do 0,6%) konstatovane su u gornjim i vrlo rijetko u srednjim djelovima boksitnih tijela. Ova boksitna tijela karakterišu i različite kvalitativne karakteristike, što je još jedna od činjenica koja upućuje na naknadnu infiltraciju Mg, kao što je slučaj i sa Ca. Srednji sadržaj Mg u primarnim boksitima je 0,19%.



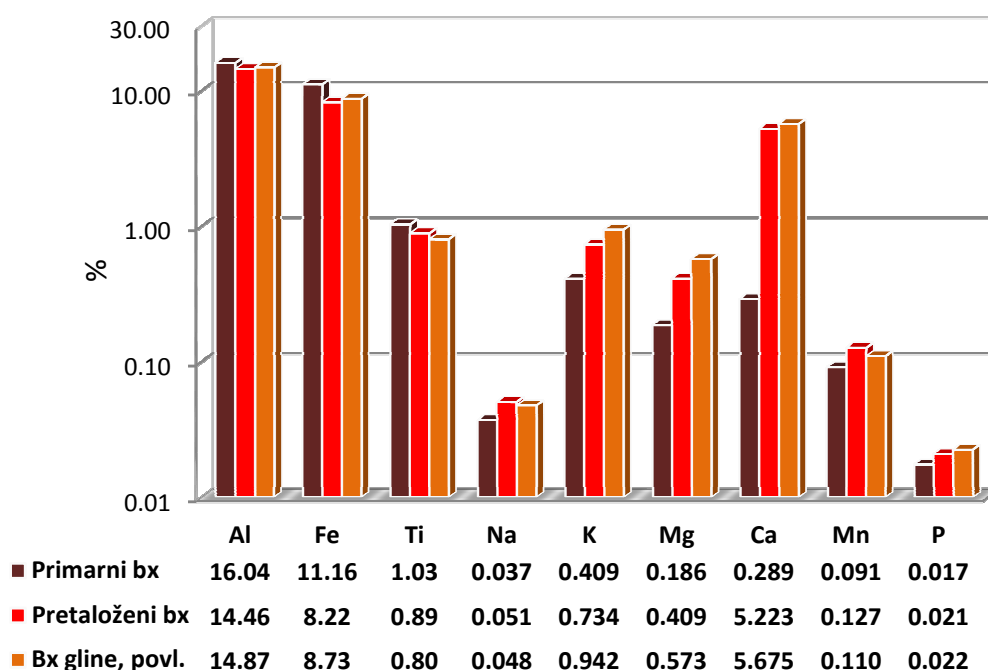
Sl. 7.4: Histogrami osnovnih statističkih parametara analiziranih makroelemenata u boksitima rudnog rejonu Vojnik-Maganik (a); na trijaskoj (b), lijaskoj (c) i doger-oskfordskoj podini (d). ICP-MS (VM\_02)



Sl. 7.5: Srednje vrijednosti sadržaja ( $\bar{x}$ ) makroelemenata: u primarnim boksitima na trijaskoj, lijaskoj i doger-oksfordskoj podini (a); pretaloženim boksitima i povlatnim boksitnim glinama na trijaskoj i doger-oksfordskoj podini (b). ICP-MS (VM\_02).

U pretaloženim boksitima i povlatnim boksitnim glinama u lokacijama Podplaninik, Đević bor, Štitovo 2, Šunčeva dolina, Pino selo, Osojnik i drugim, konstatovani su povišeni sadržaji Mg. Pretaloženi boksiti u prosjeku imaju 0,14% Mg, a povlatne boksitne gline 0, 57% (slika 7.6). Takođe se uočava pozitivna korelacija između sadržaja Ca i Mg.

*Natrijum.* Raspon sadržaja Na u boksitima na trijaskoj podini je od 0,005 do 0,1%, prosječno 0,036%, a na doger-oxsfordskoj 0,014 do 0,1%, sa većom prosječnom vrijednošću – 0,066%. Koeficijenti varijacije sadržaja u pojedinačnim probama iznose 48%, odnosno 28%. U pretaloženim boksitima srednji sadržaj Na je 0,051%, u povlatnim boksitnim glinama 0,048 %, a u primarnim boksitima je niži i iznosi 0,037%.



Sl. 7.6: Srednje vrijednosti sadržaja ( $\bar{x}$ ) makroelemenata u primarnim i pretaloženim jurskim karstnim boksitima i povlatnim boksitnim glinama u rudnom rejonu Vojnik-Maganik. ICP-MS (VM\_02)

*Kalijum.* U ispitivanim uzorcima sadržaj kalijuma je od 0,01 do 2,16%. Međutim, u skoro svim ležištima boksita štitovskog platoa pa sve do Grebenika, kao i u Bršnu, Strašnici i Pino selu, konstatovani su pojedinačni visoki sadržji kalijuma, preko 0,8%, pa do 2,16% u Kutskom brdu, odnosno u Šunčevoj dolini (ukupno 38 uzoraka). Uočava se dobra korelacija povišenih sadržaja K u ovim uzorcima (srednji sadržaj 1,12%) i Na (srednji sadržaj 0,06%). Srednji sadržaj K u pretaloženim boksitima iznosi 0,73%, povlatnim boksitnim glinama 0,942 %, dok je značajno niži srednji sadržaj u primarnim boksitima (0,037%).

*Fosfor.* Sadržaj fosfora je u rasponu od 0,008 do 0,08 %, prosječno u uzorcima sa trijasko podine 0,018%, a sa doger-oksfordske 0,021%. Povišene koncentracija fosfora (više od 0,04) karakterišu primarne boksite u donjem dijelu rudnih tijela Grebenika (G. i D. Zamršten, C. rupa i C. Katunište), Đurakov do 2 i Pino selo, potom pretaložene boksite Liverovića kao i povlatne boksitne gline Zagrada 2 i Pino sela.

*Mangan.* U ispitivanim boksitima sa trijaskog paloreljefa sadržaji Mn su u rasponu od 0,017 do 1,174 %, a sa doger-oksfordskog ujednačeniji od 0,031 do 0,09 %. Povišeni sadržaji mangana (više od 0,12%) u pojedinačnim probama karakterišu primarne i pretaložene boksite, kao i povlatne boksitne gline u ležištima Liverovići, Zagrad 1 i 2, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo 2 G. Zamršten, C. Katunište, Meteris, Bršno, kao i sva tri uzorka boksita sa lijaske podine iz Lokve Milankovac. Posebno je interesantan visok sadržaj Mn u uzorcima iz ležišta Strašnica od 0,11 do 1,17% (srednji sadržaj 0,4%). Primarne boksite karakteriše niži srednji sadržaj Mn – 0,09% u odnosu na pretaložene boksite, boksitne gline i glinovite boksite u povlati ležišta i pojava jurskih karstnih boksita – 0,12%.

### ***Rezultati ispitivanja mikroelemenata***

Metodom ICP-MS su, pored opisanih makroelemenata, determinisani (u ppm) i sljedeći mikroelementi: Li, Rb, Be, Sr, Ba, Sc, Y, La, Ce, Th, U, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Bi, As, Sb, čiji se rezultati ispitivanja prikazuju u narednom tekstu<sup>4</sup>.

Analiza rezultata ispitivanja navedenih mikroelemenata izvršena je na isti način kao i za makroelemente i prikazana u vidu tabela (tab. 7.3 –7.5) i histograma (slike 7.7 i 7.9). Takođe, posebno je analizirana distribucija alkalnih i zemnoalkalnih metala (slika 7.8), elemenata rijetkih zemalja, torijuma i urana (slika 7.10) i prelaznih metala i metaloida (slika 7.11) – u primarnim i pretaloženim boksitima i boksitnim glinama. Prikazana je i distribucija deset, u boksitima karakterističnih metala, u ležištima i pojavama na stratigrafski različitim podinama (slika 7.12).

---

<sup>4</sup> Pored navedenih mikroelemenata, vršena je analiza boksita i na Ag, Au i S, ali je, u najvećem broju proba, njihov sadržaj bio ispod granica detekcije, zbog čega statistička obrada tako malog broja podataka nije imala smisla.



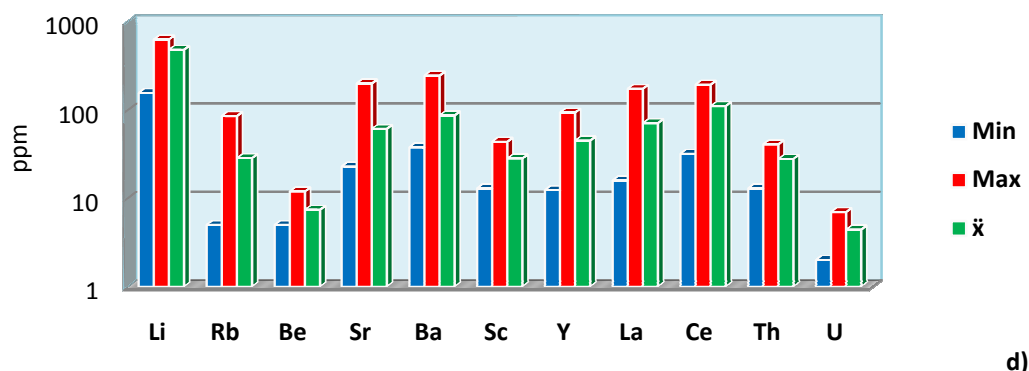
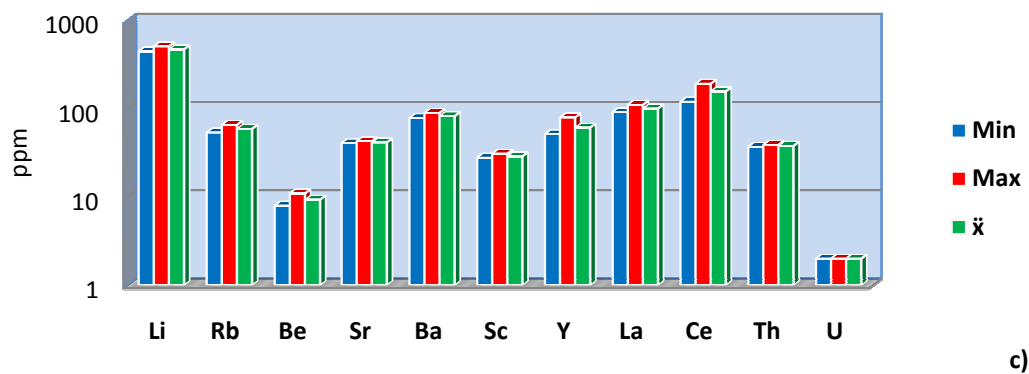
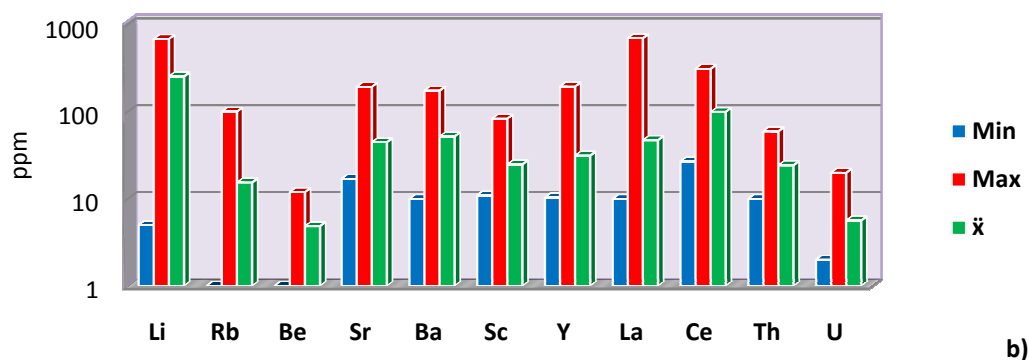
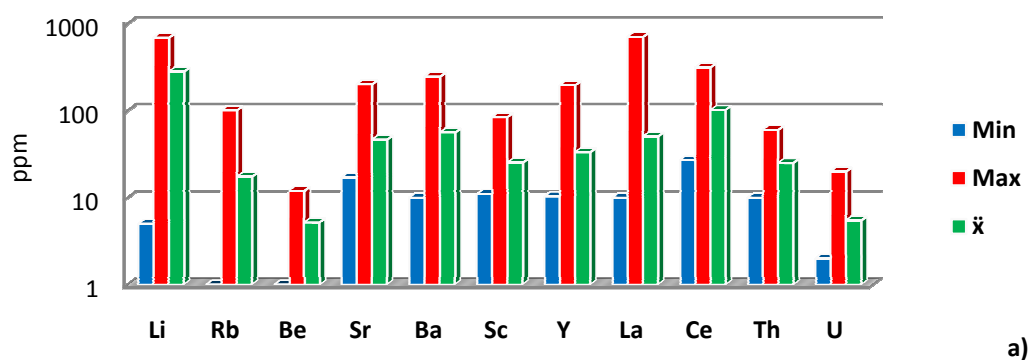
*Litijum.* Raspon sadržaja litijuma u ispitivanim uzorcima jurskih karstnih boksita je vrlo visok. U jurskim boksitima formiranim na trijaskoj podini je od 5 do 693 ppm (Cv 50%), na lijasnoj 451 do 513 ppm, dok je u boksitima na doger-oxfordskoj od 157 do 635 ppm (Cv 20%) (tabela 7.3). Najniži sadržaji litijuma, u boksitima štitovskog platoa, od 5 do 19 ppm, konstatovani su u pojedinačnim probama u srednjem dijelu stuba boksita ležišta Đurakov do, dok su u susjednom ležištu Biočki stan rasponi sadržaja od 339 do 571 ppm (Dodatak 2). Visoki sadržaji određeni su u boksitima Meterisa (od 405 do 573 ppm), Strašnice (277-572 ppm), Lokve Milankovac (451-513 ppm), a najviše prosječne sadržaje imaju boksiti Pino sela, Osojnika i Bijele stijene (407-635 ppm). U primarnim boksitima srednji sadržaj Li je 280 ppm, dok je u pretaloženim boksitima i povlatnim boksitnim glinama 309 ppm (slika 7.9).

Tabela 7.3: Statistički parametri geohemijskih analiza boksita - alkalni i zemnoalkalni metali, elementi rijetkih zemelja, torijum i uran (VM\_02)

Starost podine jurskih boksita	Statistički parametri	Li	Rb	Be	Sr	Ba	Sc	Y	La	Ce	Th	U	
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Boksiti rudnog reiona Vojnik-Maganik (ukupno) (n = 232)	Minimum	Min	5	1	1	17	10	11	10.4	10	27	10	2
	Maksimum	Max	693	101	12	201	247	84	196.3	706	314	60	20
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	282	17.4	5.2	46.5	56.2	25.4	33.2	50.5	102.0	25.0	5.5
	Standardna devijacija	$\sigma$	142	20.0	2.2	30.8	37.0	8.4	20.8	56.8	54.1	7.7	2.3
	Koeficijent varijacije	Cv	0.50	1.15	0.42	0.66	0.66	0.33	0.63	1.13	0.53	0.31	0.41
Boksiti na gornjem trijasu (n = 206)	Minimum	Min	5	1	1	17	10	11	10.4	10	27	10	2
	Maksimum	Max	693	101	12	195	176	84	196.3	706	314	60	20
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	256	15.5	4.9	44.9	52.3	25.0	31.5	47.4	100.2	24.5	5.7
	Standardna devijacija	$\sigma$	126	18.6	2.0	29.5	34.3	8.4	19.9	57.4	53.7	7.6	2.3
	Koeficijent varijacije	Cv	0.49	1.20	0.41	0.66	0.65	0.34	0.63	1.21	0.54	0.31	0.41
Boksiti na lijasu (n = 3)	Minimum	Min	451	54	8	41	79	28	51.8	92	121	37	2
	Maksimum	Max	513	66	11	43	90	31	80.1	111	193	39	2
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	473	59.3	9.3	41.7	83.0	29.0	61.2	101.0	158.3	38.0	2.0
	Standardna devijacija	$\sigma$											
	Koeficijent varijacije	Cv											
Boksiti na doger-oxfordu (n = 23)	Minimum	Min	157	5	5	23	38	13	12.4	16	32	13	2
	Maksimum	Max	635	86	12	201	247	44	94	175	195	41	7
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	485	28.7	7.4	61.4	87.3	28.4	45.3	71.4	111.4	28.1	4.4
	Standardna devijacija	$\sigma$	112	23.3	2.0	40.9	48.0	7.6	20.6	45.2	52.7	6.3	1.1
	Koeficijent varijacije	Cv	0.23	0.81	0.27	0.67	0.55	0.27	0.45	0.63	0.47	0.22	0.24

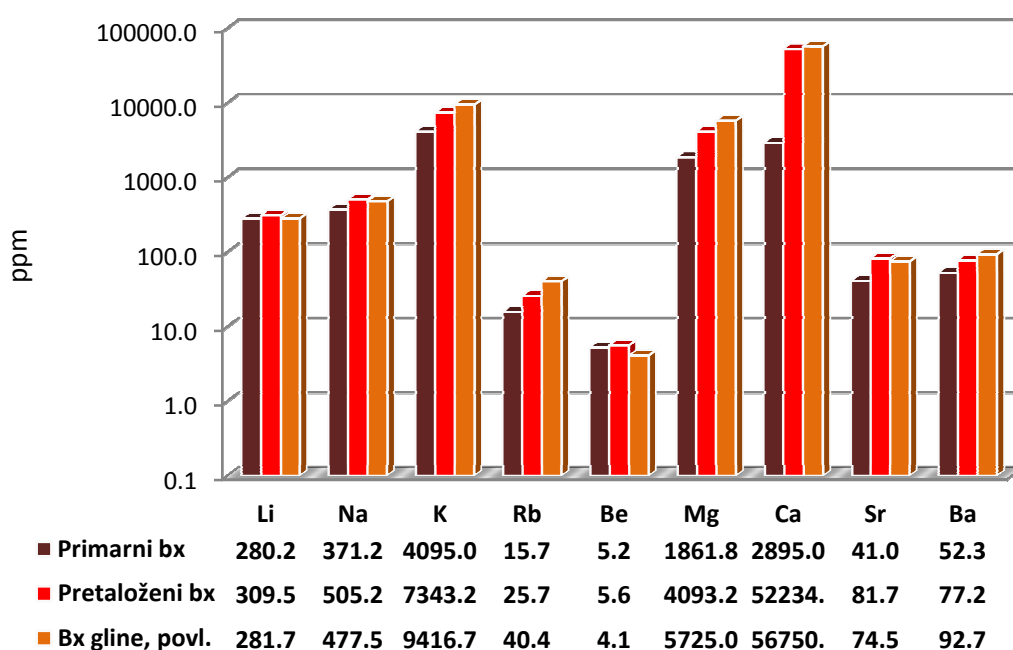
\*n - broj analiziranih uzoraka

*Rubidijum.* Ispitani uzorci imaju veliki raspon sadržaja rubidijuma – od 1 do 101 ppm (Cv 115%). Povećani sadržaji su konstatovani su u brojnim ležištima jurskih boksita, i to najčešće u gornjem i povlatnom dijelu. Tako je u Kutskom brdu, rudno tijelo Šunčeva dolina, određen sadržaj od 24 do 55 ppm, u Paležu od 13 do 28 ppm, Đurakovom dolu od 11-43 ppm i Podplaniniku od 11 do 17 ppm.



Sl. 7.7: Histogrami osnovnih statističkih parametara (min, max i  $\bar{x}$ ). Alkalni, zemnoalkalni i elementi rijetkih zemalja, torijum i uran u boksitima rudnog rejona Vojnik-Maganik ukupno (a); na trijaskoj (b); lijaskoj (c) i doger-oskfordskoj podini (d). ICP-MS (VM\_02)

U prosjeku su visoki sadržaji rubidijuma konstatovani u boksitima Grebenika (14 do 78 ppm) a u pretaloženim (povlatnim) boksitima Crvenog katuništa određen je sadržaj od 101 ppm; zatim u boksitima Strašnice (max 99 ppm), Bršna sa rasponom od 43-91 ppm, Lokve Milankovac sa rasponom od 54-66 ppm i Pino sela sa rasponom od 38 do 86 ppm (Dodatak 2). Kao i ostali ispitani alkalni metali i Rb pokazuje povišen srednji sadržaj u pretaloženim jurskim boksitima (25,7 ppm) i boksitnim glinama (40,4 ppm), u odnosu na primarne boksite (15,7 ppm), (slika 7.8).



Sl. 7.8: Srednje vrijednosti sadržaja ( $\bar{x}$ ) alkalnih i zemnoalkalnih metala u primarnim i pretaloženim jurskim karstnim boksitima i povlatnim boksitnim glinama. ICP-MS (VM\_02)

**Berilijum.** U jurskim boksitima sadržaj berilijuma je uglavnom između 2 i 8 ppm. Minimalni je 1 ppm a maksimalni 12 ppm. U prosjeku su najveći sadržaji berilijuma (do 12 ppm) u Strašnici na Gvozdu, a povećani sadržaji ovog elementa konstatovani su u boksitima Rozinog vrha (do 12 ppm), Lokve Milankovac (11 ppm), Pino sela, Osojnika i Bijele stijene.

**Stroncijum.** U pojedinačnim probama sadržaji Sr su u rasponu od 17 do 201 ppm. U primarnim boksitima srednji sadržaj je 41 ppm. Povišen srednji sadržaj

stroncijuma karakteriše uglavnom pretaložene boksite (81,7 ppm) i povlatne gline (75,5 ppm) bogate kalcijumom i ostalim alkalnim metalima (slika 7.8).

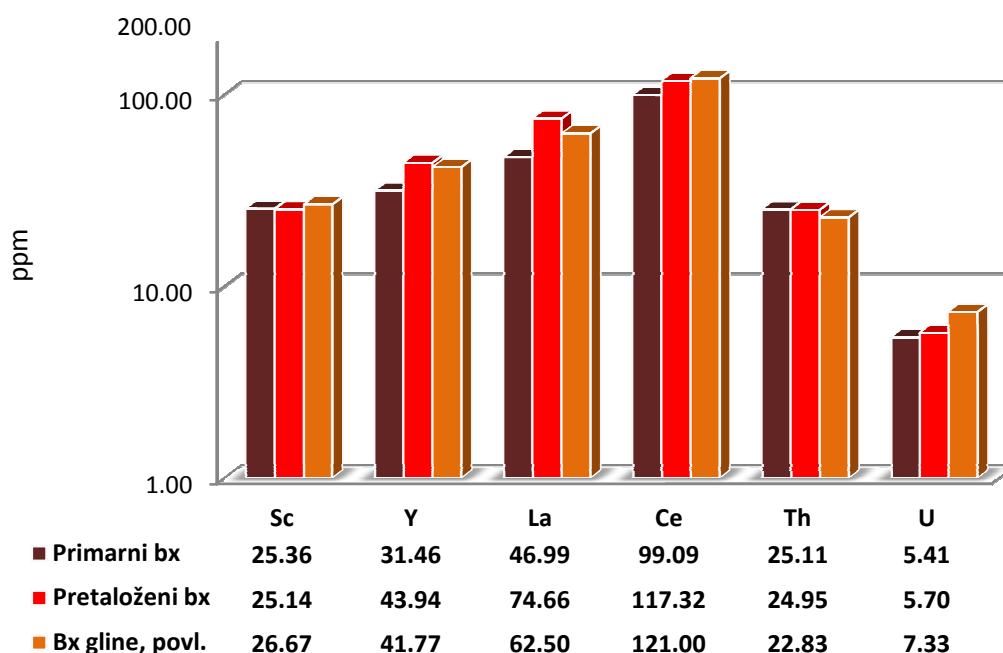
*Barijum.* U ispitanim uzorcima sadržaj barijuma je u rasponu od 10 do 247 ppm. U skoro svim jurskim ležištima Štitovskog platoa konstatovani su pojedinačni visoki sadržaji barijuma do 150 ppm. Slično je i u ležištima Grebenika (do 158 ppm), zatim boksita Krnje Jele (Konjsko) i Strašnice (Gvozd), sa sadržajima od 188 i 165 ppm. Interesantno je da su sadržaji barijuma u prosjeku najviši u ležištu Bršno (prosječno 113 ppm) i u boksitima Pino sela (prosječno 119 ppm). Kao i ostali ispitani metali, iz grupe alkalnih i zemnoalkalnih, i barijum pokazuje povišen srednji sadržaj u pretaloženim jurskim boksitima (77,2 ppm) i povlatnim boksitnim glinama (92,7 ppm), u odnosu na primarne boksite (52,3 ppm).

Sc, Y, La i Ce, kao predstavnici elemenata rijetkih zemalja analizirani metodom ICP-MS, pokazuju slične karakteristike.

*Skandijum.* Raspon sadržaja skandijuma je od 11 do 84 ppm. Maksimalni sadržaj od 84 ppm konstatovan je u Štitovu I, i to u donjem dijelu stuba. Visok srednji sadržaj skandijuma (raspon 25-55 ppm) uočen je u boksitima Đević bora, Crvene Rupe, Zamrštena. U Strašnici (Gvozd) konstatovan je sadržaj od 54 ppm, a u rasponu od 24 do 40 ppm nalaze se boksiti Bršna, Lokve Milankovac, Ivove lazbe, Pino sela i Osojnika. Srednji sadržaj u uzorcima boksita sa trijasko podine je 25 ppm, a u uzorcima sa podine doger-oksfordске starosti 87 ppm. Srednje vrijednosti sadržaja Sc su ujednačene u svim djelovima boksitnih tijela (25,36-26,67 ppm) (slika 7.9).

*Itrijum.* Sadržaj itrijuma u pojedinačnim probama je u rasponu od 10 do 196 ppm, a najveći je određen je u jednoj probi iz podinskog dijela boksita u Gornjem Zamrštenu (196,3 ppm). Visok sadržaj itrijuma konstatovan je u pojedinačnim probama Biočkog stana (116,2 ppm), Štitova 2 (128,2 ppm), Đević bora (100,9 ppm), Strašnice (95,4; 96,0; 134,7 ppm). Takodje je povećan sadržaj određen u Bršnu (74 ppm), Lokvi Milankovac (80,1; 84,9) i Pino selu (94,0). Srednji sadržaj u u uzorcima boksita sa trijasko podine je 33 ppm, a u uzorcima sa podine doger-oksfordске starosti 45 ppm. Srednje vrijednosti sadržaja Y su veće u pretaloženim

boksitima (43,94 ppm) i boksitnim glinama (41,77 ppm) nego u primarnim boksitima (31,46 ppm).



Sl. 7.9: Srednje vrijednosti sadržaja ( $\bar{x}$ ) elemenata rijetkih zemalja, torijuma i urana u primarnim i pretaloženim jurskim karstnim boksitima i povlatnim boksitnim glinama. ICP-MS (VM\_02)

*Lantan.* Sadržaj La u pojedinačnim probama je u rasponu od 10 do 706 ppm u boksitima obrazovanim na trijaskoj podini (visok Cv 110%), i 16 do 175 ppm u probama sa podine doger-oksfordске starosti (Cv 60%). Povišeni sadržaji lantana konstatovani su u pojedinim ležištima: Zagrad 2 (124 ppm), Đurakov do (159 ppm), Biočki stan (238, 331 ppm), Štitovo 2 (143 ppm), Repišta (275 ppm), Đević bor (262 ppm), G. Zamršten (289 ppm), D. Zamršten (706 ppm) i Strašnica 149 ppm. Povećan sadržaj La do 160 ppm konstatovan je i u boksitima L. Milankovac, Ivove lazbe i Pino sela. Lantan, prema ovom ispitivanju, bilježi najveći srednji sadržaj u pretaloženim boksitima (74,66 ppm), potom u povlatnim glinama (62,5 ppm) i najniži u primarnim boksitima (46,99 ppm) (slika 7.9).

*Cerijum.* U ispitanim uzorcima sadržaj cerijuma varira od 27 do 314 ppm. U prosjeku su niži sadržaji cerijuma u svim ležištima Štitova, zatim Grebenika, Luka Bojovića i Konjska. Povišeni sadržaji su konstatovani u pojedinačnim probama primarnih boksita Zagrada, , Đurakovog dola, D. Zamrštena, Strašnice, Bršna, kao i



Lokve Milankovac, Ivove Lazbe i Pino sela. Rasponi su od 27 do 314 ppm za boksite formirane na trijaskoj ( $\bar{x}$  102 ppm) i od 32 do 195 ppm za one na doger-oksfordskoj podini ( $\bar{x}$  111 ppm). Cerijum karakteriše najviši srednji sadržaj u povlatnim glinama (121 ppm), potom pretaloženim boksitima (117,32 ppm) a najniži u primarnim boksitima (99,09 ppm) (slika 7.9).

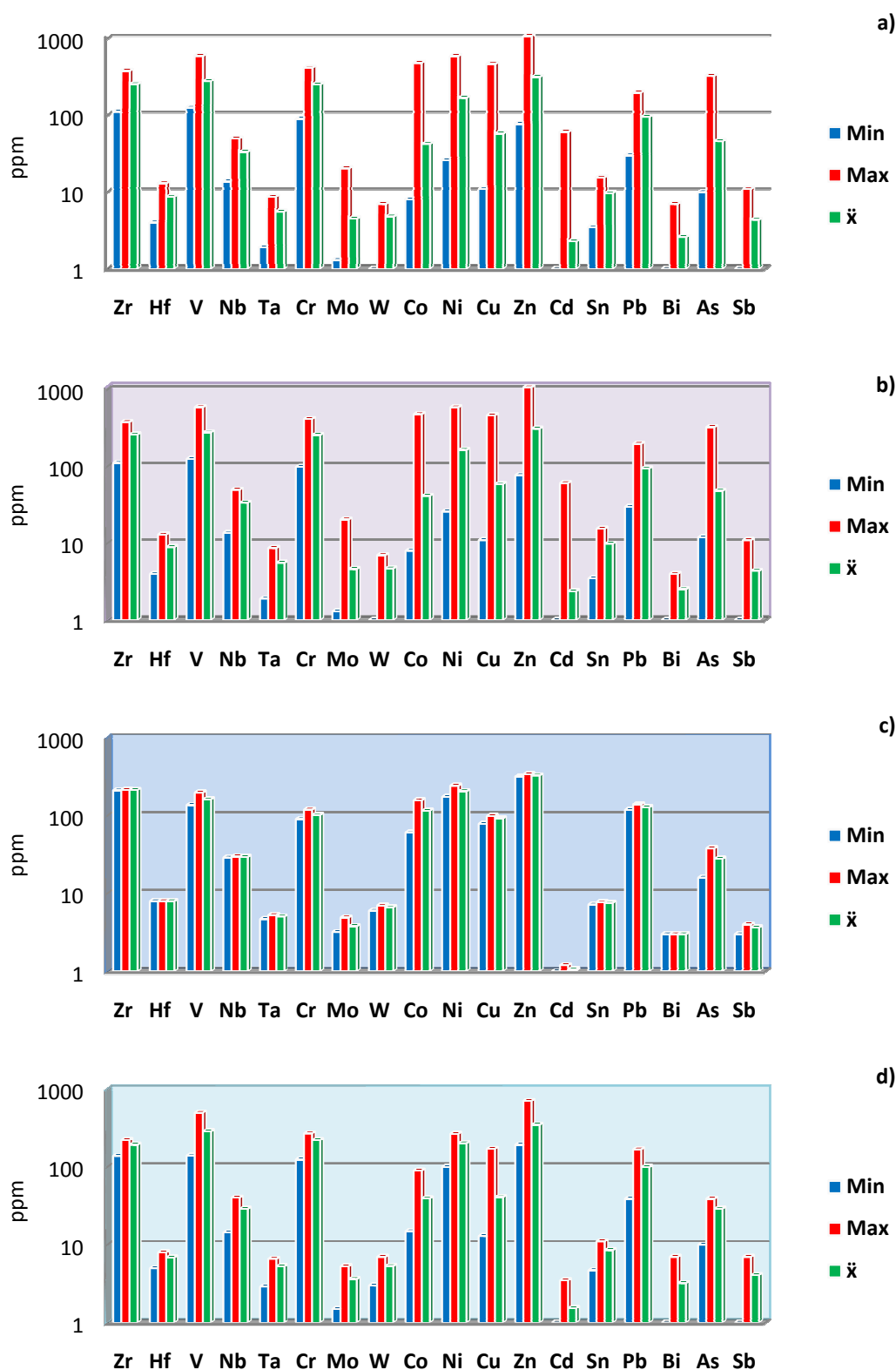
Torijum i uran karakterišu niski i ujednačeni sadržaji u pojedinačnim probama od 10 do 60 ppm za Th i 2 do 20 ppm za U. Nešto je veći srednji sadržaj urana u povlatnim boksitnim glinama (7,33 ppm) u odnosu na pretaložene (5,7 ppm) i primarne jurske karstne boksite (5,41 ppm), dok torijum karakterišu ujednačene vrijednosti (22,83–25,11 ppm).

Prelazni metali: *crkonijum, hafnijum, vanadijum, niobijum, tantal, hrom, molibden i volfram* pokazuju slično ponašanje. Karakterišu ih ujednačeni sadržaji u pojedinačnim probama sa niskim koeficijentima varijacije (tab. 7.4 i slika 7.10) kao i povišeni srednji sadržaji u primarnim, u odnosu na pretaložene boksite i boksitne gline (slika 7.11).

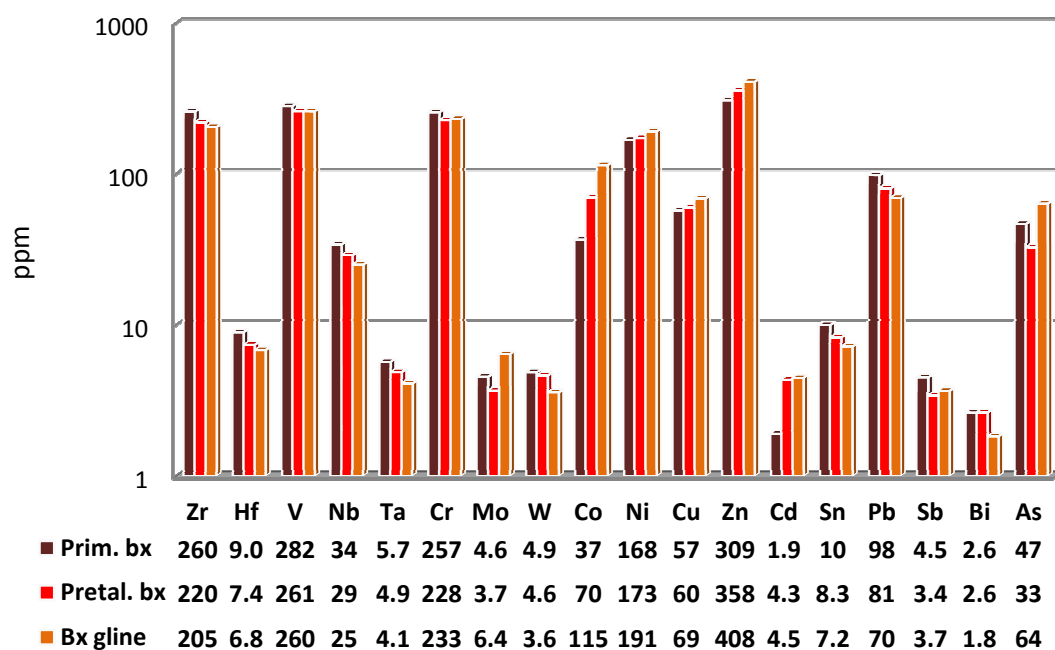
Tabela 7.4: Statistički parametri geohemijskih analiza boksita - prelazni metali (1)  
(VM\_02)

Starost podine jurskih boksita	Statistički parametri		Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr	Mo	W
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Boksiti rudnog rejona Vojnik–Maganik (ukupno) (n = 232)	Minimum	Min	111	4	126	13.7	1.9	90	1.3	1
	Maksimum	Max	380	13	593	49.9	8.7	417	20.4	7
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	254	8.7	278.2	33.3	5.6	252.6	4.5	4.8
	Standardna devijacija	$\sigma$	44.4	1.5	80.0	5.4	0.9	60.2	3.1	0.8
	Koeficijent varijacije	Cv	0.17	0.18	0.29	0.16	0.17	0.24	0.68	0.17
Boksiti na gornjem trijasju (n = 206)	Minimum	Min	111	4	126	13.7	1.9	99	1.3	1
	Maksimum	Max	380	13	593	49.9	8.7	417	20.4	7
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	261	8.9	278	33.8	5.6	258.2	4.6	4.7
	Standardna devijacija	$\sigma$	41.3	1.5	81.3	5.2	1.0	58.8	3.2	0.8
	Koeficijent varijacije	Cv	0.16	0.16	0.29	0.15	0.17	0.23	0.69	0.17
Boksiti na lijasu (n = 3)	Minimum	Min	212	8	137	29	4.7	90	3.2	6
	Maksimum	Max	216	8	198	29.9	5.3	120	4.9	7
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	214	8.0	162	29.6	5.1	102.3	3.8	6.7
	Standardna devijacija	$\sigma$								
	Koeficijent varijacije	Cv								
Boksiti na doger- oksfordu (n = 23)	Minimum	Min	138	5	140	14.4	2.9	125	1.5	3
	Maksimum	Max	222	8	499	40.4	6.6	270	5.3	7
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	193	6.9	287	29.0	5.3	221.6	3.6	5.3
	Standardna devijacija	$\sigma$	19.2	0.8	60.9	6.4	0.7	33.8	0.8	0.8
	Koeficijent varijacije	Cv	0.10	0.12	0.21	0.22	0.14	0.15	0.23	0.15

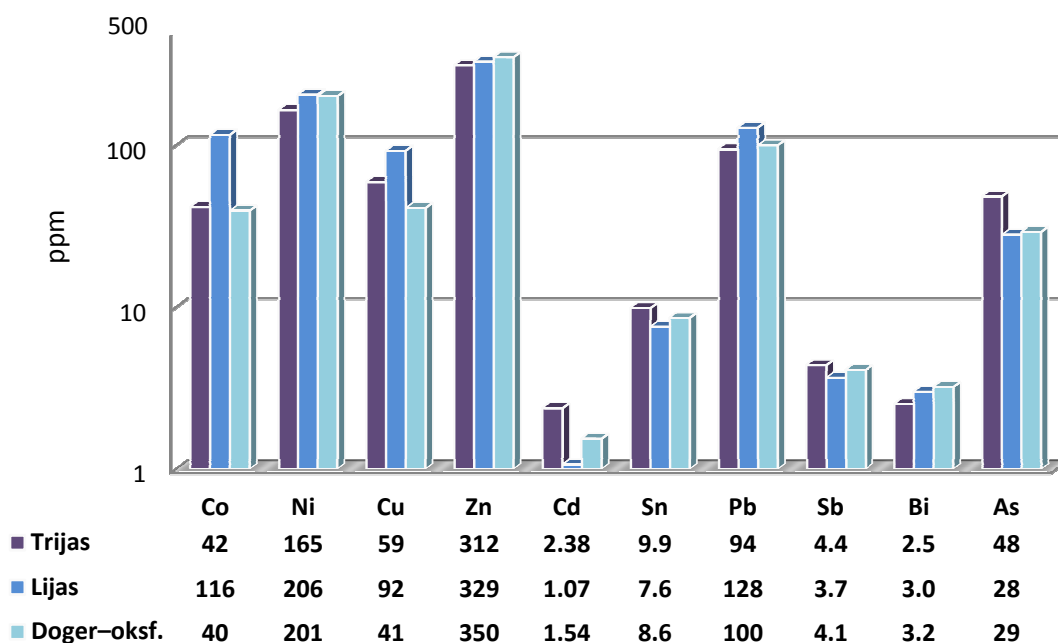
\*n - broj analiziranih uzoraka



Sl. 7.10: Histogrami osnovnih statističkih parametara (min, max i  $\bar{x}$ ). Prelazni metali, drugi metali i metaloidi u boksitima rudnog rejona Vojnik-Maganik ukupno (a); na trijaskoj (b); lijaskoj (c,) i doger-oskfordskoj podini (d). ICP-MS (VM\_02)



Sl. 7.11: Srednje vrijednosti sadržaja ( $\bar{x}$ ) prelaznih metala, drugih metala i metaloida u primarnim i pretaloženim jurskim karstnim boksitima i povlatnim boksitnim glinama. ICP-MS (VM\_02)



Sl. 7.12: Srednje vrijednosti sadržaja ( $\bar{x}$ ) Co, Ni, Zn, Cd, Sn, Pb, Sb, Bi i As u uzorcima boksita sa podina različite starosti. ICP-MS (VM\_02)

*Kobalt, nikal, bakar, cink* i posebno *kadmijum* imaju više sadržaje u pretaloženim boksitima i glinama u odnosu na primarne boksite (slika 7.11). Co, Cu i Cd karakterišu i visoki koeficijenti varijacije (tab. 7.5).

Tabela 7.5: Statistički parametri geohemijskih analiza boksita - prelazni metali (2), drugi metali i metaloidi (VM\_02)

Starost podine jurskih boksita	Statistički parametri	Co ppm	Ni ppm	Cu ppm	Zn ppm	Cd ppm	Sn ppm	Pb ppm	Bi ppm	As ppm	Sb ppm
Boksiti rudnog rejonu Vojnik-Maganik (ukupno) (n = 232)	Minimum <b>Min</b>	8	26	11	77	0.2	3.5	30	1	10	1
	Maksimum <b>Max</b>	481	592	466	1081	60.8	15.5	198	7	326	11
	Aritmetička sredina <b><math>\bar{x}</math></b>	42.3	169.0	57.9	315.9	2.3	9.7	95.4	2.6	46.1	4.3
	Standardna devijacija <b><math>\sigma</math></b>	54.3	81.7	56.3	135.8	4.5	1.7	26.1	0.8	31.8	1.8
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	1.28	0.48	0.97	0.43	2.00	0.18	0.27	0.30	0.69	0.42
Boksiti na gornjem trijasu (n = 206)	Minimum <b>Min</b>	8	26	11	77	0.2	3.5	30	1	12	1
	Maksimum <b>Max</b>	481	592	466	1081	60.8	15.5	198	4	326	11
	Aritmetička sredina <b><math>\bar{x}</math></b>	41.5	164.9	59.2	311.9	2.4	9.9	94.4	2.5	48.3	4.4
	Standardna devijacija <b><math>\sigma</math></b>	56.4	85.1	58.4	139.8	4.8	1.7	25.0	0.7	33.0	1.8
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	1.36	0.52	0.99	0.45	2.02	0.18	0.26	0.28	0.68	0.42
Boksiti na lijasu (n = 3)	Minimum <b>Min</b>	61	175	79	319	1	7.2	119	3	16	3
	Maksimum <b>Max</b>	158	243	99	341	1.2	7.8	140	3	38	4
	Aritmetička sredina <b><math>\bar{x}</math></b>	116.0	205.7	92.3	328.7	1.1	7.6	128.3	3.0	28.0	3.7
	Standardna devijacija <b><math>\sigma</math></b>										
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>										
Boksiti na doger-oksfordu (n = 23)	Minimum <b>Min</b>	15	100	13	193	0.2	4.7	39	1	10	1
	Maksimum <b>Max</b>	90	267	171	707	3.5	11.1	168	7	39	7
	Aritmetička sredina <b><math>\bar{x}</math></b>	39.5	201.4	41.0	349.8	1.5	8.6	100.0	3.2	29.1	4.1
	Standardna devijacija <b><math>\sigma</math></b>	17.6	33.2	32.8	101.2	1.0	1.4	30.0	1.1	9.6	1.4
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	0.45	0.16	0.80	0.29	0.68	0.16	0.30	0.35	0.33	0.35

\*n - broj analiziranih uzoraka

Srednji sadržaj Co, Ni i Cu najveći je u boksitima sa lijaske podloge, lokalnost Lokva Milankovac, u odnosu na uzorke boksita koji leže na trijasu i doger-oksfordu, za razliku od Cd i arsena koji pokazuju najveće koncentracije upravo u boksitima formiranim na trijaskom paloreljefu (slika 7.10), i to uglavnom u povlatnim glinama (i pretaloženim boksitima - Cd) (slika 7.11).

Olovo, antimon, bizmut i arsen imaju uglavnom ujednačene srednje sadržaje u uzorcima iz primarnih i pretaloženih boksita i boksitnih glina, sa sve tri podine (slika 7.12).

Zbog niskih sadržaja i donjih granica detekcije srebro i sumpor su određeni u malom broju uzoraka dok je sadržaj zlata u svim uzorcima bio ispod donje granice detekcije. Donja granica detekcije srebra je bila 0,2 ppm. Samo u dvadesetak proba određeni su sadržaji od 0,2 do 0,6 ppm. Donja granica detekcije sumpora je 0,02%. Oko 50% proba boksita ima sadržaje sumpora ispod granice detekcije a preostale probe su, uglavnom, sa sadržajima od 0,02 do 0,10%. Vrlo mali broj proba ima povećane sadržaje od 0,11 do 0,29%, tako da možemo konstatovati da ispitivani boksiti imaju nizak sadržaj sumpora, sa rijetkim izuzecima.

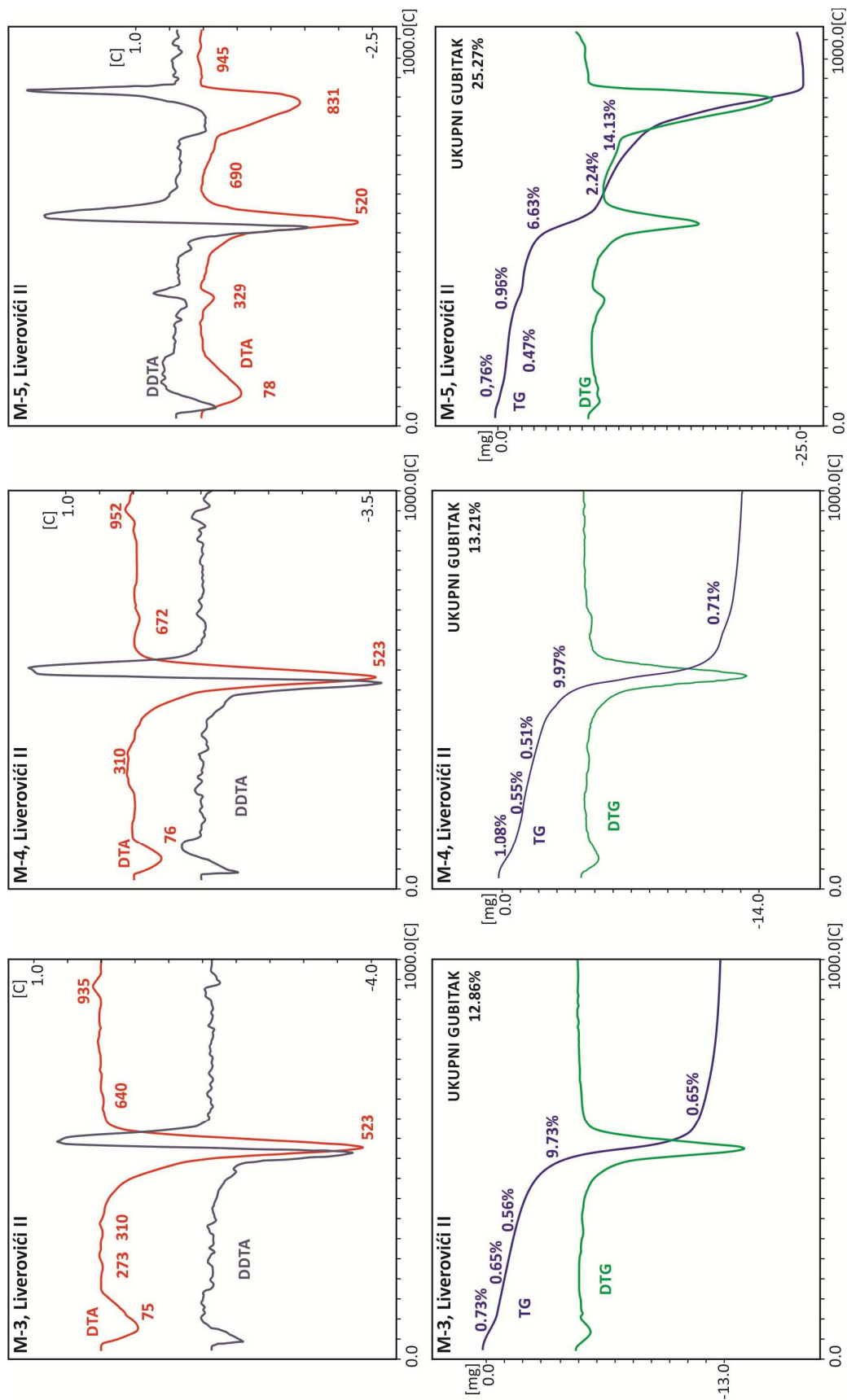
### 7.1.3. Mineraloška ispitivanja (DTA i TG)

Mineraloškim ispitivanjima metodom DTA i TG (Vasić, 2002), obuhvaćeno je ukupno 84 uzorka crvenih jurskih karstnih boksita iz 32 lokalnosti rudnog rejona Vojnik-Maganik (VM\_3), koji su formirani od pojedinačnih proba za geohemijska ispitivanja, na način prikazan na sl. 7.2. Uzorci boksita sa trijasko podine su iz sledećih lokaliteta: *Laz* – M1 i M2; *Liverovići 2* – M3–M5; *Zagrad 2* – M6–M13; *Zagrad 1* – M14–M16; *Kutsko brdo* – M17–M24; *Podplaninik 1* – M25–M27; *Đurakov do* – M28–M32; *Biočki stan* – M33–M36; *Siljevac* – M37; *Štitovo 1* – M38–M42; *Štitovo 2* – M43–M49; *Repišta* – M50 i M51; *Branik* – M52 i M53; *Vodni do* – M54; *Đevič bor* – M55; *Gornji Zamršten* – M56–M58; *Donji Zamršten* – M59; *Crvena rupa* – M60; *Crveno kapunište* – M61 i M62; *Luke Bojovića* – M63–M65; *Krnja jela* – M66; *Rozin vrh* – M67; *Saladžakova greda* – M68; *Javorak* – M69; *Ivankovac* – M70; *Strašnica* – M71–M73 i *Bršno* – M74 i M75. Boksiti sa lijaske podine predstavljaju lokalitet *Lokva Milankovac* – M76. Doger-oksfordsku podinu imaju sledeći uzorci boksita: *Ivova lazba* – M77; *Pino selo* – M78 i M79; *Osojnik* – M80–M82 i *Bijela stijena* – M83 i M84.

Imajući u vidu obimnost rezultata ispitivanja metodama DTA i TG, iskazanog u vidu brojnih dijagrama i tabelarno, kao i činjenicu da su u boksitima na trijaskoj, lijasčkoj i doger-oksfordskoj podini ovim metodama konstatovani praktično isti minerali, u tezi su prikazani samo reprezentativni rezultate ispitivanja za karakteristična ležišta na trijaskoj (ležište *Liverovići 2*), lijasčkoj (ležište *Lokva Milankovac*) i doger-oksfordskoj podini (ležište *Osojnik*). Njihovi geološki stubovi, sa pozicijom proba za mineraloška ispitivanja dati su na sl. 7.2.

#### *Ležište Liverovići 2*

Na sl. 7.13 prikazani su DTA–TG dijagrami ispitivanih uzoraka M3, M4 i M5 od boksita obrazovanih na trijaskoj podini. Kriva DTA uzoraka M3 i M4 pokazuje glavni endotermni efekat sa pikom na 523°C za oba uzorka, koga prati gubitak mase (kriva TG i DTG – odstranjivanje OH grupe) od 9.73% (M3), odnosno 9,97 (M4). Taj efekat potvrđuje i DDTA kriva koja na gornjem piku ima slabo naglašen dublet. Ovi efekti odgovaraju bemitu i kaolinitu.



Sl. 7.13: DTA-TG dijagrami, ležište Liverovići 2 (VM\_03)



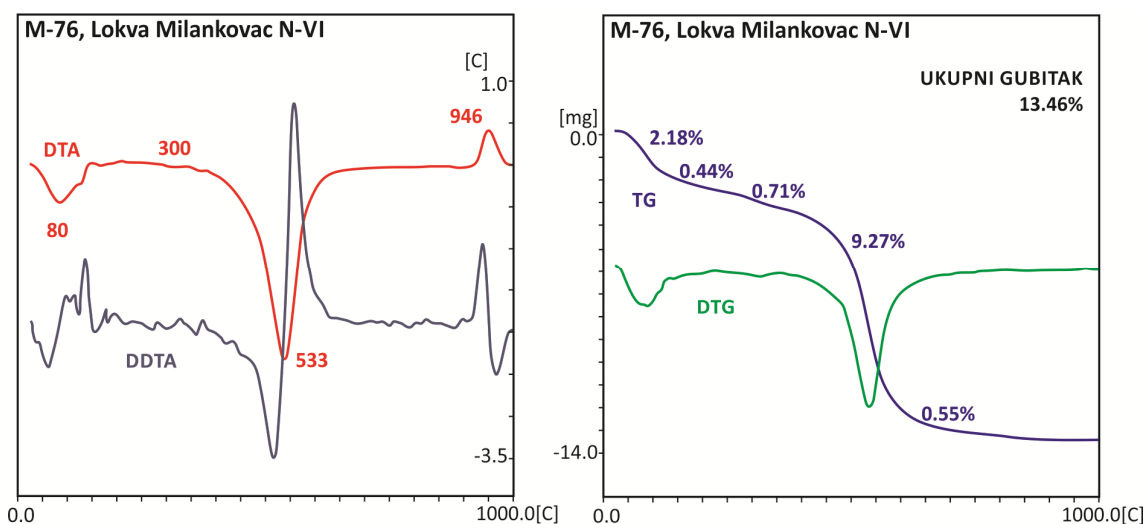
Pored dubleta na krivoj DDTA, kaolinit potvrđuje i karakteristični egzotermni efekat sa pikom na 935 odnosno 952°C. U intervalu od 200-400°C, sa slabo naglašenim endoeftima na 273 i 310°C (M3), figuriraju gubici mase od 0,65 i 0,56%, a kod M-4 od 0,55 i 0,51%. U tom intervalu reaguju getit i hidrargilit (gibsit). Slabo naglašeni endotermni efekat sa pikom na 640°C i gubitkom od 0,65% (M3) i 672°C i gubitkom od 0,71% (M4), ukazuje na odstranjivanje OH grupe iz neke silikatne faze (dikit/hlorit). Prema hemijskim ispitivanjima, sadržaj Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je 17,87% (M-3), odnosno 19,20% (M-4). Mali dio je vezan za getit i hlorit, a najveći je u mineralnoj fazi koja nema efekte do 1000°C. Ta faza je hematit. Endoeftat na početku, koga prati gubitak mase od 0,73%, odgovara odstranjivanju vode. U uzorcima primarnih boksita ležišta Liverovići 2, dakle, konstatovani su: bemit, kaolinit i hematit.

Uzorak M5 potiče od povlatnih glina (vidi sl. 7.2) u kojem su određeni sljedeći minerali: bemit, kaolinit i kalcit. Kriva DTA uzorka M5 pokazuje nekoliko izrazitih endotermnih efekata različitog intenziteta. Prvi sa pikom na 78°C odgovara odstranjivanju higroskopne vode (0,76%). Glavni efekat je sa pikom na 520°C koga prati gubitak mase (kriva TG i DTG – odstranjivanje OH grupe) od 6,63%. Taj efekat potvrđuje i DDTA kriva sa dosta zaobljenim gornjim pikom. Ovi efekti odgovaraju bemitu i kaolinitu. Kaolinit potvrđuje mali, ali karakteristični egzotermni efekat sa pikom na 945°C. Veoma je izražen endotermni efekat sa pikom na 831°C koga prati gubitak mase od 14,13%, nastao je disocijacijom CO<sub>2</sub> iz kalcita. Preračunato na osnovu gubitka, sadržaj kalcita je oko 32%. Na 329°C nalazi se mali endotermni efekat koga prati gubitak mase od 0,96%. Ovaj efekat odgovara getitu. Između bemit/kaolinitnog i kalcitskog efekta, kriva TG pokazuje gubitak mase od 2,24%. Ovaj gubitak je najvjerovatnije vezan za odstranjivanje OH grupe iz neke silikatne faze (to mogu biti dikit ili hlorit).

Prema hemijskim ispitivanjima, sadržaj Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je 11,60%. Manji deo je vezan za getit i hlorit, a veći je u mineralnoj fazi koja nema efekte do 1000°C. Ta faza je hematit.

### Lokalnost Lokva Milankovac

Jurski boksiti Lokve Milankovac u podini imaju lijaske karbonate. Mineraloška ispitivanja ovih boksita izvršena su samo na jednoj probi M76 (vidi sliku 7.2). DTA-TG dijagrami dati su na sl. 7.14.



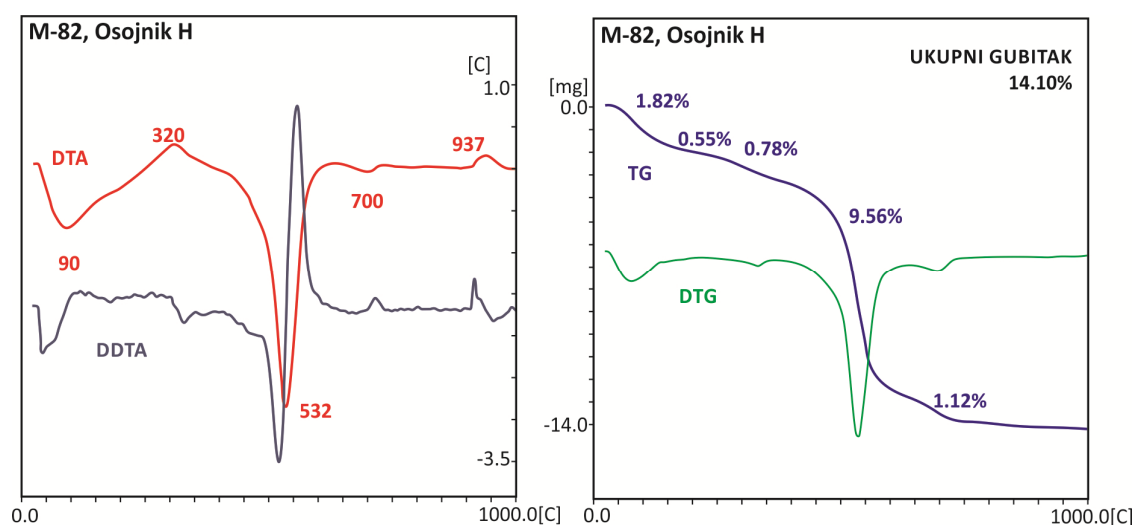
Sl. 7.14: DTA-TG dijagrami, lokalnost Lokva Milankovac, (VM\_03)

Kriva DTA pokazuje glavni endotermni efekt sa pikom na 533°C koga prati gubitak mase (kriva TG i DTG – odstranjivanje OH grupe) od 9.27%. Ovaj efekt odgovara bemitu i kaolinitu. Kaolinit potvrđuje karakterističan egzotermni efekt sa pikom na 946°C. Morfologija glavnog efekta, temperatura vrha pika, količina odstranjene konstitucione vode kao i efekt transformacije u mulit – ukazuju na *izrazitu dominaciju kaolinita nad bemitom*. Između 200 i 400°C nalaze se razvučeni efekti koje prati ukupni gubitak mase od 1.15%. Ovi efekti mogu odgovarati getitu i hidrargilitu. Na hidrargilit ukazuje mali endo efekt ispod 300°C. Gubitak od 0.55%, iza glavnog efekta, ukazuje na odstranjivanje OH grupe iz neke silikatne faze (dikit/hlorit).

Prema hemijskim ispitivanjima, sadržaj  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  je 19.16%. Mali dio je vezan za getit i hlorit, a najveći je u mineralnoj fazi koja nema efekte do 1000°C. Ta faza je hematit. Endoeffekat na početku, koga prati gubitak mase od 2.18%, odgovara odstranjivanju vode.

### Lokalnost Osojnik

Na dijagramima uzorka M82 (slika 7.15) vidi se da kriva DTA pokazuje glavni endotermni efekat sa pikom na 532°C koga prati gubitak mase (kriva TG i DTG – odstranjivanje OH grupe) od 9.56%. Kaolinit potvrđuje karakterističan egzotermni efekat sa pikom na 937°C. Karakteristike svih efekata ukazuju na nešto veći sadržaj bemita.



Sl. 7.15: DTA-TG dijagrami, lokalnost Osojnik, (VM\_03)

Između 200 i 400°C kriva TG pokazuje ukupni gubitak mase od 1.33%. Ovi efekti mogu odgovarati oksidima i hidroksidima Fe i hidrargilitu. Na 320°C je egzotermni efekat koji može biti posledica transformacije u neku oksidnu fazu (maghemit) nakon odstranjivanja vode. Gubitak od 1.12%, iza glavnog efekta, sa pikom na 700°C vezan je za odstranjivanje CO<sub>2</sub> iz kalcita koga u uzorku ima oko 2.5%. Između glavnog i ovog efekta postoji mali gubitak vezan za OH grupe iz neke silikatne faze (dikit/hlorit). Prema hemijskim ispitivanjima, sadržaj Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je 15.68%. Mali dio je vezan za getit i hlorit, a najveći je u mineralnoj fazi koja nema efekte do 1000°C. Ta faza je hematit. Endoefekat na početku, koga prati gubitak mase od 1.82%, odgovara odstranjivanju vode. U uzorku boksita M82, dakle, konstatovani su: kaolinit, bemit, kalcit i hematit.

Primjenom DTA i TG metode utvrđen je osnovni mineralni sastav svih ispitanih uzoraka boksita, predstavljen: *bemitom, kaolinitom, hidrargilitom, kalcitom i*

*hematitom*. Pored ovih minerala zapaženo je ili nagovješteno prisustvo, *getita*, *dikita* i *Fe-Mg hlorita*. Rengenskom difrakcijom nekoliko uzoraka je, pored potvrde dobijenih rezultata, konstatovano prisustvo *anatasa*. Takođe, ova metoda je ukazala i na malo prisustvo *dijaspora* u kompozitu M45 (Štitovo 2). Mineralogija boksita je predstavljena veoma brojnom asocijacijom autigenih, ali isto tako i alotigenih minerala, što je detaljnije opisano na početku ovog poglavlja. Imajući to u vidu, vjerovatno je da su prisutni i drugi minerali u ispitivanim boksitima, ali je njihov sadržaj nizak za detekciju ovom metodom. Mikroskopskim pregledom pojedinih uzoraka boksita, zapaženi su *kvarc* i *feldspati*.

Analizom DTA i TG krivih kao i izvedenih DDTA i DTG krivih, pored osnovnih konstatacija o mineralnom sastavu, zapažene su i razlike u, generalno niskom, stepenu kristaliniteta osnovnih minerala – bemita i kaolinita u jurskim karstnim boksitima. Samo je na uzorcima M16 (Zagrad 1) i M22 (Kutsko brdo) zapaženo razdvajanje na glavnom piku disocijacije OH grupe iz čega se izvukao zaključak o visokom kristalinitetu kaolinita. Razlike u stepenu kristaliniteta zapažene su i kod dominantno bemitskih boksita, a koje se ogledaju u pomjerenoj temperaturi vrha glavnog pika. Uobičajeno je to na oko 524°C. Kod bemita sa višim stepenom kristaliniteta temperatura je pomjerana i do 540°C.

Kvantitativanom analizom izračunati su i dati u tabeli 7.6 okvirni sadržaji bitnih minerala u svim ispitanim uzorcima boksita na trijaskoj, lijaskoj i doger-oksfordskoj podini.

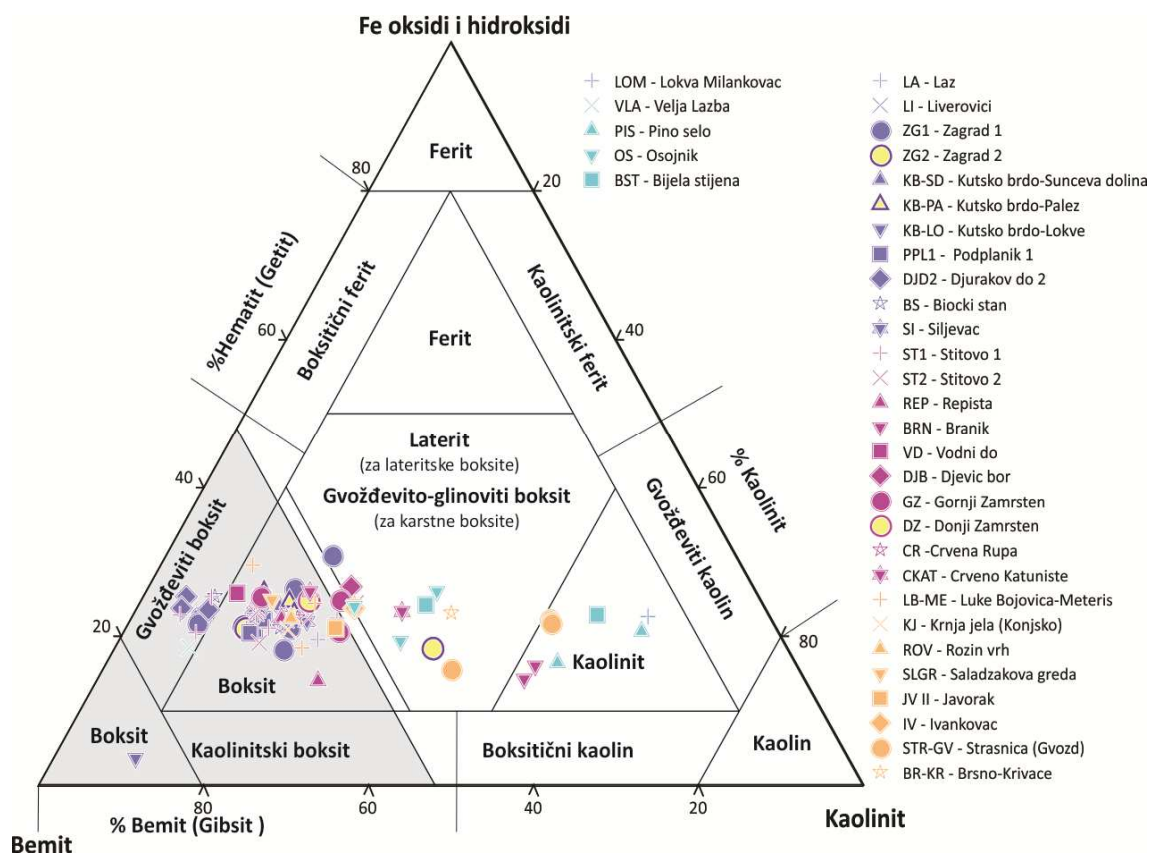
Rezultati kvantitativne analize su:

- *Bemit* je glavni mineral sa učešćem u boksitima na trijasu od 48,3%, lijasu 12,5% i doger oksfordu 31,9%;
- *Kaolinit* u boksitima na trijaskoj podini ima učešće od 18,9%, na lijaskoj 52,5% i na doger-oksfordskoj 31,3%;
- *Hidrargilit* je detektovan sporadično, u boksitima na trijaskoj podini u 11 uzoraka sa učešćem od 1 do 7%;
- *Kalcit* je određen u boksitima na trijaskoj podini u 15 uzoraka sa učešćem od 1 do 32% i u jednom uzorku boksita sa podine doger-oksfordske starosti gdje ima učešće od 3 do 4%.

Tabela 7.6: Rezultati ispitivanja crvenih jurskih karstnih boksita metodom DTA i TG

R.B.	Oznaka uzorka	Bemit, %	Kaolinit, %	Hidrgilit, %	Kalcit, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	R.B.	Oznaka uzorka	Bemit, %	Kaolinit, %	Hidrgilit, %	Kalcit, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %
<b>Jurski boksiti na trijaskoj podini</b>							44.	M44	44-48	15-20		3	18.40
1.	M1	45-48	20-23			19.40	45.	M45	50-54	12-16			15.60
2.	M2	45-48	19-20		4	15.78	46.	M46	50-55	10-15			20.00
3.	M3	48-52	14-18			17.87	47.	M47	50-55	10-15			19.47
4.	M4	48-52	15-20			19.20	48.	M48	45-48	13-17		2	17.60
5.	M5	30-35	10-15		32	11.60	49.	M49	40-45	10-15		7	16.40
6.	M6	42-46	12-16	5-6	2	20.80	50.	M50	50-55	14-18		1	19.80
7.	M7					17.20	51.	M51	43-47	18-23			10.75
8.	M8	40-45	15-20	3-4		26.80	52.	M52	26-32	42-46			12.00
9.	M9	50-55	15-20	2		18.80	53.	M53	25-30	43-47			13.80
10.	M10	50-55	15-20		2	18.80	54.	M54	54-58	8-12			22.80
11.	M11	50-55	15-20	1-2		15.60	55.	M55	38-43	18-23			22.13
12.	M12	60-65	5-10			20.40	56.	M56	44-48	20-25	1-2		17.87
13.	M13	60-65	5-10			19.60	57.	M57	50-55	10-15			22.00
14.	M14	55-60	10-15	2-3		19.08	58.	M58	40-45	18-22			20.80
15.	M15	53-58	10-15	3-4		18.27	59.	M59	45-50	15-20			21.60
16.	M16	34-38	31-33	6-7		15.40	60.	M60	48-52	15-20			19.47
17.	M17	40-45	10-15		14	17.37	61.	M61	45-50	15-20			22.80
18.	M18	50-55	10-15			22.80	62.	M62	35-40	25-30			19.73
19.	M19	45-50	13-17			20.40	63.	M63	50-55	8-12			26.13
20.	M20	50-55	10-15			21.60	64.	M64	43-48	15-20			14.27
21.	M21	45-50	12-18			19.13	65.	M65	42-47	15-20			20.00
22.	M22	30-33	35-38			12.60	66.	M66	50-55	15-20			18.40
23.	M23	50-55	10-15			22.20	67.	M67	50-55	15-20			20.27
24.	M24	45-50	15-20			21.07	68.	M68	50-55	12-16			22.00
25.	M25	48-52	10-15		11	16.40	69.	M69	45-50	20-25			18.80
26.	M26	45-50	10-15		15	17.20	70.	M70	40-45	20-25			20.20
27.	M27	50-55	10-15		6	16.80	71.	M71	20-25	40-45			18.47
28.	M28	50-55	10-15			20.20	72.	M72	20-25	40-45			18.00
29.	M29	50-55	10-15			19.47	73.	M73	30-35	30-35			12.00
30.	M30	64-68	do 5			24.00	74.	M74	30-35	30-35	1-2		19.60
31.	M31	64-68	do 5			22.27	75.	M75	40-45	20-25			20.93
32.	M32	55-60	5-10		6	20.13	<b>Jurski boksiti na lijaskoj podini</b>						
33.	M33	50-55	10-15			19.06	76.	M76	10-15	50-55			19.16
34.	M34	50-55	10-15			21.60	<b>Jurski boksiti na doger-oksfordskoj podini</b>						
35.	M35	38-42	10-15		20	14.00	77.	M77	58-62	5-10			15.20
36.	M36	55-60	5-10			22.00	78.	M78	20-25	40-45			12.80
37.	M37	50-55	18-22			20.40	79.	M79	10-15	45-50		3-4	15.60
38.	M38	50-55	10-15			19.30	80.	M80	40-45	20-25			20.53
39.	M39	60-65	do 5			20.15	81.	M81	30-35	25-30			20.40
40.	M40	58-62	5-10	1-2		17.33	82.	M82	35-40	25-30			15.68
41.	M41	58-62	5-10			22.93	83.	M83	30-35	25-30			19.13
42.	M42	48-52	12-16	1	11	17.07	84.	M84	15-20	45-50			19.40
43.	M43	50-55	10-15			21.86							

Na osnovu rezultata dobijenih kvantitativnom analizom formiran je trokomponentni dijagram (slika 7.16) iz koga vidimo da gotovo svi boksiti formirani na gornjotrijaskoj podini pripadaju grupi boksita i gvožđevitih boksita. Izuzeci su jedan uzorak iz Zagrada 2, jedan uzorak iz Crvenog katuništa, sva tri uzorka iz ležišta Strašnica i oba uzorka iz lokaliteta Branik koji, po hemijskom sastavu, i pripadaju glinovitim boksitima ili boksitnim glinama.



Sl. 7.16: Trokomponentni dijagram: bemit–kaolinit–Fe oksidi i hidroksidi, na osnovu rezultata DTA i TG analiza. Prema Aleva (1994), modifikovano i dopunjeno

Dva uzorka iz ležišta Strašnica, potom uzorak boksita sa lijaske podine, lokalnost Lokva Milankovac, kao i uzorci iz Pino sela i Bijele stijene koji su obrazovani na doger–oksfordskim krečnjacima, prema ovom dijagramu pripadaju kaolinitu. Ovi kompozitni uzorci, prema hemijskim analizama (Dodatak 1, VM\_01), sadrže od 36,83 do 44,13 %  $Al_2O_3$  i od 22,55 do 30,54 %  $SiO_2$ .

Boksitima sa niskim stepenom boksitizacije matičnog materijala (u dijagramu gvožđevito–glinoviti boksit), pripada pomenuti uzorak iz Crvenog katuništa, potom



jedan uzorak iz Strašnice, jedan uzorak iz Bršna, kao i po jedan uzorak od boksita sa doger-oksforda, iz lokalnosti Osojnik i Bijela stijena. U ovim uzorcima, prema hemijskim analizama, sadržaj  $\text{Al}_2\text{O}_3$  je od 42,27 do 46,58 %, a  $\text{SiO}_2$  od 19,47 do 22,50 %.

Za potrebe izrade ove studije primijenjene su metode geohemijskih (ICP-AES i ICP-MS) i mineraloških (XRD i SEM-EDS) ispitivanja. Svi snimljeni stubovi boksitnih tijela, na 37 lokaliteta (slika 7.17) i ukupno 47 profila, oprobavani su po jedinstvenom principu, formirane su i pripremljene za geohemijske analize pojedinačne probe, a nakon izvršene analize odabrane su i probe za mineraloška ispitivanja.

Geološko snimanje boksitnih tijela, neposredne podine i povlate na profilima oprobavanja izvršeno je na otvorenim izdancima, istražnim raskopima i zasjecima aktivnih kopova (čela radnih etaža) ili kopova na kojima je eksploatacija obustavljena, zavisno od stepena otkrivenosti i mogućnosti pristupa, sa ciljem terenske determinacije izgleda, boje, strukturno-teksturnih karakteristika boksita i dr. Snimanje je vršeno od podine prema povlati, kako bi se upoznao odnos karbonatne podine i boksita i, što je posebno važno, kako bi se u ležištu (pojavi) pratila vertikalna distribucija elemenata rijetkih zemalja.

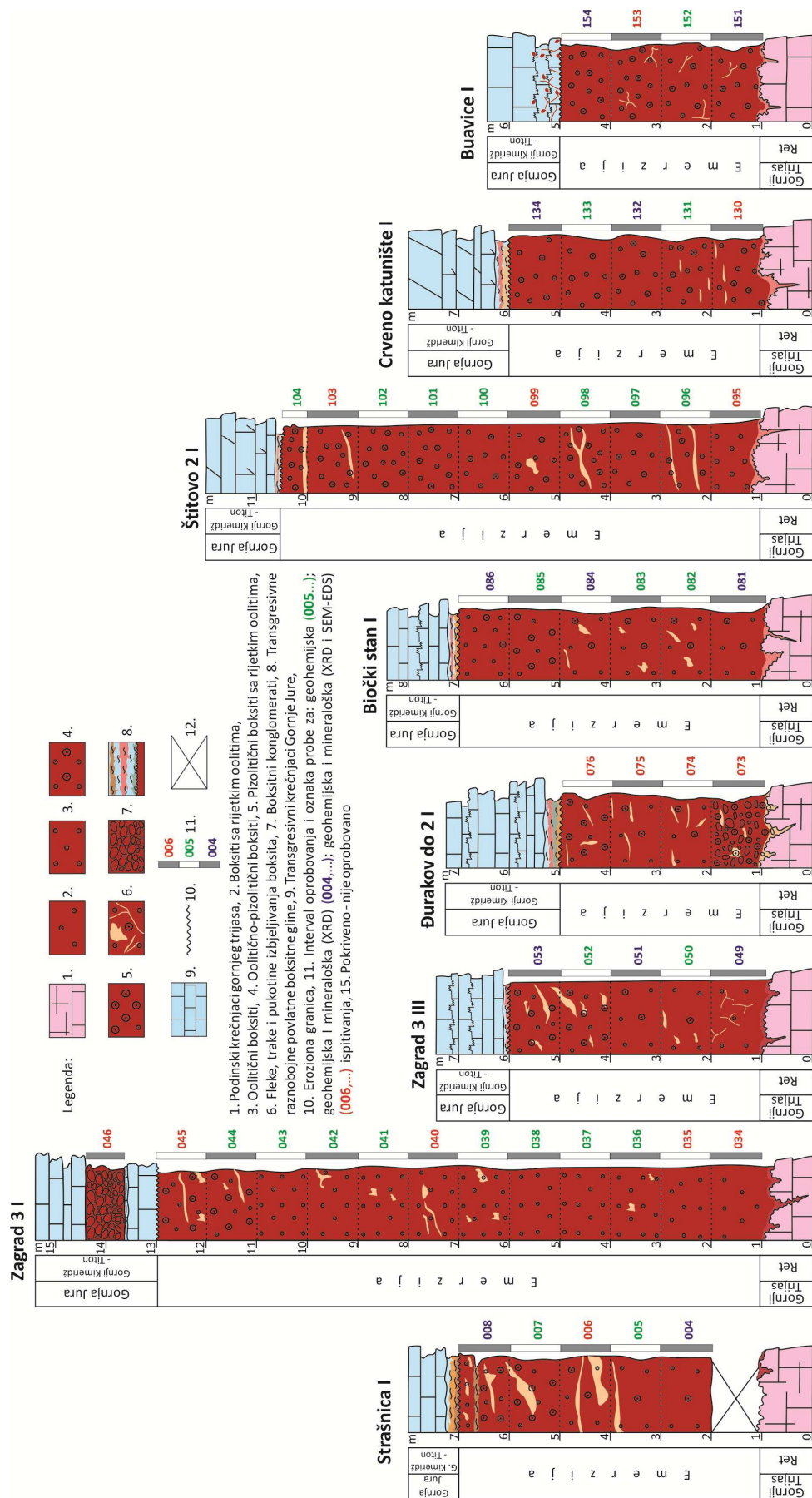
Ukupno je snimljeno 47 ovakvih stubova pojedinačne debljine dva do petnaest metara u boksitu, po jedan metar u podinskim i jedan ili više metara u povlatnim sedimentima.

Duž ovih profila izvršeno je oprobavanje metodom grube brazde u intervalima dužine jedan metar i formirane su ukupno 252 pojedinačne probe (VMP\_04). Na slici 7.17 prikazan je položaj ležišta i pojava koje su obuhvaćene istraživanjem. Zbog obimnosti grafike, u ovom radu smo prikazali samo osam snimljenih geoloških stubova ležišta/pojava boksita na trijaskoj podini (slika 7.18), četiri na lijaskoj (slika 7.19) i tri geološka stuba boksita na doger-oksfordskoj podini (slika 7.20). Litološke, strukturne i teksturne karakteristike boksita u istraživanim ležištima detaljno su opisane u poglavlju 6. Ukratko, prikazana ležišta boksita formirana na trijaskoj podini izgrađenoj od megalodonskih krečnjaka (Strašnica;

Zagrad, r.t. 3; Đurakov do, r.t. 2; Biočki stan; Štitovo 2; Crveno katunište i Buavice), izgrađuju crveni kompaktni boksiti, koji su mjestimično izbijeljeni u vidu traka, fleka i nepravilnih formi (slike 7.18).

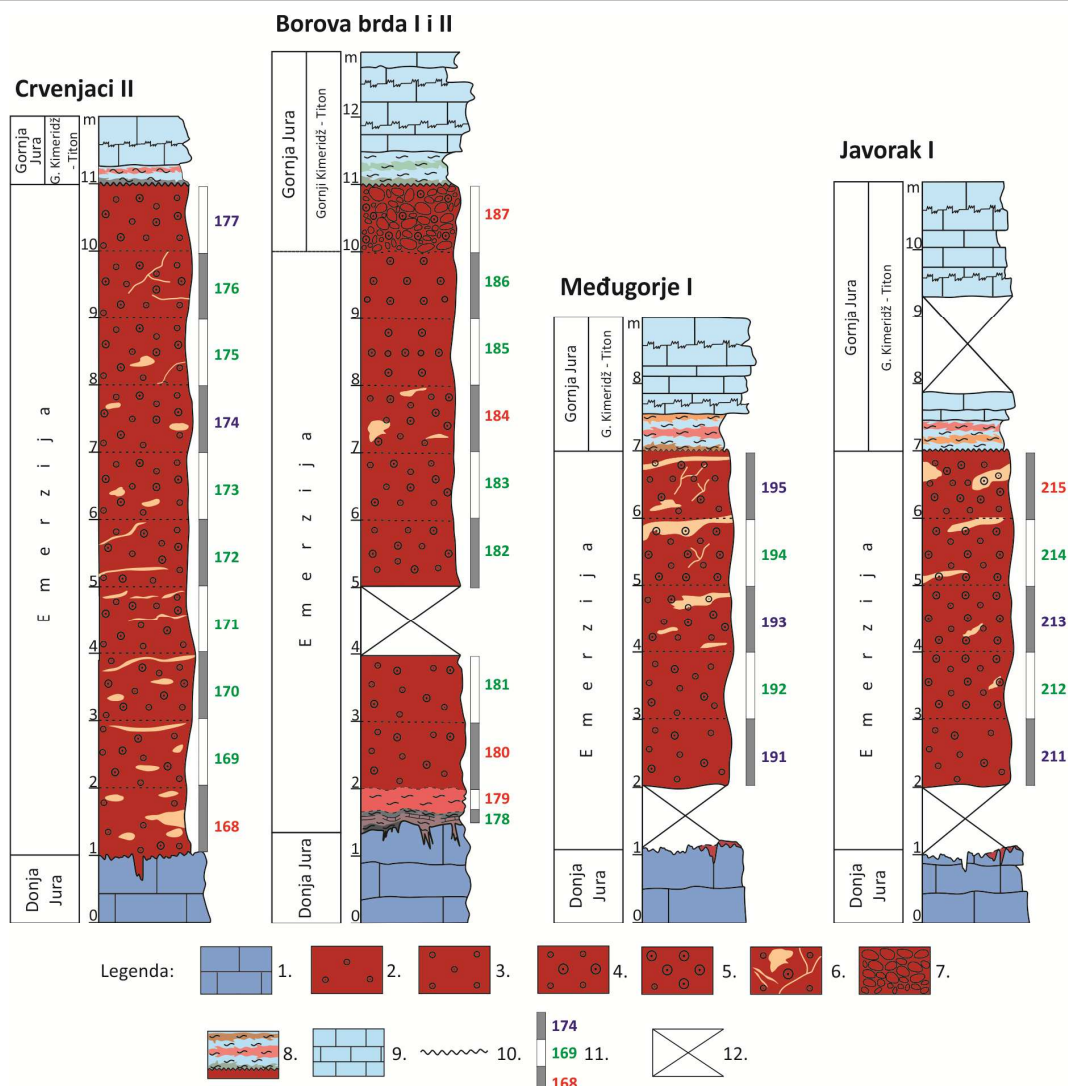


Sl. 7.17: Istraživana ležišta i pojave jurskih karstnih boksita rudnih rejlona Vojnik–Maganik i Prekornica, (Projekat "Istraživanje elemenata rijetkih zemalja rudnih rejlona Vojnik–Maganik i Prekornica, 1:50.000")



Sl. 7.18: Detaljni geološki stubovi boksitnih tijela ležišta Strašnica, Zagrad (r. t. 3), Đurakov do 2, Biočki stan, Štitovo 2, Crveno katunište i Buavice. Prema Radusinović i sar., (2015), dopunjeno



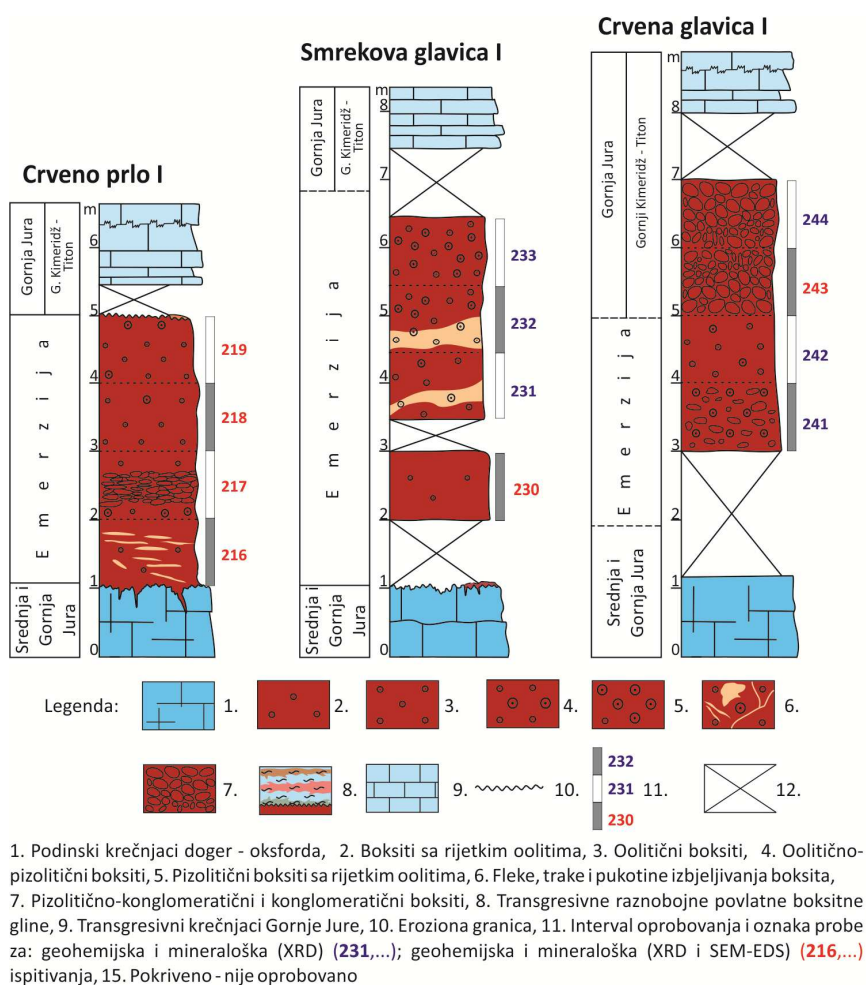


Sl. 7.19: Detaljni geološki stubovi boksitnih tijela ležišta Borovih brda, Crvenjaka i pojava u području Lisca i Javoraka. Prema Radusinović i sar., (2015), dopunjeno

Po strukturi su masivni, pelitomorfni, u gornjim djelovima rudnih tijela oolitični i pri vrhu – pizolitični. Neposrednu podinu karakteriše prisustvo rumenkastih i smeđih boksitnih gline. Ovakav strukturni tip ležišta odgovara primarnim ležištima karstnih crvenih boksita. Neposredna povlata je, uglavnom, predstavljena raznobojnim boksitnim glinama i/ili glinovitim boksitima i rijetko karbonatno-laporovitim sedimentima (Zagrad 3 I) preko kojih se javljaju pretaloženi konglomeratni boksiti ili krečnjaci gornjeg kimeridža, prožeti boksitnom materijom (Buavice I).

Ležišta boksita, formirana na paleokarstifikovanim krečnjacima lijasa (Crvenjaci, Borova brda, Međugorje i Javorak), grade crveni kompaktni pelitski boksiti, mjestimično izbjeljeni u vidu zona, traka i nepravilnih formi. Podinske djelove karakteriše prisustvo glina, posebno izraženo u Borovim brdima. U donjem djelu rudnih tijela to su uglavnom pelitski, oolitični i oolitično–pizolitični, a u gornjim djelovima i pizolitični ili konglomeratični (Borova brda) (slika 7.19). Neposredna povlata je po pravilu izgrađena od boksitnih glina debljine i do 0,5 m, a potom su u stubu razvijeni transgresivni krečnjaci gornjeg kimeriža–titona.

Jurske boksite obrazovane na doger–oksfordu (Crveno prlo, Smrekova glavica i Crvena glavica), karakteriše pojava pelitomorfni boksita sa rijetkim oolitima u donjim djelovima, potom oolitičnih i oolitično–pizolitičnih, ali često i konglomeratičnih boksita (posebno u boksitima Trmanje).



Sl. 7.20: Detaljni geološki stubovi boksitnih tijela pojava na područjima Radovče i Trmanje. Prema Radusinović i sar., (2015), dopunjeno

Na prikazanim primjerima (slika 7.20) neposredna povlata je pokrivena, ali generalno kontakt sa povlatnim gornjojurskim krečnjacima uvijek je obilježen glinovitim boksitima i boksitnim glinama.

## 7.2. REZULTATI GEOHEMIJSKIH ISPITIVANJA (ICP-AES/MS) - OKSIDI, MIKROELEMENTI I ELEMENTI RIJETKIH ZEMALJA

Analiza rezultata ispitivanja 252 uzoraka boksita metodom ICP-AES/MS izvršena je na 11 oksida, 17 mikroelemenata i 16 elemenata rijetkih zemalja. Ukupni rezultati ispitivanja svih komponenti prikazani su tabelarno u Dodatku 3 (3.1 i 3.2). Uzorci su klasifikovani po pripadnosti ležištima i pojavama, stratigrafskoj pripadnosti podine (gornji trijas, lijas i doger-oksford), položaju u stubu (donji, srednji i gornji) i po genetskom tipu (primarni boksiti i pretaloženi boksiti). Primjenom univarijantnih statističkih metoda izračunati su:  $x_{\min}$  (minimum),  $x_{\max}$  (maksimum),  $\bar{x}$  (aritmetička sredina),  $\sigma$  (standardna devijacija) i Cv (koeficijent varijacije) i prikazani tabelarno (tabela 7.7) i u vidu histograma (slika 7.21)

### Rezultati ispitivanja oksida, ugljenika i sumpora

Metodom ICP-AES i ICP-MS su determinisani sledeći oksidi: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i G.Ž..

Tabela 7.7: Statistički parametri geohemijskih analiza oksida (VM\_04)

Starost podine	Statistički parametri	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MgO %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	MnO %	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	LOI %	TOT/C %	TOT/S %
Boksiti rudnih rejlona Vojnik-Maganik i Prekornica (ukupno) (n* = 252)	Minimum <b>Min</b>	1.00	33.50	2.56	0.07	0.03	0.01	0.01	1.53	0.010	0.02	0.021	11.3	0.05	0.02
	Maksimum <b>Max</b>	30.17	69.73	26.15	2.05	11.14	0.10	2.02	3.50	0.710	1.64	0.096	20.2	2.37	0.03
	Aritmetička sredina $\bar{x}$	14.79	48.89	19.04	0.52	0.35	0.06	0.62	2.36	0.051	0.17	0.044	12.76	0.17	0.024
	Standardna devijacija $\sigma$	6.70	5.72	2.83	0.28	1.14	0.02	0.39	0.36	0.109	0.17	0.014	0.92	0.24	0.01
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	0.45	0.12	0.15	0.53	3.26	0.38	0.64	0.15	2.131	1.02	0.316	0.07	1.39	0.22
Boksiti na gornjem trijasu (n = 160)	Minimum <b>Min</b>	1.00	33.50	2.56	0.07	0.03	0.01	0.01	1.68	0.010	0.02	0.026	11.3	0.06	0.02
	Maksimum <b>Max</b>	27.44	69.73	26.15	2.05	11.14	0.08	2.02	3.50	0.530	1.64	0.096	20.2	2.37	0.03
	Aritmetička sredina $\bar{x}$	11.90	51.18	19.44	0.46	0.47	0.05	0.55	2.51	0.047	0.17	0.049	12.84	0.19	0.026
	Standardna devijacija $\sigma$	6.54	5.78	3.14	0.28	1.43	0.02	0.42	0.36	0.09	0.19	0.02	1.06	0.29	0.01
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	0.55	0.11	0.16	0.61	3.02	0.43	0.77	0.14	1.92	1.07	0.31	0.08	1.56	0.21
Boksiti na lijasu (n = 51)	Minimum <b>Min</b>	11.61	36.90	9.36	0.15	0.07	0.04	0.24	1.53	0.010	0.03	0.023	11.8	0.05	
	Maksimum <b>Max</b>	30.17	52.44	21.91	0.81	0.43	0.09	1.88	2.66	0.710	0.96	0.043	14.5	0.42	0.02
	Aritmetička sredina $\bar{x}$	19.89	43.67	18.20	0.48	0.13	0.07	0.77	2.17	0.071	0.13	0.035	12.20	0.12	
	Standardna devijacija $\sigma$	4.17	6.55	3.26	0.13	0.07	0.02	0.29	0.34	0.16	0.05	0.01	1.71	0.06	
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	0.21	0.15	0.18	0.27	0.56	0.22	0.38	0.16	2.29	0.38	0.16	0.14	0.54	
Boksiti na doger-oksfordu (n = 41)	Minimum <b>Min</b>	11.90	41.59	10.84	0.46	0.08	0.05	0.13	1.62	0.010	0.07	0.030	11.6	0.07	
	Maksimum <b>Max</b>	24.13	50.26	24.11	1.36	0.24	0.10	1.30	2.24	0.050	0.19	0.048	15.10	0.42	0.02
	Aritmetička sredina $\bar{x}$	18.04	46.48	18.33	0.86	0.15	0.07	0.62	2.03	0.028	0.14	0.036	12.88	0.18	
	Standardna devijacija $\sigma$	2.33	1.85	2.25	0.23	0.05	0.01	0.33	0.13	0.01	0.03	0.00	0.62	0.09	
	Koeficijent varijacije <b>Cv</b>	0.13	0.04	0.12	0.27	0.32	0.19	0.53	0.06	0.44	0.20	0.11	0.05	0.51	

\*n - broj analiziranih uzoraka



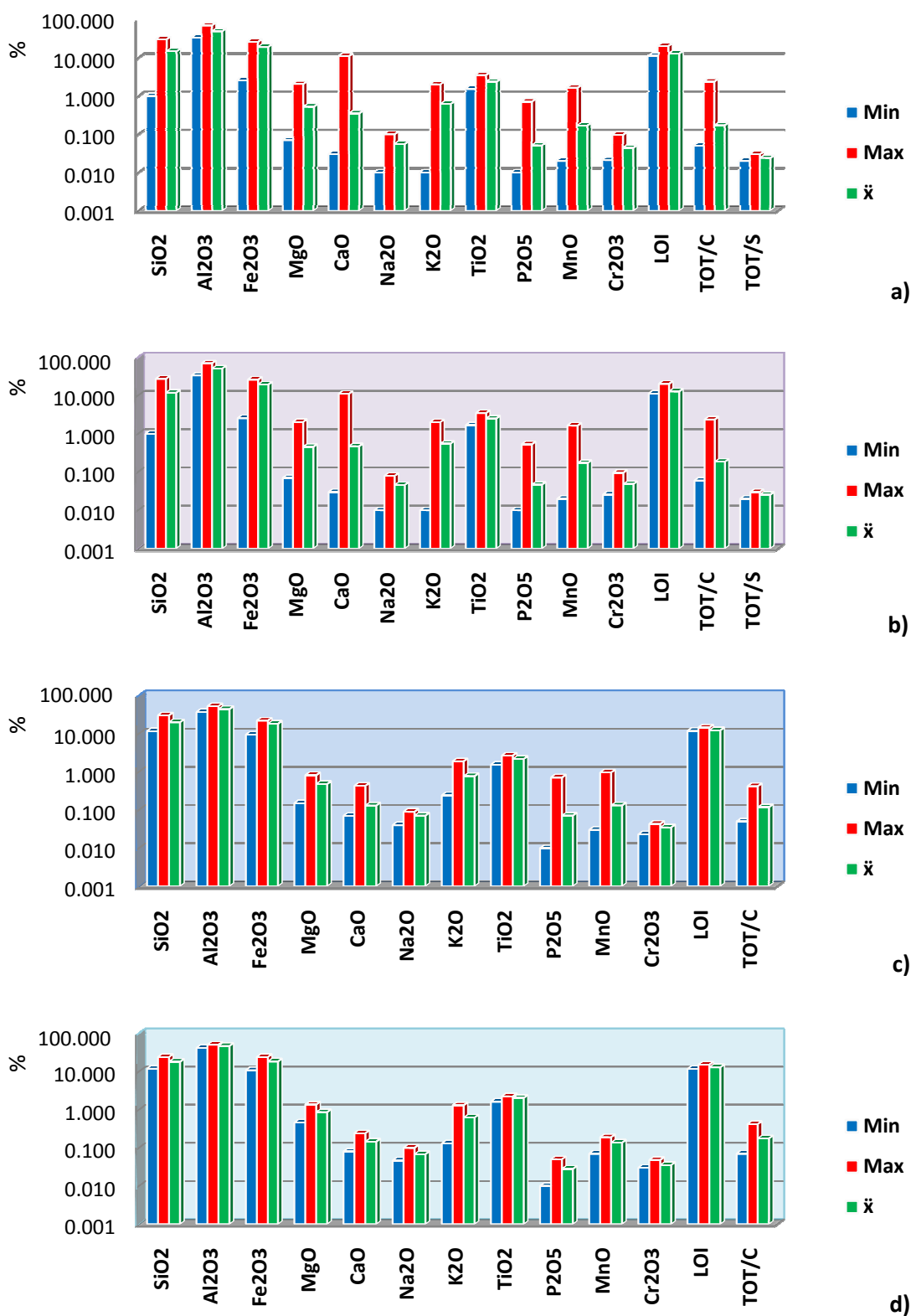
Na osnovu analize statističkih parametara analiziranih oksida u boksitima rudnih rejlona Vojnik–Maganik i Prekornica (tab. 7.7 i slika 7.21 a) vidimo da je sadržaj  $\text{SiO}_2$  u rasponu 1–30,17%, sa koeficijentom varijacije od 45% i srednjim sadržajem 14,79 %. U boksitima razvijenim na gornjotrijaskoj podini (160 uzoraka) raspon sadržaja  $\text{SiO}_2$  u pojedinačnim probama je od 1 do 27,44%, sa koeficijentom varijacije od 55% i srednjim sadržajem 11,9%; na lijaskoj podini (50 uzoraka) od 11,61 do 27,44%, sa srednjim sadržajem 19,89%, i Cv 21%; a na doger–oksfordskoj (41 uzorak) od 11,90 do 27,13%, sa srednjim sadržajem 18,04% i Cv 13%.

$\text{Al}_2\text{O}_3$ , ukupno u svim uzorcima, ima srednji sadržaj od 48,89%, raspon 33,5–69,73% i koeficijent varijacije 12%. Kod boksita na trijasu srednji sadržaj 51,18%, raspon 33,5–69,73% i koeficijent varijacije 11%; na lijasu 43,67%, raspon 36,9–52,44% i Cv 21%; na doger oksfordu 46,48%, raspon 41,59–50,26% i Cv 13%.

Sadržaj  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  varira od 2,56 do 26,15%, srednje 19,04% i Cv 0,15. Boksiti na trijasu imaju srednji sadržaj 19,44%, raspon 2,56 do 26,15%, i Cv 0,16; na lijasu 18,20 %, raspon 9,36–21,91% i Cv 0,18; na doger oksfordu 18,33%, raspon 10,84–24,11% i Cv 0,12.

Srednji sadržaj aluminiije je najviši a silicije najniži u boksitima formiranim na trijaskoj, potom doger–oksfordskoj i na kraju lijaskoj podini (slika 7.20). Povišen sadržaj  $\text{SiO}_2$  i nešto niži sadržaj  $\text{Al}_2\text{O}_3$  imaju uzorci iz srednjeg i gornjeg dijela u odnosu na probe iz donjeg dijela boksitnih tijela (slika 7.21). Sadržaj  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  je ujednačen i prosječno nešto viši u boksitima iz gornjih djelova stuba primarnih boksita.

MgO karakteriše raspon od 0,07 do 2,05%, srednji sadržaj 0,52% i visok Cv 0,53. Slični su rezultati za boksite na trijasu sa još izraženijim Cv 61%. Boksiti na lijasu imaju srednji sadržaj 0,48 %, raspon 0,15–0,81 i Cv 27%, a na doger–oksfordu srednji sadržaj MgO je najviši i iznosi 0,86 %, raspon je od 0,46 do 1,36% a Cv 27%. Jasno je izražen povišen sadržaj MgO u boksitima sa doger–oksforda u cijelom stubu (0,85 odnosno 0,86%) u odnosu na ostale boksite. (slika 7.21).



Sl. 7.21: Histogrami osnovnih statističkih parametara analiziranih oksida, ukupnog C i S u boksitima rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica (a); na trijaskoj (b), lijaskoj (c, g) i doger-oskfordskoj podini (d, h). ICP-EAS i ICP-MS (VMP\_04)

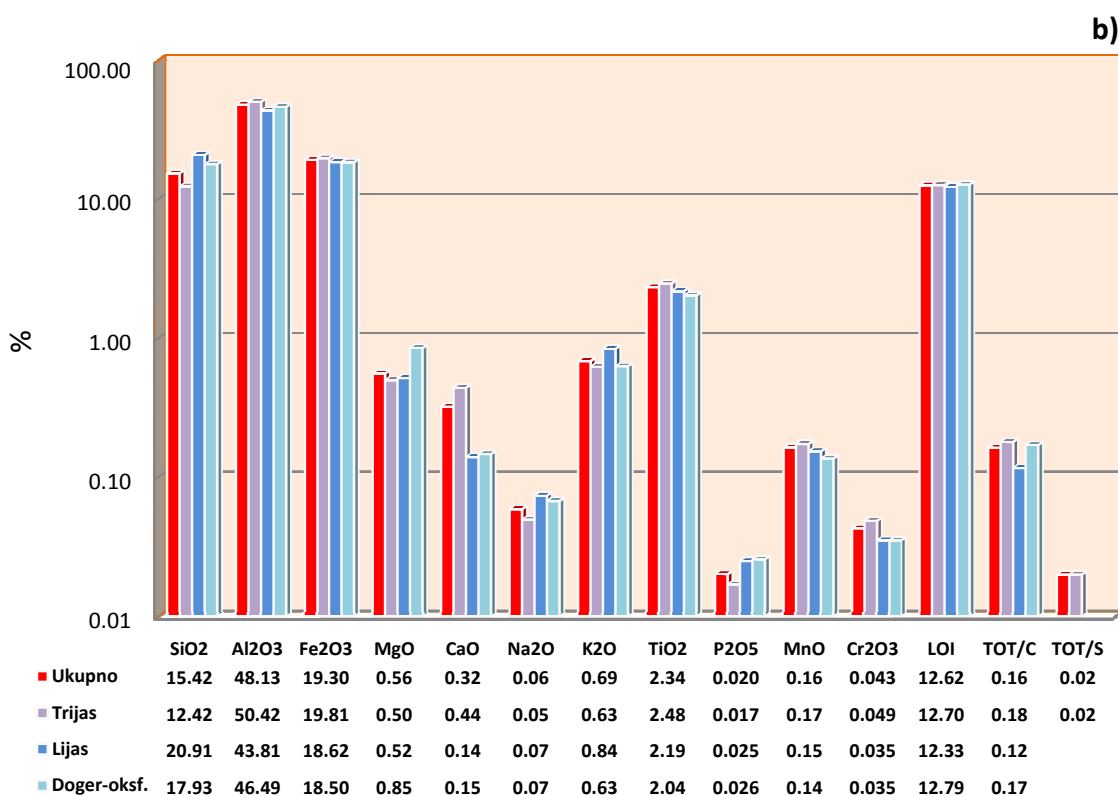
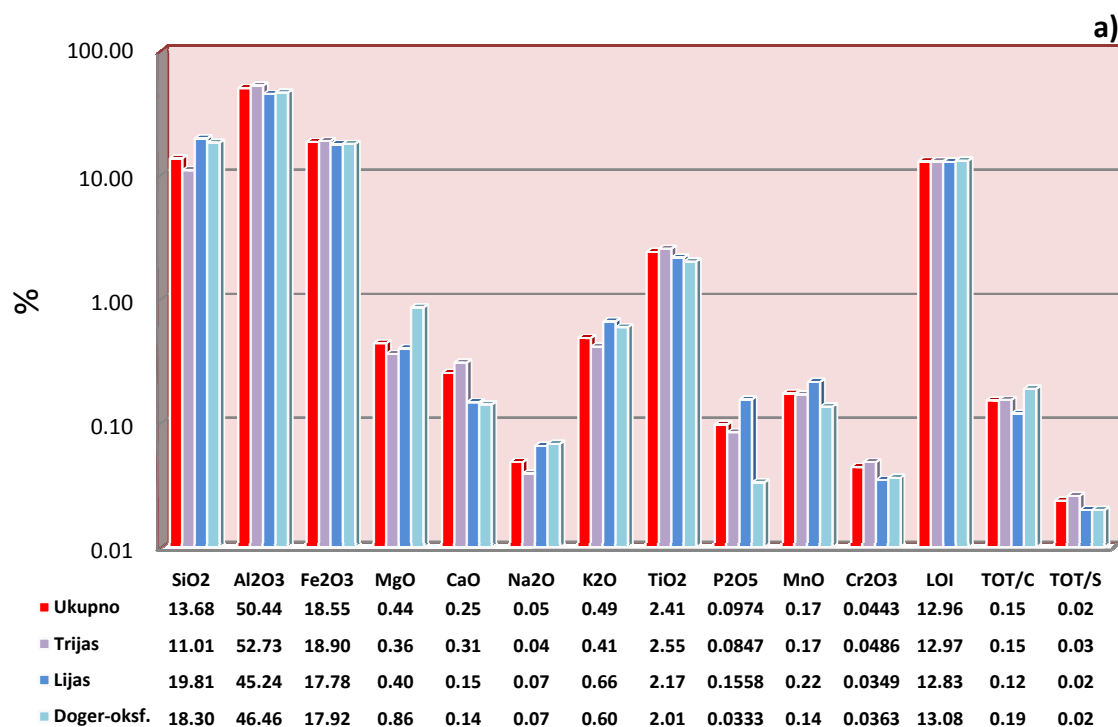
CaO karakteriše raspon od 0,03 do 11,14%, srednji sadržaj 0,35% sa visokim Cv 326%. Najveći uticaj na ovakve ukupne statistike parametre imaju boksiti obrazovani na trijasu koji imaju povišene koncentracije CaO, posebno oni iz srednjeg i gornjeg dijela rudnih tijela (0,44%) (slika 7.21). CaO u boksitima na lijasu ima raspon od 0,07 do 0,43%, srednji sadržaj 0,13% i Cv 56%, dok boksite na doger–oksfordu karakteriše raspon od 0,08 do 0,24%, srednji sadržaj 0,15% i Cv 32%.

Na<sub>2</sub>O u svim uzorcima boksita rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica ima raspon od 0,01 do 0,1%, srednji sadržaj 0,06 i Cv 38%; na trijasu je raspon od 0,01 do 0,08%, srednji sadržaj 0,05% i Cv 43%; na lijasu od 0,04 do 0,09%, srednji sadržaj 0,07% i Cv 22%; a na doger–oksfordu od 0,05 do 0,1%, srednji sadržaj takođe 0,07% i Cv 19%.

K<sub>2</sub>O u svim ispitanim uzorcima karakteriše raspon od 0,01 do 2,02%, srednji sadržaj 0,62% i Cv 64%. Boksiti na trijasu imaju isti raspon od 0,01 do 2,02%, srednji sadržaj 0,55% i Cv 22%; na lijasu su vrijednosti od 0,24 do 1,88%, srednji sadržaj 0,77% i Cv 38%; a na doger–oksfordu od 0,13 do 1,3% srednji sadržaj 0,62% i Cv 53%.

Povišeni sadržaji Na<sub>2</sub>O i posebno K<sub>2</sub>O u pojedinačnim uzorcima karakterišu boksite sa lijaske podine i doger–oksforda. K<sub>2</sub>O pokazuje prosječno veće koncentracije u višim nivoima (0,69 %) u odnosu na podinske (0,49%) u boksitima sa sve tri podine (slika 7.22).

TiO<sub>2</sub> pokazuje ujednačenu prisutnost u ispitanim uzorcima, prosječno 2,36% u rasponu od 1,53 do 3,50% sa prosječnim Cv 15%. U boksitima na trijasu srednji sadržaj je 2,36%, raspon od 1,68 do 3,50%; na lijasu 2,51, raspon od 1,53 do 2,66%; i na doger–oksfordu 2,03 u rasponu od 1,62 do 2,24%. Koeficijenti varijacije su niski i iznose 6% kod boksita na doger–oksfordu, 14% za one na trijasu i 16% za boksite na lijasu. Oksidi Ti su prisutni u svim boksitima u ujednačenim koncentracijama, a nešto su viši u boksitima sa trijaskom podinom (2,55 u donjem dijelu, odnosno 2,48% u srednjem i gornjem dijelu rudnih tijela) (slika 7.22).



Sl. 7.22: Histogrami srednjih sadržaja analiziranih oksida, C, S, i ΣREE u boksitima rudnih rejlona Vojnik–Maganik i Prekornica formiranim na gornjem trijasu, lijasu i doger–oksfordu: donji–podinski dio rudnih tijela (a); srednji i donji dio rudnih tijela (b). ICP-EAS i ICP-MS (VMP\_04)

Sadržaj  $P_2O_5$  varira u širokom rasponu od 0,01 do 0,53% sa visokim Cv 213% i srednjim sadržajem od 0,051%. Kod boksita na trijasu (95 uzoraka iznad granice detekcije) raspon je od 0,01 do 0,53%, srednji sadržaj 0,047% i Cv 192%; na lijasu (33 uzorka) od 0,01 do 0,71%, srednji sadržaj 0,071% i Cv 229%, dok su u boksitima na doger–oksfordu detektovani sadržaji  $P_2O_5$  u pojedinačnim probama (10 uzoraka) od 0,01 do 0,05%, srednje 0,028%.  $P_2O_5$  pokazuje najveće koncentracije u boksitima iz donjeg dijela boksitnih tijela sa lijaske (0,156%) i trijaske podine (0,085%) . Prosječno, u svim uzorcima iz donjeg dijela sadržaj je 0,097%, a iz srednjeg i gornjeg dijela svega 0,02%.

Sadržaj MnO je u rasponu od 0,02 do 1,64%, srednje, 0,17%, sa Cv 102%. U boksitima na trijasu pojedinačne probe pokazuju sadržaje od 0,02 do 1,64%, srednje, 0,17%, Cv 117%; na lijasu od 0,03 do 0,96% srednje, 0,13 %, Cv 38%; a na doger–oksfordu od 0,07 do 0,19%, srednje, 0,14%, Cv 20%. MnO karakterišu ujednačene prosječne koncentracije, a nešto veći srednji sadržaj imaju boksiti iz donjeg dijela ležišta formiranih na lijasnoj podini (0,22%)(slika 7.22).

$Cr_2O_3$  ima srednji sadržaj 0,044%, detektovan je u pojedinačnim uzorcima u rasponu od 0,021 do 0,096%. U boksitima na trijasu raspon je od 0,026 do 0,096%, srednje 0,049%, Cv 31%; na lijasu od 0,023 do 0,043%, srednje 0,035%, Cv 16%; i na doger–oksfordu od 0,03 do 0,048%, srednje 0,036, Cv 11%. Srednji sadržaj  $Cr_2O_3$  u pojedinačnim probama u svim djelovima stuba primarnih boksita je ujednačen, dok su povišene koncentracije detektovane u boksitima formiranim na trijasnoj karbonatnoj podini.

Gubitak žarenjem varira u pojedinačnim probama od 11,3 do 20,02%, srednje 12,76%. U boksitima formiranim na trijasu raspon je od 11,3 do 20,02% srednje 12,84%, Cv 8%; na lijasu od 11,8 do 14,5%, srednje 12,2 %, Cv 14%; a na doger–oksfordu od 11,6 do 15,1%, srednje 12,88 , Cv 62%.

Raspon utvrđenih sadržaja ugljenika je od 0,05 do 2,37%, srednje 0,17 %, Cv 139%. Kod boksita na trijasu sadržaj C varira od 0,06 do 2,37%, srednje 0,19 %, Cv 156% (u 95 od 160 uzoraka u kojima su sadržaji iznad granice detekcije), lijasu su

od 0,05 do 0,42%, srednje 0,19 %, Cv 156% (33 uzorka); a doger-oksforda su od 0,07 do 0,42%, srednje 0,19 %, Cv 156% (27 uzoraka).

Sumpor je detektovan u svega 10 uzoraka, 8 sa trijasko podine sa rasponom od 0,02 do 0,03% i po jednom uzorku sa lijaske i doger-oksfordske podine koji su imali 0,02% S.

Prosječan gubitak žarenjem je u boksitima sa sve tri podine i iz različitih djelova rudnih tijela je ujednačen. Sadržaj sumpora u 96% uzoraka je bio ispod granice detekcije od 0,02%. Nešto veći sadržaj C pokazuju boksiti iz donjeg dijela ležišta formiranih na doger-oksfordskoj podini (0,19%) i srednjih i gornjih djelova rudnih tijela obrazovanih na tijasu (0,18%) i doger-oksfordu (0,17%) (slika 7.22).

### Rezultati ispitivanja mikroelemenata

Primijenjenom etodom ICP-AES i ICP-MS su analizirani sledeći mikroelementi: Rb, Cs, Be, Sr, Ba, Th, U, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Co, Ni, Ga i Sn. Statistička obrada rezultata izvršena je isto kao i kod oksida, a rezultati su prikazani tabelarno i u vidu histograma. Analiza raspodjele mikroelemenata u boksitima izvršena je po grupama – na osnovu njihove geohemijske sličnosti.

Tabela 7.8: Statistički parametri geohemijskih analiza mikroelemenata (VM\_04)

Starost podine	Statistički parametri	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Th	U	Zr	Hf	V	Nb	Ta	W	Co	Ni	Ga	Sn	
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Boksiti rudnih rejlona Vojnik-Maganik i Prekornica (ukupno) (n* = 252)	Minimum	Min	0.4	0.1	2	27.7	17	29.1	2.6	328.7	9.2	177	31.2	2.3	4.3	11.9	51	29.2	7
	Maksimum	Max	142.7	20.8	15	1406.6	204	70.0	24.3	641.4	17.7	850	68.5	5.0	9.9	539.3	678	57.8	43
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	43.16	8.42	5.71	91.32	85.64	49.66	5.70	450.02	12.72	291.52	45.13	3.45	6.40	41.68	197.58	47.11	15.08
	Standardna devijacija	$\sigma$	32.39	4.97	2.66	136.59	44.43	6.70	2.33	63.97	1.66	76.96	6.67	0.48	0.95	49.64	73.79	4.02	5.05
	Koeficijent varijacije	Cv	0.75	0.59	0.47	1.50	0.52	0.14	0.41	0.14	0.13	0.26	0.15	0.14	0.15	1.19	0.37	0.09	0.33
Boksiti na gornjem trijasu (n = 160)	Minimum	Min	0.4	0.1	2	39.1	17	29.1	3.1	328.7	9.3	177	31.2	2.3	4.3	11.9	51	29.2	7
	Maksimum	Max	142.7	20.8	15	774	190	70.0	18.1	641.4	17.7	850	68.5	5.0	9.7	402.2	456	57.8	43
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	36.60	7.33	5.63	87.30	79.24	50.93	6.03	475.71	13.45	303.62	48.07	3.65	6.53	41.63	178.43	47.88	15.61
	Standardna devijacija	$\sigma$	34.38	5.31	2.67	87.94	47.39	7.21	2.01	61.55	1.60	84.06	6.10	0.47	0.90	43.43	71.24	4.14	5.05
	Koeficijent varijacije	Cv	0.94	0.72	0.47	1.01	0.60	0.14	0.33	0.13	0.12	0.28	0.13	0.13	0.14	1.04	0.40	0.09	0.32
Boksiti na lijasu (n = 51)	Minimum	Min	10.6	1.8	2	37.6	52	38.6	3.0	335.0	9.2	204	34.6	2.6	4.6	18.9	144	34.8	9
	Maksimum	Max	127.4	19.5	15	1406.6	204	65.9	24.3	497.6	13.6	466	51.9	4.0	9.8	539.3	678	54.4	37
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	58.94	10.43	5.50	131.83	106.15	46.35	5.80	420.62	11.65	286.60	41.96	3.13	5.76	46.94	219.91	45.34	15.20
	Standardna devijacija	$\sigma$	24.21	3.31	2.92	246.90	33.04	8.17	3.38	71.92	1.90	70.16	6.89	0.51	1.14	74.46	86.17	7.52	5.65
	Koeficijent varijacije	Cv	0.41	0.32	0.53	1.87	0.31	0.18	0.58	0.17	0.16	0.24	0.16	0.16	0.20	1.59	0.39	0.17	0.37
Boksiti na doger-oksfordu (n = 41)	Minimum	Min	8.5	2.4	2	27.7	27	38.6	3.3	331.3	10.2	179	32.7	2.6	5.0	15.0	152	40.1	8
	Maksimum	Max	87.7	16.3	13	85.8	145	59.8	7.9	417.8	11.8	346	39.5	3.8	9.9	78.5	307	51.4	24
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	42.57	9.21	6.24	48.31	74.35	48.17	4.22	379.56	11.09	246.68	36.65	3.06	6.65	28.34	237.32	45.45	12.57
	Standardna devijacija	$\sigma$	24.01	4.38	2.35	16.39	32.58	5.04	0.89	16.05	0.43	48.07	1.94	0.28	1.02	11.26	37.23	2.39	3.78
	Koeficijent varijacije	Cv	0.56	0.48	0.38	0.34	0.44	0.10	0.21	0.04	0.04	0.19	0.05	0.09	0.15	0.40	0.16	0.05	0.30

\*n - broj analiziranih uzoraka



### *Alkalni metali – Rubidijum i Cezijum.*

*Rubidijum* je u pojedinačnim uzorcima detektovan u širokom rasponu od 0,4 do 142,7 ppm, srednji sadržaj 43,16 ppm i Cv 75% (tab. 7.8). Upravo u boksitima na trijaskoj podini utvrđene su minimalne i maksimalne vrijednosti Rb. U ovim boksitima je srednji sadržaj Rb 36,6 ppm, a Cv 94%. Boksiti na lijasu imaju, takođe, značajne varijacije sadržaja ovog elementa u pojedinačnim uzorcima od 10,6 do 127,4 ppm i srednji sadržaj od 58,94 ppm, dok boksite na doger-oksfordu karakterišu niže koncentracije Rb od 8,5 do 87,7 ppm, srednji sadržaj 42,57 ppm i Cv 56% (slika 7.23).

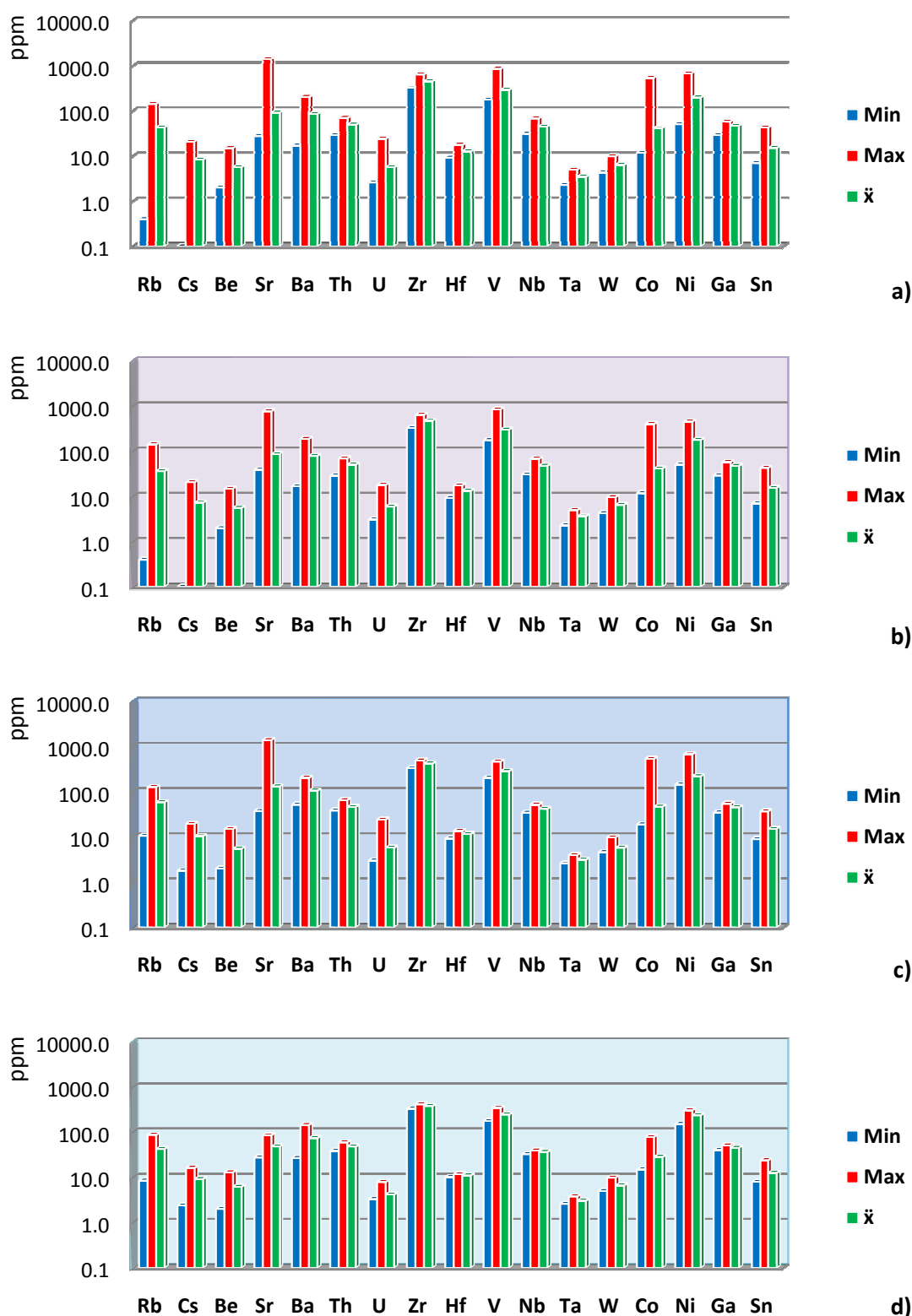
*Cezijum* karakteriše raspon od 0,1 do 20,8 ppm, srednji sadržaj 8,42 ppm i Cv 59%. Maksimalne i minimalne vrijednosti karakterišu boksite na trijasu, koji imaju srednji sadržaj 8,42 ppm i Cv 59%. Boksiti na lijasu pokazuju raspon od 1,8 do 19,5 ppm, srednji sadržaj 10,43 ppm i Cv 32%, a na doger oksfordu raspon je od 2,4 do 16,3 ppm, srednji sadržaj 9,21 ppm i Cv 38%.

Povišeni sadržaji Rb (>90ppm) su konstatovani su u pojedinim ležištima, naročito u ležištu Bršno u čak 14 uzoraka (Dodatak 3.2), i to u srednjem i gornjem dijelu boksitnih tijela. Pojedinačne probe sa povišenim sadržajem Rb i Cs konstatovane su i u boksitima srednjeg i gornjeg nivoa Štitova, G. Zamrštena, Crvenjaka, Borovih Brda, Aline lokve i L. Milankovac, a prati ih i povišen sadržaj  $K_2O$  (>0,7%) i ujednačen sadržaj  $Na_2O$  (0,06–0,09%). Karakretistične su povišene koncentracije Rb i Cs u odnosu na prosječne, u donjem dijelu rudnih tijela formiranih na lijasu i doger oksfordu, kao i srednjem i gornjem dijelu boksitnih tijela na lijaskoj podini (slika 7.24).

### *Zemnoalkalni metali – Berilijum, Stroncijum i Barijum*

U okviru grupe zemnoalkalnih metala pored Ca i Mg ispitani su i Be, Sr i Ba.

*Berilijum* pokazuje sadržaje u pojedinačnim uzorcima od 2 do 15 ppm, srednji sadržaj 5,91 ppm i Cv 49%. Kada je u pitanju ovaj element, statistički parametri pokazuju gotovo isto ponašanje u boksitima na sve tri podine.



Sl. 7.23: Histogrami osnovnih statističkih parametara analiziranih mikroelemenata u boksitima rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica (a, e); na trijaskoj (b, f), lijaskoj (c, g) i doger-oskfordskoj podini (d, h). (VMP\_04)

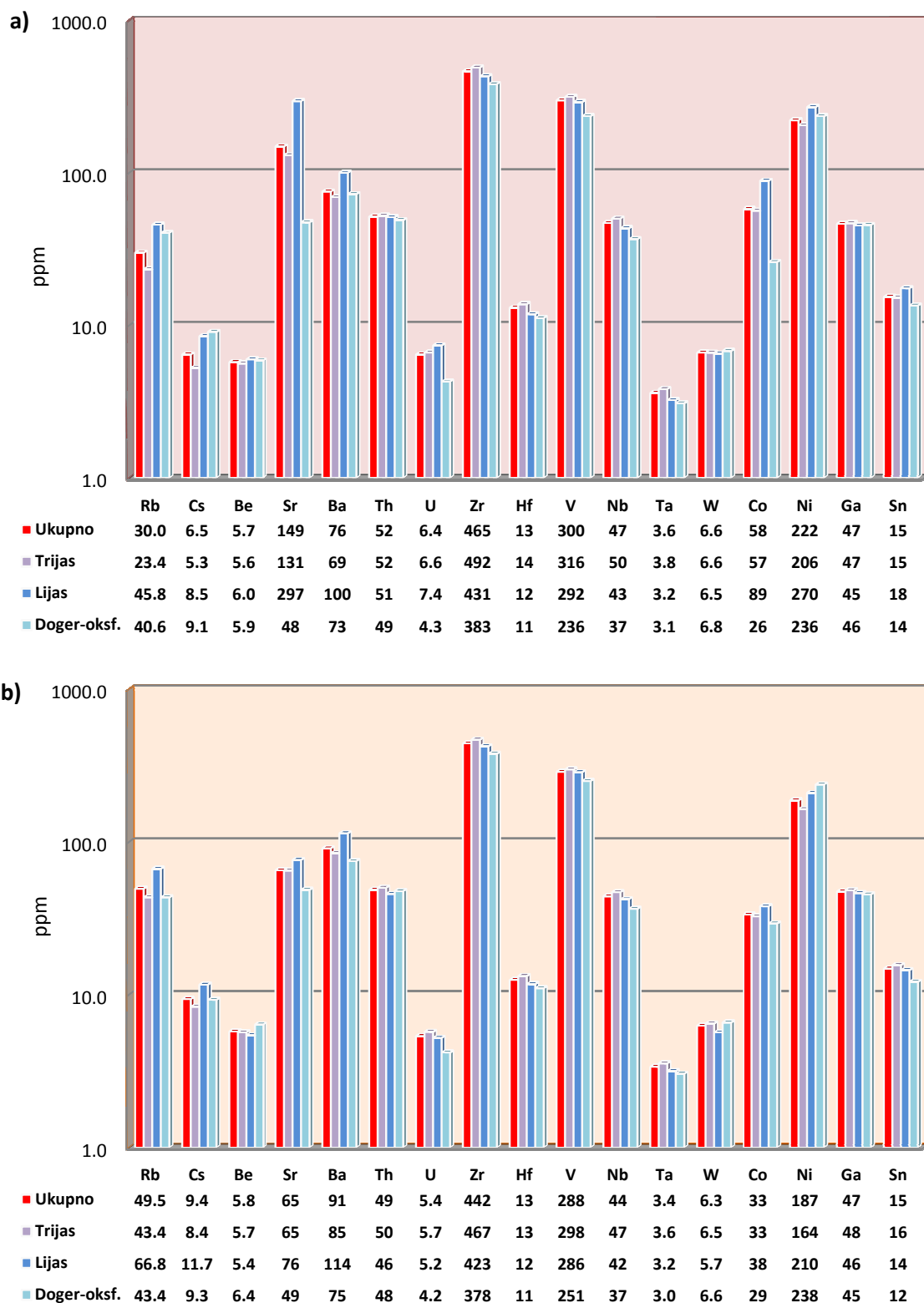
*Stroncijum*, međutim, ima drugačije ponašanje. Sadržaj u pojedinačnim uzorcima varira od 27,7 do 1406,6 ppm, srednji sadržaj 91,32 ppm i Cv 150%. Boksiti na trijasi imaju raspon od 39,1 do 774 ppm, srednji sadržaj 87,3 ppm i Cv 60%; na lijasu od 37,6 do 1406,6 ppm, srednji sadržaj 131,83 ppm i Cv 187%, a na doger-oksfordu znatno manji raspon – od 27,7 do 85,8 ppm, srednji sadržaj 48,31 ppm i Cv 37%.

*Barijum* varira od 17 do 204 ppm, ima srednji sadržaj 85,64 ppm i Cv 52%. Povišene koncentracije karakterišu boksiti na lijasu – raspon od 52 do 204 ppm i srednji sadržaj 106,15 ppm, dok boksiti na trijasi i doger-oksfordu, pokazuju slične karakteristike kada je u pitanju sadržaj Ba.

Povišeni sadržaji Be (>10ppm) su konstatovani su u ležištima Strašnica, Liverovići, Štitovo 2, Bršno, Buavice, Borova brda, Crvenjaci i Crvena glavica i to u donjem dijelu boksitnih tijela. Pojedinačne probe sa visokim sadržajem Sr (>120ppm) konstatovane su u boksitima donjeg nivoa Zagrada 3, Liverovića, Crvenih ornica, Grebenika, Borovih brda i Međugorja, dok visoke koncentracije Ba (>150ppm) karakterišu boksiti Strašnice, Štitova 2, Grebenika, Bršna, L. Milankovac, Borovih brda, Crvenjaka i Aline lokve (Dodatak 3.2).

Karakteristične su povišene koncentracije Sr i Ba u odnosu na prosječne, u rudnim tijelima formiranim na lijaskoj podini (slike: 7.23c i 7.24), dok su sadržaji Be uglavnom ujednačeni u svim boksitima bez obzira mjesto uzorkovanja u stubu boksitnih tijela. Ističu se anomalni sadržaji Sr u uzorcima posebno iz pripodinskog i donjeg, ali i srednjeg dijela rudnog tijela ležišta Borova brda (raspon od 53,6 do 1406,6 ppm i srednji sadržaj 324,7 ppm). Ne uočava se korelacija sa prosječnim sadržajima Mg kojim su obogaćeni boksiti sa doger oksforda i Ca čije povećane koncentracije uglavnom karakterišu trijaske boksiti.

*Torijum* karakteriše raspon od 29,1 do 70 ppm, srednji sadržaj 49,66 ppm i prosječan Cv 14%. Boksiti na trijasi imaju najveći raspon i srednji sadržaj od 50,93 ppm; na lijasu je raspon od 38,6 do 65,9 ppm, srednji sadržaj 46,35 ppm; a u boksitima na doger-oksfordu od 38,6 do 59,8 ppm, srednji sadržaj 48,17 (tab 7.8).



Sl. 7.24: Histogrami srednjih sadržaja mikroelemenata u boksitima rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica formiranim na gornjem trijasu, lijasu i doger-oksfordu: donji-podinski dio rudnih tijela (a); srednji i donji dio rudnih tijela (b). (VMP\_04)

Rezultati ispitivanja urana pokazuju vrijednosti u opsegu od 2,6 do 24,3 ppm, srednji sadržaj 5,7 ppm i prosječan Cv 41%. Najveći srednji sadržaj U imaju boksiti na trijasu 6,03 ppm, potom na lijasu 5,8 ppm i na kraju na doger-oksfordu 4,22 ppm.

Nešto veći sadržaji konstatovani su u donjem dijelu rudnih tijela primarnih boksita, obrazovanim na lijasu (Th 51,4 i U 7,4 ppm) i trijasu (Th 52,4 i U 6,6 ppm) (slika 7.24).

*Prelazni metali – crkonijum, hafnijum, vanadijum, niobijum, tantal i volfram*

*Cirkonijum* ima srednji sadržaj 450,02 ppm, detektovan je u pojedinačnim uzorcima u rasponu od 328,7 do 641 ppm i Cv 14%. U boksitima na trijasu srednji sadržaj je 475,71 ppm, na lijasu 420,62 ppm i na doger-oksfordu 397,56 ppm.

*Hafnijum* karakterišu niske koncentracije od 9,2 do 17,7 ppm, srednji sadržaj 12,72 ppm i Cv 0,13. Blago je povišen srednji sadržaj u boksitima na trijasu (13,45 ppm), u odnosu na one na lijasu (11,65 ppm) i doger-oksfordu (11,09 ppm).

*Vanadijum* ima sadržaj u pojedinačnim uzorcima od 177 do 850 ppm, srednji sadržaj 291,52 ppm i Cv 26%. Boksiti na trijasu imaju raspon od 177 do 850 ppm, srednji sadržaj veći od prosječnog – 303,62 ppm i Cv 28%; na lijasu je raspon od 204 do 466 ppm, srednji sadržaj 286,6 ppm i Cv 24%, a na doger-oksfordu od 179 do 346 ppm, srednji sadržaj 246,68 ppm i Cv 19%.

*Niobijum* pokazuje srednji sadržaj 45,13 ppm, određen je u pojedinačnim uzorcima u rasponu od 31,2 do 65,5 ppm i ima Cv 15%. Najniže i najviše pojedinačne vrijednosti pripadaju uzorcima boksita sa trijaske podine, koji imaju srednji sadržaj od 48,7 ppm. Prosjek u boksitima na lijasu je 41,96 ppm, a na doger-oksfordu je najniži i iznosi 36,65 ppm.

*Tantal* pokazuje ujednačene i izrazito niske koncentracije u boksitima sa sve tri podine, prosječno 3,45 ppm, sa rasponom od 2,3 do 5 ppm i Cv 14%.

*Volfram* se ponaša slično tantalu. Karakterišu ga niske koncentracije od 4,3 do 9,9 ppm, srednji sadržaj 6,4 ppm i Cv 15%.

Prelazne metale karakterišu uglavnom ujednačeni sadržaji u pojedinačnim probama sa niskim koeficijentima varijacije (tab. 7.8) kao i povišeni srednji sadržaji u donjem, srednjem i gornjem dijelu primarnih boksita formiranih na trijaskoj podini (slika 7.24). Visok sadržaj Zr (>500ppm) imaju boksiti Liverovića, Zagrada 3, ležišta Štitovskog platoa i Grebenika. Povišene sadržaje Zr imaju i boksiti iz srednjeg i gornjeg dijela stuba formirani na lijaskoj podini. Povišene koncentracije V karakterišu ležišta Grebenika (G. i D. Zamršten, C. rupa i C. katunište, od 285 do 511 ppm) i pojedinačne probe iz ležišta Liverovići 2 (max 850 ppm), Borova brda (max 411 ppm) i Alina lokva (max 466 ppm) (Dodatak 3.2). Hf, Ta i W, pa i Nb karakterišu niži i ujednačeni sadržaji u svim ispitanim uzorcima, bez obzira na starost podine i položaj uzoraka u boksitnim tijelima.

*Kobalt* karakterišu sadržaji u pojedinačnim probama u rasponu od 11,9 do 539,3 ppm, srednji sadržaj 41,68 i Cv 119%. Boksiti na trijasu imaju raspon od 11,9 do 402 ppm, srednji sadržaj 41,63 ppm i Cv 104%; na lijasu je raspon od 18,9 do 539,3 ppm, srednji sadržaj 46,94 ppm i Cv 159%, a na doger–oksfordu od 15 do svega 78,5 ppm, srednji sadržaj 28,34 ppm i najniži Cv 40%.

*Nikal* je određen u svim probama u opsegu od 51 do 678 ppm, srednji sadržaj 197,58 ppm i Cv 37% (tab. 7.8). Boksiti na trijasu imaju raspon od 51 do 456 ppm, srednji sadržaj 178,43 ppm i Cv 40%; na lijasu je raspon od 144 do 678 ppm, srednji sadržaj 219,91 ppm i Cv 39%, a na doger–oksfordu od 152 do svega 307 ppm, srednji sadržaj 237,32 ppm i Cv 16%.

Srednji sadržaj Co i Ni najviši je u boksitima iz donjeg dijela stuba, formiranim na lijaskoj podini (Co 88,9 i Ni 270,4 ppm), dok su u srednjem i gornjem dijelu stuba kobaltom prosječno najbogatiji boksiti sa lijasu (37,9 ppm), a niklom oni formirani na doger–oksfordu (237,8 ppm). Visok sadržaj Ni (>300 ppm) i Co (>100 ppm) imaju pojedinačne probe boksita iz Strašnice, Javorja, Liverovića, Zagrada 3, Borovih brda i Javorka.

*Galijum* je detektovan u pojedinačnim uzorcima u rasponu od 29,2 do 57,8 ppm. Srednji sadržaj u svim probama iznosi 47,11 ppm, a Cv 9%. Prikazani raspon karakteriše boksite formirane na trijaskoj podini, koji imaju srednji sadržaj Ga



47,88 ppm. Boksiti na lijasu sadrže prosječno 45,34 ppm Ga, a oni na doger-oksfordu 45,45 ppm.

Kalaj karakterišu niske koncentracije od 7 do 43 ppm, prosječno 15,8 ppm. Koeficijent varijacije je 33%. Prosječan sadržaj Sn u boksitima na trijasu je 15,61 ppm, na lijasu 15,20, a na doger-oksfordu je nešto niži i iznosi 12,57 ppm.

Galijum i kalaj imaju uglavnom ujednačene srednje sadržaje u uzorcima boksita sa sve tri podine i iz svih dijelova rudnih tijela, donjeg, srednjeg i gornjeg. Slično se ponašaju kao i ostali, u poglavlju 7.1.2 prikazani, metali i metaloidi Pb, Sb, Bi i As (VM\_02).

### Rezultati ispitivanja elemenata rijetkih zemalja

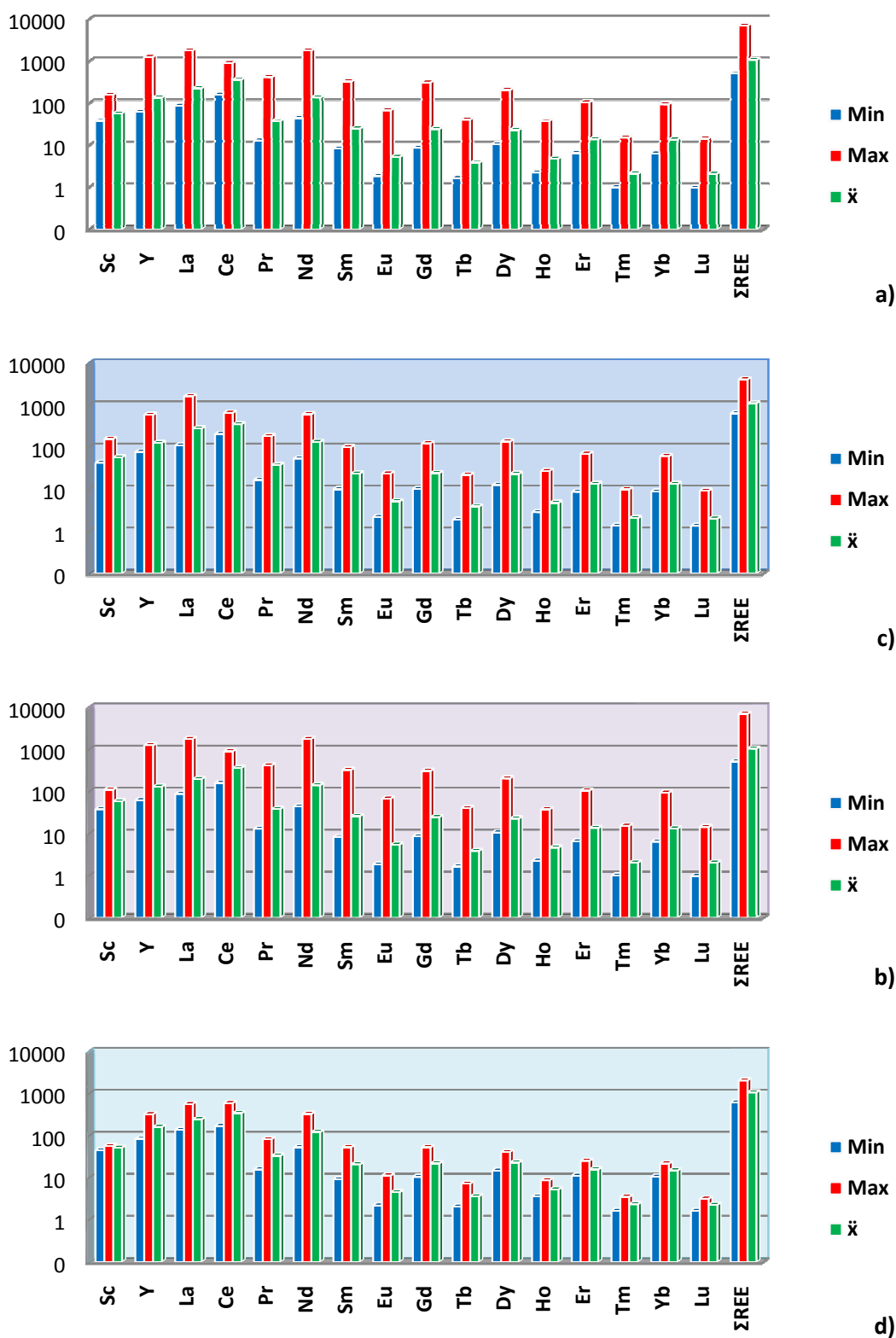
Metodom ICP-AES i ICP-MS analizirani su i elementi rijetkih zemalja u koje ubrajamo Sc, Y i elemente La - serije (VMP\_04). Statistička obrada podataka izvršena je na ranije prikazan način, a rezultati su prikazani tabelarno (tab. 7.9) i u vidu histograma (slika 7.25).

Tabela 7.9: Statistički parametri geohemijskih analiza elemenata rijetkih zemalja (VM\_04)

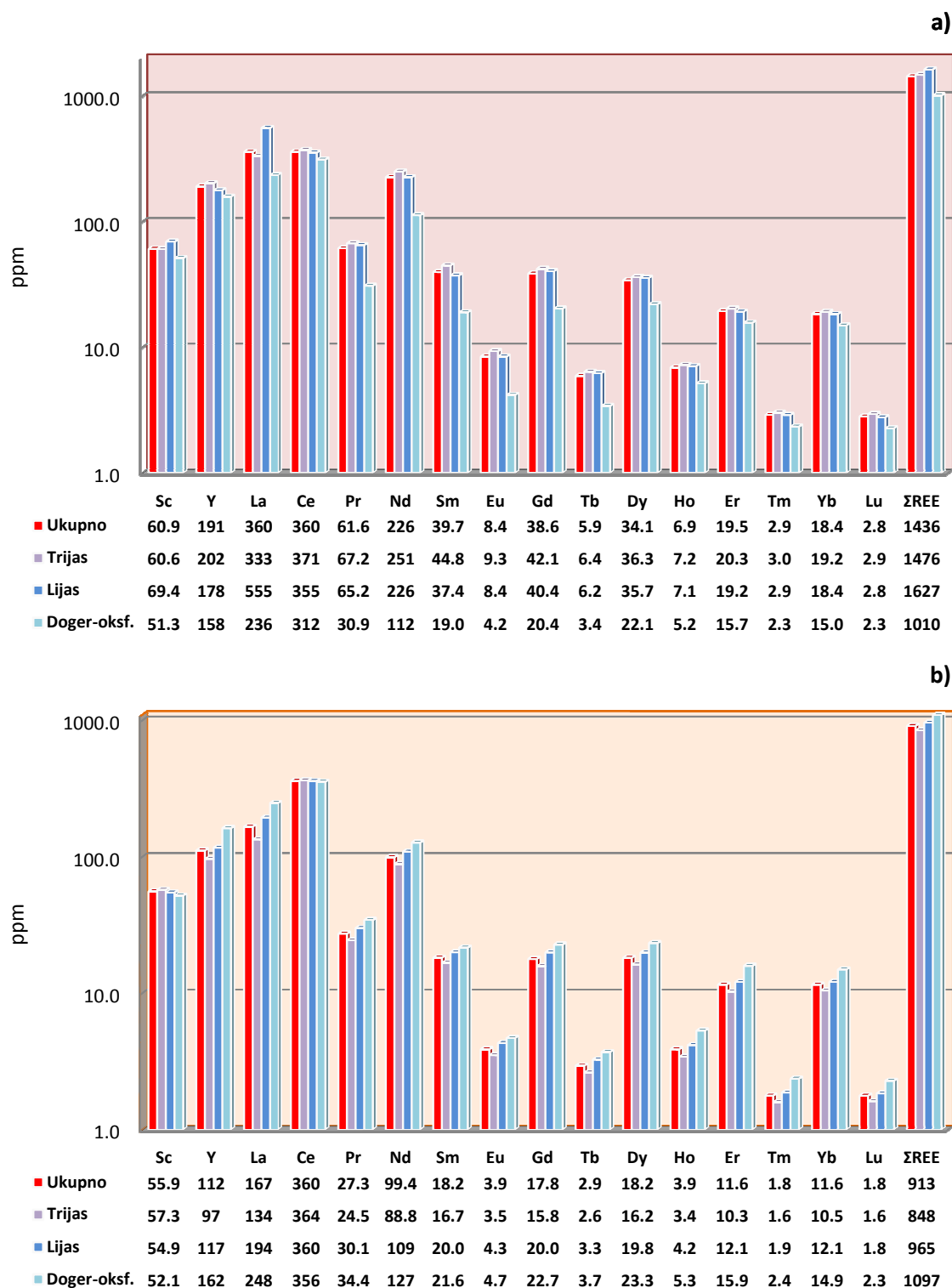
Starost podine	Statistički parametri	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Boksiti rudnih rejonu Vojnik-Maganik i Prekornica (ukupno) (n* = 252)	Minimum	Min	38	62.6	87.7	159.5	13.02	44.3	8.36	1.85	8.69	1.65	10.59	2.26	6.58	1.00	6.40	0.98
	Maksimum	Max	159	1266.2	1799.1	908.3	421.42	1797.4	327.46	68.08	309.56	40.49	206.26	37.79	105.01	15.30	94.75	14.40
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	57.45	136.00	225.11	360.31	37.80	138.22	24.84	5.29	24.24	3.86	23.07	4.81	13.98	2.12	13.66	2.09
	Standardna devijacija	$\sigma$	10.93	136.88	253.89	107.41	45.80	177.21	31.15	6.56	30.59	4.31	23.45	4.54	12.04	1.69	10.27	1.56
	Koeficijent varijacije	Cv	0.19	1.01	1.13	0.30	1.21	1.28	1.25	1.24	1.26	1.12	1.02	0.94	0.86	0.80	0.75	0.74
Boksiti na gornjem trijasu (n = 160)	Minimum	Min	38	62.6	87.7	159.5	13.02	44.3	8.36	1.85	8.69	1.65	10.59	2.26	6.58	1.00	6.40	0.98
	Maksimum	Max	111	1266.2	1799.1	908.3	421.42	1797.4	327.46	68.08	309.56	40.49	206.26	37.79	105.01	15.30	94.75	14.40
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	58.41	131.62	199.49	365.01	38.51	141.94	25.99	5.44	24.49	3.87	22.85	4.68	13.59	2.06	13.35	2.06
	Standardna devijacija	$\sigma$	9.11	165.04	245.96	111.06	53.65	210.22	37.29	7.77	35.82	5.04	27.35	5.30	14.20	2.00	12.14	1.84
	Koeficijent varijacije	Cv	0.16	1.25	1.23	0.30	1.39	1.48	1.43	1.43	1.46	1.30	1.20	1.13	1.05	0.97	0.91	0.90
Boksiti na lijasu (n = 51)	Minimum	Min	43	77.7	111.4	208.3	16.80	54.4	10.15	2.22	10.30	1.90	12.74	2.87	8.78	1.37	8.99	1.36
	Maksimum	Max	159	597.7	1648	663.9	184.52	616.2	101.59	23.92	125.40	22.18	137.93	27.67	70.45	10.03	62.15	9.31
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	58.00	128.34	282.89	355.26	38.23	135.55	23.82	5.24	24.54	3.93	23.35	4.80	13.58	2.08	13.46	2.03
	Standardna devijacija	$\sigma$	18.46	77.03	330.47	109.08	34.55	120.16	19.46	4.58	23.31	3.39	18.98	3.64	8.94	1.25	7.68	1.15
	Koeficijent varijacije	Cv	0.32	0.60	1.17	0.31	0.90	0.89	0.82	0.87	0.95	0.86	0.81	0.76	0.66	0.60	0.57	0.56
Boksiti na doger-oksfordu (n = 41)	Minimum	Min	45	84.3	136.9	168.4	15.67	52.9	9.23	2.19	10.52	2.08	14.83	3.61	11.16	1.64	10.62	1.64
	Maksimum	Max	57.00	323.9	570.9	598.7	82.84	329.3	53.20	11.25	53.07	7.29	41.03	8.70	25.38	3.51	21.76	3.18
	Aritmetička sredina	$\bar{x}$	51.84	161.14	244.63	342.69	33.39	122.88	20.85	4.55	22.02	3.62	22.97	5.28	15.83	2.36	14.95	2.28
	Standardna devijacija	$\sigma$	3.18	52.60	120.03	111.69	17.57	71.31	11.62	2.47	11.43	1.38	7.04	1.36	3.71	0.49	2.79	0.40
	Koeficijent varijacije	Cv	0.06	0.33	0.49	0.33	0.53	0.58	0.56	0.54	0.52	0.38	0.31	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18

\*n - broj analiziranih uzoraka

Lantan, cerijum, prazeodijum i neodijum prema geohemijskim karakteristikama pripadaju podgrupi lantana (Jelenković, 1999).



Sl. 7.25: Histogrami osnovnih statističkih parametara analiziranih elemenata rijetkih zemalja (REE) u boksitima rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica (a, e); na trijaskoj (b, f), lijaskoj (c, g) i doger-oskfordskoj podini (d, h). ICP-EAS i ICP-MS (VMP\_04)



Sl. 7.26: Histogrami srednjih sadržaja elemenata rijetkih zemalja (REE) u boksitima rudnih rejlona Vojnik–Maganik i Prekornica formiranim na gornjem trijasu, lijasu i doger–oksfordu: donji–podinski dio rudnih tijela (a); srednji i donji dio rudnih tijela (b). ICP-EAS i ICP-MS (VMP\_04)

*Lantan.* Raspon sadržaja lantana je od 87,7 do 1799,1 ppm, srednji sadržaj 225,11 ppm, a Cv iznosi 113%. Srednji sadržaj u u uzorcima boksita sa trijaske podine je 199,49 ppm, raspon od 87,7 do 1799,1 ppm; sa lijaske 288,89 ppm, raspon od 111,4 do 1648 ppm i u uzorcima sa podine doger–oksfordske starosti 244,63 ppm, raspon od 136,9 do 570,9 ppm.

U uzorcima iz donjeg dijela stuba boksita na trijasu srednji sadržaj La je 332,7 ppm a iz srednjeg i gornjeg dijela 134,3 ppm; kod boksita na lijasu 555,5 i 194,3ppm; a na doger–oksfordu uočavaju se ujednačene koncentracije La 235,7 i 248,4 ppm (slika 7.26).

Anomalno visoki sadržaji La u pojedinačnim probama (>1000 ppm) konstatovani su u donjem dijelu stuba boksita u Liverovićima, Zagradu 3 i Borovim brdima, a povišeni (>300 ppm) u Crvenim ornicama, Biočkom stanu, Štitovu 2, Crvenom katuništu, Crvenjacima, Alinoj lokvi, Crvenom prlu i Smrekovoj glavici, dakle u boksitima sa sve tri podine. Povišene koncentracije La karakteristične su isključivo za donje djelove boksitnih tijela formiranih na gornjem trijasu i lijasu, dok boksite sa doger–oksfordske podine karakteriše ujednačena vertikalna distribucija ovog elementa.

*Cerijum.* U pojedinačnim uzorcima sadržaj cerijuma varira od 159,5 do 908,3 ppm srednji sadržaj je 360,31 ppm, a Cv 30%. Boksite na trijasu karakteriše srednji sadržaj Ce od 365,01 ppm; na lijasu 355,26 ppm sa rasponom od 208,3 do 663,9 ppm; i na doger–oksfordu 342,69 ppm u opsegu od 168,4 do 598,7 ppm.

U uzorcima boksita sa trijaske podine, iz donjeg dijela stuba bilježimo srednji sadržaj od 371,2 ppm a iz srednjeg i gornjeg dijela 363,9 ppm; sa lijaske 355 i 363,9 ppm; i u uzorcima sa podine doger–oksfordske starosti 312,3 i 355,5 ppm (slika 7.26).

Visoki sadržaji u pojedinačnim probama (>500 ppm), konstatovani su u Zagradu 1, Liverovićima 2, Paležu, Lokvama, Đurakovom dolu 2, Bršnu, Buavicama, Borovim brdima, Međugorju, Alinoj lokvi, Javorku, Crvenom prlu, Smrekovoj i Crvenoj glavici.

Može se konstatovati da su srednji sadržaji Ce u boksitima sa sve tri podine i iz različitih djelova stuba ujednačeni i, isto tako, da povišeni sadržaji ovog elementa karakterišu ležišta i pojave sa sve tri podine.

*Prazeodijum.* Sadržaj prazeodijuma u pojedinačnim probama je u rasponu od 13 do 421 ppm, srednji sadržaj 37,8 ppm i Cv 121%. Srednji sadržaj u u uzorcima boksita sa trijasko podine je 38,51 ppm; sa lijaske 38,23 ppm; i u uzorcima sa doger-oksforda 33,39 ppm.

U uzorcima iz donjeg dijela stuba na trijasi prosjek je znatno viši – 67 ppm u odnosu na uzorke iz srednjeg i gornjeg dijela, svega 24 ppm. Takav je slučaj i sa lijasom podinom (65 ppm i 30 ppm), dok su u uzorcima sa doger-oksforda uočeni ujednačeni sadržaji 31 ppm u donjem i 34 ppm u srednjem i gornjem dijelu stuba.

Visoki sadržaji u pojedinačnim probama (>100 ppm) karakteristični su uglavnom za donje djelove boksitnih tijela formiranih na gornjem trijasi i lijasu (Liverovići, Zagrad 3, Biočki stan, Štitovo 2 i Borova brda), dok boksite sa doger-oksfordske podine karakterišu uglavnom ujednačene koncentracije Pr u svim djelovima stuba, a najviše su u pojavi Smrekova glavica (75 i 83 ppm).

*Neodijum.* Raspon sadržaja neodijuma je od 44 do 1797 ppm. Srednji sadržaj je 138 ppm. Detektovane vrijednosti u pojedinačnim uzorcima karakteriše Cv 128%. Prosječni sadržaj u u uzorcima boksita sa trijasko podine je 142 ppm, sa lijaske 136 ppm i u uzorcima sa podine doger-oksfordske starosti 123 ppm (tab. 7.9).

Boksiti sa trijasko podine iz donjeg dijela stuba imaju prosječan sadržaj Nd od 251 ppm, a iz srednjeg i gornjeg dijela svega 88 ppm; boksiti sa lijaske podine 226 i 109 ppm; a sa podine doger-oksfordske starosti 112 i 127 ppm (slika 7.26).

Anomalno visoki sadržaji u pojedinačnim probama (>1000 ppm) konstatovani su u donjem dijelu stuba boksita u Zagradu 3, a povišeni (>300 ppm) u Liverovićima 2, Zagradu 1 i 3, Biočkom stanu, Štitovu 2, Borovim brdima, Plačniku i Smrekovo glavici. Povišene koncentracije Nd karakteristične su isključivo za donje djelove boksitnih tijela formiranih na gornjem trijasi i lijasu, dok boksite sa doger-oksfordske podine karakterišu ujednačena vertikalna distribucija ovog elementa.

*Itrijum.* Sadržaj Y u pojedinačnim probama je u rasponu od 62 do 1226 ppm, srednja vrijednost 136 ppm, a Cv 101%. Srednji sadržaj u u uzorcima sa trijaska podine je 131,62 ppm, sa lijaske 128,34 ppm, dok u uzorcima boksita sa doger-oksforda ima najvišu vrijednost i iznosi 161,14 ppm (tab. 7.9 i slika 7.25 d).

U uzorcima iz donjeg dijela stuba boksita sa trijaska srednji sadržaj Y je 202 ppm, a iz srednjeg i gornjeg dijela 96,5 ppm; sa lijaske 177,6 i 116,8 ppm; i u uzorcima sa doger-oksforda 158,2 i 162,4 ppm.

Anomalno visoki sadržaji u pojedinačnim probama (>1200 ppm) konstatovani su u donjem dijelu stuba u Zagrađu 3, a povišeni (>300 ppm) u Borovim brdima, Biočkom stanu i Smrekovoj glavici. Jasno je da su povišene koncentracije karakteristične za donje djelove boksitnih tijela formiranih na gornjem trijasu i lijasu, dok boksite sa doger-oksfordske podine karakterišu uglavnom ujednačene koncentracije Y, i nešto veći sadržaji u uzorcima iz srednjeg i donjeg dijela boksitnih tijela.

*Samarijum, europijum, gadolinijum, terbijum, disprozijum i holmijum* pripadaju podgrupi *itrijuma*. Visoki sadržaji u pojedinačnim probama svih elemenata karakterišu uzorke iz donjeg dijelu stuba posebno u Zagrađu 3, potom i u Liverovićima 2, Biočkom stanu, Štitovu 2, Borovim brdima i Smrekovoj glavici (tabela 7.10). Povišene vrijednosti, dakle karakterišu uglavnom pripodinske djelove boksitnih tijela na trijasu i lijasu. Za boksite na doger-oksfordu, međutim, prosječno veće koncentracije Sm, Eu, Gd, Tb, Dy i Ho utvrđene su u srednjem i gornjem dijelu rudnih tijela i izdanaka (slika 7.26).

*Skandijum.* Raspon sadržaja skandijuma je od 38 do 159 ppm, srednji sadržaj iznosi 57,45 ppm, a Cv je 19%. Srednji sadržaj u uzorcima boksita sa trijaska podine je 58,41 ppm; sa lijaske 58 ppm; i u uzorcima sa podine doger-oksfordske starosti 51,84 ppm.

U uzorcima boksita na trijasu, iz donjeg dijela stuba, srednji sadržaj Sc je 60,6 ppm a iz srednjeg i gornjeg dijela 57,3 ppm; na lijasu 69,4 i 54,9 ppm; i u uzorcima na



doger–oksforda 51,3 i 52,1 ppm. Dakle, ujednačeni su srednji sadržaji Sc u stubovima boksita na sve tri podine.

Povišen sadržaj Sc u pojedinačnim probama (>70 ppm) konstatovan je u donjem dijelu stuba u boksitima na trijasu i lijasu, u Zagradu 1, Crvenim ornicama, Biočkom stanu i posebno u Zagradu 3 i Borovim brdima (>100 ppm). Ujednačene koncentracije Sc pokazuju boksiti na doger–oksfordu (tab 7.8).

Tabela 7.10: Maksimalni sadržaji elemenata iz podgrupe itrijuma u pojedinačnim uzorcima (VM\_04)

LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj	Y	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
029	Liverovici 2_paleor	Trijas	donji	281.8	97.21	18.54	71.94	11.59	62.66	11.98
030	Liverovici 2_paleor	Trijas	donji	287.9	144.90	25.61	87.98	12.33	61.50	10.87
034	Zagrad 3	Trijas	donji	1158.0	187.97	41.08	200.37	31.72	185.94	37.60
<b>035</b>	<b>Zagrad 3</b>	<b>Trijas</b>	<b>donji</b>	<b>1146.3</b>	<b>174.29</b>	<b>37.03</b>	<b>191.42</b>	<b>30.22</b>	<b>180.89</b>	<b>37.79</b>
<b>047</b>	<b>Zagrad 3</b>	<b>Trijas</b>	<b>donji</b>	<b>1266.2</b>	<b>327.46</b>	<b>68.08</b>	<b>309.56</b>	<b>40.49</b>	<b>206.26</b>	<b>37.76</b>
048	Zagrad 3	Trijas	donji	760.7	184.44	38.84	170.09	23.07	121.14	22.35
087	Biocki stan_paleor	Trijas	donji	261.9	70.98	15.46	72.14	10.68	58.02	11.23
088	Biocki stan_paleor	Trijas	donji	533.4	128.30	28.94	141.62	20.99	116.89	23.50
107	Štitovo 2_paleor	Trijas	donji	214.8	80.99	16.24	69.27	8.31	43.10	8.21
179	Borova brda	Lijas	donji	314.3	75.13	17.05	85.95	11.03	56.13	11.08
180	Borova brda	Lijas	donji	263.2	100.58	23.41	108.09	14.48	71.02	12.41
181	Borova brda	Lijas	srednji	204.7	56.42	14.31	83.10	10.54	51.95	9.52
188	Borova brda_paleor	Lijas	donji	597.7	101.59	23.92	125.40	22.18	137.93	27.67
230	Smrekova glavica	Doger_Oksford	donji	252.1	40.61	9.46	46.51	6.91	40.56	8.70
233	Smrekova glavica	Doger_Oksford	gornji	282.5	50.86	10.83	53.07	7.29	41.03	8.36
235	Smrekova glavica	Doger_Oksford	donji	224.1	20.18	4.48	21.28	3.66	25.22	6.09
236	Smrekova glavica	Doger_Oksford	srednji	323.9	53.20	11.25	51.25	6.96	40.24	8.65
237	Smrekova glavica	Doger_Oksford	srednji	219.4	17.12	3.99	20.43	3.54	24.22	6.26

*Erbijum, tulijum, iterbijum i lutecijum* prema geohemijskim karakteristikama pripadaju podgrupi *skandijuma* i imaju povišene koncentracije u istim uzorcima boksita kao i Sc (tab. 7.8, slika 7.25). Kao i za elemente iz podgrupe itrijuma, karakteristične su veće prosječne koncentracije Er, Tm, Yb i Lu u srednim i gornjim djelovima boksitnih tijela na doger–oksfordu (slika 7.26). Visoki sadržaji u pojedinačnim probama svih elemenata karakterišu uzorke uglavnom iz donjeg dijelu stuba, posebno u Zagradu 3 i Borovim brdima, potom i u Liverovićima 2, Crvenom ornicama, Biočkom stanu, Štitovu 2 i Smrekovoj glavici (tabela 7.11).

Tabela 7.11: Maksimalni sadržaji elemenata iz podgrupe skandijuma u pojedinačnim uzorcima (VM\_04)

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj	Sc	Er	Tm	Yb	Lu
029	Liverovici 2_paleor	Trijas	donji	58	32.85	5.25	34.92	5.23
030	Liverovici 2_paleor	Trijas	donji	46	30.16	4.79	31.28	4.74
032	Zagrad 1_paleor	Trijas	donji	71	19.05	2.76	17.29	2.59
<b>034</b>	<b>Zagrad 3</b>	<b>Trijas</b>	<b>donji</b>	107	<b>105.01</b>	<b>15.30</b>	93.94	14.30
<b>035</b>	<b>Zagrad 3</b>	<b>Trijas</b>	<b>donji</b>	111	104.58	15.09	<b>94.75</b>	<b>14.40</b>
040	Zagrad 3	Trijas	srednji	71	8.09	1.30	9.01	1.39
047	Zagrad 3	Trijas	donji	74	100.68	13.92	83.00	12.67
048	Zagrad 3	Trijas	donji	78	59.96	8.60	53.33	8.37
069	KB_Crvene ornice_paleor	Trijas	donji	74	10.92	1.79	12.35	1.88
072	KB_Crvene ornice_paleor	Trijas	donji	71	8.66	1.35	9.53	1.44
087	Biocki stan_paleor	Trijas	donji	64	29.99	4.16	25.33	3.76
088	Biocki stan_paleor	Trijas	donji	73	57.87	7.44	40.88	5.90
107	Stitovo 2_paleor	Trijas	donji	60	21.43	3.08	19.19	2.90
<hr/>								
179	Borova brda	Lijas	donji	107	28.95	4.03	25.16	3.66
<b>180</b>	<b>Borova brda</b>	<b>Lijas</b>	<b>donji</b>	<b>159</b>	31.06	4.45	27.83	4.09
181	Borova brda	Lijas	srednji	68	21.60	2.98	18.09	2.71
188	Borova brda_paleor	Lijas	donji	85	70.45	10.03	62.15	9.31
<hr/>								
230	Smrekova glavica	Doger_Oksford	donji	57	24.88	3.48	21.76	3.18
233	Smrekova glavica	Doger_Oksford	gornji	52	22.84	3.10	18.50	2.71
235	Smrekova glavica	Doger_Oksford	donji	55	19.54	2.87	17.83	2.69
236	Smrekova glavica	Doger_Oksford	srednji	54	25.38	3.51	21.00	3.15
237	Smrekova glavica	Doger_Oksford	srednji	53	19.69	2.88	17.73	2.71

\*

\* \*

Utvrđene koncentracije Sc, Y, La i Ce određene metodom ICP-AES/MS (VM\_4) značajno su veće i ne korespondiraju sa rezultatima analiza prikazanim u poglavlju 7.1.2 (VM\_02), što ukazuje da rastvaranjem uzoraka smješom četiri kiseline: HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, HF, HCl, (vidi Uvod) nijesu potpuno rastvoreni minerali nosioci navedenih elemenata. Tretiranje uzoraka LiBO<sub>2</sub>/Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, žarenjem i rastvaranjem u azotnoj kiselini omogućilo je potpuno rastvaranje i utvrđivanje sadržaja elemenata rijetkih zemalja (VMP\_04). Na osnovu dobijenih rezultata, prezentiranih u ovom poglavlju, izračunate srednje vrijednosti Sc su veće 2,3 puta, Y – 4,1 put, La – 4,5 i Ce – 3,5 puta. Odnosi srednjih sadržaja elementa pojedinačno i zbirnih koncentracija Sc, Y, La i Ce pokazuju ujednačene vrijednosti (tabela 7.12), što opravdava korišćenje podataka iz obje baze, naravno odvojeno, u statističkim analizama koje slijede.

Tabela 7.12: Odnos srednjih sadržaja Sc, Y, La i Ce i ukupnog srednjeg sadržaja

	Sc/Σ Sc,Y,La,Ce	Y/Σ Sc,Y,La,Ce	La/Σ Sc,Y,La,Ce	Ce/Σ Sc,Y,La,Ce
<b>VM_02 (ICP-MS)</b>	0.07	0.17	0.29	0.46
<b>VMP_04 (ICP-AES/MS)</b>	0.12	0.16	0.24	0.48

### 7.3. REZULTATI PROUČAVANJA METODOM RENDGENSKE DIFRAKCIJE (XRD)

Semikvantitativna rendgenska difrakciona analiza praha urađena je na 64 odabrana uzorka boksita, a rezultati su prikazani u tabeli 24 (prema Vulić, 2016).

Tabela 7.13: Rezultati semikvantitativne analize uzoraka (maseni %).

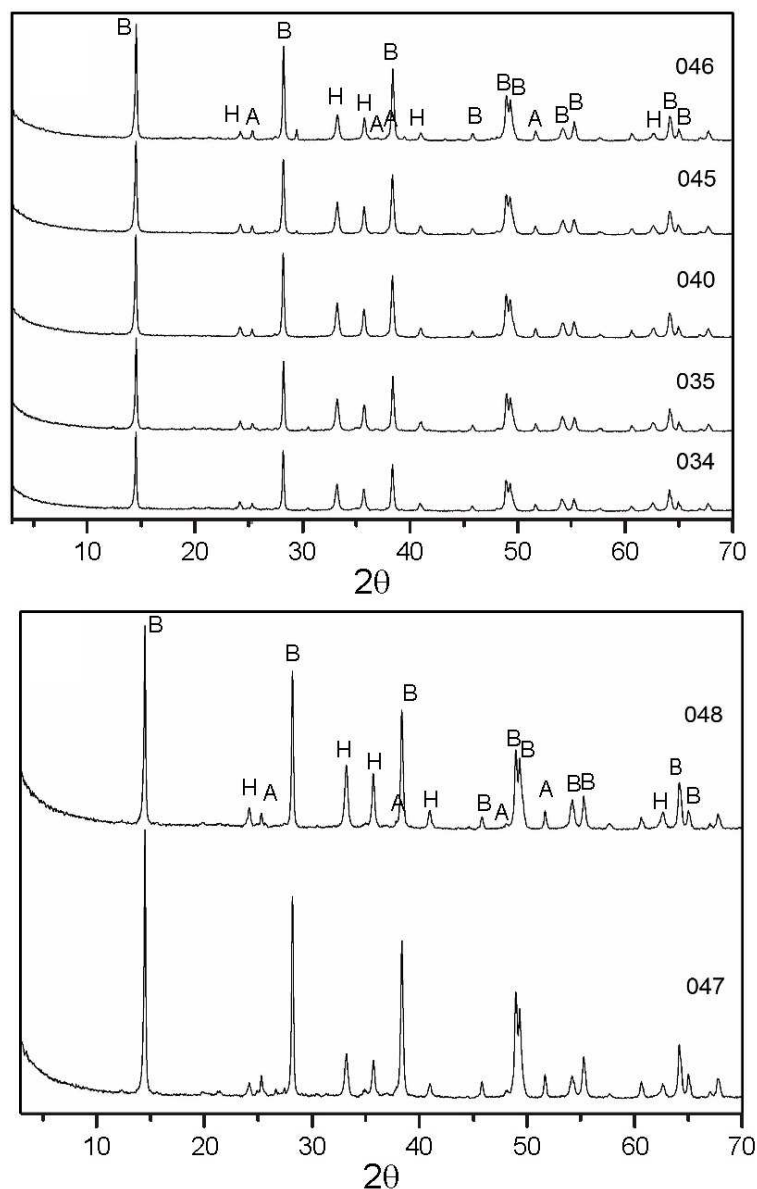
Oznaka uzorka	L.B.	Ležište/ pojava	bemit	hematit	anatas	kalцит	kaolinit	getit	gibsit
ST I/1	(004)	Strašnica	27	18	4	-	41	10	-
ST I/3	(006)	Strašnica	29	20	3	-	44	3	-
ST I/5	(008)	Strašnica	44	15	3	2	33	2	-
LI2 II/1	(029)	Liverovići	52	19	4	-	23	2	-
LI2 II/2	(030)	Liverovići	61	1	5	-	31	2	-
ZG1 I/2	(032)	Zagrad	67	20	2	-	10	1	-
ZG3 I/1	(034)	Zagrad	68	19	3	-	9	1	-
ZG3 I/2	(035)	Zagrad	70	20	2	-	6	1	-
ZG3 I/7	(040)	Zagrad	77	20	2	-	1	-	-
ZG3 I/12	(045)	Zagrad	77	19	2	-	1	-	-
ZG3 I/13	(046)	Zagrad	77	14	2	2	5	-	-
ZG3 II/1	(047)	Zagrad	83	11	2	-	3	-	-
ZG3 II/2	(048)	Zagrad	74	19	2	-	4	1	-
ZG3 III/1	(049)	Zagrad	64	19	1	13	2	-	-
ZG3 III/3	(051)	Zagrad	73	20	2	-	5	1	-
ZG3 III/5	(053)	Zagrad	79	17	2	-	1	-	-
CO I/2	(070)	Crv. ornice	87	2	2	-	9	-	-
ĐD2 I/1	(073)	Đurakov do	66	22	2	-	8	1	-
ĐD2 I/2	(074)	Đurakov do	71	20	2	-	6	1	-
ĐD2 I/3	(075)	Đurakov do	71	21	2	-	6	1	-
ĐD2 I/4	(076)	Đurakov do	69	22	2	-	7	1	-
BS I/1	(081)	Biočki stan	59	22	2	-	15	2	-
BS I/4	(084)	Biočki stan	59	26	2	-	10	2	-
BS I/6	(086)	Biočki stan	73	18	2	-	6	1	-
BS II/2	(088)	Biočki stan	68	24	2	-	6	1	-
ŠT2 I/1	(095)	Štitovo II	70	23	2	-	5	1	-
ŠT2 I/5	(099)	Štitovo II	69	22	2	-	7	1	-
ŠT2 I/9	(103)	Štitovo II	54	22	3	-	19	2	-
ŠT2 II/3	(107)	Štitovo II	51	21	2	-	23	2	-
CK I/1	(130)	Crveno kat.	51	21	2	-	23	2	-
CK I/3	(132)	Crveno kat.	59	23	3	-	14	2	-
CK I/5	(134)	Crveno kat.	60	23	2	-	13	2	-
BR I/1	(135)	Bršno	46	20	4	-	27	3	-
BR II/3	(143)	Bršno	54	24	3	-	17	2	-
BR II/10	(150)	Bršno	49	23	3	-	22	2	-
BU I/1	(151)	Buavice	55	22	3	-	18	2	-
BU I/3	(153)	Buavice	54	21	3	-	20	2	-
BU I/4	(154)	Buavice	54	21	3	-	20	2	-
CR II/1	(168)	Crvenjaci	50	21	3	-	23	2	-
CR II/7	(174)	Crvenjaci	48	21	3	-	26	3	-
CR II/10	(177)	Crvenjaci	47	22	3	-	25	3	-
BB I/2	(179)	Borova brda	60	6	4	-	29	2	-
BB I/3	(180)	Borova brda	57	26	2	-	14	1	-
BB II/3	(184)	Borova brda	52	21	3	-	21	2	-
BB II/6	(187)	Borova brda	52	20	3	-	22	3	-
BB III/1	(188)	Borova brda	36	18	4	-	31	1	10

Oznaka uzorka	L.B.	Ležište/ pojava	bemit	hematit	anatas	kalcit	kaolinit	getit	gibsit
MG I/1	(191)	Međugorje	41	20	3	–	33	3	–
MG I/3	(193)	Međugorje	40	21	3	–	33	2	–
MG I/5	(195)	Međugorje	38	19	3	–	37	3	–
JA I/1	(211)	Javorak	45	23	3	–	26	2	–
JA I/3	(213)	Javorak	41	24	4	–	29	2	–
JA I/5	(215)	Javorak	32	18	4	–	44	2	–
CP I/1	(216)	Crveno prlo	56	11	4	–	26	3	–
CP I/2	(217)	Crveno prlo	55	18	3	–	22	2	–
CP I/3	(218)	Crveno prlo	60	18	3	–	17	2	–
CP I/4	(219)	Crveno prlo	60	19	3	–	17	2	–
SG I/1	(230)	Smrek. gl.	51	24	2	–	22	2	–
SG I/2	(231)	Smrek. gl.	51	23	2	–	22	2	–
SG I/3	(232)	Smrek. gl.	54	22	2	–	21	2	–
SG I/4	(233)	Smrek. gl.	50	21	3	–	24	2	–
CG I/1	(241)	Crvena gl.	55	10	4	–	28	2	–
CG I/2	(242)	Crvena gl.	48	20	3	–	27	2	–
CG I/3	(243)	Crvena gl.	44	24	3	–	27	3	–
CG I/4	(244)	Crvena gl.	50	17	4	–	28	2	–

Sa područja **Studene, Gvozda i Konjska** za mineraloška ispitivanja odabrani su uzorci iz pojave Strašnica, gdje su utvrđene zbirno najveće koncentracije REE:  $\Sigma L+T+Y+Sc = 1068,86$  ppm. Rendgenskim ispitivanjima uzoraka utvrđeno je prisustvo bemita (27–44%) kao glavnog nosioca aluminijske, kaolinita (33–44%) glavnog nosioca silicije, hematita i getita kao nosioca gvožđa i anatas – minerala titana. Navedeni rezultati boksita Strašnice svrstavaju u gvoždevite kaolinitsko–bemitske boksite.

**Laz i Liverovići.** Rendgenskim ispitivanjima uzoraka **029 i 030** iz pripodinskog dijela ležišta, dokazano je prisustvo bemita, kaolinita, hematita, getita i anatas – što ukazuje da boksiti Liverovića pripadaju grupi bemitsko–kaolinitskih boksita. U procesu boksitizacije boksit iz koga je oprobano uzorak LI II/2 je u potpunosti izbijeljen, što ukazuje na odnošenja oksida gvožđa, što je potvrđeno hemijskim i mineraloškim analizama.

**Zagrad.** Mineraloška ispitivanja obavljena su na uzorcima iz pretaloženih boksita, centralnog i pripodinskog dela stuba. Pripodinski uzorci analizirani su zbog visokog stepena koncentrisanja  $P_2O_5$  – 29,6 puta i  $K_2O$  – 31 put, kao i lakih lantanida: La – 12,5 puta, Pr – 14,5 puta, Nd – 15,3 puta, i svih teških elemenata rijetkih zemalja od Lu – 10,3 do Tb – 16,7 puta. Slično je sa uzorcima sa stuba ZG3 II/1–2, kod kojih rezultati pokazuju slične zakonitosti.



Sl. 7.27. Dijagrami praha ispitivanih uzoraka ležišta Zagrada, rudno tijelo 3.

Legenda: B–bemit, H–hematit, A–anatas, K–kaolinit, Ka–kalcit, G–getit, Gl–gibsit.

Rendgenskim ispitivanjima odabranih uzoraka (tabela 7.13) utvrđen je visok sadržaj bemita (64–83%), kaolinita (1–9%), hematita (11–20%), getita i anatasu i rutila, i očekivano kalcita u probi iz pretaloženih boksita 046, i pripodinskoj probi 049. Ovakvi rezultati boksita Zagrada svrstavaju u bemitske boksite sa veoma malo kaolinita.

U ležištu Zagrada oprobavanje boksita izvršeno je u ostacima starog kopa Zagrada I, na obodu otkopanog ležišta, sa tri probe od kojih je za mineraloška ispitivanja

odabrana proba ZG1 I/2 (032). Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da se radi o sličnim boksitima kao i u rudnom tijelu Zagrad III.

Iz ležišta *Zagrad, rudno tijelo 3* posebno detaljno su proučeni uzorci 034, 035, 047 i 048, koji pokazuju sličnu mineralogiju, samo su djelimično pizolitično-oolitične teksture i intenzivne crvene boje koja ukazuje na značajno prisustvo oksida i hidroksida gvožđa. Rezultati XRD analize pokazuju da su bemit, hematit, anatas i sporadično kaolinit dominantni minerali (slika 7.27).

**Štitovski plato – ležišta *Kutsko brdo, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo I i II***  
Semikvantitativna rendgenska difrakciona analiza probe iz ležišta ***Kutsko brdo*** (070) pokazuje da se radi o bemitskim boksitima sa malim učešćem kaolinita.

Rendgenskim ispitivanjima uzoraka iz ležišta ***Đurakov do 2*** (073,074, 075, 076) utvrđeno je visoko prisustvo bemita (66–71%; tabela 7.24), kaolinita (6–8%), hematita i getita, što boksite ovog ležišta svrstava u gvožđevite bemitske boksite sa malo kaolinita.

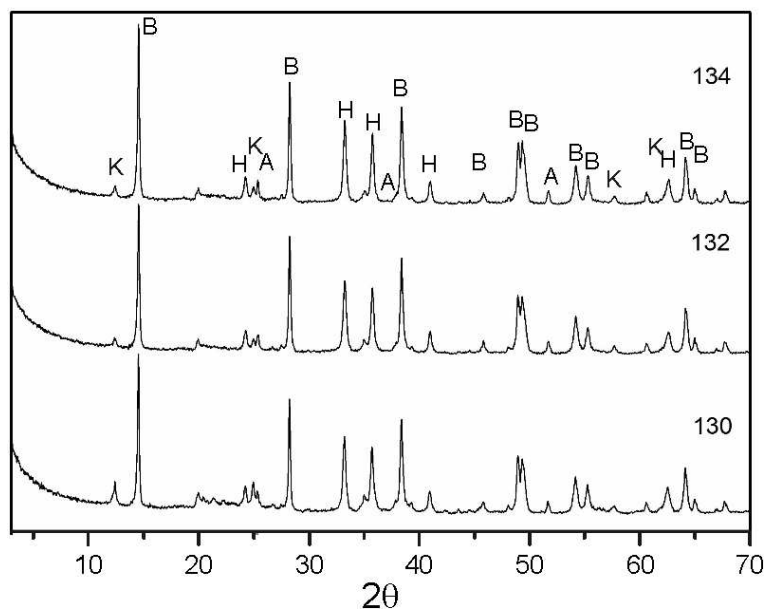
Na osnovu indikativnih rezultata hemijskih analiza sa oboda ležišta ***Biočki stan***, za mineraloška ispitivanja odabrana su tri uzorka sa stuba BS I (081, 084, 086), i uzorak boksita sa neposrednog paleoreljefa BS II (088). Njihova semikvantitativna rendgenska difrakciona analiza pokazuje da se radi o bemitskim boksitima sa kaolinitom i značajnim učešćem oksida i hidroksida gvožđa. Detektovan je i anatas.

Geohemijska ispitivanja i semikvantitativna rendgenska difrakciona analiza uzoraka iz ležišta *Štitovo 2* pokazuju da su u donjem dijelu stuba (probe 095 i 099) zastupljeni bemitski boksiti sa malo kaolinita, a u gornjem dijelu boksitnog tijela bemitsko-kaolinitski boksiti (099), kao i u uzorku sa neposrednog paleoreljefa (proba 107). Pored hematita i getita, detektovan je i anatas.

Pojave crvenog boksita na prostoru ***Grebenika*** oprobavane su na lokalitetima Đevič bor, Gornji i Donji Zamršten, Crvena rupa i Crveno katunište. Za mineraloška ispitivanja uzete su tri probe (130, 132, 134) sa lokaliteta *Crveno katunište* za koje je uočen trend obogaćenja boksita lantanidima prema podini.



Hemijske analize i semikvantitativna rendgenska difrakciona analiza ukazuju da se radi o bemitskim do bemitsko-kaolinitским boksitima, sa značajnim učešćem oksida i hidroksida gvožđa i anatasom (slika 7.28).



Sl. 7.28. Dijagrami praha ispitivanih uzoraka lokaliteta Crveno Katunište.

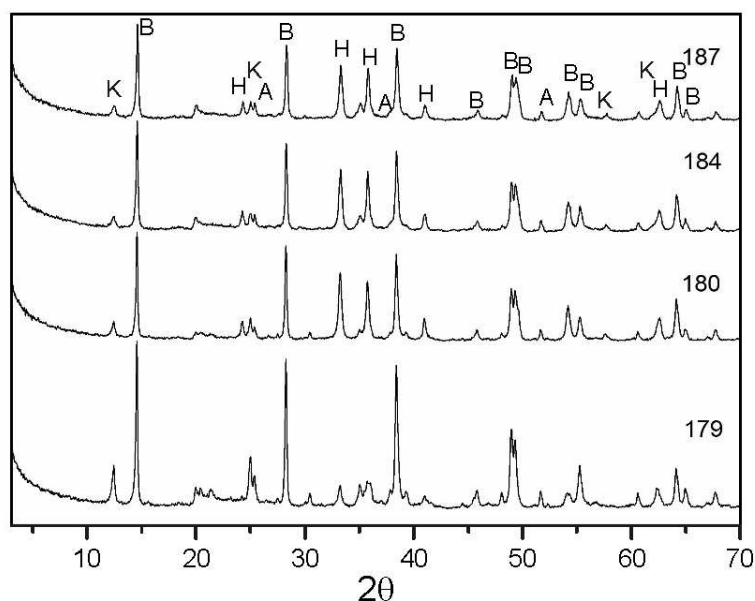
Legenda: B-bemit, H-hematit, A-anatas, K-kaolinit, Ka-kalcit, G-getit, GI-gibsit.

**Bršno i Buavice.** Hemijske analize i semikvantitativna rendgenska difrakciona analiza uzorka (135, 143, 150, 151, 153, 154) ukazuju da se radi o bemitsko-kaolinitским boksitima, sa značajnim učešćem oksida i hidroksida gvožđa i anatasom. Semikvantitativne analize boksita Bršno ukazuju da je glavni mineral nosilac aluminiije bemit, silicije kaolinit, gvođa hematiti getit, i titana anatas. Boksiti Buavica pripadaju grupi bemitsko-kaolinitских boksita, kao i boksiti Bršna.

Rendgenskim ispitivanjima odabranih uzoraka iz ležišta **Borova brda** utvrđeni su visoki sadržaji bemita, kaolinita i hematita, dok je visok sadržaj gibsitа konstatovan samo u jednom uzorku (188; slika 7.28). Getit i anatas konstatovani su u niskim koncentracijama. Ovakvi rezultati boksite Borovih brda svrstavaju u bemitsko-kaolinitiske boksite i bemitsko-gibsitске kaolinitiske boksite (slika 7.29).

Boksiti ležišta **Crvenjaci** prema rezultatima hemijskih i mineraloških analiza mogu se svrstati u bemitsko-kaolinitiske boksite zbog visokog sadržaja bemita (47–60

mas%) i kaolinita (14–29 mas%) i relativno niskog sadržaja hematita, getita i anatasa.



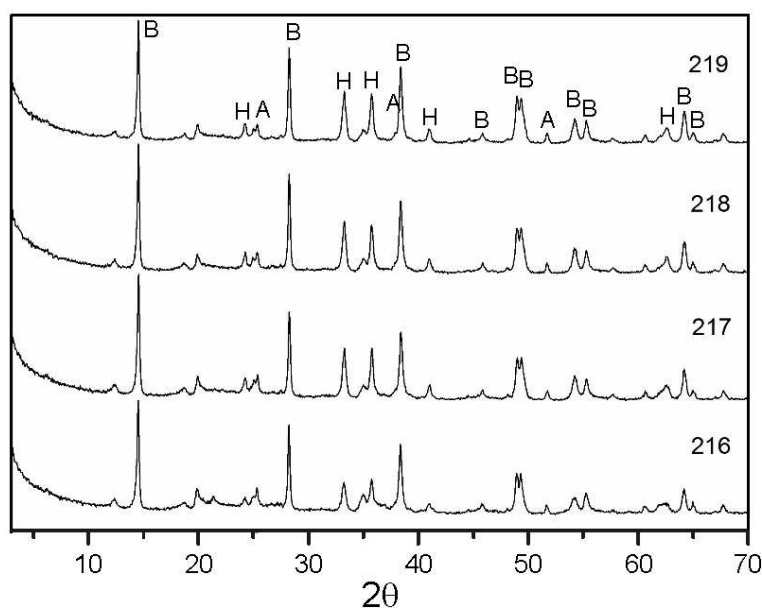
Sl. 7.29. Dijagrami praha ispitivanih uzoraka ležišta Borova brda

Legenda: B–bemit, H–hematit, A–anatas, K–kaolinit, Ka–kalcit, G–getit, GI–gibsit.

Na širem prostoru **Studenog**, geohemijskim ispitivanjima uzoraka boksita obuhvaćene su pojave Alina lokva, Međugorje i Javorak, kao i novootkrivena pojava Plačnik–Međugorje 2. Za mineraloška ispitivanja odabrane su po tri probe iz pojava **Međugorje** (probe 191, 193, 195) i **Javorak** (probe 211, 213, 215). Rendgenskim ispitivanjima odabranih uzoraka utvrđeno je prisustvo bemita (32–45 mas%), kaolinita (26–44 mas%), hematita, getita i anatasa. Ovakvi rezultati boksita Međugorja i Javorak svrstavaju u bemitsko–kaolinitne boksite sa značajnim učešćem kaolinita do kaolinitno–beminske boksite.

Iz rudnog polja **Radovče** proučavani su boksiti pojava: Crveno prlo, Podgrabovlje i Smrekova glavica (Crvena prodo). Zbirno najveće koncentracije elemenata rijetkih zemalja detektovane su geohemijskim ispitivanjima u pojavi Smrekova glavica  $\Sigma L+T+Y+Sc$  – 1384,11 ppm. Crveno prlo karakterišu konstantno povišeni sadržaji lantanida naročito u pripodinskom dijelu boksitnog tijela (probe 216, 217) sa zbirnim sadržajem lantanida oko 0,17%. Iz ovih razloga je za mineraloška ispitivanja odabrano po četiri uzorka boksita iz pojava **Crveno prlo** i **Smrekova glavica** (tabela 7.13).

Rendgenskim ispitivanjima odabranih uzoraka iz ove dvije pojave crvenih jurskih boksita formiranih na doger-oxfordskoj karbonatnoj podini utvrđeno je prisustvo bemita (51–60 mas%), kaolinita (17–26 mas%), hematita, getita i anatasa. Ovakvi rezultati boksite Crvenog prla (slika 7.30) i Smrekove glavice svrstavaju u bemitsko-kaolinitsko gvožddevite boksite.



Sl. 7.30. Dijagrami praha ispitivanih uzoraka pojava Crveno prlo i Smrekova glavica  
Legenda: B–bemit, H–hematit, A–anatas, K–kaolinit, Ka–kalcit, G–getit, GI–gibsit.

Rudno polje **Trmanje** i **Kamenika** obuhvata više pojava od kojih su za istraživanje odabrane pojave Barni do, Crvena glavica i Jelenak. Interesantni su rezultati geohemijske analize uzoraka od dvije pojedinačne probe konglomeratičnih boksita (241, 242), koji pokazuju povećane sadržaje lakih lantanida, posebno Ce i La, a zbirno  $\Sigma L+T+Y+Sc$  u probi 243 ovaj iznos je 1327,09 ppm, što nas je opredijelilo za mineraloška ispitivanja četiri uzorka boksita iz pojave **Crvena glavica**. Rendgenskim ispitivanjima odabranih uzoraka iz ove pojave boksita formirane na karbonatnoj podini doger-oxfordske starosti, utvrđeno je prisustvo bemita (44–55 mas%), kaolinita (27–28 mas%), hematita, getita i anatasa. Ovakvi rezultati boksite Crvene glavice karakterišu kao bemitsko-kaolinitiske boksite.

#### 7.4. REZULTATI PROUČAVANJA BOKSITA METODOM SKENIRAJUĆE ELEKTRONSKE MIKROSKOPIJE SA ENERGETSKO-DISPERZIVNIM SPEKTROMETROM (SEM-EDS)

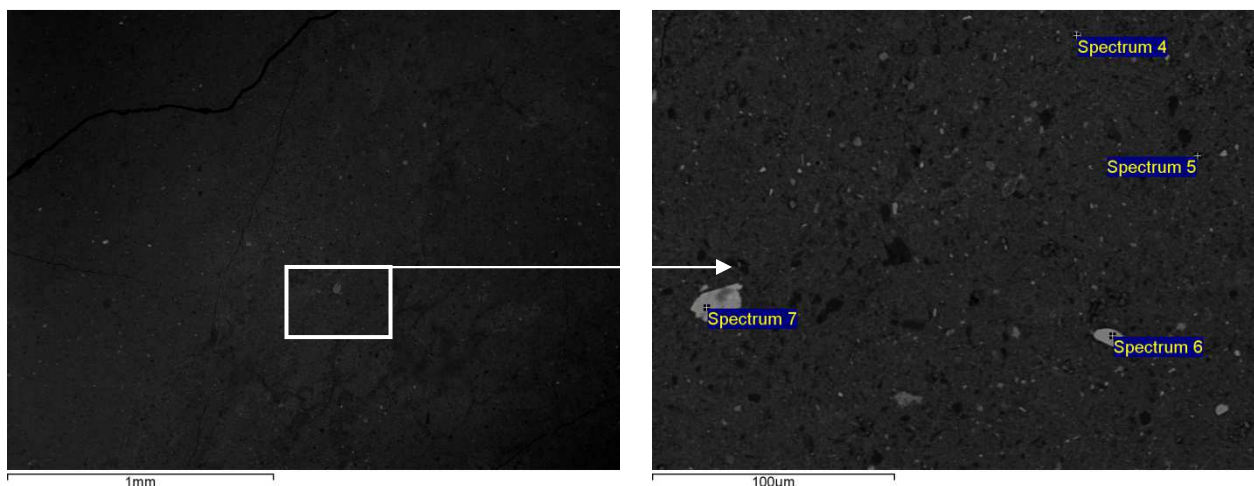
Metodom skenirajuće elektronske mikroskopije, na 34 odabrana uzorka iz 15 lokacija, izvršena je detekcija minerala elemenata rijetkih zemalja i ostalih akcesornih minerala i mineralnih faza (tabela 7.14). Mineraloška ispitivanja urađena su na duplikatima proba koje su sačuvane i od kojih su pripremljeni i analizirani uzorci za hemijska i geohemijska ispitivanja u cilju korelacije dobijenih rezultata ispitivanja.

Tabela 7.14: Ležišta i pojave crvenih boksita sa kojih su odabrani uzorci za SEM-EDS ispitivanja

R. B.	Ležište / pojava	Broj uzoraka
1	Strašnica	1
2	LIVEROVIĆI – Rudno tijelo II	1
3	ZAGRAD – Rudno tijelo III	7
4	ĐURAKOV DO – Rudno tijelo II	4
5	BIOČKI STAN	1
6	ŠTITOVO II	4
7	Crveno katunište	1
8	BRŠNO	1
9	Buavice	1
10	CRVENJACI	1
11	BOROVA BRDA	5
12	Javorak	1
13	Crveno prlo	4
14	Smrekova glavica	1
15	Crvena glavica	1
<b>UKUPNO</b>		<b>34</b>

Sa područja *Studene, Gvozda i Konjska* na uzorku **006** iz ležišta *Strašnica* izvršena su ispitivanja SEM-EDS metodom (Kostić i sar., 2015).

Detektovan je mineral monacit kao glavni nosioc elemenata rijetkih zemalja. Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala pokazala je na ovom analiziranom polju, kao i na prva dva, prisustvo: monacita, monacita + Al-hidroksida, anatasa, ilmenita, hematita, cirkona, glina + Fe-hidroksida i glina.



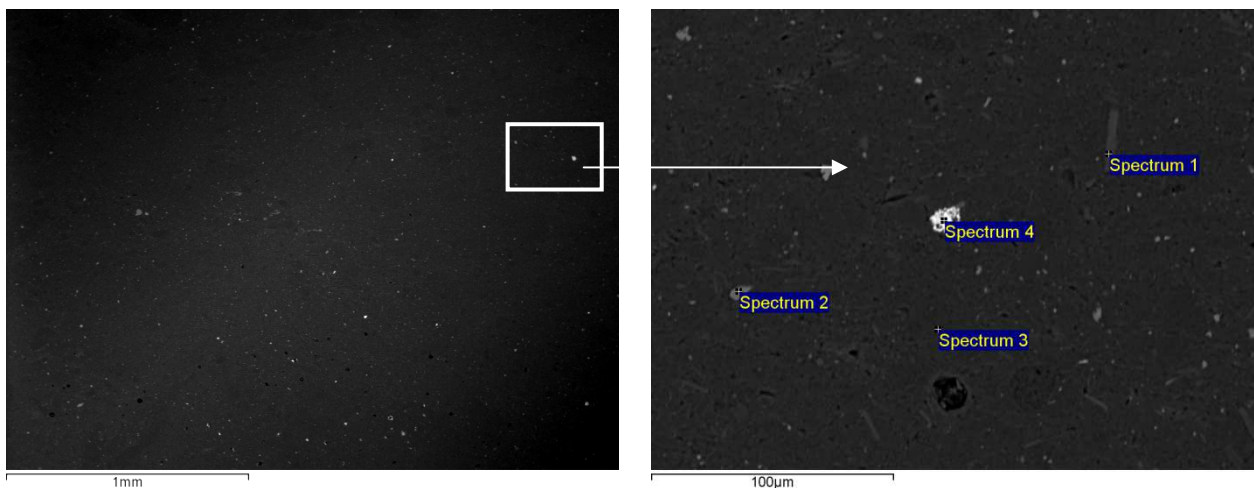
Sl. 7.31: Analizirano polje 3 (2) – uzorak **006** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 4 – monacit; Spectrum 5 – monacit + Al-hidroksid; Spectrumi 6 i 7 – cirkon*

Rezultati tačkastih hemijskih analiza pokazuju korelaciju povišenih sadržaja fosfora P (9,5–13%) i elemenata lakih rijetkih zemalja: La (10,2–11,7%), Ce (20,2–24,6%) i Nd (3,3–10,3%). Hemijski sastav odgovara formuli monacita  $CePO_4$ , koji sadrži promjenjive koncentracije fosfata metala rijetkih zemalja (Ce, La, Nd, Th)  $PO_4$ .

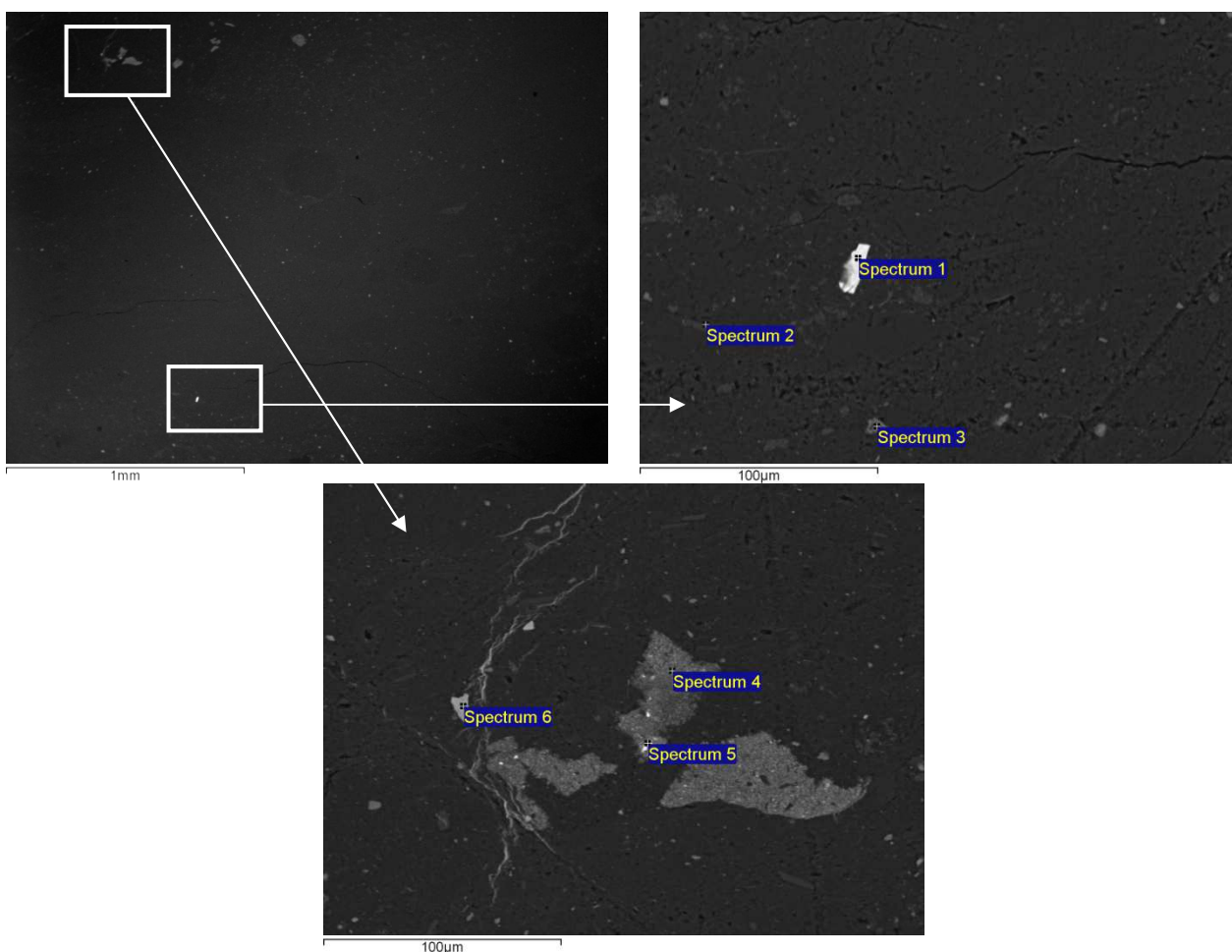
Tabela 7.15: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak 006, slika 7.31)

Elemen (mas%)	Spectrum 4	Spectrum 5	Spectrum 6	Spectrum 7
O	39.3	38.5	37.3	41.6
Al	5.6	7.0	0.3	0.5
Si	0.9	2.3	12.7	11.0
P	<b>10.5</b>	<b>9.5</b>		
Ca	0.5			0.6
Sc				0.3
Fe	5.1	3.2	1.0	1.3
Th		2.0		2.0
La	<b>10.2</b>	<b>14.0</b>		
Ce	<b>21.2</b>	<b>20.2</b>		
Nd	<b>6.7</b>	<b>3.3</b>		
Zr			48.6	42.5
Hf				2.2
<b>Ukupno</b>	100.0	100.0	100.0	100.0

Sa područja **Laz** i **Liverovići** za ispitivanja SEM-EDS metodom su odabrani uzorci iz ležišta Liverovići II. Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala pokazala je prisustvo: motramita, disklozita, Al-hidroksida+disklozita, monacita, Al-hidroksida, anatasa, biotita, hematita, cirkona, glina + Fe-hidroksida i glina.



Sl. 7.32: Analizirano polje 1(1) – uzorak **030** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – glina; Spectrum 2 – anatas; Spectrum 3 – glina; Spectrum 4 – motramit;*



Sl. 7.33: Analizirano polje 2 – uzorak **030** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – monacit; Spectrum 2 – glina; Spectrum 3 – anatas;  
Spectrum 4 – Al-hidroksidi+disklozit; Spectrum 5 – disklozit; Spectrum 6 – cirkon;*



Tabela 7.16: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **030**, slika 7.32)

Element (mas%)	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4
O	53.5	47.1	56.3	21.0
Mg	0.8			
Al	17.5	0.4	29.1	0.6
Si	18.7	0.8	11.2	
K	6.3		1.1	
Ca				2.8
Ti	0.5	51.8	1.5	
Fe	2.7		0.7	
Pb				41.4
V			0.2	15.6
Cu				13.8
Zn				4.8
<b>Ukupno</b>	100.0	100.0	100.0	100.0

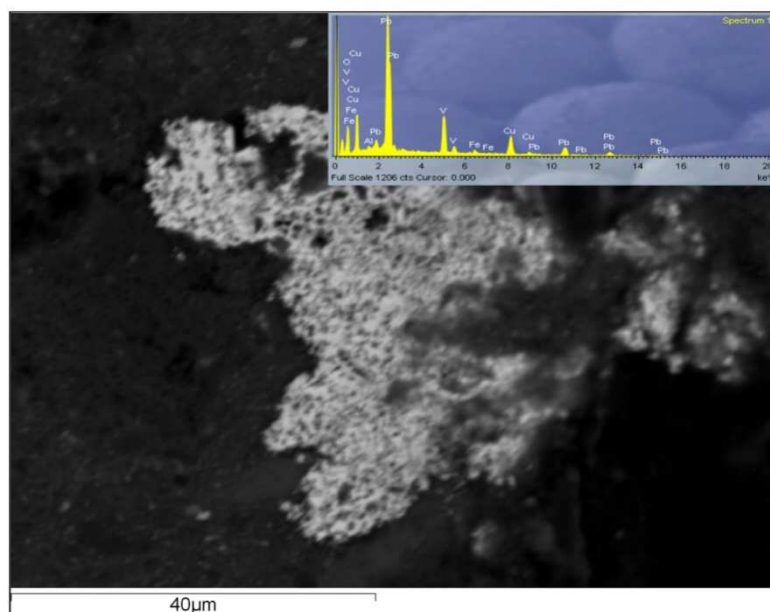
Tabela 7.17: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **030**, slika 7.33)

Element (mas%)	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4	Spectrum 5	Spectrum 6
O	31.8	57.0	52.0	46.6	20.1	40.9
Na		0.3				
Mg		0.4				
Al		18.7	2.0	31.7	0.4	0.5
Si	0.7	18.8	1.6			11.7
K		3.4	0.2			
Ca	0.5					0.4
Ti		0.3	43.8	0.8	4.0	0.8
Fe		1.1	0.4	1.7	1.5	1.7
Pb				12.4	46.8	
Zn				2.8	13.4	
Co					0.8	
Cu				0.5		
V				3.7	13.0	
P	12.6					
La	13.3					
Ce	25.2					
Nd	7.6					
Th	8.4					
Zr						46.1
<b>Ukupno</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Prikazani rezultati jasno govore o prisustvu rijetkih finih zrna motramita-PbCuVO<sub>4</sub>(OH), potom disklozita, konstantno prisutnog cirkona, koji se javlja u zrnima, kao i minerala rijetkih zemalja – monacita.

U aktivnom površinskom kopu **Zagrad 3** detektovani su brojni minerali SEM-EDS metodom. Javlja se detritični cirkon koji se pojavljuje u finim zrnima do 50 μm u veličini, REE minerali i rijetka fina zrna autigenog motramita [PbCuVO<sub>4</sub>(OH)], (Radusinović et al., 2017), (slika 7.34).

Pojavljivanje REE minerala je sveobuhvatno proučeno SEM-EDS metodom. Nekoliko desetina kvalitativnih analiza je urađeno od kojih je dobijeno 25 kvantitativnih analiza. Ove analize pokazuju da sve faze koje sadrže REE pripadaju fosfatima, i ukupno četiri tipa REE fosfata se može razlikovati: 1) autigeni monazit-Nd, 2) rezidualni monacit-Ce, 3) autigeni ksenotim i 4) rezidualni ksenotim (Tabela 7.18).



Sl. 7.34: Pojavljivanje motramita u ležištu Zagrad, rudno tijelo 3 (BSE mikrofotografija i EDS spektar)

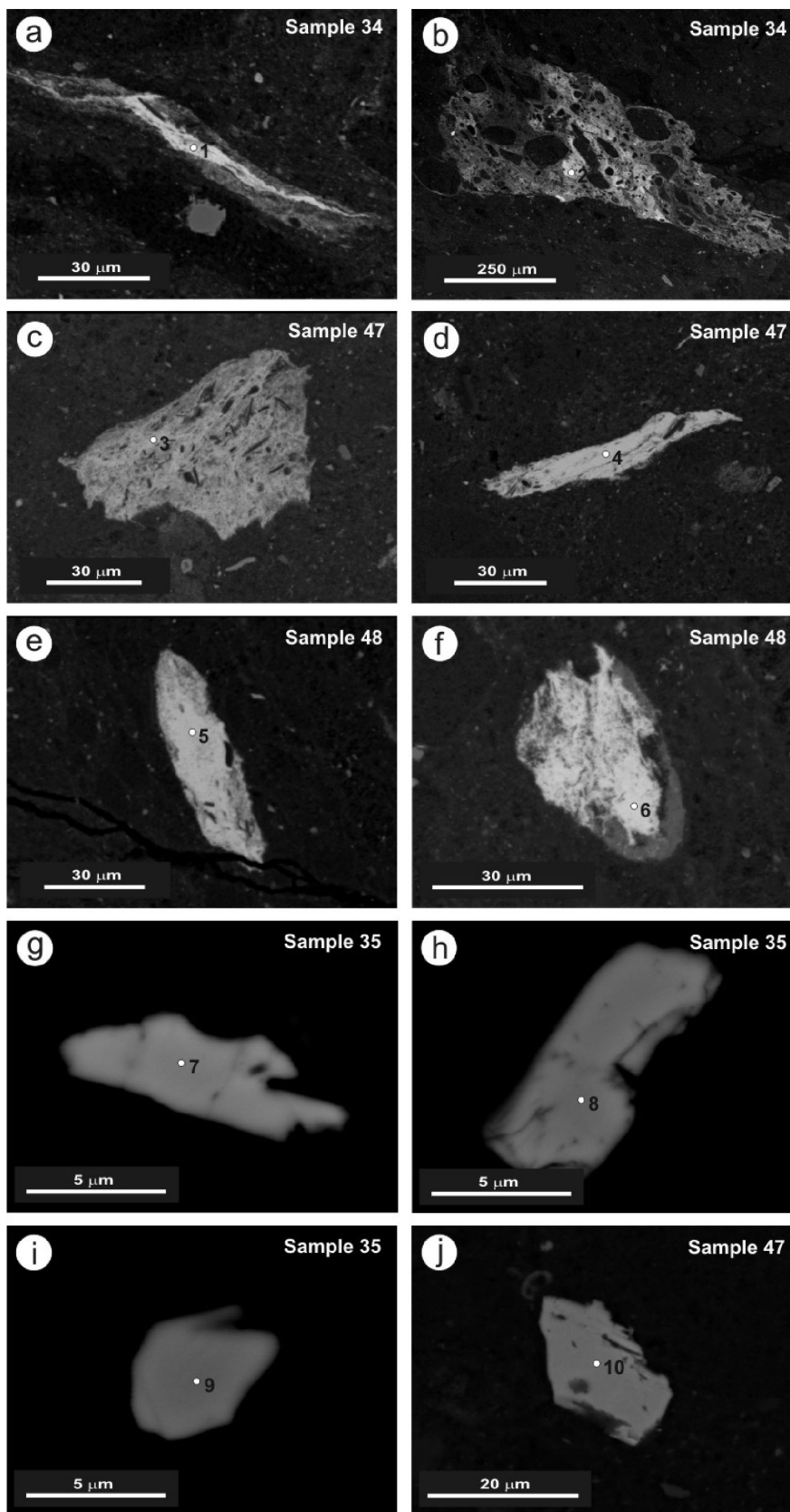
Osim razlika u hemijskom sastavu ovih odvojenih tipova REE fosfata dodatni kriterijum za njihovo razlikovanje je bila očigledna teksturna različitost između autigenih i rezidualnih faza. Naime, autigeni monazit Nd i ksenotim pojavljuju se u nepravilnim zrnima i agregatima nekoliko desetina stotina mikrometara u veličini koja pokazuje fina intezivna međusrastanja sa drugim autigenim mineralima boksita, dok se rezidualne faze ova dva REE minerala pojavljuju u finim individualnim zrnima, uglavnom veličine od oko 5  $\mu\text{m}$  (Slike 7.35 i 7.36). Upoređujući sastav autigenih i rezidualnih monazita otkriveno je da je preovlađujući REE u autigenom monazitu Nd, dok je u rezidualnom to Ce. Oba tipa monazita sadrže značajne sadržaje Pr, Sm, Gd, Dy i La i jedino je sadržaj samaricijuma primjetno veći u autigenom monazitu (Radusinović et al., 2017).

Tabela 7.18: Reprezentativne analize elektonskom mikroprobom (u masenim %, normalizovane na 100%; prazno polje – nije otkriveno) REE minerala iz ležišta Zagrad. Analize pokazuju hemijski sastav zrna datih na slikama 7.37 i 7.35

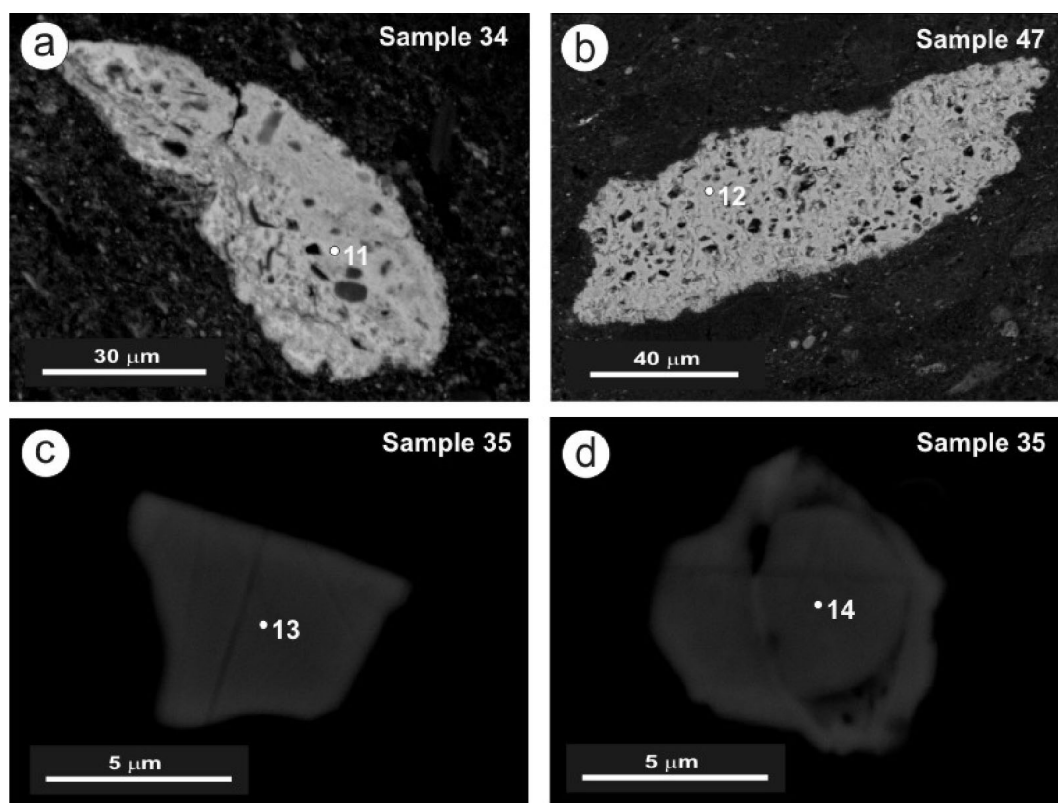
Uzo- rak br.	Monazit-Nd autigeni mineral Ukupan broj analiza – 1						Monazit-Ce rezidualna faza Ukupan broj analiza – 4				Ksenotim autigeni mineral Ukupan broj analiza – 3		Ksenotim rezidualna faza Ukupan broj analiza – 3	
	034		047		048		035		047	034	047	035		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.4	4.0	6.2	1.1	1.0	1.2	1.8	0.4	0.4	0.4	2.1	1.7		
SiO <sub>2</sub>	2.9	0.9	3.6					0.4			2.7	4.9	1.1	1.7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28.0	24.7	26.3	29.1	28.5	27.6	29.6	32.3	29.8	30.6	31.9	30.8	37.1	37.8
SO <sub>3</sub>	1.7	1.1	1.7	1.4	1.3	1.4								
K <sub>2</sub> O			0.5											
CaO	3.4	3.1	3.0	3.4	3.6	3.2		1.1			2.4	1.7		
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											0.6	0.4		
TiO <sub>2</sub>	0.6	0.4					0.4		0.4				0.4	0.3
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.9									1.5	0.6		
FeO	2.3	10.4	1.6	1.4			2.5	1.9	1.3	0.8	4.3	3.5	2.0	1.9
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											34.9	49.9	41.0	41.6
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.2	9.0	11.2	14.6	12.7	15.1	16.6	12.3	12.2	16.4				
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.3	7.8	4.8	3.8	4.4	4.0	32.0	26.5	33.4	34.0				
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.5	4.8	5.2	5.8	5.8	6.0	3.4	3.3	3.9	3.7				
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.7	23.1	25.9	28.3	28.9	29.1	11.0	12.0	14.3	10.8	1.6			0.4
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.6	6.4	5.3	6.1	6.4	6.5	1.3	2.5	1.9	2.1	1.2	0.7		0.6
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					1.5									
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.4	2.8	3.0	3.8	4.2	4.1	0.8	1.6	1.8	1.2	5.5	1.6	2.8	3.1
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.3	0.6	1.7	1.2	1.7	1.8		1.0	0.6		6.1	1.7	5.7	5.1
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											2.8	1.4	4.6	3.5
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>											2.4	1.1	4.6	4.0
ThO <sub>2</sub>	0.7						0.6	3.6						
UO <sub>2</sub>								1.1						0.7

Autigeni monazit-Nd redovno sadrži manje sumpora i kalcijuma, dok je u rezidualnom monazitu-Ce sumpor u potpunosti odsutan i kalcijum je prisutan jedino u jednoj analizi. Izuzetno niski sadržaji Al i Fe najvjerovatnije potiču od pomiješanog preovlađujućeg boksitnog materijala – hematit i bemit.

Upoređujući sastav monazita, REE sadržaj u oba tipa ksenotima pokazuje odsustvo (Ce, Pr) ili nizak sadržaj (Nd, Sm) LREEa i preovladavajući sadržaj HREE (Gd, Dy). Autigeni ksenotim gotovo uvijek sadrži manje količine Ca, V i najvažnije Sc, dok su u rezidualnom ksenotimu ovi elementi u potpunosti odsutni.



Sl. 7.35: Autigeni monazit-Nd (a-f) i rezidualni monacit-Ce (g-j) boksitu ležišta Zagrad, rudno tijelo 3 (BSE mikrofotografije). Tačke i brojevi označavaju mjesto analize mikroprobom prikazane u tabeli 7.18.



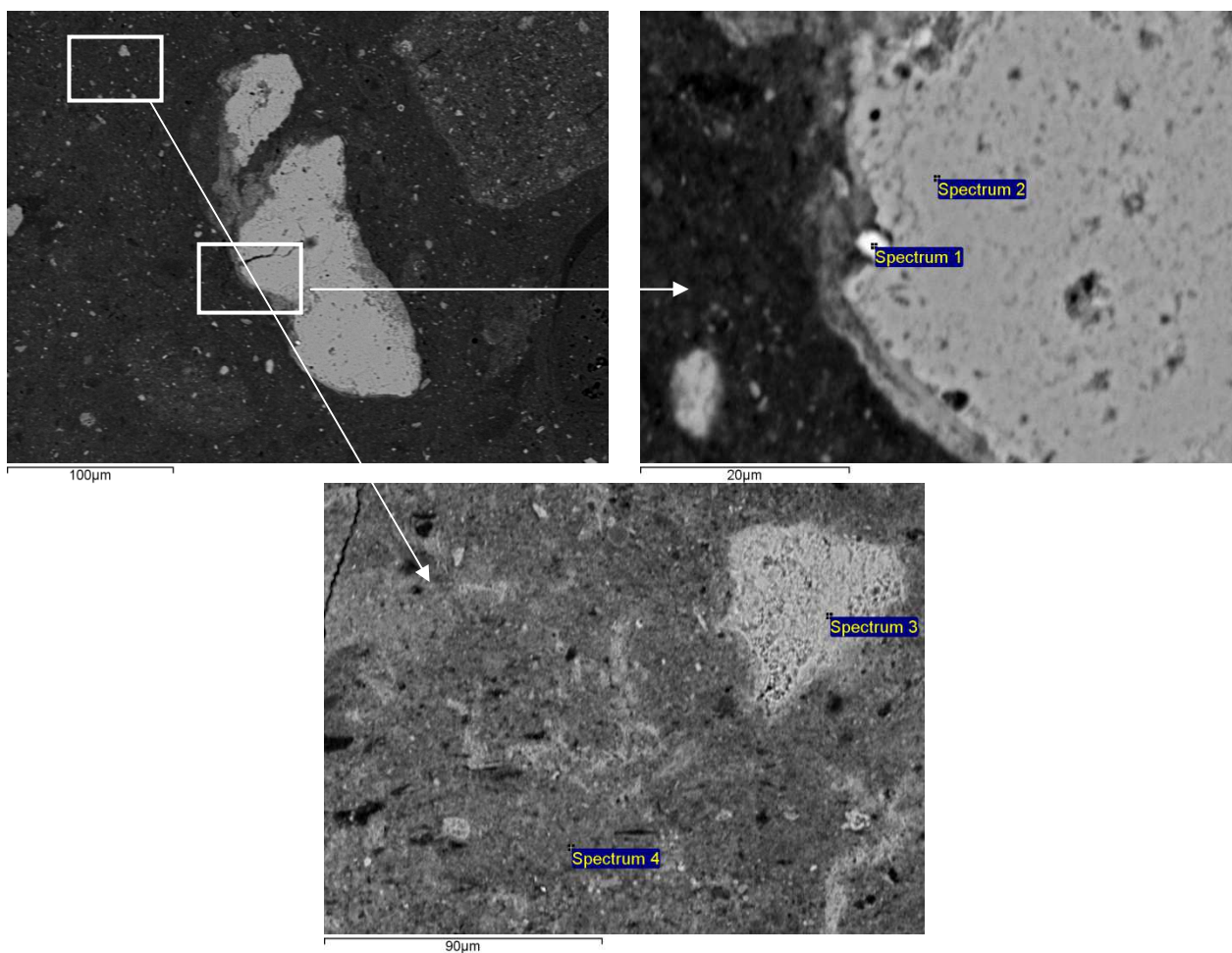
Sli. 7.36: Autigeni (a–b) i rezidualni (c–d) ksenotim u boksitu ležišta Zagrad, rudno tijelo 3 (BSE mikrofotografije). Tačke i brojevi označavaju mjesto analize mikroprobom prikazane u tabeli 7.18.

Pored navedenih detaljno proučenih uzoraka, SEM–EDS metodom ispitani su i uzorci 040, 045 i 046 koji potiču iz srednjeg i gornjeg dijela stuba ZG3 I (Slike 7.37, 7.38 i 7.39).

Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza u uzorcima 040 i 045: monacit; hematit; Al–hidroksidi; Al+Fe–hidroksidi; cirkon; anatas; REE–karbonat; olovo niobat (čangbait?); anatas; Al–hidroksidi+anatas; glina+Fe–hidroksidi; hematit+Al–hidroksidi; anatas+Al–hidroksidi.

Uzorak 046 pripada pretaloženim boksitima, što se jasno vidi iz položaja u stubu, geoloških, teksturnih i hemijskih karakteristika. Ovaj boksit sadrži sledeće minerale i mineralne faze: monacit; ksenotim; cirkon; Al–hidroksid; ilmenit; Al–hidroksid+Fe–hidroksid; anatas/rutil; halkopirit?; hematit.



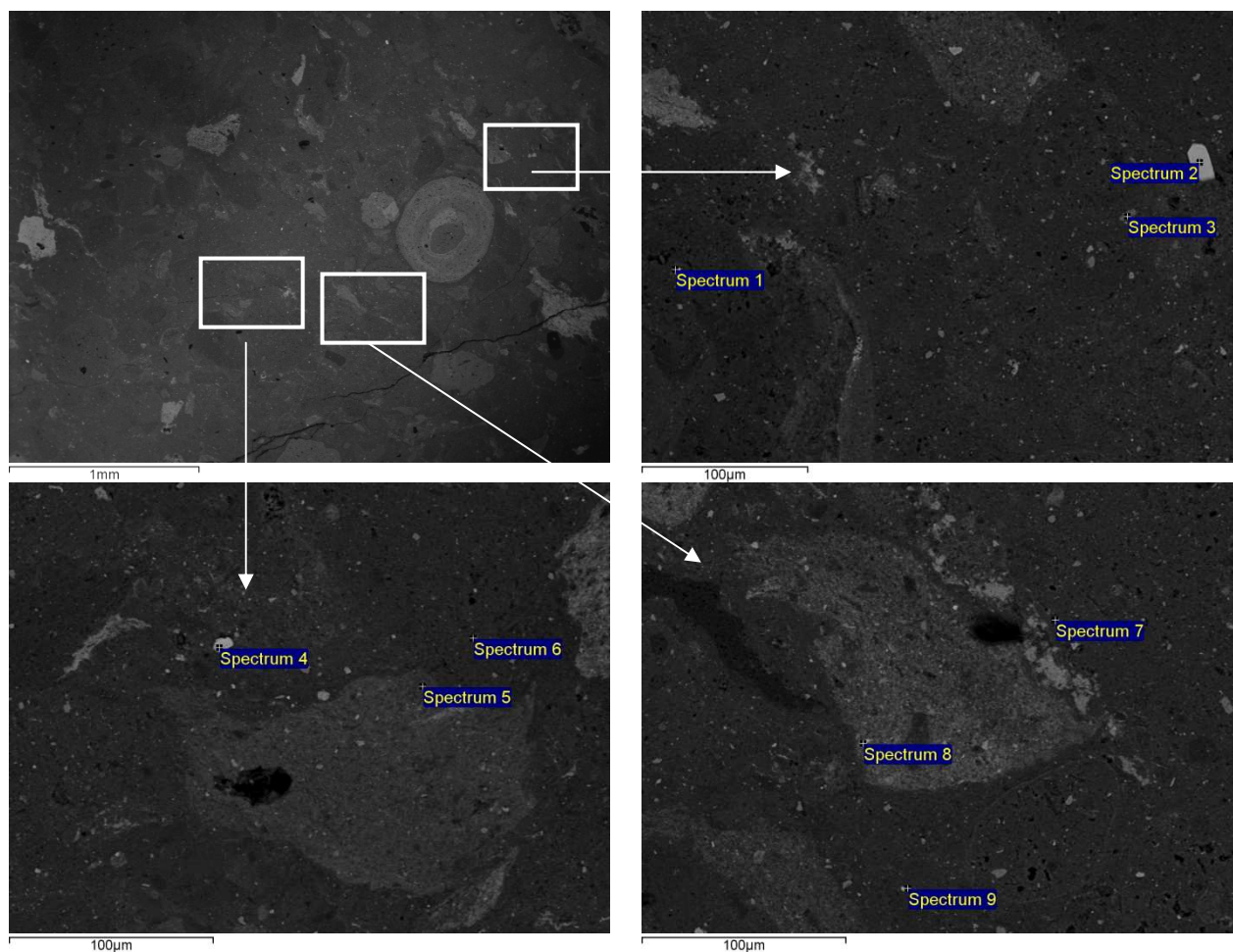


Sl. 7.37: Analizirano polje 3 – uzorak **040** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – REE-karbonat; Spectrum 2 – hematit; Spectrum 3 – hematit;  
 Spectrum 4 – Al+Fe-hidroksidi*

Tabela 7.19: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **040**, slika 7.37)

Element (mas%)	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4
O	39.1	37.8	37.3	45.5
F	10.0			
Al	1.5	1.6	0.9	21.2
Si	0.3	0.9	0.7	0.3
Ca	9.8			
Ti		0.5	0.6	1.4
V		0.3		
Cr		0.3		
Fe	9.0	58.6	60.6	31.6
Y	1.8			
La	2.8			
Ce	20.8			
Nd	4.9			
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

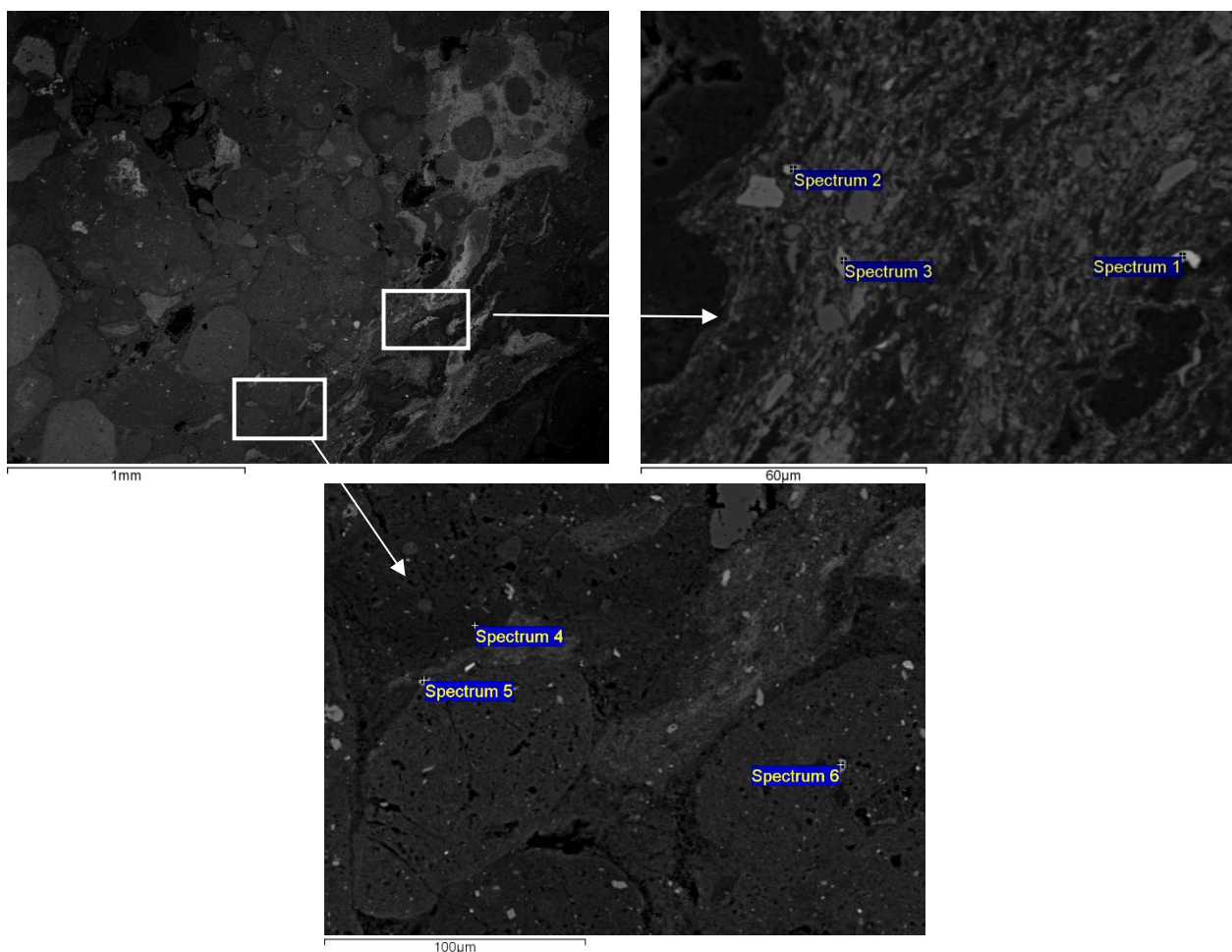




Sl. 7.38: Analizirano polje 1 – uzorak **045** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – olovo niobat (čangbait?); Spectrum 2 – cirkon; Spectrum 3 – anatas; Spectrum 4 – cirkon;*  
*Spectrum 5 – Al+Fe-hidroksidi; Spectrum 6 – Al+Fe-hidroksidi; Spectrum 7 – cirkon;*  
*Spectrum 8 – cirkon; Spectrum 9 – Al+Fe-hidroksidi*

Tabela 7.20: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **045**, slika 7.38)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec. 2	Spec. 3	Spec. 4	Spec. 5	Spec. 6	Spec. 7	Spec. 8	Spec. 9
O	30.9	37.9	47.7	36.9	50.3	51.0	31.9	40.9	52.5
Al	12.0		4.2	0.2	30.7	30.3	0.8	3.1	29.6
Si	0.6	12.8	0.5	12.3	0.2	0.3		11.0	1.5
Ti	1.5		41.3		0.9	1.5	1.1	0.2	0.9
Ca	0.6		0.3	0.3					
Fe	4.9	0.7	6.1	1.0	17.9	16.9	1.7	2.4	11.9
Pb	27.0								
Zr		48.6		47.6			64.5	41.1	3.6
Nb	22.6								
Hf				1.7				1.3	
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>



Sl. 7.39: Analizirano polje 3 – uzorak **046** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – monacit; Spectrum 2 – ksenotim; Spectrum 3 – cirkon; Spectrum 4 – Al-hidroksid;  
 Spectrum 5 – cirkon; Spectrum 6 – ilmenit*

Tabela 7.21: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **046**, slika 7.39)

Element (mas%)	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4	Spectrum 5	Spectrum 6
O	33.7	41.7	39.7	56.5	42.9	45.5
Mg						0.5
Al	1.8	2.6	0.4	37.5	1.9	2.9
Si	0.3	1.6	12.0	0.3	11.3	
P	12.9	13.3				
Ti		1.6	0.4	1.0	0.2	27.4
Mn						0.3
Fe	1.7	2.8	0.9	4.6	0.8	23.5
Zr			46.5		42.8	
Y		26.5				
Gd		2.2				
La	14.4					
Ce	25.7					
Nb	6.3					
Dy		4.5				
Yb		2.5				
Th	3.2					
Co		0.8				
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Štitovski plato.** Ležište **Đurakov do** je oprobavano u površinskom kopu Đurakov do 2 na dvije lokacije, odnosno duž dva otvorena profila, a za mineraloška ispitivanja odabrane su četiri probe sa profila ĐD2 I /(1-4).

Interesantni su rezultati ispitivanja SEM-EDS metodom odabranih uzoraka 073, 074, 075 i 076 (slika 7.40), u kojima je determinisano prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza: monacit; ksenotim; REE-karbonat hematit; cirkon; anatas; ilmenit; Ti-magnetit; Fe-hidroksidi; Al-hidroksidi; galenit; glina+Fe-hidroksidi (i vrlo interesantno argentit? u uzorku 076).

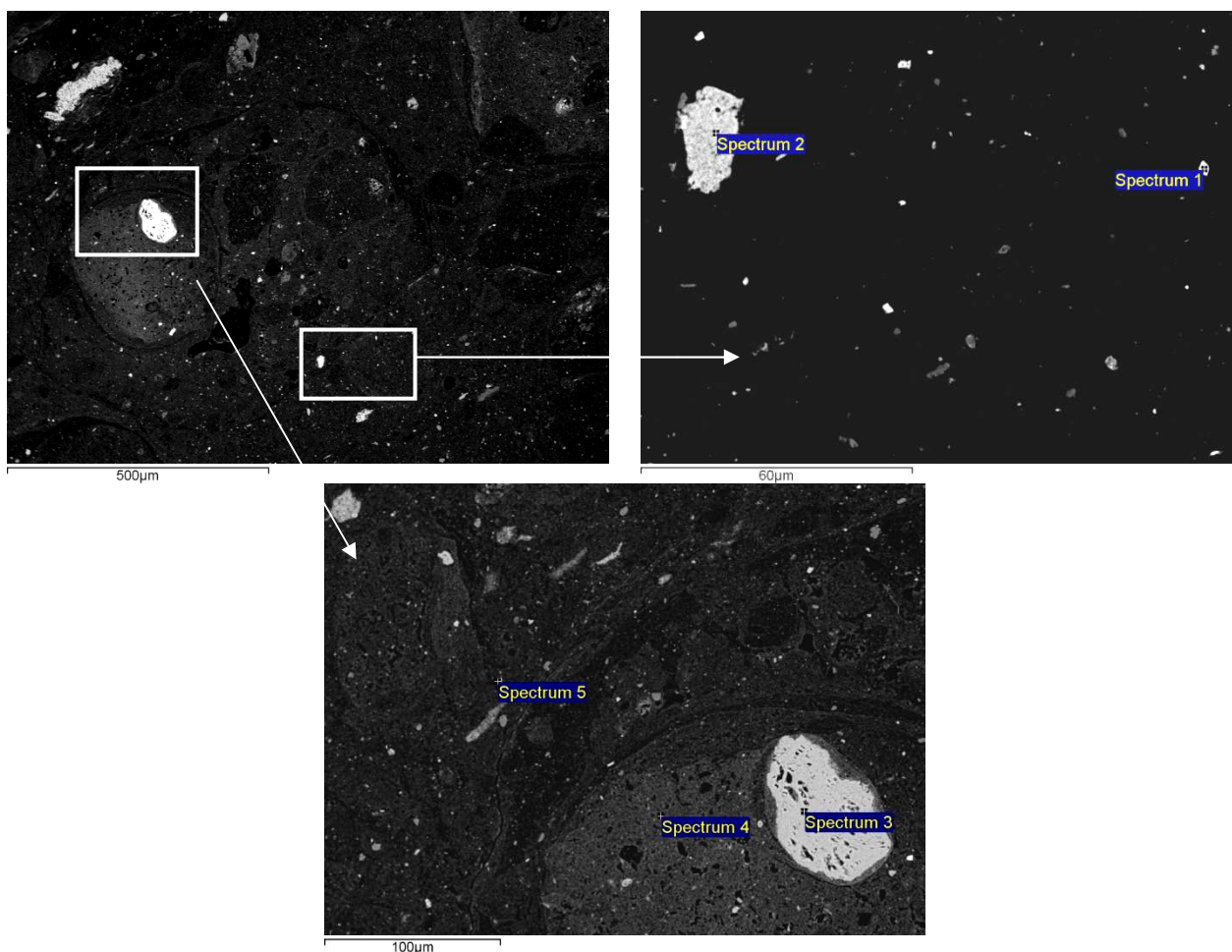
Od minerala rijetkih zemalja (REE) u ispitivanim uzorcima utvrđeno je prisustvo REE fosfata – monacita i ksenotima, a samo mjestimično i REE karbonata (uzorak 074). Na osnovu zastupljenosti REE minerala u uzorcima crvenih jurskih boksita sa Đurakovog dola može se zaključiti da se elementi rijetkih zemalja najvećim dijelom javljaju u obliku fosfatnih jedinjenja.

Kao primjer prikazana je analiza polja 1 uzorka 73 sa determinisanim monacitom (Ce, La, Nd) i ksenotimom (Y).

Na osnovu indikativnih rezultata hemijskih analiza sa oboda ležišta **Biočki stan**, za mineraloška ispitivanja SEM-EDS metodom odabran je uzorak boksita sa neposrednog paloreljefa BS II/2 (broj 088, slika 7.41).

Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala SEM-EDS metodom pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza u uzorku 088: ksenotim, monacit; cirkon, ilmenit, anatas, hematit; Al-hidroksidi; Al hidroksidi+Fe-hidroksidi.

U ležištu **Štitovo 2** za mineraloška ispitivanja odabrana su četiri uzorka: 095 (slika 7.42), 099, 103 i 107. Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala SEM-EDS metodom, izvršena na sva četiri navedena uzorka, pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza: ksenotim, monacit; REE-karbonat+Fe-hidroksid; cirkon, ilmenit, anatas, hematit; Al-hidroksidi; Al hidroksidi+Fe-hidroksidi; Fe+Al-hidroksidi+cirkon; minerali gline; glina+cirkon; glina+Fe-hidroksidi; K-feldspat; As-sulfid?.

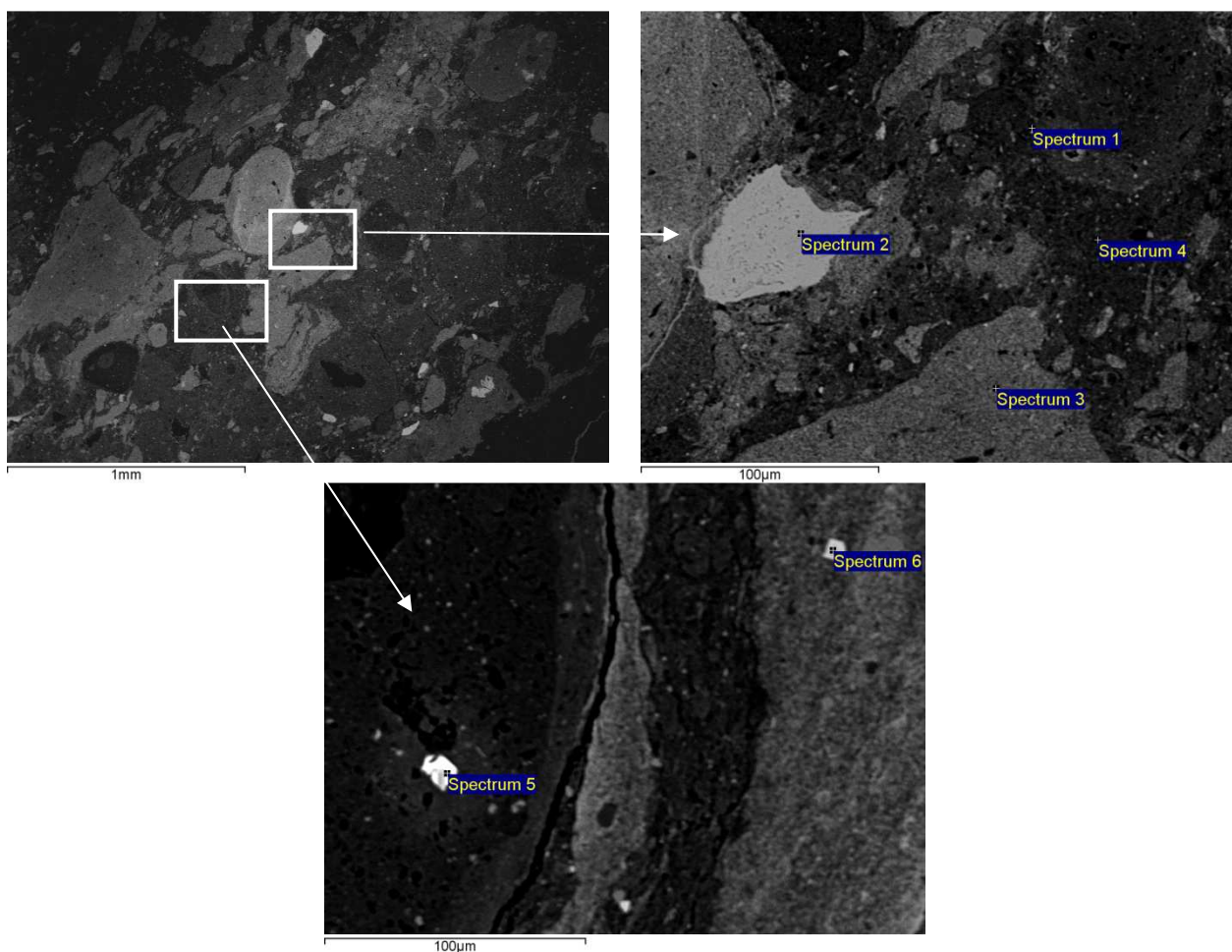


Sl. 7.40: Analizirano polje 1 – uzorak **073** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1* – monacit; *Spectrum 2* – hematit; *Spectrum 3* – hematit;  
*Spectrum 4* – Al-hidroksidi + Fe-hidroksidi; *Spectrum 5* – ksenotim;

Tabela 7.22: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **073**, slika 7.40)

Element (mas%)	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4	Spectrum 5
O	37.9	39.1	38.4	53.4	39.6
Al		1.7	1.4	29.1	3.8
Si		0.6	0.4	0.4	0.7
P	12.9				15.0
Ti		2.1	0.6	0.6	
Mn		0.4			
Fe		56.1	59.3	16.6	1.5
Co					0.9
Y					29.6
Gd					1.5
Dy					3.6
Yb					2.7
U					1.2
La	12.7				
Ce	26.6				
Nd	8.3				
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

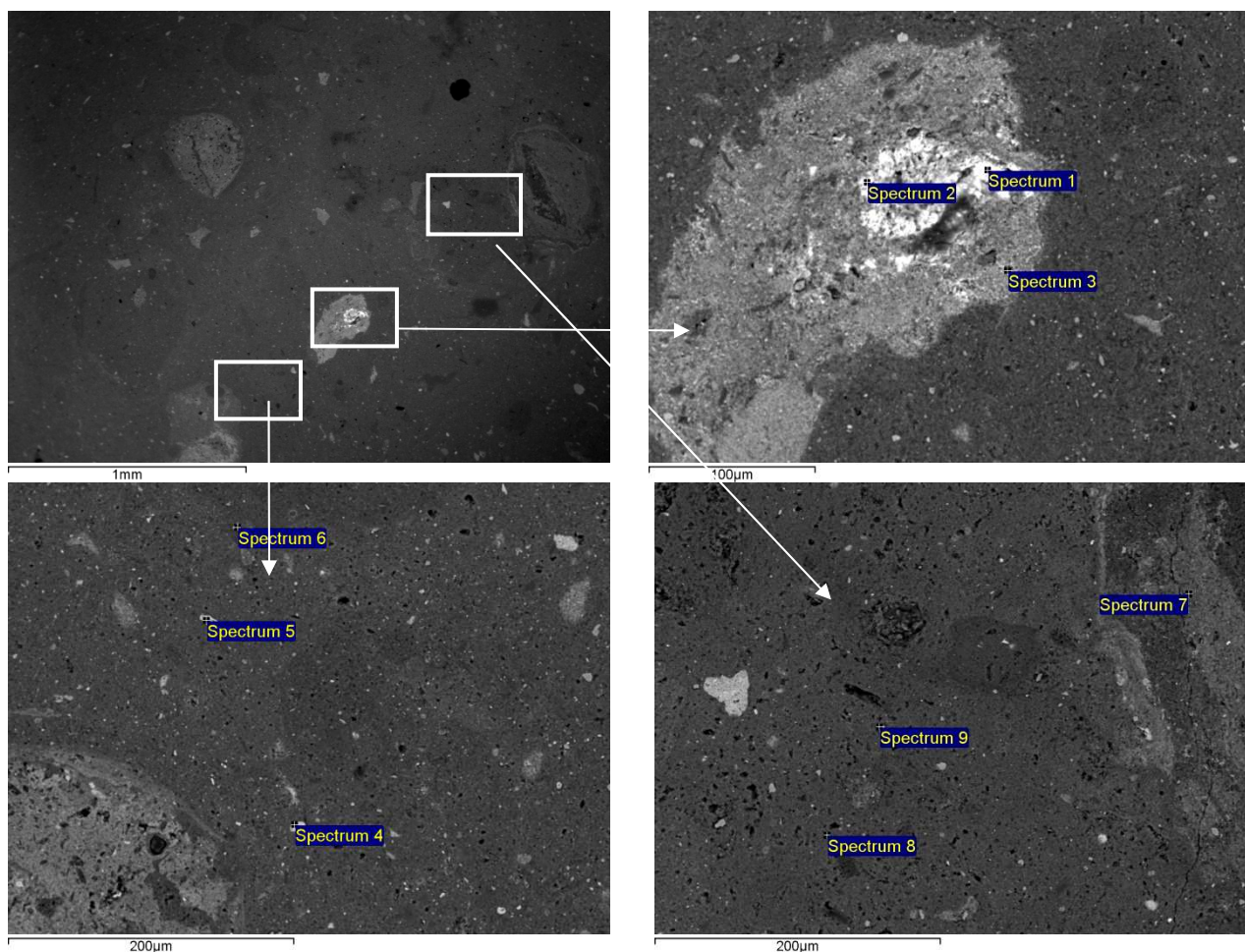




Sl. 7.41: Analizirano polje 3 – uzorak **088** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – cirkon; Spectrum 2 – hematit; Spectrum 3 – Al-hidroksidi + Fe-hidroksidi;*  
*Spectrum 4 – glina + Fe-hidroksidi; Spectrum 5 – monacit; Spectrum 6 – cirkon*

Tabela 7.23: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **088**, slika 7.41)

Element (mas%)	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3	Spectrum 4	Spectrum 5	Spectrum 6
O	53.2	39.8	48.4	53.8	33.8	38.4
Al		1.6	17.6	25.7	0.4	
Si	10.4	1.0	0.6	6.5	1.5	12.6
Ca					0.6	
Ti	0.6	0.6	3.6	0.5		
Fe	5.1	57.1	29.8	12.8	2.7	1.3
Mg				0.3		
P					11.0	
K				0.4		
Zr	30.7					47.7
La					9.2	
Ce					19.4	
Nd					7.4	
Th					14.1	
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

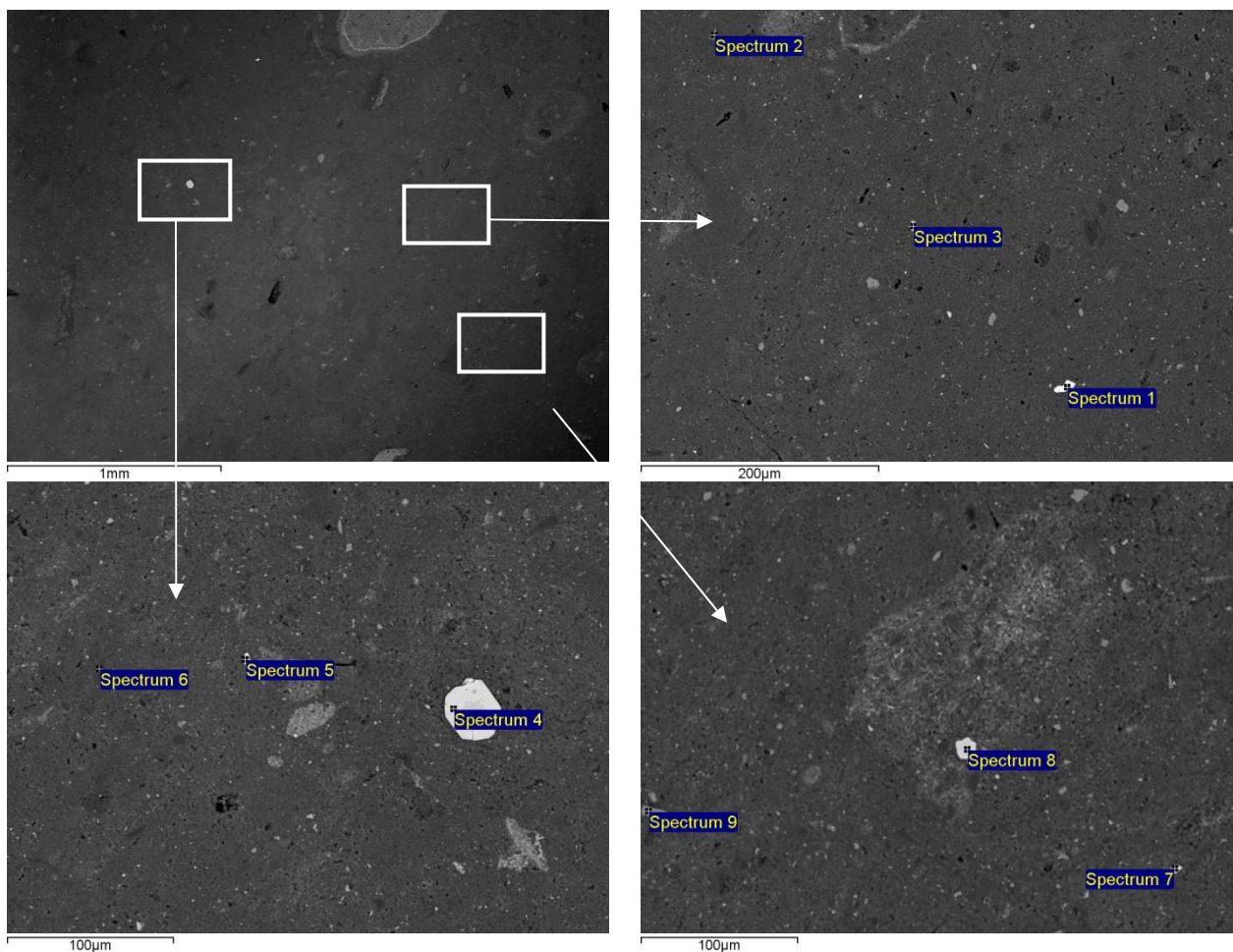


Sl. 7.42: Analizirano polje 2 – uzorak **095** sa detaljima i analiziranim tačkama  
 Spectrum 1–3 – REE-karbonat + Fe-hidroksid; Spectrum 4 – 5 – hematit; Spectrum 6 – ilmenit;  
 Spectrum 7 – cirkon+Al-hidroksidi; Spectrum 8 – cirkon; Spectrum 9 – Fe+Al-hidroksidi

Tabela 7.24: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **095**, slika 7.42)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	25.4	23.3	38.0	39.2	38.0	42.3	53.1	47.0	45.3
Al	2.5	2.7	6.5	2.7	1.7	1.3	5.2	5.1	13.9
Mg				0.8	0.2				
Si	0.9	0.9	0.8	0.2			8.4	9.7	0.5
Ti	1.9	2.8	2.2	2.9	7.3	29.1	0.2	0.2	0.9
Mn					0.3	1.6			0.2
Fe	7.0	17.4	20.3	54.2	52.5	25.7	2.0	1.7	39.2
Sc							0.3		
Ce	59.3	50.4	30.5						
Th	1.5	1.3	0.9						
Zr							30.6	36.3	
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>



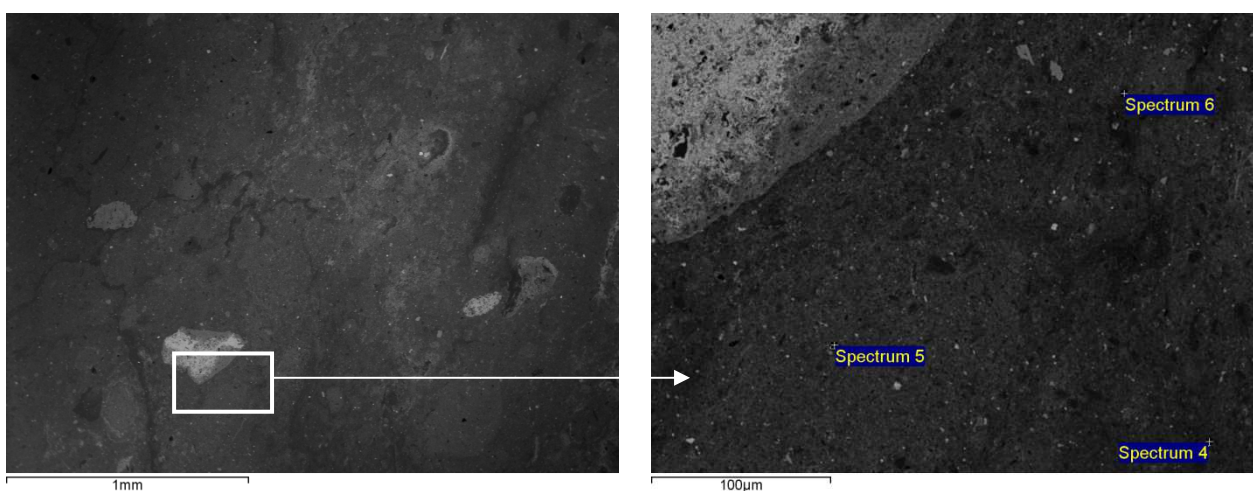


Sl. 7.43: Analizirano polje 1 – uzorak **107** sa detaljima i analiziranim tačkama  
 Spectrum 1 – monacit; Spectrum 2 – cirkon; Spectrum 3 – cirkon; Spectrum 4 – cirkon; Spectrum 5 –  
 cirkon; Spectrum 6 – Al-hidroksidi; Spectrum 7 – cirkon; Spectrum 8 –ksenotim;  
 Spectrum 9 – anatas

Tabela 7.25: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **107**, slika 7.43)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	32.1	40.1	43.5	38.0	41.3	58.3	37.7	41.4	45.3
Al		1.8	3.6		0.6	19.1	0.3	0.6	0.4
Na						0.2			
Mg						1.0			
Si	0.4	11.7	10.5	12.5	11.7	17.0	0.2		
P	12.9						12.7	12.2	
Ti									53.2
Fe				0.5	1.1	1.5	0.9	1.2	1.1
Sc			0.5		0.3			0.4	
La	17.0							9.9	
Ce	26.9							25.8	
Nd	6.8							12.2	
Th	3.4								
Zr		44.3	38.2	49.0	45.1		48.5	42.4	
Hf		1.3	1.4					1.6	
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Grebenici.** Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih minerala i mineralnih faza SEM-EDS metodom na uzorku l.b. 130 sa lokaliteta Crveno katunište pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza: ksenotim; cirkon, anatas, hematit; glina + Fe-hidroksidi; hematit + glina; Al+Fe-hidroksidi+cirkon; Al+Fe-hidroksidi; Al-hidroksidi; glina (slika 7.44).

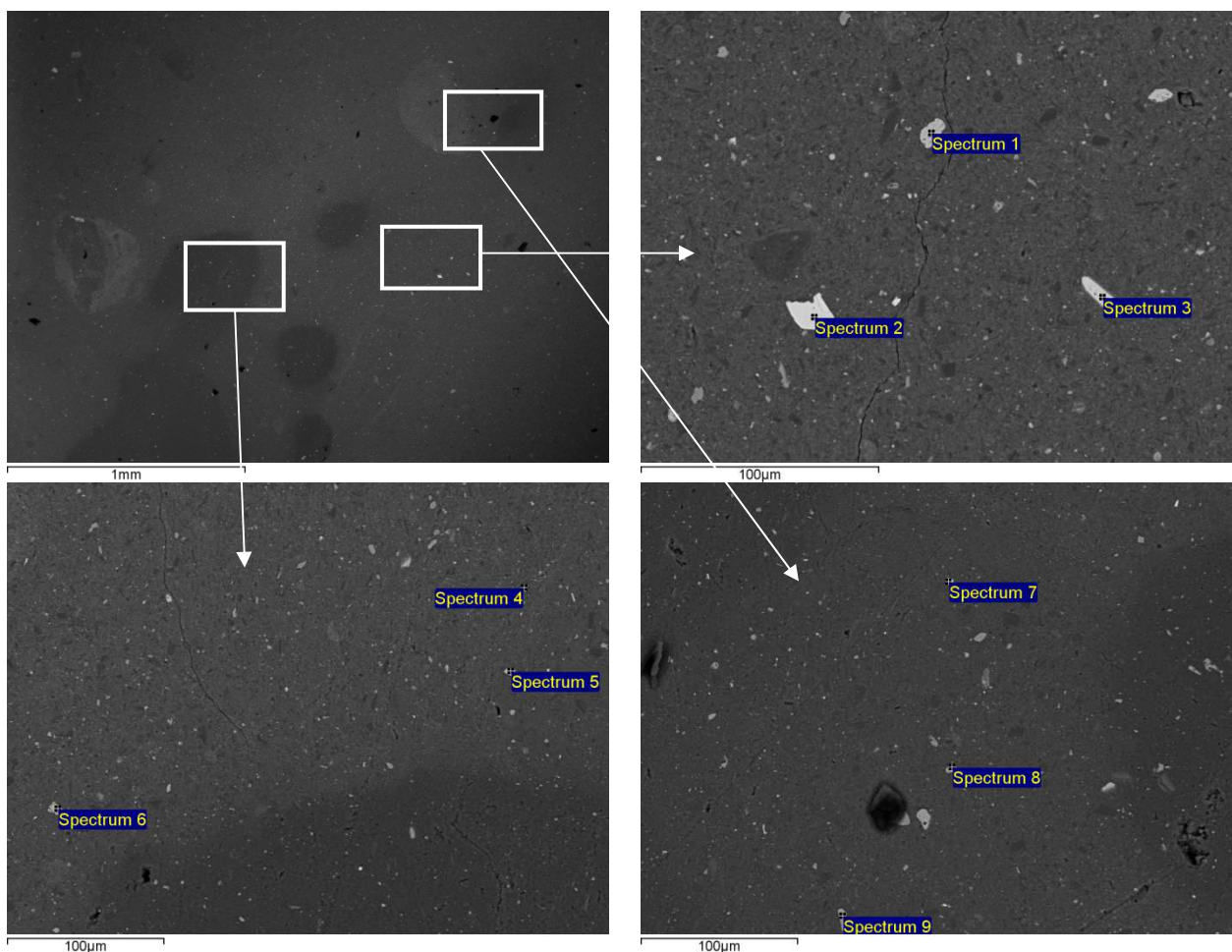


Sl. 7.44: Analizirano polje 1 – uzorak 130 sa detaljima i analiziranim tačkama *Spectrum 4* – ksenotim; *Spectrum 5* – hematit; *Spectrum 6* – hematit + glina;

Tabela 7.26: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **130**, slika 7.44)

Element (mas%)	Spec. 4	Spec.5	Spec.6
O	42.9	39.3	40.0
Mg		0.6	
Al	5.4	3.8	6.2
Si	1.5	0.4	0.8
P	13.6		
Ti	0.3	3.0	1.2
Fe	2.2	53.0	51.8
Co	0.8		
Y	24.7		
Gd	3.7		
Dy	5.1		
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Bršno i Buavice.** Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala SEM-EDS metodom iz ležišta **Bršno-Raline** pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza u uzorku 135: ksenotim; monacit; hematit; cirkon; ilmenit; anatas; epidot; glina+Fe-hidroksidi; Al+Fe-hidroksidi; Al,Fe-hidroksidi+Pb mineral(?); glina+Au? (slika 7.45).

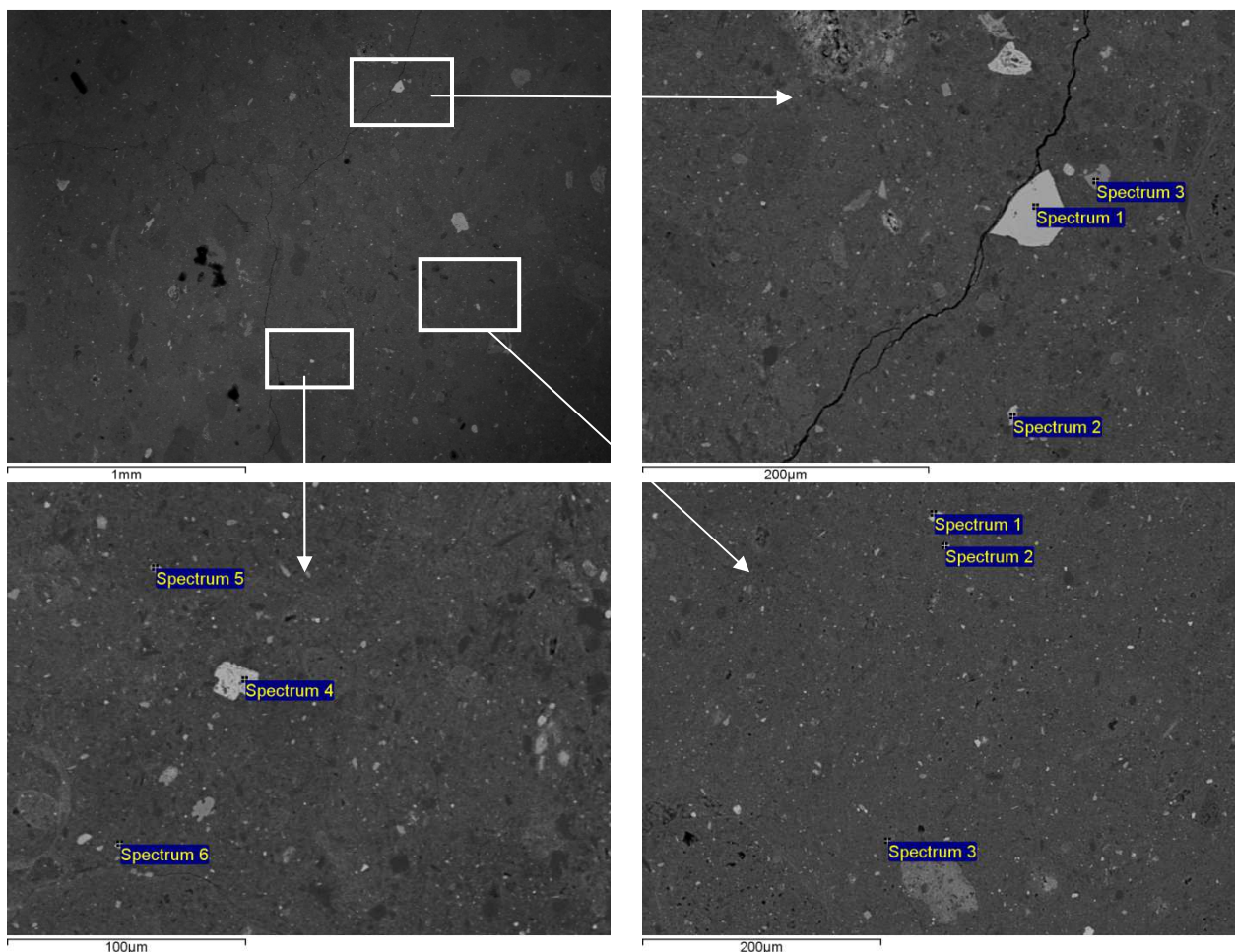


Sl. 7.45: Analizirano polje 1 – uzorak **135** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – hematit; Spectrum 2 – cirkon; Spectrum 3 – cirkon;*  
*Spectrum 4 – cirkon; Spectrum 5 – hematit; Spectrum 6 – ilmenit;*  
*Spectrum 7 – ksenotim; Spectrum 8 – glina+Fe-hidroksidi; Spectrum 9 – anatas*

Tabela 7. 27. Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **135**, slika 7.45)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	40.0	38.1	40.5	41.2	40.1	43.9	38.2	44.7	45.0
Al	1.9		1.6	1.6	2.2	3.8		5.3	0.3
Si	0.5	12.5	11.4	11.9	0.3	2.2	0.7	2.2	0.2
P							15.8		
Ti	2.2		0.4		2.0	8.9		7.1	47.1
Fe	55.5	0.6	0.5	1.4	55.4	41.2	0.4	40.8	3.6
Y							32.1		
Gd							2.1		
Dy							4.3		
Er							3.3		
Yb							3.1		
Zr		48.7	44.2	43.9					
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>





Sl. 7.46: Analizirano polje 2 – uzorak **153** sa detaljima i analiziranim tačkama  
 Spectrum 1 – hematit; Spectrum 2 – hematit; Spectrum 3 – anatas;  
 Spectrum 4 – hematit; Spectrum 5 – Fe-hidroksidi; Spectrum 6 – Al+Fe-hidroksidi+cirkon;  
 Spectrum 7 – ilmenit; Spectrum 8 – ksenotim

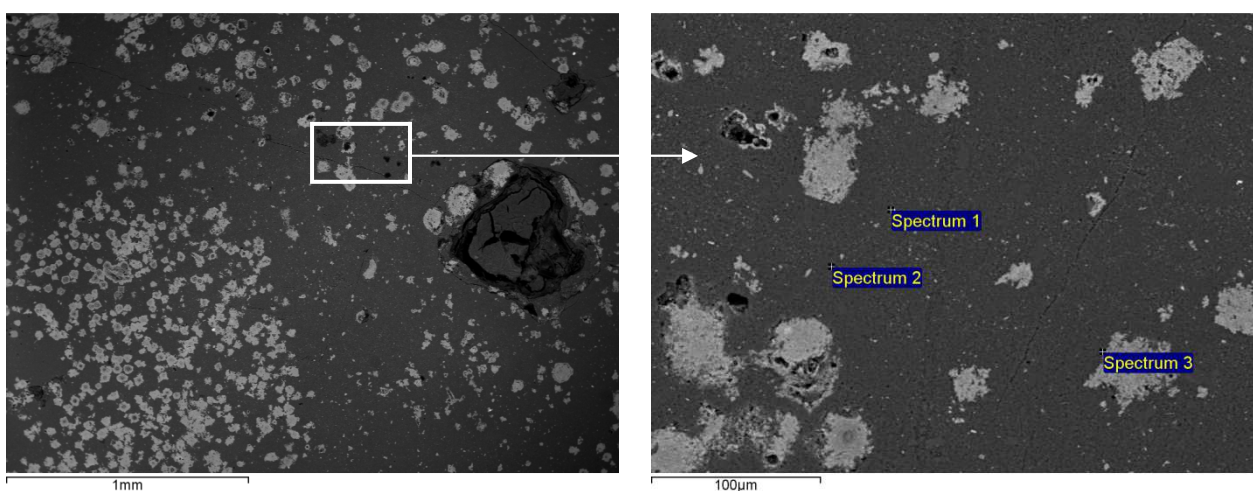
Tabela 7.28. Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **153**, slika 7.46)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8
O	36.0	37.9	44.0	37.2	39.6	50.5	43.8	49.7
Mg	0.4						1.0	
Al	1.4	1.8		0.8	4.5	15.3	1.6	18.8
Si		0.7		0.3	1.4	8.2	0.3	2.9
P								5.9
Ti	3.3	4.2	55.6			26.5	0.5	26.5
Mn		0.4				0.8		0.8
Fe	59.0	55.0	0.5			26.2	9.5	26.2
K						0.3		0.3
Y								12.5
Zr						18.7		
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih minerala SEM-EDS metodom iz ležišta **Buavice** pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza u uzorku 153: ksenotim; cirkon; anatas; ilmenit; hematit;

hematit+Al-hidroksidi; glina; Al+Fe-hidroksidi; Fe-hidroksidi; Al+Fe-hidroksidi+cirkon; Al-hidroksidi + cirkon; glina + Fe-hidroksidi. Prikazani su podaci analiziranog polja 2 ovog uzorka (slika 7.46).

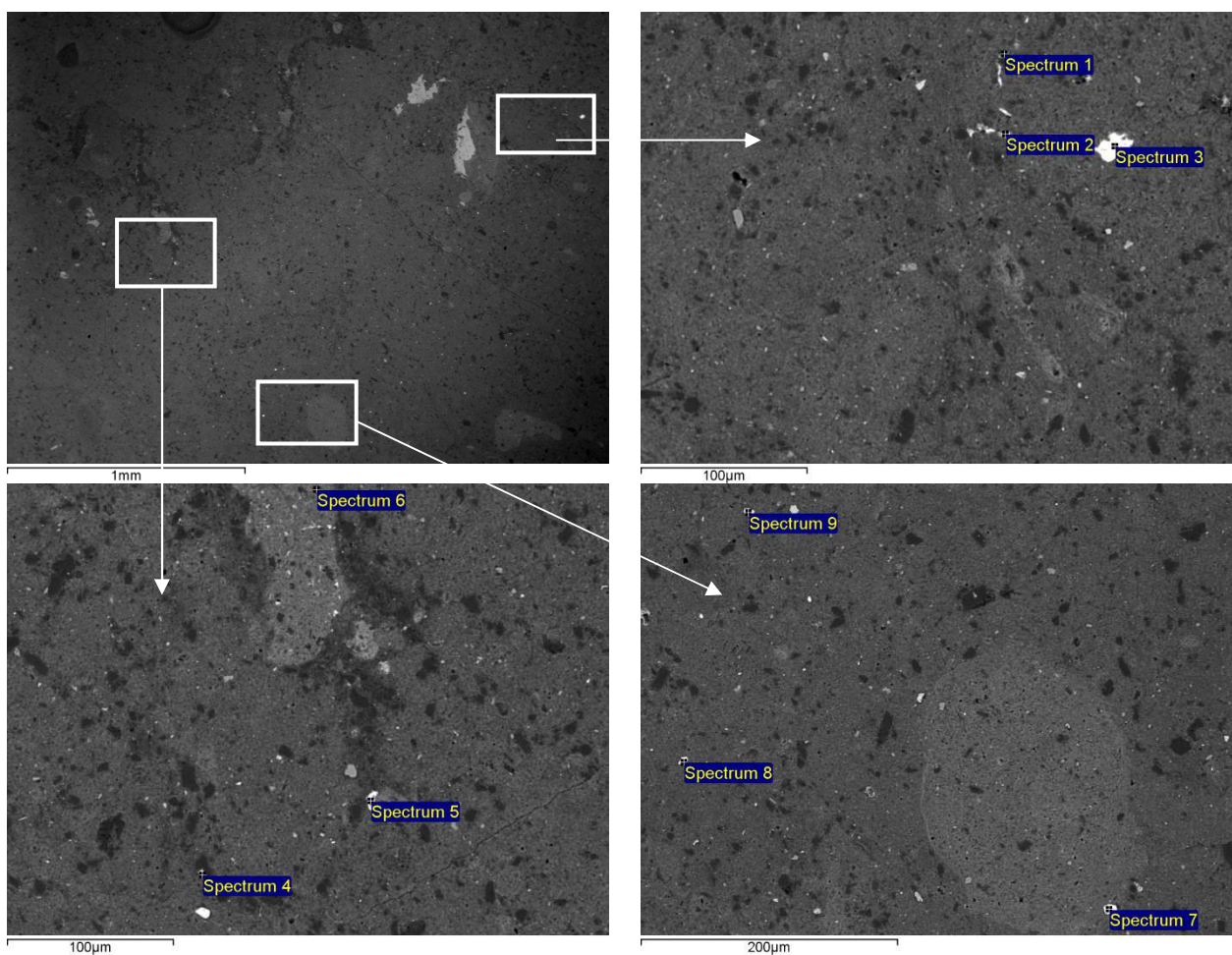
**Borova Brda i Crvenjaci.** Na ležištu boksita **Borova brda** za mineraloška ispitivanja odabrano je pet uzoraka: 179, 180 (slike 7.47 i 7.48), 184, 187 i 188. Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza: monacit; monacit+Al-hidroksidi; ksenotim; REE-karbonat; hematit; Al-hidroksidi; Al+Fe-hidroksidi; cirkon; cirkon+Al-hidroksidi; anatas; Al-hidroksidi+anatas; glina; glina+cirkon i dr.



Sl. 7.47: Analizirano polje 1(1) – uzorak **179** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – monacit+Al-hidroksidi; Spectrum 2 – monacit; Spectrum 3 – cirkon+Al-hidroksidi;*  
*Spectrum 4 – Al-hidroksidi; Spectrum 5 – monacit; Spectrum 6 – glina+cirkon;*  
*Spectrum 7 – monacit; Spectrum 8 – Al-hidroksidi; Spectrum 9 – Al+Fe-hidroksidi*

Tabela 7.29. Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **179**, slika 7.47)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3
O	44.1	40.4	52.6
Al	18.8	11.5	12.5
Si	2.7	1.0	6.6
P	7.4	10.5	
Ti			0.3
Fe	0.7	0.5	9.1
Ca	0.2		0.2
Sc			0.3
Zr			18.5
La	6.7	9.7	
Ce	15.4	19.6	
Nd	4.0	6.9	
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>



Sl. 7.48: Analizirano polje 2 – uzorak **180** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – 6 – REE-karbonat; Spectrum 7 – 8 – monacit; Spectrum 9 – ksenotim*

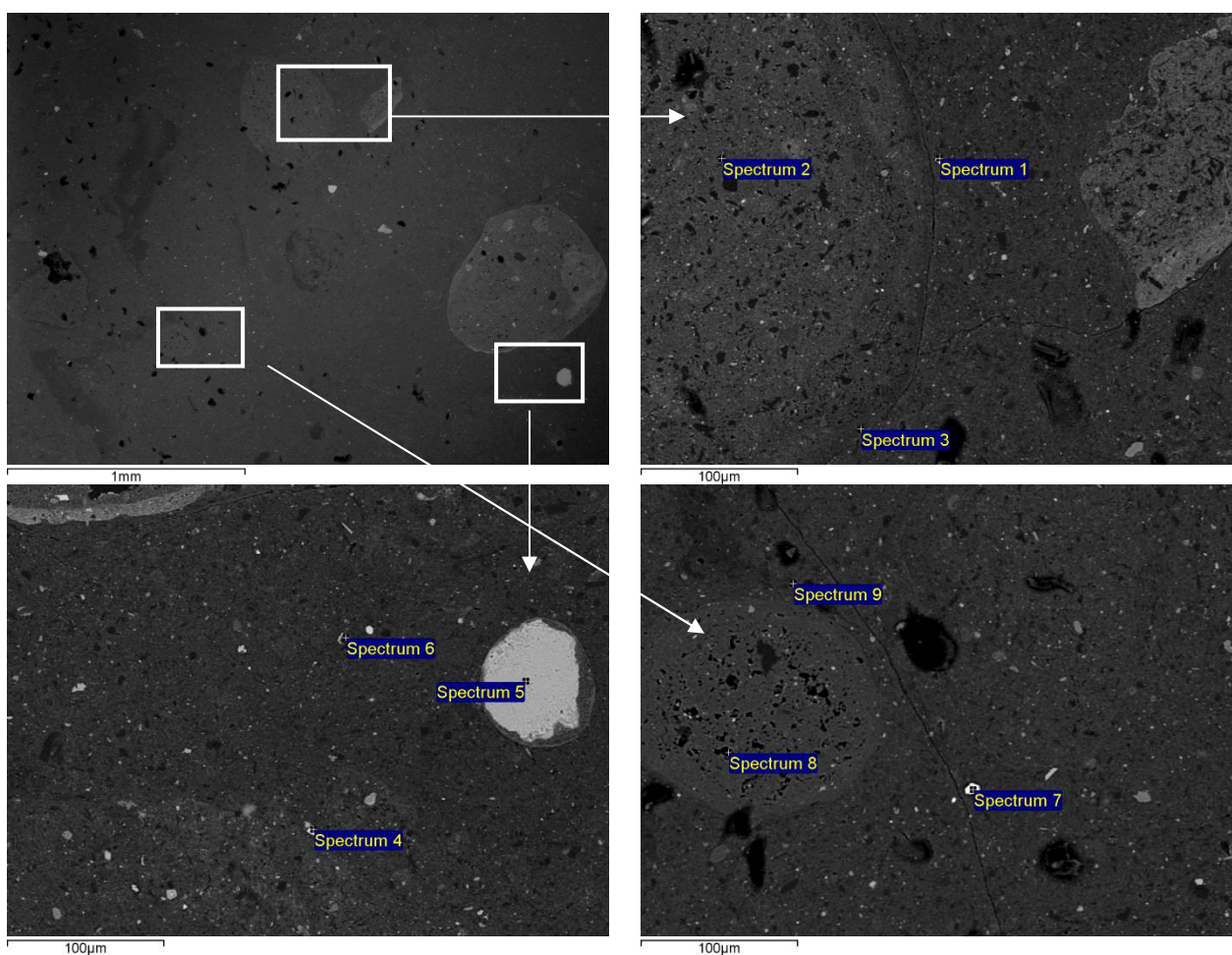
Tabela 7.30. Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **180**, slika 7.48)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	45.3	38.8	34.2	41.1	39.9	45.7	33.5	33.7	35.2
F	4.8	8.0	8.4	6.3	5.4	3.5			
Al	20.3	13.9	3.7	10.2	13.0	16.1			
Si	2.7	0.9	3.0	6.9	3.0	2.4			0.6
P						0.6	14.0	14.8	16.4
Ca	1.2	1.2	2.0	1.9	1.8	0.7	0.4	0.6	
Fe	10.0	7.2	1.0	1.9	7.0	23.3	1.3	1.2	1.4
La	4.4	8.7	13.9	8.7	8.2	3.5	12.8	12.4	
Ce				2.0			27.1	25.6	
Pr				2.5	2.3				
Nd	8.4	13.3	20.1	13.3	13.8	4.3	10.7	11.7	
Sm	1.5	2.6	3.5	2.4	2.8				
Gd		2.9	4.4	2.9	2.9				2.0
Dy									4.6
Er									3.6
Yb									3.3
Y									32.9
<b>Ukupno</b>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



Na osnovu dobijenih podataka slijedi zaključak da su u boksitima iz površinskog kopa Borova brda, kao nosioci elemenata rijetkih zemalja, determinisani fosfati (najčešće monacit-Ce,Nd i ksenotim-Y) i REE karbonati u kojima preovlađuje neodijum (Nd) ali se javlja i cerijum (Ce).

Determinacija minerala nosioca elemenata rijetkih zemalja i drugih akcesornih minerala iz ležišta **Crvenjaci** pokazala je prisustvo sledećih minerala i mineralnih faza u uzorku CR II/1 (L.B. 168): monacit; ksenotim; hematit; ilmenit; cirkon; Al-hidroksid; Al- hidroksidi+cirkon; Fe-hidroksidi; Fe-hidroksidi+sferalerit?; glina+Fe-hidroksidi; glina i dr. Na slici 7.49 prikazano je analizirano polje 3 uzorka 168, sa detektovanim ksenotimom-Y i monacitom-Ce, La, Nd.



Sl. 7.49: Analizirano polje 3 – uzorak **168** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – ksenotim; Spectrum 2 – monacit; Spectrum 3 – monacit;*  
*Spectrum 4 – cirkon; Spectrum 5 – hematit; Spectrum 6 – glina;*  
*Spectrum 7 – hematit; Spectrum 8 – Fe-hidroksid + sfalerit?; Spectrum 9 – hematit*

Tabela 7.31. Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **168**, slika 7.49)

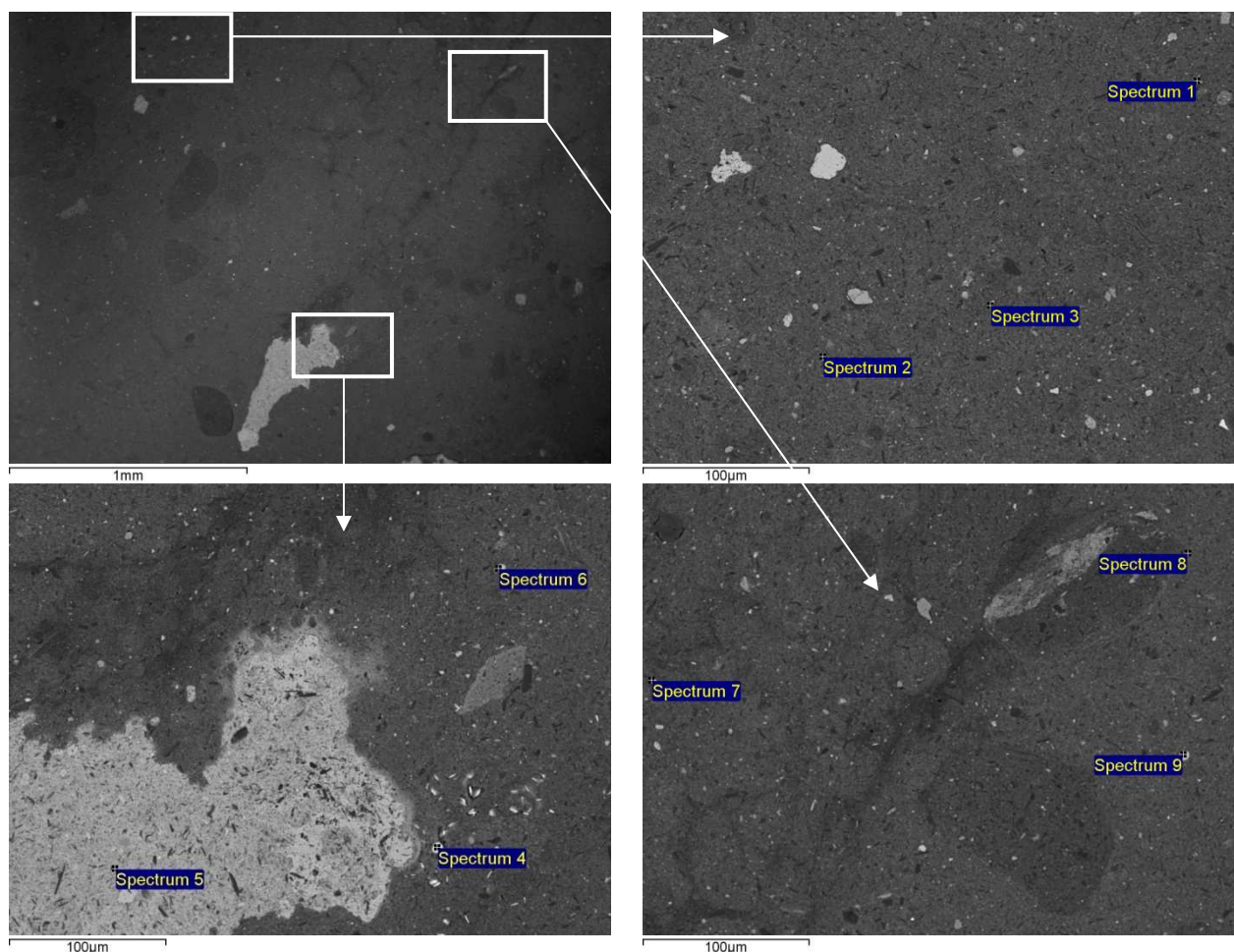
Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	39.3	36.9	47.0	40.0	37.8	52.6	30.0	18.5	43.0
Al		5.2	24.5	1.6	1.1	24.5	0.6	7.1	3.2
Si	1.9		0.6	12.0	0.6	6.4	1.1	0.3	0.4
P	14.1	11.1	5.4			0.5			
Ti	0.3				0.8	1.3			3.9
Fe	6.8	6.7	6.1	1.4	59.8	13.8	68.3	3.1	49.5
Co	1.4								
S								25.3	
K	0.3					0.3			
Y	28.1								
La		10.0	4.0						
Ce		21.3	9.3			0.8			
Nd		8.9	3.0						
Gd	2.4								
Yb	5.3								
Zr				45.0					
Zn								45.7	
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Studeno.** Na širem prostoru Studenog za mineraloška ispitivanja SEM-EDS metodom odabrana je proba iz pojave **Javorak**. Detektovani su sledeći minerali i mineralne faze u uzorku JA/I/5 (L.B. 215): Al-hidroksidi, Fe-oksi/hidroksidi, minerali glina, titanovi minerali i cirkon. Nijesu pronađene minerali nosioci elemenata rijetkih zemalja u ovom uzorku.

**Radovče.** Za mineraloška ispitivanja odabrana su četiri uzorka boksita iz pojave **Crveno prlo** i jedan iz pojave **Smrekova glavica**.

Mineraloškim ispitivanjima SEM-EDS metodom detektovani su sledeći minerali i mineralne faze u pet analiziranih uzoraka: monacit, ksenotim, REE-karbonat-Ce, Al-hidroksidi, Fe-oksi/hidroksidi, minerali glina, titanovi minerali, ilmenit, magnetit i cirkon koji je determinisan u svim uzorcima. Prikazani su rezultati analiziranog polja 3 uzorka 219 (slika 7.50) i polja 3 uzorka 230 (slika 7.51).

Rudno polje **Trmanje** i **Kamenika** obuhvata više pojava od kojih je za mineraloško istraživanje metodom odabrana pojava **Crvena glavica** sa povišenim sadržajima REE. Mineraloškim ispitivanjima SEM-EDS metodom detektovani su sledeći minerali i mineralne faze u analiziranom uzorku CG I/3 (l.b. 243): monacit-Ce, La,Nd; ksenotim - Y, Gd; Al-hidroksidi; Fe-oksi/hidroksidi; minerali glina; ilmenit i cirkon (slika 7.52).

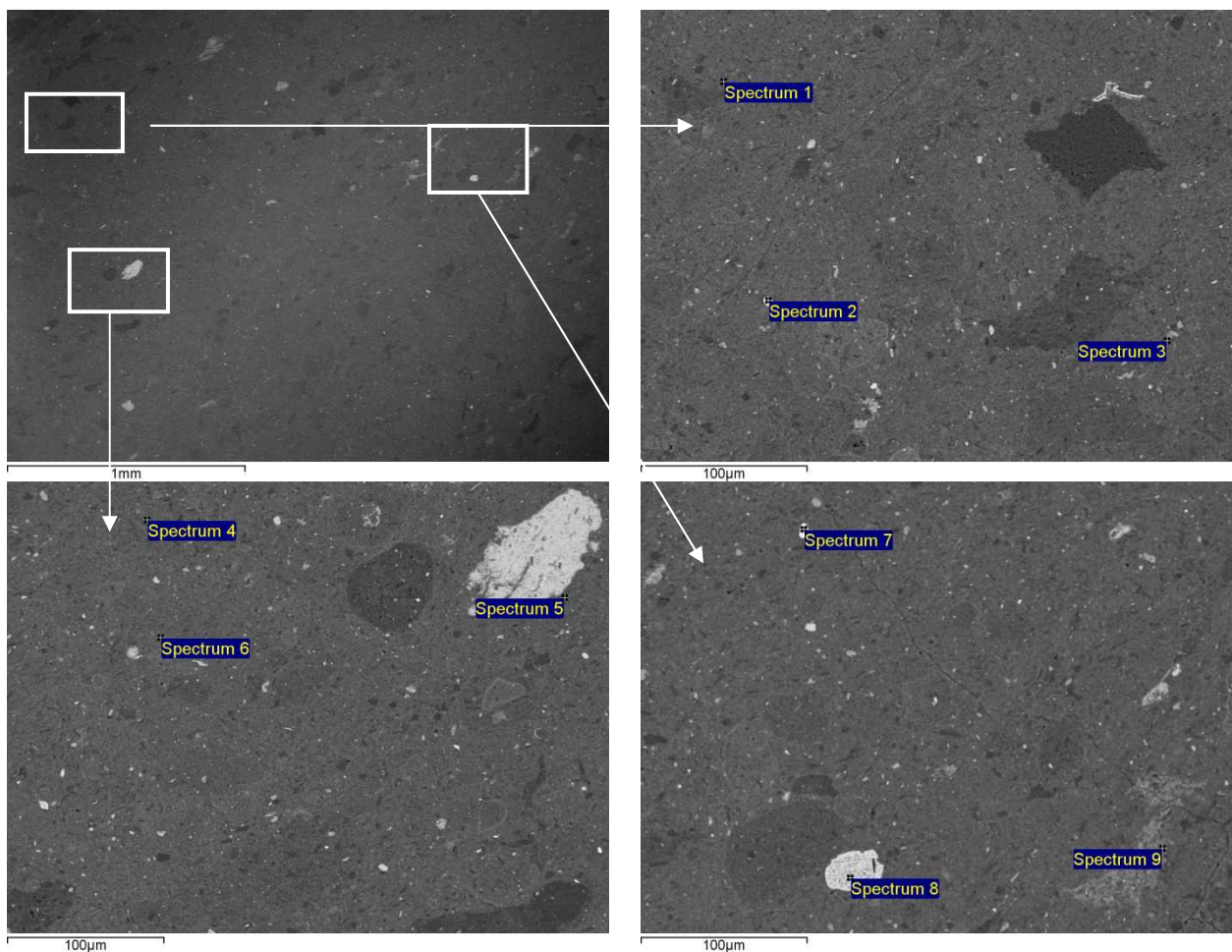


Sl. 7.50: Analizirano polje 3 – uzorak **219** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – cirkon; Spectrum 2 – monacit; Spectrum 3 – cirkon;*  
*Spectrum 4 – REE-karbonat + Al-hidroksid; Spectrum 5 – cirkon; Spectrum 6 – hematit;*  
*Spectrum 7 – glina+cirkon; Spectrum 8 – glina; Spectrum 9 – hematit*

Tabela 7.32: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **219**, slika 7.50)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	48.7	46.9	45.3	32.9	48.7	37.9	54.3	52.7	38.2
F				8.2					
Mg		0.7					0.2	0.2	
Al	7.7	18.5	11.9	7.9	1.5	1.2	12.5	26.3	1.2
Si	10.4	5.4	9.6	1.7	8.0		6.5	4.5	1.0
P		2.4						0.3	
K		0.3						0.3	
Ca		0.2		1.4	0.3				
Ti	0.3	0.8	0.3		0.5	5.6	0.5	0.6	0.7
Fe	4.5	16.5	7.2	7.1	12.9	55.1	7.6	15.1	59.0
V						0.3			
Zr	28.4		25.8		28.2		18.5		
La		2.3		12.9					
Ce		4.4		21.2					
Nd		1.7		6.8					
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

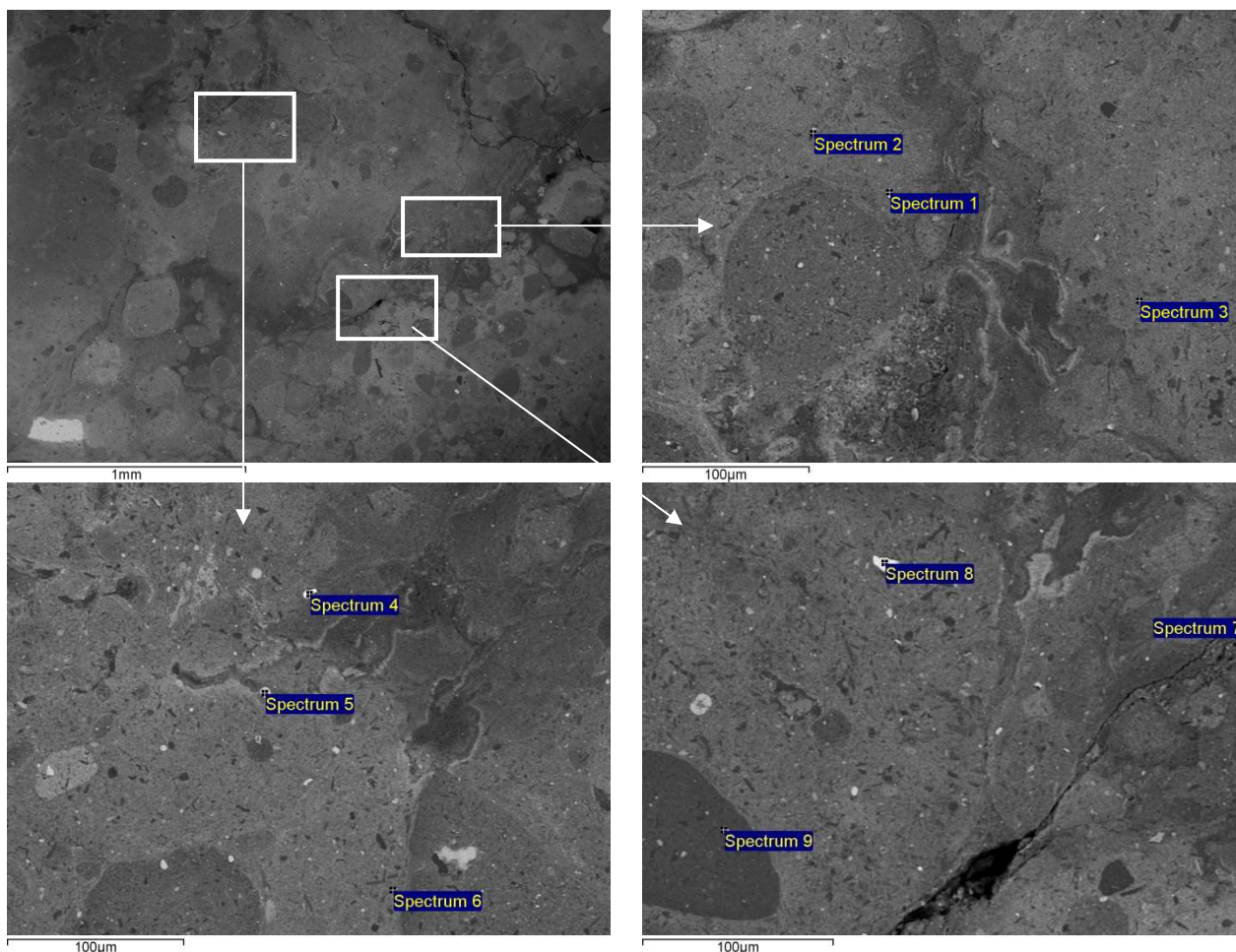




Sl. 7.51: Analizirano polje 3 – uzorak **230** sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – glina+Fe-hidroksidi; Spectrum 2 – monacit; Spectrum 3 – cirkon;*  
*Spectrum 4 – Fe+Al-hidroksidi; Spectrum 5 – Fe+Al-hidroksidi; Spectrum 6 – Fe+Al-hidroksidi;*  
*Spectrum 7 – cirkon; Spectrum 8 – hematit; Spectrum 9 – glina+cirkon*

Tabela 7.33: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak **230**, slika 7.51)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	46.6	32.7	53.4	39.4	42.8	41.7	37.3	32.2	51.9
Mg	0.3		0.4	0.9					0.3
Al	13.2	0.6	10.8	4.6	14.7	9.2		1.0	6.6
Si	2.9		10.1	0.7	2.3	1.6	12.8	0.2	9.7
P		13.9							
Ca	0.1			0.3					0.2
Sc									0.2
Ti	0.8		1.9	2.7	1.2	1.5		3.0	0.6
V								0.3	
Mn				0.3		0.3			
Fe	36.1	1.3	3.0	51.2	39.0	45.8	0.9	63.4	9.5
Zr			20.5				49.1		21.1
La		15.2							
Ce		27.7							
Nd		8.8							
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>



Sl. 7.52: Analizirano polje 3 – uzorak 243 sa detaljima i analiziranim tačkama  
*Spectrum 1 – ksenotim; Spectrum 2 – hematit + Al-hidroksid; Spectrum 3 – glina+Fe-hidroksidi;*  
*Spectrum 4 – monacit; Spectrum 5 – hematit; Spectrum 6 – cirkon;*  
*Spectrum 7 – cirkon; Spectrum 8 – cirkon; Spectrum 9 – cirkon*

Tabela 7.34: Rezultati tačkastih hemijskih analiza (uzorak 243, slika 7.52)

Element (mas%)	Spec. 1	Spec.2	Spec.3	Spec. 4	Spec.5	Spec.6	Spec.7	Spec. 8	Spec.9
O	42.1	39.9	47.9	32.7	37.9	46.3	41.3	37.2	47.9
Al		3.5	12.9	0.6	1.0	3.2	1.1		4.1
Si	1.2	1.4	6.1		0.9	10.6	11.9	12.6	10.0
P	15.1			13.6					
K			0.4						
Ti		0.8	0.6		0.6				
Mn					0.3				
Fe	3.0	54.5	32.1	1.4	59.4	3.7	1.0	1.1	1.5
Co	1.2								
Zr						36.2	44.7	47.9	36.5
Hf								1.3	
La				15.1					
Ce				29.8					
Nd				6.8					
Y	31.2								
Gd	6.4								
<b>Ukupno</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

## 7.5. PRIMJENA BIVARIJANTNIH I MULTIVARIJANTNIH STATISTIČKIH METODA

U cilju interpretacije rezultata geohemijskih analiza u smislu porijekla i geneze boksita potrebno je primijeniti niz statističkih metoda koje, pored univarijantnih i bivarijantnih uključuju i multivarijantne statističke metode.

Pored univarijantnih statističkih metoda primjenjenih u potpoglavljima 7.1. i 7.2., u ovom dijelu je primijenjena i bivarijantna statistička metoda utvrđivanja korelacijske povezanosti varijabli, a potom i multivarijantne statističke metode: faktorska, diskriminativna i klaster analiza.

Tokom analize i interpretacije vršena je i normalizacija geohemijskih podataka, tj. elemenata u tragovima, koju je moguće izračunati pomoću pojedinih konzervativnih referentnih elemenata ili drugih konzervativnih komponenti na čije koncentracije ne utiču onečišćujuće supstance kao što su npr. Al, Fe, Sc, Ni, Ti, Zr, Li ili ukupni organski ugljenik. Takvim postupcima dobija se korekcija s obzirom na promjene i razrjeđenja sa CaCO<sub>3</sub>, kvarcom, ili promjenama u količini organske materije.

Tokom normalizacije određuje se jedan ili nekoliko konzervativnih referentnih elemenata, a najčešće se koriste Al (Da Conceição Freitas et al., 2003), Ti (Kemp & Thomas, 1976, Bertine & Mendeck, 1978, Norton & Kahl, 1987), Sc i Zr (Shotyk et al., 2001), kao i Li (Aloupi & Angelidis, 2001) ili Co (Matthai et al., 2002). Dominantni izvori Ti i Zr u Zemljinoj kori su rutil (TiO<sub>2</sub>), ilmenit (FeTiO<sub>3</sub>), titanit (CaTiSiO<sub>5</sub>) i cirkon (ZrSiO<sub>4</sub>), koji su važni akcesorni minerali u većini stijena. Stabilnost tih minerala u procesu hemijskog raspadanja čini ih pogodnim referentnim elementima za geohemijska istraživanja na osnovu kojih se mogu izračunati relativna obogaćenja ili osiromašenja pojedinih glavnih elemenata i elemenata u tragovima. Titan se, međutim, takođe nalazi i u alumosilikatnim mineralima, kao što je biotit, gdje djelimično zamjenjuje Al<sup>3+</sup>, i njegovo relativno obogaćenje u rezidualnim frakcijama tokom procesa površinskog raspadanja je moguće (Milnes & Fitzpatrick, 1989). Skandijum ima samo jedno oksidaciono



stanje (+3), što određuje njegove geohemijske karakteristike, koje se nalaze između Al i REE (Curtis, 1972).

Skandijum može zamijeniti  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Y^{3+}$  i  $Ti^{3+}$ . Taj je element dispergovan u brojnim feromagnetnim mineralima koji su relativno lagani (specifična težina,  $\gamma$  od 3,2 do 3,6) i pogodniji je od npr. Zr koji je koncentrisan u cirkonima i elementima rijetkih zemalja (REE), koji su koncentrisani u monacitu ( $\gamma$  od 4,7 i 4,6 do 5,4) i kao takvi se gravitacijski koncentrišu i više zavise od fizičkih faktora površinskog raspadanja. Mada skandijum zamjenjuje Zr, Hf, Ta, Nb i Sn u raznim akcesornim mineralima, amfiboli i pirokseni su njegovi glavni nosioci. Skandijum je po sklonosti hidrolizi sličan aluminiju s kojim takođe i dijeli amfoterna svojstva. Tokom površinskog raspadanja, Sc pripada u grupu elemenata hidroliziranih (Al, Zr, Hf, Ti, i Nb), tj. onih koji se koncentrišu uslijed procesa hidrolize.

Smatra se da Ti i Al imaju najveći potencijal da ostanu neizmjenjeni i sačuvani u sedimentnim stijenama, tako da njihov odnos može biti indikativan za izvorišne stijene. Takođe, Ti i Al su relativno nemobilni tokom procesa boksitizacije pa njihov odnos može ukazivati na potencijalne matične stijene (MacLean et al., 1997; Liaghat et al., 2003).

Slično se smatra i za odnos Ti/Cr, pa kad se navedeni indeksi uporede sa UCC (ako su izrazito niži od UCC) onda ukazuju na porijeklo iz glinovitih produkata raspadanja bazičnih stijena (Valeton et al., 1987; MacLean et al., 1997).

Generalno, gvožđeviti karstni boksiti u području Mediterana imaju i visoke koncentracije Co, Ni, Cr, V i REE. Odnosi ovih elemenata se smatraju konzervativnim i važni su u interpretaciji mogućih matičnih stijena i/ili stepena boksitizacije koji je dostignut u samom boksitnom tijelu, kao i eventualne migracije elemenata tokom procesa boksitizacije "in situ". Za vrijeme boksitizacije ravnoteža boksita sa okolnim karstnim vodama koje su u ravnoteži sa kalcitom ima važnu ulogu u ponašanju pojedinih elemenata kao što su npr. elementi rijetkih zemalja, koji u takvim sredinama grade karbonatne komplekse.

### 7.5.1. Bivarijantne statističke metode

Utvrđivanje korelacijske povezanosti varijabli, odnosno geohemijskim analizama utvrđenih sadržaja elemenata i oksida i/ili njihovih normalizovanih vrijednosti na pojedine varijable izvršena je za bazu podataka VMP\_04 koja obuhvata ispitivanja 252 uzoraka boksita analizirana metodama ICP-AES i ICP-MS na 11 oksida, 17 mikroelemenata i 16 elemenata rijetkih zemalja. Datoteka za sprovođenje postupka korelacije je kreirana u programu STATISTICA 7 (Dodatak 4). Matrica je obrađena i na *clr* (*central log-ratio*) transformisanim podacima za potrebe multivarijantnih statističkih analiza za geološke kriterijume: starost podine, položaj u stubu i strukturni tip (Dodatak 5.1).

Dvije varijable koje posmatramo s ciljem utvrđivanja njihove korelacijske povezanosti mogu biti u četiri različita odnosa: 1) kada mala vrijednost jedne varijable odgovara maloj vrijednosti druge varijable, kao i kada velika vrijednost jedne varijable odgovara velikoj vrijednosti druge varijable, radi se o *pozitivnoj korelaciji*; 2) kada mala vrijednost jedne varijable odgovara velikoj vrijednosti druge varijable i obratno, radi se o *negativnoj korelaciji*; 3) kada vrijednost jedne varijable u nekim intervalima odgovara maloj vrijednosti druge varijable, a u drugim intervalima velikoj vrijednosti, radi se o *nemonotonoj korelaciji*. 4) Ako se korelacija više nego jednom mijenja od pozitivne prema negativnoj, takva korelacija naziva se *ciklička korelacija*, i kada se na osnovu vrijednosti jedne varijable ne može zaključiti ništa o vrijednosti druge varijable, tada *korelacija ne postoji*. Prilikom tumačenja vrijednosti koeficijenta korelacije ista su pravila i za Pearsonov i Spearmanov koeficijent, tako da se uobičajeno smatra kako vrijednosti: *r* od 0 do 0,25 ili od 0 do -0,25 upućuju kako nema povezanosti; *r* od 0,25 do 0,50 ili od -0,25 do -0,50 upućuju na slabu povezanost; *r* od 0,50 do 0,75 ili od -0,50 do -0,75 upućuju na umjerenu do dobru povezanost, i *r* od 0,75 do 1 ili od -0,75 do -1 upućuju na vrlo dobru do izvrsnu povezanost među varijablama.

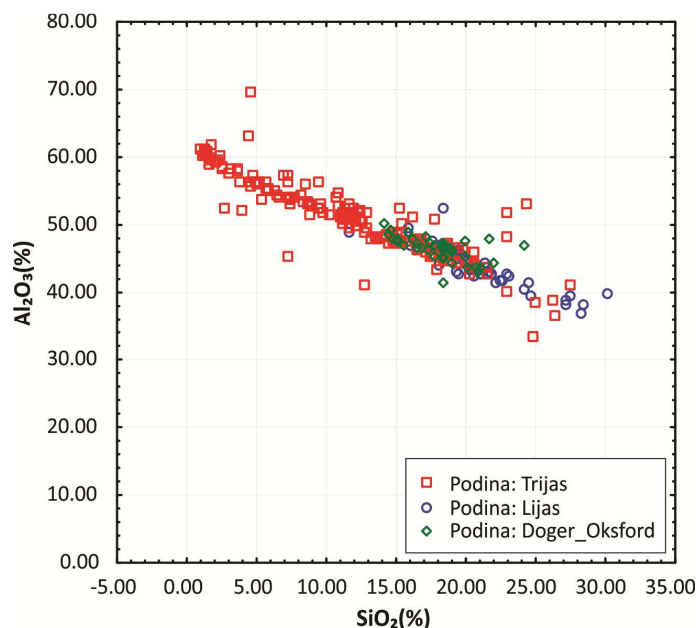
U tabeli 7.35 prikazani su koeficijenti korelacije za ispitane okside izračunati u programskom paketu STATISTICA 7. Kompletna korelaciona matrica geohemijskih analiza boksita metodom ICP-AES/MS, VMP\_04 prikazana je u Dodatku 4.

Tabela 7.35: Korelacijska matrica oksida, broj uzoraka 252, VMP\_04

	Sred.	Std.Dev.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub>	14.74	6.727	1.000										
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48.70	6.394	-0.76	1.000									
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.97	3.045	-0.41	0.375	1.000								
MgO	0.523	0.278	0.425	-0.40	-0.161	1.000							
CaO	0.549	3.367	-0.122	-0.46	-0.438	-0.006	1.000						
Na <sub>2</sub> O	0.053	0.023	0.869	-0.71	-0.217	0.549	-0.127	1.000					
K <sub>2</sub> O	0.601	0.402	0.711	-0.62	-0.267	0.490	-0.028	0.802	1.000				
TiO <sub>2</sub>	2.356	0.385	-0.770	0.877	0.470	-0.400	-0.362	-0.628	-0.469	1.000			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.030	0.084	-0.124	0.155	-0.124	-0.257	-0.002	-0.129	-0.083	0.129	1.000		
MnO	0.169	0.172	0.194	-0.29	-0.132	-0.026	0.165	0.049	0.060	-0.267	-0.043	1.000	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.044	0.014	-0.72	0.728	0.347	-0.183	-0.171	-0.633	-0.501	0.729	-0.002	-0.232	1.000

Odnos sadržaja SiO<sub>2</sub> i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pokazuje visok stepen negativne korelacije (-0,769) kada su u pitanju boksiti sa trijaskе, lijaske i doger oksfordske podine, što se objašnjava kao posledica stepena boksitizacije, inteziteta i vremena izloženosti primarnog alumosilikatnog materijala boksitizaciji (slika 7.53).

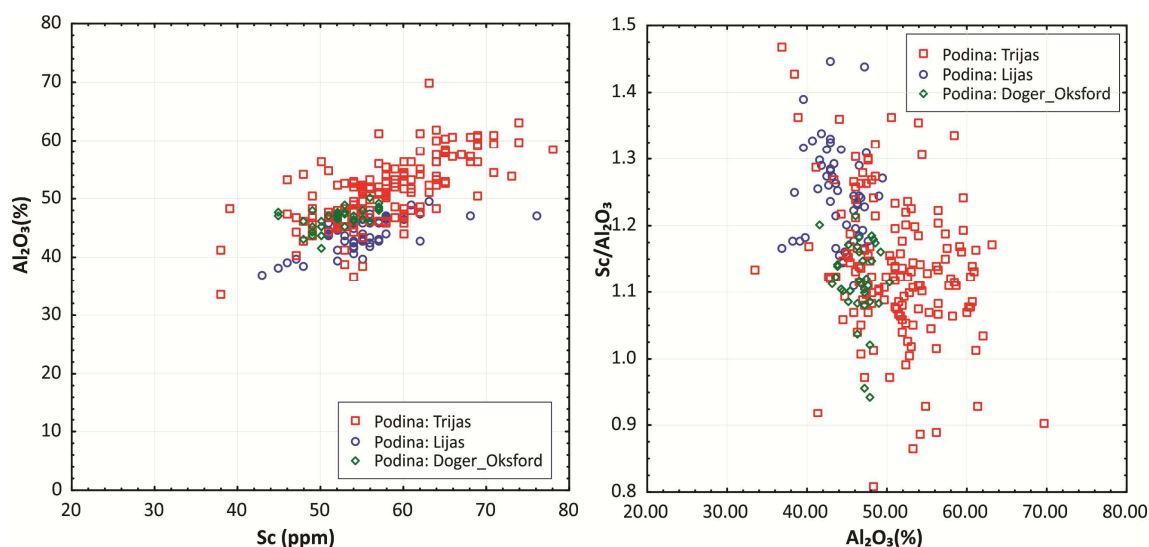
SiO<sub>2</sub> ima dobru pozitivnu korelaciju sa K<sub>2</sub>O (0,711) i dobru do izvrsnu sa Na<sub>2</sub>O (0,869), kao i dobru negativnu korelaciju sa TiO<sub>2</sub> (-0,77) i Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,726). Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pokazuje dobru do izvrsnu pozitivnu korelaciju sa TiO<sub>2</sub> (0,877) i dobru sa Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,728). Pozitivno se dobro do izvrsno korelišu Na<sub>2</sub>O i K<sub>2</sub>O (0,802) i dobro TiO<sub>2</sub> i Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,729).



Sl. 7.53: Binarni dijagram Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i SiO<sub>2</sub>, geološki kriterijum starost podine, VMP\_04

Odnos sadržaja Sc, koji ukazuje na porijeklo materijala više iz intermedijarnih izvora, i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , pokazuje umjerenu pozitivnu korelaciju ( $r=0,503$ ) za boksite sa trijaske, lijaske i doger oksfordske podine (slika 7.54).

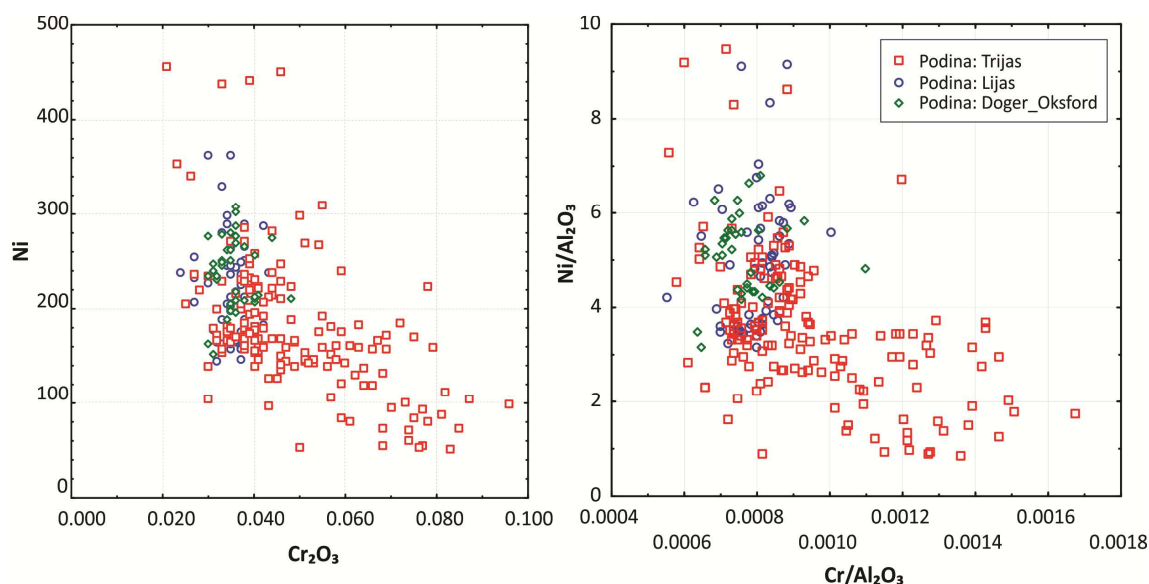
Uočavaju se dva generalna pravca jedan za boksite sa trijaske i doger-oksfordske podine i drugi za boksite sa lijaske podine, što može ukazivati na različite izvore matičnog materijala. Ipak, radi se o nijansama. Ovaj odnos je najvjerojatnije u vezi i sa stepenom boksitizacije, jer je Sc imobilan element i njegova koncentracija se povećava sa povećanjem stepena boksitizacije i otuda potiče dobra korelacija sa sadržajem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Kada stavimo u odnos sadržaje  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i skandijuma normalizovanog na  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , i odbacimo anomalne probe, bolje se ističe grupisanje rezultata za boksite sa sve tri podine, ali i rasipanje pojedinačnih uzoraka. Svakako se čini da boksiti na lijasnoj podini imaju u prosjeku indeks Sc/Al viši od 1,2 što bi moglo ukazivati na nešto niži stepen boksitizacije ili, što je možda vjerovatnije, da su izvorišne stijene manje bazičnijeg karaktera.



Sl. 7.54: Binarni dijagrami Sc i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Sc}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , kriterijum starost podine, VMP\_04

Ni i  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  su negativno korelisani i slabo do umjereno povezani ( $r=-0,53$ ). Sadržaji Ni u boksitima sa trijaske podine su prosječno niži u odnosu na boksite na lijasu i doger-oksfordu i opadaju sa povećanjem stepena boksitizacije matičnog materijala, odnosno povećanjem sadržaja aluminiije. Ni je mobilniji od Cr i pri raspadanju bazičnih stijena ugrađuje se i veže za minerale glina. Dakle, tokom

boksitizacije ili migrira ili je vezan za kaolinitske (glinovite) boksite. Odnos  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$  prema  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  takođe ukazuje na povišene sadržaje Ni u boksitima razvijenim na lijaskoj i doger-oksfordskoj podini dok je odnos  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  u ovim boksitima ujednačen, što takođe može ukazivati i na različito porijeklo matičnog materijala (slika 7.55).

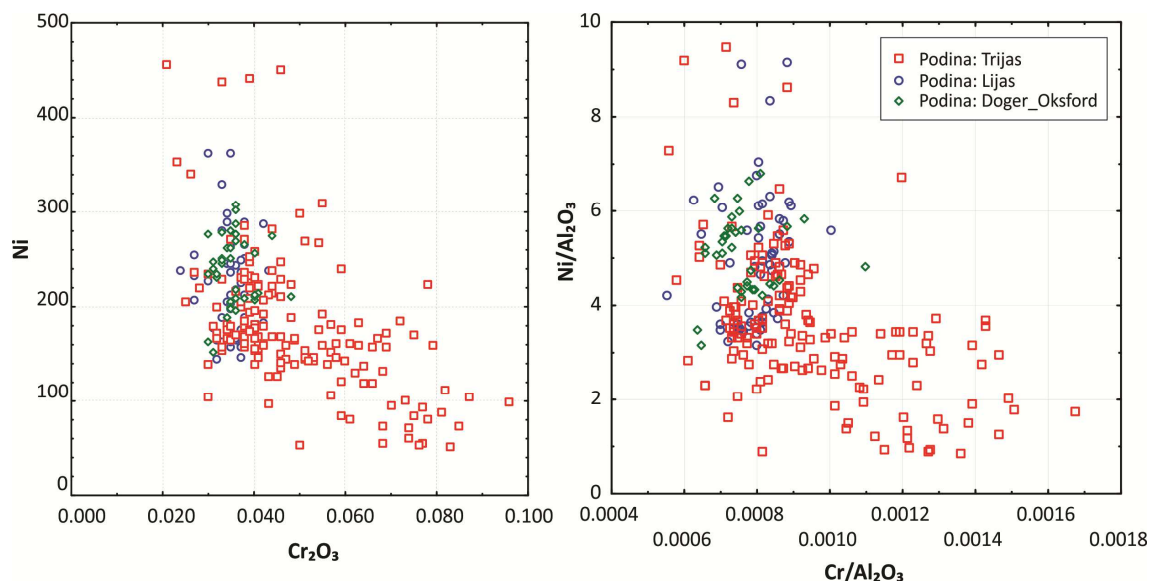


Sl. 7.55: Binarni dijagrami  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  i Ni i  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , kriterijum starost podine, VMP\_04

Pored navedenog, uočavaju se značajno veće koncentracije Ni u pripodinskim djelovima boksitnih tijela na trijaskoj podini u odnosu na više nivoe. Generalno, značajno su veći sadržaji i rasponi Cr u analiziranim uzorcima iz ovih boksita u odnosu na boksite na lijasu i doger-oksfordu. Boksite iz donjeg dijela rudnih tijela karakterišu povećane koncentracije Ni, dok su najveće koncentracije Cr konstatovane u srednjem i gornjem dijelu boksitnih tijela (slika 7.56).

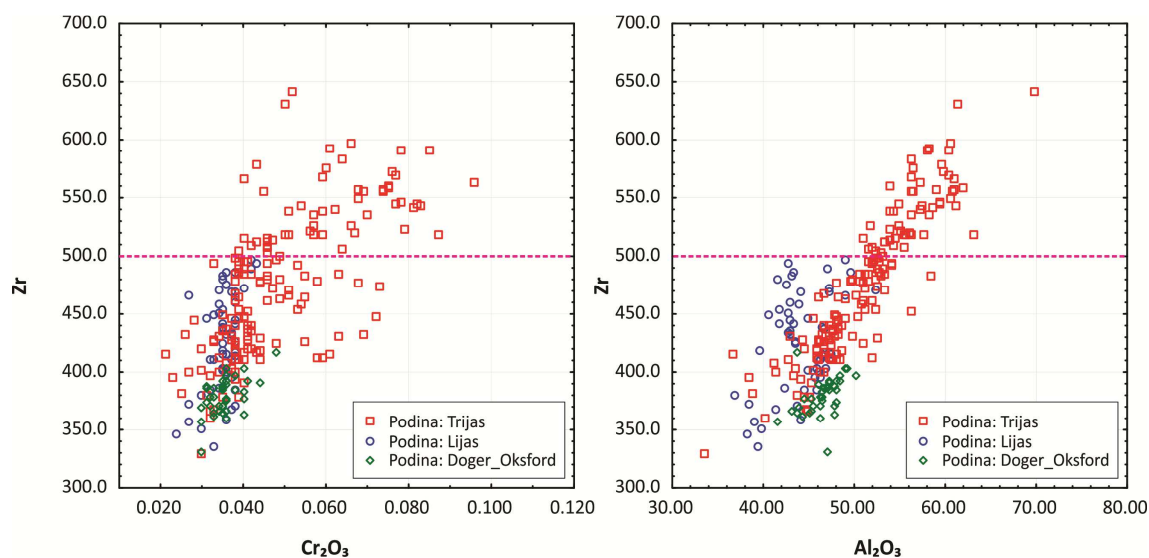
Odnos  $\text{Zr}/\text{Al}_2\text{O}_3$  pokazuje jaku pozitivnu korelaciju (0,857) za boksite sa sve tri podine. Uočavaju se tri trenda na istoj osi (slika 7.57). Interesantno je grupisanje podataka za boksite sa doger-oksfordske podine, koji imaju ujednačene sadržaje aluminiije, ali isto tako i Zr. Može se pretpostaviti da povećanje stepena boksitizacije alumosilikatnog materijala utiče na povećanje koncentracija Zr kao imobilnog elementa. Fina zrna cirkona, nosioca Zr, se redovno javljaju u svim u boksitima i veličine su do 50  $\mu\text{m}$ .





Sl. 7.56: Binarni dijagram Ni i Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kriterijum položaj uzoraka u rudnom tijelu, VMP\_04

Slično je i sa odnosom Zr i Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gdje se uočava dobra pozitivna korelacija (0,713). Ako uporedimo ovaj sa prethodnim dijagramom možemo uočiti sličnu raspodjelu, posebno kada su u pitanju boksiti sa doger-oksfordске i lijaske podine.



Sl. 7.57: Binarni dijagrami Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i Zr, i Zr i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kriterijum starost podine, VMP\_04

Kod boksita sa trijaske podine najveći sadržaji Cr ne korespondiraju sa najvećim sadržajima Zr. Uočava se da je dio uzoraka iz sve tri grupe sličan (nizak Zr i nizak Cr), kao i da dio boksita sa trijaske podine odskoče u smislu visokih vrijednosti Zr i Cr. Možda ovdje treba tražiti razlike u izvorima matičnog materijala (dio boksita sa trijaske podine i ostali boksiti možda imaju sličan izvor), dok je drugi dio boksita sa

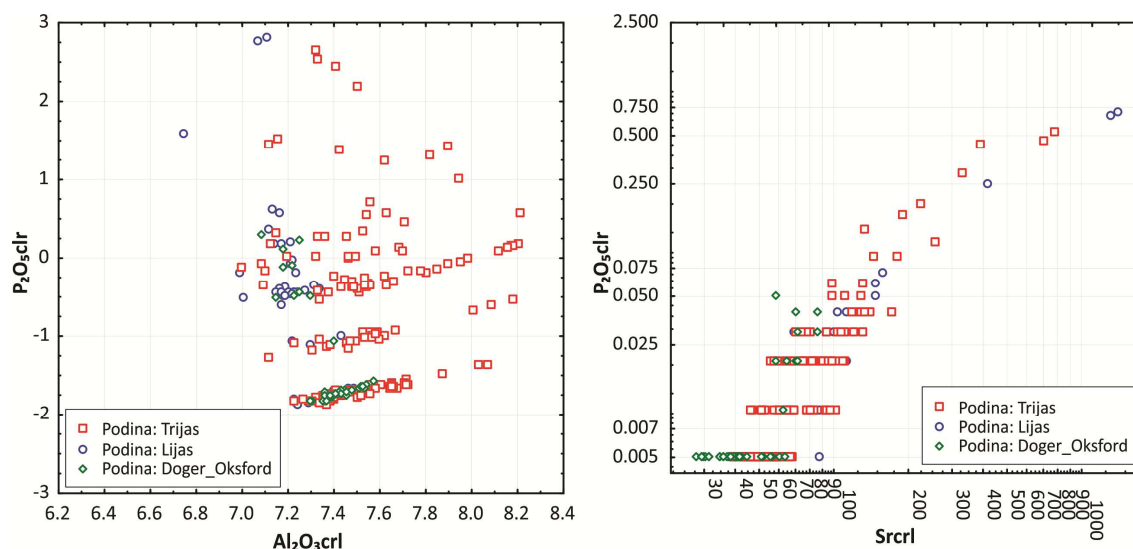
trijasa značajno različit. Izgleda vjerovatnije da dio "manje kvalitetnih" boksita sa trijasko podine ima sličan stepen boksitizacije kao boksiti sa lijasa i doger-oksforda, dok, na dijagramu jako raspršeni uzorci, pripadaju grupi kvalitetnih boksita sa visokim sadržajem aluminiije. Filtriranjem baze podataka izdvojeni su uzorci sa sadržajem Zr >500ppm (prosječno 550 ppm, n=35) sa kojima korespondiraju sadržaji Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> >52%, (prosječno 57%). Svi uzorci pripadaju boksitima sa gornjotrijaske podine i očekivano je da se radi o visokokvalitetnim boksitima sa niskim sadržajem SiO<sub>2</sub>. Međutim nije tako, jer i pored visokog sadržaja Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uzorci su iz ležišta boksita sa različitim kvalitetim na šta ukazuju povišene koncentracije SiO<sub>2</sub> u pojedinačnim uzorcima (>10%), odnosno neujednačen Si modul  $M(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$  koji je u širokom rasponu od 4,6 do 61,1.

Na osnovu analize navedenih odnosa Zr/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i Zr/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i sadržaja Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i SiO<sub>2</sub> u grupi karakterističnih uzoraka, ostavljamo otvorenu mogućnost da je prinos alumosilikatnog materijala od kojih su nastali boksiti na trijaskoj karbonatnoj podini bio višefazan.

Za analizu odnosa P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je, zbog visokih sadržaja aluminiije i niskih sadržaja oksida fosfora, korišćena matrica sa clr (*central log-ratio*) transformisanim podacima (VMP\_04clr). Na dijagramu se uočava više grupa koje se međusobno korelišu (slika 7.58).

Takođe je interesantan odnos P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i Sr iz iste matrice. Nedostatak, koji na dijagramima može izazvati zabunu se ogleda u činjenici da je veliki broj uzoraka za P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bio ispod granice detekcije, pa su im, zbog formiranja matrice u skladu sa zahtjevima programa i važnosti P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> u analizama, dodjeljene vrijednosti od 0,005 ppm. Toj grupi pripada prvi niz uzoraka. Druga grupa ima detektovan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> u iznosu od 0,01 ppm, treća 0,02 ppm i četvrta 0,03 ppm. Ostali uzorci sa sadržajem P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> iznad 0,03 ppm pripadaju dijelovima prikazanih dijagrama u kojima su podaci raspršeni. Sr i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se koncentrišu u donjem dijelu rudnih tijela i imaju izuzetno visok koeficijent korelacije 0,96, što ukazuje na izvrsnu povezanost ovih varijabli, odnosno njihovo slično geohemijsko ponašanje u procesu dijageneze matičnog materijala. Međutim, SEM-EDS analizama nije utvrđeno njihovo prisustvo u istim

mineralima (osim u jednom uzorku br. 046 iz ležišta Zagrad, gdje je detektovan monacit sa 1,2% Sr).



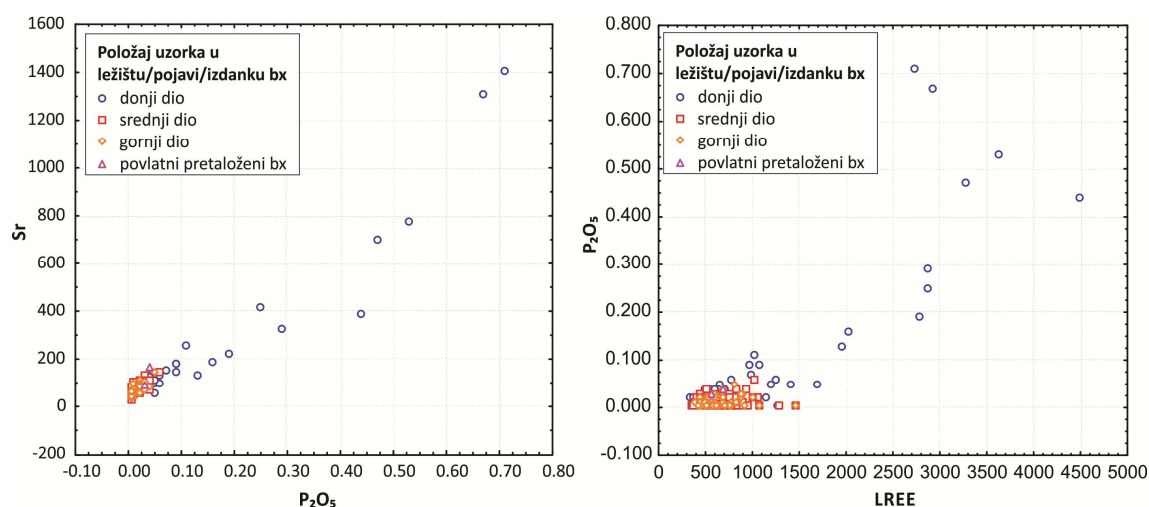
Sl. 7.58: Binarni dijagrami  $Al_2O_3$  i  $P_2O_5$ , i Sr i  $P_2O_5$ , kriterijum starost podine, VMP\_04 crl

Ujednačeno niske koncentracije  $P_2O_5 < 0,03\%$ , kao i koncentracije ispod granice detekcije  $P_2O_5 < 0,01\%$  i sadržaji Sr od 27 do 87 ppm, karakterišu boksite iz srednjeg i gornjeg nivoa i pretaložene boksite. Povećane koncentracije  $P_2O_5 > 0,1\%$ , su vezane za pripodinske djelove boksitnih tijela i prate ih povećane koncentracije Sr od 188 do čak 1406 ppm, u ležištima: Liverovići 2, Zagrad 3, Crvene ornice, Biočki stan i Borova brda. Razmišljanje može ići u pravcu da je depozicija matičnog materijala počela u močvarnim uslovima koje karakteriše redukciona sredina i prisustvo organske materije kao izvora P. Prethodnim univarijantnim analizama je dokazano da postoji blago povećanje sadržaja U (prosječno 6,4 ppm u donjem, u odnosu na 5,4 ppm u gornjem i srednjem dijelu stuba boksitnih tijela, na svim podinama). Izostaju povišene koncentracije Th i V koji imaju ujednačene sadržaje u svim nivoima, kao i Mo za koji je karakteristično koncentrisanje u pretaloženim boksitima i boksitnim glinama, gdje se javljaju i najveće koncentracije U vezane za transgresiju i prelazak iz oksidacionih u redukcione uslove sredine. Dakle, ova teza je malo vjerovatna.

Realnije je tumačenje da je obogaćenje  $P_2O_5$  i REE povezano sa stvaranjem autigenog monacita i ksenotima u nižim nivoima, tokom procesa dijageneze

matičnog materijala, i da, vjerovatno, u gornjim nivoima rudnih tijela detektovani sadržaji  $P_2O_5$  i REE potiču od rezidualnog monacita i ksenotima. Ova teza potkrijepljena je detaljnim mineraloškim ispitivanjima uzoraka boksita iz ležišta Zagrad, rudno tijelo 3, iako nije jednoznačno dokazana.

Na narednim dijagramima prikazani su odnosi detektovanih vrijednosti istih varijabli u uzorcima iznad granice detekcije za  $P_2O_5$ , po kriterijumu položaja uzoraka u boksitnim tijelima (VMP\_04). Jasno se ističu uzorci sa povišenim vrijednostima  $P_2O_5$ , LREE i Sr u uzorcima boksita iz podinskog dijela.

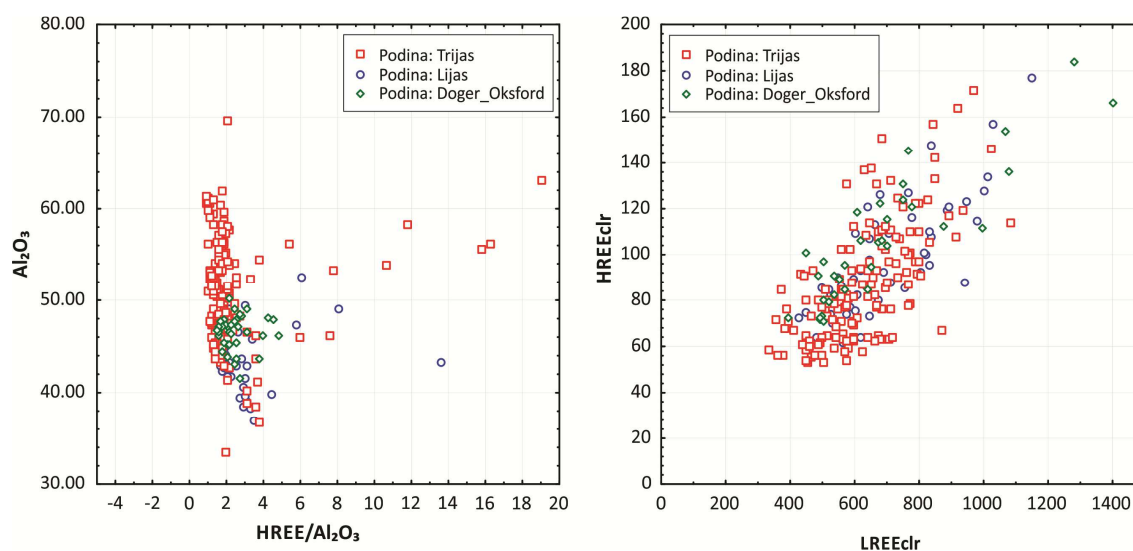


Sl. 7.59: Binarni dijagram  $P_2O_5$  i Sr, LREE i  $P_2O_5$ , kriterijum položaj uzoraka u stubu, VMP\_04

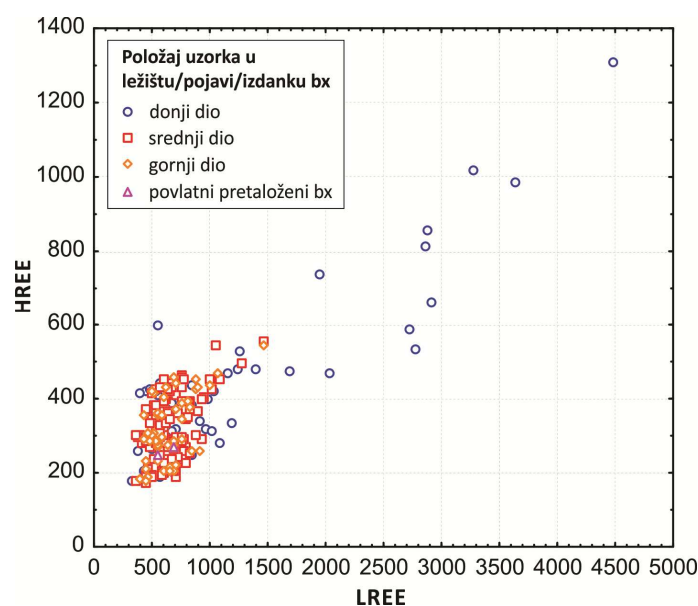
Interesantno je da su pored monacita i ksenotima u uzorcima iz ležišta Zagrad (uzorak br. 040), Đurakov do (074), Štitovo 2 (095) – trijaska podina, Borova brda (180) – lijaska podina i Crveno prlo (219) – podina doger–oksford, SEM–EDS metodom detektovani i REE karbonati lakih lantanida Ce i Nd. Posebno je interesantno da samo 9 uzoraka boksita sa doger oksforda ima sadržaj  $P_2O_5$  veći od granice detekcije ( $>0,01\%$ ). Ova činjenica upućuje na zaključak da su REE, pored dokazanog prisustva u fosfatima, značajnim dijelom vezani i za karbonatne minerale, što je, najvjerovatnije, najizraženije u boksitima formiranim upravo na doger–oksfordskoj karbonatnoj podini.

Povećanje sadržaja  $Al_2O_3$  se ne koreliše sa sadržajem HREE koje smo normalizovali na Al (slika 7.60). Jasno se odvajaju uzorci sa visokim sadržajem HREE (200 –1200

ppm) iz pripodinskih djelova ležišta na trijaskoj i lijaskoj podlozi (ležišta: Liverovići 2, Zagrad 1 i 3, Biočki stan, Štitovo 2, Borova brda). Tri uzorka boksita sa doger-oksforda iz lokalnosti Smrekova glavica takođe pokazuju povišene koncentracije REE ukupno i HREE (>200ppm). Kada stavimo u odnos teške i lake elemente rijetkih zemalja (clr podaci) očigledna je visoka korelacija, što ukazuje na njihovo zajedničko koncetrisanje u istim mineralima i to prvenstveno u pripodinskim djelovima ispitivanih ležišta i pojava.



Sl. 7.60: Binarni dijagrami HREE/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, LREEclr i HREEclr, kriterijum starost podine, VMP\_04

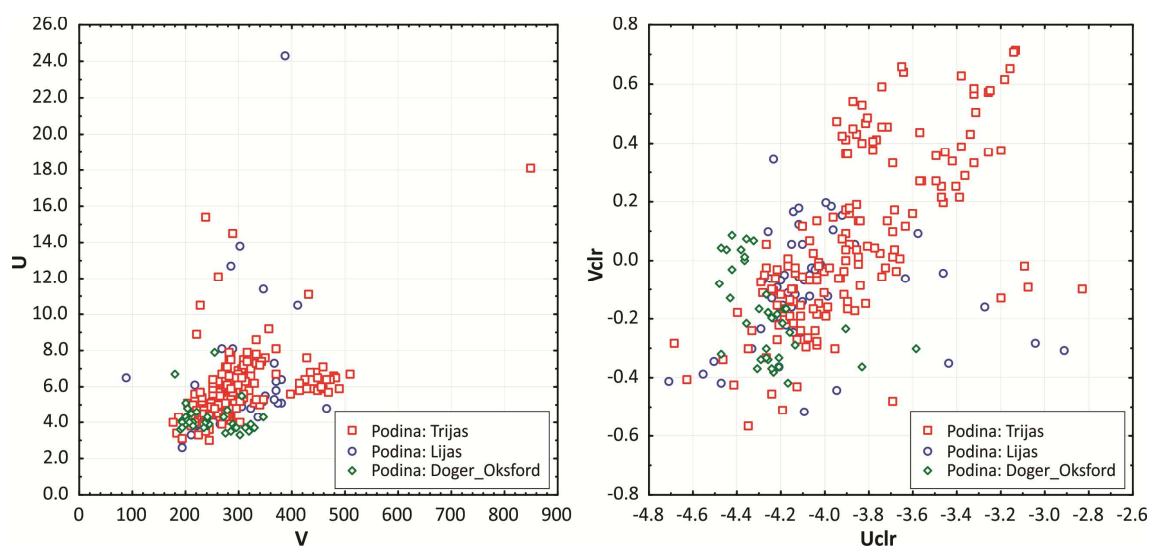


Sl. 7.61: Binarni dijagram LREE i HREE, kriterijum položaj u stubu, VMP\_04



Na slici 7.61 prikazan je i binarni dijagram odnosa sadržaja LREE i HREE u pojedinačnim uzorcima iz različitih djelova boksitnih tijela iz matrice osnovnih podataka. Uočava se izvrsna povezanost varijabli sa koeficijentom korelacije 0,94. Jasno je grupisana većina uzoraka u opsegu 300–1100ppm za LREE i 180–500ppm za HREE. Ističu se uzorci sa povišenim vrijednostima obje grupe REE iz donjeg dijela rudnih tijela, što se objašnjava frakcionacijom REE i obogaćenjem u pripodinskim djelovima u toku procesa boksitizacije.

Visoke vrijednosti V koje prate i blago povišene vrijednosti U, konstatovali smo u boksitima sa neposrednog paleoreljefa u Liverovićima i Borovim brdima, i što je posebno interesantno u ležištima Grebenika: Donji Gornji Zamršten, Crvena rupa i Crveno katunište. Objašnjenje ove pojave može biti da je depozicija matičnog materijala počela u močvarnim, redukcionim uslovima ili, da su paleotereni na kojima su formirana ova ležišta bili morfološki niži sa višim nivoom podzemnih voda. Ova teza zahtjeva detaljnija proučavanja, posebno mineraloška (utvrđivanje prisustva organske materije, bakterija i sl.) kako bi se riješila navedena otvorena pitanja.

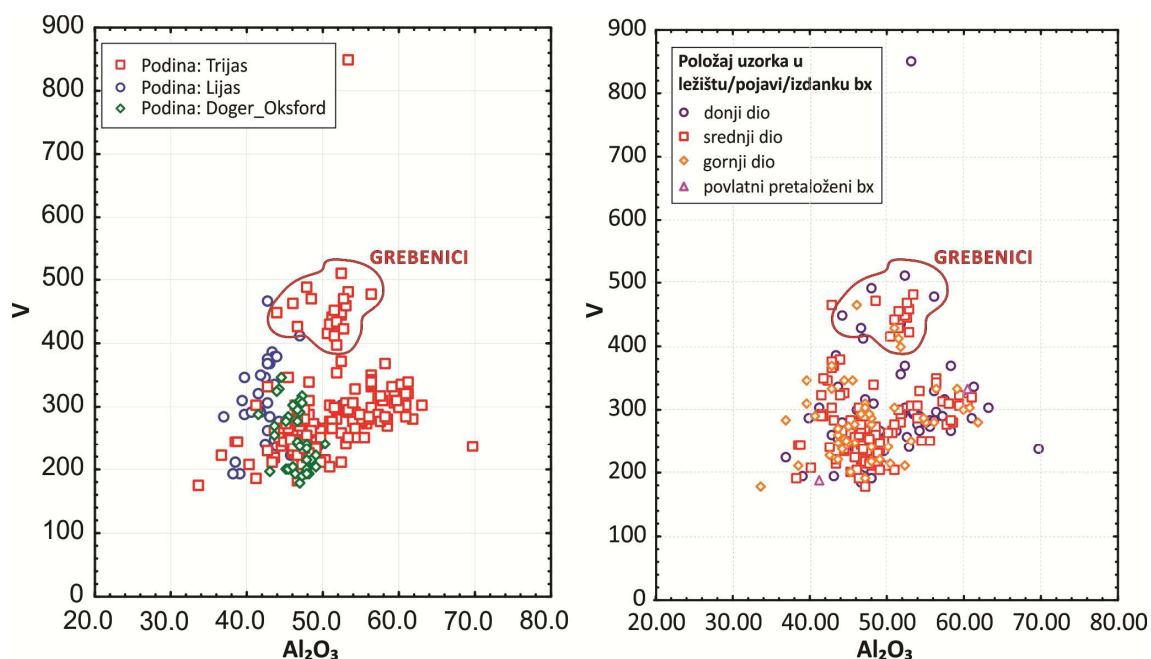


Sl. 7.62: Binarni dijagrami V i U, i Uclr i Vclr, kriterijum starost podine, VMP\_04

Kako je komentarisano ranije, postoji blago povećanje sadržaja U u donjem, u odnosu na gornji i srednji dio rudnih tijela primarnih ležišta boksita, ali, isto tako, u ovom dijelu nijesu determinisani povišeni sadržaji Th i V i Mo.

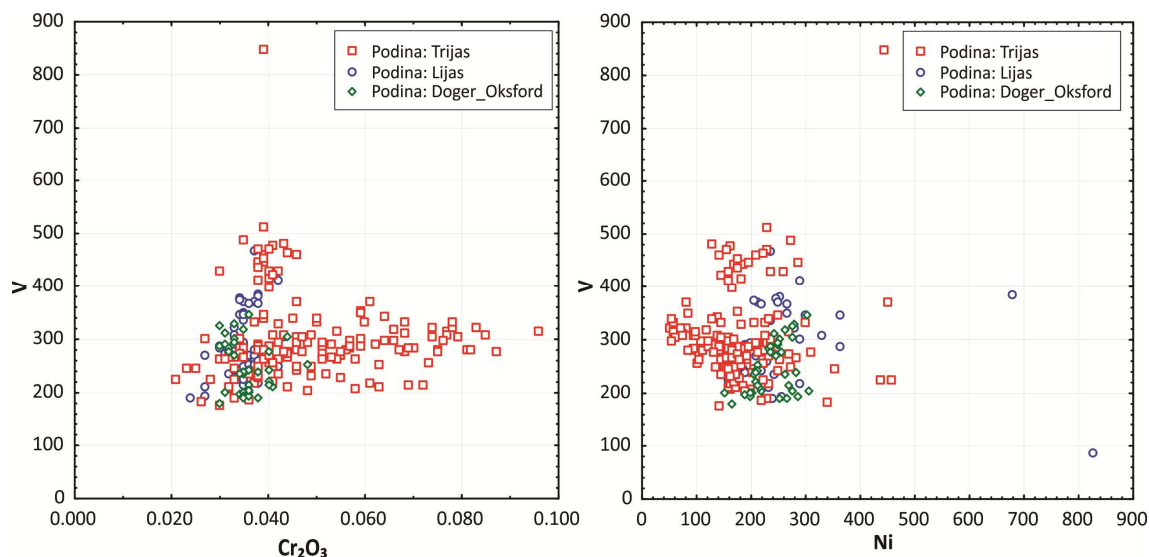
Korelacija varijabli U i V iz matrice sa clr transformisanim podacima (VMP\_04clr) je dobra kada su u pitanju boksiti na trijaskom paleoreljefu što nije slučaj sa boksitima na lijaskoj i doger-oksfordskoj podini (slika 7.62). Ova razlika takođe traži posebnu analizu i, za sada, je jedino možemo povezati sa stepenom boksitizacije matičnog materijala i/ili lokalnim uslovima u domenu pojedinih ležišta.

Kada stavimo u odnos V i  $Al_2O_3$ , izdvajaju se isti uzorci sa povišenim i ekstremno visokim vrijednostima iz pomenutih ležišta. Većina grupisanih uzoraka boksita sa sve tri podine ima sadržaje V u rasponu od 200–400 ppm, a boksiti Grebenika 400–500 ppm, što je posebno pitanje čije objašnjenje takođe zahtjeva dodatna ispitivanja (slika 7.63). Vidi se da je vertikalna distribucija V ujednačena, kao i da su ujednačeno povišene koncentracije ovog elementa jednako zastupljene u svim rudnim tijelima (Donji i Gornji Zamršten, Crvena Rupa i Crveno Katunište). Jedino što, sada možemo pretpostaviti je da ovi boksiti vode porijeklo od matičnog materijala koji je bio bogatiji V ili, što je manje vjerovatno, da je proces boksitizacije matičnog materijala tekao u drugačijim uslovima u odnosu na boksite Štitovskog platoa i ostale boksite formirane na trijaskoj i drugim podinama.



Sl. 7.63: Binarni dijagrami  $Al_2O_3$  i V, kriterijumi: starost podine i položaj uzoraka u stubu, VMP\_04

Kada posmatramo odnos V i  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  kao i V i Ni, korelacija ne postoji. Ponašanje Ni i  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ranije je obrađeno kroz odnos sa  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Na prikazanim dijagramima (slika 7.64) se vidi da povišene koncentracije V (>400ppm) prate sadržaji  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  u rasponu od 0,03 do 0,05% i Ni od 100 do 300 ppm.



7.64: Binarni dijagrami  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  i V, i Ni i V, kriterijum starost podine, VMP\_04

Interesantno je da V ne pokazuje korelacionu povezanost sa Pb i Cu (iz baze podataka VM\_02, gdje su Pb i Cu ispitivani), iako je detektovan u, istina relativno rijetkim, autigenom motramitu i disklozitu u boksitima Zagrada i Liverovićima. V je pronađen i u ksenotimu iz boksita Biočkog stana, a redovno se javlja u malim koncentracijama u svim boksitima (do 0,5 mas. %) u hematitu, i rijetko u ilmenitu. Praktično jedina utvrđena korelaciona povezanost V sa U ( $r=0,428$ ), njegovo redovno vezivanje u Fe mineralima i pojavljivanje u rezidualnim mineralima ukazuje na kompleksno geohemijsko ponašanje ovog elementa u procesu boksitizacije matičnog materijala, a objašnjenja zahtjevaju specifična dodatna ispitivanja, kako je ranije i navedeno.

### 7.5.2. Multivarijatne statističke metode

U ovom dijelu prikazani su rezultati multivarijatne statistika koja omogućava simultano posmatranje različitih odnosa između više varijabli. Primjenom faktorske, klaster i diskriminantne analize, na preliminarnom nivou, potvrđena su zapažanja prikazana u prethodnim poglavljima i prikazan uvid u strukturu

podataka skrivenu od neposrednog zapažanja, putem pojednostavljenja prikaza međusobnih odnosa između geohemijskim analizama detektovanih sadržaja ispitanih elemenata i ukupne populacije i/ili populacija podataka grupisanih po geološkim kriterijumima.

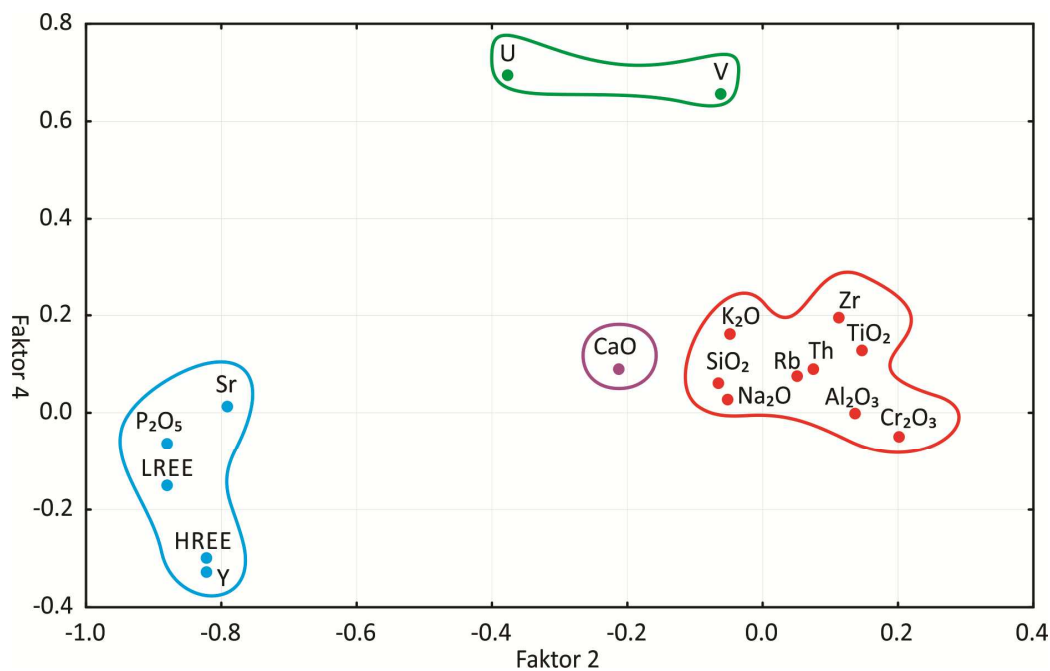
### Faktorska analiza

Na podacima geohemijskih ispitivanja elemenata i oksida iz osnovnih matrica VMP\_04 i VM\_02 je izvršena faktorska analiza u programskom paketu STATISTICA 7.

Faktorskom analizom podataka iz osnovne matrice VMP\_04 izdvojena su četiri bitna faktora, što se vidi iz tabele 7.36 i dijagrama faktorskih opterećenja F2/F4 gdje se izdvajaju četiri grupe elemenata i oksida: Faktor 1: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zr, Th, SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Ba, Rb, (+Ni, +Mg); Faktor 2: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sr, Y, LREE, HREE, (+Sc, +Co); Faktor 3: Ca(+Ba) i Faktor 4: U, V (slika 7.65).

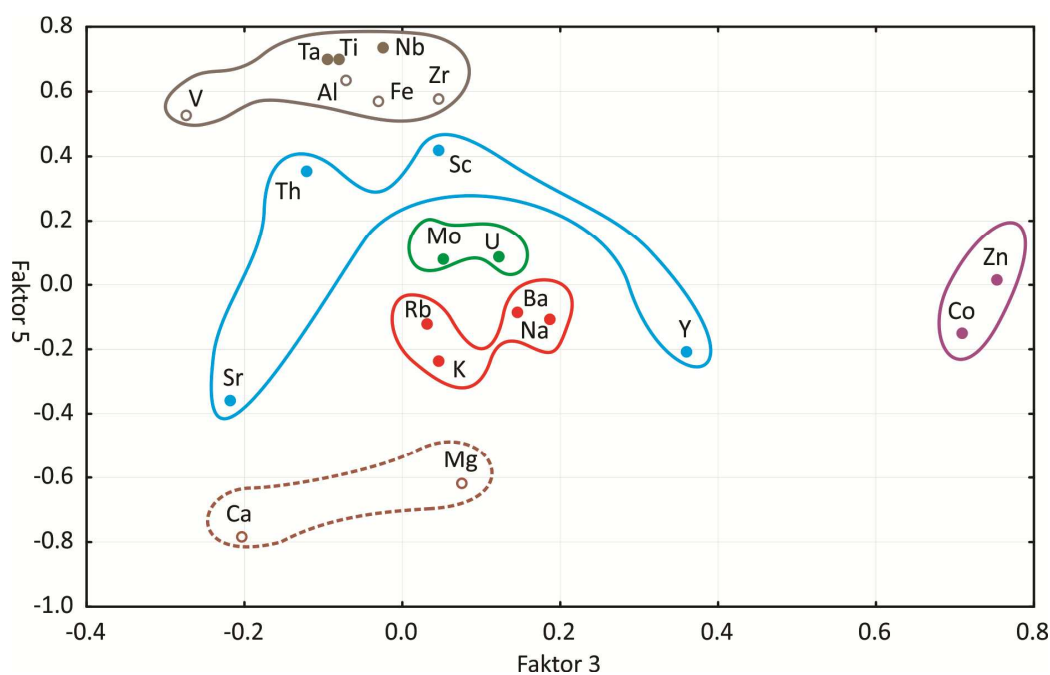
Tabela 7.36: Faktorska analiza, VMP\_04

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
SiO <sub>2</sub>	<b>-0.85918</b>	-0.064490	0.247744	0.063657
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>0.91626</b>	0.135740	0.210895	-0.003031
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.407608	0.300725	0.325691	-0.309956
MgO	-0.570322	0.138146	0.089036	-0.343542
CaO	-0.247921	-0.213475	<b>-0.78488</b>	0.089460
Na <sub>2</sub> O	<b>-0.85670</b>	-0.053150	0.402944	0.025705
K <sub>2</sub> O	<b>-0.79205</b>	-0.047118	0.448516	0.159908
TiO <sub>2</sub>	<b>0.85145</b>	0.147833	0.274260	0.130655
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.272053	<b>-0.88045</b>	0.208933	-0.063706
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>0.75145</b>	0.202891	0.008260	-0.048498
Ni	-0.503262	-0.582436	-0.330607	0.243366
Sc	0.631768	-0.517665	0.297193	-0.157918
Ba	<b>-0.74311</b>	-0.092551	0.521814	0.238082
Co	-0.090586	-0.557059	-0.488346	0.328440
Rb	<b>-0.77184</b>	0.050110	0.460206	0.077717
Sr	0.260625	<b>-0.79091</b>	0.223022	0.012271
Th	<b>0.72270</b>	0.075801	0.118461	0.089348
U	0.344096	-0.376655	-0.018386	<b>0.69282</b>
V	0.255298	-0.060446	0.329790	<b>0.65453</b>
Zr	<b>0.86428</b>	0.114103	0.269662	0.195389
Y	0.134770	<b>-0.82197</b>	0.020032	-0.329168
LREE	0.243852	<b>-0.88164</b>	0.174395	-0.149397
HREE	-0.095743	<b>-0.82250</b>	0.087299	-0.301023
Expl.Var	8.271714	4.868822	2.522581	1.706650
Prp.Totl	0.359640	0.211688	0.109677	0.074202



Sl. 7.65: Dijagram faktorskih opterećenja F2/F4, VMP\_04

Faktorskom analizom podataka iz osnovne matrice VM\_02 izdvojeno je pet bitnih faktora, prikazanih u tabeli 7.37 i na dijagramu faktorskih opterećenja F3/F5, gdje se izdvaja pet grupa elemenata (slika 7.66): Faktor 1: Ba, Na, K, Rb; Faktor 2: Th, Sr, Ce, Sc, Y, Faktor 3: Zn, Co Faktor 4: Mo, U, i Faktor 5: Ti, Ta, i Nb (+Al, Zr, Fe i V), i, na suprotnoj strani Ca i Mg.



Sl. 7.66: Dijagram faktorskih opterećenja F3/F5, VM\_02



Tabela 7.37: Faktorska analiza, VM\_02

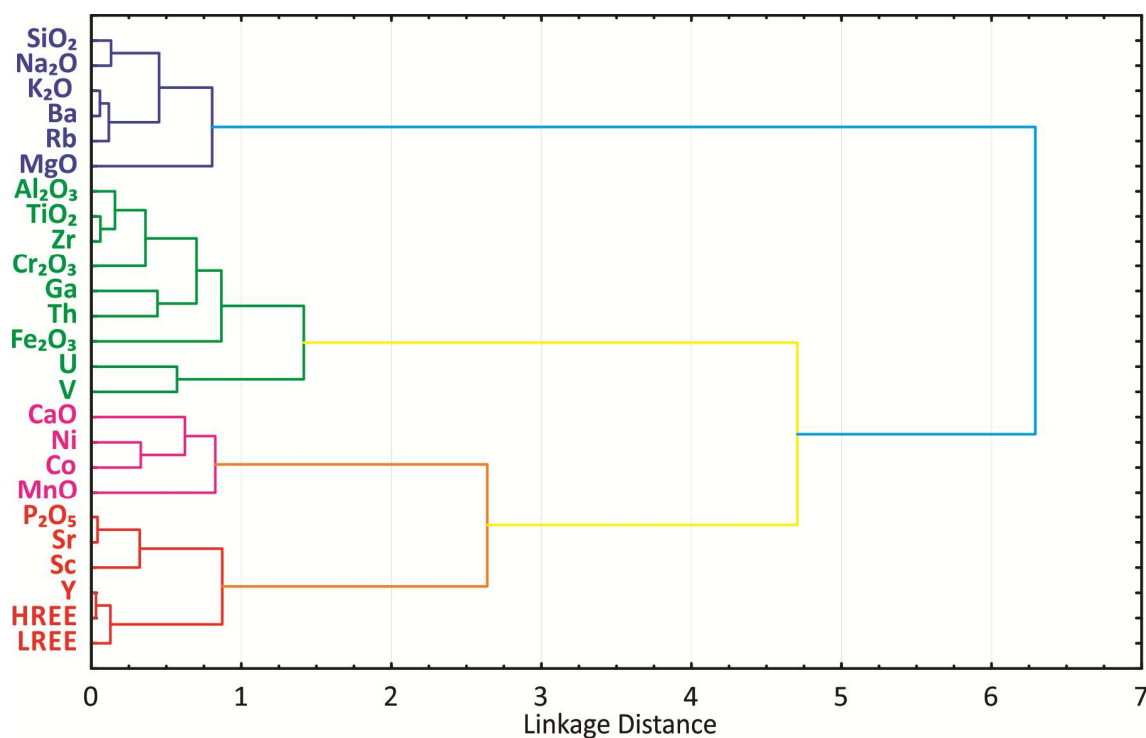
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5
Mo	-0.070937	0.115625	0.052161	<b>0.72007</b>	0.082256
Cu	0.247385	-0.002599	0.428015	0.387164	-0.039904
Pb	-0.078077	0.336680	0.609017	0.037654	0.336135
Zn	0.402874	-0.161592	<b>0.75357</b>	0.162620	0.016072
Ni	0.587970	0.167733	0.544014	0.185431	0.125503
Co	0.209852	0.040232	<b>0.71032</b>	0.234059	-0.152375
Mn	0.093734	0.280853	0.621169	-0.265090	-0.052029
Fe	-0.161913	0.084591	-0.030898	-0.114370	<b>0.569412</b>
As	-0.029078	0.131130	0.185803	0.640820	0.079614
U	-0.111497	-0.034048	0.123160	<b>0.86696</b>	0.091426
Th	-0.196540	<b>0.78263</b>	-0.121331	-0.005281	0.355866
V	0.267422	0.196572	-0.273790	0.429725	<b>0.529518</b>
Cd	-0.060094	-0.103472	0.498911	0.061250	-0.263668
Sr	0.147620	<b>0.70259</b>	-0.218477	0.299735	-0.355356
Ca	-0.038106	0.305279	-0.204096	0.060821	<b>-0.78265</b>
P	0.074669	0.589134	-0.050293	0.463512	0.052285
La	0.114272	0.678596	0.085821	0.065886	-0.128356
Cr	-0.385316	-0.250997	-0.041057	0.172060	0.360661
Mg	0.444481	-0.045427	0.074679	0.088248	-0.614144
Ba	<b>0.84609</b>	0.144823	0.146778	0.002785	-0.087792
Ti	-0.344013	-0.019904	-0.081493	0.104029	<b>0.70087</b>
Al	0.338593	0.362806	-0.072488	0.219220	<b>0.635210</b>
Na	<b>0.87291</b>	-0.058104	0.187854	-0.081179	-0.109878
K	<b>0.83570</b>	-0.135717	0.044798	0.084607	-0.238077
Zr	-0.596348	-0.034937	0.046603	0.156115	<b>0.580554</b>
Sc	0.256701	<b>0.72591</b>	0.046500	0.035733	0.417094
Li	0.589677	-0.150369	0.415627	-0.293035	-0.046834
Rb	<b>0.76651</b>	0.270077	0.031011	-0.051905	-0.117784
Ta	-0.460699	0.068007	-0.093712	0.124646	<b>0.70200</b>
Nb	-0.433619	0.135513	-0.023652	0.124942	<b>0.73289</b>
Ce	-0.273008	<b>0.80164</b>	0.113495	-0.106989	-0.006909
Y	0.224715	<b>0.73151</b>	0.360780	-0.001778	-0.208215
Expl.Var	5.465661	4.407575	3.208007	2.799072	4.815628
Prp.Totl	0.170802	0.137737	0.100250	0.087471	0.150488

## Klaster analiza

Klaster analiza je urađena na osnovnim podacima geohemijskih analiza oksida i mikroelemenata VMP\_04. Rezultati su prikazani na slici 7.67.

Prvoj grupi pripadaju: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Sr, Sc, Y i REE. Najveću korelaciju imaju Y i HREE koji se dalje korelišu sa LREE, potom visoku korelaciju imaju P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i Sr koji se korelišu sa Sc. Drugu grupu čine: Mn, Co, Ni, CaO. Ni i Co imaju najbolju korelaciju u ovoj grupi. Trećoj grupi pripadaju: TiO<sub>2</sub>, Zr, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr, ali i Ga, Th i Fe – elementi koji se koncentrišu u boksitima, kao i U i V. Četvrtu grupu predstavljaju Si, Na, K, B, Rb i

Mg elementi koji su izluženi u procesu boksitizacije primarnog alumosilikatnog materijala.

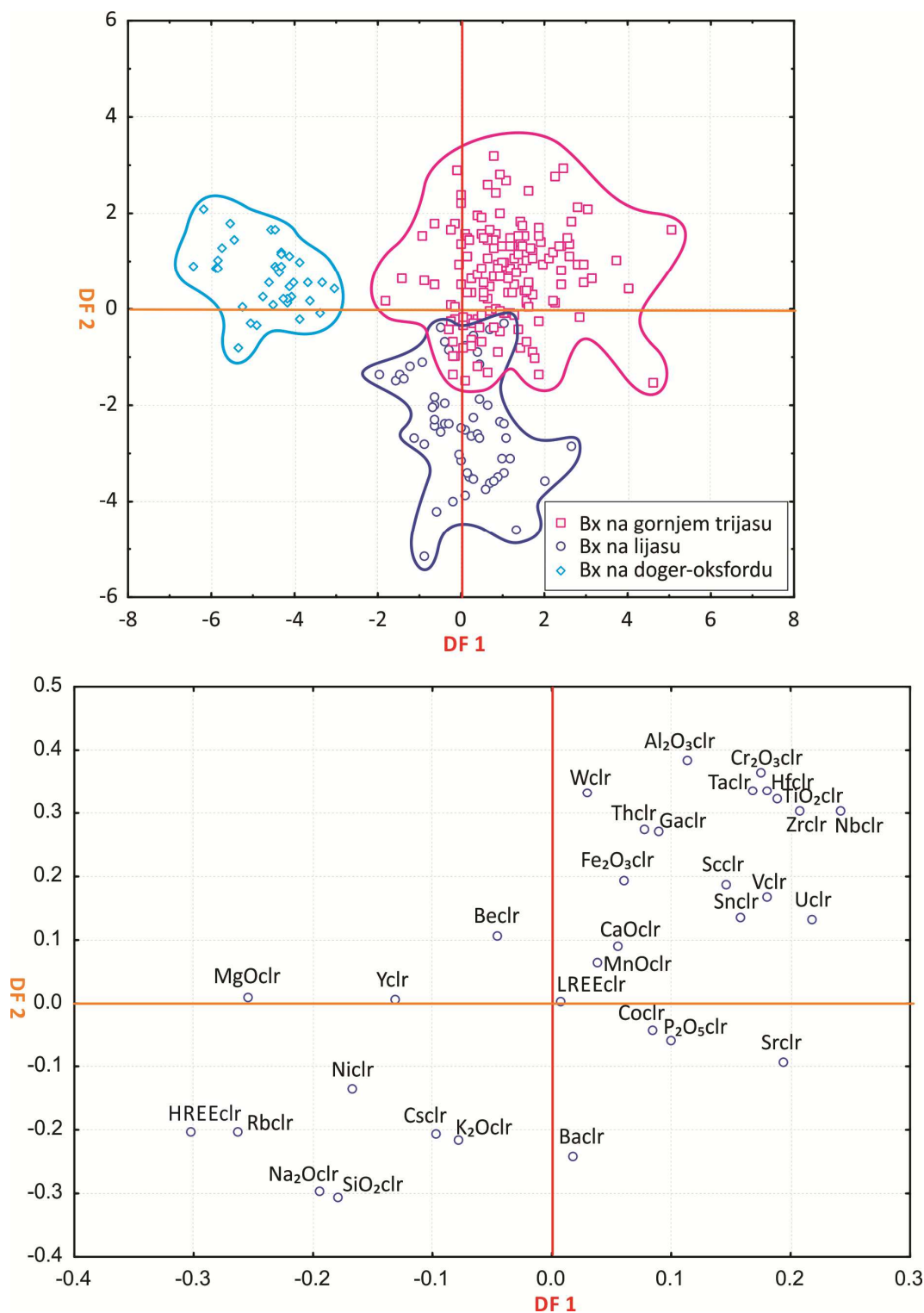


Sl. 7.67: Dijagram povezanosti varijabli, klaster analiza

### Diskriminantna analiza

Datoteke za sprovođenje postupka diskriminantne analize su kreirane u programu STATISTICA 7. Matrice su obrađene na *clr* (*central log-ratio*) transformisanim podacima geohemijskih ispitivanja za dvije baze podataka za sledeće geološke kriterijume: starost podine, genetski tip, položaj u stubu i strukturni tip. Imajući u vidu broj uzoraka (252 – VMP\_04 i 232 – VM\_02), broj varijabli – ispitivanih oksida i mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja (44 – VMP\_04 ), odnosno makro i mikroelemenata (41– VM\_02), obimnost podataka i dobijenih rezultata kao i njihovu reprezentativnost i važnost za dalju diskusiju, prikazujemo tri modela (vidi Dodatke: 5.1 5.2 i 6.1–6.3) od ukupno sedam urađenih.

U prvom modelu urađenom na bazi podataka VMP\_04clr izdvojena je starost podine kao nezavisan geološki kriterijum u odnosu na mjerene varijable, odnosno sadržaje ispitivanih oksida i mikroelemenata (slika 7.68).



Sl. 7.68: Diskriminantna analiza na transformisanim podacima geohemijskih ispitivanja. Geološki kriterijum starost podine, VMP\_04crl

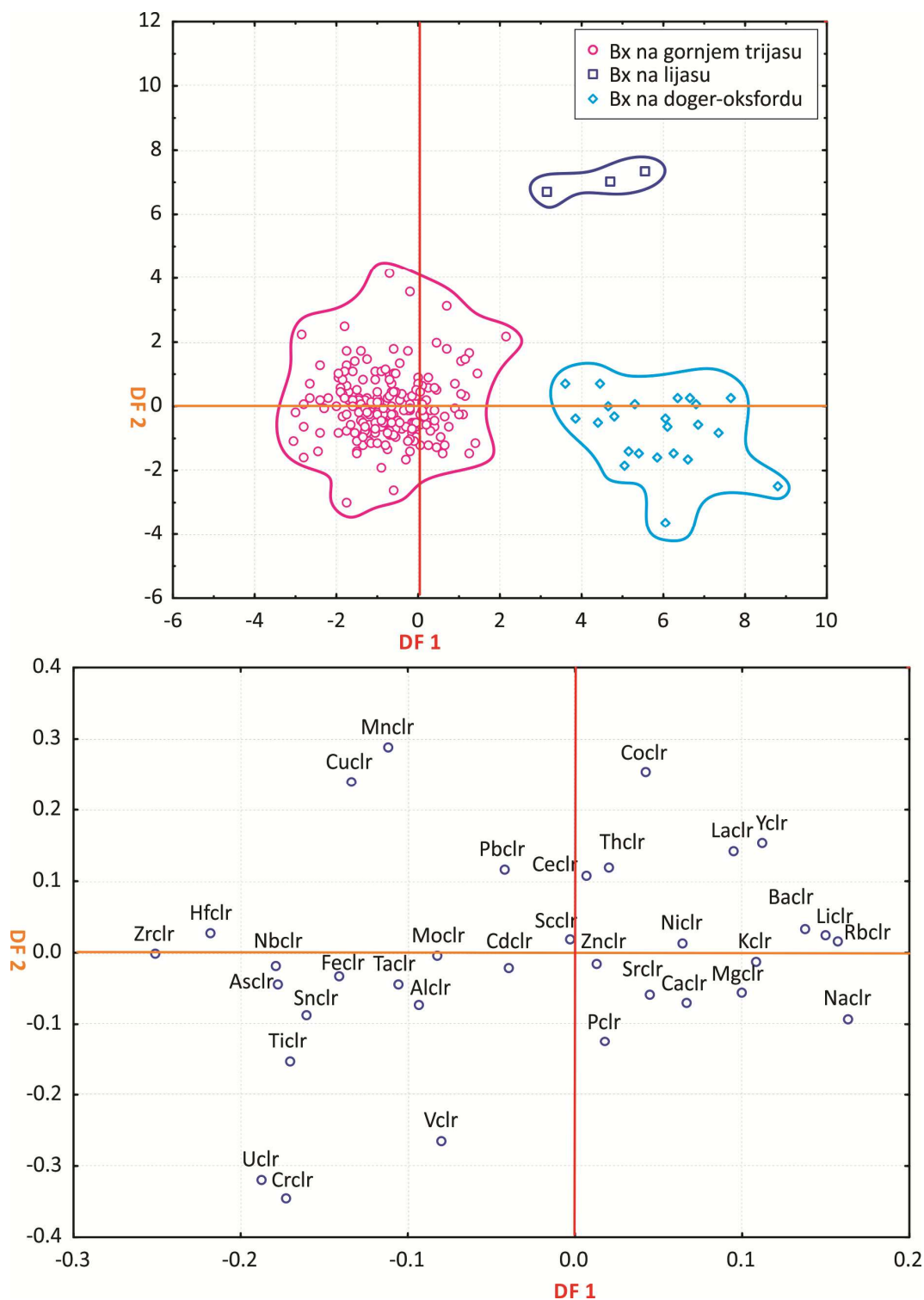
Očito je da prva funkcija DF1 (u geometrijskom smislu osa) odvaja uzorke boksita sa trijaske i lijaske podine od uzoraka sa doger-oksforda. Ova funkcija, koja nosi

najveću težinu u diskriminaciji, dakle, razdvaja analizirane boksite sa trijaske i lijaske podine od boksita sa doger-oksforda, što se vidi se iz sljedećeg: na lijevoj strani dijagrama uzoraka su boksiti sa doger-oksforda i takođe, varijable  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Rb}$  i  $\text{Ni}$ . Možemo pretpostaviti da je matični materijal od kojeg su nastali ovi boksiti sadržavao magnezijske silikatne minerale, a tu je i nikal. Moguće je i da su uslovi pri kasnijoj genezi bili više reduktivni (gline, Ni), a sam materijal upućuje na porijeklo iz ofiolitske zone.

Na drugoj strani dijagrama su boksiti obrazovani na trijaskoj i lijasnoj podini. Karakterišu ih:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}$  i niz drugih elemenata koji ukazuju na oksidacione uslove. Dakle, u osnovi, na osnovu prve diskriminantne funkcije, možemo pretpostaviti da su slični uslovi vladali tokom procesa formiranja ležišta boksita na trijaskoj i lijasnoj podini.

Druga diskriminantna funkcija (DF2) sadrži rezidualnu varijabilnost, varijabilnost koja ostaje nakon diskriminacije po prvoj funkciji, na osnovu koje se odvajaju boksiti sa trijasa od boksita sa lijasu, dakle ono što prva funkcija (DF1) nije uspjela razdvojiti. Naravno, signifikantnost DF2 je manja i funkcija objašnjava manji dio ukupne varijabilnosti. Na osnovu ove funkcije uočava se po čemu se razlikuju trijaski boksiti od lijaskih. Analizom dijagrama može se zaključiti da su boksiti sa lijaske podine glinoviti, jer su u donjem dijelu dijagrama prisutni  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  i dr. Međutim, s obzirom da je ova grupa varijabli previše ulijevo, veći dio njihove prisutnosti objašnjen je već ranije (DF1) i karakteriše prvenstveno boksite obrazovane na doger-oksfordu. Prije bi se moglo reći da boksiti sa lijasu grade svoj „geohemijski potpis“ na obogaćenju/osiromašenju čitavog niza elemenata koji su se u prvom koraku pokazali značajni za obje grupe boksita formiranih na trijaskoj i lijasnoj podini. Dakle, bez obzira što su obje grupe boksita definisani kako je maloprije rečeno, ipak su boksiti sa trijaske podine ti koji su, u relativnom smislu, obogaćeniji karakterističnim oksidima i elementima –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Ga}$  itd., dok su isti kod lijasu „odsutniji“. Naime, njih ima, ali manje, jer su na suprotnoj strani DF2 od grupe za koju su karakteristični. Istovremeno, na osnovu

ove analize, može se reći da je, na primjer Ba čest u boksitima sa lijaske, a rjeđi u boksitima sa trijaske podine.

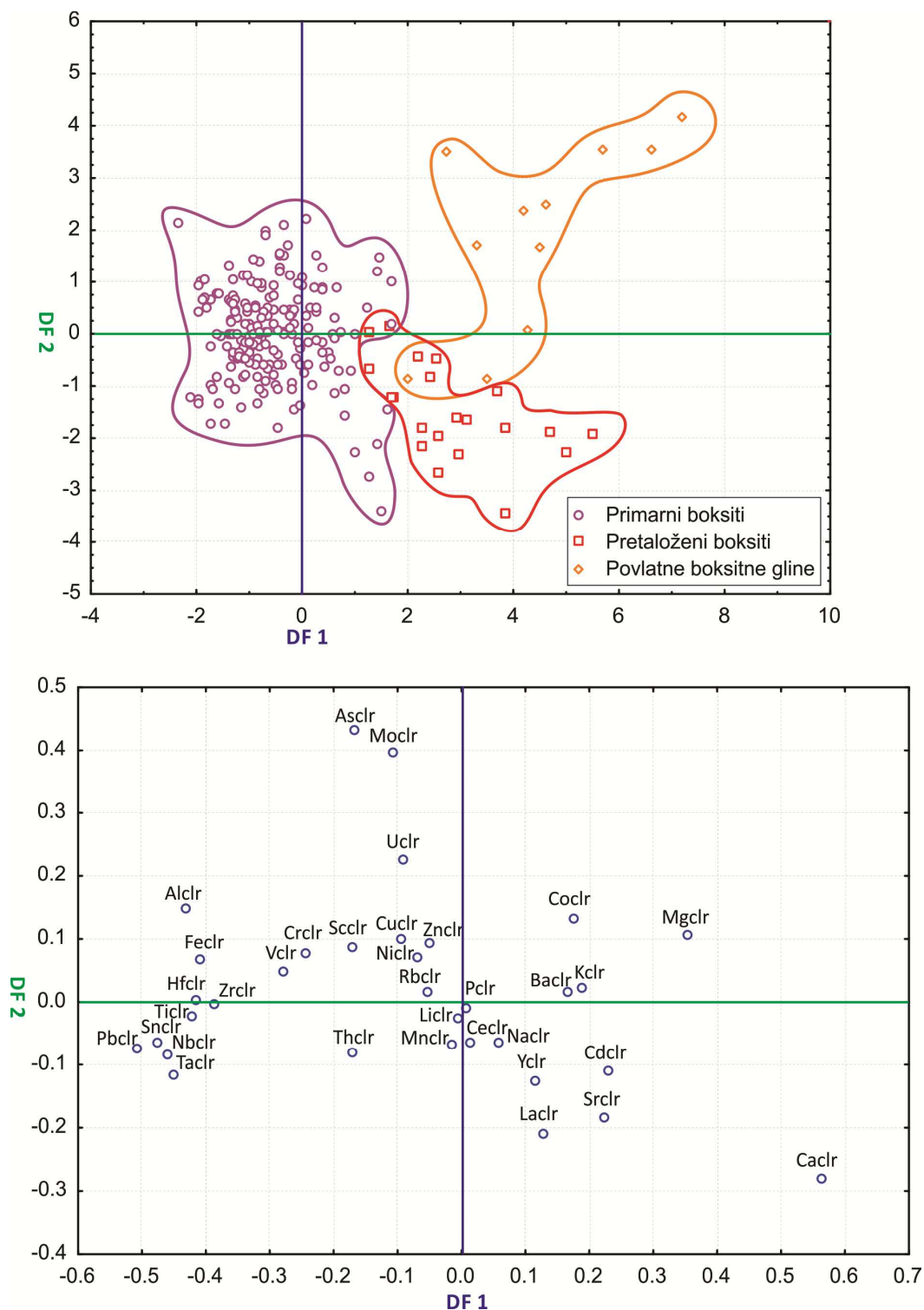


Sl. 7.69: Diskriminantna analiza na transformisanim podacima geohemijskih ispitivanja. Geološki kriterijum starost podine, VM\_02crl



Drugi model je urađen na bazi podataka VM\_02, takođe na bazi starosti podine jurskih boksita kao nezavisnog geološkog kriterijuma u odnosu na mjerene varijable, odnosno sadržaje ispitivanih makro i mikroelemenata (slika 7.69). U ovom slučaju prva funkcija DF1 odvaja uzorke boksita sa trijaske od uzoraka sa lijaske doger-oksfordske podine. Na lijevoj strani dijagrama uzoraka su boksiti sa trijasa i varijable Al, Fe, Ti, Cr, V, Zr, Hf i dr., što ukazuje na visok stepen boksitizacije matičnog materijala, obzirom i na to da su na desnoj strani dijagrama izdvojeni alkalni i zemnoalkalni metali: Li, Na, K, Rb, Mg, Ca, Sr, Ba, koji se izlužuju u procesu boksitizacije matičnog materijala. Ni i Co karakterišu boksite na lijasu i doger-oksfordu, što, kao i u prethodnoj analizi, može ukazivati na nešto bazičniji sastav matičnog materijala, vjerovatano porijeklom od ofiolita. Zbog ranije opisanih nedostataka metode ispitivanja iz analize su izostavljeni P i ispitivani elementi rijetkih zemalja. Diskriminantna funkcija DF2 razdvaja boksite na lijasu i one na doger-oksfordu. Zbog malog broja tipičnih uzoraka i jednih i drugih boksita (posebno sa lijaske podine iz samo jedne lokacije, koje ne možemo smatrati reprezentativnim) nijesu izvođeni dalji zaključci.

Treći model je urađen na bazi podataka VM\_02, na bazi genetskog tipa kao nezavisnog geološkog kriterijuma u odnosu na mjerene varijable, odnosno sadržaje ispitivanih makro i mikroelemenata (slika 7.70). Prva diskriminantna funkcija DF1 odvaja uzorke primarnih boksita od pretaloženih boksita i povlatnih boksitnih glina. Na lijevoj strani dijagrama uzoraka su primarni boksiti i varijable Al, Fe, Ti, Cr, V, Zr, Hf, Cr, Pb, Nb, Ta i dr., što ukazuje na veći stepen boksitizacije matičnog materijala u odnosu na druge dvije grupe uzoraka. Na desnoj strani dijagrama izdvojeni su: Ca, Mg, Na, K, Sr, Ba i dr., koji su najvećim dijelom izluženi iz primarnih boksita. Druga diskriminantna funkcija (DF2) sadrži rezidualnu varijabilnost, varijabilnost koja ostaje nakon diskriminacije po prvoj funkciji, na osnovu koje se odvajaju pretaloženi boksiti i domenu primarnih ležišta od povlatnih transgresivnih boksitnih glina. Pretaložene boksite karakteriše relativno "obogaćenje" Ca, Na, Sr i Cd, u odnosu na boksitne gline koje imaju "više" Mg, Co i posebno U, Mo i As, što ukazuje na redukcione uslove u prvim fazama transgresije.



Sl. 7.70: Diskriminantna analiza na transformisanim podacima geohemijskih ispitivanja. Geološki kriterijum genetski tip boksita, VM\_02crl

## 8. DISKUSIJA I INTERPRETACIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Karstna ležišta boksita su prostorno i genetski vezana za karstne terene. Nastala su kao rezultat složenih geoloških i fizičko-hemijskih procesa u egzogenim uslovima, pod uticajem različitih faktora i agenasa. Poseban značaj među njima imaju geološki sastav i tektonski sklop sredine u kojoj se ležišta nalaze, litološki sastav obodnog, erozionog područja, klimatski faktor i uticaj voda meteorskog porekla.

Karstni tereni iz tropskih klimatskih područja, koji su u dužem vremeskom periodu izloženi uticaju egzogenih agenasa, a naročito procjeđivanju atmosferskih voda što dovodi do desilifikacije primarno stvorenog boksitonosnog materijala, se generalno, smatraju posebno značajnim za nastanak karstnih ležišta boksita. U slučaju izučavanih rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica, to su tereni u čijem sastavu dominiraju gornjotrijaski karbonatni sedimenti. U njima se nalaze i najveća i najkvalitetnija ležišta jurskih boksita u Crnoj Gori.

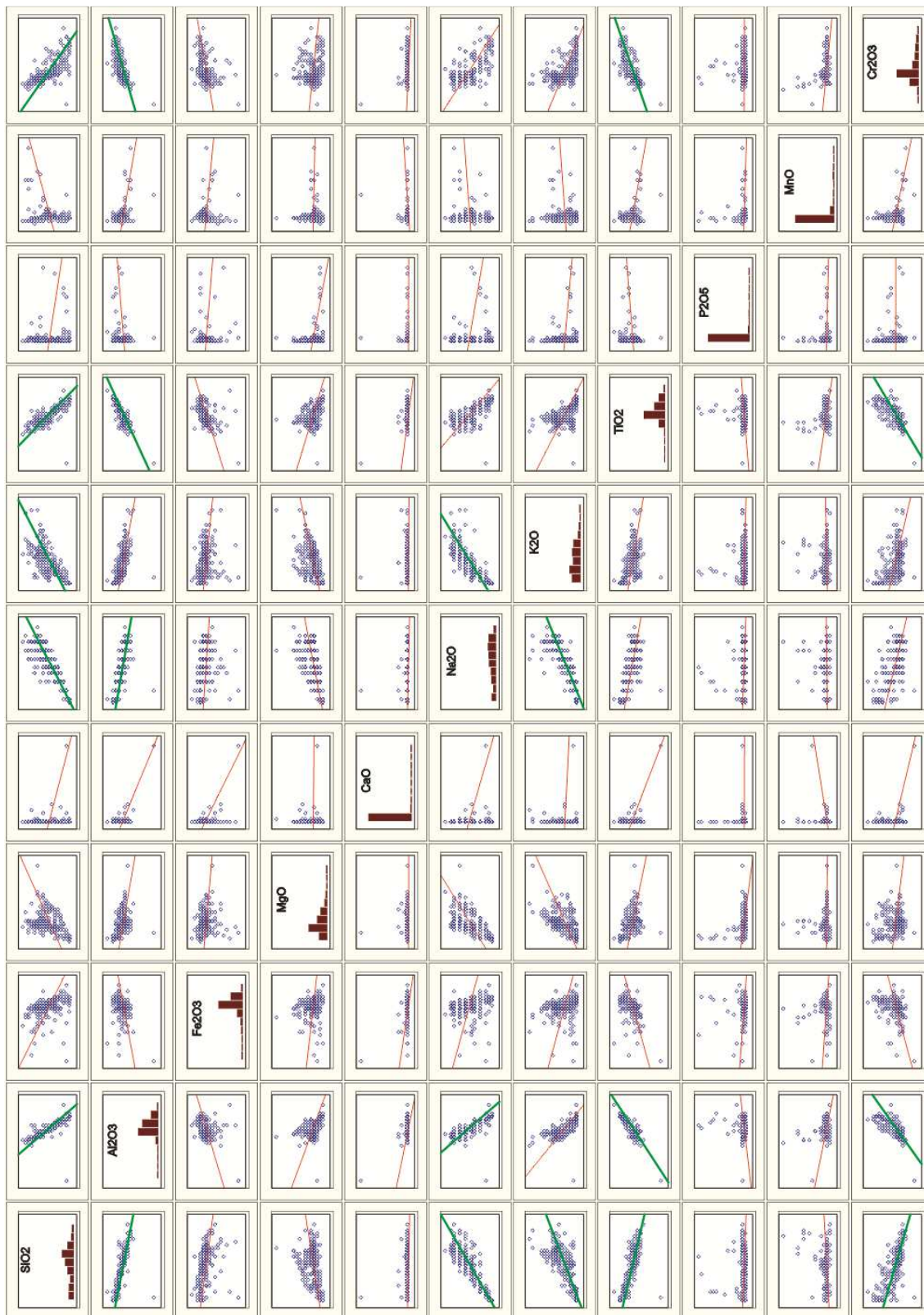
Geohemijska mobilnost glavnih elemenata koji izgrađuju rudna tela jurskih karstnih boksita u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica, uključujući i elemente rijetkih zemalja, je određena različitim faktorima. Najvažniji među njima su pH–Eh uslovi sredine (Crnički and Jurković, 1990; Maksimović and Panto, 1991). Isti faktori – redoks potencijal (Eh) i kisjelost (pH) sredine, u procesu boksitizacije matičnog materijala, značajno utiču i na mineralni i hemijski sastav boksita (Mordberg, 1996).

Boksiti rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica su složenog mineralnog sastava. Glavni nosilac aluminije u njima je mineral bemit, delom i gipsit. Od ostalih glavnih minerala prisutni su: Fe–oksidi/hidroksidi (hematit i getit); minerali glina (kaolinit) i minerali titana (uglavnom anatas). Detektovani su još: fosfati sa REE (monacit i ksenotim); REE karbonati–Ce i REE karbonati–Nd; ilmenit; magnetit; motramit, biotit; K–feldspat; pojedini sulfidi i silikati. Redovno prisutan mineral u grupi silikata je cirkon. Hemijski sastav boksita iz rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica je konzistentan sa mineraloškim karakteristikama.

Na osnovu detaljne analize sredine stvaranja ležišta boksita u rudnim rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica, analize geološkog sastava i građe obodnog erozionog područja, morfoloških karakteristike rudnih tijela, kontrolnih faktora njihovog položaja u prostoru i vremenu, ali i teksturnih, mineraloških i geohemijskih karakteristika mineralne sirovine, pomenuta ležišta se mogu svrstati u genetsku klasu karstnih boksita (Bárdossy, 1981), odnosno klasu tzv. primarnih ležišta karstnih boksita (Pajović, 2000, 2009).

Na osnovu prisustva bemita kao glavnog nosioca aluminije i anatasa kao glavnog nosioca titana, boksiti rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica se, u mineraloškom smislu, mogu uporediti sa drugim karstnim boksitima iz zemalja u neposrednom okruženju i šire [Španija (Molina et al., 1991), Grčka (Valeton, 1984), Sardinija (MacLean, 1990; MacLean et al., 1997), i južna Italija (Mongelli and Acquafredda, 1999; Mongelli, 2002; Mongelli et al., 2014; Mondillo et al., 2011)]. Masivna, pelitomorfna i djelimično oolitično i oolitično–pizolitična tekstura (u srednjim i gornjim djelovima stuba boksitnih tijela), uz prisustvo bemita kao osnovnog minerala nosioca aluminije i ležišta formirana u toku emerziona faze na karstifikovanom paleoreljefu (Grubb, 1971), ukazuju na autigeno porijeklo ležišta karstnih boksita rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica.

Korelacioni odnosi glavnih oksida jasno oslikavaju proces boksitogeneze matičnog alumosilikatnog materijala, tokom kojeg se koncentrišu boksitofilni i siderofilni elementi (Al, Ti, Fe i Cr), a izlužuju Mg, Ca, Na i K (slika 8.1).



Sl. 8.1: Korelacije oksida

Sadržaji Ni i Cr i njihovi odnosi sa Al u boksitima koji su nastali na podinama različite starosti i litološkog sastava, mogu ukazivati na različito porijeklo matičnog materijala. Koncentracije Sc u boksitima i odnos Sc/Al mogu ukazivati da su matične stijene od kojih su nastali boksiti na lijaskoj podini bile manje bazičnijeg karaktera u odnosu na druge tipove sredina. Povećenje stepena boksitizacije alumosilikatnog materijala utiče na povećanje koncentracija Zr kao imobilnog elementa.

Na osnovu analize odnosa Zr, Al i Cr može se pretpostaviti da je prinos alumosilikatnog materijala od kojih su nastali boksiti na trijaskoj karbonatnoj podini bio višefazan. Sadržaji Ni u boksitima sa trijasko podine su prosječno niži u odnosu na boksite na stijenama lijaske i doger–oksfordske starosti. Analizirani odnosi Ni, Cr i Al ukazuju na povišene sadržaje Ni u boksitima razvijenim na lijaskoj i doger–oksfordskoj podini, što takođe može ukazivati i na različito porijeklo matičnog materijala. Maksimović (1976), ukazuje na heterogenost materijala koji je dao jurske boksite na području istočno od Nikšića (proučavani uzorci boksita su iz primarnih visokokvalitetnih ležišta rejonu Vojnik–Maganik) i zapadno od Nikšića. Naime, boksiti Kamenice (Đurakov do), Zagrada i Štitova imaju niže sadržaje Ni, Co, Zn, Mn i Zr od ležišta koja se nalaze zapadno od Nikšića (Crvena kita, Milovići i Bajov do).

Sr i P se izvrsno korelišu. Njihove najviše koncentracije se nalaze u donjim dijelovima rudnih tijela što ukazuje na njihovo slično geohemijsko ponašanje u procesu boksitizacije matičnog materijala. Utvrđeni ujednačeni sadržaji V, njegova korelaciona povezanost sa U, vezivanje u Fe mineralima i pojavljivanje u rezidualnim mineralima ukazuje na kompleksno geohemijsko ponašanje ovog elementa u procesu boksitizacije matičnog materijala. Može se pretpostaviti da boksiti Grebenika, sa povišenim koncentracijama V od 400 do 500 ppm, vode porijeklo od matičnog materijala koji je bio bogatiji ovim elementom i/ili na specifične uslove u toku stvaranja rudnih tijela ovog ležišta.

Razlike u sadržajima urana u pojedinačnim probama, i njihovim odnosima sa sadržajima V, Th i Mo, u boksitima sa stratigrafski različitih podina i sa različitim

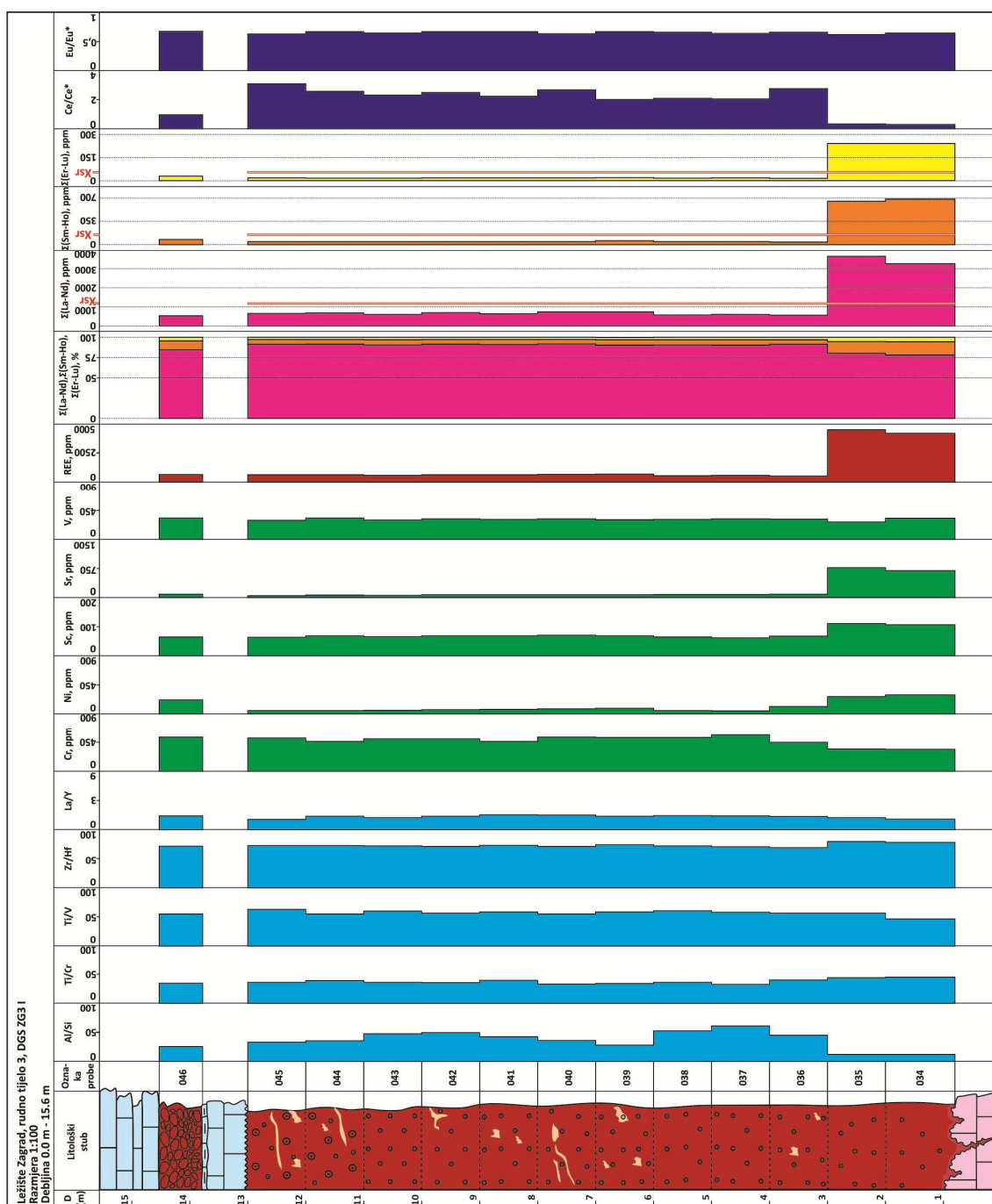


položajem u rudnim tijelima, možemo povezati sa lokalnim uslovima u toku formiranja pojedinih ležišta i/ili dostignutim stepenom boksitizacije matičnog materijala. Moguće je da je depozicija matičnog materijala počela u močvarnim, redukcionim uslovima ili, da su paleotereni na kojima su formirana ova ležišta bili morfološki niži sa višim nivoom podzemnih voda, što je uslovalo povećano koncentrisanje urana u pripodinskom dijelu boksitnih tijela. Drugo objašnjenje bi moglo biti da se uran, kao generalno mobilan u oksidacionoj sredini, tokom procesa boksitizacije alumosilikatnog materijala, transportuje kao uranil-jon i deponuje u donjem dijelu rudnih tijela primarnih boksita, na kontaktu sa podinskim karbonatnim sedimentima koji predstavlja geohemijsku barijeru. Sa početkom transgresije završava se migracija mikroelemenata u boksitnim tijelima. Mijenjaju se uslovi sredine iz oksidacionih u redukcione, što vjerovatno dovodi do blagog porasta prosječnog sadržaja urana u povlatnim boksitnim glinama i pretaloženim boksitima u odnosu na primarne boksite.

U gotovo svim karstnim boksitima stvorenim "in situ", boksitizacijom alumosilikatnog materijala koji je akumuliran u karstnim depresijama (Maksimović and Panto, 1991) pronađene su povišene koncentracije elemenata rijetkih zemalja. Oni preovlađuju u najnižim djelovima ležišta, što je direktno vezano sa procesom i stepenom boksitizacije alumosilikatnog materijala od kojeg su nastali boksiti. Povišene koncentracije REE u vezi su i sa rastvaranjem i odnošenjem silicije. Stepem boksitizacije i koncentracija REE zavisi od hemijskog i mineralnog sastava matičnog alumosilikatnog materijala, visine stuba ležišta, trajanja procesa boksitizacije, klimatskih i hidroloških uslova, kao i nivoa podzemnih voda, koji utiču na mobilnost elemenata. Formiranje autigenih REE fosfata je takođe otkriveno u krednim boksitima Kampanje (Mondillo et al., 2011).

Geohemiju elemenata rijetkih zemalja u karstnim boksitima rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, karakteriše izražena vertikalna distribucija, odnosno obogaćenje u pripodinskom i donjem dijelu ležišta i pojava, posebno onih formiranih na gornjem trijasu i lijasu. Ovakva distribucija REE, sa značajnim povećanjem sadržaja REE iz grupe Y, La i Sc, u pripodinskom dijelu rudnih tijela karakteristična je za primarna ležišta karstnih boksita. Očigledna visoka korelacija

između navedenih grupa REE [ $\Sigma$  (La–Nd),  $\Sigma$  (Sm–Ho) i  $\Sigma$  (Er–Lu)] ukazuje na njihovo zajedničko koncentrisanje u istim mineralima. Za ležište Zagrad 3, koje prema odnosu Al/Si pripada grupi najkvalitetnijih ležišta u Crnoj Gori, tipično je blago povećanje odnosa Zr/Hf i Ti/Cr u donjem dijelu rudnog tijela koje grade pelitomorfni boksiti sa pojavom vrlo rijetkih i sitnih olita (slika 8.2).

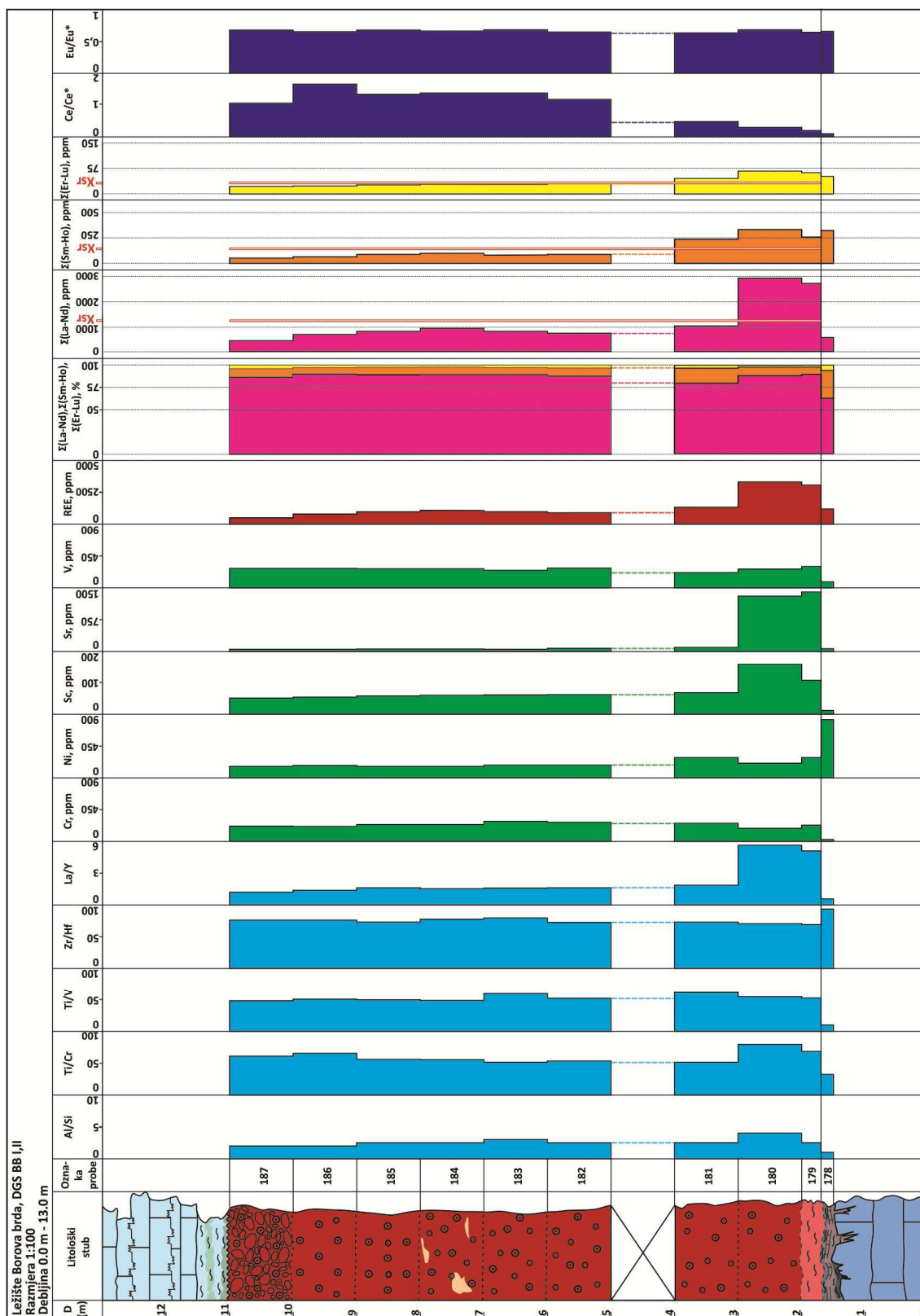


Sl. 8.2: Vertikalna distribucija odnosa i sadržaja karakterističnih makro i mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja u ležištu Zagrad

Niži Si modul i nešto niži sadržaji Cr, ujednačeni sadržaji V i veječnosti odnosa Y/La, povećane koncentracije Ni i Sc, a posebno Sr, kao i jasno izražene Ce anomalije, daju jasan geohemijski potpis ovom tipu ležišta karstnih boksita.

Boksite Borovih brda, međutim, u pripodinskom dijelu u odnosu na gornje nivoe, karakterišu povišeni: Si modul, odnosi Ti/Cr i La/Y, i sadržaji Sc i Sr. Blago su niže vrijednosti Cr i Ni, dok su vertikalna distribucija V i odnosi Ti/V i Zr/Hf ujednačeni u cijelom stubu. Posebno su povišene koncentracije REE iz grupe La,  $\Sigma(\text{La-Nd})$ , i blago povišene one vezane za grupe Y,  $\Sigma(\text{Sm-Ho})$  i Sc,  $\Sigma(\text{Er-Lu})$  (slika 8.3). U neposrednoj podini boksita nalaze se žutosmeđe i rumene boksitne gline koje se geohemijski ponašaju slično kao boksiti. Ispod njih se, u direktnom kontaktu sa lijaskim krečnjacima, nalaze tamnosmeđe i crne gline sa proslojcima tamnosivih krečnjaka obogaćene MnO (0,64 %) i Ni (826 ppm) kao i niskim sadržajima Ti i Zr i drugih imobilnih elemenata. Ove gline predstavljaju barijeru i omogućavaju koncentrisanje REE u podinskom dijelu boksitnog tijela. Na osnovu navedenog, u smislu razmatranja mobilnosti Ni, možemo zaključiti da je Ni znatno migrativniji od Cr, V i Co i da se u procesu dijageneze alumosilikatnog materijala bazičnog sastava ugrađuje i veže za minerale glina. Ranije je pokazano da povišene koncentracije Ni karakterišu boksite obrazovane na karbonatnoj podini lijaske i doger-oksfordske starosti.

Vertikalna distribucija i frakcionacija REE se ogleda u odnosu:  $\Sigma(\text{La-Nd})$ ,  $\Sigma(\text{Sm-Ho})$  i  $\Sigma(\text{Er-Lu})$ . U ovom smislu, postoje značajne razlike u ležištima Zagrada 3 i Borova brda, koja su odabrana za prikaz kao tipična ležišta nastala na karbonatima gornjotrijaske i lijaske starosti. Boksite iz oba ležišta karakteriše visoko učešće  $\Sigma(\text{La-Nd})$  u višim nivoima rudnih tijela od 80% do 90%. Boksiti Zagrada, međutim, u donjem dijelu, sa visokim koncentracijama REE ukupno, bilježe značajno veće sadržaje  $\Sigma(\text{Sm-Ho})$  do 700 ppm i  $\Sigma(\text{Er-Lu})$  do 200 ppm, dok učešće  $\Sigma(\text{La-Nd})$  pada na oko 75%. Boksite Borovih brda karakterišu anomalni sadržaju REE vezani uglavnom za  $\Sigma(\text{La-Nd})$  do 3000 ppm, koji čine i dalje više od 80% ukupnih REE.



Sl. 8.3: Vertikalna distribucija odnosa i sadržaja karakterističnih makro i mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja u ležištu Borova brda

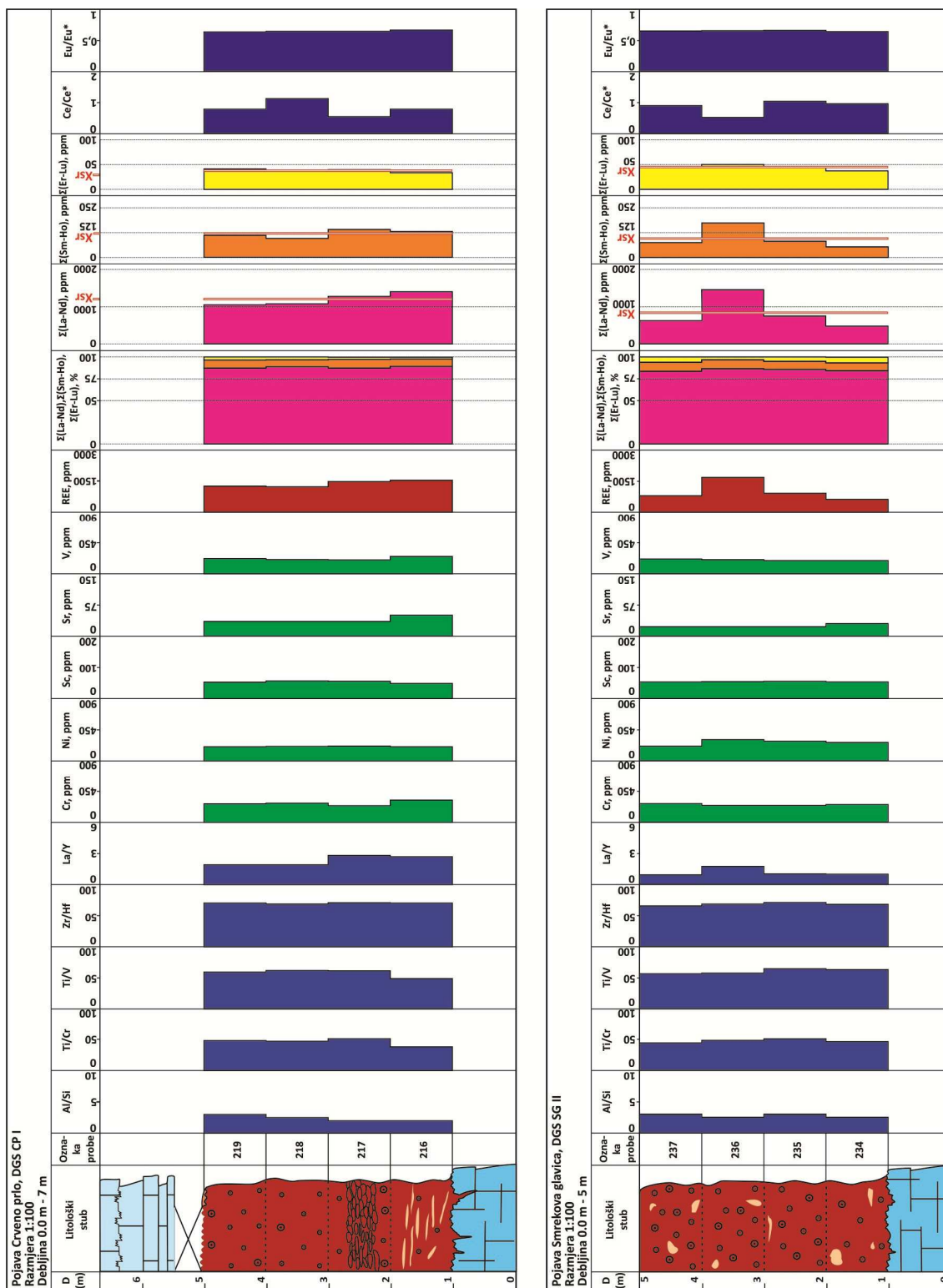
Prikazane sličnosti ukazuju na slične uslove koji su vladali tokom procesa formiranja ležišta boksita na tijaskoj i lijaskoj podini. Razlike su jasne u dijelu koji se odnosi na frakcionaciju REE, kao i na sadržaje i geohemijsko ponašanje prvenstveno Ni, ali i Mn, što, pored ostalog može ukazivati na različit izvorni materijal od kojeg su formirani proćavani boksiti .

Boksiti obrazovani na karbonatnoj podini doger–oksfordske starosti pokazuju drugačije geohemijske karakteristike. Karakteriše ih nizak Si modul što ih svrstava u nisko kvalitetne boksite kaolinitsko–bemitskog tipa. Na prikazanim primjerima pojava Crveno prlo i Smrekova glavica (slika 8.4), može se vidjeti da ovi boksiti imaju ujednačene odnose Ti/Cr, Ti/V, Zr/Hf i sadržaje Cr, Ni i Sc. Boksiti Crvenog prla su u donjem dijelu blago obogaćeni Sr i REE i to  $\Sigma$  (La–Nd). Boksiti Smrekove glavice, za razliku od prethodnih, povišen sadržaj REE imaju u gornjem dijelu stuba vezan za  $\Sigma$  (La–Nd) i  $\Sigma$  (Sm–Ho). Za ovaj nivo je karakteristične su negativne anomalije Ce, kao i povišen odnos La/Y.

Može se zaključiti da boksiti nastali na karbonatnoj podini doger–oksfordske starosti nijesu dostigli stepen boksitizacije kao oni sa lijaske i posebno sa gornjotrijaske podine. Ralozi mogu biti veštusuki: karakter podine odnosno niži stepen karstifikacije, položaj u odnosu na nivo pozemnih voda, dužina trajanja procesa boksitizacije, kao i različito porijeklo i sadržaj matičnog materijala.

Kako je navedeno u ranijim analizama možemo pretpostaviti da je matični materijal od kojeg su nastali boksiti na karbonatnoj podini doger–oksfordske starosti sadržavao Ni i magnezijske silikatne minerale, odnosno da geohemijska distribucija karakterističnih elemenata i njihovih odnosa u boksitima upućuje na porijeklo izvornog materijala iz ofiolitske zone.

Prisustvo rezidualnog i autigenog monacita i ksenotima jasno ukazuje da prvi REE minerali potiču iz primarnih izvora, dok su drugi formirani u prvim fazama boksitizacije, u oksidacionim uslovima (Maksimović and Panto, 1991). Niske koncentracije sumpora i pirita ukazuju da su u toku procesa boksitizacije matičnog materijala vladali oksidacioni uslovi.



Sl. 8.4: Vertikalna distribucija odnosa i sadržaja karakterističnih makro i mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja u pojavama Crveno prlo i Smrekova glavica



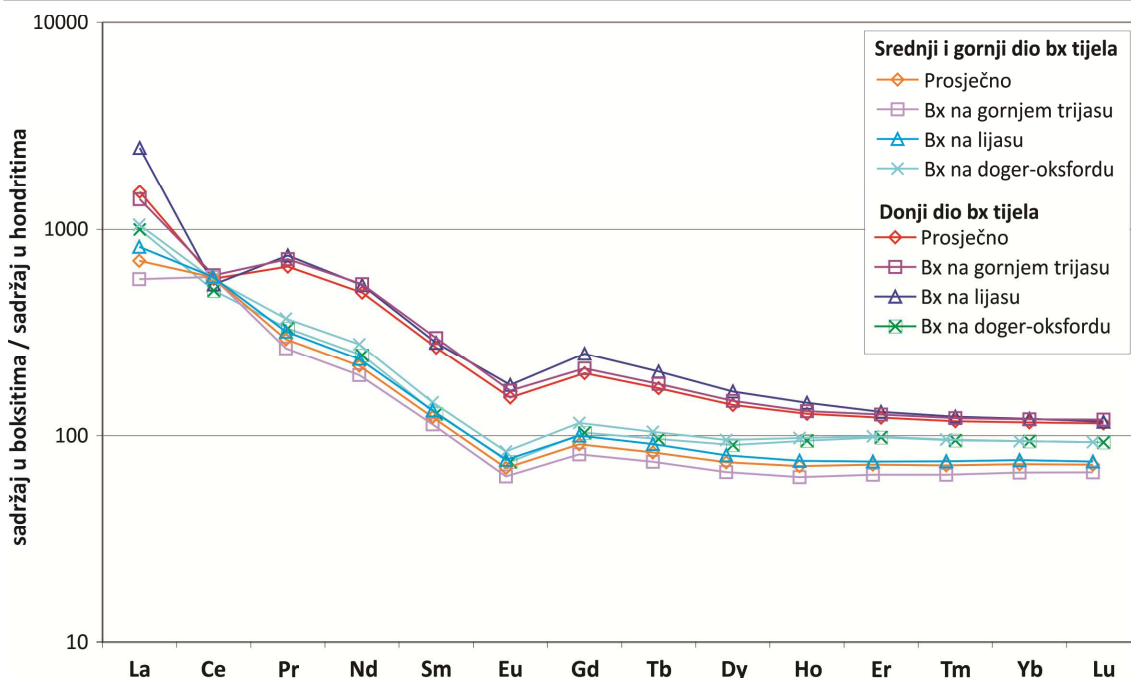
Elementi rijetkih zemalja mogu ulaziti u sastav različitih minerala: minerala glina, fosfata, Fe i Mn oksid/hidroksida, granata, cirkona, monacita, sfena (titanita). Takođe, koeficijent korelacije između odabranih glavnih oksida, mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja, može poslužiti za utvrđivanje minerala, vjerovatnih nosilaca REE (Hanilci, 2013).

Elementi rijetkih zemalja, izuzimajući Ce, ne pokazuju korelaciju sa Al niti sa Si što upućuje da minerali glina nijesu primarni izvor REE. Treba imati u vidu da je korelacija sa Al pod jakim uticajem dijagenetskih promjena, posebno u najnižim djelovima ležišta i pojava boksita, tako da nije moguće u potpunosti isključiti minerale glina kao potencijalni izvor REE.

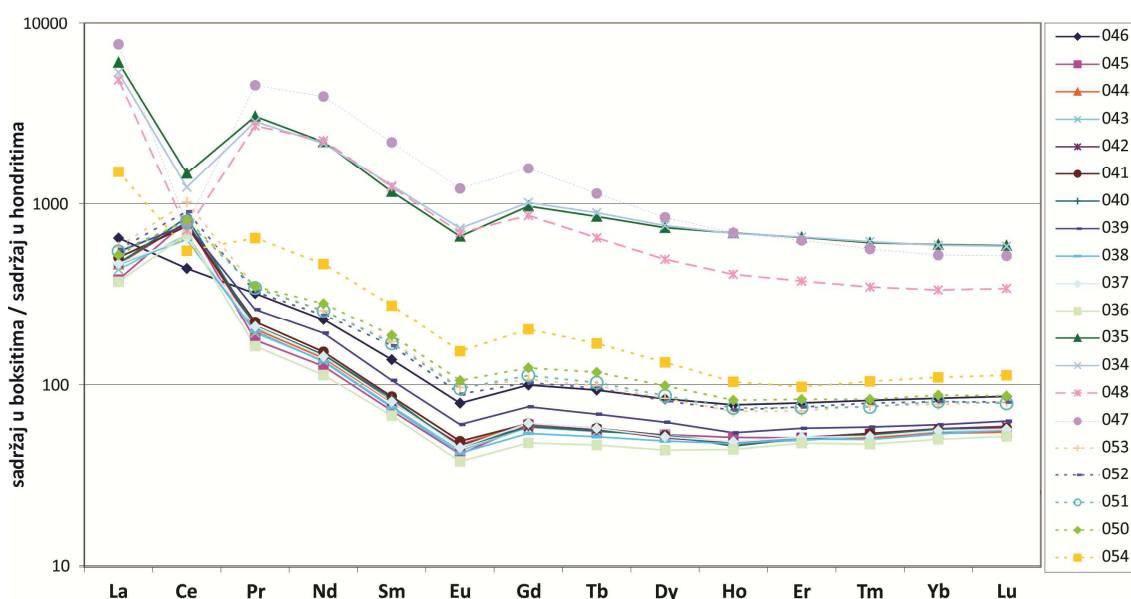
Slaba negativna korelacija REE sa Fe i nikakva sa Mn ukazuje da oksid/hidroksidi Fe i Mn nijesu izvor REE. Korelacija REE sa Nb, Ga, Zr, Ti, Th i Hf ne postoji što favorizuje monacit i teške akcesorne minerale kao nosioce REE. To je i dokazano prisustvom autigenog i rezidualnog monacita, kao jednog od minerala glavnih nosilaca REE u jurskim karstim boksitima rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica.

Veoma jaka pozitivna korelacija REE sa P i Sr ukazuje na važnu ulogu minerala fosfora kao glavnih minerala nosilaca REE. Negativna veoma slaba korelacija sa Rb, Cs i Ba kao i Si isključuje liskune/ilit kao moguće nosioce REE. Na osnovu svega navedenog, važno je veoma pažljivo korišćenje koeficijenta korelacije u slučaju kakav je intenzivna boksitizacije matičnog materijala i formiranje autigenih minerala nosioca REE.

Svi uzorci pokazuju negativnu Eu anomaliju (slika 8.5), sa relativno malim rasponom ( $Eu/Eu^* = 0,60-0,71$ , prosječno 0,66), kakva je situacija i u karstnim boksitima Turske (Hanilci, 2013). Ove vrijednosti su međutim niže kada ih uporedimo sa ležištem Nurra na zapadnoj Sardiniji, (Mameli et al., 2007), ili Apuljskim karstnim boksitima (Mongelli et al., 2014), što nam govori da je izvorni materijal od kojih su nastali jurski karstni boksiti u rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica bio manje bazičan.



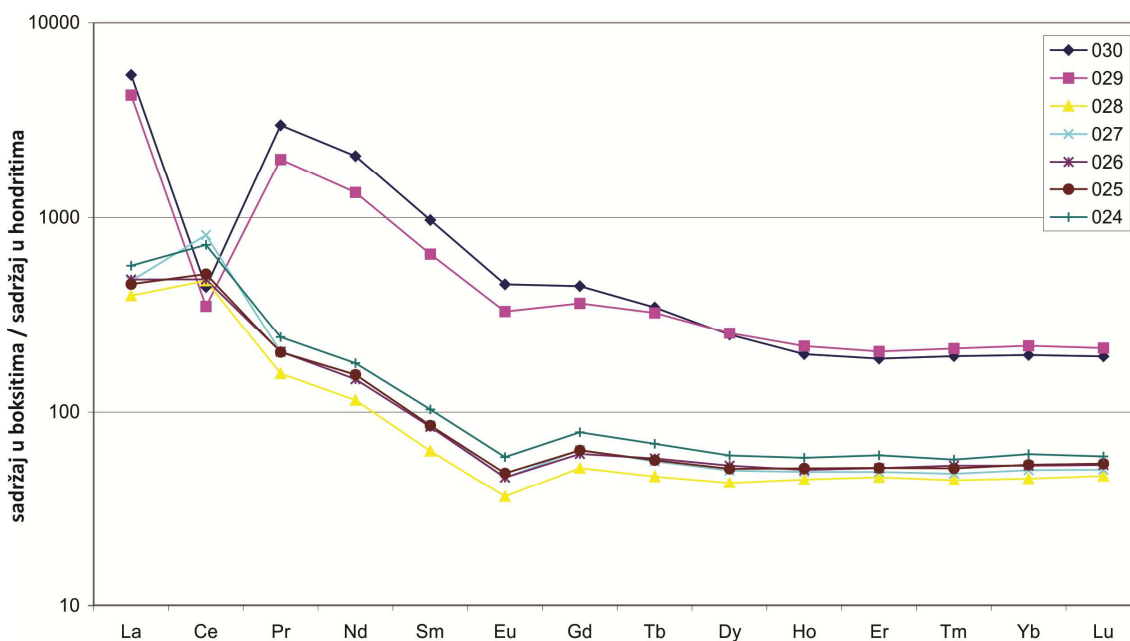
Sl. 8.5: Prosječne normalizovane vrijednosti REE, kriterijum položaj u stubu



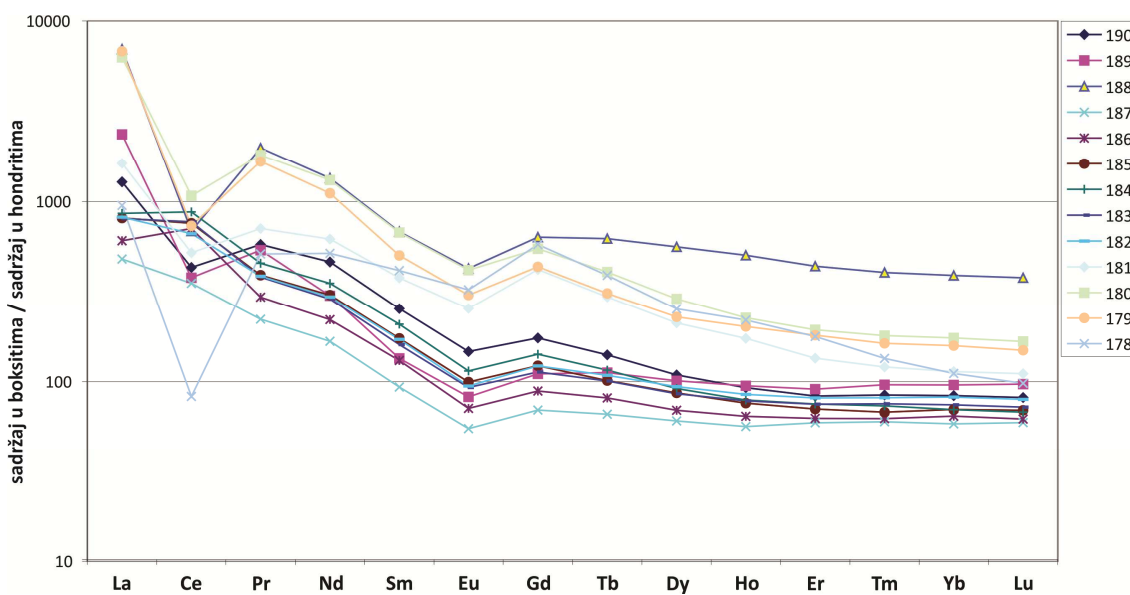
Sl. 8.6: Normalizovane vrijednosti REE, ležište Zagrad, rudno tijelo 3

Anomalije Ce u ležištima boksita rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica pokazuju dvojako ponašanje (slika 8.5). U srednjem i gornjem dijelu rudnih tijela, jurski boksiti pokazuju pozitivne Ce anomalije (raspon od 0,63 do 3,1, prosječno  $Ce/Ce^*=1,55$ ). Najizraženije anomalije ( $Ce/Ce^*>2$ ) su konstatovane u pojedinačnim uzorcima iz ležišta: Zagrad 3 i Liverovići 2 (slike 8.6 i 8.7), potom Biočki stan, Đurakov do, Štitovo 2, Bršno, Borova brda (slika 8.8) i Crvenjaci. Prosječno,

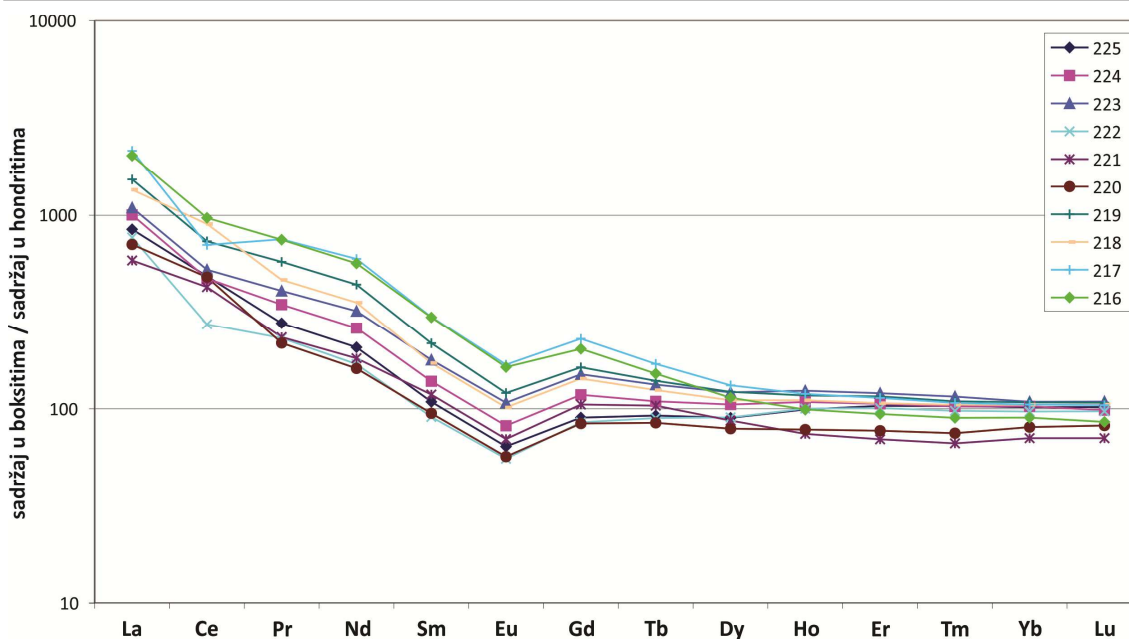
anomalija Ce/Ce\* je najizraženija u ležištima i pojavama boksita na trijaskoj podini (1.6); potom na lijaskoj (1.2), dok u boksitima na doger-oksfordskoj podini anomalija nije izražena (1.1) (slika 8.9).



Sl. 8.7: Normalizovane vrijednosti REE, ležište Liverovići, rudno tijelo 2



Sl. 8.8: Normalizovane vrijednosti REE, ležište Borova brda



Sl. 8.9: Normalizovane vrijednosti REE, pojava Crveno prlo

U donjem dijelu boksitnih tijela konstatovane su značajne negativne anomalije Ce (i do 2,77), što je najizraženije ( $Ce/Ce^* > 1.5$ ) u pojedinačnim probama iz ležišta: Liverovići 2 i Zagrad 3 (slike 8.6 i 8.7), Kutsko brdo (Crvene ornice, Palež i Lokve), Štitovo 1 i 2, Crvena rupa, Bršno, Javorak i Crvenjaci. Ako analiziramo prosječne vrijednosti, Ce anomalije nijesu značajno izražene (boksiti na trijasi 1,12 – raspon od 0,11 do 2,77, na lijasu 0,78 – raspon od 0,12 do 2,77 i na doger–oksfordu 0,95 – raspon od 0,60 do 1,30), što nas upućuje na zaključak da su negativne Ce anomalije vezane samo za pojedina ležišta i specifične uslove tokom boksitizacije matičnog materijala u njima. Tipični pretaloženi boksiti Zagrada 3 ne pokazuju anomalije ovog elementa ( $Ce/Ce^* = 0,97$ ) (Radusinović et al., 2017).

Frakcionisanje Ce u najgornjim djelovima boksitnih tijela detektovano je u velikom broju ležišta karstnih boksita Mediterana (Maksimović and Panto, 1991). Visoke pozitivne anomalije Ce u gornjim djelovima boksitnih tijela ukazuju da je do obogaćenja vjerovatno došlo tokom oksidacije  $Ce^{+3}$  u  $Ce^{+4}$  u pripovršinskim oksidacionim uslovima (Braun et al., 1990; Hanilçi, 2013, Mongelli et al., 2014). Obogaćenje REE i pojava negativnih anomalija Ce, u donjem dijelu boksitnih tijela, mogu biti posledica vezivanja REE za Fe okside iz procjednih rastvora koji su osiromašeni Ce i/ili remobilizacije Ce kao kompleksa fluorida u kisjelijim uslovima

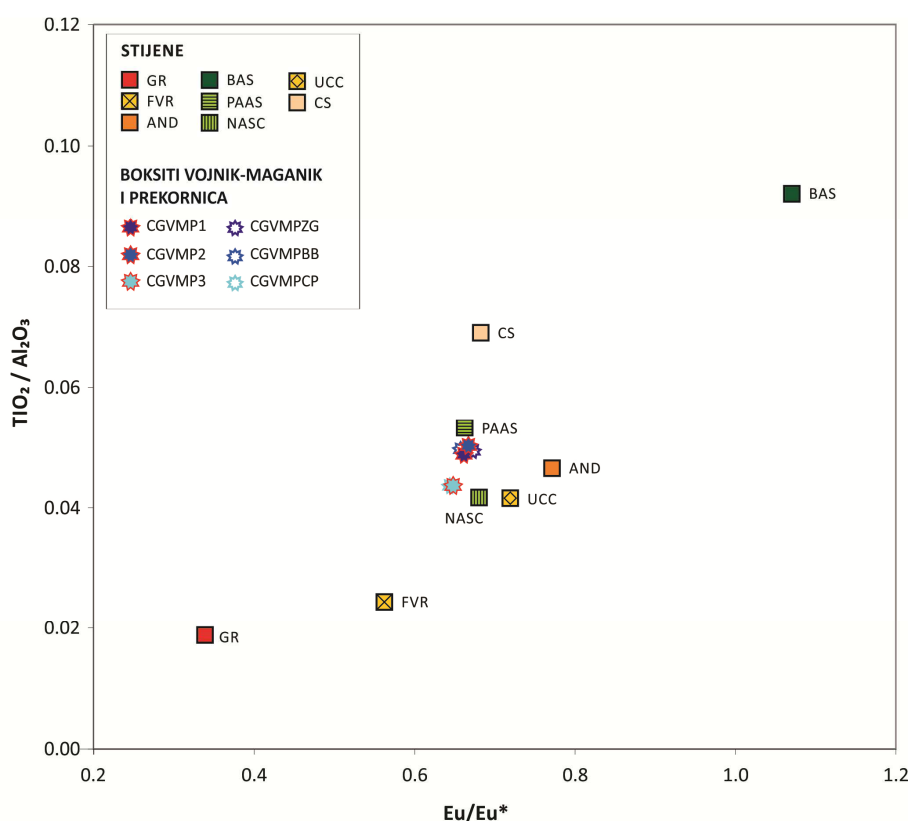
u najgornji dio ležišta i taloženje  $Ce^{+3}$ , u alkalnim uslovima blizu karbonata (Mongelli, 1997; Mongelli et al., 2014).

Geohemijsko ponašanje elemenata tokom procesa boksitizacije u ležištu Zagrad 3, na osnovu proračuna gubitka mase, pokazuje različito ponašanje tri grupe elemenata (Radusinović et al., 2017). Prvu grupu čine izluženi elementi: Si, Ba, Cs, Rb, Ga, U, V i Zr; drugu – elementi izluženi u gornjem dijelu i obogaćeni u donjem dijelu stuba: P, Fe i Sr; i treću – elementi obogaćeni u donjem dijelu: Ni, Co, Cr, Sc, Y i elementi rijetkih zemalja.

Na osnovu urađenih multivarijantnih statističkih analiza na podacima geohemijskih analiza boksita rejona Vojnik–Maganik i Prekornica može se zaključiti da su se u procesu boksitizacije matičnog alumosilikatnog materijala izlužili: Si, Na, K, Ba, Rb i Mg. U boksitima su se akumulirali: Al, Ti, Fe, Zr, Cr, Ga i Th, kao i U i V koji predstavljaju redoks indikatore. P, Sr, Sc su najbolje korelisani i sa njima Y i REE, što potvrđuje činjenicu dokazanu mineraloškim ispitivanjima, da su REE najvećim dijelom vezani za autigene i rezidualne minerale fosfora – monacit i ksenotim. Ova grupa elemenata je povezana je sa Ca, Ni, Co, i Mn. Ni i Co su uglavnom imobilni u procesu boksitizacije i geohemijski su povezani sa Mn, dok Ca pokazuje svojevrsne karakteristike i uglavnom je vezan za naknadnu infiltraciju površinskim vodama sa okolnih karbonatnih terena.

Takođe, utvrđeno je da se boksiti sa trijaske i lijaske podine razlikuju od boksita sa doger–oksforda. Boksiti sa trijaske, u odnosu na one sa lijaske podine su, u relativnom smislu, obogaćeniji karakterističnim elementima: Al, Cr, Fe, Ti, V i Ga. Elementi Ni i Co karakterišu boksite na lijasu i doger–oksfordu, što može ukazivati na nešto bazičniji sastav matičnog materijala, vjerovatano porijeklom od ofiolita. Primarne boksite karakteriše veći stepen boksitizacije matičnog materijala od pretaloženih boksita i povlatnih boksitnih glina, što se može zaključiti na osnovu sadržaja elemenata: Al, Fe, Ti, Cr, V, Zr, Hf, Cr, Pb, Nb i Ta. Pretaloženi boksiti sadrže više Ca, Na, Sr i Cd, u odnosu na boksitne gline koje karakteriše prisustvo Mg, Co i posebno U, Mo i As, što ukazuje na redukcione uslove u prvim fazama transgresije.

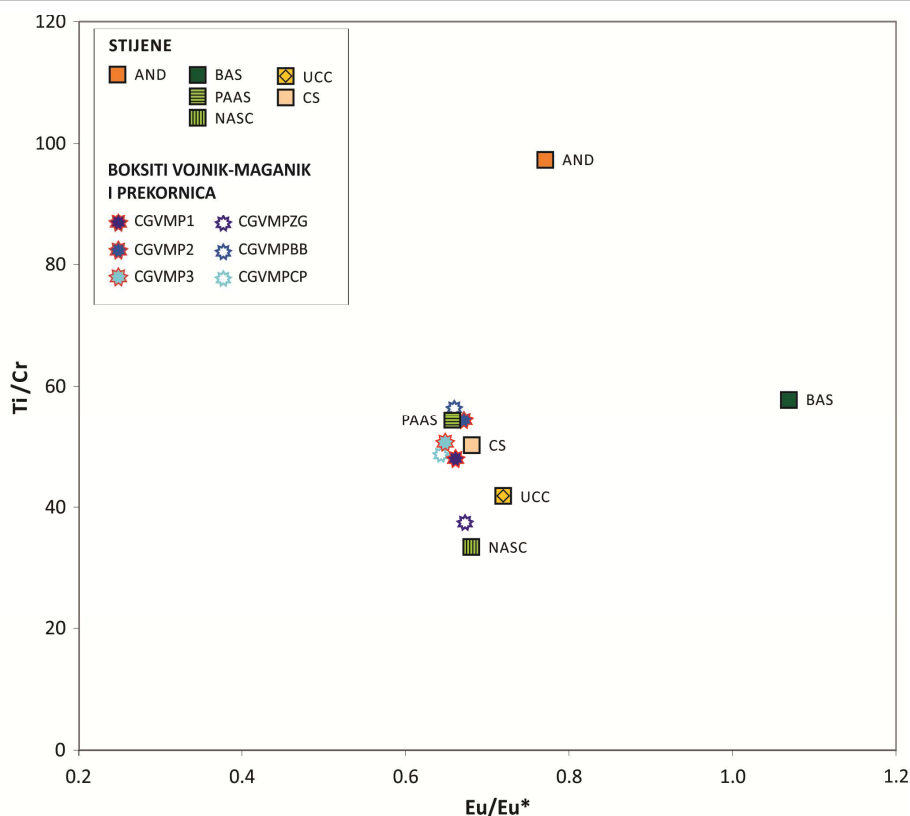
Litostratografske i paleogeografske činjenice ne podržavaju ideju razvijenog fluvijalnog sistema kojim je bilo moguće transportovati primarni materijal u formirane karstne depresije. Izvorni materijal vjerovatno potiče od stijena alumosilikatnog sastava, odnosno od vulkanskog pepela i/ili od materijala sa kora raspadanja formiranih na alumosilikatnim stijenama različite geneze. Matični materijal od koga su nastali boksiti u karstu transportovan je eolskim putem, bilo da potiče sa kora raspadanja ili od vulkanskog pepela.



Sl. 8.10: Binarni dijagram  $Eu/Eu^*$  i  $TiO_2/Al_2O_3$ . Boksiti rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica: CGVMP1–prosječno ležišta na trijasu, CGVMP2–lijasu i CGVMP3–doger-oksfordu; CGVMPZG–Zagrad 3, CGVMPBB–Borova brda i CGVMPCP– Crveno prlo. PAAS–Posle arhajski australijski škriljci; NASC–Sjevernoamerički škriljci-kompozit; UCC–Gornja kontinentalna kora; AND–Andeziti; CS–Kratonski pješčari; GR –Graniti; BAS–Bazalti; FVR–Felzične vulkanske stijene (Condi, 1993), isto za slike: 8.11 i 8.12

Vrijednost  $Eu/Eu^*$  u odnosu na  $TiO_2/Al_2O_3$  (slika 8.10) indicira škriljce, stijene gornje kontinentalne kore i andezite kao moguće matične stijene. Na osnovu binarnog dijagrama  $Eu/Eu^*$  i  $Ti/Zr$ , kao matične stijene moguće su još i stijene sastava kratonskih pješčara (slika 8.11).

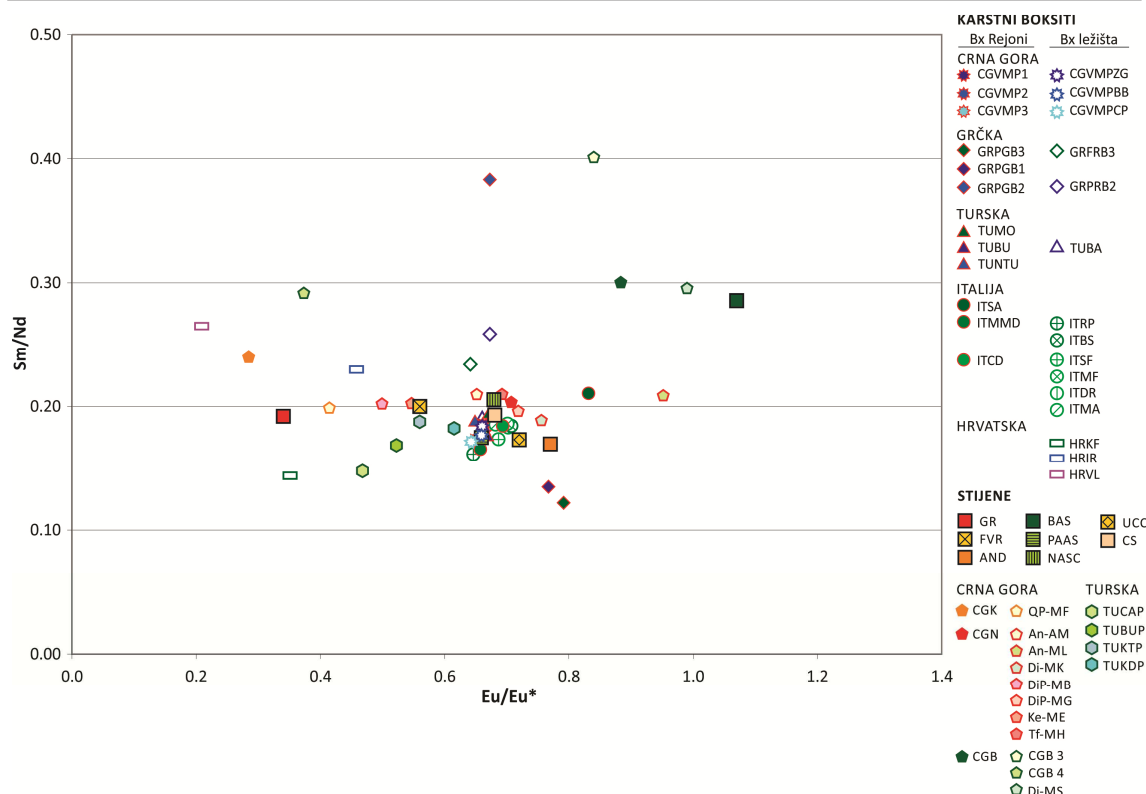




Sl. 8.11: Binarni dijagram  $Eu/Eu^*$  i  $Ti/Cr$ . Binarni dijagram  $Eu/Eu^*$  i  $TiO_2/Al_2O_3$ . Boksiti rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica: CGVMP1–prosječno ležišta na trijasu, CGVMP2–lijasu i CGVMP3–doger–oksfordu; CGVMPZG–Zagrad 3, CGVMPBB–Borova brda i CGVMPCP–Crveno prlo

Binarni dijagram  $Eu/Eu^*$  u odnosu na  $Sm/Nd$  obuhvata obrađene literaturne podatke za mezozojske karstne boksite Grčke, Turske, Italije, Hrvatske i Crne Gore, kao i prosječne vrijednosti i odnose sa mogućim izvorišnim stijenama ili "protolitima" (slika 8.12).

Kada su u pitanju navedeni odnosi elemenata rijetkih zemalja, podaci pokazuju "bliskost" jurskih karstnih boksita rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, sa jurskim karstnim boksitima Turske (Hanilçi, 2013) i krednim karstnim boksitima Italije (onih iz Matese Mts. i Caserta područja) (Boni et al., 2013), kao i razlike u odnosu na ostale analizirane boksite. Od jurskih karstnih boksita Grčke najbliži su boksiti horizonta B1, koji su stvoreni na karbonatnim sedimentima lijaskе starosti Parnassos–Ghiona geotektonske zone (Deady et al. 2014). Karstni boksiti Hrvatske su na dijagramu udaljeni zbog nižeg odnosa  $Eu/Eu^*$ , a od njih, najbliži su jurski karstni boksiti iz ležišta Rovinj na Istri.



Sl. 8.12: Binarni dijagram  $Eu/Eu^*$  i  $Sm/Nd$

**GRČKA:** GRNX–Grčka: Naxos Islands, trijaski boksiti (Maksimović, 2010 prema Maksimović and Buser, 2008). GRPGB1–Jurski bx na lijasu; GRPGB2–jurski bx na gornjoj juri; GRPGB3–kredni Bx na Donjoj kredi, Parnassos–Ghiona geotektonska zona, Grčka, jurski bx B1 i B2, i kredni bx B3, (Deady et al., 2014). GRPRB2–Prossorema, Jurski bx na lijasu; GRFRB3–Frussia, kredni Bx na donjoj kredi, Parnassos–Ghiona, Grčka, jurski bx B2 i kredni bx B3, (Laskou and Economou–Eliopoulos, 2013)

**TURSKA:** TUDO–Doğankuzu Turska, kredni bx, (Öztürk et al., 2002). TUMO–AB prosječne vrijednosti bx, Mortas distriht, kredni boksiti, (Karadağ et al., 2009). TUTKD– Bolkardaği jedinica, trijaski bx; TUBU– Bolkardaği jedinica, jurski bx: TUBP–Baharparinari ležište, TUKM– Kemiklitepe ležište, TUAC– Arpacukururu ležište; TUNTU–Namtun tektonska jedinica, jurski bx: TUCA– Camizalani bx zona, TUKT– Karatas ležište, TUKK– Karakuyu bx zona, TUBA– Boluardic ležište. TUTKDP– Bolkardaği jedinica, protoliti–permski škriljci i rekrystalisali krečnjaci, TUBUP– Bolkardaği jedinica, protoliti–gornjotrijaski filiti–škriljci, rekrystalisali krečnjaci i dolomiti: TUCAP– Camizalani bx zona, protoliti, TUKTP– Karatas ležište, protoliti: TUNTUP–Namtun tektonska jedinica, protoliti–gornjotrijaski filiti i meta–škriljci, (Hanilci, 2013)

**ITALIJA:** ITSA–Spinazzola, Apulja, južna Italija, kredni boksiti (Mongelli et al., 2014). ITMMD–Matese Mts. područje, prosječno, Južni Apenini, Italija, kredni boksiti: ITRP– Regija Piana, Matese Mts. područje, ITBS–Bocca del Selva, Matese Mts. područje. ITCD–Caserta područje, prosječno, Južni Apenini, Italija, kredni boksiti: ITSF– San Felice, Caserta područje, ITMF– San Felice–Monte Fosco, Caserta područje, ITDR–Dragon, Caserta područje, ITDR–Maiorano, Caserta područje (Boni et al., 2013)

**HRVATSKA:** HRVL– Vrace, Lika, Hrvatska, trijaski boksiti, HRIR–Istra, Rovinj, jurski boksiti, HRKF– Kordun, Frketić, Hrvatska, kredni boksiti (Crnički, 1987)

**SRBIJA:** SRPO–Rudno polje Počuta, kredni boksiti Srbija; SRTA–Rudno polje Tara, kredni boksiti Srbija; SRMA–Rudno polje Mačkat, kredni boksiti Srbija; SRGR–Rudno polje Grebnik, kredni boksiti Srbija; SRBA–Rudno polje Babušnica, kredni boksiti Srbija, (Timotijević, 2001)

**SLOVENIJA:** SLKG–Slovenija: Kopitov Grič, trijaski boksiti; SLLO– Slovenija, Jurski boksiti (Maksimović, 2010 prema Maksimović and Buser, 2008)

**BOSNA I HERCEGOVINA:** BHGJ–Bosna i Hercegovina, Bjelaj, trijaski boksiti (Maksimović, 2010, prema Maksimović and Buser, 2008)

**CRNA GORA:** CGGPP–Crna Gora: Gornje polje, Piva, trijaski boksiti (Maksimović, 2010 prema Maksimović and Buser, 2008). VMPZAT– Zagrad 1, trijaski boksiti ; VMPZBT– Žljebovi–Bršno, trijaski boksiti ; VMPBZT– Borje–Zagrad, trijaski boksiti ; VMPMIT– Miljevac–Ž.G., trijaski boksiti; VMPGBT– Gornje Blace, trijaski boksiti; VMPSPT– Sr. Ponikvica, trijaski boksiti (Pajović i sar., 2016). CGK – Crna Gora kisjele stijene, prosječno, QP–MF– silifikovani kvarc–porfiriti; CGN – Crna Gora neutralne stijene, prosječno, An–AM– andeziti Kufin, An–ML – andeziti Krnja jela, Di–MK – silifikovani dioriti Konjusi, DiP–MB – diorit–porfiriti Konjusi, DiP–MG – silifikovani diorit–porfiriti Krnja jela, KE–ME – keratofiri Berane, Tf–MH – litoklastični tufovi Berane; CGB – Crna Gora bazične stijene, prosječno, Di–MS – dijabazi Varine (Vukotić, Dragović, 1982). CGB3 – bazalti sjeverne padine Moračke kape, CGB4 – bazalti sjeverne padine Moračke kape (Karamata et al., 2010)

**Rejoni Vojnik–Maganik i Prekornica,** jurski boksiti: CGVMP1–prosječno ležišta na trijasu, CGVMP2–lijasu i CGVMP3–dogeroksfordu; Ležišta: CGVMPZG–Zagrad 3, CGVMPBB–Borova brda i CGVMPCP– Crveno prlo (Radusinović, 2015).

**PAAS–**Posle arhaiski australijski škriljci; **NASC–**Sjevernoamerički škriljci–kompozit; **UCC–**Gornja kontinentalna kora; **AND–**Andeziti; **CS–**Kratonski pješčari; **GR –**Graniti; **BAS–**Bazalti; **FVR–**Felzične vulkanske stijene (Condi, 1993)

Kao i na prethodnim dijagramima (slike 8.10 i 8.11) odnos  $Eu/Eu^*$  i  $Sm/Nd$  indicira stijene sastava kao što ih imaju škriljci, stijene gornje kontinentalne kore, kratonski pješčari i prosječni andeziti, kao moguće izvorišne stijene koje su dale materijal za nastanak karstnih boksita. Graniti su lijevo a bazalti u gornjem desnom djelu dijagrama, što se može interpretirati kao povezanost karstnih boksita sa intermedijarnim stijenama. Na ovakvo razmišljanje upućuje položaj odnosa  $Eu/Eu^*$  i  $Sm/Nd$  u kisjelim, neutralnim i bazičnim stijenama u Crnoj Gori (Vukotić i Dragović, 1982; Karamata et al., 2010). Naime, neutralne stijene andezitskog i dioritskog sastava i litoklastični tufovi su po ovom odnosu najbliži jurskim boksitima rejon rejon Vojnik–Maganik i Prekornica. Bazične stijene su udaljene i to, u osnovi, po višim vrijednostima odnosa  $Sm/Nd$  (oko 0,3 i više).

Kada navedenom dodamo odnose jurskih karstnih boksita Turske sa "protolitima" od kojih su nastali, binarni dijagram pokazuje realtivnu bliskost "protolita", pomjerenu ulijevo zbog nižeg odnosa  $Eu/Eu^*$  u "protolitima". Prema tumačenju geneze karstnih boksita turskih istraživača, za jurske boksite Bolkadaği rejon matične stijene su gornjotrijaski filiti–škriljci, meta–škriljci, rekristalisali krečnjaci i dolomiti, (Hanilçi, 2013) za kredne boksite ležišta Mortaş – filiti i dolomiti (Karadağ et al., 2009), i za kredne pretaložene boksite ležišta Doğankuzu i Mortaş u Tauridima – alumosilikatne stijene koje su bliže argilitskim sedimentnim stijenama, granitima bogatim liskunima ili gnajsu, (Öztürk, 2002).

Karstni boksiti Grčke nastali na donjoj juri (GRPB1) su bliži krednim boksitima (GRPB2), ostalim jurskim boksitima i neutralnim stijenama, a od navedenih ih razlikuju niže vrijednosti odnosa  $Sm/Nd$ . Suprotno ovom, povišen odnos  $Sm/Nd$  kod boksita na srednoj juri (GRPB2) ih približava bazičnim stijenama, kao mogućim izvorišnim stijenama za ove boksite. Na to upućuju i relativno visoki sadržaji Ni i Cr u grčkim boksitima (Laskou and Economou–Eliopoulos, 2012).

## 9. GENETSKI MODEL JURSKIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA

Većina istraživača saglasni su da su lateritski boksiti obrazovani "*in situ*", od alumosilikatnih magmatskih, sedimentnih i metamorfnih stijena, na kopnu, u uslovima vlažne tropske i subtropske klime. Za razliku od lateritskih, geneza karstnih boksita je još uvijek sporna u pogledu: mjesta boksitizacije, porijekla matičnog materijala i njegovog transporta na karstne prostora. U potpoglavlju 1.6 ove teze dat je prikaz različitih hipoteza o genezi ležišta karstnih boksita, a ovdje je posvećena pažnja genezi jurskih karstnih boksita, uključujući genetske specifičnosti ležišta i pojava boksita na istraživanim rejonima Vojnik-Maganik i Prekornica.

Genetski model karstnih boksita u Crnoj Gori razradili su Pajović (2000, 2000a, 2009), Pajović i Radusinović (2005). Pored toga, posljednjih desetak godina, kroz realizaciju ranije navedenih istraživačkih projekata i rada na ovoj tezi, izvršena su obimna geološka, hemijska, geohemijska i mineraloška ispitivanja svih ležišta i pojava na prostoru oba rudna reiona kojim su dobijeni brojni novi podaci i obogaćena saznanja i o genezi karstnih boksita.

### 9.1. GENETSKI MODEL OBRAZOVANJA CRVENIH KARSTNIH BOKSITA

Preduslov za nastanak boksita, lateritskih i karstnih, su: kopno i topla i vlažna tropska ili subtropska klima. Pri tome moramo imati u vidu da govorimo o kopnu izgrađenom od karbonatnih stijena. U kopnenim, subtropsko-tropskim uslovima

vlažne klime, vrši se karstifikacija karbonatnih formacija i formiranje depresija (vrtača, uvala i mikrokarstnih oblika), grebena i sličnih morfoloških oblika. Istovremenim strukturno–tektonskim procesima mijenja se i morfologija karbonatne platforme (u konkretnom slučaju Dinarske), kao i nivo podzemnih voda na kopnenim prostorima. Sve ovo ima za posledicu obrazovanje tzv. dubokog karsta u morfološki uzdignutim terenima i plitkog karsta u zaravnima, odnosno morfološki nižim terenima.

Na formirane paleokarstne prostore prispio je alumosilikatni materijal, eolskim putem. Mnogi naučnici smatraju da je ovaj transport bio vodenim putem – rijekama, bilo da je u pitanju alumosilikatni materijal, ili boksitni materijal. Međutim, na prostoru Dinarida, nijesu pronađeni oblici hidrografske mreže, kao ni prateći aluvijalni sedimenti karbonatnog sastava. Takođe, nepravilan raspored svih nalazišta boksita nema sliku hidrografske mreže. Dakle, eolskim putem je bio jedino moguć transport alumosilikatnog materijala na karstne prostore. Po prispjeću takvog materijala u kišnim periodima vršeno je spiranje takvog materijala u najbliže depresije, bilo da je u pitanju vulkanski pepeo ili alumosilikatna prašina sa kora raspadanja, gdje je izvršena njegova boksitizacija. U prilog ovom shvatanju je i činjenica da se zatvorene depresije jedino formiraju na karbonatnim terenima, a nema ih na terenima izgrađenim od vulkanskih ili terigenih sedimentnih i metamorfnih stijena.

Nakon prispjeća alumosilikatnog materijala na karstne prostore, i njegove akumulacije u karstne depresije, dejstvom toplih kiša vršena je hidratacija i hidroliza matičnog materijala i stvaranje oksid–hidroksida Al, Fe i Ti, odnosno – stvaranje primarnih ležišta boksita. Kvalitet takvih ležišta zavisi od: sastava matičnog materijala, dužine trajanja procesa boksitizacije, nadmorske visine u periodu formiranja ležišta, nivoa podzemnih voda, stepena paleokarstifikacije podinskih karbonata i drugih, uglavnom lokalnih uslova.

Novostvorena primarna karstna ležišta boksita usled tektonskih i/ili erozionih procesa, mogu biti dijelom ili potpuno razorena i pretaložena. Tada se formiraju deluvijalno (koluvijalna) ili pretaložena ležišta u rijekama, jezerima ili čak u moru.

Ovo su četiri genetska tipa ležišta crvenih karstnih boksita, koji su analogni istim genetskim tipovima lateritskih ležišta boksita: a) reliktna (eluvijalna), b) koluvijalna, c) pretaložena u moru i d) pretaložena u rijekama i jezerima. Hemijski i mineraloški sastav takvih boksita, ali i njihove geohemijske, strukturno–teksturne i druge karakteristike mijenjaju se u odnosu na primarne boksita. U ovom radu je posebna pažnja posvećena i ovim pitanjima.

Ovakav genetski model karstnih boksita zahtijeva dodatna dokumentovana objašnjenja po svim bitnim pitanjima nastanka jurskih boksita u Crnoj Gori, odnosno na prostoru rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica. A to su: paleogeografski uslovi, porijeklo odnosno primarni izvori i mobilizacija korisne komponente, transport odnosno prenos matičnog materijala od mesta primarnih izvora do mesta obaranja, stvaranje primarnih rudnih koncentracija (obaranje korisne komponente), karakteristike primarnih i pretaloženih ležišta (postrudni procesi).

### **9.1.1. Paleogeografski uslovi**

Paleogeografska i geotektonska evolucija JI Dinarida, i posebno strukturno–tektonske jedinice Visokog krša u periodu od srednjeg trijasa do kraja krede, može se pratiti preko litofacijalnog razvoja gornjotrijaske karbonatne platforme, debljine od 400 do 600 m, na kojoj su taloženi uglavnom plitkovodni sedimenti u intervalu duboki subtajdal – supratajdal. Krajem gornjeg trijasa dolazi do mjestimičnog okopnjavanja i formiranja ostrvskih prostora. Prvo takvo karbonatno ostrvo na prostoru Crne Gore, formirano je na današnjem području Nikšićke Župe. Tokom lijaske i dogera – sve do starijeg oksforda, postepeno se izdižu ostrvski prostori, uslovljeni tektonskim razlamanjima SI i JI margina Dinarske karbonatne platforme (Dragičević i Velić, 2002; Vlahović et al., 2005 i dr.). Tako je, u starijem oksfordu, znatan dio prostora današnje Kučke i Starocrnogorske kraljušti bio kopno, sa karbonatima gornjotrijaske starosti u širem području Nikšićke Župe, zatim karbonatnim sedimentima lijaske i doger–oksfordske starosti, na ostalim kopnenim površinama. Ova emerzija trajala je od preko 40 miliona godina na trijaskim, a na oksfordskim svega oko 4 miliona godina – do mlađeg srednjeg



kimeridža, kada nastaje transgresija izazvana regionalnim tektonskim procesima, zatvaranjem Neotetisa (Golonka, 2004; Schmid et al., 2008; Tari, 2002 i dr.).

Iz navedenog jasno proizilazi da su trijaski karbonati na kopnu Nikšićke Župe bili najduže izloženi paleokarstifikaciji, manje lijaski, zatim dogerski a najmanje stariji oksfordski karbonatni tereni. Ova činjenica, kao i morfološka pozicija trijaskih terena, uslovili su, kako je naprijed navedeno, vrlo razuđen duboki karst na trijaskim, a manji stepen paleokarstifikacije na lijaskim, zatim terenima dogerske i oksfordske starosti. Na stepen karstifikacije takođe su bitno uticali tektonska polomljenost i visina nivoa podzemnih voda. Udruženi navedeni faktori, dakle, uslovili su različit stepen paleokarstifikacije: najviši na trijaskom, a najmanji na doger-oksfordskom paleoreljefu.

### 9.1.2. Porijeklo i transport matičnog materijala

U pogledu alumosilikatnog sastava stijena ili materijala od kojih su nastali boksiti – postoji skoro opšta saglasnost. Međutim, problem koji postoji vezan je za porijeklo takvog materijala od koga su nastali karstni boksiti. Takođe je evidentno da boksiti različite starosti i u različitim prostorima na svim kontinentima imaju donekle različit sastav matičnog materijala, što se uglavnom dokazuje prisustvom akcesornih minerala, kao i preko sadržaja mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja i njihovih odnosa (Šinkovec & Sakač, 1982; Šušnjara & Šćavničar, 1978; Cicmil, 1984, Vukotić i Dragović, 1981 i 1982; Crnički, 1987; Viers and Wasserburg, 2004; Crnički and Jurković, 1990; Maksimović and Panto, 1991; Evensen et al., 1978; Mameli et al., 2007; Mondillo et al., 2011; Mongelli et al., 2014; Öztürk et al.; 2002; Laskou and Economou-Eliopoulos, 2007; Schroll and Sauer, 1968).

Sličnost asocijacije akcesornih minerala u karbonatima podine i u boksitima, bio je glavni dokaz za većinu istraživača da boksiti nastaju upravo od alumosilikatnih minerala iz krečnjaka (koji se na površini akumuliraju hemijskom erozijom karbonatnih stijena). Uvjedljiv dokaz protiv ovakvog shvatanja pružio je *Vadasz, 1951* (u Janković, 1981), koji je izračunao da bi za stvaranje jednog ležišta, kao što je Iskasentđerdi u Mađarskoj, trebalo da se rastvori stub dolomita debljine od 1.185m – za period od 30 do 80, odnosno od 280 do 580 miliona godina, što ne

odgovara geološkoj situaciji ležišta boksita Mađarske i Mediterana. Međutim, još uvijek ima istraživača koji zastupaju slične ideje, kao npr., za karstne boksite Sardinije (MacLean et al., 1997) i boksite sjeverozapadnog Irana (Liaghat et al., 2003).

Imajući u vidu prethodna razmatranja, došlo se do zaključka da je alumosilikatni materijal na karstne prostore dospio eolskim putem, a prisustvo akcesornih minerala u karbonatnim stijenama podine i u boksitima ukazuje na permanentnu kontaminaciju okeanskih prostora sa eolskim produktima.

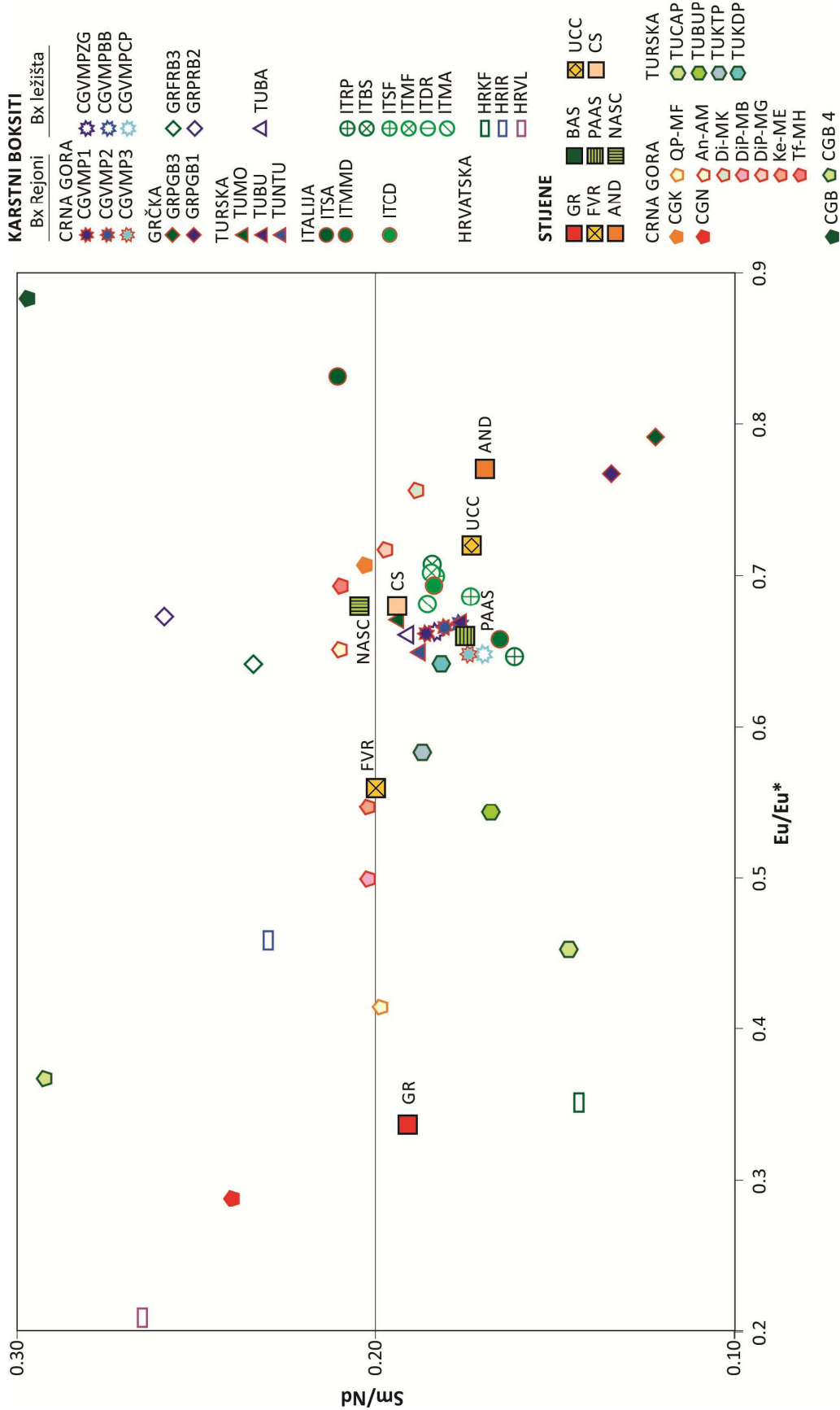
Naime, eolska prašina sadrži uglavnom alumosilikatne minerale koji su se istaložili u marinskim sredinama zajedno sa karbonatnim muljem, tako da je znatan dio minerala, posebno imobilnih, ostao u prvobitnom neizmijenjenom obliku. Taj proces se, dakle, odvijao kroz čitavu geološku istoriju. Mondillo et al., (2011) proučavali su ležišta krednih karstnih boksita formirana u toku emerzionih faza na Apeninskoj karbonatnoj platformi u regionu Kampanje. Kao značajnu ističu mogućnost da boksiti potiču od vjetrom donešenih piroklastita, koji su u vidu tankog pokrivača prekrili izolovani kopneni prostor izgrađen od karbonatnih stijena. Taj materijal je izložen lateritizaciji i lokalnoj remobilizaciji kao u slučaju boksita Jamajke. Kao indirektno dokaze za ovo razmišljanje navode glinovitu mineralnu asocijaciju i geohemiju ležišta boksita, koji odgovaraju mješanju karbonata i piroklastita andezitskog sastava. Interesantna je diskusija o laporcima "*livello a Orbitoline*", koje smatraju marinskim ekvivalentom boksita ovog regiona. Boksiti su stvarani na kopnu, a laporci u marinskoj sredini i imaju sličnu mineralošku signaturu. Autori odbacuju ideju da je izvorni materijal od kojeg su nastali boksiti mogao biti transportovan na platformu hidrografskom mrežom (površinskim tokovima) zbog izolovanosti ostrvskog/ih prostora odnosno paleogeografskih uslova tokom krede na ovim prostorima. Oni su "skloni" da se slože sa mišljenjem da je matični materijal od kojeg kasnije nastaju boksiti transportovan eolskim putem. Neki detritični minerali pronađeni u boksitima južne Italije mogu imati vulkansko porijeklo (cirkon, ilmenit, rutil, titanit) dok drugi mogu voditi porijeklo sa erodovanih kora raspadanja. U zaključku se autori

opredjeljuju za obje mogućnosti kada je u pitanju porijeklo izvornog materijala za stvaranje boksita.

Geohemijske karakteristike boksita takođe predstavljaju dokaz o porijeklu boksita, odnosno o njihovoj genetskoj povezanosti sa određenim vrstama magmatskih ili drugih alumosilikatnih stijena.

(Boni et al., 2012), na uzorcima boksita iz Caserta provincije, vrše datiranje cirkona sa namjerom da podrže tezu da je material od kojeg su nastali ovi kredni karstni boksiti vulkanskog porijekla. Prema ovim autorima, starost najmlađih cirkona ukazuje na vulkanizam iz perioda gornje krede ( $90 \pm 15$  mil. godina). Naglašavaju da paleogeografski uslovi južno italijanske karbonatne platforme i nepostojanje aktivnog vulkanizma u ovoj oblasti podržavaju interpretaciju da zrna cirkona potiču iz udaljenih magmatskih izvora i da su na prostor platforme donešeni vjetrom. Po ovom scenariju starija zrna cirkona predstavljaju ksenokristale, prvobitno ugrađene u krednu magmu, koji su eruptirali zajedno sa populacijom najmlađih cirkona. Ovo je vjerovatnije nego da ovi cirkoni potiču iz erodovanih stijena sa kopnenog prostora. Autori ipak ne isključuju i ovu mogućnost. Pored ostalog ističu da su još Bardossy et al., (1977) predložili vulkansko porijeklo boksita južne Italije na osnovu ograničenih i indirektnih dokaza i konstatuju da rezultati datiranja cirkona predstavljaju prvi suštinski dokaz da apeninski boksiti potiču od piroklastita – produkata krednog vulkanizma koji su vjetrom donešeni na kopnene prostore karbonatne platforme južnih Apenina.

Odnosi  $Eu/Eu^*$  i  $Sm/Nd$  u karstnim boksitima i matičnim stijenama, mogućim izvorima matičnog materijala, prikazan na slici 9.1, pokazuju da su jurski karstni boksiti reiona Vojnik–Maganik i Prekornica najsličniji jurskim karstnim boksitima Turske i krednim karstnim boksitima Italije. Prikazani odnosi indiciraju stijene sastava kao što ih imaju škriljci i pješčari, kao moguće izvorišne stijene. Dijagram, takođe upućuje na povezanost karstnih boksita sa magmatskim intermedijarnim stijenama.



Sl. 9.1: Binarni dijagram  $Eu/Eu^*$  i  $Sm/Nd$ , karstni boksiti i stijene

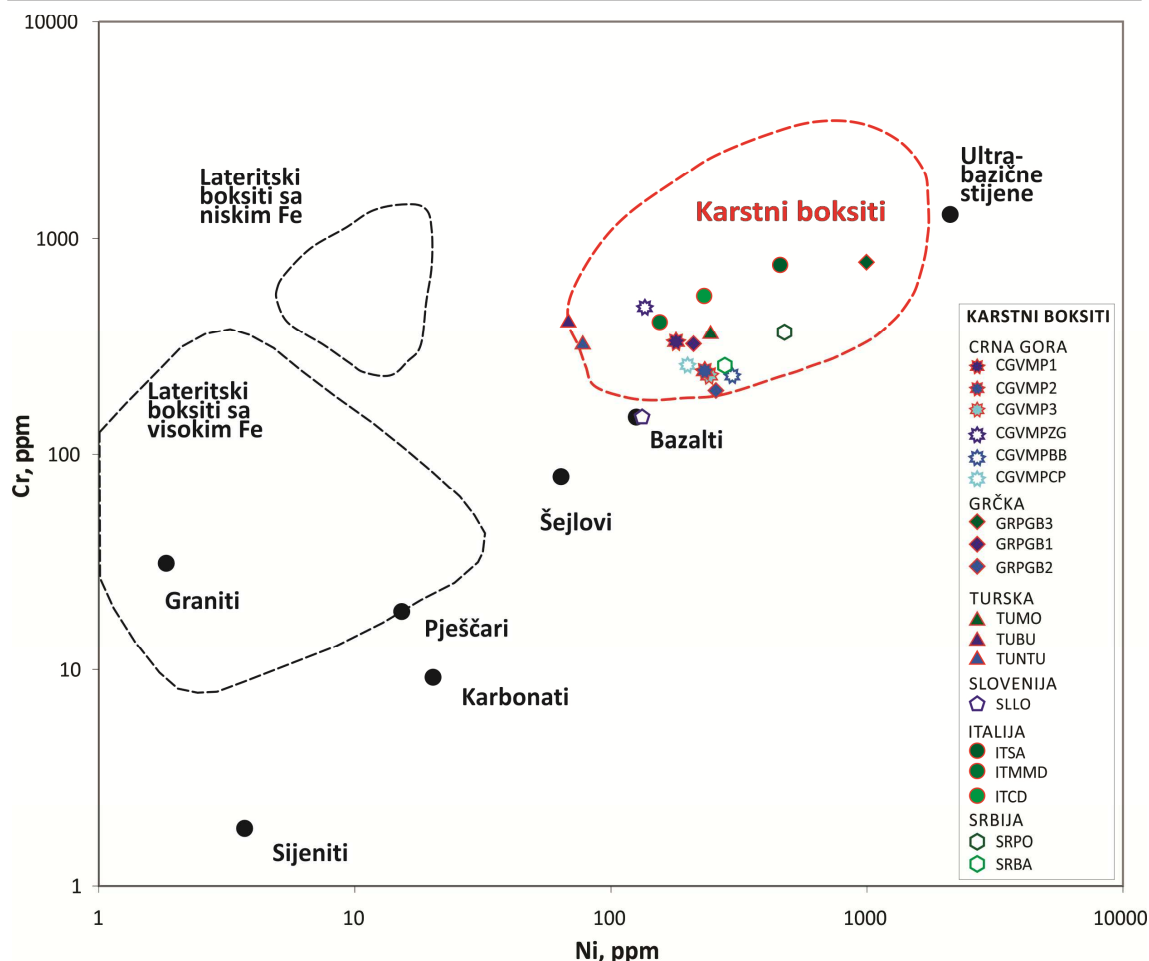
Legenda za sliku 9.1. **CRNA GORA: Rejoni Vojnik-Maganik i Prekornica**, jurski boksiti: CGVMP1–prosječno ležišta na trijasu, CGVMP2–lijasu i CGVMP3–doger–oksfordu; Ležišta: CGVMPZG–Zagrad 3, CGVMPBB–Borova brda i CGVMPCP– Crveno prlo (Radusinović, 2015); CGK – Crna Gora kisjele stijene, prosječno, QP–MF– silifikovani kvarc–porfiriti; CGN – Crna Gora neutralne stijene, prosječno, An–AM– andeziti Kufin, An–ML – andeziti Krnja jela, Di–MK – silifikovani dioriti Konjusi, DiP–MB – diorit–porfiriti Konjusi, DiP–MG – silifikovani diorit–porfiriti Krnja jela, KE–ME – keratofiri Berane, Tf–MH – litoklastični tufovi Berane; CGB – Crna Gora bazične stijene, prosječno, Di–MS – dijabazi Varine (Vukotić, Dragović, 1982). CGB3 – bazalti sjeverne padine Moračke kape, CGB4 – bazalti sjeverne padine Moračke kape (Karamata et al., 2010); **GRČKA**: GRPGB1–Jurski bx na lijasu; GRPGB3–kredni Bx na Donjoj kredi, Parnassos–Ghiona geotektonska zona, (Deady et al. 2014). GRPRB2–Prossorema, Jurski bx na lijasu; GRFRB3–Frussia, kredni Bx na donjoj kredi, Parnassos–Ghiona, Grčka, jurski bx B2 i kredni bx B3, (Laskou and Economou–Eliopoulos, 2012); **TURSKA**: TUMO prosječne vrijednosti bx, Mortas distrikt, kredni boksiti, (Karadağ et al., 2009). TUBU– Bolkardaği jedinica, jurski bx: TUNTU–Namtun tektonska jedinica, jurski bx; TUTKDP– Bolkardaği jedinica, protoliti–permski škriljci i rekrisralisali krečnjaci, TUBUP– Bolkardaği jedinica, protoliti–gornjotrijaski filiti–škriljci, rekristalisali krečnjaci i dolomiti; TUCAP– Camizalana bx zona, protoliti, TUKTP– Karatas ležište, protoliti, (Hanići, 2013); **ITALIJA**: ITSA– Spinazzola, Apulja, južna Italija, kredni boksiti (Mongelli et al., 2014). ITMMD–Matese Mts. područje, prosječno, Južni Apenini, Italija, kredni boksiti: ITRP– Regija Piana, Matese Mts. područje, ITBS–Bocca del Selva, Matese Mts. područje. ITCD–Caserta područje, prosječno, Južni Apenini, Italija, kredni boksiti: ITSF– San Felice, Caserta područje, ITMF– San Felice–Monte Fosco, Caserta područje, ITDR–Dragonu, Caserta područje, ITDR–Maiorano, Caserta područje (Boni et al., 2013); **HRVATSKA**: HRVL– Vrace, Lika, Hrvatska, trijaski boksiti, HRIR–Istra, Rovinj, jurski boksiti, HRKF– Kordun, Frketić, Hrvatska, kredni boksiti (Crnički, 1987); **PAAS**–Posle arhaiski australijski škriljci; **NASC**–Sjevernoamerički škriljci–kompozit; **UCC**–Gornja kontinentalna kora; **AND**–Andeziti; **CS**–Kratonski pješčari; **GR** –Graniti; **BAS**–Bazalti; **FVR**–Felzične vulkanske stijene (Condi, 1993)

Odavno je utvrđeno da boksitne formacije različite starosti imaju bitne razlike u sadržaju značajnog broja mikroelemenata (Maksimović, 1968, 1976, 1976a, 1987). Tako npr. najveći dio istraživača saglasan je da trijaski boksiti u Dinaridima potiču od trijaskih magmatskih stijena, a sličnost njihovih geohemijskih karakteristika bez sumnje to i potvrđuje.

Geohemijske karakteristike boksita na Zlatiboru i Grebničkoj planini u Srbiji, ukazuju na njihovu genetsku povezanost sa okolnim silikatnim stijenama bogatim aluminijumom i ultrabazično–bazičnim stijenama (Timotijević, 2001).

Odnos sadržaja Ni i Cr u boksitima ukazuje na karakter matičnog materijala. Prema binarnom dijagramu prikazanom u logaritamskoj skali (slika 9.2), jurski karstni boksiti rejona Vojnik–Maganik i Prekornica grupisani su u područje koje pripada karstnim boksitima, zajedno sa ostalim jurskim i krednim boksitima Turske, Grčke, Italije, Srbije i Slovenije.

Prikazani odnosi ukazuju da je porijeklo alumosilikatnog materijala vezano za stijene bazičnog (za jurske boksite), odnosno bazičnog do ultrabazičnog sastava (za kredne boksite).



Sl 9.2: Binarni diagram koncentracija Ni i Cr u boksitima i stijenama. Prema Schroll and Sauer, (1968).

**CRNA GORA:** *Rejoni Vojnik-Maganik i Prekornica*, jurski boksiti: CGVMP1–prosječno ležišta na trijasu, CGVMP2–lijasu i CGVMP3–doger–oksfordu; Ležišta: CGVMPZG–Zagrad 3, CGVMPBB–Borova brda i CGVMPCP– Crveno prlo (Radusinović, 2015); **GRČKA:** GRPGB1–Jurski bx na lijasu; GRPGB2–jurski bx na gornjoj juri; GRPGB3–kredni Bx na Donjoj kredi, Parnassos–Ghiona geotektonska zona, Grčka, jurski bx B1 i B2, i kredni bx B3, (Deady et al. 2014); **TURSKA:** TUMO– prosječne vrijednosti bx, Mortas distrikt, kredni boksiti, (Karadağ et al., 2009), TUBU– Bolkardaği jedinica, jurski bx, TUNTU–Namtun tektonska jedinica, (Haničič, 2013); **ITALIJA:** ITSA–Spinazzola, Apulja, južna Italija, kredni boksiti (Mongelli et al., 2014), ITMMD–Matese Mts. područje, prosječno, Južni Apenini, Italija, kredni boksiti, ITCD–Caserta područje, prosječno, Južni Apenini, Italija, kredni boksiti (Boni et al., 2013); **SRBIJA:** SRPO–Rudno polje Počuta, kredni boksiti Srbija, SRBA–Rudno polje Babušnica, kredni boksiti Srbija, (Timotijević, 2001); **SLOVENIJA:** SLLO– Slovenija, Jurski boksiti (Maksimović, 2010 prema Maksimović and Buser, 2008)

Prikazane analize na osnovu odnosa karakterističnih elemenata koji se u literaturi koriste za utvrđivanje porijekla matičnog materijala uključujući i veliki broj imobilnih elemenata, dakle, ne daju jednoznačne rezultate.

Ono što se sa sigurnošću može tvrditi je da odnos Ni i Cr, uzimajući u obzir i ranije komentarisane veću mobilnost Ni u procesu dijagenese matičnog materijala, jasno odvaja karstne boksite formirane u različitom geološkom vremenu (slika 9.3).





Naime, sadržaj Ni se povećava od starijih ka mlađim boksitima, što je i ranije utvrdio Maksimović (1976) proučavajući boksite od trijasko do eocenske starosti u Jugoslaviji i Grčkoj.

Na binarnom dijagramu su prikazani i obrađeni podaci brojnih autora (Öztürk et al., 2002; Hanilçi, 2013; Karadağ et al., 2009; Maksimović, 2010; Mongeli et al., 2014; Boni et al., 2013; Deady et al., 2014; Laskou and Economou-Eliopoulos, 2012; Radusinović, 2015; Pajović i sar., 2016), o mezozojskim karstnim boksitima Crne Gore, Grčke, Turske, Italije, Srbije, Slovenije i Bosne i Hercegovine. Potvrđena je teza o povećanju odnosa Ni i Cr počev od trijaskih, preko jurskih do krednih karstnih boksita.

Na osnovu navedenih, kao i brojnih drugih rezultata proučavanja od strane različitih istraživača, saglasni smo sa shvatanjem Pajovića (2000) da karstni boksiti potiču od vulkanskog pepela i/ili od materijala sa kora raspadanja formiranih na alumosilikatnim stijinama različite geneze.

U vezi sa matičnim materijalom od koga su nastali jurski karstni boksiti proučavanih boksitonosnih rejonu posebno je interesantno pitanje odakle potiče takav materijal. Proučavanjem paleogeografskih i paleotektonskih procesa u području Mediterana, i Dinarida kao segmenta Adrije, u toku jurske periode, došlo se do zaključka da nema konkretnih indicija da je zapadni Adrijski domen predstavljao mogući izvor alumosilikatnog materijala, te da izvorni materijal najvjerovatnije potiče iz istočnog domena odnosno Zapadnih vardarskih ofiolita.

U prilog tome je i činjenica, koju navode Schmid et al. (2008), da sjeverozapadni ofiolitski pojas Zapadnih vardarskih ofiolita karakteriše pojava matičnih stijena omotača – lertzolita, koje dominiraju i hacburgita koje se javljaju lokalno, ali i, istina relativno rijetko, efuzivnih stijena. Hacburgiti dominiraju i u sjeveroistočnom ofiolitskom pojasu Zapadnih vardarskih ofiolita, koji, za razliku od sjeverozapadnog, obiluje efuzivnim stijinama supra-subdukcione geohemijske signature. Većina autora koje citiraju, slaže se da su ofioliti zapadnog pojasa dominantno MOR-tipa (*mid-ocean ridge/srednjeokeanski greben*). Za razliku od zapadnog, ofioliti istočnog pojasa Zapadnih vardarskih ofiolita predstavljaju

supra-subdukcioni okeanski tip ofiolita ostrvskih lukova SSZ (*suprasubduction zone*/suprasubdukciona zona), sa pojavom efuzivnog vulkanizma. Starost ultrabazičnih i bazičnih plutonskih stijena ofiolita oba pojasa je srednje do gornjejurska (163–148 mil. godina), što odgovara periodu od keloveja do donjeg titona. Autori navode da je utvrđena starost metamorfnih stijena (*metamorphic sole*) u podini obdukovanih ofiolita srednje do gornjejurska, od 174 do 157 mil. godina, odnosno od alenskog (početak srednje jure) do oksfordskog kata (početak gornje jure).

Na kraju, u vezi transporta da dodamo da je većina istraživača saglasna da je boksitizacija alumosilikatnog materijala izvršena u paleodepresijama na karstu, te da su boksiti na karstu autohtone tvorevine. Istina, postoje ležišta boksita na karbonatnim stijenama koja su nastala od pretaloženih lateritskih boksita (Tihvinski tip boksita) u neposrednom susjedstvu, koja se, po našem mišljenju, pogrešno tretiraju kao karstna – jer nijesu nastala u karstnim uslovima.

Takođe, treba imati u vidu da su svi boksitonosni prostori u Dinaridima, tokom mezozoika i kenozoika, predstavljali ostrvske rijetko i poluostrvske prostore, bez razvijene hidrografske mreže, na koje je matični materijal za stvaranje boksita, prvenstveno piroklastični, jedino mogao da prisprije eolskim putem.

### **9.1.3. Nastanak primarnih ležišta karstnih boksita**

U uslovima tople i vlažne klima, u toku kišnih perioda, povremenim i bujičnim tokovima alumosilikatni materijal je spiran i akumuliran u formirane palokarstne depresije, gdje je vršena njegova boksitizacija. Ovo spiranje, obzirom na karstnu morfologiju, može biti samo lokalnog karaktera (u prečniku do nekoliko km).

Proces razlaganja i transformacije alumosilikatnog materijala započinje od momenta spiranja, i vrši se uz pomoć toplih kišnih voda procesima hidratacije i hidrolize (Hawkes & Webb, 1968). Suština ovog složenog fizičko-hemijskog procesa, koji se u literaturi naziva lateritizacijom, boksitizacijom i slično, sastoji se u razlaganju alumosilikata i iznošenja (odstranjivanja) natrijuma, kalijuma, kalcijuma, magnezijuma i silicijuma toplim atmosferskim vodama. Pri tome dolazi

do obrazovanja i nagomilanja oksida aluminijuma, gvožđa, titana i drugih elemenata hidroliziranih u vidu ostatka raspadanja (Bušinskij, 1971). Pored koncentracije Al, Fe i Ti, "...karstni boksiti predstavljaju hidrolizatne sedimente izuzetno obogaćene mikroelementima" (Maksimović & Dangić, 1988).

Stepen boksitizacije matičnog materijala akumuliranog na stratigrafski različitim podinama rudnih rejonova Vojnik–Maganik i Prekornica je različit. Razlike su evidentne i u ležištima nastalim na istoj podini, pa čak i u pojedinim djelovima većih ležišta. Među najznačajnijim faktorima koji utiču na stepen boksitizacije su karakter podine, odnosno stepen karstifikacije i ispucalosti podinskih karbonatnih stijena. Što je vodopropusnost podine veća, veća je i mobilnost atmosferskih voda, koje se procjeđuju kroz alumosilikatni materijal, proces brži i intenzivniji što, po pravilu, omogućava nastanak ležišta višeg kvaliteta sa visokim silicijskim modulom. Značajnu ulogu ima i nivo podzemnih voda, odnosno njegove oscilacije kao i Eh i pH uslovi (D'Argenio & Mindszenty, 1995). Prema proučenim karakteristikama boksiti rejonova Vojnik–Maganik i Prekornica, posebno oni formirani na trijaskoj, a dijelom i na lijaskoj podini, dominantno pripadaju "vadoznim boksitima", formiranim "in situ" na razvijenom paleoreljefu, iznad nivoa podzemnih voda, sa dominantnim bemitom nosiocem aluminijske i hematitne glavne mineralne faze gvožđa. Obogaćeni su "boksitofilnim" mikroelementima V, Co, Ni, Cr, Zr i elementima rijetkih zemalja, posebno u pripodinskim dijelovima boksitnih tijela. Sve ove karakteristike jasno ukazuju da se radi o primarnim ležištima karstnih boksita.

Kod proučavanja jurskih karstnih boksita u bazi rudnih tijela, odnosno na kontaktu sa karbonatnim paleoreljefom, redovno se nalaze breče ili komadi nezaobljenih ili poluzaobljenih krečnjaka koji su cementovani crvenim, rumenim, žutocrvenim ili žućkastim boksitnim vezivom. Ove breče Burić (1966) naziva "*podrudnim brečama*". Radi se o deluvijalnim brečama koje su nastale od komada krečnjaka transportovanih iz neposredne okoline, sa višim dijelovima paleoreljefa, a manjim dijelom i od eluvijalnog materijala formiranog "in situ" procesima karstifikacije, odnosno rastvaranjem krečnjaka. Iste su obrazovane prije ili na početku procesa akumulacije matičnog materijala od kojeg su nastali boksiti. Kaverne i pukotine u

paleoreljefu ispod boksitnog tijela takođe su zapunjene boksitnim materijalom pomiješanim sa komadima karbonatnih stijena. U dubljim djelovima ove zapune se gube.

Donji dio stuba boksitnih tijela izgrađuju najčešće crveni, žutocrveni ili rumeni boksiti sa "muglama" ili "proslojcima" bijelog boksita koji, u stvari, predstavljaju izbijeljene crvene boksite. U stubu dalje slijede tamnocrveni pelitomorfni boksiti, potom pelitomorfni boksiti sa sitnim oolitima i sitnooolitični boksiti sa rijetkom pojavom pizolita, onda oolitično-pizolitični, i, pri vrhu stuba, obično pizolitični, a mjestimično i konglomeratični boksiti, što je osnovna karakteristika ležišta boksita formiranih na dubokom, gornjotrijaskom paleoreljefu. Potrebno je napomenuti da je prelaz između navedenih strukturnih tipova u boksitnom tijelu nepravilan i postepen, što ukazuje da su isti nastali u procesu boksitizacije od relativno homogenog matičnog materijala.

Preko boksita, kod primarnih ležišta, tipična je i pojava boksitnih glina koje su nastale u prvoj fazi transgresije. Nedostatak ovih glina obično ukazuje na eroziju i pretaložavanje površinskih dijelova formiranih primarnih ležišta boksita. U zavisnosti od nadmorske visine i pozicije u paleoreljefu pojedinih ležišta u periodu prve faze transgresije, mogu da nastanu karbonatni sedimenti u smjeni sa pretaloženim obično smeđocrvenim boksitima, glinovitim boksitima i boksitnim glinama, smeđe rumene i žućkasto sive boje (slika 7.2). Ovaj model primarnih ležišta boksita u manjoj mjeri je izražen u ležištima i pojavama na karbonatnom paleoreljefu lijasko i posebno doger-oksfordske starosti.

Odstupanja od ovog modela su prisutna u ležištima boksita u nižim, tranzicionim djelovima paleoterena, gdje je, vjerovatno, nivo podzemnih voda bio visok (D'Argenio i Mindszenty, 1995). Boksitizacija matičnog materijala, kod većeg broja pojava nastalih na lijaskom i svih pojava na doger-oksfordskom paleoreljefu, izvršena je u manjem stepenu u odnosu na boksite iz morfološki viših dijelova terena, sa mnogo većim i izraženijim stepenom karstifikacije podinskih karbonatnih sedimenata (slike 7.18 –7.20).

Na različite uslove u kojima je vršen proces boksitizacije ukazuju hemijski i mineralni sastav primarnih boksita iz rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica.

- Najviši sadržaji aluminije i najniži sadržaji silicije su uočeni u boksitima formiranim na trijaskoj, potom doger–oksfordskoj i na kraju lijaskoj podini, što je direktna posledice ranije opisanih procesa i uslova u kojima se odvijala boksitizacija matičnog materijala.
- Sadržaj  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  je ujednačen i prosječno nešto veći u boksitima iz gornjih djelova stuba primarnih boksita.
- Boksiti formirani na trijasu imaju povišene koncentracije  $\text{CaO}$ , što je posledica infiltracije  $\text{Ca}$  u procesu boksitizacije.
- Povišeni sadržaji  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  i posebno  $\text{K}_2\text{O}$  karakterišu boksite sa lijaske podine i naglašeno boksite sa doger–oksforda, što ukazuje na niži stepen transformacije matičnog materijala.
- Oksidi  $\text{Ti}$ , kao imobilnog elementa, su prisutni u svim boksitima u ujednačenim koncentracijama.
- $\text{P}_2\text{O}_5$  pokazuje najveće koncentracije u boksitima iz donjeg dijela boksitnih tijela sa lijaske i trijaske podine, kao i elementi iz grupe REE, koji su dominantno vezani za minerale fosfora.
- $\text{MnO}$  i  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  karakterišu ujednačene prosječne koncentracije u svim boksitima.
- Prosječan gubitak žarenjem je u boksitima sa sve tri podine, i iz različitih djelova rudnih tijela, je ujednačen.

Mineraloškim ispitivanjem uzoraka jurskih karstnih crvenih boksita sa trijaskim, lijaskim i doger–oksfordskim karbonatnim sedimentima u podini, utvrđeno je prisustvo sledećih minerala i grupa minerala u ispitivanim boksitima:

- Al–hidroksidi – predstavljeni *bemitom* i vrlo podređeno *gibsitom*;
- Fe–oksi–hidroksidi – *hematit* i *getit*;
- minerali glina – *kaolinit*;
- minerali  $\text{TiO}_2$  sastava – *anatas*;
- fosfati sa REE: *monacit* i *ksenotim*; *REE karbonati–Ce* i *REE karbonati–Nd*;
- *ilmenit*; *magnetit*; *motramit*, *biotit*; *K–feldspat*;
- pojedini sulfidi i silikati; *cirkon* je redovno prisutan silikat.

Hidroksidi aluminijuma, oksi–hidroksidi gvožđa, minerali glina i  $\text{TiO}_2$  minerali predstavljaju glavne minerale boksita, dok su ostali minerali gotovo redovno



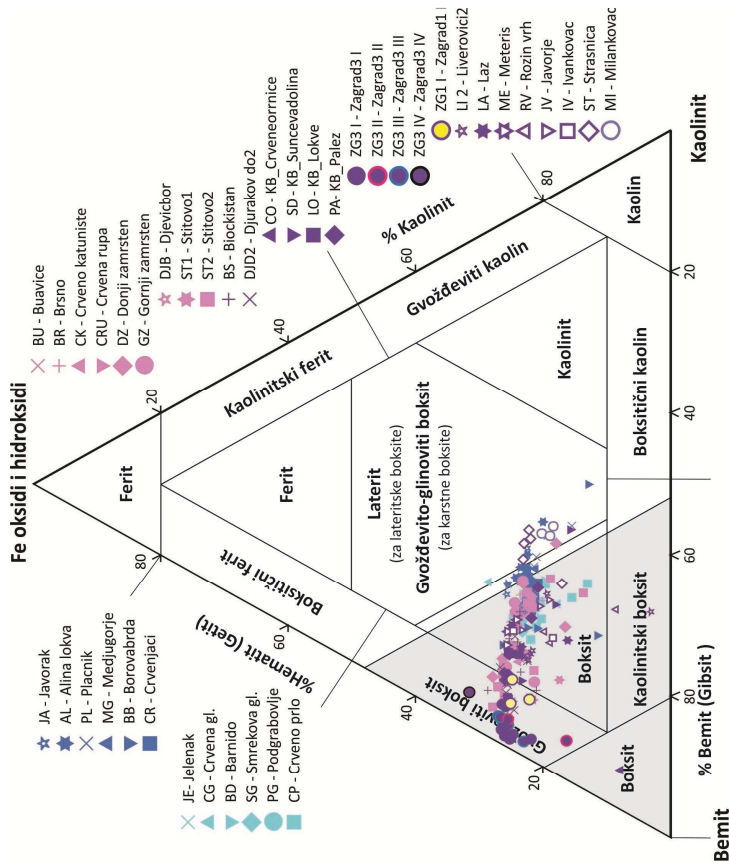
prisutni. Hidroksidi aluminijuma i gvožđa i minerali glina obrazuju zemljaste agregate. Ostali prisutni minerali su relativno ravnomjerno raspoređeni u zemljastim agregatima obrazuju fina individualna ili nepravilne autigene agregate, koji intezivno prorastaju sa mineralima zemljastih agregata.

Na osnovu rezultata dobijenih semikvantitativnom rendgenskom difrakcionom i ICP-AES/MS analizom, formirani su trokomponentni dijagrami (slika 9.4).

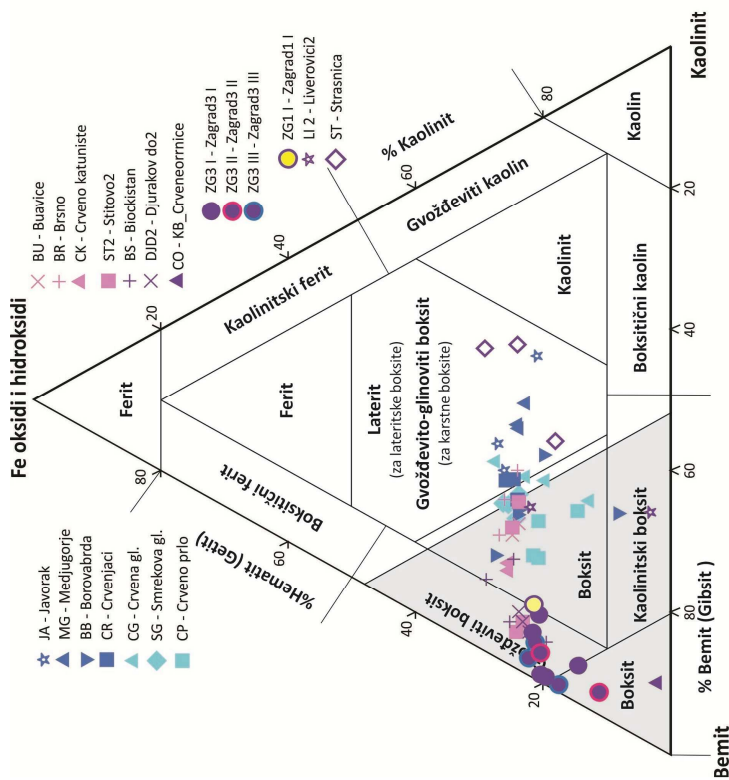
Primarni boksiti rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, prema odnosu aluminije, silicije i Fe oksid-hidroksida, pripadaju grupama boksita i gvoždevitih boksita. Jedan broj uzoraka iz pojedinačnih ležišta, na osnovu hemijskog sastava i mineraloških analiza, može se svrstati u gvoždevito-glinovite boksite, odnosno kaolinitsko-bemitske boksite slabijeg kvaliteta, po klasifikaciji koja je usvojena. Ovi uzorci uglavnom pripadaju ležištima i pojavama formiranim na karbonatnom paloreljefu lijaske i doger-oksfordске starosti.

O genezi ležišta boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica može se suditi i na osnovi izučavane raspodjele mikroelemenata i elemenata rijetkih zemalja. Istraživanjima koja su sprovedena za potrebe ove teze zaključeno je sledeće:

- Povišeni sadržaji Rb su konstatovani u pojedinim ležištima a prati ih i povećan sadržaj oksida  $K_2O$ , kao i sadržaj ostalih alkalnih i zemnoalkalnih metala. Karakteristične su povišene koncentracije Rb i Cs u odnosu na prosječne, u donjem dijelu rudnih tijela formiranih na lijasu i doger oksfordu.
- Be pokazuju gotovo isto ponašanje u boksitima na sve tri podine.
- Primarni boksiti pokazuju niže sadržaje Ba i Sr u odnosu na pretaložene.
- Prelazne metale: Zr, V, Hf, Ta, W i Nb karakterišu uglavnom ujednačeni sadržaji u pojedinačnim probama, sa manjim varijacijama koje se mogu objasniti različitim uslovima u pojedinim ležištima, i povišeni srednji sadržaji u boksitima formiranim na trijaskoj podini.
- Povišene koncentracije Co i Ni zabilježene su u boksitima sa lijasu i to iz donjeg dijela stuba, a niklom su prosječno najbogatiji boksiti formirani na doger-oksfordu, što može ukazivati na nešto bazičniji matični materijal od kojeg su ovi boksiti nastali.



b)



a)

Sl. 9.4: Trokomponentni dijagram bemit – kaolinit – Fe oksidi i hidroksidi, prema Aleva (1994), modifikovano i dopunjeno: a) na osnovu semikvantitativne rendgenske difrakcione analize i b) na osnovu ICP-AES/MS analiza

Obogaćivanje mikroelementima "*per descensum*" je bio opšti proces koji se susreće u svim karstnim boksitima formiranim "*in situ*" (Maksimović, 1976). Ovaj proces, takođe, karakteriše i primarne boksite rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica, posebno one obrazovane na karbonatima gornjotrijaske i lijaske starosti. Migracija mikroelemenata izvršena je prije obrazovanja povlate. Nakon formiranja povlate boksiti su bili zaštićeni od descendentnog procjeđivanja, tako da je primarni model distribucije bio konzerviran (Maksimović, 1976). Ovim konstatacijama se, pored vjerovatnih razlika u sastavu matičnog materijala, mogu objasniti utvrđene razlike u vertikalnoj distribuciji mikroelemenata u boksitima formiranim na različitim podinama u rejonima Vojnik–Maganik i Prekornica.

Povišene koncentracije svih elemenata rijetkih zemalja zabilježene su u svim ležištima i pojavama. Ekstremno visoke vrijednosti karakteristične su isključivo za donje djelove boksitnih tijela formiranih na gornjem trijasu i lijasu. Boksite sa doger–oksfordske podine karakteriše uglavnom ujednačena vertikalna distribucija ovih elemenata, sa malo naglašenijim povišenim sadržajima u višim nivoima boksitnih tijela. Ova činjenica ide u prilog tezi da nije bilo dovoljno vremena da se u boksitima na doger–oksfordu u dovoljnoj mjeri izvrši frakcionacija REE.

#### **9.1.4. Geneza pretaloženih ležišta karstnih boksita**

Na području rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica, pretaloženi boksiti su nastali isključivo u prvim fazama gornjojurske transgresije. Istina, na prostoru Crne Gore su konstatovana, u potpunosti pretaložena ležišta jurskih boksita u toku neogena. Takvo je ležište Bunić u rejonu Vojnik–Maganik (Burić, 1966; Pajović et al., 2004).

U proučavanim rudnim rejonima pretaloženim boksitima pripadaju uglavnom gornji djelovi pojedinih ležišta primarnih boksita kakva je situacija u ležištima Podplaninik I i Liverovići II. Boksiti trakaste teksture, u ležištu Podplaninik I, smjenjuju se sa slojevima laporovitih krečnjaka i krečnjaka koji sadrže oolite i pizolite boksita. Na osnovu proučavanja litostratigrafskih karakteristika i mikropaleontološkog sadržaja utvrđeno je da je pretaložavanje ovog ležišta izvršeno u prvoj fazi gornjojurske transgresije. Profil pretaloženih boksitnih

tvorevina je izvanredno otkriven u jurskom ležištu boksita Liverovići II (slika 7.2), gdje se preko primarnih mrkocrvenih oolitičnih boksita, u gornjem dijelu ležišta, javljaju konglomerati sa poluzaobljenim komadima i oblucima podinskih stijena, zatim žutosive gline, a potom žutocrveni glinoviti boksiti sa povišenim sadržajem CaO, iznad kojih slijedi naizmjenična smjena jurskih biomikrita i konglomerata vezanih boksitnim materijalom.

Pretaložene boksite karakteriše uglavnom arenitska struktura, a najčešće pizolitično-konglomeratična tekstura. Skoro redovno, ovi boksiti su obogaćeni Ca. Karakteriše ih, pored bemita, i prisustvo gipsita, kao nosioca aluminiije (koji je vrlo rijetko prisutan u primarnim ležištima), prisustvo kaolinita, nešto niži ukupan sadržaj oksid-hidroksida Fe i povećano prisustvo getita.

Generalna karakteristika pretaloženih boksita je povišen sadržaj SiO<sub>2</sub>, nešto niže koncentracije Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, po pravilu niže vrijednosti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i TiO<sub>2</sub> i povišen sadržaj CaO u odnosu na primarne boksite (slika 7.6). U pojedinačnim uzorcima pretaloženih boksita, i u povlatnim boksitnim glinama, konstatovani su i povišeni sadržaji Mg. Ovi boksiti imaju niži prosječni sadržaj Na i prosječno više K i Mn. Li i Rb ima prosječno više u pretaloženim boksitima u odnosu na primarne, dok Sr i Ba pokazuju niže vrijednosti u pretaloženim boksitima. Nešto niži sadržaji Th i U od prosječnih konstatovani su u gornjem dijelu rudnih tijela primarnih boksita i pretaloženim boksitima.

Prelazni metale Zr, Hf, V, Nb, Ta i W karakterišu ujednačeni i nešto niži prosječni sadržaji u pretaloženim boksitima i boksitnim glinama, dok su u ovim boksitima konstatovane povišene koncentracije Co, Ni, Cu, Zn i Cd u odnosu na primarne boksite (slika 7.11). Ga, Sn, Pb, Sb, Bi i As imaju uglavnom ujednačene srednje sadržaje u uzorcima iz primarnih i pretaloženih boksita. Povišene koncentracije elemenata rijetkih zemalja karakterišu primarne boksite, i to uglavnom donje djelove rudnih tijela.

U mineraloškom pogledu pretaložene boksite i posebno boksitne gline karakteriše prisustvo minerala glina, kalcita i getita.

Ovdje napominjemo da su i u području Petrovića i Banjana, u rudnom rejonu Zapadna Crna Gora, otkrivene pojave pretaloženih crvenih boksita (Pajović, 2000). U području Petrovića poznate su lokalnosti: Kosijerevo, Mrkajići, Savina gradina i Grebca. Ove tipične pretaložene boksite karakteriše nepravilna smjena boksita, konglomerata i jurskih (povlatnih) krečnjaka. Pretaložavanje boksita je vezano za prve faze gornjojurske transgresije. Primarni jurski boksiti jedino su sačuvani u donjim djelovima plitkih depresija, odnosno vrtača. Pretaložene boksite karakteriše visok sadržaj Ca. U području Banjana pretaloženi boksiti su, u vidu manjih boksitnih tijela, otkriveni u lokalnostima: Milovići, Crveni do, Selina, Macavare, Crvena Šuma, Lastva i dr. Boksitna tijela imaju vrlo heterogen sastav. Pretaložene boksite u navedenim lokalnostima karakteriše visok sadržaj Ca.

## **10. PROGNOZNI RESURSI JURSKIH BOKSITA I ELEMENATA RIJETKIH ZEMALJA U BOKSITIMA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA**

U rudnom rejonu Vojnik-Maganik nalaze se najznačajnija ležišta crvenih boksita u Crnoj Gori sa dokazanim rezervama od oko 50 miliona tona. Na dužini od oko 15 km, u zoni širine 1 km<sup>2</sup>, stepen koncentracije boksita je iznad 2,5 miliona t/km<sup>2</sup>. Upravo u toj zoni otkrivena su velika ležišta crvenih boksita: Liverovići, Zagrad, Kutsko brdo, Đurakov do, Biočki stan, Štitovo I i Štitovo II, od kojih je ležište Biočki stan imalo rezerve oko 14 miliona tona. U podini ovih ležišta nalaze se paleokarstifikovani krečnjaci gornjeg trijasa, a samo u jugoistočnim i sjeverozapadnim obodnim djelovima ovog rejona nalaze se lijaski i doger-oksfordski krečnjaci, sa pojavama glinovitih boksita i boksitnih glina.

U rudnom rejonu Prekornica ležišta crvenih boksita su obrazovana na paleokarstifikovanim krečnjacima gornjeg trijasa, lijasa, doger-oksforda i oksforda. Povlatu boksita čine, isto kao i u rejonu Vojnik-Maganik, karbonatni sedimenti gornje jure, odnosno kimeridž-titona. U ovom rejonu najznačajnija su ležišta Bršno, Crvenjaci i Borova brda sa ukupnim dokazanim geološkim rezervama boksita, sa povišenim sadržajem silicije. od oko 7 miliona tona.

### **10.1. PROGNOZNA OCJENA RESURSA CRVENIH BOKSITA**

Cicmil (1984) je uradio "Prognoznju metalogenetsku kartu rudnih rejona Nikšićke Župe", u razmjeri 1:43.500 kojom je obuhvatio terene od Bukovika i Dragovoljića i Bršna na zapadu do Miljevca na jugoistoku. Po stepenu perspektivnosti izdvojio je:



veoma perspektivne, perspektivne i površine sa nejasnom perspektivnošću. Prema kvalitetu ležišta, u okviru veoma perspektivnih i perspektivnih zona, izdvojio je visokokvalitetna, manjekvalitetna i niskokvalitetna ležišta. Procjenu mogućih rezervi boksita, međutim, nije vršio po navedenim zonama perspektivnosti, već je koristio linearni koeficijent rudonosnosti (Kirpalj&Hackević, 1966), kao odnos rezervi boksita (u tonama) prema dužini podrudnog kontakta (u km). Vrijednost ovog koeficijenta, prema istom autoru, iznosi:

- za visokokvalitetna ležišta..... 2.600.000 t/km,
- za manje kvalitetna ležišta..... 950.000 t/km i
- za nisko kvalitetna ležišta..... 520.000 t/km.

Za iste grupe ležišta Cicmil je proračunao i koeficijent koncentracije boksita, kao odnos rezervi boksita (t) i površine (km<sup>2</sup>) i dobio sljedeće vrijednosti: 1.700.000 t/km<sup>2</sup>, 800.000 t/km<sup>2</sup> i 750.000 t/km<sup>2</sup>. Važno je napomenuti, kako isti autor navodi, da je linearni koeficijent rudonosnosti moguće izračunati samo za rudne rejone sa visokim stepenom istraženosti, ili za one koji su djelimično istraženi.

Za izradu "Metalogenetsko–progonzne karte boksitonosnog rejona Vojnik–Maganik, 1:50.000", (Pajović i Radusinović, 2012), pored ostalog, korišćena su četiri kriterijuma:

- morfologija rekonstruisanog paleoreljefa,
- boksitonosnost,
- kvalitet boksita i
- stratigrafija podine (paleoreljefa).

Svaki od ovih kriterijuma je podijeljen u šest klasa koje su bodovane sa po 1 do 6 poena. Na taj način je, grafičkim putem, po stepenu perspektivnosti izvršena podjela boksitonosnog rejona u 6 zona. Imajući u vidu strukturne karakteristike terena i debljinu povlatnih karbonatnih sedimenata (od 0 do >1500 m), urađene su dodatne oleate: morfologija paleoreljefa i debljina povlatnih sedimenata istog prostora, kako bi se mogli ocijeniti uslovi i ekonomičnost budućih geoloških istraživanja. U isto vrijeme, ovi podaci predstavljaju prethodnu procjenu bilansnosti prognozih rezervi. Na osnovu svega navedenog, proračunato je da na perspektivnoj površini od 230 km<sup>2</sup> potencijal boksita na istraživanom prostoru rejona Vojnik–Maganik iznosi oko 315 miliona tona. Međutim, zbog velike debljine

povlate ili niskog koeficijenta boksitonosti realna potencijalnost je samo prostor prve i manji dio druge zone perspektivnosti, gdje se ukupno može očekivati pronalazak novih 35 miliona tona boksita. Geološke rezerve viših kategorija, u još neotkopanim ležištima boksita u prvoj zoni perspektivnosti, iznose 27 miliona tona (tab. 10.1). Ukupni resursi crvenih boksita na prostoru rejonu Vojnik-Maganik, dakle, na ovaj način procijenjeni su na 62 miliona tona kvalitetnih i visokokvalitetnih boksita.

Na prostoru rejonu Prekornica, kao što je naprijed prikazano, boksiti se nalaze na paleoreljefu lijaskih, doger-oksfordskih i trijaskih karbonata. Na trijaskom paleoreljefu boksiti se jedino javljaju u području Bršna, gdje se nalazi ležište Raline sa geološkim rezervama od 2.580.000 t slabijeg kvaliteta boksita i nekoliko pojava koje praktično nijesu istraživane u cilju utvrđivanja rezervi. Na lijaskim karbonatnim stijenama nalaze se ležišta Borova brda i Crvenjaci, sa rezervama od 2.200.000 i 2.250.000 tona niskokvalitetnih boksita, kao i 14 pojava čije rezerve nijesu računane niti procjenjivane (izuzev pojave Međugorje sa perspektivnim rezervama od 110.000 t). Na doger-oksfordskoj podini otkriveno je 19 pojava niskokvalitetnih boksita, takođe bez procjene količine boksita. Iz prostornog rasporeda pomenutih ležišta i pojava (vidi sliku 7.17) vidi se da je glavna koncentracija boksita u rejonu Prekornice ispoljena u konaktnom dijelu sa rejonom Vojnik-Maganik, odnosno u morfološki istaknutom dijelu bivše antiklinalne strukture, koja je kasnije (u paleogenu) raskinuta reversnom dislokacijom Nikšićke Župe.

Manja ležišta i slabiji kvalitet boksita ovog rejonu, u odnosu na rejon Vojnik-Maganik, ukazuju na manji stepen paleokarstifikacije podinskih karbonata i na nepovoljnije paleogeografske uslove za obrazovanje ležišta boksita – i u pogledu veličine ležišta i njihovog kvaliteta.

Iz navedenog se vidi da su na prostoru rejonu Prekornica dosadašnjim istraživanjem dokazane rezerve boksita u tri ležišta, od ukupno 7 miliona tona, od kojih je iz ležišta Borova brda otkopano blizu 2 miliona tona.

Tabela 10.1: Geološke rezerve i kvalitet crvenih jurskih boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica

R. B.	LEŽIŠTE (Pojava)	REZERVE u t	Al2O3%	SiO2%	Si MODUL Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	LITERATURNI IZVOR
<b>RUDNI REJON VOJNIK-MAGANIK</b>						
1	<b>LAZ, stanje 2015. godine</b>	<b>143,000</b>	<b>54.98</b>	<b>10.75</b>	<b>5.11</b>	Elabor, 2002
2	<b>LIVEROVIĆI</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>7,222,000</b>				
	b) Otkopano do kraja 1993. godine (+ gubici)	1,894,000				
	c) Liverovići I	3,815,000	52.19	13.34	3.91	Elaborat, 1996.
	d) Liverovići II	1,513,000	51.74	14.81	3.49	Elaborat, 1996.
	<b>LIVEROVIĆI, stanje 2015. godine</b>	<b>5,328,000</b>	<b>51.91</b>	<b>14.28</b>	<b>3.64</b>	Elaborat, 1996.
3	<b>Lazine, pojava</b>		54.00	14.40	3.75	Pajović i sar., 2016
4	<b>ZAGRAD</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>6,901,000</b>				
	b) Otkopano do kraja 2015. godine: Zagrad I i II (u cjelosti) i Zagrad III (eksploatacija u toku) (+ gubici)	3,977,000				
	c) Zagrad I	129,000	59.42	3.00	19.81	Elaborat, 2002.
	d) Zagrad II	212,000	57.72	5.24	11.02	Elaborat, 2002.
	e) Zagrad III	2,924,000	58.85	2.55	23.08	Elaborat, 2015.
	<b>ZAGRAD, stanje: stanje: 31.12.2015. godine</b>	<b>2,924,000</b>				Elaborat, 2015.
5	<b>Đelovo brdo, Oblatno, pojava</b>		51.80	14.00	3.70	Pajović i sar., 2016
6	<b>STRAŠNICA, stanje 2015. godine</b>	<b>242,000</b>	<b>43.50</b>	<b>23.60</b>	<b>1.84</b>	Gomilanović i sar., 1999
7	<b>Ivankovac, pojava</b>		38.32	27.79	1.38	Radusinović, 2015
8	<b>JAVORAK (Konjsko), stanje 2015. godine</b>	<b>251,000</b>	<b>49.90</b>	<b>15.50</b>	<b>3.22</b>	Gomilanović i sar., 1999
9	<b>Rozin vrh, pojava</b>		51.81	18.10	2.86	Radusinović, 2015
10	<b>Saladžakova greda, pojava</b>		38.56	27.58	1.40	Pajović i sar., 2016
11	<b>Krnja jela, pojava</b>		53.60	13.20	4.06	Pajović i sar., 2016
12	<b>Meteris, pojava</b>		48.32	13.69	3.53	Radusinović, 2015
13	<b>KUTSKO BRDO</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>2,488,000</b>				
	b) Otkopano do kraja 1979. godine (+ gub.)	2,244,000				
	c) Palež	169,000	55.43	8.75	6.33	Radusinović, 1999
	d) Lokve	75,000	58.72	3.25	18.07	Radusinović, 1999
	<b>KUTSKO BRDO, stanje: 2015. godine</b>	<b>244,000</b>				
14	<b>PODPLANINIK I</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>54,000</b>	57.59	5.16	11.16	Cicmil, 1984
	b) Otkopano u cjelosti do 1977. godine (+ gubici)	53,670				
15	<b>PODPLANINIK, stanje 2015. godine</b>	<b>224,000</b>	<b>57.45</b>	<b>5.16</b>	<b>11.13</b>	Gomilanović i sar., 1999
16	<b>ĐURAKOV DO</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>8,409,000</b>				
	b) Otkopano do kraja 2015. godine: R.T. III (u cjelosti), R.T. II (eksploatacija u završnoj fazi) Kamenica i Svinji do (+ gubici)	4,274,000				
	c) Đurakov do I	3,740,000	61.10	4.70	17.26	Elaborat, 2002.
	d) Đurakov do II	219,000	59.59	3.38	17.63	Elaborat, 2015.
	e) Đurakov do III	99,000	59.20	4.70	12.60	Elaborat, 2002.
	f) Đurakov do IV	127,000	60.80	2.30	26.43	Elaborat, 2002.
	e) Đurakov do V	49,000	56.10	8.50	6.60	Elaborat, 2002.
	<b>ĐURAKOV DO, stanje: 31.12.2015. godine</b>	<b>4,135,000</b>				
17	<b>BIOČKI STAN</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>13,990,000</b>				
	b) Otkopano do kraja 2010. godine (eksploatacija obustavljena 2010. g., pripreme za ponovno otvaranje)	6,046,000				
	<b>BIOČKI STAN, stanje: 31.12.2015. godine</b>	<b>7,944,000</b>	<b>58.82</b>	<b>3.71</b>	<b>15.85</b>	Elaborat, 2015.
18	<b>SILJEVAC, stanje 2015. godine</b>	<b>51,000</b>	<b>56.93</b>	<b>7.99</b>	<b>7.13</b>	Gomilanović i sar., 1999
19	<b>ŠTITOVO I</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>6,292,000</b>	58.00	6.86	8.45	Cicmil, 1984
	b) Otkopano u cjelosti do 1991. godine (+ gubici)	6,292,000				
20	<b>ŠTITOVO II</b>					
	a) Ukupne dokazane rezerve	<b>4,593,000</b>	53.39	12.24	4.36	Elaborat, 2006.
	b) Otkopano od 2007. do 2014. godine (+ gubici). Eksploatacija obustavljena krajem 2014. godine	563,000				
	<b>ŠTITOVO II, stanje: 31.12.2015. godine</b>	<b>4,030,000</b>				Elaborat, 2015.
21	<b>BOROVNIK, stanje: 31.12.2015. godine</b>	<b>739,000</b>	<b>60.11</b>	<b>3.33</b>	<b>18.05</b>	Gomilanović i sar., 1999
22	<b>Repište, pojave</b>					
	Pojava - T. 557		53.00	12.80	4.14	Pajović i sar., 2016
	Pojava - T. 2507		53.20	18.90	2.81	Pajović i sar., 2016
	Pojava - Profil J/98		54.90	19.20	2.86	Pajović i sar., 2016

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**PROGNOZNI RESURSI JURSKIH BOKSITA I ELEMENATA RIJETKIH ZEMALJA U BOKSITIMA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA**

R. B.	LEŽIŠTE (Pojava)	REZERVE u t	Al2O3%	SiO2%	Si MODUL Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	LITERATURNI IZVOR
23	<b>Branik, pojave</b> Pojava – T. 539 Pojava – Profil K/98		53.20 49.30	20.30 19.60	2.62 2.52	Pajović i sar., 2016 Pajović i sar., 2016
24	<b>Vodni do, pojava</b> – T. 1585		46.70	14.30	3.27	Pajović i sar., 2016
25	<b>Đević bor, pojava</b>		48.20	16.30	2.96	Pajović i sar., 2016
26	<b>GREBENICI</b> a) G. Zamršten b) D. Zamršten c) Crvena rupa d) Crveno katunište		50.01 48.36 52.27 51.29	13.03 13.03 10.36 12.46	3.84 3.71 5.05 4.12	Radusinović, 2015 Radusinović, 2015 Radusinović, 2015 Radusinović, 2015
	<b>GREBENICI, stanje 2015. godine</b>	<b>613,000</b>	<b>47.80</b>	<b>19.30</b>	<b>2.48</b>	Gomilanović i sar., 1999
27	<b>L. Milankovac, pojava</b>		38.56	27.58	1.40	Radusinović, 2015
28	<b>Ivova lazba, Mrtvica, pojava</b>		40.10	29.40	1.36	Pajović i sar., 2016
29	<b>Pino selo, Mrtvo duboko, pojava</b>		44.30	25.00	1.77	Pajović i sar., 2016
<b>RUDNI REJON PREKORNICA</b>						
30	<b>BRŠNO -Raline, stanje 2015. godine</b>	<b>2,580,000</b>	<b>47.45</b>	<b>17.11</b>	<b>2.77</b>	Gomilanović i sar., 1999
31	<b>Bršno, pojava</b>		<b>48.95</b>	<b>17.61</b>	<b>2.78</b>	Pajović i sar., 2016
32	<b>Buavice, pojava</b>		<b>47.59</b>	<b>15.50</b>	<b>3.07</b>	Radusinović, 2015
33	<b>Čukar I i II, pojave</b>		<b>36.62</b>	<b>24.22</b>	<b>1.51</b>	Gomilanović i sar., 1999
34	<b>CRVENJACI, stanje 2015. godine</b>	<b>2,250,000</b>	<b>47.15</b>	<b>19.81</b>	<b>2.38</b>	Gomilanović i sar., 1999
35	<b>BOROVA BRDA</b> a) Ukupne dokazane rezerve b) Otkopano od 2007. do 2014. godine (+ gubici)	<b>2,200,000</b>  1,900,000	50.19	14.77	3.40	Elaborat, 1996
	<b>BOROVA BRDA, stanje: 31.12.2015. godine</b>	<b>300,000</b>				
36	<b>Matijaševića pod, pojava</b>		<b>52.10</b>	<b>13.30</b>	<b>3.92</b>	Pajović, 2000
37	<b>Đelova (Crvena, Pločasta) glavica, pojava</b>					
38	<b>Seoca (kod Crvenjaka), pojava</b>					
39	<b>Smrekova glavica, pojava</b>		48.72	18.57	2.62	Pajović, 2000
40	<b>Prolom, pojava</b>		44.41	24.05	1.85	Pajović, 2000
41	<b>Međugorje, pojava</b>	<b>110,000</b>	<b>45.74</b>	<b>23.53</b>	<b>1.94</b>	Kalezić i Rašović, 1970
42	<b>Javorje, pojava</b>					
43	<b>Alina lokva, pojava</b>		43.48	23.69	1.84	Kalezić i Rašović, 1970
44	<b>Mrkalj do, pojava</b>		45.46	20.47	2.22	
45	<b>Tijesno ždrijelo, pojava</b>					
46	<b>Košuća glava, pojava</b>					
47	<b>Javorak, pojava</b>		46.02	20.54	2.24	Kalezić i Rašović, 1970
48	<b>Željeva duga, pojava</b>		45.99	23.56	1.95	Kalezić i Rašović, 1970
49	<b>Kalac, pojava</b>					
50	<b>Osojnik, pojava</b>		44.91	22.08	2.03	Pajović i sar., 2016
51	<b>Bijela stijena, pojava</b>		37.81	28.08	1.35	Pajović i sar., 2016
52	<b>Crveno prlo, pojava</b>		50.76	17.99	2.82	Ivanović i Rašović, 1976
53	<b>Strana (iznad C. d.), pojava</b>		45.14	19.70	2.29	Kalezić i Rašović, 1970
54	<b>Crnač do, pojava</b>					
55	<b>Podgrabovlje, pojava</b>		46.03	20.42	2.25	Kalezić i Rašović, 1970
56	<b>Pantelijev vrh, pojava</b>		46.24	23.60	1.96	Kalezić i Rašović, 1970
57	<b>Vranja ulica, pojava</b>		47.55	18.40	2.58	Kalezić i Rašović, 1970
58	<b>Smrekova glavica (Crv. prodo), pojava</b>		50.62	19.67	2.57	Kalezić i Rašović, 1970
59	<b>Bročnik, pojava</b>		54.96	14.52	3.79	Kalezić i Rašović, 1970
60	<b>Seoca, pojava</b>		51.24	14.80	3.46	Burić, 1966
61	<b>Kamenik, pojava</b>		50.30	16.71	3.01	Rašović i Ivanović, 1975
62	<b>Barni do, pojava</b>		49.66	20.91	2.37	Rašović i Ivanović, 1975
63	<b>Crveni ubao, pojava</b>		49.49	22.52	2.20	Rašović i Ivanović, 1975
64	<b>Crvena glavica, pojava</b>		49.49	22.52	2.20	Rašović i Ivanović, 1975
65	<b>Jelenak, pojava</b>		49.40	21.93	2.25	Rašović i Ivanović, 1975

Iz geoloških podataka o dužini i debljini izdanaka boksita u naprijed prikazanim pojavama ovog rejona, proizilazi da iste, pojedinačno, imaju rezerve do 50.000 t, rjeđe do 100.000 t, i najrjeđe i do 500.000 t. Ipak, to ne znači da ne postoji mogućnost za pronalazak manjih ležišta boksita sa rezervama do nekoliko miliona tona, pogotovu u domenu perspektivne zone Crvenjaci–Borova brda–Matijaševića pod.

Na osnovu svega, procjenjuje se da je stepen koncentracije boksita na prostoru rejona Prekornica, oko 100.000 t/km<sup>2</sup>, što znači da na perspektivnoj površini (površina pod povlatnim gornjojurskim i krednim sedimentima) od oko 190 km<sup>2</sup>, procijenjene rezerve iznose oko 19 miliona tona. Imajući u vidu nepovoljne strukturne karakteristike najvećeg dijela rejona, odnosno dubinu predpostavljenih rudnih tijela, kao i znatnu debljinu povlatnih karbonata, realno je pretpostaviti da se svega oko 15% od navedene površine može ocijeniti povoljnom za dalja istraživanja. U tom slučaju realni potencijalni resursi boksita, na prostoru rejona Prekornica, iznosili bi svega 3 miliona tona. Ako ovim rezervama dodamo preostale utvrđene (5 miliona tona) i perspektivne rezerve neotkopanih ležišta boksita Bršno-Raline, Crvenjaci i Borova brda (procijenjene na 8 miliona tona, Gomilanović i sar., 1999), ukupni resursi niskokvalitetnih crvenih boksita ovog rejona iznosili bi 16 miliona tona.

## 10.2. PROGNOZNA OCJENA RESURSA ELEMENATA RIJETKIH ZEMALJA

Prema podacima Maksimovića i sar., (1998) elementi rijetkih zemalja, u koje spadaju Sc, Y i elementi La-serije, interesantni su kao komponente različitih materijala za potrebe različitih nauka i za primjenu u različitim oblastima tehnike. Ovi elementi, odnosno njihovi joni, odlikuju se magnetnim momentom koji u kombinaciji sa drugim elementima omogućuju nastanak stalnih magneta, zatim se odlikuju ferimagnetizmom zbog čega se koriste za izradu magnetnih poluprovodnika i sl. Lantanidi su značajni i zbog njihovog uticaja na optičke osobine različitih materijala (posebno stakla, različitih minerala i sintetičkog dragog kamenja), kao i na njihove lumiscentne osobine. Takođe se koriste za izradu termoelektričnih materijala (za senzore) i termoemisionih materijala (za emisije elektrode i elektronske mikroskope). Neodijum se takođe primjenjuje za izradu optički aktivnih komponenata lasera.

U novije vrijeme metali elementa rijetkih zemalja i njihove legure koriste se i u izradi solarnih panela, fluorescentnih sijalica, u proizvodnji hibridnih automobila, laptop računara, LCD ekrana monitora, pametnih telefona i televizora. Kod mobilnih telefona pored europijuma i terbijuma u LCD ekranima, koristi se i

neodijumski magnet, lantan u NiMh baterijama, itrijum za sočiva kamere i samarijum za zvučnike. U proizvodnji LCD televizora posebno su bitni terbijum, europijum, cerijum i itrijum. Za proizvodnju vlakana optičkih kablova koristi se erbijum, koji zbog svojih jedinstvenih optičkih osobina služi kao svjetlosno pojačalo i omogućava superbrze telekomunikacije uključujući širokokanalnu i kablovsku televiziju. Bitno je naglasiti da su REE metali važni i u "zelenim" i energetski efikasnim tehnologijama, kao što su vjertoturbine, tehnologiji skladištenja energije, u naftnoj industriji i katalizatorima u automobilskoj industriji. U proizvodnji svih automobila, a posebno električnih i hibridnih, koriste se REE metali, za električne motore, generatore i druge komponente (EuroGeoSurveys Mineral Resources Expert Group, 2014).

Najveća ležišta rijetkih zemalja otkrivena su u Kini, sa srednjim sadržajem lantanida od 0,05 do 0,2%. Kako je ranije istaknuto, u najnižim djelovima ležišta Zagrad 1 konstatovani su sadržaji lantanida čak i preko 6%, ali u pojedinačnim uzorcima Maksimović i sar., (1998). Sljedeći pozitivni indikator je da je isti autor u 1985. godini publikovao rad o zastupljenosti minerala hidroksilbastnezita smatrajući ga glavnim ekonomskim nosiocem lantanida u ležištima Zagrad, Kutsko brdo i Liverovići.

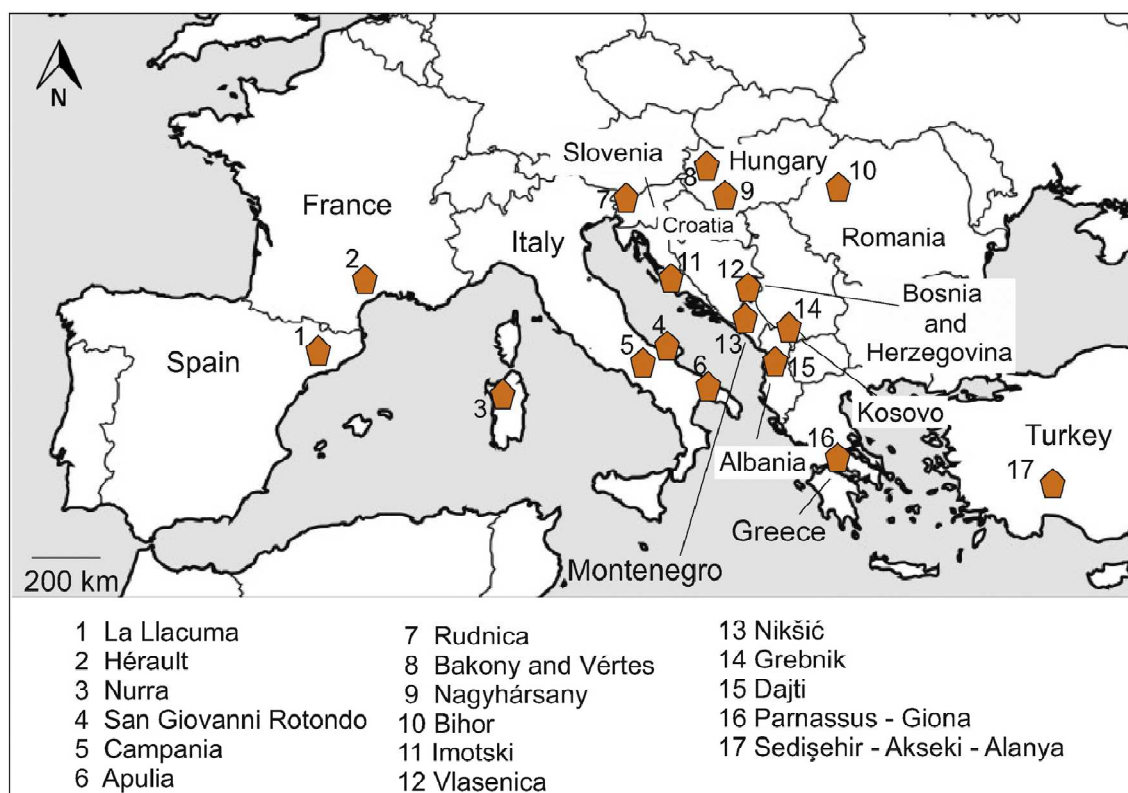
Rezltati mineraloških ispitivanja, prikazani u ovoj tezi, nedvosmisleno govore da su glavni nosioci elemenata rijetkih zemalja autigeni i rezidualni monacit i ksenotim, koji pripadaju *fosfatnoj grupi minerala REE*. Takođe je konstatovano da su REE minerali *flour-karbonatne grupe* takođe prisutni u istim boksitima, ali u znatno manjoj mjeri.

Radusinović i sar. (2005) utvrdili su srednji sadržaj elemenata rijetkih zemalja u ležištu Zagrad, rudno tijelo 3, od 0,1% (max. 1%; min. 0,059%). Iz ovog se može izvesti zaključak da se u ležištima boksita Nikšićke Župe mogu očekivati ekonomske količine boksita sa povećanim sadržajima elemenata rijetkih zemalja.

U posljednje vrijeme sve se više govori i piše o boksitu kao potencijalnom resursu za dobijanje elemenata rijetkih zemalja u budućnosti (Deady et al., 2014; Eliopoulos et al., 2014; Goodenough et al., 2016) (slika 10.1). Posebno se potencira



i korištenje crvenog mulja u kome su, u Grčkoj dokazane značajne koncentracije REE. Naime, u Evropi nema proizvodnje oksida i metala elemenata rijetkih zemalja, ali se realizuju brojni projekti čiji je cilj pokretanje ove grane industrije i smanjenje zavisnosti od uvoza (EuroGeoSurveys Mineral Resources Expert Group, 2014). Proizvodnje elemenata rijetkih zemalja u svijetu je, u 2016. godini, iznosila oko 140.000 tona. Više od 80% svjetske proizvodnje dolazi iz Kine, potom po obimu proizvodnje slijede Australija i SAD.



Slika 10.1: Karta ležišta boksita, kao potencijalne sirovine za dobijanje elemenata rijetkih zemalja, u području Mediterana, (Deady et al., 2014)

Našim istraživanjima potvrđeno je prisustvo lantanida u značajnim koncentracijama, u svim istraživanim ležištima i pojavama boksita u rudnim rejonima Vojnik-Maganik i Prekornica (tab. 10.2), sa srednjim zbirnim sadržajima Sc, Y i elemenata La-serije u rasponu od 0,06 do 0,18 %. Na ovaj način, stvorena je osnova za detaljnija istraživanje jednog novog mineralnog resursa u Crnoj Gori, čiji mineralni i ekonomski potencijal i značaj tek treba da se utvrdi, uvažavajući postupnost i sistematičnost istraživanja kao sigurne kriterijume koji obezbjeđuju efikasnost i racionalnost istraživanja i ulaganja sredstava.

Dobijeni rezultati o sadržaju i distribuciji elemenata rijetkih zemalja u istraživanim ležištima i pojavama rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica ukazuju na značajnu potencijalnost, kao i na mogućnost valorizacije boksita sa visokim sadržajem elemenata rijetkih zemalja, prvenstveno lakih lantanida i itrijuma. Pri tom se naglašava da su posebno interesantni pripodinski djelovi ležišta u gotovo svim ispitivanim lokalitetima.

Tabela 10.2: Srednji sadržaj elemenata rijetkih zemalja u istraživanim ležištima i pojavama crvenih boksita na prostoru rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica i ocjena potencijalnosti, [ $\Sigma$ LREE–laki:  $\Sigma$ (La–Nd),  $\Sigma$ HREE–teški:  $\Sigma$ (Sm–Lu),  $\Sigma$ La-serija:  $\Sigma$ (La–Lu), i  $\Sigma$ REE:Sc+Y+  $\Sigma$ (La–Lu)]

R. B.	Ležište / pojava/r.t.	$\Sigma$ LREE	$\Sigma$ HREE	$\Sigma$ La-serija	$\Sigma$ REE	Ocjena potencijalnosti
1	ZAGRAD – r. t. 3	1251,78	242,39	1497,91	1850,19	I grupa
2	BIOČKI STAN	943,88	191,80	1135,68	1386,89	
3	LIVEROVIĆI – r. t. 2	1095,68	155,46	1251,14	1448,85	
4	BOROVA BRDA	1190,67	190,92	1381,58	1637,40	
5	ŠTITOVO I	649,39	91,33	740,72	896,65	II Grupa
6	ŠTITOVO II	687,84	102,04	789,88	943,13	
7	KUTSKO BRDO	695,53	90,55	786,08	936,53	
8	ĐURAKOV DO – r. t. 2	675,27	113,58	788,85	966,67	
9	CRVENJACI	621,22	87,57	708,79	865,22	
10	STRAŠNICA	731,01	135,80	866,80	1068,86	
11	JAVORAK, Konjsko	778,91	126,65	905,56	1074,91	
12	Crveno prlo	878,74	136,50	1015,24	1230,36	
13	Buavice	771,75	104,55	876,30	1061,42	
14	Smrekova glavica	945,83	154,36	1100,18	1384,11	
15	Međugorje	706,68	91,55	798,24	969,36	
16	Plaćnik (Međugorje 2)	679,60	111,46	791,06	960,96	
17	Alina lokva	734,65	101,10	835,74	1006,71	
18	Javorak, Studeno	772,91	91,39	864,31	1050,19	
19	Podgrabovlje	682,66	104,92	787,58	1015,20	
20	BRŠNO	555,54	63,87	619,40	756,31	III grupa
21	GORNJI ZAMRŠTEN	532,92	69,05	601,97	749,20	
22	DONJI ZAMRŠTEN	564,16	72,71	636,87	778,42	
23	CRVENA RUPA	523,63	60,99	584,63	722,29	
24	CRVENO KATUNIŠTE	476,96	69,96	546,92	700,14	
25	LAZ	527,76	93,66	621,42	803,59	
26	Jelenak	629,23	100,93	730,16	924,91	
27	Ivankovac	668,66	119,98	788,64	987,34	
28	Rozin vrh	473,35	76,35	549,70	674,77	
29	Meteris	447,19	91,85	539,04	741,74	
30	Barni do	520,22	83,38	603,60	767,16	
31	Đevič bor	486,42	79,88	566,30	684,00	

Pri svemu ovome treba imati na umu i izvjesna ograničenja koja su pratila istraživanja elemenata rijetkih zemalja u boksitima proučavanih rejonu. Ona se u prvom redu ogledaju u nemogućnosti pristupa najdubljim pripodinskim djelovima

ležišta i pojava bez primjene metode istražnog bušenja sa jezgrovanjem. Znatno je bolja, ali ne i dovoljno dobra, situacija za sprovođenje oprobavanja na aktivnim površinskim kopovima.

Na osnovu sadržaja elemenata rijetkih zemalja, kao i na osnovu stepena istraženosti i količina dokazanih rezervi ležišta i pojava boksita na prostoru rejona Vojnik-Maganik i Prekornica su, prema perspektivnosti, podijeljeni u tri grupe (tabela 10.2):

- I grupa, vrlo perspektivna ležišta,
- II grupa, perspektivna ležišta i
- III grupa, ležišta i pojave sa malim stepenom perspektivnosti.

### **Ležišta I grupe perspektivnosti**

Ležišta Zagrad 3, Biočki Stan, Liverovići i Borova brda svrstana su, prema potencijalnosti, u prvu grupu. Ležište Zagrad 3 koje se nalazi u procesu eksploatacije je do sada najbolje istraženo kada je u pitanju poznavanje elemenata rijetkih zemalja. Na osnovu ranijih i istraživanja tokom rada na ovoj studiji, možemo konstatovati da preostale rezerve u ležištu Zagrad, a posebno njegovi pripodinski djelovi, mogu biti ekonomski interesantne. Ovo tim prije što je laboratorijskim ispitivanjima mogućnosti ekstrakcije lantanida iz uzoraka boksita, tretiranjem sa 10 % HCl (15 puta), utvrđeno da se laki lantanidi (La, Ce, Pr, Nd) u velikoj mjeri (oko 80%) mogu prevesti u rastvor. Neki teški lantanidi (Sm, Eu, Gd, Tb, Dy) su takođe ekstrahovani, ali u manjoj mjeri, dok su drugi lantanidi (Ho, Er, Tm, Yb, Lu) kao i Y pokazali nepromjenjene sadržaje u odnosu na početne uzorke, što znači da nijesu ili su u maloj mjeri prešli u rastvor (Jović i Radusinović, 2010).

Proizvodnja boksita koja se u ležištu Biočki stan odvijala podzemnim načinom otkopavanja, obustavljena je i pristup jamskim prostorijama u toku istraživanja nije bio moguć, samim tim ni oprobavanje. Na osnovu indikativnih rezultata sa izdanaka ovog ležišta, možemo konstatovati da su preostale značajne količine boksita ležišta Biočki stan interesantne za detaljnija istraživanja i u pogledu utvrđivanja sadržaja i mogućnosti korištenja za dobijanje elemenata rijetkih zemalja, prvenstveno Y i lakih lantanida. Zbog značajnih preostalih geoloških

rezervi koje iznose oko 8 miliona tona, potencijal ovog ležišta je veliki. Dalja istraživanja bi zahtjevala razradu metoda oprobavanja jamskih prostorija u kombinaciji sa istražnim bušenjem sa jezgrovanjem sa površine i iz jamskih prostorija u cilju prikupljanja dovoljnog broja uzoraka za dalje analize i statističku obradu.

Preostale rezerve boksita nakon obustavljanja eksploatacije u površinskim kopovima Liverovići i Borova brda takođe su interesantne za detaljna istraživanja, prvenstveno zbog povišenih sadržaja elemenata rijetkih zemalja u pripodinskim djelovima rudnih tijela, ali i zbog značajnih preostalih rezervi i mogućnosti pristupa i projektovanja istražnih radova.

### **Ležišta II grupe perspektivnosti**

Ležišta i pojave: Štitovo I i II, Kutsko brdo, Đurakov do, Javorak (Konjsko), Crveno prlo, Buavice, Crvenjaci, Strašnica, Smrekova glavica, Međugorje, Plačnik, Alina lokva i Javorak (Studeno), svrstana su u drugu grupu prema stepenu potencijalnosti, prvenstveno na osnovu dobijenih podataka o koncentracijama elemenata rijetkih zemalja. Iz ove grupe najinteresantnije je ležište Štitovo II koje se nalazi u fazi eksploatacije, tako da bi mogućnosti daljih istraživanja bile olakšane. Takođe je interesantno ležište Crvenjaci i pojava Crveno prlo, kako zbog značajnih koncentracija lantanida u pripodinskim djelovima, tako zbog prostornog položaja, male debljine povlatnih sedimenata, dokazanih i potencijalnih rezervi i mogućnosti organizacije i sprovođenja daljih istraživanja.

### **Ležišta III grupe perspektivnosti**

Ležišta i pojave koje pripadaju trećoj grupi: Grebenici, Bršno, Milankovac, Ivankovac, Rozin vrh, Meteris, Laz i Đević bor, takođe imaju izražene povišene koncentracije elemenata rijetkih zemalja, ali niže od ostalih iz prve dvije grupe. Imajući u vidu dokazane i potencijalne rezerve ležišta Bršno i Grebenici, dalja istraživanja treba usmjeriti na ova ležišta.

### 10.3. EKONOMSKI ASPEKTI

Na ovom stepenu istraženosti nije moguće govoriti o ekonomskoj opravdanosti eksploatacije i prerade boksita za proizvodnju elemenata rijetkih zemalja i eventualno drugih mikroelemenata čije je prisustvo u povećanim koncentracijama konstatovano u jurskim boksitima rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica. Stepenu istraženosti je na nivou prospekcijskog i nijesu poznati bitni prirodni i vrijednosni pokazatelji. Nedovoljna je gustina i obim istražnih radova za utvrđivanje količine i kvaliteta boksita koji bi se mogao koristiti za ekstrakciju lantanida i drugih mikroelemenata, odnosno kompleksno iskorišćenje korisnih komponenata. Takođe, nijesu poznate jednoznačne tehnološke metode ekstrakcije iz boksita i kasnijeg međusobnog razdvajanja lantanida i mikroelemenata, niti koliki bi bili troškovi ovakvog procesa, od pripreme sirovine do gotovih proizvoda. U ukupne troškove treba uključiti i troškove eksploatacije, kao i troškove geoloških istraživanja i laboratorijskih i tehnoloških ispitivanja. Ono što se sa sigurnošću može reći je da potencijal postoji i da je dokazan, te da su dati predlozi za buduće aktivnosti.

Na osnovu podataka o geološkim rezervama (tabela 10.1), izračunatih prosječnih sadržaja elemenata rijetkih zemalja, iz ukupno 252 probe iz proučavanih ležišta (tabela 10.2), njihovog procentualnog učešća u pojedinačnim ležištima, tržišnih cijena metala ovih elemenata<sup>5</sup> i tržišnih cijena aluminijuma<sup>6</sup>, u tabeli 10.3 prikazane su uslovne vrijednosti metala elemenata rijetkih zemalja i metala aluminijuma u ležištima crvenih jurskih boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica. Prikazane podatke treba posmatrati orijentaciono, jer, kako je već rečeno, ne postoje egzaktni podaci o stepenu iskorištenja, odnosno koje je količine

---

<sup>5</sup> Cijene metala elemenata rijetkih zemalja su date u US\$/kg prema podacima Mineralprices ([www.mineralprices.com](http://www.mineralprices.com)), Metalprices ([www.metalprices.com](http://www.metalprices.com)) i Asian metal ([www.asianmetal.com](http://www.asianmetal.com)), na dan 31. decembar 2015. godine: La-10, Ce-10, Pr-175, Nd-87, Sm-20, Eu-680, Gd-95, Tb-810, Dy-470, Ho-440, Er-165, Tm-2300, Yb-340, Lu-3500 i Y-77, Sc-18000.

<sup>6</sup> Sadašnja prosječna tržišna vrijednost aluminijuma na svjetskom tržištu je oko 1800 US\$/t. Za proizvodnju 1 t aluminijuma po Bajеровom postupku u Kombinat aluminijuma Podgorica, bilo je potrebno oko 4 t boksita. Stavljajući u odnos ove pokazatelje, dolazi se do podatka da je vrijednost metala aluminijuma u jednoj toni boksita 450 US\$.

oksida i/ili metala i kojih elementa, moguće u odgovarajućem tehnološkom postupku ekonomično ekstrahovati iz boksita i odvojiti međusobno.

Tabela 10.3: Geološke rezerve, prosječni sadržaji metala REE i Al i njihova uslovna vrijednost u ležištima boksitonosnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica i ocjena potencijalnosti, [ $\Sigma$ REE: Sc+Y+  $\Sigma$ (La-Lu)]

Ležište	Geološke rezerve boksita (t)	$\Sigma$ REE (%)	t $\Sigma$ REE u ležištu	Vrijednost $\Sigma$ REE u 1t boksita (US\$)	Vrijednost $\Sigma$ REE u ležištu (u Mil. US\$)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	t Al u 1 t rude <sup>7</sup>	Vrijednost Al u ležištu (u Mil. US\$)
ZAGRAD*	2.924.000	0,185	5.410	576,68	1.686	58,85	0,312	410
BIOČKI STAN*	7.944.000	0,139	11.017	327,04	2.598	58,82	0,311	1.113
LIVEROVIĆI	5.328.000	0,145	7.720	386,77	2.061	51,91	0,275	659
BOROVA BRDA	300.000	0,164	491	508,05	152	52,10	0,276	37
ŠTITOVO	4.030.000	0,094	3.800	185,65	748	53,39	0,283	512
KUTSKO BRDO	244.000	0,094	228	202,42	49	56,44	0,299	33
ĐURAKOV DO*	4.135.000	0,097	3.997	195,60	809	60,91	0,322	600
CRVENJACI	2.250.000	0,087	1.946	163,25	367	47,15	0,250	253
STRAŠNICA	242.000	0,107	258	206,09	50	43,50	0,230	25
JAVORAK (Konj.)	251.000	0,107	269	175,53	44	49,90	0,264	30
BRŠNO	2.580.000	0,076	1.951	159,17	411	47,45	0,251	292
GREBENICI	613.000	0,074	452	126,07	77	47,80	0,253	70
LAZ	143.000	0,080	114	115,60	16	54,98	0,291	19
<b>UKUPNO</b>	<b>30.984.000</b>		<b>37.657</b>		<b>9.068</b>			<b>4.053</b>

\* Ležišta visokokvalitetnih boksita sa sadržajem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> od 55 do 61%, kao korisne komponente i SiO<sub>2</sub> od 0,5 do 6% kao štetne komponente.

Ukupna vrijednost 37.657 tona metala elemenata rijetkih zemalja u ležištima jurskih boksita proučavanih rudnih rejona sa geološkim rezervama oko 30 miliona tona, prema prikazanom proračunu bi iznosila oko 9 milijardi US\$, a metala aluminijuma oko 4 milijarde US\$. Vrijednost REE u ležištima visokokvalitetnih boksita, koji se sada izvoze iz Crne Gore, je oko 5 milijardi US\$, a aluminijuma oko 2 milijarde US\$. Treba ukazati i na činjenicu da su su za proračun korišćeni podaci o geološkim rezervama. Prikazane vrijednosti bi bile niže ukoliko bi se uračunali i gubici u procesu eksploatacije ležišta, koji su prosječno oko 10% u tehnološkom procesu površinskog, i više od 30% u tehnološkom procesu podzemnog načina otkopavanja ležišta.

Pored navedenog, treba imati na umu da se radi o prosječnim vrijednostima elemenata rijetkih zemalja. Ako se za obračun koriste podaci samo iz prva dva pripodinska metra sa stuba ZG3 I i II ( $\Sigma$ REE – 5613,67ppm) i obrade ih na isti način

<sup>7</sup> Koeficijent konverzije Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u Al, k=0,529



kao u tabeli 10.3, dolazi se do zanimljivih rezultata. Naime, povišene koncentracije [Sc + Y +  $\Sigma$ (La–Lu)] daju 5,614 kg metala u 1 toni boksita ovakvog kvaliteta, a njihova vrijednost ukupno bi iznosila 2518,88 US\$, ne računajući ostale mikroelemente. Ako se ne računa učešće skandijuma, vrijednost [Y +  $\Sigma$ (La–Lu)] bi bila 556,88 US\$, vrijednost [Y +  $\Sigma$ (La–Nd)] – 245,68 US\$, a samo  $\Sigma$ (La–Nd) 156,96 US\$. Ova računica jasno govori da su pripodinski djelovi ležišta, sa značajno povećanim koncentracijama lantanida, najinteresantniji i najperspektivniji.

Postavlja se pitanje da li bi bilo korisnije boksit koristiti za proizvodnju REE i drugih mikroelemenata? Odgovor na ovo, naizgled jednostavno, a u suštini veoma kompleksno pitanje, nije lak niti jednostavan i zahtijeva poznavanje brojnih, ranije navedenih parametara i pokazatelja.

U vrijeme proizvodnje glinice u Kombinat aluminijuma Podgorica, tržišna vrijednost jedne tone boksita iznosila je oko 2% od tržišne cijene aluminijuma, što bi u današnjim uslovima iznosilo oko 40 US\$. U odnosu na vrijednost aluminijuma u jednoj toni rude od 450 US\$ ovaj iznos je oko 9%. Dakle, u ovih 9% ulaze svi troškovi istraživanja ležišta i eksploatacije boksita, dok više od 90 % čine svi ostali troškovi tehnoloških postupaka proizvodnje glinice i primarnog aluminijuma, troškovi transporta, ostali troškovi i profit proizvođača. Hipotetički, ako koristimo analogiju, vrijednost jedne tone rude sa prosječnim sadržajem [Sc + Y +  $\Sigma$ (La–Lu)]–5613,67ppm, kao u prikazanom primjeru ležišta Zagrad, kada bi se koristila za proizvodnju elemenata rijetkih zemalja sa uračunatih 90% troškova tehnoloških postupaka ekstrakcije, bila bi značajno veća i iznosila bi oko 230 US\$.

U prilog opravdanosti daljih proučavanja pitanja mogućnosti proizvodnje REE iz boksita ide i činjenica da Crna Gora raspolaže sa ograničenim rezervama boksita visokog kvaliteta koje imaju primjenu u aluminijskoj industriji (ležišta: Zagrad, Biočki stan i Đurakov do). Najveći dio do sada dokazanih rezervi pripada klasi uslovno bilansnih i vanbilansnih rezervi, što znači da se kao takve, zbog svog lošijeg kvaliteta, ne mogu koristiti za proizvodnju glinice i aluminijuma. Ukoliko se u ovim manjekvalitetnim i nekvalitetnim boksitima dokažu ekonomski

interesantne koncentracije lantanida i drugih mikroelemenata, stvara se mogućnost njihovog korištenja nezavisno od industrije aluminijuma.

Takođe, kompleksno iskorištenje ležišta boksita u smislu korištenja djelova ležišta za proizvodnju u aluminijskoj industriji, a dijela/djelova za proizvodnju elemenata rijetkih zemalja, imajući u vidu da fabrika za proizvodnju glinice u Kombinat aluminijuma Podgorica ne radi od 2009. godine, čini se, u ovom trenutku kao dobro rješenje za visokokvalitetna ležišta kao što su Zagrad i Biočki stan ili Đurakov do 1 u budućnosti. Ukoliko se detaljnim istraživanjima dokažu rezerve sa visokim sadržajem elemenata rijetkih zemalja u pripodinskim djelovima ovih ležišta, za šta već postoje indicije, bilo bi potrebno na državnom nivou uraditi strategiju zaštite i načina kompleksne valorizacije takvih djelova ležišta, uz istovremenu izradu adekvatne zakonske regulative.

Pored navedenog, u površinskim kopovima na kojima je obustavljena ili završena eksploatacija (Borova brda, Liverovići, Đurakov do 2, Štitovo 1), a preostale su određene količine boksita naročito u pripodinskim djelovima ležišta, mogu se organizovati istraživanja i u slučaju dobijanja pozitivnih rezultata organizovati eksploatacija primjenom adekvatnih metoda prilagođenih specifičnim uslovima u svakom ležištu. Važno je reći da svi postojeći površinski kopovi, aktivni i oni na kojima je eksploatacija obustavljena ili završena, treba da budu sačuvani od odlaganja otkrivke, do završetka istraživanja.

Otvoreno je i pitanje mogućnosti ekstrakcije elemenata rijetkih zemalja i drugih mikroelemenata iz crvenog mulja iz Kombinata aluminijuma Podgorica. Ukupne količine crvenog mulja u basenima A i B iznose oko 7,5 miliona tona, i mogu predstavljati značajan resurs, imajući u vidu istraživanja sprovedena u Grčkoj (Laskou & Economou-Eliopoulos, 2013; Deady et al., 2014). Naime, ovim istraživanjima dokazane su povišene koncentracije elemenata rijetkih zemalja u crvenom mulju u odnosu na kompozitne boksite koji se koriste za proizvodnju glinice u fabrici Aluminium S.A., Greece. Crveni mulj je prema legislativi Crne Gore klasifikovan kao tehnogena mineralna sirovina (Gomilanović i sar., 1999).

## 11. ZAKLJUČAK

Boksitonosni rejoni Vojnik-Maganik i Prekornica nalaze se u središnjem dijelu Crne Gore. U njihovoj geološkoj građi učestvuju geološke tvorevine perma, trijasa, jure, krede, paleogena i kvartara. U geografskom pogledu pripadaju jugoistočnim Dinaridima, a u geotektonskom smislu, strukturno–tektonskoj zoni Visoki krš, odnosno Kučkoj tektonskoj subjedini.

Jurski karstni boksiti stvoreni su na karstifikovanom paloreljefu izgrađenom od karbonatnih sedimenata gornjotrijaske, lijaske i doger–oksfordske starosti. Gornjotrijaske megalodonske krečnjake karakteriše uglavnom ujednačen geološki razvoj, cikličnost sedimentacije po modelu taloženja Lofer formacije. Lijaske i doger–oksfordske karbonatne sedimente, međutim, karakteriše različita litološka građa i biofacijalne karakteristike. Kopnene površine nastale krajem gornjeg trijasa na sjeverozapadu proučavanog područja, povećavale su se prema jugoistoku u toku lijasa, dogera i starijeg malma. Krajem starijeg oksforda čitavo područje postaje kopno. Gornjokimeridžskom transgresijom, kao i ostale kopnene površine drugih rejona u Crnoj Gori, zahvaćeni su i tereni rejona Vojnik-Maganik i Prekornica. Morfologija podinskih karbonatnih sedimenata i stepen njihove paleokarstifikacije imaju veoma veliku ulogu u stvaranju ležišta crvenih boksita, u prvom redu kao prostor za smještaj alumosilikatnog materijala, a potom i kao preduslov za odvijanje procesa njegove boksitizacije i stvaranje boksita u kopnenim uslovima tokom jurske periode. Stvaranje karstnih depresija različitih oblika i veličina i intezivna paleokarstifikacija naročito je izražena u

gornjotrijaskim krečnjacima. Gornjotrijaski karbonati na kopnu Nikšićke Župe bili najduže izloženi paleokarstifikaciji, manje lijaski, zatim dogerski a najmanje stariji oksfordski karbonatni tereni. Ova činjenica, kao i morfološka pozicija trijaskih terena, usloveli su, vrlo razuđen duboki karst na trijaskim, a manji stepen paleokarstifikacije na lijaskim, zatim dogerskim i oksfordskim terenima. Na stepen karstifikacije takođe su bitno uticali tektonska polomljenost i visina nivoa podzemnih voda. Udruženi navedeni faktori, dakle, usloveli su različit stepen paleokarstifikacije: najviši na trijaskom, a najmanji na doger-oksfordskom paleoreljefu.

U rejonu Vojnik-Maganik, na gornjotrijaskom karbonatnom paleoreljefu nalaze se najznačajnija ležišta crvenih boksita u Crnoj Gori. Rudna tijela primarnih i neporemećenih ležišta crvenih jurskih karstnih boksita nastalih "in situ", u donjem dijelu grade masivni mrkocrveni pelitomorfni boksiti često sa sitnim oolitima i prisutnim izbjeljivanjem. Preko njih slijede boksiti sa sitnim oolitima i rijetkim pizolitima, a potom i oolitično-pizolitični boksiti. Na vrhu stuba najčešće su prisutni pizolitični i pizolitično konglomeratični boksiti. Preko boksita se redovno nalazi sloj boksitnih glina različite debljine, a potom slijede gornjojurski transgesivni karbonatni sedimenti. Pored primarnih boksita, na području rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, konstatovani su i pretaloženi boksiti koji su nastali u prvim fazama gornjojurske transgresije, kao i u potpunosti pretaložena ležišta jurskih boksita u toku neogena. Diskordantno preko jurskih boksita i paleoreljefa na kojem su stvoreni, na čitavom proučavanom prostoru nalaze se transgresivni slojeviti i bankoviti krečnjaci gornjeg kimeridža i titona, predstavljeni sa tri paketa, shodno podjeli jurskih karbonata u Spoljašnjim Dinaridima.

U rudnim rejonima Vojnik-Maganik i Prekornica otkrivena su ukupno 62 ležišta i pojave jurskih karstnih boksita.

Na osnovu mineraloških ispitivanja (DTA i TG – 84 uzorka, XRD – 64 uzoraka, SEM-EDS– 34 uzorka) utvrđeno je da je glavni nosilac aluminije u ležištima boksitima rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica bemit. Od ostalih glavnih minerala

prisutni su kaolinit, gipsit, hematit, getit i anatas. Detektovani su još i monacit i ksenotim; REE karbonati-Ce i Nd, ilmenit, magnetit, motramit, biotit, K-feldspat, cirkon i drugi. Hemijski sastav je konzistentan sa mineraloškim karakteristikama. Na osnovu geoloških uslova, teksturnih, mineraloških i geohemijskih karakteristika boksita, ležišta pripadaju primarnim ležištima karstnih boksita. Na osnovu prisustva bemita kao glavnog nosioca aluminiije i anatasa kao glavnog nosioca titana, boksiti rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica se, u mineraloškom smislu, mogu uporediti sa drugim karstnim boksitima Mediterana. Masivna, pelitomorfna i djelimično oolitično i oolitično–pizolitična tekstura, uz prisustvo bemita kao uobičajenog minerala nosioca aluminiije i ležišta formirana u toku emerziona faze na karstifikovanom paleoreljefu ukazuju na autigeno porijeklo ležišta proučavanih karstnih boksita.

Geohemijskim proučavanjem boksita [Hemijske i geohemijske analize (ICP-MS) -232 probe; Oksidi, mikroelementi i elementi rijetkih zemalja (ICP-AES/MS) -252 probe] i statističkom obradom podataka, univarijantnim, bivarijantnim i multivarijantnim metodama, utvrđeno je da se u procesu boksitizacije almatičnog alumosilikatnog materijala izlužuju: Si, Na, K, Ba, Rb i Mg. U boksitima se akumuliraju: Al, Ti, Fe, Zr, Cr, Ga i Th, kao i U i V koji ujedno predstavljaju redoks indikatore. P, Sr, Sc se koncentrišu u donjem dijelu boksitnih tijela i sa njima Y i ostali elementi rijetkih zemalja. Ova grupa elemenata je povezana je sa Ca, Ni, Co, i Mn. Ni i Co su uglavnom imobilni u procesu boksitizacije i geohemijski su povezani sa Mn, dok Ca pokazuje svojevrsne karakteristike i uglavnom je vezan za naknadnu infiltraciju površinskim vodama sa okolnih karbonatnih terena. Boksiti sa trijaske i lijaske podine geohemijski se razlikuju od boksita sa doger–oksforda jer su, u relativnom smislu, obogaćeniji karakterističnim elementima: Al, Cr, Fe, Ti, V i Ga. Povišeni sadržaji i distribucija Ni i Co, međutim, karakteristični su boksite na lijasu i doger–oksfordu, što može ukazivati na nešto bazičniji sastav matičnog materijala. Primarne boksite karakteriše veći stepen boksitizacije matičnog materijala od pretaloženih boksita i povlatnih boksitnih glina. Pretaloženi boksiti sadrže više Ca, Na, Sr i Cd, u odnosu na boksitne gline koje karakteriše prisustvo Mg, Co i posebno U, Mo i As, što ukazuje na redukcione uslove u prvim fazama transgresije.

Pretaložene boksite karakteriše uglavnom arenitska struktura, a najčešće pizolitično–konglomeratična tekstura. Ovi boksiti su obogaćeni Ca, a pored bemita, karakteriše ih i prisustvo gipsita, kao nosioca aluminijske, zatim kaolinita, nešto niži ukupan sadržaj oksid–hidroksida Fe i povećano prisustvo getita. Generalna karakteristika pretaloženih boksita je povišen sadržaj SiO<sub>2</sub>, nešto niže koncentracije Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, po pravilu niže vrijednosti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i TiO<sub>2</sub> i povišen sadržaj CaO u odnosu na primarne boksite. Povišeni su sadržaji Mg, K, Li, Rb i Mn kao i Co, Ni, Cu, Zn i Cd, a nešto niži Na, Sr i Ba u odnosu na primarne boksite. U mineraloškom smislu pretaložene boksite i posebno boksitne gline karakteriše prisustvo minerala glina, kalcita i getita. U većini ležišta karstnih boksita obrazovanih "in situ" boksitizacijom materijala alumosilikatnog sastava, koncentracije REE u donjem dijelu ležišta su direktno proporcionalne dostignutom stepenu boksitizacije. Vertikalna distribucija REE, sa značajnim povećanjem sadržaja REE i očigledna visoka korelacija između lakih, srednjih i teških lantanida, što ukazuje na njihovo zajedničko koncentrisanje u istim mineralima.

Za kvalitetna ležišta boksita, obrazovana na podini gornjotrijaske starosti, karakteristično je blago povećanje odnosa Zr/Hf i Ti/Cr u donjem dijelu rudnog tijela, niži Si modul i nešto niži sadržaji Cr, ujednačeni sadržaji V i odnosa Y/La. Takođe su povećane koncentracije Ni i Sc, a posebno Sr. U ovom dijelu su izražene i negativne anomalije Ce. Boksitne gline obrazovane na lijasu, u pripodinskom dijelu u odnosu na gornje nivoe, karakterišu povišeni: Si modul, odnosi Ti/Cr i La/Y, i sadržaji Sc i Sr. Blago su niže vrijednosti Cr i Ni, dok su vertikalna distribucija V i odnosi Ti/V i Zr/Hf ujednačeni u cijelom stubu. Posebno su povišene koncentracije lakih i blago povišene koncentracije teških lantanida. Razlike među ležištima obrazovanim na podinama trijaske i lijaske starosti se odnose na frakcionaciju lantanida, kao i na sadržaje i geohemijsko ponašanje prvenstveno Ni, ali i Mn, što, pored ostalog može ukazivati na različit izvorni materijal od kojeg ovi boksiti potiču.

Boksitne gline koji su nastali na karbonatnoj podini doger–oksfordske starosti karakterišu nizak Si modul, ujednačeni odnosi Ti/Cr, Ti/V, Zr/Hf i ujednačeni sadržaji Cr, Ni i Sc. U donjem dijelu blago su obogaćeni Sr i lakim lantanidima ili



povišen sadržaj lakih i srednjih lantanida imaju u gornjem dijelu stuba. Za ove nivoe, sa povišenim sadržajima REE, karakteristične su i negativne anomalije Ce. Može se zaključiti da boksiti nastali na karbonatnoj podini doger–oksfordske starosti nijesu dostigli stepen boksitizacije kao oni sa lijaske i posebno sa gornjotrijaske podine.

Prisustvo rezidualnog i autigenog monacita i ksenotima jasno ukazuje da prvi REE minerali potiču iz primarnih izvora, dok su drugi formirani u prvim fazama dijageneze, u oksidacionim uslovima. Niske koncentracije sumpora i piritita ukazuju da su u toku procesa boksitizacije matičnog materijala vladali oksidacioni uslovi.

Elementi rijetkih zemalja, izuzimajući Ce, ne pokazuju korelaciju sa Al niti sa Si što upućuje da minerali glina nijesu primarni izvor REE. Slaba negativna korelacija REE sa Fe i nikakva sa Mn ukazuje da oksidacioni hidrosideriti Fe i Mn nijesu izvor REE. Negativna veoma slaba korelacija sa Rb, Cs i Ba kao i Si isključuje liskune/ilit kao moguće nosioce REE. Veoma jaka pozitivna korelacija REE sa P i Sr ukazuje na važnu ulogu minerala fosfora kao glavnih minerala nosilaca REE. Svi uzorci pokazuju negativnu Eu anomaliju sa relativno malim rasponom. Anomalije Ce u ležištima boksita rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica pokazuju dvojako ponašanje. U srednjem i gornjem dijelu rudnih tijela, jurski boksiti pokazuju pozitivne Ce anomalije, dok su donjem dijelu boksitnih tijela konstatovane značajne negativne anomalije Ce.

Litostratigrafske i paleogeografske činjenice ne podržavaju ideju razvijenog fluvijalnog sistema kojim je bilo moguće transportovati primarni materijal u formirane karstne depresije. Izvorni materijal vjerovatno potiče od stijena alumosilikatnog sastava, odnosno od vulkanskog pepela i/ili od materijala sa kora raspadanja formiranih na alumosilikatnim stijenama različite geneze. Analiza dobijenih podataka o odnosu  $Eu/Eu^*$  i  $Sm/Nd$  u boksitima rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, i literaturnih podataka o karstnim boksitima Crne Gore, Turske, Grčke i Italije, te mogućim izvorišnim stijenama, pokazuje da su jurski karstni boksiti rejona Vojnik–Maganik i Prekornica najbliži jurskim karstnim boksitima Turske i krednim karstnim boksitima Italije, i indiciraju škriljce, pješčare i intermedijarne

magmatske, kao moguće izvorišne stijene. Međutim prema odnosu sadržaja Ni i Cr, jurski karstni boksiti rejona Vojnik–Maganik i Prekornica grupisani su u područje koje pripada karstnim boksitima, zajedno sa ostalim jurskim i krednim boksitima Turske, Grčke, Italije, Srbije i Slovenije, što ukazuje da je porijeklo alumosilikatnog materijala vezano za stijene bazičnog (za jurske boksite), odnosno bazičnog do ultrabazičnog sastava (za kredne boksite). Odnos Ni i Cr, uzimajući u obzir i veću mobilnost Ni u procesu boksitizacije matičnog materijala, jasno odvaja jurske karstne boksite od trijaskih i krednih.

Proučavanje paleogeografskih i paleotektonskih procesa u području Mediterana, i Dinarida kao segmenta Adrije, u toku jurske periode, došlo se do zaključka da izvorni materijal najvjerojatnije potiče iz ofiolita istočnog pojasa Zapadnih vardarskih ofiolita koji predstavljaju supra-subdukcioni okeanski tip ofiolita ostrvskih lukova SSZ, sa intezivnom pojavom efuzivnog vulkanizma. Utvrđena starost ovih stijena je srednje do gornjejurska. Boksitonosni prostori u Dinaridima, tokom mezozoika i kenozoika, predstavljali su ostrvske, rijetko i poluostrvske prostore, bez razvijene hidrografske mreže, na koje je matični materijal za stvaranje boksita jedino mogao da prisprije eolskim putem, bilo da potiče sa kora raspadanja ili od vulkanskog pepela. Najnoviji rezultati istraživanja krednih karstnih boksita nastalih u toku emerzionih faza na Apeninskoj karbonatnoj platformi predstavljaju dokaz da apeninski boksiti potiču od piroklastita – produkata krednog vulkanizma koji su vjetrom donešeni na kopnene prostore karbonatne platforme južnih Apenina.

Ukupni resursi crvenih jurskih karstnih boksita, na prostoru rudnih rejona Vojnik–Maganik i Prekornica, dobijeni na osnovu urađene prognozna ocjena iznose 78 miliona tona.

Prosječni sadržaj elemenata rijetkih zemalja u boksitima na podini trijaske starosti iznosi 1.053 ppm, sa rasponom od 518 do 7.027 ppm, lijaske 1.115 ppm, sa rasponom od 645 do 4.145 ppm i doger–oksgordske starosti 1071 ppm, u rasponu od 662 do 2069 ppm. Na osnovu prosječnog sadržaja elemenata rijetkih zemalja u ležištima i pojavama, stepena istraženosti i količina dokazanih rezervi, ležišta i

pojave boksita na prostoru rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica su, prema perspektivnosti, podijeljeni u tri grupe: I grupa – vrlo perspektivna ležišta; II grupa – perspektivna ležišta i III grupa – ležišta i pojave sa malim stepenom perspektivnosti. Ležištima I grupe perspektivnosti pripadaju: Zagrad 3, Biočki Stan, Liverovići i Borova; ležištima II grupe perspektivnosti: Štitovo 1 i 2, Kutsko brdo, Đurakov do, Javorak (Konjsko), Crveno prlo, Buavice, Crvenjaci, Strašnica, Smrekova glavica, Međugorje, Plačnik, Alina lokva i Javorak (Studeno); i ležištima III grupe perspektivnosti: Grebenici, Bršno, Milankovac, Ivankovac, Rozin vrh, Meteris, Laz i Đević bor.

Na ovom stepenu istraženosti teško je govoriti o ekonomskoj opravdanosti eksploatacije i prerade boksita za proizvodnju elemenata rijetkih zemalja i eventualno drugih mikroelemenata čije je prisustvo u povećanim koncentracijama konstatovano u jurskim boksitima rudnih rejonu Vojnik–Maganik i Prekornica. Povišene koncentracije  $\Sigma$ REE - 5613,67 ppm, u ležištu Zagrad, u rudnom tijelu 3 iz prva dva pripodinska metra boksita, dale bi u idealnim uslovima 5,614 kg metala REE u jednoj toni boksita ovakvog kvaliteta. Vrijednost REE bi ukupno iznosila oko 2.500 US\$, ne računajući ostale mikroelemente, dok bi vrijednost  $[Y + \Sigma(La-Nd)]$  ne računajući Sc, bila oko 240 US\$. Na osnovu analogije sa troškovima u industriji proizvodnje aluminijuma, tržišna vrijednost jedne tone boksita ovakvog kvaliteta, koja bi se koristila za ekstrakciju elemenata rijetkih zemalja bila bi značajno viša od tržišne cijene boksita formirane na bazi cijene aluminijuma.

U prilog opravdanosti daljih proučavanja mogućnosti proizvodnje REE iz boksita ide i činjenica da Crna Gora raspolaže sa ograničenim rezervama boksita visokog kvaliteta koje imaju primjenu u aluminijskoj industriji. Ukoliko se u boksitima sa povišenim sadržajem silicije detaljnim istraživanjem dokažu ekonomski interesantne koncentracije lantanida i drugih mikroelemenata, stvara se mogućnost njihovog korištenja nezavisno od industrije aluminijuma.

## 12. LITERATURA

### Publikovani naučni i stručni radovi i monografije

- Aleva, G.J.J., 1994: Laterites: Concepts, Geology, Morphology and Chemistry. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen, The Netherlands (169).
- Aloupi, M. & Angelidis, M.O., 2001: Geochemistry of natural and anthropogenic metals in the coastal sediments of the island of Lesvos, Aegean Sea. - *Environ Pollut*, 113, 211-219.
- Amaury, F., Lenaerts, T., Radusinović, S., Spalević, V., Nyssen, J. (2016): The regional geomorphology of Montenegro mapped using Land Surface Parameters, *Zeitschrift für Geomorphologie*, Vol. 60/1, 1-14.
- Bárdossy, G., 1981: Карстовые бокситы; *Academiai Kiado, Budapest – Bárdossy György, 1977, Mir, Moskva* (438).
- Bárdossy, G., Aleva, G.J.J., 1990: Lateritic bauxite. *Dev. Econ. Geol.* 27 (552).
- Bardossy, G., Boni, M., Dall'Aglio, M., D'Argenio, B. & Panto, G.Y., 1977: Bauxites of Peninsular Italy. Composition, Origin and Geotectonic Significance. Monograph series on Mineral Deposits, n. 15. Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart (61)
- Bárdossy, G., Panto, G., 1983: Trace mineral and element investigation on bauxites by electron probe. 3<sup>rd</sup> International Congress, ICSOBA (International Committee for Study of Bauxite, Alumina and Aluminium), Nice, France, 47-53.
- Bárdossy, G., Panto, G., Varhegyi, G., 1976: Rare metals of Hungarian bauxites and conditions of their utilizations. *Travaux ICSOBA*. 13, 221-231.
- Berra, F. and L. Angiolini, 2014: The evolution of the Tethys region throughout the Phanerozoic: A brief tectonic reconstruction, in L. Marlow, C. Kendall and L. Yose, eds., *Petroleum systems of the Tethyan region: AAPG Memoir 106*, 1-27.
- Bertine, K.K. & Mendeck, M.F., 1978: Industrialization of New Haven, Conn., as recorded in reservoir sediments. - *Envir Sci Technol*, 12, 201-207.
- Bešić, Z., 1948: Geotektonska struktura sjeverne Crne Gore. *Glasnik Prirodnjačkog muzeja srpske zemlje, Beograd, Serija A, knj. 1*, 100-109.
- Bešić, Z., 1950: Geologija Nikšićke Župe. *Glasnik Prirodnjačkog muzeja srpske zemlje, Beograd, serija A, knj. 3*, 3-50.
- Bešić, Z., 1953: Geologija severozapadne Crne Gore. *Naučno društvo NR Crne Gore, Cetinje*, (176).
- Bešić, Z., 1980: Geologija Crne Gore, Stratigrafija i facijalni sastav Crne Gore, knj. I, sv. 2. Posebna izdanja Crnogorske akademije nauka i umjetnosti knj. IX, *Odjeljenje prirodnih nauka knj.8, Titograd* (380).

- Bešić, Z., 1983: Geologija Crne Gore, Geotektonika i paleogeografija Crne Gore, knj. III. Posebna izdanja Crnogorske akademije nauka i umjetnosti knj. XVI, Odjeljenje prirodnih nauka, knj. 10, Titograd (212).
- Bešić, Z., Vuković, V., Cicović, B., 1965: Boksiti Crne Gore; dio I, Izd. Rudnici boksita-Nikšić, Nikšić (152).
- Bogatyrev, B.A., Zhukov, V.V., 2009: Bauxite provinces of the world. *Geol. Ore Deposits* 51, 339–355.
- Boni, M., Reddy, S.M., Mondillo, N., Balassone, G., Taylor, R., 2012: A distant magmatic source for Cretaceous karst bauxites of Southern Apennines (Italy), revealed through SHRIMP zircon age dating. *Terra Nova*, 00, pp. 1–7.
- Boni, M., Rollinson, G., Mondillo, N., Balassone, G., Santoro, L., 2013: Quantitative mineralogical characterization of karst bauxite deposits in the Southern Apennines, Italy. *Econ. Geol.* 108, 813–833.
- Braun, J.J., Pagel, M., Muller, J.P., Bilong, P., Michard, A., Guillet, B., 1990: Ce anomalies in lateritic profiles. *Geochim. Cosmochim. Acta* 54, 781–795.
- Burić, P., 1966: Geologija ležišta boksita Crne Gore. Posebna izdanja Geološkog glasnika, knj. VIII, Sarajevo (236).
- Bušinskij, G. I., 1971: Геология бокситов; Izd. "Nedra", Moskva (368).
- Bušinskij, G. I., 1975: Геология бокситов; Drugo izdanje "Nedra", Moskva (416).
- Calagari, A.A., Abedini, A., 2007: Geochemical investigations on Permo-Triassic bauxite horizon at Kanisheeteh, east of Bukan, West-Azarbaidjan, Iran. *J. Geochem. Explor.* 94, 1–18.
- Chai, D.H., Qu, Z.M., Chen, H.C., Chai, F., 2001: New discovery and industrial significance of rare and rare-earth elements in Shanxi bauxite. *Light Met.* 6, 6–11.
- Cicmil, S., 1984: Metalogenija mezozojskih ležišta crvenih boksita jugozapadne Crne Gore; Izd. Rudnici boksita – Nikšić, Nikšić (134).
- Condie, K.C., 1993. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales. *Chem. Geol.* 104, 1–37.
- Crnički, J., 1987: Raspodjela lantanida u boksitima Hrvatske i njihovo značenje za genezu boksita, Doktorska disertacija (157).
- Crnički, J., Jurković, I., 1990. Rare earth elements in Triassic bauxites of Croatia Yugoslavia. *Travaux.* 19, pp. 239–248.
- Čubrilović, V., 1940: O različitoj starosti slojeva u kojima se javlja boksit, u jednom delu Crne Gore i Hercegovine; *Godišnjak Geol. Inst. Kraljevine Jugoslavije*, knj. II (1939), Beograd, 163-168
- Curtis, C.D., 1972: Scandium. - In: Fairbridge, R.W. (ED.): *The Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences*, Dowden, Hutchinson, and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, 1061-1062.
- Cvijić, J., 1921: Ledeno doba u Prokletijama i okolnim planinama, II deo. *Ibid*, knj. XCIII, Beograd, 1-52
- Da Conceição Freitas, M., Andrade, C., Rocha, F., Tassinari, C., Munhá, J.M., Cruces, A., Vidinha, J., & Marques Da Silva, C., 2003: Lateglacial and Holocene environmental changes in Portuguese coastal lagoons 1: the sedimentological and geochemical records of the Santo André coastal area. - *Holocene*, 13, 3, 433-446.
- Dai, T.G., Long, Y.Z., Zhang, Q.Z., Hu, B., 2003: REE geochemistry of some bauxite deposits in the Western Guangxi district. *Geol. Prospecting* 39 (4), 1–5.
- D'Argenio, B., 1969: Central and Southern Italy Cretaceous Bauxites (Stratigraphy and Paleogeography). *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.* LIX, 3, 221-233
- D'Argenio, B., Mindszenty, A., 1987: Bauxites and related paleokarst: Tectonic and climatic event markers at regional unconformities. *Eclogae Geol. Helv.* 88/3, 453-499
- D'Argenio, B., Mindszenty, A., 1995: Cretaceous Bauxites in the Tectonic Framework of the Mediterranean; *Societa geologica Italiana*, Vol. 9, Roma, 257-262

- D'Argenio, B., Mindszenty, A., Bardossy, Gy., Juhasz, E., Boni, M., 1987: Bauxites of Southern Italy revisited. *Societa geologica Italiana*, Vol. 9, Roma, 263-268
- Davis, J.C., 1986: *Statistics & data analysis in geology*, II ed. - John Wiley & Sons, New York, (646)
- Deady, D., Mochos, E., Goodenough, K., Williamson, B., wall, F., 2014: Rare earth elements in karst-bauxites: A novel untapped european resource? ERES2014: 1st European Rare Earth Resources Conference, Milos, 1-12.
- Deng, J., Wang, Q.F., Yang, S.J., Liu, X.F., Zhang, Q.Z., Yang, L.Q., Yang, Y.H., 2010. Genetic relationship between the Emeishan plume and the bauxite deposits in western Guangxi, China: constraints from U-Pb and Lu-Hf isotopes of the detrital zircons in bauxite ores. *J. Asian Earth Sci.* 37 (5-6), 412-424.
- Dillon, W.R. & Goldstein, M., 1984: *Multivariate analysis: methods and applications*.- John Wiley & Sons, New York, (575)
- Dimitrijević M.D., 1974: Dinaridi: Jedan model na osnovama "Nove globalne tektonike". Savetovanje "Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja Jugoslavije", Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 141-178.
- Dimitrijević M.D. 1982: Dinaridi – jedan pogled na tektoniku. *Vesnik Zavoda za geološka i geof. istr. knj. XL, ser. A, Beograd.*
- Dimitrijević M.D. 1995: *Geologija Jugoslavije*, Geoinstitut Gemini, Barex, Beograd (187).
- Dragičević, I., Velić, I., 2002: The northeastern margin of the Adriatic Carbonate Platform. *Geol. Croat. Zagreb*, 55/2, 185 – 232
- Dragović, D., 1988: Uslovi stvaranja ležišta i litoloških tipova bijelih boksita Crne Gore. VI Jugoslovenski simpozijum o istraživanju i eksploataciji boksita, Zbornik radova, Herceg Novi, 85-94.
- Dragović, D., 1988a: *Bijeli boksiti Crne Gore*; Nikšić (88).
- Dunham, R.J., 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Am. Assoc. of Petroleum Geologists Bulletin*, 1, 108-171
- Eliopoulos, D., Economou, G., Tzifas, I., Papatrechas, C., 2014: The potential of rare earth elements in Greece. ERES2014: 1st European Rare Earth Resources Conference, Milos, 308-316.
- Eliopoulos, D.G., Economou-Eliopoulos, M., 2000: Geochemical and mineralogical characteristics of Fe-Ni- and bauxitic-laterite deposits of Greece. *Ore Geology reviews* 16, 41-58.
- Embry, A.F., and Klován, E.J., 1971: A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, N.W.T. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* v.19, 1971, 730-781
- EuroGeoSurveys Mineral Resources Expert Group, 2014: *Minerals in your life*. EuroGeoSurveys, Brussels, Belgium. ISBN 9789090281476 (196)
- European Commission – Enterprise and industry, 2010: *Critical raw materials for the EU; Report of Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials*, 1-84. Raw Material Supply Group, Brussels, [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b\\_engl.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b_engl.pdf)
- Evensen, M.N., Hamilton, P.J., O'Nions, R.K., 1978: Rare earth abundances in chondritic meteorites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 42, 1199-1212.
- Folk, R.L., 1959: Practical petrographic classification of limestones, *Amer. Ass. Petrol. Geol.* Vol. 43/1, 1-38
- Folk, R.L., 1962: Spectral subdivision of limestone types. In: Ham, W.E. (ed.): *Classification of carbonate rocks*, Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem. 1, 62-84
- Garrett, R.G., 1989: The chi-square plot: a tool for multivariate outlier recognition, - *J. Geochem. Explor.*, 32, 319-341.
- Golonka, J., 2004: Plate tectonic evolution of the southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic. *Tectonophysics*, 381, 235- 273.



- Golonka, J., 2007: Phanerozoic paleoenvironment and paleolithofacies maps. Mesozoic. Geologia . Tom 33. Zeszyt 2., 211–264
- Gomilanović, M., Blečić, N., Kaluđerović, M., Manojlović, M., Pajović, M., Radulović, V., Simić, R., Kalezić, M., Kovačević, V., Ostojić, M., Radulović, M., 1999: Mineralne sirovine i rudarska proizvodnja u Crnoj Gori. Ministarstvo industrije, energetike i rudarstva, Podgorica, ISBN: 86-83229-01, (804).
- Goodenough, K.M., Schilling, J., Jonsson, E., Kalvig, P., Charles, N., Tuduri, J., Deady, E.A., Sadeghi, M., Schiellerup, H., Müller, A., Bertrand, G., Arvanitidis, N., Eliopoulos, D.G., Shaw, R.A., Thrane, Keulen, K. N., 2016: Europe's rare earth element resource potential: An overview of REE metallogenetic provinces and their geodynamic setting. Ore Geology Reviews 72, 838–856.
- Grubb, P.C.L., 1971: Genesis of the Weipa bauxite deposits, N.E. Australia. Mineral. Deposita 6, 265–274.
- Grubić, A., 1963: The stratigraphic position of bauxites in the Yugoslav Dinarids; Symp. sur les bauxites, oxides et hydroxydes d' Aluminium, Vol. I, Zagreb, 51-79.
- Grubić, A., 1975: Geologija jugoslovenskih boksita. Posebna izdanja SANU, CDLXXXIII, Odelj. prirodn. mat. nauka, knj. 44, Beograd, (181).
- Grubić, A., 1999: Problematika jugoslovenskih boksita. Radovi Geoinstituta, Beograd, knj. 36, 7-24.
- Grubić, A., Milovanović, A., Petković, A., Dragović, A., Antonijević, I. 1976: Ocena perspektivnosti pronalazanja ležišta mezozojskih boksita u Jugoslaviji. IV Jugoslovenski Simpozijum o istraživanju i eksploataciji boksita, Zbornik radova, Herceg Novi, 13-16.
- Hanič, N., 2013: Geological and geochemical evolution of the Bolkardaği bauxite deposits, Karaman, Turkey: transformation from shale to bauxite. J. Geochem. Explor. 133, 118–137.
- Hawkes, E.H., Webb, S.J., 1968: Geohemija i istraživanje mineralnih sirovina. Savremena administracija, Beograd (351).
- Howarth, R.J. & Sinding-Larsen, R., 1983: Multivariate analysis. - In: Howarth, R.J. (ed.): Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting, Handbook of Exploration Geochemistry, Vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 207–289.
- Janković, S., 1974: Metalogenetske provincije Jugoslavije u prostoru i vremenu (opšti pregled). Savetovanje "Metalogenija i koncepcija geotektonskog razvoja Jugoslavije", Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 31-52.
- Janković, S., 1981: Ležišta mineralnih sirovina–geneza rudnih ležišta, RGF Univerziteta u Beogradu, Beograd (529).
- Janković, S., Jelenković, R., Vujić, S., 2003: Mineralni resursi i prognoza potencijalnosti metaličnih i nemetalnih mineralnih sirovina Srbije i Crne Gore na kraju XX veka. Inženjerska akademija Srbije i Crne Gore, Odeljenje rudarskih i geoloških nauka, Posebno izdanje br. 2, Beograd, (875).
- Jelenković, R., 1999: Ležišta metalnih mineralnih sirovina. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra ekonomske geologije, Beograd (439).
- Jöreskog, K.G., Klován, J.E. & Reymet, R.A., 1976: Methods in mathematics 1: Geological factor analysis. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York, (178)
- Jović, V. i Radusinović, S., 2010: Rare earth elements in karstic bauxites of Zagrad (Nikšićka Župa, Montenegro). Zbornik radova sa 15. Kongresa geologa Srbije sa međunarodnim učešćem, Beograd, 2010, str. 39.
- Jović, V., Radusinović, S., Pajović, M., 2009: Rare earth elements in karstic bauxites of Zagrad (Nikšićka Župa, Montenegro). Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 73, № 13, 2009, A607

- Jurković, I., Sakač, K., 1963: Stratigraphical, paragenetical and genetical characteristic of bauxites in Yugoslavia. *Sumposium sur les bauxites, oxides et hydroxydes d'aluminium*; Vol I, Zagreb, 253-264.
- Kalezić, M., Gomilanović, M., 2004: Traganje za rudama u Crnoj Gori, CID, Podgorica (449)
- Kalezić, M., Jovičić, M., Mirković, M., 1965: Prilog poznavanju stratigrafskog položaja crvenih boksita Crne Gore. *Geološki glasnik Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore*, knj. IV, Titograd, (353-368).
- Kalezić, M., Mirković, M., 1970: OGK lista "Šavnik", 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Kalezić, M., Mirković, M., Škuletić, D., 1973: Tumač za OGK lista "Šavnik", K 34-39. Savezni geološki zavod, Beograd (59).
- Kanazawa, Y., Kamitani, M., 2006. Rare earth minerals and resources in the world. *J. Alloys Compd.* 408-412, 1339-1343.
- Karadağ, M.M., Küpeli, S., Arýk, F., Ayhan, A., Zedef, V., Döyen, A., 2009. Rare earth element(REE) geochemistry and genetic implications of the Mortaş bauxite deposit(Seydişehir/Konya — Southern Turkey). *Chem. Erde Geochem.* 69 (2), 143-159.
- Karamata, S., †Dimitrijević, M. N., †Dimitrijević, M. D., Ercegovac, Kalezić, M., Milovanović, D., †Mirković, M., Olujić, J., Popević, A., M., Pajović, M., Radusinović, S., †Stijović, V., Sudar, M., Cvetković, V., Šarić, K., Zakariadze, G., 2010: The Dinaride Ophiolite Belt-derived olistostrome mélange at the northern slope of Moračka Kapa (Montenegro): evidence of the emplacement of the southeast Bosnian-Durmitor terrane. *Académie Serbe des sciences et des arts, Bulletin, Tome CXL, Classe des sciences mathématiques et naturelles, Sciences naturelles* № 46, Beograd, 2010, 29-40.
- Kemp, A.L.W. & Thomas, R.L. (1976): Impact of man's activities on the chemical composition of the sediments of lakes Ontario, Erie and Huron. - *Water Air Soil Poll*, 5, 469-490
- Laskou, M., Andreou, G., 2003: Rare earth elements distribution and REE-minerals from the Parnassos-Ghiona bauxite deposits, Greece. In: Eliopoulos, D., et al. (Eds.), *Mineral Exploration and Sustainable Development, 7th Biennial SGA Meeting*. Athens. Mill Press, Rotterdam, pp. 89-92.
- Laskou, M., Economou-Eliopoulos, M., 2007: The role of microorganisms on the mineralogical and geochemical characteristics of the Parnassos-Ghiona bauxite deposits, Greece. *J. Geochem. Explor.* 93, 67-77.
- Laskou, M., Economou-Eliopoulos, M., 2013: Bio-mineralization and potential biogeochemical processes in bauxite deposits: genetic and ore quality significance. *Miner. Petrol* 107, 471-486.
- Li, H.J., Wang, L.F., Chai, F., Luo, S.Q., 2002. Mechanism and rules of formation of comprehensive bauxite -rare earth minerals in Shanxi Province. *Light Met.* 10, 7-10.
- Li, S.J., Wang, Q.C., Li, Z., 2005: Characteristics of Mesozoic and Cenozoic heavy minerals from Kuche River section in Kuche depression and their geological implications. *Acta Petrol. Mineral.* 24 (1), 53-61.
- Li, Z.M., Zhao, J.M., Feng, H., Li, W., Jiao, Z.C., Yue, G.L., 2007. First discovery of palaeoweathering crust type REE deposit in Yushan area of Henan province and its significance. *Miner. Resour. Geol.* 21 (2), 117-180.
- Liaghat, S., Hosseini, M., Zarasvandi, A., 2003: Determination of the origin and mass change geochemistry during bauxitization process at the Hangam deposit, SW Iran. *Geochemical Journal*, Vol. 37, pp. 627-637
- Liu, P., 1999: Geochemical characteristics of Carboniferous bauxite deposits in central Guizhou-Southern Sichuan. *Reg. Geol. China* 18 (2), 210-217.

- Liu, X., Wang, Q., Deng, J., Zhang, Q., Sun, S., Meng, J., 2010: Mineralogical and geochemical investigations of the Dajia Salento-type bauxite deposits, Western Guangxi, China. *J. Geochem. Explor.* 105, 137–152.
- Liu, X., Wang, Q., Zhang, Q., Zhang, Y., Li, Y., 2016: Genesis of REE minerals in the karstic bauxite in western Guangxi, China, and its constraints on the deposit formation conditions. *Ore Geol. Rev.* 75, 100–115.
- Luković, S., 1960: O pojavi sideritskog tipa bemitskih boksita u ležištu Gornjeg polja kod Nikšića. *Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd, sv. 7*, 57-61.
- MacLean, W. H., Bonavia, F. F. and Sanna, G., 1997: Argillite debris converted to bauxite during karst weathering: Evidence from immobile elements geochemistry at the olmedo deposit, Sardinia. *Min. Dep.* 32, 607–616.
- Maclean, W.H., 1990: Mass change calculations in altered rock series. *Mineral. Deposita* 25, 44–49.
- Maclean, W.H., Bonavia, F.F., Sanna, G., 1997: Argillite debris converted to bauxite during karst weathering: evidence from immobile element geochemistry at the Olmedo Deposit, Sardinia. *Mineral. Deposita* 32, 607–616.
- Maksimović, 2010: Genesis of Mediteranean karstic bauxites and nicel deposits *Académie Serbe des sciences et des arts, Bulletin, Tome CXL, Classe des sciences mathématiques et naturelles, Sciences naturelles N° 46*, 1-27.
- Maksimović, Z., 1968. Distribution of trace elements in bauxite deposits of Hercegovina, Yugoslavia. *Travaux ICSOBA* 5, 63–70.
- Maksimović, Z., 1976: Mikroelementi u nekim našim ležištima boksita i njihov značaj; IV Jugoslovenski simpozijum o istraživanju i eksploataciji boksita, *Zbornik rado-va, Herceg Novi*, 29-32.
- Maksimović, Z., 1976a: Genesis of some Mediteranean karstic bauxite deposits; *Travaux, ICSOBA, N-13, Zagreb*, 1-14.
- Maksimović, Z., 1979: Geochemical study of the Marmara bauxite deposit: implication for the genesis of brindleyite. *Travaux ICSOBA* 15, 31–121.
- Maksimović, Z., 1982: Mineralogija itrijuma i lantanida u Mediteranskim karstnim boksitima; X Kongres geologa Jugoslavije, *Zbornik radova, knj. I, Budva*, 309-318.
- Maksimović, Z., 1987: Mikroelementi u jurskim boksitima Crne Gore i njihov genetski značaj. *Zbornik radova, CANU, Titograd*, 47-60.
- Maksimović, Z., 1988: Geohemijski kriterijumi za razlikovanje karstnih boksita stvorenih in situ od pretaloženih boksita; *Geološki glasnik Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Posebna izdanja, VI Skup sedimentologa Jugoslavije, knj. VI, Titograd* (93-100).
- Maksimović, Z., Dangić, A., 1988: Način pojavljivanja mikroelemenata u našim boksitima u vezi njihovog iskorišćenja. VI Jugoslovenski simpozijum o istraživanju i eksploataciji boksita, *Zbornik radova, Herceg Novi*, 61-66.
- Maksimović, Z., Jović, V., Napijalo, M. 1998: Elementi retkih zemalja u boksitima Nikšićke Župe, Crna Gora i njihov značaj. 13 Kongres geologa Jugoslavije, *Zbornik radova, knj. IV, Herceg Novi*, 1-14
- Maksimović, Z., Pantó, G., 1978: Minerals of the rare earth elements in karstic bauxites: synchisite-(Nd), a new mineral from Gebnik deposit. 4<sup>th</sup> International Congress for the Study of Bauxites, Alumina and Aluminium (ISCOBA), National Technical University, Athens, Vol. 2, Bauxites, 540–552.
- Maksimović, Z., Pantó, G., 1980: Bastnázite-(La) and monacite-(Nd), a new variety of monacite, from Marmara bauxite deposit (Greece). *Bulletin de l' Académie Serbe des sciences et des arts, Classe des sciences mathématiques et naturelles, Sciences naturelles ISSN 0352-5740.72:20*, 35-42.

- Maksimović, Z., Pantó, G., 1981: Neodimian goyazite in the bauxite deposit of Vlasenica (Yugoslavia). The 12<sup>th</sup> Congress of the Carpato-Balkan Geological Association, Institute of geology and geophysics, Bucharest, 384–385.
- Maksimović, Z., Pantó, G., 1983: Mineralogy of yttrium and lanthanide elements in karsticbauxite deposits. *Travaux ICSOBA* 18, 191–200.
- Maksimović, Z., Pantó, G., 1985: Hydroxy-bastnaesite-(Nd), a new mineral from Montenegro, Yugoslavia. *Mineral. Mag.* 49, 717–720.
- Maksimović, Z., Pantó, G., 1991: Contribution to the geochemistry of the rare earth elements in the karst-bauxite deposits of Yugoslavia and Greece. *Geoderma* 51, 93–109.
- Maksimović, Z., Pantó, G., 1996: Authigenic rare earth minerals in karst-bauxites and karstic nickel deposits. In: Jones, A.P., Wall, F., Williams, C.T. (Eds.), *Rare Earth Minerals, Chemistry, Origin and Ore Deposits*, Mineralogical Society Series Chapter 10. Chapman & Hall, London, 199–220.
- Maksimović, Z., Roaldset, E., 1976: Lanthanide elements in some Mediterranean karsticbauxite deposits. *Travaux ICSOBA*. 13, 199–220.
- Maksimović, Z., Skarpelis, N., Pantó, G., 1993: Mineralogy and geochemical of the rare earth elements in the karstic nickel deposits of Lokris area, Greece. *Acta Geol. Hung.* 36 (3), 331–342.
- Mameli, P., Mongelli, G., Oggiano, G., Dinelli, E., 2007: Geological, geochemical and mineralogical features of some bauxite deposits from Nurra (Western Sardinia, Italy): insights on conditions of formation and parental affinity. *Int. J. Earth Sci.* 96, 887–902.
- Matthai, C., Birch, G.F. & Bickford, G.P., 2002: Anthropogenic trace metals in sediment and settling particulate matter on a high-energy continental shelf (Sydney, Australia). - *Mar Environ Res*, 54, 2, 99-127.
- Miesch, A.T., 1976: Sampling designs for geochemical surveys- syllabus for a short course. *Open-File Rep. - U.S. Geol. Surv.* 76-772 (129).
- Milnes, A.R. & Fitzpatrick, R.W., 1989: Titanium and zirconium minerals. 2 ed. - In: Dixon, J.B. & Weed, S.B. (ed.): *Minerals in soil environment*. - *Soil. Sci. Soc. Amet.*, (1244).
- Mirković, M., Živaljević, M., Đokić, V., Perović, Z., Kalezić, M., Pajović, M., 1985. *Geološka karta SR Crne Gore*, 1:200.000. RSIZ za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd.
- Molina, J.M., Ruiz-Ortiz, P.A., Vera, J.A., 1991: Jurassic karst bauxites in the Subbetic, Betic Cordillera, Southern Spain. *Acta Geol. Hung.* 34, 163–178.
- Mondillo, N., Balassone, G., Boni, M., Rollinson, G., 2011: Karst bauxites in the Campania Apennines (southern Italy): a new approach, *Periodico di Mineralogia*, 80, 3 (Spec. Issue), 407-432.
- Mongelli, G., 1997: Ce-anomalies in the textural components of Upper Cretaceous karst bauxites from the Apulian Carbonate Platform (southern Italy). *Chem. Geol.* 140, 69–79.
- Mongelli, G., 2002: Growth of hematite and boehmite in concretions from ancient karstbauxite: clue for past climate. *Catena* 50, 43–51.
- Mongelli, G., Acquafredda, P., 1999: Ferruginous concretions in a late Cretaceous karstbauxite: composition and conditions of formation. *Chem. Geol.* 158, 315–320.
- Mongelli, G., Boni, M., Buccione, R., Sinisi, R., 2014: Geochemistry of the Apulian karstbauxites (southern Italy): chemical fractionation and parental affinities. *Ore Geol. Rev.* 63, 9–21.
- Mordberg, L.E., 1993: Patterns of distribution and behaviour of trace elements in bauxites. *Geochemical and Isotopic Record of Continental Weathering* 107 (3–4), 241–244.

- Mordberg, L.E., 1996: Geochemistry of trace elements in Paleozoic bauxite profiles innorthern Russia. *J. Geochem. Explor.* 57, 187–199.
- Mordberg, L.E., 1999: Geochemical evolution of a Devonian diaspore–crandallite–svanbergite-bearing weathering profile in the Middle Timan, Russia. *J. Geochem. Explor.* 66, 353–361.
- Mordberg, L.E., Stanley, C.J., Germann, K., 2000. Rare earth element anomalies incrandallite group minerals from the Schugorsk bauxite deposit, Timan, Russia. *Eur.J. Mineral.* 12, 1229–1243.
- Norton, S.A. & Kahl, J.S., 1987: A comparison of lake sediments and ombrotrophic peat deposits as long term monitors of atmospheric pollution. *New Approaches to Monitoring Aquatic Ecosystems*, ASTM STP 940, T.P. Boyle. - American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 40-57.
- Onac, B.P., Ettinger, K., Kearns, J., Balasz, I.I., 2005. A modern, guano-related occurrence offoggitte,  $\text{CaAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  and churchite-(Y),  $\text{YPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  in Cioclovina Cave, Romania. *Mineral. Petrol.* 85, 291–302.
- Öztürk, H., Hein, J.R., Hanilci, N., 2002: Genesis of the Dogankuzu and Mortas bauxite deposits, Taurides, Turkey: separation of Al, Fe, and Mn and implication for passive margin metallogeny. *Econ. Geol.* 97, 1063–1077.
- Pajović, M., 2000: Geologija i geneza crvenih boksita Crne Gore. Posebna izdanja Geološkog glasnika, knj. XVII, Podgorica (242).
- Pajović M., 2000a: Genetic model of the karstic Bauxites in the Dinarides. *Proceed. of the Intern. Symp.*, Banja Luka, Serb. Sarajevo, 365-374.
- Pajović, M., 2009: Genesis and genetic types of karst bauxites; *Iranian Journal of Earth Science*, Vol. 1, N° 1, Dep. of Geology, Islamic Azad University, Mashhad, Iran, 44-56.
- Pajović, M., Radusinović, S., Svrkota, R., Ilić, D., 2004: Differences in geochemical composition of redeposited ared primary Karstic Bauxites; 32<sup>nd</sup> International Geol. Congress, Florence, Italy.
- Pajović, M., Radusinović, S., Božović, D., 2005: Karst and Bauxites. *Proceed. of the Intern. Conference: Water Resources and Environmental problems in karst*, Belgrade & Kotor, Belgrade, 763-770.
- Pajović M., Radusinović, S., 2005: Geneza bijelih (donjokrednih) boksita. *Zbornik radova sa 14. Kongresa geologa Srbije i Crne Gore sa međunarodnim učešćem*, Novi Sad, 2005, str. 469-476.
- 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, 73 (2), Podgorica, 237-282.
- Pajović, M., Radusinović, S., 2012: Methods for production of metallogenic-prognostic map of red karst bauxite in the region of Nikšićka Župa, Montenegro (Europe). *Iran.J. Earth Sci.* 4, 12–20.
- Pajović, M., Radusinović, S., 2015: Stratigrafija boksita Crne Gore. *Geološki glasnik Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore*, UDK: 55/56, ISSN 0435-4249, COBISS.CG-ID 37922, Knj. XVI, 27-57.
- Pavić, A., 1956: Stratigrafski položaj boksita u oblasti između Nikšićkog polja i Rovačkih Platija kanjona Morače (Crna Gora). *Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije*, Beograd, knj. XII, 291-312
- Pavić, A., 1963: Stratigrafski položaj crnogorskih boksita: *Travaux, ICSOBA*, Vol. 1, Zagreb, 265-275
- Pavlović, S., Protić, M., 1957: Mineraloška ispitivanja boksita Crne Gore; *II Kongres geologa Jugoslavije*, Sarajevo, 297-310
- Petković, K., 1961: Navlake - kraljušti ili kraljušti u navlakama u tektonskom sklopu Crne Gore i Hercegovine. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, Knjiga XXVIII, Beograd, 157-175



- Radoičić, R., 1959: Stratigrafski položaj nekih boksita u Crnoj Gori; Geološki glasnik Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, knj. III, Titograd, 253-258.
- Radoičić, R., 1966: Microfacies du Jurassique des Dinarides externes de la Yugoslavie. Geologija, Rasprave in poročila, Ljubljana, knj. 9, 5-377
- Radoičić, R., Vujisić, T., 1970: Korelacija litostratigrafskih stubova boksitonosnog područja Zapadne Crne Gore; Vesnik, knj. XXVIII, serija A, Beograd, 165-173.
- Radusinović, S., Jelenković R., Pačevski A., Simić V., Božović D., Holclajtner-Antunović I., Životić D., 2017: Content and mode of occurrences of rare earth elements in the Zagrad karstic bauxite deposit (Nikšić area, Montenegro). Ore Geology Reviews, 80, 406-428. Geology (2/47); IF<sub>2015</sub> - 3.819, ISSN: 0169-1368, Publisher: Elsevier.
- Rock, N.M.S., 1988: Numerical geology. Lecture notes in earth sciences. - Springer-Verlag, Berlin, (427)
- Rose, A.W., Hawkes, H.E., & Webb, J.S., 1979: Geochemistry in mineral exploration, II ed.- Academic Press, London, (657)
- Sakač, K., Šinkovec, B., Jungwirth, E., Lukšić, B., 1984: Opća obilježja geološke građe ležišta boksita područja Imotskog; Geološki vjesnik, Vol. 37, Zagreb, 153-174.
- Schmid, S., 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.
- Schroll, E., Sauer, D., 1968: Beiträge zur Geochemie von Titan, Chrom, Nickel, Cobalt, Vanadium und Molybdän in bauxitischen Gesteinen und das Problem der stofflichen Herkunft des Aluminiums. Travaux du ICSOBA 5, 83-96.
- Shotyk, W., Weiss, D.J., Kramers, J. D., Frei, R., Cheburkin, A. K., Gloor, M. & Reese, S., 2001: Geochemistry of the peat bog at Etang de la Gruere, Jura Mountains, Switzerland, and its record of atmospheric Pb and lithogenic trace elements (Sc, Ti, Y, Zr, and REE) since 12,370 <sup>14</sup>C yr BP. - Geochim Cosmochim Acta, 65, 2337-2360.
- Šinkovec, B., & Sakač, K., 1968: The early Paleogene bauxites of the North Adriatic Islands. Geol. Vjesnik, 33, Zagreb, 213-225
- Šinkovec, B., & Šiftar, D., 1979: Types and origin of gibbsite in bauxite deposits of Croatia, Yugoslavia. Travaux ICSOBA, No 15, Proc. of the Jamaica Conf., 91-98
- Šinkovec, B., Sakač, K., 1982: The Paleogene Bauxites of Dalmatia; Travaux, ICSOBA, Vol. 12, No. 17, Zagreb, 293-331.
- Šinkovec, B., Sakač, K., 1991: Bauxite deposits of Yugoslavia - the state of the Art. Acta Geologica Hungarica, Vol. 34/4, Budapest, 307-315.
- Šušnjara, A., Šćavničar, B., 1978: Heavy minerals as provenance indices of Tertiary Bauxites in Dalmatia (Yugoslavia); 4-th Int. Congress for the study of Bauxites, Alumina and Aluminium, vol. 2., Athens, 822-836.
- Timotijević, S., 2001: Kredni boksiti Srbije, Posebna izdanja Geoinstituta 27, Beograd, (183).
- Valeton, I., Bierman, M., Reche, R., Rosenberg, F.F., 1987: Genesis of nickel laterites and bauxites in Greece during the Jurassic and the Cretaceous and their relation to ultrabasic rocks. Ore Geol. Rev. 2, 359-404.
- Velić, I., Vlahović, I., Matičec, D., 2002: Depositional sequences and palaeogeography of the Adriatic Carbonate Platform. Mem. Soc. Geol. Ital. 57, 141-151.
- Viers, J., Wasserburg, G.J., 2004: Behavior of Sm and Nd in a lateritic soil profile. Geochim. Cosmochim. Acta 68 (9), 2043-2054.
- Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., Matičec, D., 2005: Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 220, 333-360.
- Vukotić, P., Dragović, D., 1981: Rare earth elements distribution patterns in red bauxites of Crna Gora. Travaux ICSOBA 16, 367-381.



- Vukotić, P., Dragović, D., 1982: The contribution of intermediate Igneous Rocks to the Source material of Montenegrin red Bauxites; *Travaux, ICSOBA*, Vol. 12, N°17, Zagreb (283-291).
- Wang, Q., Deng, J., Liu, X., Zhang, Q., Sun., S., Jiang, C., Zhou, F., 2010: Discovery of the REE minerals and its geological significance in the Quyang bauxite deposit, West Guangxi, China. *J. Asian Earth Sci.* 39, 701–712.
- Wang, Y.X., Li, H.M., Yang, J.D., Qiu, L.W., Chai, D.H., Chen, P., 2000: Discovery of palaeoweathering type rare and rare earth element deposits in Northern China and its significance. *Geol. J. China Univ.* 6 (4), 605–607.
- Wang, Y.X., Li, H.M., Yang, J.D., Shen, Y.Q., Chai, D.H., Chen, P., Qiu, L.W., Chen, X.M., Zhao, Yang, J.C., Wang, F.L., Li, D.S., Fei, Y.C., Wang, L., 2004: Investigation on occurrence and trend of rare and rare-earth elements associated in bauxite. *Min. Metall.* 13 (2), 89–92.
- Wilson, J.L., 1975: *Carbonate facies in geologic history*, New York, Springer (471)
- Ye, L., Cheng, Z.T., Pan, Z.P., 2007: The REE geochemical characteristics of the Xiaoshanba bauxite deposit, Guizhou. *Bull. Mineral. Petrol. Geochem.* 26 (3), 228–233.
- Zarasvandi, A., Charchi, A., Carranza, E.J.M., Alizadeh, B., 2008: Karst bauxite deposits in the Zagros Mountain Belt, Iran. *Ore Geol. Rev.* 34, 521–532.
- Ziegler, A.P., 1999: Evolution of the Arctic-North Atlantic and the Western Tethys. *AAPG Memoir*, 43, 164-196.
- Živaljević, M., Pajović, M., Đokić, V., Škuletić, D., 1973: Tumač za OGK lista "Titograd", K 34-51; Savezni geološki zavod, Beograd (57).
- Živaljević, M., 1989: Tumač Geološke karte SR Crne Gore, 1:200.000, Posebna izdanja Geološkog glasnika, Knj. VIII. Zavod za geološka istraživanja SR Crne Gore, Titograd, (62).

### **Fondovski materijal o istraživanju i ležištima boksita Crne Gore**

- Đokić, V., 1989: Elaborat o izradi MPK boksitonosnog terena između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000 (I faza). FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Đokić, V., 1990: Godišnji izvještaj o izradi MPK boksitonosnog terena između rijeke Morače i Nikšićkog polja, u 1989 godini, 1:50.000, FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Ivanović, Z., Rašović, S., 1976: Elaborat o regionalno-geološkim istraživanjima crvenih boksita između Morače i Zete (Radovče-Kopilje) za 1975. godinu; FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Ivanović, Z., 1977: Elaborat o regionalno-geološkim istraživanjima boksitonosnog terena Bršna i Buavice u toku 1976 godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Ivanović, Z., 1977a: Elaborat o regionalno-geološkim istraživanjima boksita Crvenjaci, Ploče i Rozin vrh, u toku 1977 godine. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Kalezić, M., Rašović, S., 1970: Završni elaborat o istraživanju crvenih boksita Štitova, Lisca, Radovča i Kopilja. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Kalezić, M., Pajović, M., 1987: Projekat izrade MPK boksitonosnog terena između Morače i Nikšićkog polja (I faza), 1:50.000. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Kecojević, V., Goranović, V., 1981: Elaborat o rezervama crvenog boksita u ležištu Liverovići. Fond SD Rudnika boksita – Nikšić.

- Kecojević, V. i sar. 2002: Elaborat o rezervama crvenog boksita u ležištu Štitovo II (Nikšićka Župa), stanje 31.12.2001. god. Fond SD Rudnika boksita-Nikšića.
- Kecojević, V., Šurbatović, M., Perunović, M. i sar., 2002a: Elaborat o rezervama crvenog boksita u ležištu LAZ (Nikšićka Župa), stanje 31.12.2001.godine. Fond SD Rudnika boksita-Nikšić.
- Koprivica, N., Nikolić, V. i sar., 2007: Elaborat o klas., kategorizaciji i proračunu rezervi boksita rudnog rejonu Nikšićke Župe, stanje 31.12.2006., knj. II, sv. 1, ležište ZAGRAD. Fond SD Rudnika boksita-Nikšić.
- Kostić, B., Erić, S., Pačevski, A., 2015: Studija Mikroskopska ispitivanja 30 uzoraka boksita iz rejonu Nikšićke Župe. Laboratorija za SEM-EDS, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet. FSD Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica (100).
- Marić, L., 1953: O boksitima Bunića u Nikšićkoj Župi. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Milutin, J., 1998: Izvještaj o biostratigrafskom ispitivanju karbonatnih sedimenata sa objekta: MPK boksitonosnog terena između Nikšićkog polja i rijeke Morače, za 1997. godinu, FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica. (59)
- Mirković, B., Jovović, J., 1991: Izvještaj o biostratigrafskom ispitivanju sedimenata sa terena zapadnog dijela Nikšićke Župe sa objekta "MPK boksitonosnog terena između Nikšićkog Polja i rijeke Morače". FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Mirković, M., 1996: Izvještaj o biostratigrafskom ispitivanju karbonatnih sedimenata sa objekta: MPK boksitonosnog terena između Nikšićkog polja i rijeke Morače, za 1995. godinu, knj. II. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (66)
- Mirković, M., 1997: Tumač Strukturno-tektonske karte Republike Crne Gore, 1: 200 000 FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (48)
- Mirković, M., Milutin, J., 1999: Izvještaj o biostratigrafskom ispitivanju karbonatnih sedimenata sa objekta: MPK boksitonosnog terena između Nikšićkog polja i rijeke Morače, za 1998. godinu, FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (77)
- Mirković, M., Pavlović, R., 2002: Tumač Geomorfološke karte Republike Crne Gore, 1: 200 000 FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (55)
- Pajović, M., 1987: Uputstvo za izradu Metalogenetsko-prognoznih karata u Crnoj Gori, 1:50.000. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Pajović, M., Mirković, M., Ilić, D., Kalezić, R., Janošević, Lj., 1992: Izvještaj o izradi MPK boksitonosnog rejonu između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1990. i 1991. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (50).
- Pajović, M., Ilić, D., Mirković, M., Svrkota, R., Šuković, R., Kalezić, R., 1993: Izvještaj o izradi MPK boksitonosnog rejonu između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1992. godinu, knjiga I. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (61).
- Pajović, M., Mirković, M., Ilić, D., 1995: Izvještaj o izradi MPK boksitonosnog rejonu između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1994. godinu, knjiga I. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (187).
- Pajović, M., Mirković, M., Svrkota, R., Ilić, D., Kalezić, R., Mišković, Z., Janošević, Lj., 1997: Izvještaj o izradi MPK boksitonosnog rejonu između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1995 i 1996. godinu, knjiga I. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (90).
- Pajović, M., Mirković, M., Svrkota, R., Ilić, D., Radusinović, S., 1998: Izvještaj o izradi MPK boksitonosnog rejonu između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1997. godinu, knjiga I. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (98).

- Pajović, M., Mirković, M., Svrkota, R., Ilić, D., Radusinović, S., Janošević, Lj., 1999: Izvještaj o izradi MPK boksitonošnjog reiona između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1998. godinu, knjiga 1. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (110).
- Pajović, M., Mirković, M., Svrkota, R., Ilić, D., Radusinović, S., Janošević, Lj., 2000: Izvještaj o izradi MPK boksitonošnjog reiona između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 1999. godinu, knjiga I. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (103).
- Pajović, M., Mirković, M., Svrkota, R., Ilić, D., Radusinović, S., Janošević, Lj., 2002: Izvještaj o izradi MPK boksitonošnjog reiona između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 2000. i 2001. godinu (posvećen Dr Mirku Mirkoviću), knjiga I. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (131).
- Pajović, M., 2003: Izvještaj o izradi MPK boksitonošnjog reiona između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 2002. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (25)
- Pajović, M., 2004: Izvještaj o realizaciji projekta MPK boksitonošnjog reiona između Morače i Nikšićkog polja, 1:50.000, za 2003. godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (16).
- Pajović, M., Mirković, M., Svrkota, R., Ilić, D., Radusinović, S., 2016: Geologija boksitonošnjog reiona Vojnik–Maganik (Crna Gora). FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica (300).
- Radusinović, S., 1999: Geološka građe, rezerve i palomorfološke karakteristike ležišta crvenog boksita kutsko brdo. Fond stručnih dokumenata Republičkog Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica.
- Radusinović, S., Kecejević, V., Jović, V., Pajović, M., Koprivica, N., Striković, R., 2005: Projekat istraživanja elemenata rijetkih zemalja u ležištu crvenih boksita Zagrad, Nikšićka Župa; FSD Republički zavod za geološka istraživanja, Podgorica (44).
- Radusinović, S., Pajović, M., Božović, D., Janošević, Lj., 2012: Projekat istraživanja elemenata rijetkih zemalja u ležištima crvenih boksita rudnog reiona Vojnik-Maganik i rudnog reiona Prekornica. FSD Zavod za geološka istraživanja, Podgorica (65).
- Radusinović, S., Pajović, M., Božović, D., Janošević, Lj., Danilović, I., Abramović, V., 2015: Izvještaj o realizaciji projekta istraživanja elemenata rijetkih zemalja u ležištima rudnih reiona Vojnik-Maganik i Prekornica; FSD Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica (165).
- Radusinović, S., 2015a: Aneks projekta istraživanja elemenata rijetkih zemalja u ležištima crvenih boksita rudnog reiona Vojnik-Maganik i rudnog reiona Prekornica. FSD Zavod za geološka istraživanja, Podgorica (20).
- Radusinović, S., 2016: Izvještaj o realizaciji aneksa projekta istraživanja elemenata rijetkih zemalja u ležištima rudnih reiona Vojnik-Maganik i Prekornica; FSD Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica (87)
- Rašović, S., Kalezić, M., Vujisić, P., 1974: Elaborat o rezultatima geoloških istraživanja, klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub> rezervi boksita u području Štitova. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Rašović, S., Ivanović, Z., 1975: Elaborat o regionalnim geološkim istraživanjima crvenih boksita Trmanje, Kamenika i Bijele stijene za 1974 godinu. FSD Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica.
- Šurbatović, M., Komnenić, Z., 2007: Elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi crvenog boksita u ležištu Štitovo II, knj. II, sv. 4., stanje 31.12.2006.godine. Fond stručnih dokumenata Rudnika boksita – Nikšić.

- Vasić, N., 2002: Diferencijalnotermička (DTA) i termogravimetrijska (TG) ispitivanja boksita rejonu Nikšić – Morača. FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Vörös, I., 1977: Ispitivanja boksita od jula 1976. do juna 1977. za Ujedinjene Nacije, YUG 73/010 Projekat istraživanja mineralnih sirovina u SR Crnoj Gori (prevod). FSD Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- Vulić, P., 2016: Rendgenska difrakciona ispitivanja boksita iz rejonu Nikšićke Župe. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet. FSD Zavoda za geološka istraživanja, Podgorica, str. 50.

## 14. DODACI

**Dodatak 1:** Rezultati hemijskih analiza boksita, VM\_01

**Dodatak 2:** Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-MS, VM\_02

**Dodatak 3.1:** Rezultati geohemijskih analiza boksita metodom ICP-AES/MS, VM\_04  
(oksidi, gubitak žarenjem, ukupni C i S)

**Dodatak 3.2:** Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04  
(mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)

**Dodatak 4:** Korelaciona matrica geohemijskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04

**Dodatak 5.1:** Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)

**Dodatak 5.2:** Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VMP\_04

**Dodatak 6.1:** Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)

**Dodatak 6.2:** Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02

**Dodatak 6.3:** Analiza rezultata diskriminantne funkcije po genetskom tipu, VM\_02

**Dodatak 1: Rezultati hemijskih analiza boksita, VM\_01**

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	TiO <sub>2</sub> %	GŽ %
1	G1	Laz	Trijas	donji	prim	15.16	50.34	18.00	0.40	3.05	12.76
2	G2	Laz	Trijas	srednji	prim	13.20	49.25	20.80	0.65	3.15	12.90
3	G3	Laz	Trijas	srednji	prim	18.88	47.85	19.16	0.50	2.90	13.00
4	G4	Laz	Trijas	gornji	prim	14.88	50.49	12.40	3.90	2.79	15.28
5	G5	Liverovici	Trijas	povlata	pretal	15.88	49.14	15.60	1.10	3.20	14.78
6	G6	Liverovici	Trijas	povlata	pretal	10.92	37.82	11.20	15.00	3.00	22.06
7	G7	Liverovici	Trijas	povlata	pretal	14.10	44.12	12.00	8.40	2.95	17.80
8	G8	Liverovici	Trijas	gornji	prim	13.80	51.14	17.20	0.90	2.70	13.96
9	G9	Liverovici	Trijas	gornji	prim	12.92	50.22	20.00	0.45	3.15	12.96
10	G10	Liverovici	Trijas	srednji	prim	12.22	51.43	20.40	0.60	2.85	12.20
11	G11	Liverovici	Trijas	srednji	prim	13.92	51.64	17.60	0.35	3.25	12.94
12	G12	Liverovici	Trijas	donji	prim	11.84	50.31	20.00	0.70	3.05	13.80
13	G13	Liverovici	Trijas	donji	prim	12.86	54.09	16.00	0.65	3.00	13.10
14	G14	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	10.00	54.50	20.80	0.50	3.00	14.00
15	G15	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	13.94	39.70	17.20	4.55	2.70	21.84
16	G16	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	10.98	36.80	35.20	0.85	2.80	13.00
17	G17	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	10.16	54.05	18.40	0.45	2.75	14.10
18	G18	Zagrad2	Trijas	gornji	prim	10.76	54.50	18.80	0.55	3.00	13.22
19	G19	Zagrad2	Trijas	povlata	bxgl	34.72	29.93	14.00	3.40	1.85	16.06
20	G23	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	7.26	55.90	21.60	0.35	2.70	12.10
21	G24	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	3.22	61.35	19.20	0.65	2.45	12.88
22	G25	Zagrad2	Trijas	srednji	prim	3.20	60.95	19.60	0.30	2.85	12.96
23	G26	Zagrad2	Trijas	gornji	prim	4.20	58.10	19.60	0.90	2.80	13.94
24	G27	Zagrad2	Trijas	povlata	bxgl	21.96	43.00	17.60	0.40	2.80	14.08
25	G28	Zagrad1	Trijas	srednji	prim	7.02	56.20	21.60	0.50	2.50	12.80
26	G29	Zagrad1	Trijas	srednji	prim	9.00	55.08	18.00	1.00	2.75	13.94
27	G30	Zagrad1	Trijas	srednji	prim	9.10	53.90	19.20	0.90	2.90	13.92
28	G31	Zagrad1	Trijas	srednji	prim	9.12	54.90	18.80	0.40	2.80	13.86
29	G32	Zagrad1	Trijas	gornji	prim	10.88	55.05	16.80	0.55	2.65	14.06
30	G33	Zagrad1	Trijas	gornji	prim	14.20	51.25	16.00	0.80	2.65	15.02
31	G34	Zagrad1	Trijas	gornji	prim	19.74	48.00	14.80	0.40	2.80	14.08
32	G35	Zagrad1	Trijas	povlata	bxgl	15.98	25.20	36.40	4.50	1.30	16.40
33	G38	KB_Suncevad.	Trijas	srednji	prim	3.37	54.29	20.00	5.28	1.75	15.15
34	G39	KB_Suncevad.	Trijas	srednji	prim	3.81	54.33	18.80	5.76	1.80	15.22
35	G40	KB_Suncevad.	Trijas	gornji	pretal	17.92	37.30	13.60	11.57	1.40	17.98
36	G41	KB_Suncevad.	Trijas	gornji	pretal	17.00	35.85	9.20	15.03	1.40	21.11
37	G42	KB_Suncevad.	Trijas	gornji	pretal	32.72	40.25	12.80	0.85	2.00	10.77
38	G43	KB_Palez	Trijas	donji	prim	6.67	55.02	23.20	1.20	2.30	11.47
39	G44	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	7.38	55.62	22.40	1.00	2.00	11.58
40	G45	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	11.07	53.21	22.00	0.95	2.20	11.45
41	G46	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	12.14	51.18	20.80	0.60	1.90	11.16
42	G47	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	21.30	46.15	18.40	0.70	2.10	10.53
43	G48	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	10.75	66.40	7.20	0.55	2.00	13.71
44	G49	KB_Palez	Trijas	donji	prim	7.65	54.15	23.60	0.60	2.10	11.75
45	G50	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	7.15	58.20	19.60	0.60	2.30	12.04
46	G51	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	11.57	51.70	22.20	0.70	1.95	11.55
47	G52	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	13.51	53.20	18.40	0.75	2.40	11.88
48	G53	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	20.05	47.15	16.80	0.80	2.20	12.14
49	G54	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	26.45	51.55	5.60	1.00	2.00	13.56
50	G55	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	25.45	46.20	11.60	1.20	1.90	13.95
51	G56	KB_Lokve	Trijas	gornji	prim	27.19	44.70	13.60	0.90	1.95	12.56
52	G57	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	7.77	55.60	22.40	0.56	2.10	11.77
53	G58	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	9.50	53.70	22.00	1.30	1.70	12.26
54	G59	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	11.40	52.85	22.00	0.80	1.65	12.17
55	G60	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	13.50	50.40	21.20	0.85	1.65	12.20
56	G61	KB_Lokve	Trijas	gornji	prim	16.29	48.85	20.00	0.70	1.60	11.95
57	G62	Podplaninik1	Trijas	povlata	pretal	9.10	51.95	16.40	5.92	1.35	15.42
58	G64	Podplaninik1	Trijas	povlata	pretal	8.60	47.75	17.20	7.90	1.55	16.66
59	G65	Podplaninik1	Trijas	povlata	pretal	12.30	54.50	16.80	1.25	1.45	13.64
60	G66	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	12.21	51.55	21.60	0.65	1.85	14.56
61	G67	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	14.50	52.00	18.80	0.80	2.00	12.46
62	G68	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	11.85	52.91	19.60	0.60	2.10	12.47
63	G69	Djurakovdo2	Trijas	gornji	prim	14.74	50.43	20.00	0.70	1.90	11.63
64	G70	Djurakovdo2	Trijas	gornji	prim	12.49	51.41	18.80	0.55	1.75	11.82
65	G72	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	1.85	61.22	23.20	0.60	1.80	11.72
66	G73	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	2.18	62.96	20.80	0.75	1.70	11.89
67	G74	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	1.75	61.85	22.40	0.65	1.60	11.68
68	G75	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	1.86	59.91	23.60	0.55	1.50	11.96



**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**
**DODATAK 1. Rezultati hemijskih analiza boksita, VM\_01**

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	TiO <sub>2</sub> %	GŽ %
69	G76	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	2.23	62.00	22.00	0.50	1.70	11.96
70	G77	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	2.23	59.35	24.00	0.70	1.85	11.96
71	G78	Djurakovdo2	Trijas	srednji	prim	3.87	58.47	22.40	1.00	1.70	12.47
72	G79	Djurakovdo2	Trijas	gornji	prim	3.51	58.92	23.20	0.53	2.00	17.41
73	G80	Djurakovdo2	Trijas	gornji	prim	7.01	56.26	22.00	0.60	1.80	17.88
74	G81	Djurakovdo2	Trijas	gornji	prim	10.75	59.48	15.20	3.10	1.70	17.80
75	G82	Djurakovdo2	Trijas	povlata	bxgl	14.36	27.00	7.60	23.06	1.40	25.97
76	G84	Biockistan	Trijas	donji	prim	11.10	57.35	16.40	1.00	1.50	13.81
77	G85	Biockistan	Trijas	donji	prim	17.90	47.60	19.60	0.70	1.70	12.17
78	G86	Biockistan	Trijas	donji	prim	13.46	52.30	20.80	0.60	1.70	11.84
79	G87	Biockistan	Trijas	srednji	prim	13.10	53.05	19.20	0.60	1.75	12.00
80	G88	Biockistan	Trijas	srednji	prim	19.20	45.70	20.00	0.90	1.80	11.80
81	G89	Biockistan	Trijas	srednji	prim	14.32	47.50	20.00	0.70	1.80	11.28
82	G90	Biockistan	Trijas	srednji	prim	12.20	52.35	21.60	0.80	2.05	11.70
83	G91	Biockistan	Trijas	srednji	prim	10.50	53.30	21.60	0.55	2.00	11.80
84	G92	Biockistan	Trijas	srednji	prim	9.50	53.40	22.40	0.60	2.20	11.80
85	G93	Biockistan	Trijas	srednji	prim	13.50	51.60	19.60	0.60	1.80	12.10
86	G94	Biockistan	Trijas	srednji	prim	12.80	53.50	20.80	0.70	1.70	11.80
87	G95	Biockistan	Trijas	gornji	prim	11.41	53.85	21.20	0.55	1.45	11.60
88	G96	Biockistan	Trijas	gornji	prim	10.85	53.35	20.00	1.50	1.75	12.15
89	G97	Biockistan	Trijas	povlata	bxgl	20.99	28.77	8.00	23.46	1.00	28.00
90	G100	Siljevac	Trijas	donji	prim	12.65	54.14	20.00	0.90	1.55	11.69
91	G101	Siljevac	Trijas	srednji	prim	8.44	56.10	21.60	0.70	1.60	11.80
92	G102	Siljevac	Trijas	gornji	prim	10.06	55.62	19.60	0.85	1.60	11.47
93	G103	Siljevac	Trijas	gornji	bxgl	25.80	41.78	15.20	1.15	1.75	13.76
94	G104	Stitovo1	Trijas	donji	prim	14.17	52.42	18.80	0.65	1.60	11.95
95	G105	Stitovo1	Trijas	donji	prim	11.44	53.35	21.20	0.55	1.55	11.71
96	G106	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	12.33	51.07	22.00	0.60	1.70	12.00
97	G107	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	19.23	49.27	16.80	0.80	1.70	12.00
98	G108	Stitovo1	Trijas	gornji	prim	19.24	48.68	17.20	0.70	1.85	12.15
99	G109	Stitovo1	Trijas	gornji	prim	17.14	45.16	20.40	1.20	1.40	14.50
100	G110	Stitovo1	Trijas	donji	prim	7.38	57.53	20.00	0.85	1.45	12.48
101	G111	Stitovo1	Trijas	donji	prim	2.75	62.72	20.00	0.75	1.35	12.28
102	G112	Stitovo1	Trijas	donji	prim	5.12	59.82	20.40	0.80	1.50	12.59
103	G113	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	7.22	56.20	22.40	0.65	1.40	12.47
104	G114	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	5.38	60.90	20.00	0.60	1.40	12.19
105	G115	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	6.07	60.67	18.80	0.70	1.35	12.60
106	G116	Stitovo1	Trijas	gornji	prim	10.21	56.30	18.80	0.80	1.50	12.87
107	G117	Stitovo1	Trijas	gornji	prim	12.94	55.47	14.10	1.20	1.70	14.23
108	G118	Stitovo1	Trijas	donji	prim	6.77	52.63	25.20	0.70	1.70	12.32
109	G119	Stitovo1	Trijas	donji	prim	2.84	60.18	22.40	0.65	1.75	11.71
110	G120	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	5.53	57.17	21.20	0.70	1.65	12.06
111	G121	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	9.62	54.45	18.80	1.84	1.35	13.12
112	G122	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	9.36	56.00	14.80	2.03	1.35	15.10
113	G123	Stitovo1	Trijas	srednji	prim	15.29	50.05	17.20	2.36	1.30	13.68
114	G124	Stitovo1	Trijas	gornji	prim	16.36	48.62	19.20	0.92	1.65	13.71
115	G125	Stitovo1	Trijas	povlata	bxgl	28.98	33.60	12.00	6.37	1.20	17.32
116	G126	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	9.07	53.69	22.00	0.70	1.75	12.01
117	G127	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	8.06	55.98	22.00	0.65	1.80	12.45
118	G128	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	9.56	54.34	21.60	0.50	1.65	11.46
119	G129	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	9.71	54.38	22.00	0.55	1.80	12.08
120	G130	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	8.67	54.75	22.00	0.40	1.85	11.52
121	G131	Stitovo2	Trijas	gornji	prim	9.72	54.19	21.60	0.60	1.70	12.18
122	G132	Stitovo2	Trijas	gornji	prim	13.03	52.08	20.00	0.70	1.65	12.88
123	G133	Stitovo2	Trijas	gornji	prim	20.63	47.59	16.80	0.80	1.40	12.60
124	G135	Stitovo2	Trijas	povlata	pretal	14.71	53.88	15.60	0.35	2.10	13.44
125	G136	Stitovo2	Trijas	donji	prim	11.16	53.04	20.00	1.70	1.80	11.52
126	G137	Stitovo2	Trijas	donji	prim	11.34	57.98	20.80	0.60	1.75	11.85
127	G138	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	12.52	53.57	20.40	0.55	1.70	11.13
128	G139	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	12.45	54.17	19.60	0.50	1.75	11.44
129	G140	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	12.04	54.33	19.60	0.45	1.75	11.42
130	G141	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	11.97	53.55	20.40	0.65	1.80	11.30
131	G142	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	12.15	52.45	20.00	0.60	1.80	11.61
132	G143	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	12.26	54.76	18.00	0.75	1.85	11.95
133	G144	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	12.15	51.50	20.80	0.75	2.00	11.92
134	G145	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	13.96	55.18	17.20	0.60	1.70	11.03
135	G146	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	15.64	52.33	17.60	0.70	1.75	11.72
136	G147	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	19.03	48.50	18.00	0.80	2.00	11.31
137	G148	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	18.24	48.92	18.80	0.70	1.70	11.43
138	G149	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	11.18	50.24	18.40	0.70	1.25	11.07
139	G150	Stitovo2	Trijas	srednji	prim	17.25	52.32	16.40	0.65	1.60	11.67

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**
**DODATAK 1. Rezultati hemijskih analiza boksita, VM\_01**

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	TiO <sub>2</sub> %	GŽ %
140	G152	Stitovo2	Trijas	povlata	pretal	15.88	48.25	16.40	3.31	1.70	13.98
141	G172	Djevicbor	Trijas	donji	prim	18.80	40.45	22.40	0.40	1.80	10.87
142	G173	Djevicbor	Trijas	srednji	prim	13.62	49.95	23.20	0.45	1.85	10.57
143	G174	Djevicbor	Trijas	srednji	prim	15.79	48.00	22.00	0.55	2.00	11.67
144	G175	Djevicbor	Trijas	srednji	prim	14.47	54.80	17.60	0.50	1.70	10.98
145	G176	Djevicbor	Trijas	gornji	prim	17.92	46.65	22.00	0.40	1.80	10.96
146	G177	GZamrsten	Trijas	donji	prim	37.02	37.03	10.40	0.55	2.30	12.87
147	G178	GZamrsten	Trijas	donji	prim	11.40	53.66	21.20	0.60	2.00	11.52
148	G179	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.24	55.95	19.20	0.40	2.00	11.53
149	G180	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.11	56.42	19.60	0.45	1.85	11.86
150	G181	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	9.59	52.77	24.00	0.60	1.40	11.91
151	G182	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.41	53.40	22.00	0.70	1.60	11.88
152	G183	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.28	52.03	23.60	0.50	1.80	11.81
153	G184	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.78	53.87	21.60	0.40	1.60	11.69
154	G185	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.83	53.53	21.60	0.45	1.50	11.89
155	G186	GZamrsten	Trijas	srednji	prim	11.07	53.69	20.80	0.55	1.80	12.08
156	G187	GZamrsten	Trijas	gornji	prim	15.99	48.87	21.20	0.50	2.00	11.13
157	G188	GZamrsten	Trijas	gornji	prim	17.91	47.88	20.80	0.60	1.55	11.12
158	G189	GZamrsten	Trijas	gornji	prim	18.47	47.94	20.40	0.40	1.55	11.01
159	G190	GZamrsten	Trijas	povlata	bxgl	28.53	49.56	5.20	0.70	1.60	13.68
160	G191	DZamrsten	Trijas	donji	prim	20.61	45.79	20.00	0.35	1.55	11.78
161	G192	DZamrsten	Trijas	srednji	prim	12.45	51.41	22.40	0.45	1.40	11.53
162	G193	DZamrsten	Trijas	srednji	prim	11.82	51.41	22.80	0.45	1.80	11.66
163	G194	DZamrsten	Trijas	srednji	prim	11.38	51.39	23.20	0.35	1.85	11.73
164	G195	DZamrsten	Trijas	srednji	prim	10.56	53.77	22.00	0.40	1.40	11.70
165	G196	DZamrsten	Trijas	gornji	prim	12.29	54.68	18.80	0.50	1.80	11.80
166	G197	DZamrsten	Trijas	povlata	bxgl	22.47	45.93	16.40	0.65	1.85	12.76
167	G198	Crvenarupa	Trijas	donji	prim	19.91	50.50	13.20	0.90	1.90	13.46
168	G199	Crvenarupa	Trijas	srednji	prim	13.32	53.57	18.40	0.40	2.20	12.01
169	G200	Crvenarupa	Trijas	srednji	prim	10.94	51.42	22.80	0.40	2.30	11.67
170	G201	Crvenarupa	Trijas	srednji	prim	11.28	52.13	22.40	0.60	2.00	11.64
171	G202	Crvenarupa	Trijas	gornji	prim	11.81	51.88	22.40	0.70	1.85	11.26
172	G203	Crveno kat.	Trijas	donji	prim	15.36	47.88	22.80	0.50	1.80	11.32
173	G204	Crveno kat.	Trijas	srednji	prim	10.64	50.49	24.00	0.55	2.10	11.75
174	G205	Crveno kat.	Trijas	gornji	prim	12.41	51.78	21.60	0.55	1.70	11.76
175	G206	Crveno kat.	Trijas	povlata	bxgl	25.48	16.47	9.20	21.50	0.70	26.58
176	G207	Crveno kat.	Trijas	donji	prim	20.79	46.72	18.00	0.70	1.85	11.85
177	G208	Crveno kat.	Trijas	srednji	prim	15.65	48.47	21.60	0.70	2.20	11.22
178	G209	Crveno kat.	Trijas	srednji	prim	21.98	44.54	19.60	0.60	2.10	10.78
179	G210	Crveno kat.	Trijas	gornji	prim	26.18	41.98	17.60	0.80	2.05	11.63
180	G211	Meteris	Trijas	donji	prim	13.50	49.52	23.20	0.65	1.20	11.92
181	G212	Meteris	Trijas	srednji	prim	12.77	50.88	22.40	0.65	1.45	11.89
182	G213	Meteris	Trijas	srednji	prim	16.73	34.89	32.80	0.65	1.80	11.86
183	G214	Meteris	Trijas	gornji	prim	19.34	46.01	19.60	0.70	1.40	12.87
184	G215	Meteris	Trijas	gornji	prim	21.78	53.23	9.20	0.85	1.45	14.05
185	G231	Strasnica	Trijas	donji	prim	31.06	40.70	16.00	0.20	2.50	9.38
186	G232	Strasnica	Trijas	donji	prim	26.72	38.65	19.00	0.50	2.05	13.00
187	G233	Strasnica	Trijas	srednji	prim	28.00	37.40	20.40	0.50	2.20	11.30
188	G234	Strasnica	Trijas	srednji	prim	28.90	38.60	19.60	0.65	2.00	10.10
189	G235	Strasnica	Trijas	srednji	prim	23.84	45.95	16.40	0.35	1.95	11.48
190	G236	Strasnica	Trijas	gornji	pretal	29.84	39.80	12.80	2.20	2.30	12.98
191	G237	Strasnica	Trijas	gornji	pretal	17.90	30.45	11.60	15.90	1.85	22.22
192	G238	Strasnica	Trijas	gornji	pretal	29.20	43.30	11.60	1.40	2.50	11.86
193	G240	Strasnica	Trijas	donji	prim	19.26	43.60	20.40	0.70	3.00	12.94
194	G241	Strasnica	Trijas	srednji	prim	19.70	48.60	15.40	0.75	2.70	12.34
195	G242	Strasnica	Trijas	srednji	prim	22.74	48.70	11.60	0.25	2.40	14.30
196	G243	Strasnica	Trijas	srednji	prim	22.12	48.75	12.00	0.65	1.95	14.20
197	G244	Brsno	Trijas	donji	prim	24.12	42.70	16.80	0.55	2.65	13.74
198	G245	Brsno	Trijas	donji	prim	19.06	45.00	20.40	0.50	2.80	12.12
199	G246	Brsno	Trijas	srednji	prim	16.12	47.36	21.60	0.45	2.45	12.00
200	G247	Brsno	Trijas	srednji	prim	17.18	46.64	20.80	0.50	3.00	11.86
201	G248	Brsno	Trijas	srednji	prim	18.64	45.31	21.20	0.55	3.10	11.20
202	G249	Brsno	Trijas	gornji	prim	18.22	45.40	20.80	0.50	2.85	12.20
203	G250	Brsno	Trijas	gornji	prim	21.26	47.72	14.00	0.63	2.70	13.20
204	G251	Brsno	Trijas	povlata	bxgl	24.02	34.70	23.60	0.75	2.70	14.20
205	G255	Brsno	Trijas	gornji	prim	25.66	41.86	16.40	0.45	2.40	13.20
206	G256	Brsno	Trijas	donji	prim	19.88	44.67	20.00	0.65	2.00	12.80
207	G257	L. Milankovac	Lijas	donji	prim	27.16	39.00	19.20	0.35	2.00	12.18
208	G258	L. Milankovac	Lijas	srednji	prim	28.86	37.10	19.20	0.20	1.70	12.90
209	G259	L. Milankovac	Lijas	gornji	prim	28.00	34.40	19.10	0.55	2.50	12.26

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 1. Rezultati hemijskih analiza boksita, VM\_01**

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	TiO <sub>2</sub> %	GŽ %
210	G260	Ivovalazba	Doger_Oksford	povlata	pretal	11.72	58.31	15.20	0.70	1.70	12.26
211	G261	Ivovalazba	Doger_Oksford	povlata	pretal	19.79	47.66	14.00	5.30	1.30	14.69
212	G262	Pinoselo	Doger_Oksford	donji	prim	29.06	44.35	11.20	0.65	1.45	12.82
213	G263	Pinoselo	Doger_Oksford	gornji	prim	32.03	39.53	14.40	0.60	1.30	12.22
214	G264	Pinoselo	Doger_Oksford	povlata	pretal	32.15	29.75	17.60	4.12	1.40	14.18
215	G265	Pinoselo	Doger_Oksford	donji	prim	33.95	36.75	14.40	0.55	1.40	12.68
216	G266	Pinoselo	Doger_Oksford	srednji	prim	22.51	37.10	18.00	5.45	1.55	14.56
217	G267	Pinoselo	Doger_Oksford	gornji	prim	31.02	39.70	14.40	0.70	1.20	12.58
218	G268	Pinoselo	Doger_Oksford	povlata	bxgl	34.39	38.47	10.80	0.95	1.10	14.17
219	G269	Osojnik	Doger_Oksford	donji	prim	21.36	46.20	18.80	0.55	1.20	11.46
220	G270	Osojnik	Doger_Oksford	srednji	prim	17.57	46.59	21.60	0.65	1.50	11.79
221	G271	Osojnik	Doger_Oksford	gornji	prim	19.52	45.14	21.20	0.60	1.45	11.69
222	G272	Osojnik	Doger_Oksford	donji	prim	21.85	43.07	20.80	0.70	1.60	11.85
223	G273	Osojnik	Doger_Oksford	gornji	prim	21.25	44.81	20.00	0.65	1.56	11.47
224	G274	Osojnik	Doger_Oksford	donji	prim	29.08	45.65	10.80	0.70	1.35	12.23
225	G275	Osojnik	Doger_Oksford	srednji	prim	23.85	42.58	19.20	0.50	1.70	11.94
226	G276	Osojnik	Doger_Oksford	povlata	pretal	19.87	46.73	18.40	0.55	1.65	12.30
227	G277	Osojnik	Doger_Oksford	donji	prim	21.49	45.45	18.80	0.50	1.80	11.89
228	G278	Osojnik	Doger_Oksford	gornji	prim	24.08	42.42	19.60	0.40	1.70	11.73
229	G279	Osojnik	Doger_Oksford	povlata	pretal	37.14	14.56	11.60	6.40	1.40	28.55
230	G280	Osojnik	Doger_Oksford	povlata	pretal	16.54	45.70	14.80	5.96	1.20	15.45
231	G281	Bijelastijena	Doger_Oksford	donji	prim	31.01	37.01	17.60	0.70	1.25	12.07
232	G282	Bijelastijena	Doger_Oksford	povlata	pretal	25.16	38.61	21.60	0.55	1.30	12.14

**Statistički parametri, VM\_01**

Starost podine	Statistički parametri	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	TiO <sub>2</sub> %	GŽ %
<b>Boksiti rudnog rejonu Vojnik–Maganik (ukupno)</b>	Minimum, <b>Min</b>	<b>1.75</b>	<b>14.56</b>	<b>5.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.70</b>	<b>9.38</b>
	Maksimum, <b>Max</b>	<b>37.14</b>	<b>66.40</b>	<b>36.40</b>	<b>23.46</b>	<b>3.25</b>	<b>28.55</b>
	Aritmetička sredina, <b>ᄡ</b>	<b>15.38</b>	<b>49.25</b>	<b>18.85</b>	<b>1.54</b>	<b>1.92</b>	<b>13.00</b>
	Standardna devijacija, <b>σ</b>	<b>7.55</b>	<b>7.84</b>	<b>4.19</b>	<b>3.26</b>	<b>0.51</b>	<b>2.66</b>
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	<b>0.49</b>	<b>0.16</b>	<b>0.22</b>	<b>2.12</b>	<b>0.27</b>	<b>0.20</b>
<b>Boksiti obrazovani na gornjem trijasu</b>	Minimum, <b>Min</b>	<b>1.75</b>	<b>16.47</b>	<b>5.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.70</b>	<b>9.38</b>
	Maksimum, <b>Max</b>	<b>37.02</b>	<b>66.40</b>	<b>36.40</b>	<b>23.46</b>	<b>3.25</b>	<b>28.00</b>
	Aritmetička sredina, <b>ᄡ</b>	<b>14.12</b>	<b>50.28</b>	<b>19.08</b>	<b>1.54</b>	<b>1.98</b>	<b>12.97</b>
	Standardna devijacija, <b>σ</b>	<b>6.72</b>	<b>7.23</b>	<b>4.22</b>	<b>3.39</b>	<b>0.51</b>	<b>2.57</b>
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	<b>0.48</b>	<b>0.14</b>	<b>0.22</b>	<b>2.20</b>	<b>0.26</b>	<b>0.20</b>
<b>Boksiti obrazovani na ljasu</b>	Minimum, <b>Min</b>	<b>27.16</b>	<b>34.40</b>	<b>19.10</b>	<b>0.20</b>	<b>1.70</b>	<b>12.18</b>
	Maksimum, <b>Max</b>	<b>28.86</b>	<b>39.00</b>	<b>19.20</b>	<b>0.55</b>	<b>2.50</b>	<b>12.90</b>
	Aritmetička sredina, <b>ᄡ</b>	<b>28.01</b>	<b>36.83</b>	<b>19.17</b>	<b>0.37</b>	<b>2.07</b>	<b>12.45</b>
	Standardna devijacija, <b>σ</b>	<b>0.85</b>	<b>2.31</b>	<b>0.06</b>	<b>0.18</b>	<b>0.40</b>	<b>0.39</b>
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	<b>0.03</b>	<b>0.06</b>	<b>0.003</b>	<b>0.48</b>	<b>0.20</b>	<b>0.03</b>
<b>Boksiti obrazovani na doger–oksfordu</b>	Minimum, <b>Min</b>	<b>11.72</b>	<b>14.56</b>	<b>10.80</b>	<b>0.40</b>	<b>1.10</b>	<b>11.46</b>
	Maksimum, <b>Max</b>	<b>37.14</b>	<b>58.31</b>	<b>21.60</b>	<b>6.40</b>	<b>1.80</b>	<b>28.55</b>
	Aritmetička sredina, <b>ᄡ</b>	<b>25.06</b>	<b>41.57</b>	<b>16.73</b>	<b>1.67</b>	<b>1.44</b>	<b>13.34</b>
	Standardna devijacija, <b>σ</b>	<b>6.63</b>	<b>8.07</b>	<b>3.57</b>	<b>2.07</b>	<b>0.19</b>	<b>3.51</b>
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	<b>0.26</b>	<b>0.19</b>	<b>0.21</b>	<b>1.24</b>	<b>0.14</b>	<b>0.26</b>









METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 2. Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-MS, VM\_02

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Genetski tip.bx	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf					
					ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
110	G120	Stitovo1	Trijas	primarno	3	29	106	104	0.3	55	18	0.0473	10	19	6	<4	26	68	0.9	5	2	294	0.1	0	38	204	0.1	30	1.1	15	0	0.1	4	281	178	11	24	39	6.2	2	28	32	<0.02	3	10					
111	G121	Stitovo1	Trijas	primarno	3	32	109	201	0.2	90	9	0.0374	9.6	21	6	<4	31	58	0.9	4	2	264	0.9	0	48	234	0.1	17	1.1	14	0	0.1	4	264	160	10	26	36	6.3	4	24	97	<0.02	1	9					
112	G122	Stitovo1	Trijas	primarno	2.4	37	94	135	0.3	72	8	0.0439	7.2	20	5	<4	29	81	4.2	3	2	238	9.1	0	64	208	0.1	22	0.9	12	0	0.1	4	217	151	7.6	49	30	5.2	3	25	87	<0.02	1	8					
113	G123	Stitovo1	Trijas	primarno	3.1	61	98	139	0.2	135	20	0.0513	8.6	21	5	<4	28	78	1.7	4	3	248	1.2	0	82	222	0.1	22	1.1	15	0	0.1	5	258	154	8.1	27	34	5.6	4	22	155	<0.02	2	8					
114	G124	Stitovo1	Trijas	primarno	15	76	120	259	<0.2	154	39	0.0218	9.5	87	9	<4	22	60	4.4	6	3	238	0.1	0	47	223	0.2	23	1.1	14	0	0.2	5	284	64	12	24	36	6	5	19	246	<0.02	3	10					
115	G125	Stitovo1	Trijas	primarno	2.7	65	50	317	0.2	168	55	0.0274	6.5	89	6	<4	19	53	3.6	5	1	438	4.7	0	68	176	0.6	80	0.6	12	0	1.5	2	168	122	5.9	52	20	3.5	4	22	256	<0.02	30	6					
116	G126	Stitovo2	Trijas	primarno	2.7	60	109	359	0.3	183	25	0.0959	12	44	6	<4	25	28	1.2	3	2	258	0.2	0	48	206	0.1	23	1.2	14	0	0.2	5	277	117	11	30	35	5.7	3	27	271	<0.02	4	9					
117	G127	Stitovo2	Trijas	primarno	3	59	97	275	<0.2	134	26	0.0923	11	40	5	<4	24	25	0.4	3	2	284	0.2	0	42	202	0.1	24	1.1	12	0	0.2	5	263	125	10	27	33	5.8	5	25	196	<0.02	5	9					
118	G128	Stitovo2	Trijas	primarno	2.7	36	96	288	0.2	136	15	0.0626	10	38	5	<4	22	30	0.5	3	2	261	0.2	0	40	183	0.1	30	1.1	13	0	0.2	5	259	101	10	23	36	6.3	6	22	233	<0.02	4	9					
119	G129	Stitovo2	Trijas	primarno	2.6	35	90	248	<0.2	126	15	0.0684	11	37	4	<4	21	23	0.8	4	2	259	0.1	0	25	220	0.1	26	1	12	0	0.2	4	237	76	9.6	20	31	5.2	3	21	230	<0.02	4	8					
120	G130	Stitovo2	Trijas	primarno	3	29	88	245	0.2	113	14	0.0835	11	41	5	<4	23	23	0.6	4	2	251	0.1	0	26	226	0.1	26	1	13	0	0.2	5	247	85	9.2	21	32	5.4	4	22	215	<0.02	3	9					
121	G131	Stitovo2	Trijas	primarno	2.4	37	86	240	<0.2	104	13	0.0705	11	41	5	<4	23	25	0.5	3	2	254	0.1	0	31	213	0.1	23	1	13	0	0.2	4	269	89	10	22	33	5.6	5	22	216	<0.02	4	9					
122	G132	Stitovo2	Trijas	primarno	2.6	83	81	247	0.2	120	15	0.0549	9.8	31	5	<4	19	27	0.8	3	2	241	0.2	0	28	211	0.1	36	1	13	0	0.3	5	245	67	10	20	31	5.1	5	21	242	0.1	7	9					
123	G133	Stitovo2	Trijas	primarno	2.1	93	83	303	<0.2	156	23	0.0581	8.7	28	5	<4	17	34	2.1	3	2	214	0.8	0	27	203	0.4	104	1	13	0.1	1	4	223	70	8.1	21	29	4.9	7	19	252	0	29	8					
124	G135	Stitovo2	Trijas	pretalož.	4	65	73	294	0.2	190	74	0.0665	9.1	33	6	<4	20	47	2.1	3	2	314	0.2	0	36	269	0.3	72	1.2	15	0	0.8	5	296	69	10	24	37	6.2	4	23	229	0.1	18	10					
125	G136	Stitovo2	Trijas	primarno	2.5	31	86	359	<0.2	184	31	0.0976	10	43	4	<4	23	26	0.8	3	2	397	0.4	0	62	223	0.2	53	1.1	13	0	0.5	5	253	139	9.8	34	33	5.6	5	23	248	<0.02	17	9					
126	G137	Stitovo2	Trijas	primarno	2.7	46	90	389	0.2	174	34	0.1303	12	58	4	<4	24	24	1	4	2	199	0.2	0	44	269	0.2	51	0.9	14	0	0.4	4	268	120	9.1	26	33	5.3	4	19	248	0.1	13	9					
127	G138	Stitovo2	Trijas	primarno	2.6	54	79	364	<0.2	156	30	0.1028	11	50	3	<4	14	17	0.9	4	2	169	0	0	21	199	0.1	45	0.8	12	0	0.5	4	233	58	9.4	15	31	4.8	7	12	244	0.1	12	7					
128	G139	Stitovo2	Trijas	primarno	2.8	46	78	363	<0.2	151	30	0.0998	11	64	4	<4	18	20	0.8	4	2	196	0.1	0	29	226	0.1	51	0.9	13	0	0.5	4	250	67	9.3	18	34	5.4	7	14	254	0.1	15	8					
129	G140	Stitovo2	Trijas	primarno	2.8	35	79	384	<0.2	159	29	0.0927	11	74	3	<4	18	21	1	4	2	199	0.1	0	26	204	0.1	48	0.9	13	0	0.5	4	246	55	9.7	18	32	5.2	8	15	263	0.1	16	8					
130	G141	Stitovo2	Trijas	primarno	2.2	35	82	369	0.2	159	31	0.1063	11	84	4	<4	18	18	0.7	4	2	177	0.1	0	33	211	0.1	45	0.9	13	0	0.5	4	257	86	10	21	33	5.3	8	15	251	0.1	15	8					
131	G142	Stitovo2	Trijas	primarno	2	41	78	384	<0.2	160	34	0.0936	11	48	4	<4	19	19	1	4	2	247	0.1	0	29	210	0.1	43	0.9	14	0	0.4	4	256	62	9.5	19	33	5.5	6	15	256	0	13	9					
132	G143	Stitovo2	Trijas	primarno	2.5	63	78	370	<0.2	162	34	0.0945	10	28	4	<4	20	20	0.8	3	2	295	0.1	0	43	225	0.1	47	0.9	14	0	0.4	4	245	108	11	23	33	5.1	5	15	257	0.1	12	8					
133	G144	Stitovo2	Trijas	primarno	2.5	67	81	359	<0.2	154	33	0.0920	11	30	4	<4	18	22	0.8	4	2	237	0.1	0	26	218	0.1	43	0.9	14	0	0.4	4	257	57	9.3	20	34	5.5	4	16	264	0	10	8					
134	G145	Stitovo2	Trijas	primarno	2.5	68	72	362	<0.2	163	33	0.0763	9.9	24	5	<4	21	26	1.4	3	2	253	0.1	0	34	206	0.2	52	1	16	0	0.6	5	267	69	10	25	37	6	5	18	295	0.1	17	9					
135	G146	Stitovo2	Trijas	primarno	2.6	71	82	431	<0.2	176	33	0.0944	11	33	5	<4	15	29	1.3	4	2	277	0.1	0	22	218	0.2	54	1	14	0.1	0.7	5	280	47	11	17	38	5.7	6	15	294	0.1	18	9					
136	G147	Stitovo2	Trijas	primarno	2.7	67	82	334	<0.2	156	30	0.0903	12	29	5	<4	16	31	1.3	4	2	273	0.1	0	28	214	0.2	82	1	15	0.1	1	5	269	53	10	19	34	5.7	6	17	259	0	23	9					
137	G148	Stitovo2	Trijas	primarno	2.4	42	82	313	<0.2	146	28	0.0774	11	26	5	<4	17	27	1	4	2	245	0.1	0	31	211	0.2	65	1	16	0.1	0.8	5	260	65	11	21	35	5.9	4	15	286	0	19	9					
138	G149	Stitovo2	Trijas	primarno	2.1	39	74	315	<0.2	138	30	0.0818	11	23	5	<4	11	25	1	4	2	230	0.1	0	19	205	0.2	79	1	13	0.1	1	4	233	38	9.1	14	32	5.6	5	11	275	0.1	23	8					
139	G150	Stitovo2	Trijas	primarno	2.2	466	73	396	0.3	144	72	0.0977	9.8	18	10	<4	16	40	4.5	3	2	251	0.7	0	41	215	0.3	86	1	15	0.1	1.1	5	257	65	9.5	22	33	5.6	5	14	239	0	21	9					
140	G152	Stitovo2	Trijas	pretalož.	3.4	58	63	303	<0.2	150	69	0.0990	11	25	5	<4	16	80	3.1	4	2	255	2.3	0	59	215	0.8	78	1	14	0	0.8	5	263	78	10	28	35	5.8	5	17	266	0.1	8	9					
141	G172	Dječičor	Trijas	primarno	6.3	44	96	252	<0.2	211	16	0.0580	12	44	5	<4	21	97	0.3	8	3	429	0.1	0	51	223	0.2	82	0.9	20	0	0.5	4	222	90	8.5	25	33	5	8	37	256	<0.02	19	8					
142	G173	Dječičor	Trijas	primarno	5.6	50	85	352	<0.2	261	22	0.0670	12	50	4	<4	18	32	0.6	7	2	355	0.1	0	24	225	0.2	49	0.9	17	0	0.5	5	218	60	8.5	25	31	5	5	27	250	<0.02	14	8					
143	G174	Dječičor	Trijas	primarno	6.3	56	104	437	<0.2	320	26	0.08																																						

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 2. Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-MS, VM\_02

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Genetski tip.bx	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf					
					ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
147	G178	GZamrsten	Trijas	primarno	7.9	18	78	221	<0.2	204	16	0.0497	11	69	6	<4	27	59	<0.2	9	3	464	0	0	24	224	0.1	43	0.9	17	0	0.4	5	231	72	9.4	16	34	5.7	4	27	136	<0.02	13	9					
148	G179	GZamrsten	Trijas	primarno	7.7	30	82	236	<0.2	205	19	0.0530	12	77	6	<4	41	103	0.3	9	3	506	0.1	0	58	275	0.1	69	1	23	0	0.4	5	248	143	11	36	35	5.9	4	39	150	<0.02	26	10					
149	G180	GZamrsten	Trijas	primarno	7.4	23	79	214	0.2	154	16	0.0610	12	71	7	<4	43	101	<0.2	8	3	467	0.1	0	66	291	0.1	60	1	26	0	0.3	5	242	170	10	36	36	6.5	6	43	148	<0.02	20	8					
150	G181	GZamrsten	Trijas	primarno	7.3	30	99	335	<0.2	200	24	0.0944	14	85	6	<4	28	56	0.4	9	3	473	0.1	0	29	257	0.1	39	1.2	20	0.1	0.3	5	269	109	13	25	41	6.5	2	34	223	<0.02	9	9					
151	G182	GZamrsten	Trijas	primarno	5.8	25	99	335	<0.2	192	24	0.0865	14	77	6	<4	22	53	0.4	8	3	468	0	0	21	258	0.1	38	1.2	20	0	0.3	4	240	61	11	19	36	5.8	3	32	250	<0.02	7	8					
152	G183	GZamrsten	Trijas	primarno	5.6	24	102	321	<0.2	186	23	0.0863	13	71	6	<4	24	45	0.5	8	3	390	0.1	0	24	233	0.1	34	1.1	17	0	0.2	5	260	76	11	23	36	5.8	3	31	253	<0.02	8	8					
153	G184	GZamrsten	Trijas	primarno	6.1	32	94	303	<0.2	172	22	0.0816	12	68	6	<4	28	45	0.8	7	3	442	0.1	0	26	277	0.1	32	1.2	18	0	0.3	5	254	80	11	23	37	6.1	4	32	243	<0.02	8	9					
154	G185	GZamrsten	Trijas	primarno	5.6	32	86	327	0.2	182	21	0.0773	13	68	6	<4	23	31	0.5	7	3	413	0	0	18	249	0.1	37	1.2	17	0	0.3	5	254	46	12	20	37	5.7	3	28	224	<0.02	10	9					
155	G186	GZamrsten	Trijas	primarno	5.7	36	84	281	0.2	177	21	0.0655	12	65	6	<4	22	32	0.3	6	3	407	0	0	18	287	0.1	38	1.1	18	0	0.4	5	244	40	12	19	36	6.2	5	27	229	<0.02	14	9					
156	G187	GZamrsten	Trijas	primarno	5	40	80	371	<0.2	244	26	0.0933	13	63	5	<4	18	28	0.5	5	2	355	0.1	0	17	232	0.2	70	1	19	0.1	0.9	4	225	47	8.6	19	32	5.4	6	26	300	<0.02	36	8					
157	G188	GZamrsten	Trijas	primarno	4	52	83	352	0.2	245	28	0.1014	13	57	6	<4	31	52	0.6	6	2	340	0.1	0	58	235	0.3	125	1	25	0.1	1.1	4	220	128	9.7	39	31	5.1	6	44	296	<0.02	78	7					
158	G189	GZamrsten	Trijas	primarno	4.6	116	76	347	<0.2	235	39	0.0869	12	51	6	<4	17	34	1.2	5	2	345	0.1	0	19	229	0.2	75	0.9	19	0.1	0.8	5	220	37	9	18	31	4.7	5	29	277	<0.02	26	7					
159	G190	GZamrsten	Trijas	pretalož.	4.4	305	78	888	0.2	501	481	0.1693	2.9	29	20	<4	12	45	6.9	2	2	320	0.2	0	11	259	0.6	159	1.1	18	0.1	1.9	5	283	35	11	19	36	5.7	8	30	311	<0.02	45	9					
160	G191	DZamrsten	Trijas	primarno	7.8	45	119	232	<0.2	296	27	0.0602	11	67	5	<4	30	95	0.5	8	2	362	0.1	0	706	194	0.1	101	0.9	21	0.1	0.6	4	227	231	10	71	34	5.3	6	32	198	<0.02	26	8					
161	G192	DZamrsten	Trijas	primarno	8.4	39	94	209	0.2	185	15	0.0529	14	81	6	<4	23	49	0.8	9	3	481	0	0	22	254	0.1	46	1.1	18	0	0.3	5	230	38	11	20	38	6	4	25	163	<0.02	10	9					
162	G193	DZamrsten	Trijas	primarno	9.2	31	72	200	0.2	159	12	0.0522	13	94	6	<4	30	51	<0.2	9	3	492	0	0	26	255	0.1	58	1.2	18	0	0.3	5	258	52	12	27	39	6.6	6	30	152	<0.02	14	9					
163	G194	DZamrsten	Trijas	primarno	9	40	85	213	0.3	163	16	0.0578	13	87	6	<4	23	49	0.2	9	3	468	0	0	24	245	0.1	41	1.1	20	0	0.3	5	244	65	11	21	36	5.9	6	27	161	<0.02	9	9					
164	G195	DZamrsten	Trijas	primarno	7.4	38	82	187	0.2	122	17	0.0663	13	77	7	<4	25	35	0.7	7	3	427	0	0	24	243	0.1	31	1.1	20	0	0.2	5	247	66	10	22	35	6.1	4	25	174	<0.02	7	9					
165	G196	DZamrsten	Trijas	primarno	6.8	80	75	290	0.2	191	36	0.0721	11	65	7	<4	19	35	1.4	7	3	422	0	0	22	272	0.1	44	1.1	19	0.1	0.5	5	256	70	12	17	34	5.8	7	25	239	<0.02	17	8					
166	G197	DZamrsten	Trijas	pretalož.	5	36	79	216	<0.2	179	18	0.0612	11	29	7	<4	40	146	0.6	5	3	454	0.2	0	98	304	0.4	118	1	26	0.1	0.9	6	284	147	11	31	35	5.6	4	44	403	<0.02	56	9					
167	G198	Cvrenarupa	Trijas	primarno	20	169	198	1081	0.4	592	142	0.0237	8.2	326	13	<4	28	93	1.6	11	3	593	0.1	0	100	254	0.2	67	1.1	23	0.1	0.6	6	297	79	13	53	37	6.2	6	30	353	<0.02	16	10					
168	G199	Cvrenarupa	Trijas	primarno	8.1	50	74	220	<0.2	200	50	0.0598	11	53	6	<4	33	90	0.9	7	3	411	0	0	41	239	0.1	65	1	22	0	0.5	5	259	151	11	24	38	6	6	35	221	<0.02	26	8					
169	G200	Cvrenarupa	Trijas	primarno	7.8	37	82	207	0.2	168	15	0.0641	15	56	6	<4	26	48	0.9	8	3	445	0	0	22	290	0.1	41	1.1	19	0	0.3	5	254	65	12	18	37	6.3	5	29	202	<0.02	9	9					
170	G201	Cvrenarupa	Trijas	primarno	7.8	34	78	181	0.3	148	14	0.0607	14	64	6	<4	43	77	0.6	9	3	477	0.1	0	46	270	0.1	55	1.1	23	0	0.3	5	254	95	12	29	36	6.4	5	40	160	<0.02	16	9					
171	G202	Cvrenarupa	Trijas	primarno	8	35	70	200	0.3	186	19	0.0585	13	60	5	<4	26	52	0.4	8	3	442	0	0	22	260	0.1	45	1.2	20	0	0.3	5	240	54	12	18	37	6.5	4	26	173	<0.02	10	9					
172	G203	Cvreno kat.	Trijas	primarno	7.6	87	113	301	0.4	492	69	0.1481	13	98	6	<4	34	91	1	8	3	481	0.1	0	91	244	0.1	75	1	22	0	0.5	5	241	96	10	38	34	6	7	40	190	<0.02	28	8					
173	G204	Cvreno kat.	Trijas	primarno	6	30	110	294	<0.2	246	33	0.1271	15	76	5	<4	36	61	0.7	7	3	380	0.1	0	44	282	0.1	54	1.2	23	0	0.3	5	246	117	11	32	37	5.8	3	41	229	<0.02	16	9					
174	G205	Cvreno kat.	Trijas	primarno	3.7	62	85	276	<0.2	177	30	0.0952	12	36	5	<4	17	27	1.1	7	2	340	0	0	18	231	0.2	30	0.8	17	0	0.2	4	196	49	8.5	13	31	4.7	1	21	280	<0.02	4	7					
175	G206	Cvreno kat.	Trijas	pretalož.	3.1	30	30	162	0.6	133	17	0.0555	5.4	97	7	<4	17	89	1.2	9	-1	277	14	0	55	99	1	136	0.4	9.7	0.1	1.3	1	111	72	3.5	37	14	1.9	1	15	140	<0.02	101	4					
176	G207	Cvreno kat.	Trijas	primarno	4.6	62	101	353	<0.2	412	27	0.0397	9.1	45	5	<4	14	66	1.4	6	2	348	0	0	80	183	0.2	62	0.8	15	0	0.6	4	186	45	8.1	25	29	4.6	6	23	333	0	11	6					
177	G208	Cvreno kat.	Trijas	primarno	4.7	50	86	245	<0.2	261	22	0.0601	12	51	4	<4	16	39	0.8	8	2	343	0.1	0	68	241	0.2	52	0.8	15	0	0.5	4	183	62	8.1	36	29	4.1	6	23	252	<0.02	12	6					
178	G209	Cvreno kat.	Trijas	primarno	4.3	61	71	254	<0.2	252	18	0.0604	11	45	4	<4	14	36	0.4	6	2	258	0.1	0	61	216	0.2	77	0.7	15	0.1	1	4	177	72	7.3	32	28	4.4	8	18	284	<0.02	21	7					
179	G210	Cvreno kat.	Trijas	primarno	3.2	61	66	250	<0.2	278	46	0.0598	9.9	45	4	<4	11	37	0.7	6	2	286	0.1	0	17	194	0.3	124	0.9	16	0.1	1.6	4	197	35	8.1	16	30	4.7	5	19	288	<0.02	38	7					
180	G211	Meteris																																																



METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 2. Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-MS, VM\_02

RB	LB	Lokacija	Starost podine	Genetski tip.bx	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	Al	Na	K	W	Zr	Ce	Sn	Y	Nb	Ta	Be	Sc	Li	S	Rb	Hf
221	G271	Osojnik	Doger_Oksford primarno		4.4	26	106	334	<0.2	222	28	0.0887	12	38	4	<4	28	32	0.8	5	3	296	0.2	0	47	224	0.4	60	1.1	17	0	0.4	5	201	82	9.3	45	32	5.3	5	34	508	<0.02	12	7
222	G272	Osojnik	Doger_Oksford primarno		4.7	69	168	280	<0.2	237	31	0.0564	14	39	7	<4	41	36	1.2	7	5	499	0.1	0	83	221	0.3	64	1	20	0.1	0.6	6	222	190	11	71	34	6.3	8	44	570	<0.02	24	8
223	G273	Osojnik	Doger_Oksford primarno		4.7	45	111	265	<0.2	221	40	0.0501	10	32	5	<4	20	23	0.8	6	3	280	0.1	0	57	219	0.2	58	0.8	15	0.1	0.5	5	219	63	8.7	57	24	5.1	11	21	477	0	14	7
224	G274	Osojnik	Doger_Oksford primarno		2.8	26	53	303	<0.2	233	42	0.0452	5	22	4	<4	24	28	1.5	2	3	239	0.1	0	17	222	0.3	58	0.8	18	0.1	0.6	5	189	50	9.4	22	27	6.1	12	21	571	0	14	7
225	G275	Osojnik	Doger_Oksford primarno		3.5	26	108	243	<0.2	186	33	0.0594	9.3	34	5	<4	25	27	1.3	5	3	280	0.2	0	25	189	0.2	47	0.7	15	0.1	0.5	5	186	75	8.1	23	24	5.4	6	23	479	0	11	6
226	G276	Osojnik	Doger_Oksford pretalož.		3.5	32	101	274	<0.2	205	35	0.0729	8.9	35	5	<4	28	34	2.3	5	3	284	0.8	0	52	218	0.2	60	0.7	15	0.1	0.6	5	202	127	7.7	45	24	5.1	6	22	480	<0.02	13	7
227	G277	Osojnik	Doger_Oksford primarno		2.5	20	103	413	<0.2	197	24	0.0405	8.9	20	4	<4	23	51	0.9	4	3	293	0.3	0	34	259	0.3	47	0.7	15	0.1	0.6	6	190	43	8.9	17	22	5	6	17	586	<0.02	11	7
228	G278	Osojnik	Doger_Oksford primarno		2.4	38	82	383	<0.2	207	28	0.0314	8.7	21	4	<4	13	42	1	4	2	279	0.1	0	16	224	0.2	45	0.8	14	0.1	0.7	5	194	32	6.6	12	23	5.1	9	13	511	0	14	6
229	G279	Osojnik	Doger_Oksford pretalož.		1.5	18	39	193	0.5	100	15	0.0644	3.7	14	2	<4	26	201	3.5	1	1	140	2.2	0	128	125	0.5	67	0.5	11	0.1	0.6	3	139	135	4.7	75	14	2.9	6	26	255	<0.02	58	5
230	G280	Osojnik	Doger_Oksford pretalož.		3.2	26	77	328	<0.2	191	22	0.0395	7.2	24	5	<4	28	79	3.2	4	2	233	2.8	0	78	222	0.3	69	0.8	14	0.1	0.6	6	218	100	8.5	38	25	5.5	8	22	455	<0.02	16	8
231	G281	Bijelastijena	Doger_Oksford primarno		3.4	26	116	291	<0.2	175	17	0.0441	9.5	36	3	<4	25	39	0.2	5	3	270	0.1	0	20	154	0.2	58	0.7	17	0.1	0.6	6	189	87	8.3	19	23	5.1	10	23	480	0	17	7
232	G282	Bijelastijena	Doger_Oksford pretalož.		5.3	40	87	376	<0.2	219	54	0.0502	11	34	4	<4	28	43	0.6	4	4	400	0.2	0	32	258	0.3	76	0.6	16	0.1	0.8	5	194	90	9.3	30	22	4.8	7	30	560	0	12	7

Statistički parametri, VM\_02

Starost podine	Statistički parametri	Al	Fe	Ti	Na	K	Mg	Ca	Mn	P	Li	Rb	Be	Sr	Ba	Sc	Y	La	Ce	Th	U	Zr	Hf	V	Nb	Ta	Cr	Mo	W	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Sn	Pb	Bi	As	Sb		
Boksiti rudnog rejona Vojnik-Maganik (ukupno)	Minimum, Min	8.27	2.45	0.37	0.005	0.01	0.03	0.01	0.017	0.008	5	1	1	17	10	11	10.4	10	27	10	2	111	4	126	13.7	1.9	90	1.3	1	8	26	11	77	0.2	3.5	30	1	10	1	10	1
	Maksimum, Max	39.22	26.90	1.54	0.100	2.16	1.43	20.23	1.174	0.080	693	101	12	201	247	84	196.3	706	314	60	20	380	13	593	49.9	8.7	417	20.4	7	481	592	466	1081	60.8	15.5	198	7	326	11	326	11
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	15.79	10.79	1.01	0.039	0.46	0.22	1.02	0.096	0.018	282	17.4	5.2	46.5	56.2	25.4	33.2	50.5	102.0	25.0	5.5	254	8.7	278.2	33.3	5.6	252.6	4.5	4.8	42.3	169.0	57.9	315.9	2.3	9.7	95.4	2.6	46.1	4.3	46.1	4.3
	Standardna devijacija, $\sigma$	3.15	2.73	0.18	0.19	0.37	0.16	3.22	0.11	0.008	142	20.0	2.2	30.8	37.0	8.4	20.8	56.8	54.1	7.7	2.3	44.4	1.5	80.0	5.4	0.9	60.2	3.1	0.8	54.3	81.7	56.3	135.8	4.5	1.7	26.1	0.8	31.8	1.8	31.8	1.8
Boksiti obrazovani na gornjem trijasu	Koeficijent varijacije, Cv	0.20	0.25	0.18	0.49	0.80	0.73	3.15	1.18	0.47	0.50	1.15	0.42	0.66	0.66	0.33	0.63	1.13	0.53	0.31	0.41	0.17	0.18	0.29	0.16	0.17	0.24	0.68	0.17	1.28	0.48	0.97	0.43	2.00	0.18	0.27	0.30	0.69	0.42	0.69	0.42
	Minimum, Min	8.27	2.45	0.37	0.005	0.010	0.030	0.01	0.017	0.008	5	1	1	17	10	11	10.4	10	27	10	2	111	4	126	13.7	1.9	99	1.3	1	8	26	11	77	0.2	3.5	30	1	12	1	12	1
	Maksimum, Max	39.22	26.90	1.54	0.086	2.160	1.430	20.97	1.174	0.080	693	101	12	195	176	84	196.3	706	314	60	20	380	13	593	49.9	8.7	417	20.4	7	481	592	466	1081	60.8	15.5	198	4	326	11	326	11
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	15.78	10.99	1.02	0.036	0.434	0.212	0.96	0.098	0.018	256	15.5	4.9	44.9	52.3	25.0	31.5	47.4	100.2	24.5	5.7	261	8.9	278	33.8	5.6	258.2	4.6	4.7	41.5	164.9	59.2	311.9	2.4	9.9	94.4	2.5	48.3	4.4	48.3	4.4
Boksiti obrazovani na lijasu	Standardna devijacija, $\sigma$	3.26	2.72	0.17	0.017	0.371	0.165	3.05	0.118	0.009	126	18.6	2.0	29.5	34.3	8.4	19.9	57.4	53.7	7.6	2.3	41.3	1.5	81.3	5.2	1.0	58.8	3.2	0.8	56.4	85.1	58.4	139.8	4.8	1.7	25.0	0.7	33.0	1.8	33.0	1.8
	Koeficijent varijacije, Cv	0.21	0.25	0.17	0.48	0.86	0.78	3.19	1.20	0.48	0.49	1.20	0.41	0.66	0.65	0.34	0.63	1.21	0.54	0.31	0.41	0.16	0.16	0.29	0.15	0.17	0.23	0.69	0.17	1.36	0.52	0.99	0.45	2.02	0.18	0.26	0.28	0.68	0.42	0.68	0.42
	Minimum, Min	14.04	7.29	0.67	0.039	0.49	0.200	0.12	0.136	0.013	451	54	8	41	79	28	51.8	92	121	37	2	212	8	137	29	4.7	90	3.2	6	61	175	79	319	1	7.2	119	3	16	3	16	3
	Maksimum, Max	15.91	10.58	0.71	0.041	0.56	0.220	0.19	0.279	0.017	513	66	11	43	90	31	80.1	111	193	39	2	216	8	198	29.9	5.3	120	4.9	7	158	243	99	341	1.2	7.8	140	3	38	4	38	4
Boksiti obrazovani na doger-oksfordu	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	14.79	8.99	0.69	0.040	0.517	0.213	0.16	0.199	0.014	473	59.3	9.3	41.7	83.0	29.0	61.2	101.0	158.3	38.0	2.0	214	8.0	162	29.6	5.1	102.3	3.8	6.7	116.0	205.7	92.3	328.7	1.1	7.6	128.3	3.0	28.0	3.7	28.0	3.7
	Standardna devijacija, $\sigma$	1.06	1.29	0.02	0.001	0.049	-	0.05	0.070	-	43.8	8.5	2.1	1.4	7.8	2.1	20.0	7.8	22.6	0.7	-	1.2	0.0	9.9	0.6	0.4	4.9	0.1	0.7	48.1	48.1	14.1	4.9	0.0	0.0	9.9	0.0	15.6	0.7	15.6	0.7
	Koeficijent varijacije, Cv	0.07	0.14	0.02	0.02	0.10	-	0.32	0.35	-	0.09	0.14	0.23	0.03	0.09	0.07	0.33	0.08	0.14	0.02	-	0.01	0.00	0.06	0.02	0.08	0.05	0.02	0.11	0.41	0.23	0.15	0.02	0.00	0.06	0.08	0.00	0.56	0.19	0.56	0.19
	Minimum, Min	10.77	3.72	0.50	0.014	0.120	0.120	0.080	0.031	0.012	157	5	5	23	38	13	12.4	16	32	13	2	138	5	140	14.4	2.9	125	1.5	3	15	100	13	193	0.2	4.7	39	1	10	1	10	1
Maksimum, Max	20.04	13.54	1.38	0.100	1.180	0.480	22.23	0.09	0.043	635	86	12	201	247	44	94	175	195	41	7	222	8	499	40.4	6.6	270</															

**Dodatak 3.1:** Rezultati geohemijskih analiza boksita metodom ICP–AES/MS, VM\_04  
 (oksidi, gubitak žarenjem, ukupni C i S)

LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	TOT/C	TOT/S
					%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
001	L. Milankovac	Lijas	donji	prim	27.17	39.04	15.59	0.58	0.18	0.07	1.10	1.73	0.01	0.95	0.027	13.2	0.06	0.02
002	L. Milankovac	Lijas	srednji	prim	28.49	38.23	15.22	0.59	0.29	0.07	1.18	1.70	0.02	0.96	0.024	12.9	0.07	<0.02
003	L. Milankovac	Lijas	gornji	prim	27.08	38.40	16.79	0.55	0.30	0.07	1.08	1.69	0.02	0.73	0.027	12.9	0.07	<0.02
004	Strasnica	Trijas	donji	prim	26.37	36.76	18.22	0.48	0.16	0.08	1.12	2.08	0.03	1.64	0.021	12.6	0.05	<0.02
005	Strasnica	Trijas	srednji	prim	24.90	38.51	19.09	0.45	0.14	0.08	1.05	2.02	0.03	0.96	0.023	12.3	0.05	<0.02
006	Strasnica	Trijas	srednji	prim	26.21	38.90	18.45	0.33	0.19	0.06	0.79	1.89	0.03	0.30	0.025	12.4	0.06	<0.02
007	Strasnica	Trijas	srednji	prim	22.99	40.24	19.14	0.44	0.85	0.06	0.72	1.77	0.01	0.23	0.032	13.2	0.19	<0.02
008	Strasnica	Trijas	gornji	prim	21.55	43.62	13.56	0.58	1.70	0.07	0.80	1.98	0.01	1.12	0.037	14.5	0.39	<0.02
009	Ivankovac	Trijas	srednji	prim	14.03	48.32	20.54	0.95	0.16	0.06	0.83	2.21	<0.01	0.16	0.069	12.4	0.19	<0.02
010	Ivankovac	Trijas	gornji	prim	15.35	50.35	15.05	1.02	0.14	0.07	0.87	2.32	0.01	0.14	0.072	14.3	0.34	<0.02
011	Javorje	Trijas	donji	prim	19.80	46.56	15.79	0.26	0.14	0.03	0.33	1.76	<0.01	1.11	0.026	13.8	0.09	<0.02
012	Javorje	Trijas	gornji	prim	18.62	47.23	17.13	0.27	0.12	0.04	0.29	1.82	<0.01	0.52	0.033	13.5	0.11	<0.02
013	Javorje	Trijas	srednji	prim	14.73	48.97	19.53	0.39	0.11	0.04	0.33	2.06	0.01	0.24	0.037	13.2	0.13	<0.02
014	Rozin vrh	Trijas	donji	prim	22.98	51.90	7.11	0.36	0.11	0.04	0.20	1.86	0.02	0.09	0.059	14.9	0.10	<0.02
015	Rozin vrh	Trijas	srednji	prim	16.16	51.05	16.64	0.31	0.12	0.03	0.19	1.86	<0.01	0.14	0.048	13.1	0.14	<0.02
016	Rozin vrh	Trijas	gornji	prim	15.16	52.47	15.82	0.32	0.12	0.03	0.21	1.82	<0.01	0.16	0.044	13.5	0.12	<0.02
017	Meteris	Trijas	donji	prim	15.44	47.19	20.14	1.01	0.13	0.08	0.34	2.10	0.01	0.13	0.058	13.0	0.59	<0.02
018	Meteris	Trijas	srednji	prim	12.03	49.82	21.49	0.93	0.13	0.04	0.24	2.21	<0.01	0.14	0.063	12.5	0.15	<0.02
019	Meteris	Trijas	gornji	prim	13.59	47.96	21.25	1.04	0.16	0.05	0.32	2.18	<0.01	0.14	0.061	12.9	0.19	<0.02
020	Laz	Trijas	donji	prim	14.52	47.28	20.64	0.40	0.10	0.04	0.40	2.36	0.02	0.11	0.042	13.8	0.30	<0.02
021	Laz	Trijas	srednji	prim	11.34	51.02	20.52	0.47	0.11	0.04	0.39	2.54	0.02	0.21	0.044	13.0	0.30	<0.02
022	Laz	Trijas	srednji	prim	12.61	50.59	19.46	0.39	0.23	0.04	0.47	2.55	0.02	0.18	0.044	13.0	0.19	<0.02
023	Laz	Trijas	povlata	pretal	12.78	41.16	10.47	0.92	11.14	0.05	0.60	2.06	0.04	0.18	0.036	20.2	2.37	0.03
024	Liverovici 2	Trijas	donji	prim	11.66	53.01	18.71	0.40	0.15	0.04	0.35	2.60	0.02	0.15	0.046	12.5	0.08	<0.02
025	Liverovici 2	Trijas	donji	prim	12.47	52.10	18.36	0.42	0.14	0.04	0.42	2.59	0.01	0.11	0.048	12.9	0.07	<0.02
026	Liverovici 2	Trijas	srednji	prim	12.95	51.87	18.16	0.45	0.14	0.04	0.43	2.58	0.02	0.12	0.046	12.8	0.07	<0.02
027	Liverovici 2	Trijas	srednji	prim	11.66	51.92	19.27	0.39	0.13	0.04	0.40	2.55	<0.01	0.14	0.046	13.1	0.07	<0.02
028	Liverovici 2	Trijas	gornji	prim	12.34	51.04	19.62	0.33	0.13	0.04	0.47	2.51	0.01	0.13	0.046	13.0	0.07	<0.02
029	Liverovici 2_p.	Trijas	donji	prim	20.61	46.13	16.22	0.36	0.17	0.06	0.86	2.14	0.16	0.14	0.033	12.5	0.06	<0.02
030	Liverovici 2_p.	Trijas	donji	prim	24.37	53.20	2.56	0.41	0.37	0.07	1.05	2.53	0.19	0.07	0.039	14.2	0.11	<0.02
031	Zagrad 1_p.	Trijas	donji	prim	5.24	56.31	20.85	0.17	0.33	0.03	0.22	2.82	0.03	0.08	0.057	13.5	0.21	<0.02
032	Zagrad 1_p.	Trijas	donji	prim	8.18	54.37	20.94	0.15	0.14	0.03	0.33	2.73	0.05	0.11	0.051	12.5	0.12	<0.02
033	Zagrad 1_p.	Trijas	donji	prim	6.92	57.20	18.46	0.19	0.08	0.04	0.69	3.01	0.05	0.06	0.062	12.9	0.06	<0.02
034	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	4.55	56.26	21.41	0.15	0.23	0.03	0.36	2.57	0.47	0.10	0.050	12.8	0.10	0.02
035	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	4.63	55.64	21.88	0.15	0.22	0.03	0.42	2.58	0.53	0.11	0.051	12.7	0.10	0.03
036	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	1.34	60.55	21.47	0.08	0.07	<0.01	0.01	3.03	0.02	0.09	0.066	12.9	0.06	<0.02
037	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	1.00	61.14	21.28	0.07	0.09	<0.01	0.01	3.11	0.02	0.11	0.083	12.8	0.09	<0.02
038	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	1.14	60.33	21.82	0.08	0.08	<0.01	<0.01	3.19	0.02	0.12	0.077	12.8	0.08	<0.02
039	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	2.12	59.37	21.90	0.14	0.12	0.01	0.03	3.01	0.02	0.14	0.077	12.7	0.08	<0.02
040	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	1.64	59.48	22.21	0.11	0.09	<0.01	0.01	2.98	0.01	0.15	0.078	12.9	0.08	<0.02
041	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	1.42	60.59	21.54	0.09	0.08	<0.01	<0.01	3.07	0.02	0.14	0.068	12.6	0.08	<0.02
042	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	1.22	60.92	21.51	0.10	0.11	<0.01	<0.01	3.03	0.02	0.13	0.074	12.5	0.08	<0.02
043	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	1.27	60.78	21.45	0.10	0.08	<0.01	<0.01	3.05	0.01	0.15	0.074	12.7	0.08	<0.02
044	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	1.65	59.04	22.11	0.10	0.62	<0.01	0.02	3.06	0.02	0.14	0.068	12.8	0.20	<0.02
045	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	1.80	59.90	20.54	0.12	0.51	0.01	0.01	3.16	<0.01	0.19	0.076	13.4	0.18	<0.02
046	Zagrad 3	Trijas	povlata	pretal	2.36	60.39	17.82	0.19	1.43	0.01	0.03	3.09	0.03	0.27	0.078	13.9	0.36	<0.02
047	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	4.41	63.15	13.41	0.16	0.27	0.02	0.37	2.87	0.44	0.08	0.059	13.6	0.10	<0.02
048	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	3.22	58.34	21.33	0.10	0.13	0.02	0.27	2.61	0.29	0.11	0.055	12.7	0.09	<0.02
049	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	2.74	52.55	20.36	0.27	5.56	0.01	0.02	2.58	0.02	0.14	0.073	15.3	1.22	<0.02
050	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	3.00	57.67	22.69	0.23	0.25	0.01	0.01	2.79	0.02	0.14	0.087	12.7	0.12	<0.02
051	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	2.48	58.60	22.01	0.21	0.15	0.01	<0.01	2.85	0.01	0.12	0.081	13.1	0.09	<0.02
052	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	2.57	58.32	21.12	0.20	0.94	0.01	0.03	2.91	0.02	0.12	0.070	13.3	0.26	<0.02
053	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	1.68	61.94	19.21	0.16	0.22	<0.01	<0.01	3.10	<0.01	0.11	0.075	13.1	0.12	<0.02

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 3.1. Rezultati geohemijskih analiza boksita metodom ICP-AES/MS, VM\_03 (oksidni, gubitak žarenjem, ukupni C i S)**

LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	TOT/C	TOT/S
					%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
054	Zagrad 3_p.	Trijas	donji	prim	3.90	52.28	26.15	0.10	0.32	0.01	0.09	2.74	0.09	0.03	0.046	13.6	0.12	<0.02
055	KB_Palez	Trijas	donji	prim	7.77	54.12	21.90	0.40	0.10	0.03	0.26	2.68	<0.01	0.16	0.053	12.2	0.11	<0.02
056	KB_Palez	Trijas	donji	prim	8.67	53.40	21.37	0.44	0.10	0.03	0.32	2.61	<0.01	0.15	0.051	12.5	0.11	<0.02
057	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	8.60	53.07	21.91	0.45	0.10	0.03	0.34	2.69	<0.01	0.15	0.049	12.3	0.09	<0.02
058	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	11.00	51.08	21.16	0.53	0.12	0.04	0.58	2.54	<0.01	0.17	0.047	12.4	0.07	<0.02
059	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	16.69	48.05	18.16	0.56	0.14	0.05	0.82	2.45	<0.01	0.13	0.040	12.6	0.07	<0.02
060	KB_Palez	Trijas	gornji	prim	20.56	44.36	17.20	0.76	0.21	0.06	1.57	2.34	<0.01	0.13	0.041	12.4	0.09	<0.02
061	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	5.71	55.52	20.99	0.49	0.56	0.02	0.07	2.86	<0.01	0.22	0.057	13.1	0.17	<0.02
062	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	5.78	55.18	21.04	0.50	0.56	0.03	0.11	2.89	<0.01	0.19	0.056	13.3	0.18	<0.02
063	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	11.12	50.79	20.94	0.59	0.52	0.03	0.23	2.59	<0.01	0.15	0.054	12.6	0.18	<0.02
064	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	11.17	50.23	21.12	0.61	0.71	0.03	0.30	2.44	<0.01	0.16	0.051	12.8	0.21	<0.02
065	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	11.47	51.18	19.73	0.65	0.69	0.03	0.38	2.45	<0.01	0.14	0.053	12.9	0.21	<0.02
066	KB_Šunceva dol.	Trijas	srednji	prim	7.21	45.50	16.26	0.44	9.47	0.02	0.59	2.29	0.02	0.13	0.030	17.8	1.96	<0.02
067	KB_Šunceva dol.	Trijas	srednji	prim	17.91	43.36	13.70	0.80	4.88	0.04	1.46	2.14	0.01	0.10	0.032	15.3	0.98	<0.02
068	KB_Šunceva dol.	Trijas	gornji	prim	24.73	33.50	11.00	1.05	8.10	0.06	2.02	1.68	0.02	0.08	0.030	17.5	1.74	<0.02
069	KB_C. orrnice_p.	Trijas	donji	prim	2.16	59.64	21.72	0.08	0.07	0.01	0.05	3.09	0.09	0.13	0.043	12.5	0.09	<0.02
070	KB_C. orrnice_p.	Trijas	donji	prim	4.51	69.73	6.47	0.12	0.14	0.01	0.09	3.50	0.11	0.05	0.052	14.8	0.10	<0.02
071	KB_C. orrnice_p.	Trijas	donji	prim	1.34	61.28	21.01	0.07	0.04	<0.01	<0.01	3.26	0.03	0.11	0.050	12.5	0.10	<0.02
072	KB_C. orrnice_p.	Trijas	donji	prim	1.43	61.05	20.67	0.08	0.04	0.01	0.05	3.11	0.06	0.15	0.040	13.0	0.14	<0.02
073	Djurakov do 2	Trijas	donji	prim	7.25	53.97	21.20	0.76	0.50	0.04	0.33	2.70	<0.01	0.14	0.079	12.6	0.18	0.03
074	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	4.75	57.35	20.28	0.52	0.45	0.03	0.08	2.96	<0.01	0.13	0.096	13.0	0.15	<0.02
075	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	3.58	58.03	21.88	0.36	0.12	0.02	0.03	3.04	<0.01	0.13	0.085	12.4	0.09	<0.02
076	Djurakov do 2	Trijas	gornji	prim	6.31	54.99	21.53	0.64	0.23	0.03	0.23	2.83	0.01	0.14	0.082	12.6	0.10	<0.02
077	Djurakov do 2	Trijas	donji	prim	11.18	51.76	18.36	0.77	0.87	0.05	0.73	2.68	0.02	0.12	0.066	13.0	0.23	0.03
078	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	7.42	53.94	21.43	0.63	0.43	0.03	0.34	2.71	<0.01	0.13	0.059	12.5	0.15	0.02
079	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	8.83	51.64	22.26	0.70	0.39	0.04	0.53	2.62	0.01	0.13	0.064	12.4	0.14	<0.02
080	Djurakov do 2	Trijas	gornji	prim	13.13	48.02	19.92	0.94	1.28	0.06	1.00	2.40	0.01	0.12	0.068	12.7	0.28	<0.02
081	Biocki stan	Trijas	donji	prim	12.92	49.64	19.98	0.90	0.14	0.06	0.57	2.56	0.02	0.11	0.058	12.7	0.11	<0.02
082	Biocki stan	Trijas	donji	prim	16.52	46.20	19.53	1.15	0.22	0.08	1.01	2.33	<0.01	0.10	0.055	12.4	0.10	<0.02
083	Biocki stan	Trijas	srednji	prim	11.57	49.71	21.17	0.93	0.16	0.06	0.68	2.70	<0.01	0.16	0.049	12.4	0.13	<0.02
084	Biocki stan	Trijas	srednji	prim	12.76	48.94	21.04	0.99	0.17	0.07	0.83	2.54	<0.01	0.15	0.049	12.1	0.13	<0.02
085	Biocki stan	Trijas	gornji	prim	9.59	53.26	19.42	0.93	0.16	0.05	0.41	2.68	<0.01	0.13	0.063	12.9	0.16	<0.02
086	Biocki stan	Trijas	gornji	prim	8.50	56.17	17.44	0.78	0.16	0.04	0.37	2.80	0.02	0.14	0.067	13.1	0.16	<0.02
087	Biocki stan_p.	Trijas	donji	prim	5.09	56.21	21.68	0.37	0.10	0.02	0.15	2.89	0.06	0.14	0.069	12.7	0.12	<0.02
088	Biocki stan_p.	Trijas	donji	prim	5.39	53.85	24.04	0.33	0.09	0.02	0.19	2.74	0.13	0.12	0.075	12.3	0.12	<0.02
089	Stitovo 1	Trijas	donji	prim	3.61	58.26	21.10	0.21	0.20	0.02	0.06	3.05	0.02	0.12	0.061	13.0	0.09	<0.02
090	Stitovo 1	Trijas	srednji	prim	4.85	56.30	20.72	0.37	1.02	0.02	0.12	2.95	0.02	0.15	0.059	13.1	0.27	<0.02
091	Stitovo 1	Trijas	srednji	prim	5.69	56.36	20.63	0.50	0.30	0.02	0.12	2.92	<0.01	0.18	0.064	12.8	0.12	<0.02
092	Stitovo 1	Trijas	gornji	prim	7.17	56.44	18.33	0.57	0.39	0.03	0.20	2.95	0.01	0.16	0.060	13.3	0.14	<0.02
093	Stitovo 1	Trijas	gornji	prim	10.81	54.84	14.01	0.85	0.66	0.04	0.33	2.83	0.01	0.10	0.057	15.0	0.20	<0.02
094	Stitovo 1_p.	Trijas	donji	prim	7.19	57.48	17.94	0.54	0.10	0.03	0.20	3.06	0.02	0.11	0.054	12.9	0.07	<0.02
095	Stitovo 2	Trijas	donji	prim	3.79	56.44	23.40	0.21	0.09	0.02	0.04	3.03	0.02	0.17	0.045	12.4	0.07	<0.02
096	Stitovo 2	Trijas	donji	prim	8.31	53.34	22.20	0.37	0.12	0.04	0.31	2.64	0.02	0.12	0.046	12.1	0.07	<0.02
097	Stitovo 2	Trijas	srednji	prim	7.39	54.22	22.06	0.34	0.13	0.04	0.28	2.67	0.02	0.13	0.042	12.3	0.08	<0.02
098	Stitovo 2	Trijas	srednji	prim	6.47	54.47	22.71	0.31	0.16	0.03	0.17	2.74	<0.01	0.16	0.046	12.4	0.09	<0.02
099	Stitovo 2	Trijas	srednji	prim	5.81	55.53	21.87	0.31	0.20	0.03	0.12	2.81	<0.01	0.17	0.046	12.8	0.09	<0.02
100	Stitovo 2	Trijas	srednji	prim	6.56	54.00	22.70	0.34	0.24	0.03	0.19	2.75	<0.01	0.17	0.047	12.6	0.11	<0.02
101	Stitovo 2	Trijas	srednji	prim	17.83	46.66	18.04	0.75	0.19	0.07	1.31	2.35	<0.01	0.12	0.041	12.3	0.06	<0.02
102	Stitovo 2	Trijas	srednji	prim	19.41	44.44	18.71	0.84	0.20	0.08	1.60	2.29	<0.01	0.12	0.042	11.9	0.06	<0.02
103	Stitovo 2	Trijas	gornji	prim	18.52	45.84	18.07	0.86	0.28	0.07	1.47	2.23	<0.01	0.12	0.041	12.2	0.08	<0.02
104	Stitovo 2	Trijas	gornji	prim	21.54	42.68	15.11	2.05	1.26	0.07	1.98	2.17	0.03	0.15	0.038	12.5	0.27	<0.02
105	Stitovo 2_p.	Trijas	donji	prim	22.89	48.26	11.45	0.24	0.26	0.04	0.25	1.96	0.02	0.02	0.028	14.3	0.09	<0.02
106	Stitovo 2_p.	Trijas	donji	prim	10.74	54.18	17.83	0.24	0.65	0.03	0.32	2.38	0.02	0.09	0.033	13.1	0.19	<0.02
107	Stitovo 2_p.	Trijas	donji	prim	18.23	46.00	18.71	0.52	0.26	0.07	1.26	2.38	0.05	0.08	0.055	11.8	0.11	<0.02
108	Djevic bor	Trijas	donji	prim	17.64	46.66	18.63	0.33	0.31	0.05	0.71	2.07	0.04	0.06	0.030	13.0	0.17	<0.02
109	G. zamrsten	Trijas	donji	prim	12.00	52.41	19.08	0.25	0.04	0.05	0.59	2.25	0.04	0.07	0.039	12.8	0.16	0.02



**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 3.1. Rezultati geohemijskih analiza boksita metodom ICP-AES/MS, VM\_03 (oksidi, gubitak žarenjem, ukupni C i S)**

LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	TOT/C	TOT/S
					%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
110	G. zavrsten	Trijas	donji	prim	9.41	56.25	18.07	0.20	0.03	0.04	0.48	2.21	0.04	0.08	0.041	12.8	0.15	<0.02
111	G. zavrsten	Trijas	srednji	prim	8.92	52.80	22.06	0.38	0.06	0.05	0.40	2.64	0.02	0.15	0.039	12.1	0.15	<0.02
112	G. zavrsten	Trijas	srednji	prim	9.40	52.57	21.73	0.34	0.06	0.05	0.42	2.66	0.03	0.13	0.038	12.2	0.13	<0.02
113	G. zavrsten	Trijas	srednji	prim	9.41	52.40	21.84	0.37	0.07	0.05	0.42	2.70	0.03	0.14	0.039	12.2	0.13	<0.02
114	G. zavrsten	Trijas	srednji	prim	12.16	50.50	20.93	0.43	0.07	0.05	0.68	2.55	0.01	0.13	0.040	12.1	0.17	<0.02
115	G. zavrsten	Trijas	srednji	prim	14.83	48.20	20.38	0.63	0.11	0.07	1.11	2.42	<0.01	0.15	0.039	11.7	0.11	<0.02
116	G. zavrsten	Trijas	srednji	prim	16.42	46.63	20.51	0.66	0.11	0.07	1.29	2.42	<0.01	0.17	0.038	11.3	0.16	<0.02
117	G. zavrsten	Trijas	gornji	prim	17.48	45.44	20.63	0.72	0.11	0.08	1.25	2.31	<0.01	0.15	0.039	11.4	0.11	<0.02
118	G. zavrsten	Trijas	gornji	prim	20.31	42.85	19.21	0.69	0.75	0.08	1.39	2.19	<0.01	0.13	0.037	12.0	0.22	<0.02
119	D. zavrsten	Trijas	donji	prim	27.44	41.31	15.19	0.25	0.05	0.06	0.62	1.83	0.02	0.06	0.027	12.9	0.11	<0.02
120	D. zavrsten	Trijas	srednji	prim	12.13	51.08	21.16	0.23	0.04	0.05	0.56	2.44	0.03	0.09	0.038	11.8	0.09	<0.02
121	D. zavrsten	Trijas	srednji	prim	7.40	53.29	23.69	0.18	0.04	0.03	0.29	2.64	0.01	0.14	0.043	11.9	0.13	<0.02
122	D. zavrsten	Trijas	srednji	prim	10.26	51.57	22.28	0.31	0.07	0.04	0.37	2.55	0.01	0.13	0.042	12.0	0.12	<0.02
123	D. zavrsten	Trijas	gornji	prim	17.73	50.95	13.70	0.64	0.13	0.07	1.02	2.52	<0.01	0.12	0.040	12.7	0.11	<0.02
124	D. zavrsten	Trijas	donji	prim	20.53	44.09	19.58	0.34	0.05	0.07	0.93	2.08	0.03	0.06	0.038	11.9	0.24	<0.02
125	D. zavrsten	Trijas	srednji	prim	15.12	48.54	20.43	0.32	0.05	0.06	0.80	2.30	0.02	0.06	0.038	11.9	0.08	<0.02
126	D. zavrsten	Trijas	gornji	prim	19.42	46.05	18.44	0.43	0.08	0.07	1.09	2.22	0.02	0.07	0.044	11.7	0.09	<0.02
127	Crvenarupa	Trijas	donji	prim	12.48	51.91	19.48	0.30	0.06	0.05	0.65	2.30	0.04	0.09	0.038	12.3	0.10	<0.02
128	Crvenarupa	Trijas	srednji	prim	8.81	53.01	22.32	0.22	0.05	0.04	0.34	2.57	0.03	0.10	0.046	12.1	0.21	<0.02
129	Crvenarupa	Trijas	gornji	prim	9.80	51.89	22.37	0.42	0.07	0.05	0.41	2.57	0.01	0.15	0.040	11.9	0.14	<0.02
130	C. katuniste	Trijas	donji	prim	16.77	47.92	18.86	0.33	0.05	0.06	0.77	2.33	0.04	0.09	0.035	12.4	0.11	<0.02
131	C. katuniste	Trijas	srednji	prim	11.38	52.61	19.72	0.30	0.04	0.05	0.54	2.63	0.01	0.09	0.040	12.3	0.10	<0.02
132	C. katuniste	Trijas	srednji	prim	11.59	51.64	20.32	0.40	0.05	0.06	0.60	2.70	0.02	0.09	0.039	12.2	0.07	<0.02
133	C. katuniste	Trijas	srednji	prim	10.84	52.77	20.10	0.36	0.05	0.05	0.54	2.67	0.02	0.09	0.041	12.1	0.13	<0.02
134	C. katuniste	Trijas	gornji	prim	11.72	51.52	20.52	0.38	0.09	0.05	0.56	2.63	0.01	0.10	0.038	12.0	0.12	<0.02
135	Brsno	Trijas	donji	prim	18.61	46.91	17.71	0.45	0.12	0.06	0.58	2.24	<0.01	0.14	0.034	12.8	0.08	<0.02
136	Brsno	Trijas	srednji	prim	19.43	46.63	16.79	0.57	0.14	0.07	0.90	2.23	<0.01	0.13	0.038	12.7	0.09	<0.02
137	Brsno	Trijas	srednji	prim	18.26	46.32	18.94	0.45	0.12	0.06	0.66	2.21	<0.01	0.16	0.034	12.5	0.11	<0.02
138	Brsno	Trijas	srednji	prim	17.04	46.16	20.34	0.45	0.12	0.06	0.76	2.33	<0.01	0.20	0.037	12.1	0.17	<0.02
139	Brsno	Trijas	srednji	prim	16.37	47.71	19.46	0.45	0.11	0.06	0.77	2.27	<0.01	0.20	0.035	12.3	0.24	<0.02
140	Brsno	Trijas	srednji	prim	15.92	47.55	19.96	0.45	0.11	0.06	0.75	2.31	<0.01	0.22	0.036	12.3	0.18	<0.02
141	Brsno	Trijas	srednji	prim	17.37	46.61	19.31	0.48	0.11	0.07	0.85	2.18	<0.01	0.17	0.038	12.5	0.16	<0.02
142	Brsno	Trijas	srednji	prim	15.84	47.64	19.74	0.52	0.11	0.07	0.97	2.27	<0.01	0.18	0.038	12.3	0.14	<0.02
143	Brsno	Trijas	srednji	prim	14.91	47.45	21.19	0.57	0.12	0.07	1.10	2.28	<0.01	0.20	0.038	11.7	0.10	<0.02
144	Brsno	Trijas	srednji	prim	17.06	45.98	20.38	0.56	0.11	0.07	1.04	2.26	<0.01	0.18	0.034	12.0	0.19	<0.02
145	Brsno	Trijas	srednji	prim	19.07	44.85	19.44	0.52	0.11	0.07	0.97	2.27	<0.01	0.14	0.032	12.2	0.08	<0.02
146	Brsno	Trijas	srednji	prim	18.76	44.76	19.74	0.57	0.14	0.08	1.29	2.24	<0.01	0.16	0.033	12.0	0.09	<0.02
147	Brsno	Trijas	srednji	prim	19.25	44.44	19.16	0.60	0.17	0.08	1.15	2.28	<0.01	0.15	0.035	12.3	0.30	<0.02
148	Brsno	Trijas	srednji	prim	17.69	45.37	20.11	0.59	0.16	0.08	1.16	2.18	<0.01	0.15	0.040	12.2	0.16	<0.02
149	Brsno	Trijas	gornji	prim	18.42	45.14	19.07	0.63	0.19	0.08	1.21	2.13	<0.01	0.16	0.039	12.6	0.35	<0.02
150	Brsno	Trijas	gornji	prim	20.18	43.67	19.15	0.70	0.18	0.08	1.46	2.19	<0.01	0.13	0.031	11.9	0.12	<0.02
151	Buavice	Trijas	donji	prim	13.57	48.33	21.25	0.49	0.12	0.05	0.46	2.37	<0.01	0.28	0.041	12.6	0.15	<0.02
152	Buavice	Trijas	srednji	prim	14.22	48.65	20.57	0.48	0.11	0.05	0.32	2.27	<0.01	0.22	0.044	12.7	0.09	<0.02
153	Buavice	Trijas	srednji	prim	14.53	48.43	20.50	0.46	0.10	0.05	0.31	2.25	0.01	0.31	0.039	12.6	0.07	<0.02
154	Buavice	Trijas	gornji	prim	15.07	48.11	20.05	0.47	0.14	0.05	0.54	2.30	0.01	0.24	0.040	12.6	0.12	<0.02
155	Buavice	Trijas	donji	prim	17.51	45.83	19.50	0.49	0.16	0.05	0.33	2.18	<0.01	0.56	0.038	13.0	0.21	<0.02
156	Buavice	Trijas	srednji	prim	16.90	46.94	19.41	0.43	0.12	0.05	0.38	2.22	<0.01	0.32	0.040	12.8	0.12	<0.02
157	Buavice	Trijas	srednji	prim	16.58	47.48	19.10	0.42	0.11	0.05	0.41	2.25	<0.01	0.27	0.039	12.9	0.10	<0.02
158	Buavice	Trijas	srednji	prim	16.57	46.66	19.69	0.44	0.14	0.05	0.38	2.22	<0.01	0.25	0.043	13.2	0.17	<0.02
159	Buavice	Trijas	srednji	prim	15.38	47.75	20.18	0.45	0.13	0.05	0.37	2.29	<0.01	0.30	0.041	12.7	0.09	<0.02
160	Buavice	Trijas	gornji	prim	14.69	47.69	20.85	0.46	0.12	0.05	0.41	2.35	<0.01	0.22	0.042	12.8	0.15	<0.02
161	Crvenjaci	Lijas	donji	prim	18.51	46.03	18.97	0.48	0.10	0.06	0.68	2.19	<0.01	0.13	0.036	12.5	0.18	<0.02
162	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	17.64	46.56	19.66	0.45	0.11	0.06	0.66	2.23	<0.01	0.14	0.038	12.1	0.08	<0.02
163	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	18.03	46.95	18.94	0.43	0.12	0.06	0.62	2.21	<0.01	0.13	0.035	12.2	0.06	<0.02
164	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	17.63	47.54	18.30	0.45	0.12	0.06	0.68	2.29	<0.01	0.13	0.035	12.4	0.06	<0.02
165	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	17.00	47.19	19.30	0.43	0.12	0.06	0.59	2.27	<0.01	0.13	0.038	12.5	0.05	<0.02
166	Crvenjaci	Lijas	gornji	prim	19.72	44.94	18.84	0.50	0.16	0.07	0.78	2.22	<0.01	0.12	0.035	12.3	0.14	<0.02

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 3.1. Rezultati geohemijskih analiza boksita metodom ICP-AES/MS, VM\_03 (oksidni, gubitak žarenjem, ukupni C i S)**

LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	TOT/C	TOT/S
					%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
167	Crvenjaci	Lijas	gornji	prim	20.86	43.70	18.02	0.81	0.43	0.09	1.29	2.13	<0.01	0.11	0.038	12.1	0.17	<0.02
168	Crvenjaci	Lijas	donji	prim	19.45	45.79	18.20	0.49	0.11	0.06	0.46	2.06	0.02	0.13	0.038	12.8	0.11	<0.02
169	Crvenjaci	Lijas	donji	prim	18.32	47.16	17.82	0.43	0.10	0.06	0.35	2.14	<0.01	0.15	0.033	13.1	0.10	<0.02
170	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	19.46	45.87	18.39	0.41	0.07	0.06	0.50	2.11	<0.01	0.14	0.035	12.6	0.06	<0.02
171	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	18.80	46.44	18.01	0.42	0.07	0.07	0.53	2.23	<0.01	0.12	0.036	13.0	0.15	<0.02
172	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	19.60	45.75	18.52	0.46	0.08	0.07	0.61	2.20	0.01	0.12	0.037	12.2	0.07	<0.02
173	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	19.48	46.24	17.97	0.45	0.08	0.06	0.61	2.17	<0.01	0.12	0.037	12.5	0.09	<0.02
174	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	18.98	46.29	18.30	0.38	0.08	0.06	0.51	2.19	<0.01	0.13	0.037	12.7	0.07	<0.02
175	Crvenjaci	Lijas	srednji	prim	21.34	44.51	17.45	0.43	0.12	0.06	0.55	2.13	<0.01	0.12	0.032	13.0	0.17	<0.02
176	Crvenjaci	Lijas	gornji	prim	20.73	44.08	18.21	0.59	0.20	0.07	0.71	2.07	<0.01	0.13	0.036	12.9	0.11	<0.02
177	Crvenjaci	Lijas	gornji	prim	20.14	44.75	18.42	0.69	0.19	0.08	1.00	2.14	<0.01	0.13	0.037	12.1	0.07	<0.02
178	Borova brda	Lijas	donji	karb.	3.03	3.03	0.91	0.29	50.65	0.02	0.17	0.15	0.03	0.64	0.004	40.5	10.70	<0.02
179	Borova brda	Lijas	donji	prim	18.30	52.44	9.36	0.21	0.28	0.05	0.37	2.66	0.71	0.08	0.034	14.5	0.08	<0.02
180	Borova brda	Lijas	donji	prim	11.61	49.02	21.91	0.15	0.24	0.04	0.24	2.46	0.67	0.24	0.027	12.4	0.08	<0.02
181	Borova brda	Lijas	srednji	prim	16.36	47.25	19.74	0.51	0.15	0.06	0.46	2.24	0.02	0.18	0.038	12.5	0.07	<0.02
182	Borova brda	Lijas	srednji	prim	17.01	47.35	18.73	0.53	0.13	0.07	0.76	2.46	0.01	0.16	0.040	12.4	0.08	<0.02
183	Borova brda	Lijas	srednji	prim	15.41	49.06	18.85	0.55	0.13	0.06	0.65	2.49	<0.01	0.17	0.042	12.2	0.07	<0.02
184	Borova brda	Lijas	srednji	prim	18.38	46.54	18.07	0.59	0.29	0.07	1.00	2.23	<0.01	0.12	0.035	12.3	0.08	<0.02
185	Borova brda	Lijas	srednji	prim	17.59	46.67	18.80	0.61	0.16	0.07	1.05	2.25	<0.01	0.13	0.035	12.3	0.07	<0.02
186	Borova brda	Lijas	gornji	prim	19.50	44.99	18.33	0.76	0.25	0.08	1.43	2.32	<0.01	0.13	0.031	11.8	0.09	<0.02
187	Borova brda	Lijas	gornji	prim	19.34	45.91	18.14	0.64	0.16	0.07	1.09	2.23	<0.01	0.10	0.032	12.0	0.06	<0.02
188	Borova brda_p.	Lijas	donji	prim	20.32	43.33	17.55	0.38	0.16	0.08	1.07	2.22	0.25	0.35	0.038	13.2	0.08	<0.02
189	Borova brda_p.	Lijas	donji	prim	15.99	47.05	19.95	0.41	0.15	0.06	0.55	2.28	0.07	0.17	0.042	12.8	0.07	<0.02
190	Borova brda_p.	Lijas	donji	prim	15.82	49.53	17.45	0.37	0.26	0.05	0.44	2.35	0.03	0.28	0.036	12.9	0.11	<0.02
191	Medjugorje	Lijas	donji	prim	20.98	43.53	19.06	0.43	0.10	0.09	0.83	2.11	0.04	0.09	0.038	12.3	0.17	0.02
192	Medjugorje	Lijas	srednji	prim	20.24	43.90	19.26	0.43	0.09	0.09	0.80	2.35	0.03	0.11	0.034	12.3	0.19	<0.02
193	Medjugorje	Lijas	srednji	prim	21.70	42.99	19.06	0.43	0.10	0.08	0.80	2.21	0.02	0.08	0.037	12.1	0.14	<0.02
194	Medjugorje	Lijas	srednji	prim	21.10	42.85	19.91	0.40	0.10	0.08	0.67	2.09	0.06	0.11	0.035	12.2	0.14	<0.02
195	Medjugorje	Lijas	gornji	prim	22.96	42.85	17.84	0.41	0.11	0.08	0.71	2.12	0.05	0.10	0.036	12.3	0.10	<0.02
196	Placnik	Lijas	donji	prim	30.17	39.75	12.98	0.42	0.09	0.08	0.80	1.53	0.02	0.06	0.030	13.6	0.27	<0.02
197	Placnik	Lijas	srednji	prim	24.42	41.41	17.68	0.56	0.11	0.08	0.80	2.02	0.03	0.09	0.033	12.4	0.13	<0.02
198	Placnik	Lijas	srednji	prim	23.13	42.36	17.98	0.60	0.11	0.08	0.77	2.04	0.02	0.09	0.034	12.5	0.22	<0.02
199	Placnik	Lijas	gornji	prim	27.54	39.49	16.16	0.61	0.13	0.08	0.94	1.75	0.02	0.08	0.033	12.8	0.19	<0.02
200	Alina lokva	Lijas	donji	prim	21.51	43.60	18.66	0.42	0.09	0.08	0.91	2.13	0.02	0.12	0.035	12.1	0.13	<0.02
201	Alina lokva	Lijas	donji	prim	21.06	42.86	19.74	0.42	0.10	0.08	0.91	2.22	0.02	0.13	0.038	12.1	0.12	<0.02
202	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	21.90	42.84	18.74	0.45	0.10	0.08	0.91	2.17	0.04	0.10	0.037	12.2	0.09	<0.02
203	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	21.46	42.83	19.08	0.48	0.09	0.09	1.00	2.50	0.02	0.13	0.043	11.9	0.16	<0.02
204	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	20.45	43.34	19.84	0.46	0.09	0.08	0.90	2.37	0.02	0.15	0.038	11.9	0.13	<0.02
205	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	20.62	42.57	20.42	0.47	0.10	0.08	0.94	2.40	0.02	0.14	0.036	11.9	0.10	<0.02
206	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	21.87	42.79	19.16	0.46	0.10	0.09	0.95	2.26	0.02	0.11	0.034	11.8	0.12	<0.02
207	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	22.49	41.82	18.79	0.51	0.11	0.09	0.97	2.31	0.02	0.11	0.035	12.4	0.42	<0.02
208	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	22.15	41.61	19.80	0.51	0.10	0.09	0.97	2.42	<0.01	0.11	0.035	11.8	0.09	<0.02
209	Alina lokva	Lijas	gornji	prim	24.12	40.68	18.90	0.52	0.11	0.08	0.95	2.26	0.02	0.11	0.033	11.8	0.10	<0.02
210	Alina lokva	Lijas	gornji	prim	28.32	36.90	16.41	0.79	0.15	0.09	1.88	1.89	0.02	0.03	0.030	13.0	0.19	<0.02
211	Javorak	Lijas	donji	prim	18.09	44.16	21.64	0.45	0.11	0.06	0.57	2.30	0.01	0.14	0.037	12.1	0.12	<0.02
212	Javorak	Lijas	srednji	prim	19.32	43.14	21.46	0.47	0.11	0.07	0.64	2.30	0.02	0.14	0.035	11.9	0.12	<0.02
213	Javorak	Lijas	srednji	prim	19.47	42.85	21.51	0.52	0.12	0.07	0.66	2.28	0.02	0.14	0.038	12.0	0.12	<0.02
214	Javorak	Lijas	srednji	prim	22.64	41.83	19.06	0.50	0.12	0.07	0.74	2.16	0.04	0.12	0.035	12.3	0.12	<0.02
215	Javorak	Lijas	gornji	prim	24.71	39.60	18.72	0.52	0.16	0.08	0.89	2.07	0.03	0.13	0.035	12.6	0.15	<0.02
216	Crveno prlo	Doger_Oksford	donji	prim	20.98	43.64	15.96	1.36	0.23	0.10	1.30	2.09	0.05	0.10	0.048	13.7	0.20	<0.02
217	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	18.94	46.14	16.80	1.17	0.21	0.08	0.90	2.11	<0.01	0.11	0.036	13.1	0.10	<0.02
218	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	17.06	48.34	16.74	1.07	0.18	0.08	0.89	2.20	<0.01	0.14	0.041	12.8	0.11	<0.02
219	Crveno prlo	Doger_Oksford	gornji	prim	15.84	48.99	17.42	1.04	0.21	0.07	0.77	2.21	<0.01	0.15	0.040	12.8	0.12	<0.02
220	Crveno prlo	Doger_Oksford	donji	prim	21.61	47.95	12.84	0.51	0.11	0.05	0.22	1.74	<0.01	0.10	0.031	14.5	0.20	<0.02
221	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	24.13	47.11	10.84	0.47	0.10	0.05	0.23	1.62	<0.01	0.07	0.030	15.1	0.32	<0.02
222	Crveno prlo	Doger_Oksford	donji	prim	16.48	46.56	20.07	0.89	0.14	0.06	0.33	2.15	<0.01	0.16	0.036	12.8	0.18	<0.02

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 3.1. Rezultati geohemijskih analiza boksita metodom ICP-AES/MS, VM\_03 (oksidi, gubitak žarenjem, ukupni C i S)**

LB	Lokacija	Starost podine	Polozaj u stubu	Genetski tip	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	TOT/C	TOT/S
					%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
223	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	16.82	46.53	20.13	0.87	0.14	0.06	0.36	2.15	<0.01	0.17	0.040	12.4	0.19	<0.02
224	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	15.52	47.05	20.63	0.87	0.13	0.06	0.46	2.12	<0.01	0.17	0.035	12.6	0.23	<0.02
225	Crveno prlo	Doger_Oksford	gornji	prim	14.10	50.26	18.22	0.85	0.13	0.06	0.56	2.24	<0.01	0.16	0.038	13.0	0.16	<0.02
226	Podgrabovlje	Doger_Oksford	donji	prim	20.89	43.18	18.39	1.26	0.22	0.07	0.48	1.98	<0.01	0.13	0.034	13.0	0.09	<0.02
227	Podgrabovlje	Doger_Oksford	srednji	prim	18.38	45.17	18.99	1.23	0.20	0.06	0.41	2.01	<0.01	0.13	0.035	13.1	0.10	<0.02
228	Podgrabovlje	Doger_Oksford	srednji	prim	18.33	46.27	18.31	1.21	0.21	0.07	0.43	2.05	<0.01	0.13	0.035	12.6	0.08	<0.02
229	Podgrabovlje	Doger_Oksford	gornji	prim	18.45	45.33	18.72	1.25	0.23	0.07	0.63	2.01	<0.01	0.13	0.036	12.8	0.07	<0.02
230	Sm. glavica	Doger_Oksford	donji	prim	14.73	48.09	20.33	0.86	0.14	0.05	0.18	2.08	<0.01	0.19	0.035	12.9	0.19	<0.02
231	Sm. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	14.51	48.51	20.25	0.84	0.14	0.05	0.13	2.10	<0.01	0.19	0.036	12.9	0.11	<0.02
232	Sm. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	14.58	49.15	19.42	0.86	0.12	0.05	0.14	2.15	<0.01	0.18	0.036	12.9	0.11	<0.02
233	Sm. glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	16.24	47.87	19.22	0.82	0.14	0.05	0.25	1.99	<0.01	0.14	0.035	12.7	0.10	<0.02
234	Sm. glavica	Doger_Oksford	donji	prim	16.50	47.35	19.38	0.82	0.12	0.05	0.19	2.01	<0.01	0.16	0.038	13.0	0.18	<0.02
235	Sm. glavica	Doger_Oksford	donji	prim	15.06	47.98	19.85	0.82	0.11	0.06	0.30	2.09	<0.01	0.18	0.036	13.1	0.21	<0.02
236	Sm. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	17.30	46.20	18.88	1.05	0.13	0.06	0.28	1.98	<0.01	0.14	0.036	13.5	0.30	<0.02
237	Sm. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	15.06	47.75	20.29	0.87	0.12	0.05	0.18	2.03	<0.01	0.12	0.040	13.1	0.25	<0.02
238	Barni do	Doger_Oksford	srednji	prim	21.96	44.36	16.48	0.58	0.15	0.08	0.77	1.95	0.04	0.12	0.033	13.1	0.39	<0.02
239	Barni do	Doger_Oksford	srednji	prim	20.69	43.85	18.63	0.62	0.11	0.08	0.84	2.03	0.02	0.13	0.030	12.6	0.29	<0.02
240	Barnido	Doger_Oksford	gornji	prim	18.98	44.43	19.32	1.00	0.16	0.09	1.07	2.24	0.02	0.10	0.036	12.2	0.26	<0.02
241	Crv. glavica	Doger_Oksford	donji	prim	19.90	47.76	14.62	0.81	0.15	0.08	1.08	2.15	0.02	0.10	0.034	13.0	0.12	<0.02
242	Crv. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	19.88	45.40	17.95	0.68	0.15	0.08	0.98	1.93	<0.01	0.14	0.032	12.4	0.09	<0.02
243	Crv. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	18.39	41.59	24.11	0.69	0.15	0.08	0.99	1.83	0.02	0.13	0.030	11.6	0.08	<0.02
244	Crv. glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	20.12	43.74	18.76	0.83	0.24	0.08	1.10	1.99	0.03	0.14	0.033	12.5	0.20	<0.02
245	Crv. glavica	Doger_Oksford	donji	prim	19.01	46.20	18.26	0.64	0.09	0.08	0.76	1.94	<0.01	0.13	0.033	12.5	0.18	0.02
246	Crv. glavica	Doger_Oksford	donji	prim	18.41	47.17	17.88	0.64	0.09	0.07	0.75	2.01	<0.01	0.14	0.035	12.4	0.12	<0.02
247	Crv. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	18.81	46.55	18.52	0.58	0.09	0.07	0.75	1.95	<0.01	0.14	0.032	12.2	0.07	<0.02
248	Crv. glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	18.43	47.09	18.05	0.63	0.08	0.07	0.80	2.02	<0.01	0.13	0.031	12.3	0.14	<0.02
249	Crv. glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	17.80	47.10	18.71	0.63	0.08	0.07	0.81	2.06	0.01	0.13	0.031	12.2	0.13	<0.02
250	Crv. glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	18.32	46.71	18.32	0.60	0.08	0.07	0.74	2.00	<0.01	0.13	0.033	12.7	0.14	<0.02
251	Jelenak	Doger_Oksford	donji	prim	17.74	45.22	19.53	0.85	0.16	0.08	0.96	1.92	0.03	0.11	0.040	13.0	0.42	<0.02
252	Jelenak	Doger_Oksford	gornji	prim	17.44	47.27	17.31	0.87	0.14	0.07	0.93	2.00	0.04	0.13	0.044	13.4	0.30	<0.02

**Statistički parametri 3.1, VM\_04**

Starost podine	Statistički parametri	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI	TOT/C	TOT/S
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Boksiti rudnih rejonu Vojnik-Maganik i Prekornica (ukupno)	Minimum, <b>Min</b>	1.00	33.50	2.56	0.07	0.03	0.01	0.01	1.53	0.010	0.02	0.021	11.3	0.05	0.02
	Maksimum, <b>Max</b>	30.17	69.73	26.15	2.05	11.14	0.10	2.02	3.50	0.710	1.64	0.096	20.2	2.37	0.03
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	14.79	48.89	19.04	0.52	0.35	0.06	0.62	2.36	0.051	0.17	0.044	12.76	0.17	0.024
	Standardna devijacija, $\sigma$	6.70	5.72	2.83	0.28	1.14	0.02	0.39	0.36	0.109	0.17	0.014	0.92	0.24	0.01
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	0.45	0.12	0.15	0.53	3.26	0.38	0.64	0.15	2.131	1.02	0.316	0.07	1.39	0.22
Boksiti na gornjem trijasu	Minimum, <b>Min</b>	1.00	33.50	2.56	0.07	0.03	0.01	0.01	1.68	0.010	0.02	0.026	11.3	0.06	0.02
	Maksimum, <b>Max</b>	27.44	69.73	26.15	2.05	11.14	0.08	2.02	3.50	0.530	1.64	0.096	20.2	2.37	0.03
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	11.90	51.18	19.44	0.46	0.47	0.05	0.55	2.51	0.047	0.17	0.049	12.84	0.19	0.026
	Standardna devijacija, $\sigma$	6.54	5.78	3.14	0.28	1.43	0.02	0.42	0.36	0.09	0.19	0.02	1.06	0.29	0.01
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	0.55	0.11	0.16	0.61	3.02	0.43	0.77	0.14	1.92	1.07	0.31	0.08	1.56	0.21
Boksiti na lijasu	Minimum, <b>Min</b>	11.61	36.90	9.36	0.15	0.07	0.04	0.24	1.53	0.010	0.03	0.023	11.8	0.05	
	Maksimum, <b>Max</b>	30.17	52.44	21.91	0.81	0.43	0.09	1.88	2.66	0.710	0.96	0.043	14.5	0.42	0.02
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	19.89	43.67	18.20	0.48	0.13	0.07	0.77	2.17	0.071	0.13	0.035	12.20	0.12	
	Standardna devijacija, $\sigma$	4.17	6.55	3.26	0.13	0.07	0.02	0.29	0.34	0.16	0.05	0.01	1.71	0.06	
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	0.21	0.15	0.18	0.27	0.56	0.22	0.38	0.16	2.29	0.38	0.16	0.14	0.54	
Boksiti na doger-oksfordu	Minimum, <b>Min</b>	11.90	41.59	10.84	0.46	0.08	0.05	0.13	1.62	0.010	0.07	0.030	11.6	0.07	
	Maksimum, <b>Max</b>	24.13	50.26	24.11	1.36	0.24	0.10	1.30	2.24	0.050	0.19	0.048	15.10	0.42	0.02
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	18.04	46.48	18.33	0.86	0.15	0.07	0.62	2.03	0.028	0.14	0.036	12.88	0.18	
	Standardna devijacija, $\sigma$	2.33	1.85	2.25	0.23	0.05	0.01	0.33	0.13	0.01	0.03	0.00	0.62	0.09	
	Koeficijent varijacije, <b>Cv</b>	0.13	0.04	0.12	0.27	0.32	0.19	0.53	0.06	0.44	0.20	0.11	0.05	0.51	

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 3.2. Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)

Dodatak 3.2: Rezultati geohemijskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	Ni ppm	Sc ppm	Ba ppm	Be ppm	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	
001	L. Milankovac	Lijas	donji	prim	255	46	165	6	107.6	15.7	43.8	10.1	38.7	90.1	14	62.6	3.1	48.0	3.0	194	6.9	356.8	156.1	193.0	279.9	35.41	131.6	25.56	5.24	25.27	3.96	23.55	4.98	14.45	2.11	13.53	2.03
002	L. Milankovac	Lijas	srednji	prim	238	45	165	5	97.9	15.7	43.6	9.5	37.4	93.9	9	60.2	3.0	43.5	2.6	192	6.0	345.8	158.5	222.8	258.6	40.31	155.2	27.70	5.82	27.67	4.20	24.25	5.12	14.55	2.10	12.99	2.05
003	L. Milankovac	Lijas	gornji	prim	233	48	150	5	98.5	15.5	44.6	10.6	39.3	88.4	12	58.1	3.1	47.0	3.3	211	6.3	372.5	145.9	175.0	327.0	32.31	126.1	23.14	4.99	23.44	3.66	22.20	4.68	13.96	2.13	13.21	2.09
004	Strasnica	Trijas	donji	prim	456	54	190	9	193.3	12.0	43.2	11.6	43.6	89.1	19	79.8	2.8	38.8	3.3	224	7.0	414.8	154.7	154.8	332.1	33.30	131.3	26.97	6.00	28.15	4.58	27.41	5.88	17.01	2.65	16.54	2.61
005	Strasnica	Trijas	srednji	prim	354	55	165	11	125.0	12.9	45.1	11.1	43.8	82.0	19	77.0	2.9	38.9	3.0	245	6.7	395.8	145.4	156.4	302.2	34.17	138.6	28.11	6.14	28.36	4.41	26.56	5.63	16.42	2.49	16.29	2.45
006	Strasnica	Trijas	srednji	prim	205	53	114	9	63.6	13.0	44.3	10.9	42.9	60.1	14	73.3	3.0	46.8	3.6	245	6.9	381.8	128.8	239.3	380.3	38.22	141.7	26.11	5.27	24.40	3.94	23.38	4.92	14.93	2.26	14.66	2.27
007	Strasnica	Trijas	srednji	prim	199	47	96	11	49.3	14.4	44.7	10.5	39.4	52.2	12	64.1	3.1	47.9	4.1	209	6.3	360.5	137.6	210.8	338.2	38.50	144.7	26.54	5.36	25.83	4.04	23.80	5.01	14.82	2.27	14.87	2.28
008	Strasnica	Trijas	gornji	prim	231	49	113	8	144.7	16.8	50.4	11.8	44.9	60.3	14	77.5	3.4	51.5	8.9	220	6.7	403.8	155.7	259.4	311.9	54.95	214.2	38.96	7.81	36.23	5.10	28.67	5.56	15.59	2.32	14.87	2.25
009	Ivankovac	Trijas	srednji	prim	172	49	97	9	28.6	12.6	53.1	12.3	40.7	52.3	14	47.4	3.2	47.4	4.5	216	8.3	433.0	118.2	112.3	167.6	17.98	60.1	11.14	2.37	11.95	2.21	14.70	3.48	11.05	1.76	11.43	1.78
010	Ivankovac	Trijas	gornji	prim	185	49	113	6	47.1	13.4	54.4	12.9	43.0	53.1	22	52.8	3.4	48.0	5.6	216	6.3	447.4	128.3	112.3	191.7	18.38	66.6	11.58	2.53	12.86	2.28	15.67	3.72	11.91	1.83	11.84	1.83
011	Javorje	Trijas	donji	prim	340	53	72	6	114.2	9.4	46.5	13.2	46.4	25.9	17	42.7	4.3	67.8	3.4	184	9.7	432.9	122.3	235.4	391.2	45.13	174.4	31.57	6.61	29.69	4.53	26.80	5.34	16.20	2.56	16.73	2.66
012	Javorje	Trijas	gornji	prim	229	55	57	9	61.0	9.0	51.1	13.5	46.8	22.0	18	44.2	4.2	68.6	3.1	192	9.7	428.4	108.4	194.7	354.9	34.18	127.9	22.92	4.76	21.15	3.47	21.04	4.51	13.73	2.16	14.60	2.27
013	Javorje	Trijas	srednji	prim	200	54	54	6	38.0	10.3	51.6	13.0	47.8	24.4	12	51.2	4.0	60.6	3.5	238	8.3	446.3	76.2	120.1	256.0	15.98	55.3	10.07	2.12	10.48	1.88	12.85	2.81	9.16	1.53	10.71	1.64
014	Rozin vrh	Trijas	donji	prim	176	55	31	9	22.7	3.7	46.2	12.8	45.8	9.7	27	75.1	4.1	65.4	9.2	355	7.4	413.1	64.7	125.6	284.3	21.97	76.2	14.65	2.91	13.32	2.25	14.26	2.93	9.51	1.67	11.79	1.94
015	Rozin vrh	Trijas	srednji	prim	188	63	35	10	23.5	4.2	47.6	12.7	44.8	9.5	34	68.0	4.0	64.5	5.1	205	9.5	424.7	65.9	148.5	200.3	22.26	75.4	13.98	3.05	14.27	2.59	15.90	3.40	10.18	1.80	13.43	2.14
016	Rozin vrh	Trijas	gornji	prim	168	64	42	6	22.6	5.0	48.9	12.2	46.8	10.7	17	59.1	4.0	63.7	4.3	211	9.1	429.1	62.6	133.9	239.6	20.33	71.7	13.07	2.74	12.74	2.35	14.52	3.12	9.40	1.63	11.88	1.92
017	Meeteris	Trijas	donji	prim	162	51	56	10	22.1	3.5	49.0	11.2	37.1	18.4	13	46.8	3.0	42.7	3.9	208	5.5	412.5	155.2	144.0	185.4	22.34	79.3	13.87	2.87	15.18	2.75	19.27	4.58	14.60	2.21	14.19	2.28
018	Meeteris	Trijas	srednji	prim	159	56	43	7	22.1	3.4	50.7	11.8	39.4	12.7	43	39.5	3.0	44.5	3.8	211	6.8	430.8	135.7	141.0	222.7	22.88	81.8	14.96	3.19	15.90	2.74	18.71	4.29	14.07	2.22	14.69	2.32
019	Meeteris	Trijas	gornji	prim	162	55	47	6	22.0	4.0	48.7	11.5	38.6	17.6	32	39.1	2.6	43.8	4.0	218	6.0	416.1	137.4	134.9	204.6	22.35	80.3	14.19	3.16	15.85	2.70	18.30	4.39	14.11	2.14	13.63	2.18
020	Laz	Trijas	donji	prim	192	46	71	5	81.2	6.7	43.5	11.7	45.7	24.0	13	68.9	3.2	46.6	12.1	262	5.7	440.1	81.7	103.8	159.5	15.77	52.4	9.66	2.03	10.06	1.79	12.17	2.74	8.52	1.38	9.15	1.42
021	Laz	Trijas	srednji	prim	214	61	65	2	46.3	9.3	47.4	13.4	49.1	25.2	15	59.0	3.4	49.9	6.8	276	6.6	477.6	102.5	144.0	264.7	20.83	70.4	13.25	2.82	13.73	2.47	15.58	3.58	11.08	1.71	11.03	1.73
022	Laz	Trijas	srednji	prim	283	69	76	4	30.6	8.6	46.8	13.1	49.0	27.5	14	87.9	3.3	45.2	5.6	268	6.0	479.3	98.7	177.6	294.2	27.78	93.9	17.29	3.64	16.53	2.91	18.07	3.69	11.00	1.70	11.08	1.74
023	Laz	Trijas	povlata	pretal	217	53	79	2	43.6	8.9	38.5	11.8	38.8	35.4	22	169.7	2.7	37.1	4.3	188	5.7	407.4	216.8	226.7	252.9	41.36	165.2	32.50	7.41	35.25	5.27	29.86	6.17	16.11	2.29	14.04	2.17
024	Liverovici 2	Trijas	donji	prim	248	60	60	4	50.4	8.1	48.6	14.2	51.5	25.4	12	85.0	3.8	52.7	5.0	242	7.1	503.1	90.7	134.1	448.5	22.61	81.7	15.39	3.29	15.52	2.44	14.66	3.19	9.60	1.41	9.66	1.45
025	Liverovici 2	Trijas	donji	prim	224	57	70	3	43.9	9.3	50.5	14.2	49.8	34.0	12	69.3	3.7	48.3	5.4	294	6.2	497.3	85.0	108.0	317.5	18.94	71.2	12.73	2.71	12.53	2.01	12.51	2.81	8.27	1.27	8.53	1.33
026	Liverovici 2	Trijas	srednji	prim	230	61	72	3	51.2	8.0	47.2	14.1	48.8	32.2	11	67.4	3.7	50.0	5.4	294	5.9	493.7	81.7	113.9	298.2	19.04	67.5	12.51	2.58	12.01	2.05	13.01	2.76	8.25	1.31	8.44	1.31
027	Liverovici 2	Trijas	srednji	prim	168	59	68	5	42.2	8.8	50.6	14.3	49.5	32.4	11	62.1	3.6	51.6	5.4	280	6.8	508.4	82.9	112.1	502.1	19.01	71.3	12.75	2.57	12.60	1.98	12.24	2.69	7.87	1.19	8.00	1.24
028	Liverovici 2	Trijas	gornji	prim	138	57	74	4	32.9	9.2	47.9	13.4	46.8	36.7	11	59.6	3.9	52.1	5.3	304	6.4	461.8	76.0	94.3	293.4	14.67	52.7	9.41	2.05	10.16	1.65	10.59	2.46	7.39	1.10	7.23	1.15
029	Liverovici 2_p.	Trijas	donji	prim	438	58	129	11	135.6	9.5	38.8	12.1	48.7	47.8	10	188.1	3.9	49.1	5.7	226	6.2	426.2	281.8	1009.3	216.9	185.63	616.8	97.21	18.54	71.94	11.59	62.66	11.98	32.85	5.25	34.92	5.23
030	Liverovici 2_p.	Trijas	donji	prim	442	46	150	15	43.6	11.4	52.2	14.2	58.2	58.0	13	223.9	4.3	60.4	18.1	850	5.5	490.1	287.9	1280.1	272.2	277.78	950.3	144.90	25.61	87.98	12.33	61.50	10.87	30.16	4.79	31.28	4.74
031	Zagrad 1_p.	Trijas	donji	prim	106	61	48	4	18.0	4.3	49.2	14.9	55.0	11.6	21	70.3	4.1	51.1	6.3	298	6.5	535.5	99.1	166.5	333.1	35.43	135.7	25.59	5.25	21.36	3.51	20.65	4.16	11.61	1.75	11.92	1.88
032	Zagrad 1_p.	Trijas	donji	prim	145	71	67	4	38.1	4.3	46.1	14.8	53.6	15.9	26	98.2	3.9	47.8	5.8	287	5.8	538.1	144.3	371.0	435.2	80.06	304.5	56.03	10.76	43.91	6.88	39.99	7.25	19.05	2.76	17.29	2.59
033	Zagrad 1_p.	Trijas	donji	prim	131	68	122	5	17.2	6.6	45.9	15.1	57.9	29.8	13	129.0	4.0	45.1	5.6	290	6.2	540.6	109.9	149.2	393.7	23.79	88.3	17.12	3.95	18.12	2.97	18.01	3.80	11.48	1.72	10.96	1.70
034	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	298	107	73	5	98.4	1.1	43.7	13.3	50.8	13.0	12	703.7	3.4	47.6	5.1	331	5.8	519.0	1158.0	1261.1	762.3	265.80	990.5	187.97	41.08	200.37	31.72	185.94	37.60	105.01	15.30	93.94	14.30
035	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	270	111	84	5	78.3	1.1	43.3	13.0	51.3	15.4	12	774.0	3.4	47.9	4.8	273	5.2	518.2	1146.3	1428.4	908.3	283.75	1011.2	174.29	37.03	191.42	30.22	180.89	37.79	104.58	15.09	94.75	14.40

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 3-2. Rezultati geoheмиjskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)**

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	Ni ppm	Sc ppm	Ba ppm	Be ppm	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	
036	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	119	68	22	2	37.5	<0.1	48.8	17.2	58.7	0.5	13	96.6	4.3	55.6	5.8	319	7.1	596.7	64.5	87.7	420.4	15.15	51.5	10.04	2.11	9.39	1.65	10.67	2.40	7.61	1.16	7.94	1.27
037	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	51	62	18	3	19.3	<0.1	49.4	15.4	58.2	0.5	16	82.9	4.3	60.0	7.1	321	7.9	543.2	77.3	110.6	400.3	19.45	65.3	11.99	2.52	12.07	2.04	12.62	2.65	8.20	1.28	8.87	1.39
038	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	56	65	20	3	18.1	0.1	49.9	15.8	59.4	0.7	15	83.7	4.4	60.3	7.0	314	7.5	568.8	74.8	109.3	391.6	18.32	61.2	11.12	2.35	10.62	1.83	11.97	2.59	8.01	1.23	8.49	1.38
039	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	94	69	20	2	32.0	0.7	47.6	14.7	55.3	1.8	17	76.8	4.1	58.1	7.1	308	6.8	545.5	92.0	128.6	472.6	24.27	88.0	15.74	3.37	14.87	2.44	15.20	2.97	9.19	1.44	9.55	1.54
040	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	81	71	23	4	23.9	0.2	46.7	15.3	55.5	1.1	13	78.1	4.1	59.7	6.6	323	7.5	546.4	73.0	110.1	518.6	19.64	66.7	12.53	2.52	11.60	1.97	12.87	2.51	8.09	1.30	9.01	1.39
041	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	73	69	19	2	30.0	0.2	48.4	15.0	55.0	0.6	12	80.5	4.1	58.5	6.3	313	7.5	548.9	77.9	119.5	463.8	20.66	69.2	12.80	2.73	12.01	2.04	12.83	2.58	8.03	1.33	8.91	1.41
042	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	71	69	21	5	24.3	0.2	49.0	15.7	56.2	0.6	14	78.0	4.0	62.1	7.0	321	6.0	557.5	80.5	111.8	487.3	19.35	66.7	12.05	2.60	11.54	2.02	12.46	2.62	8.17	1.33	9.08	1.44
043	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	60	66	18	3	20.4	0.2	51.0	15.4	56.6	0.4	12	65.7	4.4	60.7	6.6	304	7.1	554.9	81.6	102.6	415.6	17.86	61.9	11.32	2.42	11.47	1.96	13.00	2.61	7.86	1.29	8.77	1.38
044	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	56	69	22	4	25.4	0.2	47.7	15.3	57.3	1.9	16	73.2	4.3	58.9	7.3	333	7.6	556.6	79.1	109.6	488.8	18.78	63.9	11.91	2.62	11.98	2.04	12.52	2.64	7.96	1.26	8.55	1.34
045	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	54	64	21	3	22.2	0.4	50.5	15.7	60.1	1.5	13	57.9	4.4	62.3	6.9	299	7.2	572.7	85.7	90.1	495.7	16.37	57.7	10.68	2.32	11.83	1.98	12.98	2.80	8.15	1.32	8.67	1.36
046	Zagrad 3	Trijas	povlata	pretal	224	65	25	4	208.7	0.5	50.0	16.5	58.6	2.2	26	93.9	4.7	67.5	8.6	334	7.7	590.6	106.5	152.8	270.9	29.73	104.5	20.44	4.42	19.62	3.31	20.44	4.23	12.66	2.02	13.36	2.11
047	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	241	74	58	10	137.0	1.1	49.0	13.3	54.6	12.1	16	386.6	3.9	54.4	6.7	303	7.2	518.4	1266.2	1799.1	469.4	421.42	1797.4	327.46	68.08	309.56	40.49	206.26	37.76	100.68	13.92	83.00	12.67
048	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	192	78	52	10	66.1	0.8	46.4	13.3	49.9	8.6	13	329.8	3.6	52.9	5.7	269	5.9	483.3	760.7	1148.4	440.9	251.65	1027.2	184.44	38.84	170.09	23.07	121.14	22.35	59.96	8.60	53.33	8.37
049	Zagrad 3	Trijas	donji	prim	101	65	20	5	40.5	0.4	44.4	13.1	48.0	2.1	13	57.2	3.6	52.6	5.8	258	5.5	474.0	118.4	129.5	405.8	35.65	142.8	31.43	6.84	29.06	4.51	25.75	4.76	13.15	1.98	13.08	2.03
050	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	104	64	18	6	24.2	0.4	49.1	14.7	51.0	1.2	15	55.8	4.0	59.1	7.1	276	6.5	542.3	103.3	123.4	502.3	32.46	128.6	27.83	5.89	24.36	4.15	24.13	4.48	13.26	2.05	13.92	2.12
051	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	89	65	17	6	19.0	0.4	48.1	14.9	53.3	1.1	12	51.3	4.0	58.5	7.5	282	6.5	542.3	103.3	123.4	502.3	32.46	128.6	27.83	5.89	24.36	4.15	24.13	4.48	13.26	2.05	13.92	2.12
052	Zagrad 3	Trijas	srednji	prim	95	65	22	7	21.6	0.4	48.1	14.9	52.5	2.1	13	57.6	4.1	57.9	7.7	284	7.1	535.4	113.9	132.4	558.2	30.35	111.1	24.37	4.96	20.20	3.39	19.93	3.95	12.03	1.95	12.78	1.96
053	Zagrad 3	Trijas	gornji	prim	84	64	18	9	17.6	0.3	54.3	15.5	56.7	1.0	24	58.1	4.3	64.3	7.9	281	6.5	558.1	109.3	136.5	629.4	32.28	117.7	25.77	5.39	21.02	3.49	20.56	3.89	11.44	1.89	12.37	1.97
054	Zagrad 3_p.	Trijas	donji	prim	450	55	33	2	402.2	0.6	37.6	13.1	51.0	3.3	14	143.8	3.5	44.1	8.1	371	4.3	480.8	139.2	355.9	339.3	60.25	212.8	40.84	8.56	39.76	5.99	32.47	5.67	15.53	2.57	17.43	2.76
055	KB_Palez	Trijas	donji	prim	143	60	41	4	24.6	2.6	47.7	13.2	49.8	14.2	15	57.6	3.7	51.2	4.9	291	7.3	492.2	77.0	129.6	442.6	22.30	73.0	14.40	3.23	13.45	2.57	16.26	3.23	9.77	1.62	10.66	1.68
056	KB_Palez	Trijas	donji	prim	154	64	46	8	24.1	3.0	47.8	13.2	47.3	17.0	13	55.6	3.7	51.3	4.8	293	6.1	471.4	82.7	142.6	514.5	29.85	104.6	20.70	4.31	17.01	3.05	18.11	3.47	10.34	1.65	11.18	1.72
057	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	139	65	52	7	20.7	3.8	46.6	13.8	49.7	20.6	13	53.3	3.6	54.1	5.4	308	5.9	500.1	83.2	136.1	464.7	28.64	102.7	20.58	4.30	17.52	2.97	17.61	3.38	10.03	1.57	10.48	1.63
058	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	160	58	76	8	28.7	6.3	48.5	13.5	46.6	34.3	13	49.8	3.4	48.3	4.7	278	5.9	472.8	80.1	129.4	411.1	26.48	97.8	18.70	3.93	16.34	2.73	16.38	3.02	9.16	1.46	9.52	1.50
059	KB_Palez	Trijas	srednji	prim	154	52	100	6	26.1	6.0	43.1	12.7	45.6	44.2	11	52.7	3.3	46.8	4.9	258	6.7	447.7	72.3	116.1	376.6	23.30	81.7	15.02	3.17	13.25	2.37	13.75	2.72	7.85	1.27	8.44	1.34
060	KB_Lokve	Trijas	gornji	prim	150	54	156	<1	60.4	8.5	39.0	11.9	42.8	75.5	12	56.4	3.3	41.5	4.6	253	5.9	427.5	68.6	119.5	327.2	24.41	88.3	16.06	3.38	14.35	2.33	13.74	2.61	7.77	1.23	8.35	1.26
061	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	152	58	27	3	52.9	1.4	51.4	15.0	51.6	4.3	13	43.6	3.9	53.2	5.3	284	6.9	518.8	122.4	109.2	491.2	26.32	101.8	20.98	4.54	18.99	3.14	18.98	3.70	11.44	1.71	11.16	1.70
062	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	140	59	30	5	50.7	2.3	51.7	14.1	52.9	6.0	14	46.4	3.7	53.1	5.9	279	6.9	521.4	128.3	137.7	505.5	32.37	125.2	25.43	5.41	22.96	3.53	21.04	3.99	12.01	1.82	12.12	1.88
063	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	176	57	45	5	35.5	3.2	44.9	12.7	45.9	11.8	13	50.3	3.5	48.0	5.7	265	6.2	458.5	107.8	150.8	351.1	35.41	135.6	27.46	5.63	22.69	3.56	19.98	3.91	11.87	1.78	11.67	1.81
064	KB_Lokve	Trijas	srednji	prim	146	58	42	8	34.2	3.6	47.6	12.4	45.1	14.6	14	50.4	3.5	47.5	5.5	265	5.8	466.3	101.9	149.5	354.1	36.96	143.2	27.98	5.69	23.15	3.57	19.78	3.75	11.64	1.77	11.36	1.79
065	KB_Lokve	Trijas	donji	prim	147	55	45	3	56.2	4.0	47.6	12.8	44.5	17.3	13	56.3	3.3	46.0	5.1	266	5.4	454.6	99.1	154.0	403.2	37.80	143.9	27.39	5.59	22.50	3.36	19.20	3.63	11.04	1.69	11.02	1.76
066	KB_Šunčeva d.	Trijas	srednji	prim	105	54	46	2	23.7	1.2	36.4	11.4	42.9	19.3	18	101.0	3.2	35.8	4.7	263	5.4	401.8	79.1	121.6	312.8	28.20	114.0	23.42	4.75	18.39	2.55	13.91	2.50	7.49	1.09	7.18	1.12
067	KB_Šunčeva d.	Trijas	srednji	prim	172	55	100	2	22.3	3.9	38.8	10.6	40.8	52.5	11	102.4	2.6	36.5	5.0	213	4.8	397.4	69.4	128.5	260.5	26.53	100.0	19.66	3.92	15.13	2.29	12.45	2.47	7.26	1.13	7.38	1.12
068	KB_Šunčeva d.	Trijas	gornji	prim	140	38	139	3	14.3	5.5	29.2	9.3	31.2	77.5	7	110.6	2.3	29.1	4.0	177	4.6	328.7	65.2	107.0	229.2	23.09	87.5	16.58	3.40	13.51	2.04	11.74	2.26	6.58	1.00	6.40	0.98
069	KB_C. ornice_p.	Trijas	donji	prim	98	74	27	6	15.17	0.2	44.6	15.7	61.2	2.0	18	178.9	4.4	59.1	7.5	310	7.6	579.3	88.1	386.9	407.2	69.59	218.9	31.83	6.14	22.33	3.59	19.39	3.56	10.92	1.79	12.35	1.88
070	KB_C. ornice_p.	Trijas	donji	prim	143	63	31	4	61.4	0.2	57.8	17.7	68.5	3.2	17	256.6	5.0	69.3	15.4	237	7.8	641.4	198.1	342.0	411.3	62.70	207.0	31.39	6.20	28.13	4.73	29.54	5.98	17.78	2.62	17.15	2.66
071	KB_C. ornice_p.	Trijas	donji	prim	54	57	22	3	17.3	<0.1	51.8	17.1	60.8	0.7	14	120.9	4.2	61.1	7.2	338	7.9</																

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 3-2. Rezultati geoheмиjskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)

LB	Lokacija	Starost	Položaj	Genetski	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		podine	u stubu	tip	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
073	Djurakov do 2	Trijas	donji	prim	159	64	44	8	83.6	3.0	48.1	14.6	46.2	15.4	15	46.4	4.0	51.1	7.0	306	7.1	522.9	132.0	153.5	256.6	35.28	130.3	26.28	5.35	22.92	3.67	23.73	6.01	18.77	2.89	18.47	2.80
074	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	99	66	22	6	28.5	1.1	50.9	15.9	51.8	3.7	16	47.8	4.0	57.5	7.9	315	6.6	563.3	105.2	128.0	417.8	31.36	120.7	24.90	5.16	22.15	3.59	22.09	4.50	13.10	2.02	13.17	2.01
075	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	74	65	20	2	28.0	0.8	53.0	16.7	54.7	1.8	16	52.9	4.0	61.4	7.2	309	7.3	591.4	102.7	131.8	626.1	36.67	142.7	30.23	6.12	25.76	3.78	21.35	4.39	12.20	1.85	12.17	1.83
076	Djurakov do 2	Trijas	gornji	prim	111	62	35	3	76.8	1.8	50.5	15.5	50.5	8.8	14	51.0	3.9	55.2	6.8	280	6.6	544.3	89.7	126.5	412.2	31.67	123.0	24.35	4.84	20.64	3.22	18.89	3.87	11.22	1.75	11.76	1.81
077	Djurakov do 2	Trijas	donji	prim	158	60	80	8	45.6	6.7	45.0	14.4	47.3	35.0	16	63.3	3.4	47.7	6.7	299	7.1	526.4	160.3	177.7	294.3	40.25	154.3	27.93	5.84	26.03	3.97	22.86	5.34	16.63	2.58	17.09	2.76
078	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	121	58	47	6	30.6	4.6	53.3	14.9	50.9	20.3	16	57.6	4.2	50.4	6.0	286	6.2	537.9	125.0	140.6	336.9	33.30	132.7	26.33	5.04	23.88	3.60	20.72	4.25	13.04	1.94	12.88	2.12
079	Djurakov do 2	Trijas	srednji	prim	120	58	62	3	25.9	5.6	46.0	14.0	47.0	26.4	16	57.4	3.6	48.6	6.1	299	6.2	506.4	117.1	143.0	329.7	33.24	128.1	25.18	5.12	22.72	3.39	19.50	4.15	12.24	1.88	12.46	1.92
080	Djurakov do 2	Trijas	gornji	prim	132	54	106	3	27.6	8.0	42.7	13.7	45.1	51.6	33	66.4	3.3	44.9	6.0	276	6.8	477.6	103.6	121.6	306.4	26.76	99.1	18.89	4.04	17.38	2.87	17.01	3.74	11.13	1.64	11.22	1.74
081	Blocki stan	Trijas	donji	prim	146	54	93	6	34.0	10.5	47.5	13.8	45.6	42.8	13	73.2	3.5	47.1	6.3	263	5.9	479.0	126.7	179.4	402.3	36.28	132.4	23.60	5.11	25.98	4.12	24.48	5.11	14.45	2.16	13.77	2.13
082	Blocki stan	Trijas	donji	prim	160	48	148	6	25.1	13.2	45.9	12.4	39.5	83.3	16	49.3	3.1	40.4	5.2	230	5.6	425.8	158.0	213.0	429.2	56.11	220.7	41.55	8.73	39.07	5.58	30.67	5.71	15.30	2.17	13.29	2.00
083	Blocki stan	Trijas	srednji	prim	165	55	98	7	43.8	12.5	46.7	13.6	45.7	60.2	15	47.0	3.6	48.1	5.6	251	6.4	479.5	107.6	118.4	485.1	20.86	71.8	13.78	3.07	14.91	2.71	17.91	4.08	12.46	1.92	12.70	1.91
084	Blocki stan	Trijas	srednji	prim	166	54	128	7	36.4	14.5	45.7	13.3	44.3	73.1	13	45.9	3.6	44.0	5.4	232	6.1	463.5	115.8	145.4	407.4	25.42	89.6	15.93	3.51	17.14	3.01	19.57	4.55	13.18	2.03	12.23	1.92
085	Blocki stan	Trijas	gornji	prim	183	56	63	9	34.0	9.0	51.5	13.8	46.7	34.5	12	50.6	3.8	45.7	5.9	252	5.2	484.8	117.4	140.2	386.2	24.80	88.0	16.89	3.45	16.98	2.89	19.12	4.36	12.80	1.92	12.54	1.94
086	Blocki stan	Trijas	gornji	prim	167	57	59	9	38.8	7.7	53.7	15.0	49.0	30.5	12	64.5	3.6	49.5	6.6	282	6.7	520.6	127.9	171.4	362.1	32.80	116.8	21.22	4.44	19.87	3.28	20.54	4.38	13.45	2.02	12.65	2.04
087	Blocki stan_p.	Trijas	donji	prim	157	64	33	9	27.6	1.8	47.9	15.2	53.0	6.8	15	98.9	4.3	52.7	7.5	285	6.8	556.2	661.9	430.0	334.2	98.22	382.8	70.98	15.46	72.14	10.68	58.02	11.23	29.99	4.16	25.33	3.76
088	Blocki stan_p.	Trijas	donji	prim	170	73	44	10	26.6	1.6	45.1	15.1	52.1	8.1	14	132.5	4.1	53.5	7.1	278	6.6	560.0	533.4	775.7	329.7	170.46	674.3	128.30	28.94	141.62	20.99	116.89	23.50	57.87	7.44	40.88	5.90
089	Štitovo 1	Trijas	donji	prim	81	62	31	4	11.9	1.4	51.6	17.2	55.2	3.1	14	91.7	4.1	54.7	6.7	369	8.2	592.5	85.6	106.3	374.4	20.10	75.3	14.73	3.16	15.18	2.44	15.27	3.30	9.90	1.59	10.58	1.62
090	Štitovo 1	Trijas	srednji	prim	84	60	35	4	17.9	1.4	52.0	15.8	54.5	5.3	15	81.3	4.1	55.1	7.6	349	7.0	567.6	87.6	114.8	415.8	22.91	88.3	16.73	3.63	16.05	2.56	15.99	3.31	9.96	1.56	10.36	1.58
091	Štitovo 1	Trijas	srednji	prim	137	69	31	4	23.5	2.4	50.7	16.2	54.0	6.2	15	65.2	3.8	55.2	7.4	344	6.6	583.1	97.9	146.6	473.1	31.25	118.7	22.60	4.71	21.10	3.26	19.06	3.95	11.32	1.80	11.49	1.73
092	Štitovo 1	Trijas	gornji	prim	143	64	40	3	37.2	3.8	50.4	16.5	53.6	10.2	14	68.9	4.0	54.6	7.8	334	6.3	575.9	94.3	154.3	452.4	33.52	126.2	23.15	4.75	21.09	3.14	18.20	3.82	11.19	1.72	11.15	1.68
093	Štitovo 1	Trijas	gornji	prim	182	51	49	3	153.5	5.4	54.1	15.2	50.8	16.5	19	64.1	3.6	52.8	14.5	288	5.9	526.0	91.5	119.9	309.8	27.27	100.6	18.56	3.85	16.58	2.61	15.59	3.43	10.32	1.66	10.77	1.66
094	Štitovo 1_p.	Trijas	donji	prim	267	67	41	5	22.5	3.0	54.8	15.2	56.6	9.8	14	97.3	4.2	53.8	7.4	316	6.8	542.9	105.7	129.1	321.9	28.07	105.7	20.93	4.43	20.04	3.23	19.47	4.21	12.56	1.98	13.55	2.13
095	Štitovo 2	Trijas	donji	prim	127	68	27	3	29.4	1.1	51.2	15.2	56.0	2.8	15	82.6	4.1	57.7	7.2	338	6.7	555.8	95.2	138.3	486.4	28.27	105.0	21.83	4.71	20.54	3.26	19.37	4.07	11.71	1.82	12.34	1.89
096	Štitovo 2	Trijas	donji	prim	210	61	60	4	29.3	6.2	46.3	14.0	50.3	18.0	16	74.4	4.0	53.1	6.5	296	6.9	512.6	88.2	126.9	328.7	23.31	85.1	17.21	3.58	16.25	2.70	16.40	3.50	10.61	1.63	11.13	1.72
097	Štitovo 2	Trijas	srednji	prim	180	62	49	11	27.9	5.0	48.2	14.4	51.1	15.5	16	75.0	3.4	55.2	6.2	330	6.9	509.2	91.2	140.7	491.0	28.32	102.8	20.82	4.29	18.69	2.95	17.81	3.63	10.23	1.68	10.85	1.75
098	Štitovo 2	Trijas	srednji	prim	150	60	40	5	23.6	3.2	48.6	14.6	51.8	9.8	19	61.5	4.0	55.3	6.2	250	7.2	516.2	92.0	114.7	429.2	22.90	85.2	17.79	3.80	16.85	2.83	17.29	3.64	10.39	1.69	11.05	1.71
099	Štitovo 2	Trijas	srednji	prim	135	58	31	5	25.5	2.1	51.9	14.8	52.2	6.6	17	59.0	3.8	53.9	6.4	250	7.3	508.3	92.3	115.0	395.1	23.49	89.9	17.78	3.80	17.11	2.77	16.92	3.58	10.55	1.65	11.04	1.71
100	Štitovo 2	Trijas	srednji	prim	145	60	40	2	31.3	3.5	50.9	14.3	51.1	10.8	14	57.3	4.2	54.9	6.5	306	6.5	513.4	98.1	131.0	442.2	28.05	106.6	21.30	4.64	19.59	3.15	18.50	3.86	11.16	1.72	11.54	1.82
101	Štitovo 2	Trijas	srednji	prim	169	49	147	8	19.4	9.7	44.9	12.2	41.4	71.4	14	59.4	3.2	42.7	4.7	222	5.8	440.1	84.8	116.1	295.5	23.08	84.1	16.38	3.43	15.93	2.60	15.59	3.29	9.76	1.50	9.99	1.51
102	Štitovo 2	Trijas	srednji	prim	162	47	184	3	17.7	11.1	42.6	11.9	40.2	83.6	12	58.2	3.1	40.6	4.7	236	5.1	419.9	83.4	126.3	308.5	25.39	93.9	17.66	3.60	16.52	2.58	14.78	3.26	9.12	1.39	9.27	1.42
103	Štitovo 2	Trijas	gornji	prim	156	49	165	6	19.1	10.4	41.9	11.6	39.9	79.6	12	62.7	3.0	41.6	5.1	249	5.2	420.5	85.6	129.3	303.0	25.63	98.9	17.98	3.94	17.17	2.62	15.54	3.15	9.20	1.38	9.53	1.43
104	Štitovo 2	Trijas	gornji	prim	178	48	188	5	39.6	12.2	39.1	12.0	40.2	100.9	11	93.1	3.1	40.0	5.7	229	5.4	410.2	97.1	171.6	263.8	33.20	121.6	21.68	4.52	19.23	2.95	17.39	3.49	10.28	1.53	10.30	1.53
105	Štitovo 2_p.	Trijas	donji	prim	220	39	44	3	63.0	3.7	38.5	13.6	49.6	10.6	17	89.6	4.5	70.0	10.5	226	6.5	444.9	64.3	103.4	197.5	17.22	58.5	10.10	2.06	9.63	1.74	11.12	2.48	7.93	1.29	8.80	1.34
106	Štitovo 2_p.	Trijas	donji	prim	154	48	58	3	27.5	4.1	46.4	14.5	52.7	14.1	14	88.8	4.2	66.0	6.7	267	8.5	493.3	96.2	145.3	301.6	30.59	118.3	24.24	5.35	24.13	3.74	21.66	4.38	12.47	2.01	12.71	1.97
107	Štitovo 2_p.	Trijas	donji	prim	310	60	155	6	23.9	10.6	38.3	12.4	46.2	47.9	14	111.1	3.8	43.9	6.1	278	6.0	464.5	214.8	7													



**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 3-2. Rezultati geoheemijskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)**

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	Ni ppm	Sc ppm	Ba ppm	Be ppm	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	
110	G. zamrsten	Trijas	donji	prim	161	50	85	<1	15.1	4.6	51.7	13.6	45.0	23.3	28	129.2	3.5	51.2	6.6	479	6.4	452.9	75.3	128.0	289.8	17.43	57.7	9.65	2.16	10.61	1.82	11.65	2.57	7.84	1.17	7.29	1.17
111	G. zamrsten	Trijas	srednji	prim	209	58	74	6	26.7	7.2	50.5	14.0	51.9	20.6	16	90.8	3.7	50.5	7.1	460	6.2	486.8	85.5	115.7	293.8	18.47	62.0	11.25	2.36	10.48	1.92	12.37	2.85	8.72	1.38	8.93	1.34
112	G. zamrsten	Trijas	srednji	prim	185	59	75	5	24.6	7.3	49.9	14.3	51.9	20.9	14	105.5	3.8	50.7	6.8	444	6.4	498.0	98.8	132.3	317.1	20.59	71.1	12.46	2.58	11.83	2.13	14.26	3.17	9.41	1.46	9.60	1.47
113	G. zamrsten	Trijas	srednji	prim	194	63	72	4	25.6	8.4	49.3	14.1	53.4	22.1	19	102.8	3.8	51.0	6.5	448	6.0	504.5	100.3	132.4	371.2	20.58	71.2	13.06	2.65	12.49	2.21	14.50	3.33	9.82	1.55	9.65	1.54
114	G. zamrsten	Trijas	srednji	prim	182	58	105	8	22.4	8.4	49.9	13.7	48.9	42.8	12	83.1	3.5	47.1	5.8	415	5.4	484.2	98.0	122.8	210.3	18.26	60.7	11.05	2.42	11.50	2.15	14.19	3.17	9.70	1.48	9.88	1.56
115	G. zamrsten	Trijas	srednji	prim	232	53	145	8	28.1	12.0	48.7	13.1	45.5	78.3	12	57.8	3.4	43.8	5.0	340	5.7	464.2	99.6	120.2	324.2	19.62	68.4	12.51	2.66	12.22	2.29	14.99	3.34	10.37	1.54	10.52	1.54
116	G. zamrsten	Trijas	srednji	prim	236	53	163	8	29.4	12.5	48.3	13.2	44.6	90.8	14	58.0	3.0	45.1	5.1	292	5.8	468.5	99.1	128.7	349.4	21.48	72.5	13.23	3.00	13.13	2.49	16.49	3.57	11.01	1.65	10.61	1.64
117	G. zamrsten	Trijas	gornji	prim	248	52	153	5	25.4	13.3	45.8	12.3	43.5	86.1	11	56.4	3.2	43.8	5.3	345	5.5	445.6	97.5	137.1	330.9	23.89	83.5	14.92	3.19	13.81	2.51	16.27	3.44	10.29	1.59	10.09	1.57
118	G. zamrsten	Trijas	gornji	prim	206	48	165	4	21.9	11.7	44.0	11.9	42.7	82.3	12	66.9	3.3	41.3	5.3	332	4.9	430.2	95.3	143.9	310.8	26.77	98.7	17.51	3.75	16.31	2.67	15.57	3.28	9.56	1.46	9.49	1.38
119	D. zamrsten	Trijas	donji	prim	236	38	99	3	19.6	6.6	38.9	12.1	42.0	33.5	11	81.6	3.4	48.7	5.2	303	5.7	399.8	74.9	88.7	188.7	18.43	76.9	14.75	3.54	20.07	3.32	18.96	3.55	9.14	1.34	8.53	1.27
120	D. zamrsten	Trijas	srednji	prim	169	55	102	8	18.8	5.5	50.8	13.7	50.6	31.4	17	130.2	3.9	54.9	5.9	442	6.5	484.1	89.5	153.7	507.8	23.59	79.3	14.71	3.22	14.54	2.64	16.31	3.53	9.97	1.51	9.80	1.51
121	D. zamrsten	Trijas	srednji	prim	127	59	62	2	19.9	3.6	53.3	15.1	51.5	14.4	14	91.7	3.6	54.1	6.5	482	6.3	511.8	76.9	111.6	440.0	17.32	57.7	10.04	2.16	9.98	1.80	11.92	2.69	8.43	1.29	8.57	1.26
122	D. zamrsten	Trijas	srednji	prim	159	56	66	4	17.5	4.7	50.5	14.0	49.2	20.4	17	83.2	3.6	47.4	5.9	429	6.9	484.8	82.0	125.7	336.4	18.91	62.0	11.46	2.36	11.39	1.98	13.39	2.89	9.01	1.33	8.66	1.36
123	D. zamrsten	Trijas	gornji	prim	259	58	122	6	53.4	8.7	49.6	14.8	48.7	60.2	15	67.0	3.8	48.9	11.1	430	7.6	515.3	80.6	126.9	329.8	19.49	65.6	12.08	2.53	11.39	2.01	13.09	2.89	8.55	1.34	8.87	1.37
124	D. zamrsten	Trijas	donji	prim	286	60	149	4	15.7	7.4	45.6	11.1	44.5	47.3	13	109.7	3.5	44.5	5.8	448	6.0	393.9	88.6	157.9	357.5	21.53	68.9	11.85	2.65	12.68	2.48	16.36	3.67	10.71	1.64	10.50	1.59
125	D. zamrsten	Trijas	srednji	prim	229	59	125	3	14.2	9.1	51.5	12.2	50.1	43.8	14	107.9	3.9	51.8	6.4	471	6.2	440.7	103.3	142.5	308.8	22.52	75.0	13.28	2.85	13.72	2.85	16.36	3.67	10.71	1.64	10.50	1.59
126	D. zamrsten	Trijas	gornji	prim	221	57	158	6	22.7	8.1	45.8	11.8	42.7	54.9	12	97.5	3.1	42.0	6.4	464	5.3	410.5	94.6	136.1	250.1	26.60	97.3	18.79	3.95	17.05	2.80	16.76	3.31	9.83	1.49	9.43	1.42
127	Crvena rupa	Trijas	donji	prim	173	54	97	5	28.0	8.0	49.3	13.0	47.3	33.6	13	132.8	3.9	52.4	6.8	435	6.6	461.5	80.0	137.7	415.7	19.68	65.0	11.23	2.38	11.00	2.10	13.63	2.97	8.62	1.43	9.42	1.42
128	Crvena rupa	Trijas	srednji	prim	142	54	65	6	14.3	4.7	52.8	13.6	50.1	16.8	15	106.3	3.9	51.7	5.9	460	7.1	483.4	82.9	120.3	251.9	17.69	58.0	10.09	2.16	10.12	1.87	12.16	2.73	8.12	1.30	8.44	1.30
129	Crvena rupa	Trijas	gornji	prim	166	56	70	3	23.7	7.2	50.8	13.5	49.6	20.8	17	80.7	3.6	47.8	5.6	399	6.7	494.8	86.1	122.4	279.0	18.83	64.7	10.70	2.32	11.06	1.91	12.52	2.76	8.37	1.26	8.29	1.30
130	C. katuniste	Trijas	donji	prim	271	56	115	2	39.0	7.4	47.9	12.6	48.5	37.2	14	118.1	3.6	47.8	5.9	490	6.6	448.7	103.4	300.8	226.5	46.57	129.2	16.35	3.37	14.85	2.87	18.58	4.01	11.94	1.82	11.84	1.84
131	C. katuniste	Trijas	srednji	prim	156	54	89	3	18.6	7.4	52.3	13.9	53.1	27.0	22	93.8	3.7	51.4	5.7	470	6.9	489.8	93.5	103.4	195.1	18.52	67.0	12.77	2.68	11.82	2.13	13.82	2.97	9.27	1.38	9.52	1.47
132	C. katuniste	Trijas	srednji	prim	176	55	90	5	17.6	9.4	50.8	14.3	52.6	33.7	12	95.4	3.7	47.5	6.0	454	6.6	495.4	107.0	114.4	191.6	19.67	71.0	13.51	2.75	12.63	2.22	14.70	3.12	9.53	1.48	9.61	1.52
133	C. katuniste	Trijas	srednji	prim	146	53	91	5	14.7	8.4	53.5	13.3	52.1	29.2	13	97.7	3.8	50.7	6.4	423	5.9	494.9	93.5	114.5	266.1	18.53	63.0	11.68	2.43	10.89	1.95	12.61	2.75	8.46	1.36	9.20	1.43
134	C. katuniste	Trijas	gornji	prim	157	55	81	<1	13.7	7.4	51.6	13.3	49.1	27.7	17	96.5	3.7	47.4	6.2	413	6.5	478.4	95.7	112.0	248.5	17.90	60.5	10.48	2.23	10.67	1.91	12.81	2.74	8.53	1.31	8.67	1.33
135	Brsno	Trijas	donji	prim	182	51	91	3	26.0	13.5	50.8	12.1	43.6	66.6	20	50.7	3.5	48.3	4.4	285	7.0	430.7	96.3	141.3	420.3	24.13	84.7	15.41	3.23	14.13	2.50	15.95	3.28	9.95	1.53	10.30	1.54
136	Brsno	Trijas	srednji	prim	173	52	130	5	45.6	16.7	49.6	12.5	43.8	99.8	14	51.0	3.3	46.5	5.9	286	6.9	426.9	89.4	126.5	368.6	21.07	74.3	13.90	2.94	12.95	2.25	13.56	2.95	9.01	1.43	9.34	1.43
137	Brsno	Trijas	srednji	prim	167	54	107	6	26.8	15.1	48.9	11.2	41.6	76.5	16	47.5	3.4	46.1	4.0	302	6.6	399.4	86.9	134.6	341.6	20.67	69.7	11.98	2.52	11.73	2.15	13.59	2.93	8.64	1.38	9.14	1.37
138	Brsno	Trijas	srednji	prim	170	56	122	3	27.9	16.9	48.4	12.1	45.4	93.6	25	43.0	3.6	51.9	4.4	237	6.6	428.6	89.0	119.2	668.3	19.14	64.6	12.15	2.49	11.68	2.16	13.93	2.94	8.98	1.41	9.57	1.43
139	Brsno	Trijas	srednji	prim	165	53	123	8	27.0	17.1	53.8	11.9	45.2	93.8	16	43.4	3.6	50.0	4.1	285	6.0	435.9	77.2	103.2	339.6	14.04	47.8	8.76	1.85	8.69	1.70	11.46	2.58	7.50	1.26	8.23	1.26
140	Brsno	Trijas	srednji	prim	170	55	122	6	27.9	17.6	54.0	12.5	44.2	92.8	33	40.7	3.2	50.0	3.9	234	6.9	437.7	78.0	111.6	391.1	15.83	52.4	9.77	2.01	10.03	1.86	12.31	2.58	8.24	1.28	8.46	1.27
141	Brsno	Trijas	srednji	prim	165	52	129	5	27.6	17.0	49.4	11.1	41.4	97.6	18	42.9	3.5	45.8	4.3	282	6.1	399.8	85.8	131.1	380.4	19.20	66.5	11.36	2.40	11.50	2.05	13.20	2.84	8.62	1.33	8.71	1.37
142	Brsno	Trijas	srednji	prim	168	51	150	9	27.4	19.7	53.0	11.4	43.1	117.7	24	39.1	3.2	46.7	4.7	249	6.6	410.8	76.2	89.5	304.8	13.02	44.3	8.36	1.85	8.90	1.72	11.46	2.58	8.08	1.27	8.49	1.33
143	Brsno	Trijas	srednji	prim	161	52	175	7	25.3	20.8	53.1	12.2	42.0	134.4	16	39.3	3.6	47.3	4.5	233	6.8	422.7	98.6	124.1	360.2	23.74	87.3	16.42	3.38	15.32	2.65	16.92	3.50	10.09	1.49	10.04	1.52
144	Brsno	Trijas	srednji	prim	176	52	156	11	36.7	18.7	50.5	11.8	42.0	123.5	14	40.6	3.1	44.0	4.8	273	6.3	412.0	79.0	88.5	323.7	13.72	47.9	9.08	2.02	9.39	1.81	12.06	2.69	8.05	1.26	8.51	1.31
145	Brsno	Trijas	srednji	prim	166	52	132	5	21.9	14.7	46.2	11.3	39.4	98.8	13	47.2	3.0	43.5	3.9	267	6.1	366.9	89.6	133.7	293.2	23.45											

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 3-2. Rezultati geoheмиjskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)**

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
147	Brsno	Trijas	srednji	prim	179	51	164	4	23.1	17.2	44.0	11.4	40.3	120.5	20	48.6	2.9	42.6	4.3	266	5.4	379.2	83.9	116.8	372.1	17.10	58.6	10.76	2.39	11.05	2.00	13.41	2.89	8.81	1.34	8.87	1.39
148	Brsno	Trijas	srednji	prim	177	53	161	4	21.9	16.9	46.7	11.3	38.4	125.0	13	46.7	2.6	43.0	4.6	265	6.0	390.4	85.5	107.1	399.9	15.84	54.0	10.14	2.34	10.81	2.02	13.05	2.96	9.17	1.38	9.31	1.41
149	Brsno	Trijas	gornji	prim	175	52	182	10	34.9	16.8	47.9	10.9	37.6	126.3	18	45.3	2.9	42.3	4.6	275	5.4	377.9	78.3	90.5	348.8	13.20	45.1	8.85	1.92	9.78	1.82	11.82	2.72	8.32	1.28	8.62	1.34
150	Brsno	Trijas	gornji	prim	179	49	190	8	28.1	18.9	44.9	11.5	37.7	142.7	20	48.8	3.1	40.5	4.5	262	5.4	380.8	83.2	101.9	290.0	15.52	52.4	9.96	2.12	10.45	1.89	12.64	2.70	8.55	1.35	8.72	1.36
151	Buavice	Trijas	donji	prim	224	60	80	7	43.2	14.4	49.0	13.2	44.5	53.4	25	40.8	3.3	52.5	5.6	309	6.6	437.4	138.7	196.4	441.7	42.48	169.7	31.42	6.74	29.42	4.45	24.45	4.98	13.86	2.13	13.89	2.09
152	Buavice	Trijas	srednji	prim	239	62	63	5	36.9	11.2	47.8	12.0	41.2	38.2	13	54.2	3.3	51.6	5.1	274	6.0	418.4	123.9	221.0	419.4	31.97	113.7	20.14	4.33	19.23	3.09	18.92	4.00	11.81	1.80	11.61	1.74
153	Buavice	Trijas	srednji	prim	253	64	62	8	40.3	10.9	48.3	12.3	40.9	36.7	13	60.2	3.4	51.1	5.0	262	6.6	410.5	140.2	257.7	453.4	39.32	139.9	26.02	5.56	24.73	3.76	22.31	4.68	13.56	1.95	12.40	1.92
154	Buavice	Trijas	gornji	prim	196	61	71	4	35.5	12.8	45.3	12.0	41.2	51.3	11	46.1	3.3	49.7	4.8	287	5.9	411.0	171.8	204.1	438.2	36.98	147.0	26.71	5.91	28.76	4.03	23.08	4.92	14.26	2.01	12.61	1.92
155	Buavice	Trijas	donji	prim	272	58	72	11	43.3	10.0	42.9	12.4	51.2	30.0	13	46.4	4.0	53.8	4.9	249	6.5	418.2	116.2	177.0	321.7	27.23	92.1	18.08	3.80	17.54	3.14	19.80	4.11	12.17	1.80	11.85	1.77
156	Buavice	Trijas	srednji	prim	231	60	65	13	35.1	10.2	46.5	12.5	42.4	35.3	15	52.6	3.3	53.1	4.3	271	6.5	416.8	117.7	170.2	345.2	27.71	101.4	19.26	4.10	18.84	3.10	19.59	4.00	12.52	1.80	12.11	1.83
157	Buavice	Trijas	srednji	prim	220	60	61	3	38.1	11.2	47.7	12.3	41.6	36.4	11	51.9	3.5	54.5	4.4	280	6.3	411.4	112.1	171.1	487.0	30.39	112.6	20.80	4.38	19.34	3.09	18.83	3.89	11.59	1.78	11.53	1.78
158	Buavice	Trijas	srednji	prim	212	59	61	8	37.2	9.0	47.3	12.0	41.5	32.2	16	49.6	3.2	52.3	4.3	276	6.7	417.0	115.2	180.8	375.7	34.64	136.1	24.85	5.35	22.25	3.43	20.03	4.05	12.17	1.81	12.27	1.82
159	Buavice	Trijas	srednji	prim	222	62	64	<1	41.6	11.1	46.9	12.6	42.4	36.2	12	49.5	3.4	52.0	4.8	255	6.3	430.9	97.6	166.3	506.1	29.23	104.9	19.75	4.09	17.04	2.88	18.08	3.55	11.05	1.69	11.08	1.71
160	Buavice	Trijas	gornji	prim	208	62	75	11	35.5	11.3	48.6	12.7	42.4	41.8	12	52.8	3.2	47.2	4.1	271	6.2	416.7	115.3	165.9	320.1	33.41	125.4	24.11	5.03	22.02	3.45	20.91	4.22	11.69	1.88	11.81	1.60
161	Cvenjaci	Lijas	donji	prim	168	55	92	8	27.1	12.1	44.2	12.0	40.2	61.5	14	51.2	3.2	52.0	4.3	269	5.7	400.0	95.2	129.3	332.2	18.40	60.7	11.61	2.48	11.67	2.22	17.31	3.71	11.37	1.73	11.29	1.69
162	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	170	58	92	6	23.3	12.5	42.8	12.3	40.4	59.9	16	52.3	3.4	48.4	3.9	265	5.5	414.4	100.0	132.6	359.4	21.32	73.7	13.80	2.97	13.42	2.45	15.73	3.50	11.13	1.68	10.82	1.68
163	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	170	56	86	6	22.0	12.2	45.2	12.4	40.5	56.4	13	54.1	3.6	46.7	3.8	220	6.3	403.4	106.1	142.0	238.3	25.03	92.2	17.03	3.63	16.12	2.79	16.86	3.73	11.11	1.65	10.81	1.66
164	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	174	56	91	11	21.5	12.9	46.0	12.7	42.4	64.6	14	55.2	3.2	48.6	3.8	214	6.0	416.0	123.1	165.9	320.1	33.41	125.4	24.11	5.03	22.02	3.45	20.91	4.22	11.69	1.88	11.81	1.60
165	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	174	58	76	11	19.9	10.9	43.0	12.2	41.2	54.0	17	52.6	3.2	47.2	4.1	271	6.2	416.7	115.3	165.9	325.1	32.13	120.9	22.53	4.48	19.69	3.13	19.08	3.80	10.90	1.69	10.78	1.62
166	Cvenjaci	Lijas	gornji	prim	173	52	106	4	22.6	13.5	42.9	12.1	39.8	70.7	11	45.2	2.9	43.6	4.4	249	5.8	402.2	108.1	143.0	270.1	27.95	104.7	20.59	4.15	17.98	2.89	17.07	3.56	10.58	1.59	10.19	1.52
167	Cvenjaci	Lijas	gornji	prim	184	51	164	5	39.3	17.0	41.0	10.3	37.0	125.3	11	55.0	2.9	38.6	5.2	247	5.0	370.5	143.8	220.1	313.7	44.32	172.3	31.69	6.46	28.24	4.05	21.55	4.46	11.97	1.68	10.82	1.61
168	Cvenjaci	Lijas	donji	prim	189	57	67	3	65.8	8.4	41.4	11.5	39.9	31.7	11	73.9	3.4	48.8	4.6	239	6.3	385.1	125.4	385.2	366.8	57.91	218.1	37.63	8.12	39.04	5.48	28.58	5.20	14.14	2.19	14.35	2.12
169	Cvenjaci	Lijas	donji	prim	164	55	52	4	26.8	8.8	44.0	11.9	42.5	28.2	12	55.6	3.3	53.2	3.9	241	7.7	411.0	86.1	130.1	321.1	18.46	62.9	11.76	2.51	11.78	2.23	14.50	3.28	10.13	1.63	10.35	1.60
170	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	158	54	67	5	25.2	9.4	42.3	11.9	39.7	41.8	11	56.6	3.4	49.7	3.9	224	6.5	402.7	77.7	119.5	373.0	16.80	54.4	10.15	2.22	10.30	1.90	12.74	2.89	9.03	1.41	9.79	1.47
171	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	165	55	72	3	26.9	11.0	43.3	11.9	42.1	42.6	12	54.9	3.5	49.7	4.5	253	6.5	415.1	81.0	111.4	432.0	17.01	57.5	10.90	2.26	10.45	1.97	13.17	2.87	9.34	1.43	9.75	1.48
172	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	159	56	79	4	22.9	11.1	42.4	11.9	40.6	49.3	10	52.8	3.2	46.8	4.4	256	5.4	395.3	79.8	112.8	286.4	18.14	62.9	11.53	2.37	10.69	2.04	13.31	2.88	8.78	1.41	9.13	1.40
173	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	157	57	83	5	32.6	10.2	43.1	11.3	39.8	50.2	15	54.3	3.0	46.6	4.7	262	5.4	395.4	91.9	133.9	409.9	22.77	82.0	14.78	3.03	13.75	2.34	14.65	3.01	9.18	1.42	9.33	1.41
174	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	147	57	77	4	27.4	9.3	42.9	12.0	40.8	41.0	15	64.4	3.1	49.1	4.8	270	6.1	411.2	111.1	168.9	498.2	31.98	121.2	22.88	4.99	21.02	3.25	19.11	3.96	11.20	1.64	10.61	1.58
175	Cvenjaci	Lijas	srednji	prim	144	51	76	9	25.2	9.1	40.7	11.2	39.2	47.3	10	46.8	3.3	44.3	4.6	237	5.0	384.3	97.9	128.5	277.5	24.79	95.5	18.07	3.86	17.10	2.63	15.63	3.22	9.73	1.43	9.36	1.36
176	Cvenjaci	Lijas	gornji	prim	166	51	92	2	24.9	12.4	41.3	10.6	36.1	61.7	9	40.5	2.8	42.1	5.0	238	5.4	359.3	94.1	137.0	288.1	27.39	105.6	19.42	4.17	17.30	2.75	16.66	3.37	9.69	1.43	9.71	1.42
177	Cvenjaci	Lijas	gornji	prim	176	52	120	3	26.3	13.5	40.6	11.0	36.2	86.3	17	47.6	2.9	40.6	4.8	252	5.7	367.8	91.7	133.3	319.6	26.73	102.8	19.08	3.82	16.34	2.62	15.35	3.07	9.11	1.37	8.99	1.38
178	Borova brda	Lijas	donji	prim	826	12	23	<1	510.8	1.2	2.5	0.6	2.6	6.8	2	68.7	0.2	2.7	6.5	88	<0.5	28.1	382.5	225.1	50.9	47.76	236.5	61.93	18.20	114.28	13.87	62.27	12.04	28.51	3.32	17.65	2.40
179	Borova brda	Lijas	donji	prim	289	107	73	9	64.8	2.9	46.6	13.6	45.8	15.9	21	1406.6	3.3	65.9	13.8	302	7.5	471.1	314.3	1606.8	452.4	155.17	508.0	75.13	17.05	85.95	11.03	56.13	11.08	28.95	4.03	25.16	3.66
180	Borova brda	Lijas	donji	prim	207	159	61	9	149.7	1.8	42.0	13.2	43.1	10.6	21	1312.5	2.8	64.9	8.1	269	9.8	466.1	263.2	1485.7	663.9	168.70	601.8	100.58	23.41	108.09	14.48	71.02	12.41	31.06	4.45	27.83	4.09
181	Borova brda	Lijas	srednji	prim	290	68	65	15	144.1	1.1	51.3	12.8	47.3	38.3	16	100.0	3.4	54.6	6.1	217	7.3	470.0	204.7	385.4	321.9	66.01	284.0	56.42	14.31	83.10	10.54	51.95	9.52	21.60	2.98	18.09	2.71
182	Borova brda	Lijas	srednji	prim	182	62	108	7	26.7	13.0	53.7	13.0	46.9	65.4	15	78.7	3.3	46.6	4.6	281	5.7	472.8															

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 3-2. Rezultati geoheмиjskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)**

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
184	Borova brda	Lijas	srednji	prim	164	60	120	9	25.1	15.2	51.5	11.3	42.6	85.6	14	63.7	3.0	48.3	4.8	273	5.6	438.8	131.4	203.3	539.9	42.49	161.6	31.11	6.42	27.96	4.11	22.41	4.32	12.03	1.81	11.11	1.66
185	Borova brda	Lijas	srednji	prim	163	58	137	3	24.0	14.8	49.7	11.9	42.9	89.8	23	64.3	3.0	48.3	4.9	271	4.6	436.9	116.6	191.8	467.3	36.44	139.1	25.91	5.57	24.15	3.60	21.18	4.15	11.26	1.67	11.13	1.70
186	Borova brda	Lijas	gornji	prim	178	54	178	6	38.0	19.5	51.4	11.7	42.7	127.4	13	54.2	3.0	42.9	5.1	275	5.9	446.7	103.7	143.5	437.2	27.48	101.2	19.50	3.98	17.48	2.88	17.00	3.51	10.00	1.54	10.24	1.52
187	Borova brda	Lijas	gornji	prim	165	51	132	3	20.5	15.2	48.6	10.8	41.3	91.3	11	59.2	2.8	40.6	4.9	278	7.0	411.2	92.9	113.7	217.9	20.69	76.6	13.89	3.07	13.68	2.34	14.80	3.08	9.44	1.48	9.26	1.45
188	Borova brda_p.	Lijas	donji	prim	678	85	160	7	539.3	8.2	34.8	10.6	42.9	49.4	22	416.9	2.9	39.4	24.3	386	5.4	441.3	597.7	1648.0	423.2	184.52	616.2	101.59	23.92	125.40	22.18	137.93	27.67	70.45	10.03	62.15	9.31
189	Borova brda_p.	Lijas	donji	prim	288	76	92	10	63.0	9.0	45.7	12.6	47.6	35.8	17	156.9	3.3	53.3	10.5	411	6.9	489.0	127.9	558.4	234.1	50.10	137.8	20.04	4.61	21.76	3.98	24.76	5.19	14.55	2.37	15.23	2.37
190	Borova brda_p.	Lijas	donji	prim	243	63	72	9	54.2	9.2	54.1	12.7	51.9	33.5	37	130.0	4.0	58.5	4.1	236	7.3	486.5	142.4	303.5	266.9	53.90	212.2	37.95	8.22	34.46	5.00	26.66	5.06	13.32	2.08	13.29	2.00
191	Medjugorje	Lijas	donji	prim	252	55	133	5	19.9	8.5	49.8	11.4	43.7	57.7	17	129.1	3.1	46.9	5.1	380	5.9	426.0	102.4	193.0	310.2	22.80	76.7	12.32	2.81	13.21	2.40	15.83	3.44	10.49	1.73	11.40	1.73
192	Medjugorje	Lijas	srednji	prim	246	55	126	5	24.1	9.4	50.2	12.3	47.3	57.9	19	111.4	3.6	46.9	6.4	379	5.3	458.1	98.3	170.3	312.4	20.83	69.5	12.09	2.66	12.65	2.32	15.12	3.43	10.45	1.73	11.58	1.84
193	Medjugorje	Lijas	srednji	prim	250	57	123	2	21.4	9.1	49.8	11.7	45.3	54.8	28	111.6	3.2	46.9	5.8	370	5.8	432.9	103.5	168.8	261.6	22.03	74.7	12.00	2.71	13.20	2.33	15.36	3.52	10.40	1.65	11.32	1.73
194	Medjugorje	Lijas	srednji	prim	212	62	107	6	20.4	8.3	47.6	11.7	41.4	43.3	14	145.9	3.2	46.3	6.3	370	5.6	435.9	151.5	292.0	520.4	42.85	158.3	30.80	6.45	29.68	4.47	25.21	5.09	13.77	2.10	13.94	2.10
195	Medjugorje	Lijas	gornji	prim	217	57	114	9	46.8	7.8	44.8	11.8	42.5	44.4	33	146.1	2.9	48.4	7.3	368	5.9	433.2	113.9	296.0	368.0	34.51	118.5	20.03	4.36	19.67	3.20	19.80	4.21	12.09	2.00	13.31	2.03
196	Placnik	Lijas	donji	prim	363	47	99	3	35.4	7.6	41.8	10.1	39.5	51.0	18	79.5	3.5	53.8	8.1	288	5.9	350.4	128.2	562.8	208.3	76.91	303.0	48.32	10.67	46.94	5.96	30.19	5.38	13.33	2.03	12.59	1.94
197	Placnik	Lijas	srednji	prim	280	52	109	4	18.9	11.0	45.0	10.1	40.5	57.4	14	99.5	3.1	43.3	4.8	322	4.6	368.4	114.6	185.4	229.7	24.73	80.7	14.30	3.12	14.98	2.79	18.41	4.12	12.07	1.86	11.57	1.76
198	Placnik	Lijas	srednji	prim	298	54	97	<1	20.0	10.6	45.7	10.3	39.8	57.4	19	81.7	3.0	42.5	5.2	345	4.6	386.2	106.6	151.4	211.0	19.49	65.2	11.70	2.69	12.37	3.79	16.28	3.64	11.00	1.74	10.82	1.65
199	Placnik	Lijas	gornji	prim	330	52	123	10	22.9	9.4	44.8	9.2	34.6	58.3	14	91.2	2.6	38.8	5.6	309	5.6	335.0	125.2	200.4	292.2	24.28	82.9	15.55	3.69	18.66	3.49	25.82	5.65	15.97	2.41	15.36	2.27
200	Alina lokva	Lijas	donji	prim	236	53	123	3	28.0	8.5	48.4	11.5	44.1	64.4	11	96.2	3.0	45.4	4.3	335	5.7	424.1	110.3	190.9	351.2	22.15	72.9	13.24	3.02	14.14	2.68	18.55	4.11	12.57	2.06	13.98	2.14
201	Alina lokva	Lijas	donji	prim	229	55	128	6	30.6	9.9	48.8	12.5	44.0	67.4	12	92.6	3.3	47.3	4.6	261	5.1	460.6	116.6	205.4	372.8	26.61	87.4	15.49	3.38	15.02	2.98	19.36	4.33	13.29	2.15	14.42	2.21
202	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	236	53	136	7	26.8	9.6	47.5	11.7	44.6	66.9	15	102.8	3.1	44.7	4.8	466	5.2	434.5	107.7	331.8	347.6	38.17	115.2	18.07	3.75	16.09	2.99	19.59	4.22	12.19	2.07	14.07	2.12
203	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	239	55	140	3	26.0	12.3	50.6	13.3	49.6	79.9	12	91.1	3.8	48.3	4.9	305	6.2	493.3	127.8	204.6	352.7	31.08	116.3	20.51	4.46	20.00	3.53	22.65	4.72	14.09	2.26	15.03	2.22
204	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	213	56	127	3	35.9	10.3	50.3	12.8	47.3	73.2	12	97.2	3.5	46.0	4.7	220	5.1	486.5	109.8	178.8	520.5	24.47	83.5	15.00	3.36	15.61	2.96	19.39	4.15	13.10	2.08	14.32	2.13
205	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	219	56	131	2	25.8	11.2	48.8	12.7	47.3	74.1	12	88.6	3.2	46.2	4.9	242	6.5	475.0	112.6	165.1	338.2	21.37	71.6	13.41	3.07	14.20	2.84	19.31	4.25	13.17	2.03	14.61	2.17
206	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	206	54	128	5	29.1	10.0	49.5	12.4	46.6	69.0	12	83.6	3.2	45.1	5.1	375	5.3	450.3	102.0	149.8	301.0	19.72	65.8	12.57	2.74	13.17	2.51	16.38	3.79	11.74	1.98	13.19	2.00
207	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	203	54	128	4	23.3	10.4	47.2	12.2	43.9	72.6	12	82.5	3.2	46.3	5.2	291	5.2	453.9	113.1	165.9	341.7	25.14	88.6	17.12	3.57	15.94	2.96	19.59	4.20	12.76	2.05	13.15	2.10
208	Alina lokva	Lijas	srednji	prim	198	54	137	2	22.8	11.0	48.4	13.2	47.5	73.4	13	87.7	3.4	45.5	5.3	294	5.8	479.5	148.2	247.1	338.5	38.50	143.0	25.53	5.56	25.86	4.22	25.43	5.30	15.52	2.33	14.75	2.24
209	Alina lokva	Lijas	gornji	prim	189	54	129	2	37.0	10.1	45.4	12.3	45.0	68.7	10	85.8	3.3	45.8	5.5	292	5.7	449.2	123.8	265.7	436.2	39.19	143.8	24.76	5.38	23.13	3.92	24.33	4.88	14.45	2.19	14.18	2.20
210	Alina lokva	Lijas	gornji	prim	227	43	204	6	76.5	16.3	41.9	10.7	34.8	122.4	14	55.2	2.6	39.5	12.7	285	5.0	380.6	121.8	307.9	441.2	53.51	198.5	34.30	7.11	31.43	4.13	21.48	3.97	11.16	1.70	10.51	1.63
211	Javorak	Lijas	donji	prim	225	58	88	2	33.0	8.5	49.5	12.4	44.4	44.4	19	88.0	3.2	49.0	5.1	279	5.5	470.1	120.9	184.7	395.4	21.50	70.2	12.28	2.63	12.77	2.51	17.49	3.93	12.29	2.00	12.59	1.94
212	Javorak	Lijas	srednji	prim	245	55	91	4	31.8	9.0	49.2	13.0	45.1	47.5	18	88.6	3.3	49.3	4.9	283	5.1	483.7	123.7	204.7	451.7	23.29	74.2	12.90	2.91	13.46	2.64	18.25	4.23	13.29	2.08	13.40	2.05
213	Javorak	Lijas	srednji	prim	265	55	94	6	41.0	9.5	50.5	12.6	43.0	50.5	17	84.4	3.2	46.6	5.3	367	5.2	444.1	118.2	173.4	346.5	20.50	67.6	11.80	2.64	12.83	2.56	17.71	4.13	12.83	2.13	13.78	2.07
214	Javorak	Lijas	srednji	prim	264	56	107	4	53.0	8.5	45.3	11.9	43.1	49.2	13	112.2	3.2	44.8	5.5	351	5.1	441.7	124.3	316.9	511.7	28.02	82.6	13.61	2.97	14.20	2.75	18.26	4.37	12.93	2.21	14.54	2.25
215	Javorak	Lijas	gornji	prim	363	55	116	6	168.0	8.4	42.7	11.6	41.7	52.7	13	104.0	2.9	42.4	11.4	348	5.6	418.2	163.3	343.7	392.0	36.26	119.7	20.85	4.68	23.45	4.00	25.56	5.50	15.87	2.50	15.94	2.40
216	Crveno prlo	Doger_Oksford	donji	prim	211	49	145	6	40.4	12.3	51.4	11.8	38.0	87.7	10	58.3	2.7	43.7	7.9	254	6.1	417.8	176.6	479.9	596.1	69.42	257.7	44.28	9.18	40.15	5.39	27.95	5.43	15.05	2.22	14.33	2.10
217	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	218	56	102	7	27.7	9.7	44.6	10.9	35.2	57.4	11	40.6	2.7	43.6	4.8	204	6.0	389.2	180.1	508.8	432.6	69.83	271.8	44.44	9.47	45.24	6.05	32.38	6.53	18.20	2.65	16.73	2.56
218	Crveno prlo	Doger_Oksford	srednji	prim	214	57	101	5	42.4	9.4	46.9	11.3	36.6	55.9	10	37.6	3.0	46.8	4.5	211	6.3	392.2	165.7	319.0	554.6	43.10	161.8	25.65	5.69	28.18	4.43	27.12	6.06	17.09	2.59	16.67	2.58
219	Crveno prlo	Doger_Oksford	gornji	prim	207	53	91	4	35.6	9.9	49.0	11.4	38.1	50.5	11	41.2</																					

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 3-2. Rezultati geoheemijskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)**

LB	Lokacija	Starost podine	Položaj u stubu	Genetski tip	Ni ppm	Sc ppm	Ba ppm	Be ppm	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	
222	Cvreno prilo	Doger_Oksford	donji	prim	209	54	43	7	19.8	5.3	42.7	11.1	38.1	19.4	12	42.2	3.2	48.0	3.8	241	6.0	375.8	146.2	180.9	168.4	21.54	77.5	13.55	3.10	16.80	3.18	22.14	5.49	16.13	2.41	15.38	2.38
223	Cvreno prilo	Doger_Oksford	srednji	prim	211	55	46	10	22.0	5.4	45.2	11.0	37.3	22.5	11	44.3	3.2	46.5	3.9	243	7.1	383.2	193.8	257.6	322.7	37.86	146.2	26.62	6.02	29.65	4.72	29.80	6.77	19.23	2.85	17.26	2.67
224	Cvreno prilo	Doger_Oksford	srednji	prim	206	54	54	7	21.7	6.9	46.0	11.2	36.5	28.6	11	41.0	3.0	46.3	4.0	237	6.4	386.4	171.1	236.9	290.9	32.13	119.4	20.65	4.58	23.28	3.88	25.75	5.93	16.99	2.54	16.38	2.41
225	Cvreno prilo	Doger_Oksford	gornji	prim	209	56	68	7	23.3	8.2	47.9	11.7	37.6	35.5	16	36.8	3.0	48.8	4.2	240	6.9	397.8	157.1	199.4	298.8	25.75	94.9	16.18	3.58	17.77	3.28	22.01	5.42	16.58	2.55	16.18	2.50
226	Podgrabovlje	Doger_Oksford	donji	prim	188	48	69	4	20.3	9.4	41.9	10.4	33.1	34.6	8	34.9	2.7	41.2	3.9	196	5.4	365.7	173.0	227.6	340.5	29.24	105.0	17.34	3.74	17.77	3.17	21.05	5.13	15.85	2.40	14.93	2.29
227	Podgrabovlje	Doger_Oksford	srednji	prim	200	49	62	3	19.4	7.2	43.3	10.7	33.8	27.8	10	34.4	2.7	41.8	4.3	201	5.3	365.2	163.8	194.4	345.6	24.86	86.3	14.93	3.14	15.36	2.76	19.15	4.80	15.38	2.34	14.74	2.26
228	Podgrabovlje	Doger_Oksford	srednji	prim	198	48	57	7	19.3	6.9	46.4	10.5	33.1	28.4	9	35.6	2.8	41.7	4.1	193	5.2	371.4	180.8	216.0	325.1	29.63	104.9	18.47	3.91	18.26	3.17	20.94	5.09	15.92	2.41	15.11	2.34
229	Podgrabovlje	Doger_Oksford	gornji	prim	197	50	82	6	19.4	9.4	44.6	10.8	33.7	41.5	10	38.3	2.6	40.1	3.9	200	5.6	366.0	197.9	233.2	312.2	33.52	122.6	20.49	4.44	20.36	3.53	23.27	5.57	17.12	2.51	15.80	2.42
230	Sm.glavica	Doger_Oksford	donji	prim	252	57	36	7	18.4	3.6	46.1	11.4	35.9	12.3	22	29.8	2.8	48.8	4.0	192	7.2	385.1	252.1	490.8	458.7	63.50	249.0	40.61	9.46	46.51	6.91	40.56	8.70	24.88	3.48	21.76	3.18
231	Sm.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	269	57	33	6	17.1	2.8	45.0	11.7	36.1	8.5	20	30.3	3.3	49.4	4.0	214	7.1	397.8	180.2	241.9	362.5	31.27	114.6	20.61	4.56	22.79	4.11	27.82	6.38	19.70	2.95	19.25	2.87
232	Sm.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	276	57	27	8	19.0	2.4	47.2	11.8	38.1	8.7	13	31.5	2.9	52.7	4.1	205	7.0	403.6	179.0	244.7	394.6	29.72	107.3	18.92	4.25	20.78	3.79	25.39	6.00	18.53	2.89	17.92	2.75
233	Sm.glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	281	52	36	3	26.1	5.2	47.1	11.4	35.7	12.8	16	41.8	2.9	53.7	4.3	240	7.0	387.8	282.5	533.3	555.0	75.87	298.1	50.86	10.83	53.07	7.29	41.03	8.36	22.84	3.10	18.50	2.71
234	Sm.glavica	Doger_Oksford	donji	prim	266	53	33	4	15.9	4.3	45.0	11.3	36.2	12.2	17	31.2	3.0	50.8	3.6	190	7.5	385.5	172.2	170.5	231.1	19.24	67.9	11.02	2.52	13.07	2.56	18.79	5.13	16.71	2.56	16.14	2.45
235	Sm.glavica	Doger_Oksford	donji	prim	287	55	46	3	18.1	4.7	45.7	11.0	34.9	22.6	24	27.7	2.7	48.0	3.7	193	6.3	391.7	224.1	235.1	369.7	30.83	114.7	20.18	4.48	21.28	3.66	25.22	6.09	19.54	2.87	17.83	2.69
236	Sm.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	307	54	41	7	23.1	4.0	45.6	10.5	33.7	20.6	14	29.1	3.0	45.2	4.0	206	6.9	360.5	323.9	570.9	483.8	82.84	329.3	53.20	11.25	51.25	6.96	40.24	8.65	25.38	3.51	21.00	3.15
237	Sm.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	212	53	28	9	15.0	3.1	42.9	11.0	32.7	10.5	18	29.5	2.8	46.2	3.8	214	6.3	362.8	219.4	209.1	276.8	25.55	98.4	17.12	3.99	20.43	3.54	24.22	6.26	19.69	2.88	17.73	2.71
238	Barni do	Doger_Oksford	srednji	prim	278	49	85	5	28.6	12.3	44.5	11.0	37.7	55.4	14	69.8	3.2	48.5	3.7	328	6.3	361.1	108.6	174.7	224.3	23.26	79.6	13.36	2.87	13.51	2.58	16.93	3.94	11.82	1.87	11.74	1.79
239	Barni do	Doger_Oksford	srednji	prim	276	50	104	8	28.4	12.1	40.1	10.6	36.5	58.9	13	70.3	3.1	45.8	3.9	324	5.7	369.5	120.3	165.5	259.0	24.96	88.1	15.82	3.38	16.47	2.90	18.73	4.25	12.75	1.98	12.35	1.84
240	Barni do	Doger_Oksford	gornji	prim	303	49	108	6	40.1	15.7	40.7	10.8	39.4	86.7	12	58.1	2.9	38.6	4.3	346	5.0	377.5	113.8	139.1	285.6	21.83	74.7	13.35	2.98	14.42	2.61	16.56	3.91	11.53	1.64	10.62	1.64
241	Crv.glavica	Doger_Oksford	donji	prim	262	45	128	9	33.6	16.3	43.8	10.6	38.8	71.5	9	71.1	3.5	42.8	3.7	235	7.4	370.7	140.9	160.5	273.0	23.10	77.3	12.04	2.67	13.69	2.50	17.30	4.38	13.24	1.92	12.78	1.92
242	Crv.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	231	50	104	10	30.8	14.9	46.4	10.7	37.9	70.9	10	56.1	3.4	48.7	3.5	285	6.6	370.8	125.8	169.2	377.7	20.88	71.4	12.28	2.85	14.07	2.64	18.18	4.36	13.53	2.04	12.65	2.00
243	Crv.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	235	50	111	13	33.3	14.0	42.9	10.2	34.3	70.3	8	64.2	3.1	44.6	3.9	289	6.5	357.3	169.0	244.1	598.7	34.35	119.4	19.73	4.37	20.87	3.52	22.84	5.07	16.03	2.35	14.52	2.24
244	Crv.glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	245	50	130	5	37.0	14.8	42.9	10.5	36.2	74.9	9	70.8	2.7	44.4	4.3	270	6.2	364.9	152.8	239.4	465.6	37.07	134.7	22.70	4.90	21.69	3.59	21.94	5.03	14.70	2.17	13.73	2.10
245	Crv.glavica	Doger_Oksford	donji	prim	252	50	90	5	30.1	13.5	43.6	11.2	37.2	57.6	11	52.1	3.8	53.4	3.3	301	6.4	379.2	107.9	136.9	186.2	15.67	52.9	9.23	2.19	10.52	2.08	15.11	3.82	12.51	1.98	12.76	1.96
246	Crv.glavica	Doger_Oksford	donji	prim	262	51	84	5	29.1	13.5	46.6	11.8	38.7	57.0	13	50.7	3.0	56.7	3.5	318	6.3	392.5	107.2	144.8	274.5	17.86	60.0	10.50	2.32	11.05	2.16	15.23	3.79	12.05	1.91	12.36	1.89
247	Crv.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	235	52	87	4	27.7	12.4	44.6	11.3	39.2	54.9	11	55.9	3.3	53.0	3.4	276	6.7	378.8	98.6	145.3	270.8	17.93	59.3	10.66	2.21	11.03	2.09	14.93	3.61	11.60	1.75	11.90	1.80
248	Crv.glavica	Doger_Oksford	srednji	prim	247	52	92	4	31.0	12.5	46.7	11.6	39.5	58.6	11	60.2	3.5	53.8	3.7	292	6.7	388.6	118.4	177.2	281.6	24.51	84.5	14.15	3.14	15.61	2.69	16.44	3.98	12.26	1.93	12.42	1.92
249	Crv.glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	241	52	93	2	30.9	12.9	47.7	11.3	39.4	61.5	10	62.8	3.1	52.5	3.7	311	6.8	385.6	102.8	159.0	250.5	19.25	64.6	10.28	2.29	11.32	2.21	15.30	3.75	11.74	1.86	11.94	1.87
250	Crv.glavica	Doger_Oksford	gornji	prim	249	52	84	6	30.7	12.6	47.4	11.3	38.6	56.3	10	63.0	3.2	54.2	3.7	295	7.4	385.8	103.8	149.7	276.1	18.22	59.9	10.24	2.22	11.14	2.13	14.83	3.66	11.47	1.82	11.61	1.84
251	Jelenak	Doger_Oksford	donji	prim	256	53	96	6	35.5	13.9	46.2	11.2	36.8	59.6	10	85.4	3.1	46.6	4.7	277	6.6	376.7	143.3	199.0	242.3	29.28	101.5	16.22	3.19	16.50	2.98	20.03	4.62	14.27	2.18	13.51	2.13
252	Jelenak	Doger_Oksford	gornji	prim	275	52	92	9	78.5	12.9	48.6	11.2	36.4	58.9	16	85.8	3.4	49.9	5.5	305	7.8	391.1	141.2	231.6	284.6	35.98	134.2	21.65	4.57	21.33	3.30	20.06	4.55	13.37	2.07	13.31	2.01

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 3-2. Rezultati geoheмиjskih analiza boksita ICP-AES/MS, VMP\_04 (mikroelementi i elementi rijetkih zemalja)

Statistički parametri 3.2, VM\_04

Starost podine	Statistički parametri	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Th	U	Zr	Hf	V	Nb	Ta	W	Co	Ni	Ga	Sn
Boksiti rudnih reiona Vojnik-Maganik i Prekornica (ukupno)	Minimum, Min	0.4	0.1	2	27.7	17	38	62.6	87.7	159.5	13.02	44.3	8.36	1.85	8.69	1.65	10.59	2.26	6.58	1.00	6.40	0.98	29.1	2.6	328.7	9.2	177	31.2	2.3	4.3	11.9	51	29.2	7
	Maksimum, Max	142.7	20.8	15	1406.6	204	159	1266.2	1799.1	908.3	421.42	1797.4	327.46	68.08	309.56	40.49	206.26	37.79	105.01	15.30	94.75	14.40	70.0	24.3	641.4	17.7	850	68.5	5.0	9.9	539.3	678	57.8	43
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	43.16	8.42	5.71	91.32	85.64	57.45	136.00	225.11	360.31	37.80	138.22	24.84	5.29	24.24	3.86	23.07	4.81	13.98	2.12	13.66	2.09	49.66	5.70	450.02	12.72	291.52	45.13	3.45	6.40	41.68	197.58	47.11	15.08
	Standardna devijacija, $\sigma$	32.39	4.97	2.66	136.59	44.43	10.93	136.88	253.89	107.41	45.80	177.21	31.15	6.56	30.59	4.31	23.45	4.54	12.04	1.69	10.27	1.56	6.70	2.33	63.97	1.66	76.96	6.67	0.48	0.95	49.64	73.79	4.02	5.05
	Koeficijent varijacije, Cv	0.75	0.59	0.47	1.50	0.52	0.19	1.01	1.13	0.30	1.21	1.28	1.25	1.24	1.26	1.12	1.02	0.94	0.86	0.80	0.75	0.74	0.14	0.41	0.14	0.13	0.26	0.15	0.14	0.15	1.19	0.37	0.09	0.33
Boksiti na gornjem trijasu	Minimum, Min	0.4	0.1	2	39.1	17	38	62.6	87.7	159.5	13.02	44.3	8.36	1.85	8.69	1.65	10.59	2.26	6.58	1.00	6.40	0.98	29.1	3.1	328.7	9.3	177	31.2	2.3	4.3	11.9	51	29.2	7
	Maksimum, Max	142.7	20.8	15	774	190	111	1266.2	1799.1	908.3	421.42	1797.4	327.46	68.08	309.56	40.49	206.26	37.79	105.01	15.30	94.75	14.40	70.0	18.1	641.4	17.7	850	68.5	5.0	9.7	402.2	456	57.8	43
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	36.60	7.33	5.63	87.30	79.24	58.41	131.62	199.49	365.01	38.51	141.94	25.99	5.44	24.49	3.87	22.85	4.68	13.59	2.06	13.35	2.06	50.93	6.03	475.71	13.45	303.62	48.07	3.65	6.53	41.63	178.43	47.88	15.61
	Standardna devijacija, $\sigma$	34.38	5.31	2.67	87.94	47.39	9.11	165.04	245.96	111.06	53.65	210.22	37.29	7.77	35.82	5.04	27.35	5.30	14.20	2.00	12.14	1.84	7.21	2.01	61.55	1.60	84.06	6.10	0.47	0.90	43.43	71.24	4.14	5.05
	Koeficijent varijacije, Cv	0.94	0.72	0.47	1.01	0.60	0.16	1.25	1.23	0.30	1.39	1.48	1.43	1.43	1.46	1.30	1.20	1.13	1.05	0.97	0.91	0.90	0.14	0.33	0.13	0.12	0.28	0.13	0.13	0.14	1.04	0.40	0.09	0.32
Boksiti na lijasu	Minimum, Min	10.6	1.8	2	37.6	52	43	77.7	111.4	208.3	16.80	54.4	10.15	2.22	10.30	1.90	12.74	2.87	8.78	1.37	8.99	1.36	38.6	3.0	335.0	9.2	204	34.6	2.6	4.6	18.9	144	34.8	9
	Maksimum, Max	127.4	19.5	15	1406.6	204	159	597.7	1648	663.9	184.52	616.2	101.59	23.92	125.40	22.18	137.93	27.67	70.45	10.03	62.15	9.31	65.9	24.3	497.6	13.6	466	51.9	4.0	9.8	539.3	678	54.4	37
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	58.94	10.43	5.50	131.83	106.15	58.00	128.34	282.89	355.26	38.23	135.55	23.82	5.24	24.54	3.93	23.35	4.80	13.58	2.08	13.46	2.03	46.35	5.80	420.62	11.65	286.60	41.96	3.13	5.76	46.94	219.91	45.34	15.20
	Standardna devijacija, $\sigma$	24.21	3.31	2.92	246.90	33.04	18.46	77.03	330.47	109.08	34.55	120.16	19.46	4.58	23.31	3.39	18.98	3.64	8.94	1.25	7.68	1.15	8.17	3.38	71.92	1.90	70.16	6.89	0.51	1.14	74.46	86.17	7.52	5.65
	Koeficijent varijacije, Cv	0.41	0.32	0.53	1.87	0.31	0.32	0.60	1.17	0.31	0.90	0.89	0.82	0.87	0.95	0.86	0.81	0.76	0.66	0.60	0.57	0.56	0.18	0.58	0.17	0.16	0.24	0.16	0.16	0.20	1.59	0.39	0.17	0.37
Boksiti na doger-oksfordu	Minimum, Min	8.5	2.4	2	27.7	27	45	84.3	136.9	168.4	15.67	52.9	9.23	2.19	10.52	2.08	14.83	3.61	11.16	1.64	10.62	1.64	38.6	3.3	331.3	10.2	179	32.7	2.6	5.0	15.0	152	40.1	8
	Maksimum, Max	87.7	16.3	13	85.8	145	57.00	323.9	570.9	598.7	82.84	329.3	53.20	11.25	53.07	7.29	41.03	8.70	25.38	3.51	21.76	3.18	59.8	7.9	417.8	11.8	346	39.5	3.8	9.9	78.5	307	51.4	24
	Aritmetička sredina, $\bar{x}$	42.57	9.21	6.24	48.31	74.35	51.84	161.14	244.63	342.69	33.39	122.88	20.85	4.55	22.02	3.62	22.97	5.28	15.83	2.36	14.95	2.28	48.17	4.22	379.56	11.09	246.68	36.65	3.06	6.65	28.34	237.32	45.45	12.57
	Standardna devijacija, $\sigma$	24.01	4.38	2.35	16.39	32.58	3.18	52.60	120.03	111.69	17.57	71.31	11.62	2.47	11.43	1.38	7.04	1.36	3.71	0.49	2.79	0.40	5.04	0.89	16.05	0.43	48.07	1.94	0.28	1.02	11.26	37.23	2.39	3.78
	Koeficijent varijacije, Cv	0.56	0.48	0.38	0.34	0.44	0.06	0.33	0.49	0.33	0.53	0.58	0.56	0.54	0.52	0.38	0.31	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.10	0.21	0.04	0.04	0.19	0.05	0.09	0.15	0.40	0.16	0.05	0.30





**Dodatak 5.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)**

LB	Lokacija	Podina	Položaj	Genitip	Struktip	SiO <sub>2</sub> clr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	FeO <sub>2</sub> clr	MgO <sub>2</sub> clr	CaO <sub>2</sub> clr	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> clr	K <sub>2</sub> O <sub>2</sub> clr	TiO <sub>2</sub> clr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	MnO <sub>2</sub> clr	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Ba <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Be <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Cod <sub>2</sub> clr	Ca <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Hf <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Sr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	Th <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	U <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	W <sub>2</sub> O <sub>6</sub> clr	Zr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	HRE <sub>2</sub> clr	Other <sub>2</sub> clr	SUM <sub>2</sub> clr			
001	Milankovac	Ujas	donji	prim	po	6.858	7.221	6.303	3.012	1.841	0.897	3.652	4.104	-1.049	3.505	-0.066	-0.113	-1.825	-0.548	-3.862	-0.976	-2.900	-1.874	-3.342	-1.998	-5.654	-3.015	-1.517	-4.523	-1.783	-4.555	-0.386	-3.723	0.223	-0.604	0.807	-0.266	6.145	0.000	
002	Milankovac	Ujas	srednji	prim	pop	6.891	7.185	6.264	3.014	2.303	0.882	3.707	4.072	-0.371	3.500	-0.189	-0.197	-1.863	-0.563	-4.060	-1.085	-2.916	-1.884	-3.418	-2.048	-4.976	-3.472	-1.572	-4.571	-1.896	-4.714	-0.412	-3.877	0.177	-0.603	0.848	-0.252	6.105	-0.000	
003	Milankovac	Ujas	gornji	prim	pop	6.811	7.160	6.333	2.914	2.308	0.853	3.589	4.037	-0.400	3.197	-0.100	-0.247	-1.827	-0.687	-4.089	-1.108	-2.957	-1.900	-3.337	-2.027	-4.600	-3.213	-1.636	-4.567	-1.848	-4.504	-0.346	-3.858	0.222	-0.715	0.795	-0.333	6.079	-0.000	
004	Strasnica	Trijas	donji	prim	pop	6.665	6.997	6.295	2.658	1.560	0.867	3.506	4.125	-0.114	3.887	-0.071	0.304	-0.088	-1.829	-0.571	-3.621	-0.954	-3.322	-2.062	-3.067	-2.043	-4.432	-2.873	-1.439	-4.788	-1.210	-4.624	-0.406	-3.872	0.210	-0.777	0.661	-0.345	5.938	0.000
005	Strasnica	Trijas	srednji	prim	pop	6.644	7.080	6.378	2.631	1.463	0.904	3.478	4.132	-0.077	3.388	-0.163	0.088	-1.774	-0.675	-3.383	-0.953	-3.224	-1.972	-3.374	-2.001	-4.172	-2.834	-1.437	-4.371	-1.210	-4.628	-0.280	-3.879	0.200	-0.802	0.667	-0.307	5.954	-0.000	
006	Strasnica	Trijas	srednji	prim	pop	6.795	7.190	6.444	2.420	1.868	0.915	3.293	4.165	0.022	2.325	-0.340	-0.358	-1.710	-0.945	-3.484	-1.529	-3.116	-1.890	-3.293	-1.923	-3.890	-3.042	-1.387	-4.583	-1.836	-4.401	-0.180	-3.750	0.263	-0.823	1.003	-0.264	6.061	-0.000	
007	Strasnica	Trijas	srednji	prim	pop	6.668	7.228	6.485	2.712	3.371	0.720	3.205	4.104	-0.072	2.064	0.091	-0.384	-1.827	-1.113	-3.279	-1.779	-3.010	-1.877	-3.326	-2.003	-3.731	-3.192	-1.517	-4.546	-1.808	-4.266	-0.335	-3.837	0.210	-0.753	0.919	-0.244	6.120	-0.000	
008	Strasnica	Trijas	gornji	prim	op	6.406	7.111	5.943	2.791	3.867	0.677	3.113	4.019	-1.269	3.449	0.039	-0.432	-1.983	-1.147	-3.795	-0.900	-3.053	-1.954	-3.406	-2.070	-3.795	-3.235	-1.524	-4.651	-1.933	-3.088	-0.481	-3.972	0.126	-0.827	0.859	-0.309	6.024	-0.000	
009	vanlkovac	Trijas	srednji	prim	op	6.239	7.476	6.620	3.547	1.765	0.785	3.412	4.391	-1.700	1.765	0.924	-0.465	-1.721	-1.038	-3.415	-2.259	-3.079	-1.640	-3.103	-1.906	-3.415	-2.973	-1.754	-4.449	-1.754	-4.449	-0.237	-3.496	0.458	-0.840	0.268	-0.421	6.122	0.000	
010	vanlkovac	Trijas	gornji	prim	op	6.263	7.451	6.244	3.552	1.566	0.673	3.393	4.374	-1.073	1.566	0.901	-0.458	-1.786	-0.951	-3.886	-1.826	-3.083	-1.682	-3.121	-1.917	-3.375	-2.587	-1.712	-4.454	-1.807	-3.955	-0.303	-3.837	0.425	-0.824	0.285	-0.459	6.200	0.000	
011	Javorje	Trijas	donji	prim	op	6.555	7.410	6.329	2.222	1.603	0.663	2.461	4.135	-1.729	3.674	-0.080	0.188	-1.671	-1.364	-3.849	-0.903	-3.400	-1.801	-3.061	-1.804	-3.243	-2.808	-1.887	-4.182	-1.424	-4.417	-0.426	-3.669	0.430	-0.834	1.100	-0.119	6.203	-0.000	
012	Javorje	Trijas	gornji	prim	op	6.538	7.469	6.455	2.305	1.494	0.395	2.376	4.213	-1.684	2.960	0.203	-0.163	-1.589	-1.553	-3.399	-1.485	-3.399	-1.663	-2.994	-1.750	-3.111	-2.706	-1.808	-4.161	-1.368	-4.465	-0.339	-3.324	0.464	-0.910	0.971	-0.202	6.230	-0.000	
013	Javorje	Trijas	srednji	prim	pop	6.354	7.555	6.636	2.723	1.457	0.445	2.556	4.387	-0.941	2.237	0.367	-0.248	-1.557	-1.557	-3.754	-1.909	-3.219	-1.603	-2.981	-1.679	-2.981	-3.061	-1.610	-1.442	-4.293	-0.074	-3.430	0.555	-1.213	0.557	-0.379	6.256	-0.000		
014	Rozin vrh	Trijas	donji	prim	pop	6.807	7.622	6.534	2.654	1.466	0.654	2.063	4.265	-0.239	1.265	0.843	-0.367	-1.530	-2.104	-3.340	-2.415	-2.420	-2.415	-2.705	-2.988	-1.713	-2.899	-2.242	-1.129	-1.357	-3.318	-0.335	-3.536	0.486	-1.368	0.693	-0.301	6.385	-0.000	
015	Rozin vrh	Trijas	srednji	prim	op	6.497	7.648	6.527	2.541	1.595	0.203	2.054	4.335	-1.583	1.749	0.678	-0.259	-1.352	-1.940	-3.323	-2.400	-2.460	-1.633	-2.954	-1.693	-2.787	-1.969	-1.276	-4.109	-1.329	-3.866	-0.172	-3.244	0.556	-1.307	0.606	-0.228	6.299	0.000	
016	Rozin vrh	Trijas	gornji	prim	op	6.469	7.710	6.511	2.610	1.630	0.343	2.189	4.349	-1.548	1.917	0.626	-0.336	-1.302	-1.723	-3.069	-2.342	-3.851	-1.571	-2.959	-1.615	-2.688	-2.627	-1.381	-4.074	-1.306	-4.002	-0.109	-3.252	0.601	-1.324	0.683	-0.224	6.363	0.000	
017	Meteris	Trijas	donji	prim	pop	6.405	7.522	6.671	3.678	1.628	1.142	2.589	4.410	-0.937	1.628	0.821	-0.455	-1.610	-1.517	-3.240	-2.447	-4.289	-1.650	-3.126	-1.929	-2.709	-2.977	-1.696	-4.444	-1.788	-4.181	-0.205	-3.837	0.480	-0.498	0.524	-0.209	6.247	-0.000	
018	Meteris	Trijas	srednji	prim	pop	6.182	7.603	6.762	3.622	1.654	0.976	2.268	4.488	-1.604	1.729	0.930	-0.447	-1.490	-1.754	-3.570	-2.420	-4.292	-1.590	-3.048	-1.842	-2.625	-1.754	-1.839	-4.417	-1.720	-4.181	-0.164	-3.599	0.550	-0.605	0.634	-0.172	6.236	-0.000	
019	Meteris	Trijas	gornji	prim	pop	6.293	7.554	6.740	3.723	1.851	0.688	2.545	4.463	-1.614	1.718	0.887	-0.439	-1.519	-1.676	-3.735	-2.635	-4.140	-1.641	-3.084	-1.873	-2.582	-2.061	-1.860	-4.571	-1.747	-4.140	-0.142	-3.735	0.505	-0.603	0.565	-0.189	6.253	-0.000	
020	laz	Trijas	donji	prim	po	6.300	7.481	6.652	2.709	1.322	0.406	2.709	4.484	-0.287	1.418	0.455	-0.328	-1.757	-1.323	-3.976	-1.188	-3.683	-1.813	-3.126	-1.763	-2.590	-3.020	-1.353	-4.422	-1.744	-3.092	-0.017	-3.845	0.502	-1.182	0.218	-0.403	6.256	-0.000	
021	laz	Trijas	srednji	prim	op	6.029	7.533	6.622	2.845	1.393	0.381	2.659	4.533	-0.312	2.040	0.477	-0.244	-1.499	-1.436	-4.917	-1.775	-3.380	-1.751	-3.015	-1.716	-2.565	-2.902	-1.532	-4.386	-1.700	-3.693	0.010	-3.723	0.559	-0.980	0.604	-0.329	6.171	-0.000	
022	laz	Trijas	srednji	prim	op	6.090	7.479	6.524	2.614	2.086	0.337	2.800	4.492	-0.357	1.841	0.432	-0.009	-1.421	-1.324	-4.269	-2.234	-3.503	-1.809	-3.082	-1.763	-2.564	-3.016	-1.179	-4.461	-1.844	-3.332	-0.064	-3.863	0.517	-1.063	0.731	-0.319	6.134	0.000	
023	laz	Trijas	podvata	prelat	ip	5.955	7.125	5.756	3.324	3.818	0.411	2.896	4.130	-0.188	1.692	0.083	-0.423	-1.833	-1.434	-3.110	-2.028	-3.617	-2.153	-3.335	-2.145	-2.668	-2.712	-0.669	-4.810	-2.190	-4.345	-0.567	-4.063	0.207	-0.424	0.728	-0.206	6.418	0.000	
024	liverovid2	Trijas	donji	prim	pop	6.030	7.545	6.503	2.658	1.677	0.355	2.524	4.530	-0.338	1.677	0.495	-0.123	-1.542	-1.542	-4.250	-1.716	-3.544	-1.763	-2.983	-1.695	-2.458	-3.151	-1.194	-4.301	-1.672	-4.027	-0.147	-3.676	0.585	-1.129	0.896	-0.342	6.109	0.000	
025	liverovid2	Trijas	donji	prim	pop	6.145	7.575	6.532	2.754	1.656	0.403	2.754	4.574	-0.983	1.415	0.585	-0.177	-1.545	-1.340	-4.490	-1.807	-3.358	-1.667	-2.935	-1.680	-2.370	-3.104	-1.350	-4.280	-1.711	-3.902	0.095	-3.764	0.621	-1.146	0.657	-0.348	6.192	-0.000	
026	liverovid2	Trijas	srednji	prim	pop	6.162	7.549	6.500	2.802	1.634	0.382	2.757	4.548	-0.311	1.480	0.521	-0.172	-1.499	-1.333	-4.511	-1.674	-3.530	-1.755	-2.964	-1.722	-2.352	-3.212	-1.399	-4.301	-1.698	-3.923	0.074	-3.835	0.592	-1.207	0.602	-0.367	6.163	-0.000	
027	liverovid2	Trijas	srednji	prim	pop	6.087	7.581	6.590	2.690	1.591	0.412	2.715	4.567	-1.667	1.665	0.552	-0.455	-1.502	-1.360	-3.970	-1.837	-3.404	-1.655	-2.919	-1.677	-2.283	-3.181	-1.450	-4.298	-1.636	-3.893	0.056	-3.662	0.652	-1.162	0.978	-0.337	6.212	0.000	
028	liverovid2	Trijas	gornji	prim	op	6.165	7.584	6.628	2.543	1.612	0.633	2.897	4.572	-0.953	1.612	0.573	-0.631	-1.516	-1.254	-4.172	-2.065	-3.339	-1.689	-2.963	-1.713	-2.226	-3.161	-1.471	-4.198	-1.605	-3.891	0.158	-3.702	0.577	-1.228	0.562	-0.363	6.226	-0.000	
029	liverovid2_p	Trijas	donji	prim	pop	6.306	7.111	6.066	2.258	1.508	0.466	3.129	4.041	1.447	1.314	0.132	0.152	-1.870	-1.071	-3.533	-1.021	-3.679	-2.272	-3.437	-2.045	-2.563	-3.628	-0.694	-4.570	-2.037	-4.190	-0.510	-4.106	0.124	-0.289	1.685	0.223	5.818	-0.000	
030	liverovid2_p	Trijas	donji	prim	pop	6.372	7.153	4.119	2.287	2.184	0.419	3.228	4.107	1.518	0.519	0.065																								

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 5.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lokacija	Podina	Položaj	Gentip	Struktup	SiO <sub>2</sub> clr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	MgOclr	CaOclr	Na <sub>2</sub> Oclr	K <sub>2</sub> Oclr	TiO <sub>2</sub> clr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	MnOclr	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Niclr	Scclr	Bacr	Bacr	Codr	Codr	Gacr	Hfclr	Nbclr	Rbclr	Srclr	Srclr	Tadr	Thclr	Uclr	Vclr	Vclr	Znclr	Znclr	Yclr	Yclr	Zrclr	Zrclr	Otherclr	SUMclr			
040	Zagrad3	Trijas	srednji prim	po	4.496	8.087	7.102	1.794	1.594	-1.297	-0.604	5.093	-0.604	2.104	1.450	-0.814	-0.946	-2.073	-3.823	-2.035	-6.818	-1.365	-2.481	-1.192	-1.192	-1.520	-2.644	-0.851	-3.798	-1.119	-3.322	0.569	-3.194	1.095	-0.918	1.364	0.103	6.566	-0.000					
041	Zagrad3	Trijas	srednji prim	po	4.399	8.153	7.119	1.641	1.523	-1.250	-1.250	5.170	-1.250	2.083	1.361	-0.871	-0.927	-2.217	-4.468	-1.760	-6.771	-1.282	-2.454	-1.154	-1.448	-2.677	-0.773	-3.751	-1.093	-3.321	0.585	-3.147	1.146	-0.806	1.350	0.160	6.593	0.000						
042	Zagrad3	Trijas	srednji prim	po	4.209	8.120	7.079	1.707	1.803	-1.288	-1.288	5.119	-1.288	1.970	1.406	-0.938	-0.966	-2.156	-3.931	-2.010	-6.810	-1.308	-2.447	-1.171	-1.463	-2.561	-0.844	-3.814	-1.072	-3.354	0.571	-3.409	1.123	-0.812	1.329	0.119	6.547	0.000						
043	Zagrad3	Trijas	gornji prim	po	4.314	8.182	7.141	1.772	1.549	-1.223	-1.223	5.190	-1.223	2.178	1.471	-1.041	-0.946	-2.245	-4.037	-2.120	-6.745	-1.204	-2.401	-1.099	-1.374	-2.650	-0.950	-3.654	-1.029	-3.248	0.582	-3.175	1.183	-0.734	1.258	0.183	6.625	-0.000						
044	Zagrad3	Trijas	gornji prim	pop	4.406	7.983	7.001	1.602	3.427	-1.393	-0.007	5.023	-0.007	1.939	1.217	-1.280	-1.071	-2.214	-3.919	-2.071	-6.915	-1.440	-2.577	-1.521	-1.521	-2.533	-1.012	-3.847	-1.129	-3.317	0.503	-3.277	1.017	-0.935	1.218	0.022	6.465	-0.000						
045	Zagrad3	Trijas	gornji prim	pop	4.527	8.032	6.961	1.819	3.266	-0.666	-0.666	5.090	-0.666	2.278	1.362	-1.282	-1.112	-2.227	-4.173	-2.171	-6.188	-1.349	-2.518	-1.175	-1.465	-2.706	-1.213	-3.790	-1.139	-3.340	0.429	-3.297	1.079	-0.820	1.221	0.057	6.538	0.000						
046	Zagrad3	Trijas	povata prelat	k	4.455	7.698	6.477	1.936	3.954	-1.008	-1.008	4.725	-1.008	2.287	1.046	-0.202	-1.439	-2.395	-4.227	-6.307	-3.702	-2.810	-1.702	-2.810	-1.543	-1.785	-2.356	-1.071	-4.066	-1.401	-3.462	0.198	-3.572	0.768	-0.945	0.711	-0.107	6.238	0.000					
047	Zagrad3	Trijas	donji prim	pop	4.744	7.406	6.856	1.427	1.951	-0.652	2.266	4.314	2.439	0.940	0.430	-0.466	-1.646	-1.890	-3.948	-1.030	-6.805	-2.059	-3.063	-1.950	-2.363	-1.950	-2.178	0.000	-4.859	-1.954	-4.048	-0.237	-3.976	0.300	1.193	2.459	5.989	0.000						
048	Zagrad3	Trijas	donji prim	pop	4.602	7.499	6.492	1.130	1.392	-0.680	4.212	4.392	0.532	1.225	0.532	-0.520	-1.421	-1.827	-3.475	-1.587	-6.001	-1.941	-3.190	-1.868	-1.907	-3.213	0.000	-4.497	-1.810	-4.038	-0.183	-3.403	0.856	2.183	0.927	5.990	0.000							
049	Zagrad3	Trijas	donji prim	pop	4.767	7.721	6.772	2.450	5.474	-0.846	-0.153	4.707	-0.153	1.793	1.142	-0.836	-1.277	-2.456	-3.842	-1.750	-6.368	-2.879	-1.580	-1.560	-2.887	-1.405	-4.171	-1.489	-3.694	0.101	-3.747	0.710	-0.677	1.119	0.176	6.496	0.000							
050	Zagrad3	Trijas	srednji prim	pop	4.943	7.899	6.966	2.375	2.458	-0.761	-0.761	4.870	-0.761	1.878	1.403	-0.722	-1.207	-2.476	-3.574	-2.180	-6.282	-1.472	-2.678	-1.434	-1.454	-2.658	-1.344	-3.980	-1.287	-3.406	0.254	-3.406	0.886	-0.714	1.302	0.229	6.398	0.000						
051	Zagrad3	Trijas	srednji prim	pop	4.846	8.009	7.029	2.377	2.041	-0.667	-1.300	4.985	-0.667	1.818	1.425	-0.784	-1.098	-2.439	-3.481	-2.328	-6.189	-1.371	-2.571	-1.297	-1.341	-2.788	-1.335	-3.866	-1.209	-3.328	0.369	-3.401	1.023	-0.635	1.373	0.282	6.520	-0.000						
052	Zagrad3	Trijas	srednji prim	pop	4.724	7.846	6.830	2.170	3.718	-0.825	0.273	4.848	-0.132	1.660	1.121	-0.877	-1.256	-2.339	-3.485	-2.358	-6.347	-1.557	-2.729	-1.470	-1.479	-2.866	-1.377	-4.020	-1.372	-3.389	0.218	-3.470	0.853	-0.695	1.293	0.111	6.378	-0.000						
053	Zagrad3	Trijas	gornji prim	op	4.465	8.072	6.902	2.114	2.432	-1.352	-1.352	5.078	-1.352	1.739	1.356	-0.833	-1.105	-2.374	-3.067	-2.396	-6.468	-1.270	-2.523	-1.226	-1.294	-2.086	-1.202	-3.805	-1.101	-1.397	0.374	-3.392	1.060	-0.570	1.556	0.290	6.528	-0.000						
054	Zagrad3_p.	Trijas	donji prim	pop	5.023	7.619	6.926	1.360	2.523	-0.943	1.255	4.670	1.255	0.156	0.583	0.561	-1.541	-2.051	-4.855	-4.449	-6.059	-1.921	-2.975	-1.616	-1.559	-2.909	-0.579	-4.295	-1.761	-3.456	0.368	-4.089	0.628	-0.612	1.328	0.222	6.293	0.000						
055	KB_Palex	Trijas	donji prim	pop	5.763	7.704	6.799	2.896	1.410	0.206	2.366	4.698	-1.586	1.880	0.775	-0.535	-1.403	-1.784	-4.111	-2.295	-4.542	-1.633	-2.917	-1.590	-2.769	-1.444	-2.969	-1.516	-4.389	-1.562	-3.908	0.176	-3.520	0.701	-1.154	1.006	-0.058	6.221	-0.000					
056	KB_Palex	Trijas	donji prim	pop	5.836	7.654	6.738	2.895	1.374	0.170	2.537	4.636	-1.622	1.779	0.700	-0.497	-1.375	-1.705	-3.352	-2.352	-4.435	-1.687	-2.994	-1.678	-1.509	-2.960	-1.516	-4.226	-1.596	-3.965	0.146	-3.736	0.623	-1.119	1.140	-0.040	6.183	0.000						
057	KB_Palex	Trijas	srednji prim	pop	5.821	7.641	6.756	2.870	1.366	0.162	2.590	4.659	-1.622	1.772	0.663	-0.607	-1.590	-3.395	-2.511	-4.206	-1.700	-2.917	-1.635	-1.498	-2.976	-1.565	-4.260	-1.551	-4.260	-1.551	-4.260	-1.551	-4.260	-1.551	-4.260	-1.551	-4.260	-1.551	-4.260	-1.551				
058	KB_Palex	Trijas	srednji prim	pop	6.006	7.541	6.660	2.973	1.487	0.389	3.063	4.540	-1.691	1.836	0.550	-0.528	-1.542	-1.272	-3.523	-2.246	-3.762	-1.721	-3.000	-1.761	-1.542	-3.038	-1.695	-4.379	-1.725	-4.055	0.025	-3.828	0.556	-1.219	0.897	-0.126	6.133	0.000						
059	KB_Palex	Trijas	srednji prim	pop	6.433	7.490	6.517	3.038	1.652	0.623	3.420	4.514	-1.680	1.578	0.399	-0.555	-1.641	-0.987	-3.800	-2.330	-3.800	-1.829	-3.050	-1.772	-1.515	-3.194	-1.627	-4.398	-1.746	-4.003	-0.039	-3.690	0.512	-1.311	0.801	-0.168	6.158	-0.000						
060	KB_Palex	Trijas	gornji prim	pop	6.635	7.404	6.457	3.338	2.051	0.799	4.063	4.462	-1.686	1.572	0.418	-0.588	-1.609	-0.548	-4.291	-1.497	-3.458	-1.935	-3.122	-1.842	-1.504	-3.113	-1.566	-4.404	-1.873	-4.072	-0.065	-3.823	0.460	-1.370	0.729	-0.161	6.141	0.000						
061	KB_Loive	Trijas	donji prim	pop	5.437	7.711	6.739	2.981	3.115	-0.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035	4.745	-1.217	1.035
062	KB_Loive	Trijas	donji prim	pop	5.385	7.641	6.677	2.938	3.051	0.124	1.423	4.692	-1.502	-2.178	-3.970	-1.654	-4.747	-1.634	-2.933	-1.611	-1.452	-2.941	-1.742	-4.271	-1.607	-3.805	0.052	-3.648	0.677	-0.725	1.106	0.018	6.226	-0.000										
063	KB_Loive	Trijas	srednji prim	pop	6.029	7.548	6.662	3.092	2.966	0.114	2.150	4.572	-1.678	1.723	0.701	-0.420	-1.547	-1.784	-3.981	-2.021	-4.427	-1.786	-3.049	-1.764	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447	-1.447		
064	KB_Loive	Trijas	srednji prim	pop	6.007	7.511	6.644	3.100	3.251	0.087	2.390	4.486	-1.704	1.761	0.618	-0.633	-1.556	-1.879	-3.537	-2.084	-3.335	-1.754	-3.099	-1.808	-1.458	-2.977	-1.696	-4.364	-1.756	-3.312	-0.037	-3.859	0.528	-0.992	0.911	-0.011	6.154	-0.000						
065	KB_Loive	Trijas	donji prim	pop	6.044	7.540	6.586	3.174	3.233	0.088	2.637	4.500	-1.694	1.638	0.667	-0.616	-1.599	-1.799	-4.307	-1.577	-4.220	-1.547	-3.099	-1.811	-1.432	-3.041	-1.575	-4.412	-1.777	-3.977	0.023	-3.920	0.513	-1.010	0.999	-0.008	6.168	0.000						
066	KB_Suncevadolina	Trijas	srednji prim	pop	5.606	7.449	6.420	2.810	5.879	-0.281	3.103	4.460	-0.281	1.591	0.124	-0.925	-1.590	-1.751	-4.866	-2.414	-5.397	-1.985	-3.146	-1.820	-1.390	-2.689	-0.964	-4.416	-2.001	-4.032	-0.007	-3.893	0.417	-1.209	0.778	-0.071	6.512	-0.000						
067	KB_Suncevadolina	Trijas	srednji prim	pop	6.448	7.332	6.180	3.339	5.148	0.344	3.941	4.323	-1.043	1.260	0.121	-0.500	-1.640	-1.043	-4.955	-2																								

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 5.1: Osnovna matrica za diskriminaciju analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lokacija	Podina	Položaj	Gentip	Struktup	SiO <sub>2</sub> clr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	MgOclr	CaOclr	Na <sub>2</sub> Oclr	K <sub>2</sub> Oclr	TiO <sub>2</sub> clr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	MnOclr	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Niclr	Scclr	Bacr	Beclr	Codr	Csclr	Gacr	Hfclr	Nbclr	Rbclr	Srclr	Srclr	Tadr	Thclr	Uclr	Vclr	Wclr	Znclr	Yclr	Zrclr	HFREclr	HREclr	Ohreclr	SUMclr
081	Blockstan	Trijas	donji prim	pop	6.029	7.375	6.465	3.365	1.504	0.657	2.908	4.410	-0.442	-1.207	-3.948	-2.214	-3.889	-1.879	-3.115	-1.920	-1.345	-3.175	-1.447	-4.887	-1.888	-3.899	-0.168	-3.985	0.432	-0.898	0.881	-0.040	6.019	0.000						
082	Blockstan	Trijas	donji prim	pop	6.283	7.311	6.450	3.618	1.964	0.952	3.488	4.324	-1.820	-1.861	-0.735	-3.941	-2.509	-3.152	-1.906	-3.215	-2.056	-1.326	-2.960	-1.834	-4.601	-2.033	-4.084	-0.294	-4.009	0.322	-0.670	1.091	0.101	6.006	0.000					
083	Blockstan	Trijas	srednji prim	pop	5.942	7.400	6.546	3.421	1.661	0.680	3.108	4.487	-1.805	-1.132	-3.771	-1.937	-3.191	-1.873	-3.107	-1.895	-1.298	-3.009	-1.866	-4.496	-1.843	-3.994	0.191	-3.860	0.456	-1.038	0.829	-0.130	6.024	0.000						
084	Blockstan	Trijas	srednji prim	pop	6.035	7.379	6.535	3.479	1.717	0.830	3.302	4.421	-1.810	-1.709	-1.132	-3.870	-2.127	-3.047	-1.899	-3.134	-1.931	-1.291	-3.157	-1.895	-4.441	-1.937	-4.035	-0.275	-3.913	0.417	-0.970	0.782	-0.105	5.991	-0.000					
085	Blockstan	Trijas	gornji prim	pop	5.802	7.516	6.507	3.468	1.708	0.945	2.649	4.527	-1.757	-1.644	-1.526	-3.472	-2.143	-4.472	-1.728	-3.045	-1.826	-1.227	-3.184	-1.745	-4.334	-1.847	-3.894	-0.140	-4.021	0.514	-0.904	0.791	-0.049	6.110	0.000					
086	Blockstan	Trijas	gornji prim	pop	5.622	7.511	6.341	3.234	1.650	0.263	2.488	4.512	-0.430	-1.685	-1.650	-3.531	-2.070	-3.687	-1.745	-3.020	-1.836	-1.274	-3.243	-1.561	-4.447	-1.826	-3.841	-0.086	-3.826	0.527	-0.877	0.799	-0.066	6.067	0.000					
087	Blockstan_p.	Trijas	donji prim	pop	5.151	7.553	6.600	2.320	1.221	-0.388	1.627	4.585	0.710	-1.528	-2.190	-3.489	-5.009	-1.817	-2.965	-1.716	-1.221	-2.978	-1.092	-4.228	-1.722	-3.672	0.034	-3.770	0.635	-0.118	1.441	0.485	6.079	0.000						
088	Blockstan_p.	Trijas	donji prim	pop	5.123	7.425	6.618	2.330	1.031	-0.474	1.778	4.446	1.398	-1.481	-1.988	-3.469	-2.491	-3.902	-1.963	-3.057	-1.819	-1.295	-3.133	-0.885	-4.361	-1.792	-3.812	0.144	-3.885	0.556	0.507	1.804	0.835	5.968	0.000					
089	Stitovo1	Trijas	donji prim	pop	5.022	7.803	6.787	2.178	2.129	-0.174	0.925	4.853	-0.174	-1.733	-2.133	-4.181	-2.410	-4.691	-1.641	-2.782	-1.578	-1.056	-2.859	-1.389	-4.232	-1.556	-3.596	0.274	-3.680	0.801	-0.983	1.079	0.102	6.204	-0.000					
090	Stitovo1	Trijas	srednji prim	pop	5.204	7.656	6.656	2.631	3.645	-0.287	1.905	4.707	-0.287	-1.491	-2.030	-4.199	-2.700	-5.249	-1.634	-2.825	-1.587	-1.085	-2.877	-1.187	-4.174	-1.576	-3.557	0.270	-3.639	0.756	-1.112	0.879	0.014	6.203	-0.000					
091	Stitovo1	Trijas	srednji prim	pop	5.382	7.675	6.670	2.950	2.439	-0.269	1.523	4.715	-1.655	-1.333	-2.133	-4.181	-2.410	-4.691	-1.641	-2.782	-1.578	-1.056	-2.859	-1.389	-4.232	-1.556	-3.565	0.274	-3.680	0.801	-0.983	1.079	0.102	6.204	-0.000					
092	Stitovo1	Trijas	gornji prim	pop	5.529	7.592	6.467	2.996	2.617	0.052	1.949	4.640	-1.047	-1.493	-1.963	-3.453	-2.035	-4.317	-1.732	-2.848	-1.670	-1.130	-3.013	-1.419	-4.265	-1.652	-3.598	0.159	-3.811	0.704	-1.105	0.990	0.017	6.155	-0.000					
093	Stitovo1	Trijas	gornji prim	pop	5.838	7.462	6.097	3.295	3.042	0.239	2.349	4.498	-1.148	-1.821	-1.861	-4.654	-0.719	-4.066	-1.762	-3.032	-1.825	-1.220	-2.808	-1.592	-4.472	-1.786	-3.079	-0.090	-3.978	0.512	-1.236	0.571	-0.131	6.179	-0.000					
094	Stitovo1_p.	Trijas	donji prim	pop	5.547	7.625	6.461	2.958	1.271	0.667	1.964	4.692	-0.338	-1.432	-1.923	-4.027	-5.253	-4.538	-1.633	-2.915	-1.600	-1.093	-2.997	-1.059	-4.201	-1.651	-3.635	0.119	-3.720	0.660	-0.976	0.735	0.048	6.140	-0.000					
095	Stitovo2	Trijas	donji prim	pop	5.075	7.776	6.895	2.182	1.335	-0.170	0.524	4.851	-0.170	-1.771	-2.172	-4.269	-2.087	-5.373	-1.532	-2.747	-1.443	-0.914	-2.760	-1.054	-4.057	-1.413	-3.094	0.355	-3.566	0.853	-0.912	1.163	0.217	6.266	0.000					
096	Stitovo2	Trijas	donji prim	pop	5.683	7.542	6.665	2.571	1.445	0.346	2.394	4.536	-0.347	-1.534	-1.551	-2.459	-2.268	-3.821	-1.810	-3.006	-1.727	-1.081	-2.873	-1.336	-4.259	-1.673	-3.773	0.045	-3.774	0.594	-1.166	0.690	-0.014	6.069	-0.000					
097	Stitovo2	Trijas	srednji prim	pop	5.547	7.540	6.640	2.488	1.506	0.328	2.274	4.529	-0.365	-1.537	-1.772	-3.366	-2.335	-4.054	-1.788	-2.996	-1.730	-1.089	-2.730	-1.440	-4.650	-1.653	-3.839	0.135	-3.732	0.569	-1.151	0.973	-0.002	6.085	-0.000					
098	Stitovo2	Trijas	srednji prim	pop	5.530	7.661	6.640	2.488	1.506	0.328	2.274	4.529	-0.365	-1.537	-1.772	-3.366	-2.335	-4.054	-1.788	-2.996	-1.730	-1.089	-2.730	-1.440	-4.650	-1.653	-3.839	0.135	-3.732	0.569	-1.151	0.973	-0.002	6.085	-0.000					
099	Stitovo2	Trijas	srednji prim	pop	5.454	7.711	6.779	2.523	2.085	0.187	1.574	4.727	-1.604	-1.456	-2.082	-3.907	-2.278	-4.774	-1.567	-2.822	-1.561	-0.921	-2.683	-1.439	-4.181	-1.529	-3.660	0.005	-3.528	0.715	-0.991	0.919	0.133	6.248	-0.000					
100	Stitovo2	Trijas	srednji prim	pop	5.539	7.647	6.781	2.579	2.231	0.152	1.997	4.670	-1.640	-1.486	-1.863	-4.859	-2.108	-4.299	-1.622	-2.892	-1.618	-0.947	-2.913	-1.504	-4.117	-1.547	-3.680	0.171	-3.680	0.689	-0.966	1.010	0.135	6.201	0.000					
101	Stitovo2	Trijas	srednji prim	pop	6.416	7.378	6.427	3.247	1.874	0.975	3.805	4.389	-1.764	-1.414	0.341	-0.546	-1.784	-0.685	-3.596	-2.710	-3.404	-1.871	-3.174	-1.952	-1.061	-0.037	-1.591	-4.128	-0.273	-3.918	0.411	-1.235	0.576	-0.043	6.053	-0.000				
102	Stitovo2	Trijas	srednji prim	pop	6.521	7.349	6.484	3.381	1.946	1.029	4.025	4.384	-1.743	-1.435	0.385	-0.568	-1.805	-0.440	-4.557	-2.782	-3.248	-1.903	-3.179	-1.961	-1.030	-3.170	-1.591	-4.524	-1.108	-4.026	0.385	-1.232	0.662	-0.020	6.043	-0.000				
103	Stitovo2	Trijas	gornji prim	pop	6.447	7.354	6.423	3.378	2.255	0.869	3.914	4.330	-1.770	-1.408	0.334	-0.632	-1.790	-0.576	-3.890	-2.732	-3.340	-1.947	-3.231	-1.996	-1.047	-3.197	-1.544	-4.583	-1.954	-4.033	0.360	-1.232	0.640	-0.035	6.035	0.000				
104	Stitovo2	Trijas	gornji prim	pop	6.416	7.100	6.062	4.064	3.577	0.687	4.029	4.121	-0.160	-1.160	0.449	-0.682	-1.993	-0.628	-4.255	-2.185	-3.363	-2.198	-3.379	-2.170	-1.220	-3.466	-1.330	-4.733	-2.175	-4.124	-0.430	-1.478	0.152	-1.288	0.516	-0.177	5.886	0.000		
105	Stitovo2_p.	Trijas	donji prim	pop	6.789	7.535	6.096	2.231	2.311	0.439	2.272	4.331	-0.254	-0.344	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.000			
106	Stitovo2_p.	Trijas	donji prim	pop	5.942	7.560	6.448	2.140	1.317	0.061	1.428	4.435	-0.344	-1.160	-0.606	-1.772	-1.582	-4.344	-2.429	-4.232	-1.805	-2.969	-1.678	-0.979	-3.004	-1.156	-4.208	-1.453	-4.741	0.056	-3.503	0.558	-1.076	0.747	0.113	6.151	-0.000			
107	Stitovo2_p.	Trijas	donji prim	pop	6.224	7.150	6.250	2.667	1.974	0.662	3.552	4.188	-0.325	-1.795	-0.846	-4.097	-2.715	-3.528	-2.244	-3.372	-2.056	-1.216	-3.250	-1.179	-4.554	-2.107	-4.081	-0.262	-4.097	0.252	-0.520	1.538	0.269	5.804	-0.000					
108	Djevčor	Trijas	donji prim	pop	6.357	7.330	6.411	2.378	2.316	0.491	3.144	4.214	0.268	-1.873	-1.089	-4.625	-2.113	-3.932	-1.921	-3.182	-1.840	-1.041	-3.159	-0.922	-4.220	-1.649	-3.695	0.336	-3.682	0.316	-1.465	0.463	-0.067	6.068	-0.000					
109	Gornjizamsten	Trijas	donji prim	pop	6.052	7.526	6.516	2.181	0.348	0.572	3.040	4.378	0.348	-1.154	-2.257	-2.828	-3.851	-1.753	-3.033	-1.793	-0.952	-3.078	-0.706	-4.362	-1.627	-3.741	0.593	-3.642	0.476	-1.300	0.644	-0.055	6.126	0.000						
110	Gornjizamsten	Trijas	donji prim	pop	5.919	7.707	6.571	2.068	0.171	0.658	2.943	4.470	0.458	-1.090	-0.226	-2.818	-4.007	-1.588	-2.923	-1.726	-0.833	-2.201	-0.672	-4.280	-1.597	-3.646	0.639	-3.677	0.583	-1.212	0.667	0.047	6.234	-0.000						
111	Gornjizamsten	Trijas	srednji prim	pop	5.722	7.500	6.627	2.566	0.720	0.938	2.617	4.504	-0.379	-1.673	-3.885	-2.392	-3.703	-1.755	-3.038	-1.728	-0.967	-2.904	-1.168	-4.369	-1.755	-3.717	0.454	-3.852	0.511	-1.228	0.517	-0.072	6.037	-0.000						
112	Gornjizamsten	Trijas	srednji prim	pop	5.768	7.490	6.606	2.449	0.714	0.932	2.660	4.506	0.021	-1.487	-2.025	-3.665	-4.073	-2.480	-1.695	-1.773	-3.023	-1.733	-0.964	-3.044	-1.024	-4.348	-1.757	-3.766	0.413	-3.827	0.528	-1.090	0.611	-0.051	6.038	-0.000				
113	Gornjizamsten	Trijas	srednji prim	pop	5.748	7.465	6.590	2.512	0.847	0.510	2.638	4.499	-0.001	-1.540	0.262	-4.437	-1.428	-4.318	-2.462	-3.576	-1.806	-3.058	-1.727	-0.977	-2.760	-1.072	-4.369	-1.773	-3.833	0.400	-3.913	0.519	-1.096	0.685	-0.060	6.012	-0.000			
114	Gornjizamsten	Trijas	srednji prim	pop																																				

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 5.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađenu na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lokacija	Podina	Položaj	Gentip	Struktup	SiO <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	BeO	CdO	Cs <sub>2</sub> O	Ga <sub>2</sub> O	HfO <sub>2</sub>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Rb <sub>2</sub> O	SnO <sub>2</sub>	SrO	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Th <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	W <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	ZnO	ZrO <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	HF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	HF <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	HF <sub>2</sub> I <sub>2</sub>	OH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	SUMCl <sub>2</sub>
122	Donjizamsten	Trijas	srednji prim	op	5.947	7.562	6.723	2.448	0.960	0.400	2.625	4.555	-1.402	-1.566	-0.522	0.449	-0.522	-1.566	-1.402	-2.729	-4.044	-1.669	-2.952	-1.695	-0.787	-2.758	-1.170	-4.310	-1.733	-3.816	0.470	-3.660	0.592	-1.185	0.706	0.061	6.113	-0.000			
123	Donjizamsten	Trijas	gornji prim	op	6.312	7.368	6.054	2.990	1.396	0.777	3.456	4.361	-1.862	-1.316	0.218	0.218	-0.217	-1.713	-0.970	-3.982	-1.796	-1.870	-3.079	-1.888	-0.961	-3.066	-1.569	-4.439	-1.884	-3.367	0.290	-3.746	0.471	-1.384	0.521	-1.177	5.986	0.000			
124	Donjizamsten	Trijas	donji prim	pop	6.554	7.318	6.507	2.453	0.536	0.973	3.460	4.265	0.026	0.719	0.262	0.022	-0.022	-1.584	-0.674	-4.292	-2.924	-3.677	-1.858	-3.271	-1.883	-0.858	-3.113	-0.980	-4.425	-1.883	-3.920	0.427	-3.886	0.298	-1.194	0.728	0.008	6.011	-0.000		
125	Donjizamsten	Trijas	srednji prim	pop	6.260	7.427	6.561	2.405	0.549	0.731	3.321	4.377	-3.377	0.731	0.274	-0.232	-1.588	-0.838	-4.567	-3.013	-3.458	-1.724	-3.165	-1.752	-1.838	-3.027	-0.985	-4.305	-1.719	-3.810	0.489	-3.841	0.422	-1.028	0.642	0.038	6.028	-0.000			
126	Donjizamsten	Trijas	gornji prim	pop	6.468	7.331	6.416	2.658	0.976	0.842	3.588	4.299	-0.410	0.842	0.378	-0.311	-1.666	-0.646	-3.917	-2.586	-3.617	-1.884	-3.241	-1.955	-0.872	-3.224	-1.129	-4.577	-1.971	-3.852	0.431	-4.041	0.309	-1.159	0.526	0.025	5.970	-0.000			
127	Cvenarupa	Trijas	donji prim	pop	6.032	7.458	6.478	2.304	0.695	0.512	3.077	4.341	-0.493	-1.713	-0.127	-0.493	-2.370	-3.623	-4.055	-3.619	-1.686	-2.993	-1.804	-3.137	-1.846	-0.858	-3.137	-0.813	-4.341	-1.743	-3.785	0.373	-3.815	0.432	-1.320	0.756	-0.032	6.020	0.000		
128	Cvenarupa	Trijas	srednji prim	pop	5.783	7.578	6.713	2.093	0.612	0.389	2.529	4.551	0.101	1.305	0.528	-0.647	-1.614	-1.428	-3.811	-2.943	-4.055	-3.619	-1.686	-2.993	-1.804	-0.858	-3.137	-0.813	-4.341	-1.743	-3.785	0.373	-3.815	0.432	-1.320	0.756	-0.032	6.020	0.000		
129	Cvenarupa	Trijas	gornji prim	op	5.869	7.536	6.695	2.695	0.928	0.971	2.695	4.531	-1.018	1.690	0.368	-0.511	-1.598	-1.074	-3.975	-2.458	-3.619	-1.686	-2.993	-1.804	-0.858	-3.137	-0.813	-4.341	-1.743	-3.785	0.373	-3.815	0.432	-1.320	0.756	-0.032	6.020	0.000			
130	Cvenokatuniste	Trijas	donji prim	pop	6.311	7.361	6.429	2.383	0.496	0.628	3.230	4.338	0.273	1.084	0.330	-0.116	-1.693	-0.974	-5.025	-2.055	-3.747	-1.849	-3.185	-1.837	-0.851	-3.079	-0.947	-4.438	-1.852	-3.904	0.476	-3.831	0.388	-1.080	0.837	0.036	6.073	-0.000			
131	Cvenokatuniste	Trijas	srednji prim	pop	6.031	7.562	6.580	2.395	0.380	0.603	2.983	4.566	-1.006	1.191	0.380	-0.562	-1.623	-1.123	-4.513	-2.688	-3.610	-1.655	-2.980	-1.639	-0.736	-2.521	-1.070	-4.303	-1.672	-3.871	0.541	-3.680	0.582	-1.074	0.339	0.084	6.112	0.000			
132	Cvenokatuniste	Trijas	srednji prim	pop	5.993	7.487	6.554	2.626	0.547	0.729	3.032	4.536	-0.369	1.135	0.298	-0.497	-1.660	-1.168	-4.058	-2.800	-3.427	-1.740	-3.008	-1.705	-0.785	-3.183	-1.110	-4.359	-1.807	-3.876	0.450	-3.781	0.538	-0.995	0.315	0.042	6.047	-0.000			
133	Cvenokatuniste	Trijas	srednji prim	pop	5.952	7.535	6.570	2.547	0.573	0.973	2.953	4.551	-0.343	1.161	0.375	-0.658	-1.671	-1.131	-4.032	-2.954	-3.513	-1.682	-3.094	-1.688	-0.751	-3.076	-1.060	-4.306	-1.716	-3.785	0.406	-3.866	0.563	-1.103	0.494	0.045	6.072	-0.000			
134	Cvenokatuniste	Trijas	gornji prim	pop	6.103	7.583	6.663	2.674	1.233	0.646	3.061	4.608	-0.964	1.339	0.371	-0.513	-1.562	-1.175	-6.262	-2.952	-3.568	-1.626	-2.981	-1.675	-0.671	-2.736	-0.999	-4.261	-1.710	-3.744	0.454	-3.697	0.601	-1.008	0.515	0.114	6.137	-0.000			
135	Brsno	Trijas	donji prim	pop	6.488	7.412	6.438	2.765	1.444	0.751	3.019	4.370	-1.734	1.598	0.183	-0.442	-1.715	-1.136	-4.548	-3.888	-3.044	-1.719	-3.153	-1.871	-0.741	-2.651	-1.720	-4.394	-1.769	-4.165	0.006	-3.700	0.419	-1.079	0.862	0.094	6.120	0.000			
136	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.463	7.339	6.317	2.934	1.530	0.837	3.391	4.298	-1.802	1.456	0.226	-0.561	-1.763	-0.846	-4.105	-4.894	-2.899	-1.810	-3.188	-1.934	-0.801	-3.075	-1.782	-4.520	-1.874	-3.939	-0.058	-3.782	0.343	-1.221	0.667	0.005	6.047	0.000			
137	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.461	7.392	6.498	2.798	1.436	0.743	3.141	4.350	-1.742	1.724	0.175	-0.536	-1.665	-0.981	-3.862	-2.365	-2.939	-1.764	-3.238	-1.810	-1.874	-0.762	-2.881	-1.793	-4.480	-1.823	-4.267	0.057	-3.807	0.336	-1.189	0.686	0.054	6.086	0.000		
138	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.356	7.353	6.533	2.722	1.400	0.707	3.246	4.367	-1.778	1.911	0.224	-0.554	-1.664	-0.886	-4.591	-2.361	-2.862	-1.830	-3.196	-1.874	-0.762	-2.873	-2.405	-4.409	-1.740	-4.268	0.272	-3.863	0.371	-1.201	0.880	0.026	6.024	-0.000			
139	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.328	7.398	6.501	2.734	1.325	0.919	3.271	4.352	-1.766	1.923	0.180	-0.572	-1.708	-0.866	-4.998	-2.382	-2.839	-1.693	-3.201	-1.867	-0.743	-2.405	-1.907	-4.307	-1.766	-4.267	0.025	-3.886	0.400	-1.331	0.546	0.002	6.044	-0.000			
140	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.283	7.377	6.509	2.717	1.308	0.702	3.227	4.352	-1.783	2.001	0.191	-0.559	-1.688	-0.891	-3.903	-2.367	-2.827	-1.706	-3.170	-1.907	-0.754	-2.199	-1.989	-4.532	-1.783	-4.334	-0.240	-3.764	0.386	-1.339	0.652	-0.002	6.032	-0.000			
141	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.391	7.379	6.497	2.803	1.329	0.877	3.374	4.316	-1.762	1.765	0.267	-0.568	-1.722	-0.814	-4.064	-3.356	-2.840	-1.774	-3.267	-1.950	-0.725	-2.783	-1.915	-4.421	-1.849	-4.215	-0.032	-3.865	0.317	-1.222	0.719	0.041	6.068	0.000			
142	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.268	7.369	6.488	2.851	1.298	0.846	3.475	4.325	-1.793	1.790	0.235	-0.581	-1.773	-0.694	-3.908	-2.395	-2.724	-1.735	-3.272	-1.942	-0.749	-2.527	-2.039	-4.542	-1.861	-4.158	-0.188	-3.818	0.313	-1.372	0.408	-0.017	6.022	-0.000			
143	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.190	7.347	6.541	2.926	1.367	0.828	3.583	4.312	-1.811	1.878	0.217	-0.641	-1.771	-0.558	-3.777	-2.492	-2.688	-1.751	-3.221	-1.985	-0.760	-2.950	-2.051	-4.442	-1.866	-4.219	0.272	-3.806	0.324	-1.132	0.666	0.054	5.957	-0.000			
144	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.337	7.328	6.515	2.920	1.293	0.941	3.539	4.315	-1.798	1.785	0.119	-0.540	-1.759	-0.660	-3.312	-2.107	-2.782	-1.788	-3.242	-1.973	-0.740	-3.071	-2.006	-4.579	-1.926	-4.142	-0.101	-3.870	0.311	-1.341	0.451	-0.009	5.992	-0.000			
145	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.520	7.376	6.540	2.918	1.365	0.913	3.542	4.392	-1.726	1.606	0.130	-0.526	-1.687	-0.755	-4.029	-2.552	-2.950	-1.805	-3.213	-1.964	-0.661	-3.073	-1.784	-4.539	-1.865	-4.277	-0.051	-3.830	0.267	-1.143	0.646	0.136	6.081	0.000			
146	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.504	7.373	6.554	3.010	1.606	1.046	3.826	4.378	-1.727	1.739	0.161	-0.576	-1.747	-0.485	-4.252	-2.638	-2.699	-1.774	-3.232	-2.001	-0.655	-3.336	-1.839	-4.507	-1.913	-4.157	-0.133	-3.916	0.270	-1.262	0.252	0.070	6.057	0.000			
147	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.480	7.316	6.475	3.011	1.750	0.996	3.662	4.346	-1.776	1.625	0.170	-0.501	-1.756	-0.588	-4.302	-2.548	-2.843	-1.904	-3.235	-1.992	-0.698	-2.693	-1.830	-4.624	-1.936	-4.230	0.105	-4.002	0.250	-1.259	0.648	0.045	6.043	0.000			
148	Brsno	Trijas	srednji prim	pop	6.407	7.349	6.535	3.006	1.701	1.008	3.682	4.313	-1.764	1.637	0.315	-0.500	-1.706	-0.595	-4.290	-2.590	-2.849	-1.833	-3.251	-2.028	-0.679	-3.111	-1.833	-4.721	-1.915	-4.150	-0.097	-3.885	0.291	-1.228	0.681	0.059	6.037	0.000			
149	Brsno	Trijas	srednji prim	op	6.393	7.289	6.428	3.018	1.819	0.954	3.670	4.236	-1.819	1.647	0.236	-0.566	-1.779	-0.527	-3.428	-2.178	-2.909	-1.862	-3.342	-2.104	-0.727	-2.840	-1.917	-4.666	-1.986	-4.205	-0.114	-4.044	0.204	-1.370	0.479	-0.011	6.020	0.000			
150	Brsno	Trijas	srednji prim	p	6.495	7.267	6.443	3.134	1.775	0.964	3.869	4.274	-1.808	1.450	0.016	-0.533	-1.828	-0.473	-3.641	-2.384	-2.781	-1.916	-3.278	-2.090	-0.710	-2.724	-1.832	-4.589	-2.019	-4.216	-0.152	-4.034	0.222	-1.299	0.411	0.013	5.974	-0.000			
151	Buavice	Trijas	donji prim	pop	6.067	7.337	6.516	2.746	1.339	0.464	2.683	4.322	-1.839	2.186	0.265	-0.339	-1.657	-1.369	-3.905	-1.985	-3.084	-1.859	-3.171	-1.955	-0.734	-2.532	-2.042	-4.557	-1.790	-4.028	-0.018	-3.864	0.330	-0.819	0.995	0.192	6.004	-0.000			
152	Buavice	Trijas	srednji prim	pop	6.198	7.428	6.56																																		

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 5.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lokalija	Podina	Položaj	Gentip	Struktup	SiO <sub>2</sub> clr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	MgOclr	CaOclr	Na <sub>2</sub> Oclr	K <sub>2</sub> Oclr	TiO <sub>2</sub> clr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	MnOclr	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Niclr	Scclr	Bacr	Beclr	Codr	Csclr	Gaclr	Hfclr	Nbclr	Rbclr	Srclr	Znclr	Baclr	Thclr	Taclr	Uclr	Vclr	Wclr	Zrcclr	Yclr	LFREclr	HREclr	Ohreclr	SUMclr
163	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	pop	6.477	7.434	6.526	2.741	1.464	1.464	3.106	4.377	-1.714	1.544	1.544	0.232	-0.490	-1.600	-1.171	-3.834	2.535	-3.124	-1.815	-3.108	-1.925	-0.532	-3.061	-1.635	-4.345	-1.782	-4.291	-0.232	-3.785	0.374	-0.961	0.584	0.222	6.089	-0.000	
164	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	pop	6.412	7.404	6.449	2.743	1.422	1.422	3.156	4.371	-1.756	1.502	1.502	0.190	-0.509	-1.643	-1.157	-3.270	2.600	-3.111	-1.840	-3.127	-1.921	-0.568	-3.029	-1.657	-4.905	-1.785	-4.333	-0.302	-3.877	0.362	-0.855	0.801	0.241	6.068	0.000	
165	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	op	6.382	7.403	6.509	2.705	1.429	1.429	3.022	4.369	-1.749	1.509	1.509	0.279	-0.502	-1.601	-1.330	-3.263	2.670	-3.272	-1.900	-3.180	-1.943	-0.555	-2.828	-1.698	-4.908	-1.807	-4.498	-0.420	-3.857	0.371	-0.914	0.809	0.227	6.084	-0.000	
166	Cvrenjaci	Lijas	gornji prim	op	6.558	7.381	6.512	2.883	1.743	1.743	3.327	4.373	-1.722	1.456	1.456	0.224	-0.481	-1.683	-0.971	-4.248	2.516	-3.032	-1.876	-3.141	-1.951	-0.522	-2.237	-1.823	-4.570	-1.859	-4.153	-0.117	-3.877	0.363	-0.951	0.668	0.236	6.091	0.000	
167	Cvrenjaci	Lijas	gornji prim	op	6.491	7.230	6.344	3.242	2.609	1.045	3.708	4.209	-1.845	1.246	1.246	0.183	-0.542	-1.826	-0.658	-4.148	2.086	-2.924	-2.044	-3.425	-2.147	-0.639	-3.360	-1.750	-4.693	-2.104	-4.109	-0.248	-4.148	0.157	-0.789	0.863	0.200	5.958	0.000	
168	Cvrenjaci	Lijas	donji prim	po	6.479	7.336	6.413	2.798	1.304	0.688	2.795	4.234	-0.400	1.471	1.471	0.241	-0.457	-1.656	-1.494	-4.600	-1.512	-3.571	-1.975	-3.256	-2.012	-0.575	-3.301	-1.396	-4.475	-1.811	-4.173	-0.222	-3.858	0.255	-0.867	1.237	0.342	6.068	-0.000	
169	Cvrenjaci	Lijas	donji prim	pop	6.540	7.486	6.513	2.788	1.330	0.819	2.583	4.393	-1.666	1.735	1.735	0.221	-0.478	-1.571	-1.627	-4.192	2.289	-3.403	-1.794	-3.101	-1.828	-0.448	-3.093	-1.560	-4.384	-1.604	-4.217	-0.093	-3.537	0.441	-1.122	0.700	0.244	6.213	0.000	
170	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	op	6.606	7.463	6.549	2.746	0.978	0.824	2.944	4.384	-1.661	1.671	1.671	0.285	-0.511	-1.584	-1.368	-3.964	-3.246	-3.332	-1.838	-3.097	-1.892	-0.437	-1.715	-1.537	-4.349	-1.667	-4.402	-0.161	-3.701	0.423	-1.220	0.761	0.229	6.180	-0.000	
171	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	op	6.553	7.457	6.510	2.751	0.960	0.960	2.984	4.421	-1.679	1.499	1.499	0.295	-0.485	-1.584	-1.315	-4.093	2.299	-3.193	-1.823	-3.115	-1.851	-0.450	-1.586	-1.586	-4.399	-1.685	-4.087	-0.058	-3.720	0.435	-1.197	0.835	0.219	6.186	0.000	
172	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	op	6.584	7.432	6.527	2.832	1.083	0.949	3.114	4.397	-1.997	1.488	1.488	0.312	-0.533	-1.577	-1.232	-4.216	-2.471	-3.195	-1.855	-3.125	-1.898	-0.454	-3.299	-1.635	-4.439	-1.756	-4.120	-0.057	-3.916	0.378	-1.222	0.572	0.211	6.119	-0.000	
173	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	op	6.562	7.426	6.481	2.794	1.067	0.779	3.098	4.367	-1.706	1.472	1.472	0.296	-0.562	-1.575	-1.199	-4.009	-2.134	-3.296	-1.854	-3.193	-1.934	-0.465	-2.910	-1.623	-4.519	-1.776	-4.070	-0.050	-3.932	0.362	-1.097	0.857	0.224	6.120	0.000	
174	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	pop	6.530	7.422	6.494	2.619	1.061	0.774	2.914	4.371	-1.711	1.547	1.547	0.290	-0.633	-1.580	-1.280	-4.237	2.313	-3.393	-1.885	-3.138	-1.915	-0.464	-2.915	-1.458	-4.492	-1.730	-4.095	-0.025	-3.815	0.396	-0.913	1.086	0.295	6.134	-0.000	
175	Cvrenjaci	Lijas	srednji prim	pop	6.678	7.413	6.477	2.774	1.497	0.804	3.020	4.374	-1.681	1.497	1.497	0.176	-0.623	-1.661	-1.262	-3.395	2.366	-3.384	-1.886	-3.177	-1.924	-0.428	-3.290	-1.747	-4.399	-1.802	-4.067	-0.125	-3.983	0.359	-1.009	0.673	0.282	6.184	-0.000	
176	Cvrenjaci	Lijas	gornji prim	pop	6.647	7.401	6.517	3.088	2.006	0.956	3.273	4.343	-1.683	1.575	1.575	0.291	-0.483	-1.663	-1.073	-4.902	2.380	-3.077	-1.874	-3.234	-2.009	-0.425	-3.398	-1.894	-4.565	-1.855	-3.986	-0.123	-3.909	0.289	-1.051	0.730	0.292	6.175	-0.000	
177	Cvrenjaci	Lijas	gornji prim	op	6.546	7.344	6.456	3.172	1.882	1.017	3.543	4.304	-1.756	1.503	1.503	0.246	-0.497	-1.716	-0.880	-4.569	2.398	-3.065	-1.964	-3.270	-2.078	-0.491	-2.834	-1.805	-4.603	-1.964	-4.099	-0.138	-3.927	0.240	-1.149	0.700	0.209	6.042	0.000	
178	Borovabrd	Lijas	donji prim	gp	5.535	5.535	4.332	3.189	1.878	0.154	2.655	5.259	0.920	3.980	3.980	0.095	-1.033	-2.299	-1.648	-5.477	1.452	-4.602	-3.888	-5.295	-2.218	-0.398	-0.091	-0.554	-3.791	-2.312	-3.907	-0.307	-4.170	-1.448	-1.163	1.545	0.162	8.134	-0.000	
179	Borovabrd	Lijas	donji prim	gp	6.058	7.110	5.387	1.920	1.878	0.154	2.655	5.259	0.920	3.980	3.980	0.095	-1.033	-2.299	-1.648	-5.477	1.452	-4.602	-3.888	-5.295	-2.218	-0.398	-0.091	-0.554	-3.791	-2.312	-3.907	-0.307	-4.170	-1.448	-1.163	1.545	0.162	8.134	-0.000	
180	Borovabrd	Lijas	donji prim	po	5.627	7.067	5.362	1.928	1.878	0.154	2.655	5.259	0.920	3.980	3.980	0.095	-1.033	-2.299	-1.648	-5.477	1.452	-4.602	-3.888	-5.295	-2.218	-0.398	-0.091	-0.554	-3.791	-2.312	-3.907	-0.307	-4.170	-1.448	-1.163	1.545	0.162	8.134	-0.000	
181	Borovabrd	Lijas	srednji prim	po	6.107	7.167	6.295	2.639	1.415	0.899	2.535	4.118	-0.600	1.597	1.597	0.042	-0.228	-1.679	-1.724	-3.190	0.928	-3.491	-1.961	-3.349	-2.042	-0.700	-3.126	-1.293	-4.675	-1.898	-4.940	-0.518	-3.910	0.254	-0.577	1.065	0.398	5.848	0.000	
182	Borovabrd	Lijas	srednji prim	pop	6.278	7.302	6.374	2.809	1.404	0.785	3.170	4.344	-1.161	1.611	1.611	0.225	-0.562	-1.639	-1.084	-3.820	-2.482	-3.201	-1.783	-3.201	-1.918	-0.562	-3.058	-1.401	-4.572	-1.925	-4.240	-0.128	-4.026	0.392	-0.997	0.886	0.214	5.967	-0.000	
183	Borovabrd	Lijas	srednji prim	pop	6.216	7.374	6.418	2.883	1.441	0.668	3.050	4.393	-1.817	1.709	1.709	0.311	-0.520	-1.618	-1.175	-3.783	2.506	-3.090	-1.733	-3.203	-1.848	-0.520	-3.021	-1.748	-4.476	-1.837	-4.203	-0.212	-3.905	0.481	-0.948	0.998	0.232	5.990	-0.000	
184	Borovabrd	Lijas	srednji prim	pop	6.357	7.286	6.340	2.918	2.208	0.786	3.446	4.248	-1.853	1.325	1.325	0.093	-0.665	-1.670	-0.977	-3.567	2.542	-3.043	-1.883	-3.340	-2.013	-0.550	-3.126	-1.611	-4.666	-1.887	-4.196	-0.155	-4.042	0.319	-0.886	1.089	0.236	5.961	-0.000	
185	Borovabrd	Lijas	srednji prim	p	6.356	7.332	6.423	2.995	1.656	0.930	3.538	4.300	-1.809	1.449	1.449	0.137	-0.628	-1.661	-0.801	-4.623	2.543	-3.027	-1.815	-3.245	-1.962	-0.501	-2.986	-1.558	-4.623	-1.844	-4.132	-0.119	-4.195	0.358	-0.963	1.006	0.252	6.002	0.000	
186	Borovabrd	Lijas	gornji prim	p	6.403	7.239	6.341	3.158	2.046	0.936	3.790	4.274	-1.866	1.392	1.392	0.042	-0.596	-1.789	-0.596	-3.886	2.141	-2.808	-1.839	-3.319	-2.024	-0.552	-3.213	-1.785	-4.680	-2.019	-4.149	-0.161	-4.003	0.324	-1.137	0.786	0.140	5.908	-0.000	
187	Borovabrd	Lijas	gornji prim	k	6.522	7.387	6.458	3.114	1.728	0.901	3.646	4.362	-1.738	1.258	1.258	0.118	-0.544	-1.718	-0.767	-4.951	2.830	-2.929	-1.766	-3.270	-1.929	-0.419	-3.252	-1.569	-4.620	-1.946	-4.061	-0.022	-3.704	0.369	-1.118	0.411	0.231	6.049	0.000	
188	Borovabrd_p	Lijas	donji prim	po	5.986	6.743	5.840	2.007	1.142	0.449	3.042	3.772	-1.588	1.925	1.925	0.296	0.283	-1.793	-1.161	-4.290	0.054	-4.132	-2.686	-3.875	-2.477	-0.999	-3.145	-2.023	-5.171	-2.562	-3.045	0.280	-4.549	-0.146	-1.157	1.727	0.518	5.578	-0.000	
189	Borovabrd_p	Lijas	donji prim	po	6.054	7.133	6.275	2.391	1.385	0.469	2.684	4.106	-0.623	1.510	1.510	0.112	-0.265	-1.597	-1.406	-3.626	1.785	-3.731	-2.106	-3.394	-2.065	-0.686	-3.095	-0.872	-4.734	-1.952	-3.577	0.091	-3.997	0.264	-1.077	0.960	0.066	5.842	-0.000	
190	Borovabrd_p	Lijas	donji prim	po	6.093	7.234	6.191	2.337	1.984	0.366	2.510	4.186	-0.175	2.058	2.058	0.007	-0.386	-1.736	-1.602	-3.682	-1.886	-3.660	-1.888	-3.337	-1.930	-0.632	-2.268	-1.011	-4.493	-1.810	-4.468	-0.415	-3.891	0.308	-0.920	0.850	0.194	5.902	-0.000	
191	Medjugorje	Lijas	donji prim	pop	6.482	7.212	6.386	2.595	1.136	1.031	3.253	4.186	-0.220	1.031	1.031	0.169	-0.242	-1.764	-0.881	-4.162	2.781	-3.631	-1.863	-3.338	-1.994	-0.519	-2.998	-0.911	-4.640	-1.923	-4.142	0.169	-3.996	0.283	-1.143	0.630	0.128	5.958	0.000	
192	Medjugorje	Lijas	srednji prim	pop	6.436	7.211	6.387	2.585	1.021	1.021	3.205	4.283	-0.078	1.221	1.221	0.047	-0.276	-1.774	-0.945	-4.172	2.600	-3.541	-1.866	-3.272	-1.925	-0.524	-2.837	-1.069	-4.501	-1.934	-3.925	0.156	-4.114	0.345	-1.194	0.569	0.117	5.9		





**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

**DODATAK 5.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VMP\_04 (CoDa-compositional data analysis)**

LB	Lokacija	Podina	Položaj	Gentip	Struktup	SiO <sub>2</sub> clr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	MgOclr	CaOclr	Na <sub>2</sub> Oclr	K <sub>2</sub> Oclr	TiO <sub>2</sub> clr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	MnOclr	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	Niclr	Scclr	Bacr	Beclr	Codr	Csclr	Gaclr	Hfclr	Nbclr	Rbclr	Srclr	Tadr	Thclr	Uclr	Vclr	Wclr	Znclr	Yclr	Zrclr	LrFeEclr	HrEclr	Ohrcclr	SUMclr
245	Cvenaglavica	Dog.-Oks.	donji	prim	po	6.491	7.379	6.451	3.100	1.139	1.021	3.272	4.209	-1.752	1.506	0.135	-0.134	-1.752	-1.164	-4.054	-2.259	-3.061	-1.889	-3.248	-2.048	-0.163	-3.266	-1.711	-4.329	-1.686	-4.470	0.043	-3.808	0.274	-0.983	0.307	0.367	6.080	-0.000
246	Cvenaglavica	Dog.-Oks.	donji	prim	po	6.446	7.387	6.417	3.087	1.125	0.874	3.246	4.231	-1.765	1.567	0.181	-0.109	-1.745	-1.246	-4.068	-2.306	-3.074	-1.835	-3.209	-2.021	-0.172	-3.112	-1.751	-4.578	-1.639	-4.424	0.085	-3.836	0.295	-1.002	0.532	0.359	6.062	0.000
247	Cvenaglavica	Dog.-Oks.	srednji	prim	po	6.497	7.403	6.481	3.018	1.154	0.903	3.275	4.230	-1.736	1.596	0.120	-0.188	-1.697	-1.182	-4.362	-2.327	-3.130	-1.850	-3.223	-1.979	-0.139	-3.250	-1.624	-4.454	-1.678	-4.424	-0.028	-3.746	0.289	-1.057	0.553	0.386	6.068	-0.000
248	Cvenaglavica	Dog.-Oks.	srednji	prim	po	6.449	7.387	6.428	3.073	1.009	0.875	3.311	4.238	-1.764	1.494	0.061	-0.166	-1.724	-1.154	-4.289	-2.242	-3.150	-1.832	-3.225	-1.999	-0.162	-3.278	-1.578	-4.423	-1.690	-4.367	0.001	-3.774	0.287	-0.902	0.666	0.390	6.052	0.000
249	Cvenaglavica	Dog.-Oks.	gornji	prim	po	6.426	7.399	6.476	3.085	1.021	0.887	3.336	4.269	-1.058	1.506	0.073	-0.179	-1.712	-1.131	-4.971	-2.233	-3.106	-1.799	-3.239	-1.990	-0.146	-3.361	-1.524	-4.532	-1.703	-4.355	0.076	-3.747	0.291	-1.031	0.538	0.377	6.057	0.000
250	Cvenaglavica	Dog.-Oks.	gornji	prim	po	6.444	7.380	6.444	3.026	1.011	0.877	3.235	4.230	-1.762	1.496	0.125	-0.156	-1.723	-1.243	-3.882	-2.250	-3.140	-1.815	-3.249	-2.021	-0.152	-3.371	-1.531	-4.511	-1.681	-4.366	0.013	-3.672	0.281	-1.031	0.548	0.366	6.080	0.000
251	Jelamak	Dog.-Oks.	donji	prim	po	6.283	7.219	6.380	3.245	1.575	0.882	3.367	4.060	-0.099	1.200	0.189	-0.258	-1.832	-1.238	-4.011	-2.233	-3.171	-1.970	-3.387	-2.197	-0.277	-3.500	-1.355	-4.671	-1.961	-4.255	-0.179	-3.916	0.129	-0.838	0.547	0.295	5.979	-0.000
252	Jelamak	Dog.-Oks.	gornji	prim	po	6.184	7.181	6.177	3.186	1.359	0.666	3.253	4.019	0.106	1.285	0.202	-0.268	-1.934	-1.363	-3.688	-1.522	-3.328	-2.001	-3.469	-2.290	-0.356	-3.112	-1.433	-4.661	-1.975	-4.180	-0.165	-3.831	0.084	-0.935	0.646	0.237	5.925	0.000

**Dodatak 5.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VMP\_04**

Roots Removed	Eigen-value	Canonic R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	3.86834	0.891398	0.07732	597.698	64	0.00
1	1.65643	0.789655	0.37644	228.126	31	0.00

Podina	DF1	DF2
Lijas	-1.14198	2.46187
Trijas	1.44573	-0.50302
Doger_Oksford	-4.34446	-1.72470

Podina	Percent	Lijas p=0,23016	Trijas p=0,62302	Doger_Oksf. p=0,14683
Lijas	82.7586	48	10	0
Trijas	96.1783	6	151	0
Doger_Oksf.	100.0000	0	0	37
<b>Total</b>	<b>93.6508</b>	<b>54</b>	<b>161</b>	<b>37</b>

L.B.	Observed	Lijas p=0,23016	Trijas p=0,62302	Doger_Oksf. p=0,14683
* 1	Lijas	0.047568	0.952432	0.000000
* 2	Lijas	0.382278	0.617658	0.000064
* 3	Lijas	0.088208	0.911792	0.000000
4	Trijas	0.168194	0.831806	0.000000
5	Trijas	0.129321	0.870679	0.000000
6	Trijas	0.357901	0.642099	0.000000
7	Trijas	0.004007	0.995993	0.000000
8	Trijas	0.000246	0.999754	0.000000
9	Trijas	0.000004	0.999996	0.000000
10	Trijas	0.000046	0.999954	0.000000
11	Trijas	0.000097	0.999902	0.000001
12	Trijas	0.000356	0.999644	0.000000
13	Trijas	0.000412	0.999582	0.000006
14	Trijas	0.003637	0.996363	0.000000
15	Trijas	0.001031	0.998969	0.000000
16	Trijas	0.002625	0.997375	0.000000
17	Trijas	0.128083	0.664734	0.207183
18	Trijas	0.001492	0.998504	0.000004
19	Trijas	0.003223	0.996762	0.000015
20	Trijas	0.005111	0.994889	0.000000
21	Trijas	0.000060	0.999940	0.000000
22	Trijas	0.000165	0.999835	0.000000
23	Trijas	0.000051	0.999949	0.000000
24	Trijas	0.000104	0.999896	0.000000
25	Trijas	0.000121	0.999879	0.000000
26	Trijas	0.001134	0.998866	0.000000
27	Trijas	0.000171	0.999829	0.000000
28	Trijas	0.000396	0.999604	0.000000
29	Trijas	0.013022	0.986978	0.000000
30	Trijas	0.000278	0.999722	0.000000
31	Trijas	0.000056	0.999944	0.000000
32	Trijas	0.049363	0.950637	0.000000
33	Trijas	0.000002	0.999998	0.000000
34	Trijas	0.349981	0.649996	0.000023
* 35	Trijas	0.611604	0.388396	0.000000
36	Trijas	0.000006	0.999994	0.000000
37	Trijas	0.000001	0.999999	0.000000
38	Trijas	0.000092	0.999908	0.000000
39	Trijas	0.000014	0.999986	0.000000

Varijable	DF1	DF2
SiO <sub>2</sub> clr	-0.178924	-0.307596
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	0.112653	0.382736
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	0.060926	0.194197
MgOclr	-0.254341	0.011287
CaOclr	0.055201	0.089638
Na <sub>2</sub> Oclr	-0.193985	-0.297456
K <sub>2</sub> Oclr	-0.078934	-0.217088
TiO <sub>2</sub> clr	0.188066	0.323383
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> clr	0.100268	-0.057679
MnOclr	0.038918	0.064034
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> clr	0.174588	0.364239
Niclr	-0.166636	-0.136538
Scclr	0.145398	0.187900
Baclr	0.016768	-0.241821
Beclr	-0.045048	0.106341
Coclr	0.083645	-0.040240
Csclr	-0.097500	-0.206876
Gaclr	0.089324	0.270484
Hfclr	0.179424	0.335052
Nbclr	0.241644	0.304431
Rbclr	-0.263276	-0.201342
Snclr	0.158500	0.135783
Srclr	0.193481	-0.092642
Taclr	0.167571	0.334355
Thclr	0.077027	0.274200
Uclr	0.218571	0.132075
Vclr	0.179370	0.168929
Wclr	0.028956	0.331522
Zrclr	0.208285	0.302835
Yclr	-0.131362	0.006344
LREEclr	0.007834	0.002933
HREEclr	-0.302915	-0.203954

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 5.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VMP\_04**

L.B.	Observed	Lijas	Trijas	Doger_Oksf.
40	Trijas	0.000005	0.999995	0.000000
41	Trijas	0.000972	0.999028	0.000000
42	Trijas	0.000080	0.999920	0.000000
43	Trijas	0.000110	0.999890	0.000000
44	Trijas	0.000004	0.999996	0.000000
45	Trijas	0.000309	0.999691	0.000000
46	Trijas	0.000005	0.999995	0.000000
47	Trijas	0.028795	0.941039	0.030165
48	Trijas	0.000259	0.999741	0.000001
49	Trijas	0.005567	0.994431	0.000002
50	Trijas	0.006227	0.993771	0.000003
51	Trijas	0.063398	0.936601	0.000001
52	Trijas	0.000010	0.999990	0.000000
53	Trijas	0.000064	0.999936	0.000000
54	Trijas	0.000081	0.999919	0.000000
55	Trijas	0.000170	0.999830	0.000000
56	Trijas	0.000174	0.999826	0.000000
57	Trijas	0.000475	0.999525	0.000000
58	Trijas	0.000192	0.999808	0.000000
59	Trijas	0.001417	0.998583	0.000000
60	Trijas	0.132445	0.867555	0.000000
61	Trijas	0.000060	0.999940	0.000009
62	Trijas	0.000512	0.999488	0.000004
63	Trijas	0.002203	0.997797	0.000000
64	Trijas	0.021443	0.978557	0.000000
65	Trijas	0.003439	0.996561	0.000000
66	Trijas	0.000001	0.999999	0.000000
67	Trijas	0.009400	0.990600	0.000000
68	Trijas	0.021740	0.978260	0.000000
69	Trijas	0.003425	0.996575	0.000000
70	Trijas	0.000355	0.999645	0.000000
71	Trijas	0.075216	0.924778	0.000007
72	Trijas	0.000001	0.999999	0.000000
73	Trijas	0.000803	0.999197	0.000009
74	Trijas	0.005603	0.994397	0.000000
75	Trijas	0.086157	0.913843	0.000000
76	Trijas	0.010838	0.989162	0.000000
77	Trijas	0.000552	0.999448	0.000004
78	Trijas	0.000153	0.999847	0.000000
79	Trijas	0.000280	0.999720	0.000000
80	Trijas	0.000042	0.999958	0.000000
81	Trijas	0.005999	0.994001	0.000000
82	Trijas	0.001219	0.998781	0.000000
83	Trijas	0.000320	0.999680	0.000001
84	Trijas	0.000176	0.999824	0.000000
85	Trijas	0.000122	0.999878	0.000000
86	Trijas	0.000038	0.999962	0.000010
87	Trijas	0.000354	0.999646	0.000000
88	Trijas	0.014848	0.985149	0.000002

L.B.	Observed	Lijas	Trijas	Doger_Oksf.
89	Trijas	0.000231	0.999769	0.000000
90	Trijas	0.000412	0.999588	0.000000
91	Trijas	0.000238	0.999762	0.000000
92	Trijas	0.000942	0.999058	0.000000
93	Trijas	0.007333	0.992667	0.000000
94	Trijas	0.000090	0.999910	0.000001
95	Trijas	0.077360	0.922636	0.000004
96	Trijas	0.001535	0.998465	0.000004
97	Trijas	0.000258	0.999742	0.000021
98	Trijas	0.000245	0.999755	0.000000
99	Trijas	0.000274	0.999726	0.000000
100	Trijas	0.001294	0.998706	0.000000
101	Trijas	0.030239	0.969761	0.000000
102	Trijas	0.023103	0.976897	0.000000
103	Trijas	0.014943	0.985057	0.000000
104	Trijas	0.001327	0.998673	0.002137
* 105	Trijas	0.809259	0.190735	0.000007
106	Trijas	0.000452	0.999548	0.000366
107	Trijas	0.006532	0.993468	0.000000
108	Trijas	0.000468	0.999532	0.000045
109	Trijas	0.000009	0.999991	0.000017
110	Trijas	0.000014	0.999986	0.000000
111	Trijas	0.000046	0.999954	0.000000
112	Trijas	0.000197	0.999803	0.000000
113	Trijas	0.000538	0.999462	0.000000
114	Trijas	0.002581	0.997419	0.000000
115	Trijas	0.000487	0.999513	0.000000
116	Trijas	0.003069	0.996931	0.000000
117	Trijas	0.003895	0.996104	0.000001
118	Trijas	0.016892	0.983108	0.000000
* 119	Trijas	0.822303	0.177696	0.000001
120	Trijas	0.003949	0.996051	0.000000
121	Trijas	0.000484	0.999516	0.000000
122	Trijas	0.000419	0.999581	0.000000
123	Trijas	0.001027	0.998973	0.000000
124	Trijas	0.019807	0.980193	0.000000
125	Trijas	0.003181	0.996819	0.000000
126	Trijas	0.046542	0.953458	0.000000
127	Trijas	0.002538	0.997462	0.000001
128	Trijas	0.002272	0.997728	0.000000
129	Trijas	0.005565	0.994435	0.000000
130	Trijas	0.015209	0.984786	0.000005
131	Trijas	0.003636	0.996364	0.000000
132	Trijas	0.001153	0.998847	0.000000
133	Trijas	0.021574	0.978426	0.000000
134	Trijas	0.005812	0.994188	0.000000
135	Trijas	0.313861	0.686137	0.000002
136	Trijas	0.070345	0.929655	0.000000
137	Trijas	0.392574	0.607420	0.000006

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 5.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VMP\_04**

L.B.	Observed	Lijas	Trijas	Doger_Oksf.
138	Trijas	0.083078	0.916922	0.000000
* 139	Trijas	0.586545	0.413455	0.000000
140	Trijas	0.258652	0.741348	0.000000
141	Trijas	0.208576	0.791424	0.000001
142	Trijas	0.099568	0.900431	0.000001
143	Trijas	0.011083	0.988908	0.000009
144	Trijas	0.120123	0.879870	0.000007
145	Trijas	0.053883	0.946092	0.000025
146	Trijas	0.128061	0.871902	0.000037
147	Trijas	0.023524	0.976476	0.000000
148	Trijas	0.051818	0.948145	0.000037
149	Trijas	0.227569	0.772429	0.000002
150	Trijas	0.045337	0.954662	0.000001
151	Trijas	0.001646	0.998354	0.000000
152	Trijas	0.101314	0.898663	0.000023
153	Trijas	0.022506	0.977105	0.000389
154	Trijas	0.020877	0.977781	0.001342
155	Trijas	0.001902	0.998098	0.000000
156	Trijas	0.090693	0.909305	0.000002
157	Trijas	0.212632	0.787318	0.000050
* 158	Trijas	0.570186	0.429801	0.000012
* 159	Trijas	0.567596	0.432390	0.000014
160	Trijas	0.110721	0.889268	0.000011
* 161	Lijas	0.360574	0.639425	0.000001
162	Lijas	0.527283	0.472717	0.000000
* 163	Lijas	0.333611	0.666385	0.000004
* 164	Lijas	0.171910	0.828088	0.000002
* 165	Lijas	0.221922	0.778076	0.000002
* 166	Lijas	0.490153	0.509812	0.000034
* 167	Lijas	0.371392	0.628578	0.000030
168	Lijas	0.957371	0.039605	0.003024
169	Lijas	0.937735	0.036668	0.025596
170	Lijas	0.965528	0.034458	0.000014
171	Lijas	0.968662	0.031334	0.000003
172	Lijas	0.977449	0.022540	0.000010
173	Lijas	0.975569	0.024430	0.000000
174	Lijas	0.924167	0.075833	0.000000
175	Lijas	0.990718	0.009282	0.000000
176	Lijas	0.874540	0.123893	0.001567
* 177	Lijas	0.221662	0.778201	0.000136
178	Lijas	0.999974	0.000026	0.000000
179	Lijas	0.999282	0.000718	0.000000
180	Lijas	0.999999	0.000001	0.000000
181	Lijas	0.998591	0.001406	0.000003
182	Lijas	0.984361	0.015639	0.000000
183	Lijas	0.989668	0.010332	0.000000
184	Lijas	0.990500	0.009499	0.000001
185	Lijas	0.962403	0.037597	0.000000
186	Lijas	0.981060	0.018930	0.000010

L.B.	Observed	Lijas	Trijas	Doger_Oksf.
187	Lijas	0.936106	0.060612	0.003282
188	Lijas	0.954260	0.045740	0.000000
189	Lijas	0.912249	0.087751	0.000000
190	Lijas	0.991586	0.008414	0.000000
191	Lijas	0.991257	0.008742	0.000001
192	Lijas	0.995982	0.004018	0.000000
193	Lijas	0.995252	0.004748	0.000000
194	Lijas	0.998261	0.001739	0.000000
195	Lijas	0.998964	0.001036	0.000000
196	Lijas	0.801720	0.197781	0.000500
197	Lijas	0.991099	0.008897	0.000004
198	Lijas	0.998262	0.001724	0.000013
199	Lijas	0.945991	0.052397	0.001612
200	Lijas	0.993782	0.006215	0.000003
201	Lijas	0.999612	0.000388	0.000000
202	Lijas	0.990435	0.009564	0.000000
203	Lijas	0.998454	0.001546	0.000000
204	Lijas	0.999942	0.000058	0.000000
205	Lijas	0.999448	0.000552	0.000000
206	Lijas	0.999315	0.000685	0.000000
207	Lijas	0.999921	0.000079	0.000000
208	Lijas	0.997212	0.002788	0.000000
209	Lijas	0.999854	0.000146	0.000000
210	Lijas	0.995325	0.004674	0.000001
211	Lijas	0.999393	0.000607	0.000000
212	Lijas	0.999469	0.000531	0.000000
213	Lijas	0.991898	0.008102	0.000000
214	Lijas	0.998779	0.001221	0.000000
215	Lijas	0.965088	0.034912	0.000000
216	Doger_Oksford	0.000957	0.000450	0.998594
217	Doger_Oksford	0.000006	0.000003	0.999991
218	Doger_Oksford	0.000001	0.000002	0.999998
219	Doger_Oksford	0.000001	0.000007	0.999993
220	Doger_Oksford	0.000001	0.000000	0.999999
221	Doger_Oksford	0.000001	0.000000	0.999999
222	Doger_Oksford	0.000010	0.000005	0.999985
223	Doger_Oksford	0.000007	0.000012	0.999982
224	Doger_Oksford	0.000001	0.000002	0.999997
225	Doger_Oksford	0.000000	0.000001	0.999999
226	Doger_Oksford	0.000001	0.000000	0.999999
227	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	0.999999
228	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
229	Doger_Oksford	0.000000	0.000002	0.999997
230	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
231	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
232	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
233	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
234	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
235	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 5.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VMP\_04**

L.B.	Observed	Lijas	Trijas	Doger_Oksf.
236	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
237	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
238	Doger_Oksford	0.000012	0.000005	0.999983
239	Doger_Oksford	0.000114	0.000023	0.999863
240	Doger_Oksford	0.000927	0.002881	0.996192
241	Doger_Oksford	0.000000	0.000001	0.999999
242	Doger_Oksford	0.000183	0.000660	0.999157
243	Doger_Oksford	0.000000	0.000002	0.999997
244	Doger_Oksford	0.000000	0.000001	0.999998
245	Doger_Oksford	0.000003	0.000001	0.999996
246	Doger_Oksford	0.000005	0.000006	0.999988
247	Doger_Oksford	0.000142	0.000117	0.999742
248	Doger_Oksford	0.000031	0.000075	0.999895
249	Doger_Oksford	0.000001	0.000000	0.999999
250	Doger_Oksford	0.000013	0.000008	0.999979
251	Doger_Oksford	0.000004	0.000030	0.999966
252	Doger_Oksford	0.000000	0.000001	0.999999

Squared Mahalanobis Distances (VMP_04)			
Podina	Lijas	Trijas	Doger_Oksford
Lijas	0.00000	10.32376	30.67118
Trijas	10.32376	0.00000	32.16393
Doger_Oksford	30.67118	32.16393	0.00000

**Dodatak 6.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obrađena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)**

LB	Podina	GenTip	Moedr	Cuodr	Pbodr	Znodr	Niodr	Coedr	Mnodr	Fedr	Asedr	Uodr	Thodr	Strdr	Codr	Veodr	Cuodr	Pedr	Laodr	Crdr	Mgodr	Baodr	Tiodr	Alodr	Naodr	Kodr	Zrdr	Ceodr	Sndr	Yodr	Nbodr	Taodr	Scdr	Liodr	Rbodr	Hfodr	Otherdr	
G1	Laz	Trijas	-3.734	-1.111	-0.108	0.750	0.985	-1.054	2.017	6.663	-1.747	-3.251	-1.675	-1.329	-0.455	0.651	1.509	0.150	-0.808	0.606	2.128	-1.354	4.271	7.021	0.661	0.644	-0.306	-2.902	-1.499	-1.432	-3.302	-1.432	0.592	-5.043	-2.845	8.396	0.000	
G2	Laz	Trijas	-3.983	-1.004	0.042	0.690	0.008	-1.681	1.945	6.620	-1.750	-3.290	-1.681	-1.211	-0.820	0.528	1.003	0.265	-1.057	0.571	2.231	-1.150	4.273	7.053	0.858	0.989	0.635	-0.518	-2.841	-1.648	-1.423	-3.274	-1.418	0.671	-4.389	-2.779	8.336	-0.000
G3	Laz	Trijas	-3.790	-1.007	0.003	0.624	0.228	-1.718	1.849	6.617	-1.488	-3.405	-1.795	-0.989	-0.483	0.606	0.276	0.333	-0.936	0.495	1.989	-1.376	4.262	6.985	0.690	0.727	0.611	-0.560	-2.851	-1.633	-1.425	-3.222	-1.718	0.475	-3.915	-2.711	8.453	0.000
G4	Laz	Trijas	-4.279	-1.248	-0.433	0.575	0.256	-1.396	1.558	6.228	-1.941	-3.516	-1.812	-0.951	-0.114	0.283	0.562	0.085	-0.271	0.193	2.388	-1.197	4.023	6.693	0.578	0.823	0.335	-0.441	-3.111	-0.954	-1.673	-3.533	-1.697	0.396	-3.922	-3.111	8.124	-0.000
G5	Liverovci	Trijas	-3.850	-0.612	-0.347	0.977	0.361	-1.614	1.869	6.796	-1.268	-3.595	-1.685	-1.723	-0.393	0.572	1.416	0.094	-1.318	0.544	2.457	-1.846	4.254	7.032	0.723	0.332	0.655	-0.539	-2.795	-1.467	-1.420	-3.241	-1.723	0.946	-3.372	-2.679	8.459	-0.000
G6	Liverovci	Trijas	-3.886	-1.073	-0.331	0.918	0.463	-1.551	1.838	6.775	-1.201	-3.599	-1.727	-1.727	-0.459	0.512	1.817	-0.043	-1.401	0.444	2.565	-1.689	4.204	6.985	0.752	0.266	0.636	-0.350	-2.881	-1.476	-1.488	-3.262	-1.727	0.989	-3.193	-2.788	8.468	0.000
G7	Liverovci	Trijas	-4.217	-1.801	-0.260	0.864	0.342	-1.509	1.840	6.746	-1.342	-3.396	-1.673	-1.709	-0.823	0.475	1.079	0.070	-1.292	0.437	2.596	-1.709	4.239	7.017	0.763	0.272	0.653	-0.517	-2.786	-1.389	-1.430	-3.247	-1.673	1.006	-3.059	-2.703	8.437	-0.000
G8	Liverovci	Trijas	-4.202	-1.000	-0.249	0.891	0.250	-1.551	1.769	6.712	-1.414	-3.691	-1.612	-1.677	-0.608	0.471	2.961	0.115	-1.207	0.407	2.472	-1.677	4.186	7.012	0.557	2.418	0.569	-0.380	-2.961	-1.489	-1.514	-3.286	-1.710	0.862	-2.998	-2.775	8.336	-0.000
G9	Liverovci	Trijas	-4.035	-0.959	-0.363	0.948	0.223	-1.579	1.692	6.680	-1.523	-3.524	-1.668	-1.608	-0.478	0.533	2.086	0.002	-1.305	0.453	2.467	-1.396	4.182	7.021	0.724	0.804	0.564	-0.480	-2.883	-1.587	-1.520	-3.342	-1.700	0.840	-2.937	-2.736	8.257	-0.000
G10	Liverovci	Trijas	-4.517	-0.978	-0.628	0.798	0.099	-1.298	1.317	6.171	-1.847	-3.496	-1.671	-1.234	-0.272	0.448	2.934	0.289	-1.298	0.856	2.445	-1.234	4.173	6.982	0.753	0.832	0.522	-0.277	-3.026	-1.655	-1.508	-3.330	-1.886	0.756	-2.802	-2.802	8.384	-0.000
G11	Liverovci	Trijas	-4.723	-1.284	-1.322	0.341	-0.450	-1.728	2.253	5.787	-1.820	-3.868	-1.958	-1.154	-3.750	0.149	6.675	0.686	-0.659	-0.185	2.647	-1.143	3.817	6.543	1.109	2.989	0.126	-0.136	-3.496	-1.048	-1.894	-3.706	-1.958	0.222	-2.856	-3.308	8.104	0.000
G12	Liverovci	Trijas	-4.508	-1.173	-1.156	0.413	-0.345	-1.245	2.189	5.765	-1.785	-3.864	-1.918	-0.375	-3.641	0.097	6.572	0.486	-0.751	-0.253	2.687	-1.130	3.803	6.567	0.716	2.910	0.095	-0.267	-3.290	-1.154	-1.866	-3.792	-2.072	0.283	-2.765	-3.304	8.131	0.000
G13	Liverovci	Trijas	-4.062	-1.025	-0.751	0.617	-0.111	-1.678	1.749	6.837	-1.602	-3.118	-1.914	-0.720	-0.910	0.679	4.035	0.651	-1.308	0.421	2.548	-1.172	3.939	6.629	0.701	3.004	0.430	-0.827	-3.118	-1.556	-1.694	-3.648	-1.914	0.622	-2.750	-3.013	8.027	0.000
G14	Zagrad2	Trijas	-3.459	-1.265	-0.548	0.820	0.084	-1.484	2.574	6.425	-0.614	-3.179	-1.821	-1.662	-3.828	0.244	3.947	-0.078	-0.982	0.535	2.002	-0.969	3.884	6.577	-0.129	1.937	0.286	0.373	-3.073	-1.176	-1.879	-3.671	-1.765	0.045	-2.737	-3.073	8.060	-0.000
G15	Zagrad2	Trijas	-2.731	-0.991	-0.144	0.179	-0.428	-2.313	0.724	6.818	-0.639	-2.852	-1.753	-1.430	-0.798	0.444	4.273	-0.010	-1.662	0.687	2.205	-1.802	4.279	7.046	0.278	1.887	0.725	-1.134	-2.756	-1.807	-1.437	-3.250	-1.853	0.350	-2.090	-2.718	8.701	-0.000
G16	Zagrad2	Trijas	-2.240	-1.185	-0.162	0.468	-0.396	-0.892	0.990	7.406	0.297	-2.900	-1.663	-1.663	-1.663	-0.186	3.619	-0.309	-1.408	0.714	2.281	-1.765	3.938	6.652	-0.309	1.300	0.447	0.413	-3.123	-1.663	-1.733	-3.528	-1.433	-0.245	-2.900	-2.900	8.133	-0.000
G17	Zagrad2	Trijas	-3.419	-1.339	-0.278	0.236	-0.566	-1.978	1.738	6.793	-1.185	-3.131	-1.285	-1.312	-0.740	0.687	2.273	0.270	-0.934	1.030	1.628	-1.555	4.392	7.070	0.423	0.781	0.926	0.676	-2.682	-1.665	-1.259	-3.098	-1.555	-0.401	-2.438	-2.438	8.534	-0.000
G18	Zagrad2	Trijas	-3.227	-1.338	-0.154	0.369	-0.563	-1.170	1.972	6.622	-0.519	-3.105	-1.468	-1.525	-0.464	0.354	2.945	0.024	-1.376	0.736	1.962	-1.650	4.220	7.020	0.184	1.500	0.638	0.018	-3.865	-1.657	-1.454	-3.276	-1.650	-0.002	-2.749	-2.749	8.393	0.000
G19	Zagrad2	Trijas	-2.571	-1.603	-0.910	0.468	-0.295	-1.314	0.455	6.357	-0.450	-3.618	-1.785	-1.449	-0.523	-0.168	0.988	-0.505	-1.138	0.575	3.264	-1.570	3.775	6.979	0.476	3.552	0.180	-0.800	-2.869	-1.623	-1.974	-3.752	-1.826	0.489	-2.060	-3.058	8.508	0.000
G20	Zagrad2	Trijas	-3.696	-1.037	-0.267	0.675	0.126	-1.958	1.830	6.835	-1.285	-3.157	-1.548	-1.730	-0.612	0.631	1.602	0.126	-1.423	1.033	2.221	-2.059	3.971	7.095	0.187	0.755	0.873	0.151	-2.687	-1.617	-1.298	-3.032	-1.653	0.449	-1.953	-2.551	8.483	0.000
G21	Zagrad2	Trijas	-3.812	-1.104	-0.151	0.410	-0.593	-1.897	1.718	6.759	-1.316	-3.050	-1.510	-1.287	-0.436	0.764	1.961	0.505	-1.376	1.027	1.555	-1.623	4.484	6.964	-0.237	0.862	0.953	0.421	-2.612	-1.826	-1.176	-2.970	-1.623	-0.217	-2.444	-2.444	8.674	-0.000
G22	Zagrad2	Trijas	-3.795	-1.171	-0.327	0.294	-0.948	-1.915	1.793	6.771	-1.122	-3.068	-1.458	-0.782	-0.429	0.724	2.143	0.810	-1.249	0.918	1.537	-1.969	4.445	7.041	-0.254	0.439	0.955	0.258	-2.471	-1.729	-1.124	-2.914	-1.564	-0.429	-1.769	-2.375	8.633	-0.000
G23	Zagrad2	Trijas	-3.831	-1.143	-0.276	0.475	-0.711	-0.806	0.803	6.593	-0.480	-3.109	-1.499	-1.084	-0.585	0.834	2.190	0.937	-1.341	0.685	1.496	-2.010	4.276	7.025	0.544	1.496	0.835	0.218	-2.742	-1.670	-1.287	-3.095	-1.919	-0.656	-1.919	-2.657	8.393	0.000
G24	Zagrad2	Trijas	-3.777	-1.149	-0.915	0.517	-0.272	-1.712	2.039	6.133	-1.494	-3.634	-1.992	-1.534	-3.601	0.108	3.975	0.661	-0.597	0.278	3.091	-0.851	3.668	6.586	0.615	3.240	0.097	-0.163	-3.398	-1.081	-2.005	-3.837	-1.842	0.415	-2.248	-3.346	8.024	0.000
G25	Zagrad1	Trijas	-2.880	-1.397	-0.566	0.085	-0.881	-1.096	1.694	6.784	-0.444	-3.062	-1.295	-1.057	-5.008	0.626	2.162	3.885	-1.371	0.751	1.389	-1.607	4.314	7.073	-0.141	1.389	0.883	0.533	-2.845	-2.096	-1.215	-2.954	-1.641	-0.691	-1.789	-2.443	8.413	0.000
G26	Zagrad1	Trijas	-2.808	-1.409	-0.375	0.278	-1.004	-1.378	1.182	6.686	-0.598	-2.795	-1.291	-1.137	-0.780	0.593	2.128	0.318	-1.579	0.701	1.676	-1.930	4.405	7.220	0.007	1.522	0.888	0.060	-2.533	-2.013	-1.214	-2.943	-1.697	-0.655	-1.617	-2.477	8.585	0.000
G27	Zagrad1	Trijas	-2.755	-1.445	-0.110	0.233	-1.085	-1.479	0.887	6.790	-0.556	-2.767	-1.291	-1.040	-5.070	0.622	2.324	0.452	-1.551	0.748	1.551	-1.551	4.463	7.172	0.021	1.145	0.939	-0.183	-2.422	-2.106	-1.178	-2.915	-1.755	-0.688	-1.551	-2.361	8.620	0.000
G28	Zagrad1	Trijas	-1.948	-1.395	-0.437	0.068	-1.231	-2.019	0.818	6.775	-0.451	-2.329	-1.431	-1.038	-5.644	0.591	1.957	0.283	-2.019	0.932	1.957	-2.019	4.661	7.441	0.214	1.487	1.114	-1.090	-2.445	-2.276	-1.004	-2.825	-1.683	-0.132	-2.242	-2.242	8.721	-0.000
G29	Zagrad1	Trijas	-1.838	-1.658	-0.503	0.082	-1.055	-2.308	0.894	6.656	-0.588	-2.228	-1.392	-1.392	-1.055	-5.997	0.688	2.210	3.443	-0.201	1.018	2.009	4.542	7.295	0.218	1.892	1.144	-1.104	-2.521	-2.251	-1.030	-2.833	-1.702	0.051	-2.228	-2.228	8.683	-0.000
G30	Zagrad1	Trijas	-1.753	-1.452	-0.589	0.112	-1.252	-2.551	0.694	6.577	-0.654	-2.263	-1.381	-1.035	-7.051	0.488	2.650	0.262	-1.858	0.945	2.342	-1.858	4.590	7.349	0.388	2.342	1.057	-1.011	-2.562	-2.168	-1.095	-2.817	-1.753	0.164	-2.263	-2.263	8.739	0.000
G31	Zagrad1	Trijas	-2.784	-1.491	-0.752	1.078	0.309	-0.248	2.673	7.065	-0.196	-3.866	-2.480	-1.786	-3.066	-0.215	5.236	-0.005	-1.158																			



METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 6.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obradena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lok	Podina	Gen tip	Moord	Cuclr	Pbdr	Znclr	Niclr	Coclr	Mnclr	Fecclr	Asclr	Uclr	Theclr	Scclr	Cdclr	Laclr	Crclr	Mgclr	Baclr	Ticlr	Alclr	Naclr	Kclr	Zrclr	Ceclr	Sndr	Yclr	Nbclr	Taclr	Scclr	Liclr	Rbclr	Hfclr	Othecclr				
G46	KB_Palez	Trijas	prim	-3.659	-0.801	-0.405	0.073	0.023	-1.465	1.847	6.713	-1.465	-3.634	-1.885	-1.762	-5.020	0.614	1.194	-0.153	-1.619	0.646	2.293	-1.236	4.258	6.907	0.920	3.222	0.684	-0.466	-2.604	-2.076	-1.409	-3.245	-1.976	0.469	-1.307	-2.718	8.444	-0.000
G47	KB_Palez	Trijas	prim	-3.979	-0.282	-0.218	0.658	0.003	-1.920	1.629	6.458	-1.495	-3.469	-2.305	-1.644	-4.816	0.431	1.925	-0.291	-2.245	0.415	2.785	-0.307	4.154	6.804	1.285	4.355	0.583	-1.166	-2.786	-2.337	-1.514	-3.373	-2.082	0.347	-1.340	-2.775	8.413	-0.000
G48	KB_Palez	Trijas	prim	-4.046	-0.615	-0.022	0.479	-0.116	-2.195	0.928	5.384	-1.502	-3.225	-1.538	-1.538	-5.191	0.364	1.850	-0.334	-1.096	0.550	2.604	-0.942	4.221	6.949	0.836	3.532	0.639	-0.063	-2.542	-1.859	-1.440	-3.353	-2.062	0.381	-1.073	-2.755	8.788	-0.000
G49	KB_Palez	Trijas	prim	-3.585	-1.578	-0.292	0.778	-0.094	-1.727	2.045	6.714	-1.308	-3.559	-1.650	-1.950	-5.169	0.901	1.962	-0.446	-1.184	0.634	1.962	-1.544	4.349	6.849	0.448	2.955	0.683	-0.158	-2.539	-1.657	-1.346	-3.137	-1.950	0.236	-1.161	-2.643	8.559	-0.000
G50	KB_Palez	Trijas	prim	-3.793	-1.555	-0.322	0.764	-0.081	-1.698	1.942	6.699	-1.401	-3.570	-1.660	-1.865	-5.649	0.661	2.047	-0.456	-0.879	0.601	2.047	-1.589	4.342	6.858	0.482	2.784	0.670	0.014	-2.505	-1.579	-1.353	-3.132	-1.821	0.362	-1.150	-2.759	8.546	0.000
G51	KB_Palez	Trijas	prim	-3.883	-1.581	-0.450	0.781	0.009	-1.796	2.006	6.592	-1.549	-3.628	-1.879	-1.837	-5.238	0.511	2.299	-0.410	-0.904	0.351	2.363	-1.044	4.225	6.838	0.814	3.352	0.552	-0.227	-2.572	-1.634	-1.442	-3.347	-2.070	0.436	-1.186	-2.935	8.484	-0.000
G52	KB_Palez	Trijas	prim	-3.936	-0.599	-0.523	0.673	-0.070	-1.403	1.672	6.559	-1.597	-3.543	-1.934	-1.672	-5.035	0.441	1.873	-0.229	-1.797	0.464	2.448	-1.123	4.255	7.047	0.869	3.364	0.610	-0.835	-2.675	-2.045	-1.418	-3.225	-2.039	0.631	-1.079	-2.732	8.563	0.000
G53	KB_Palez	Trijas	prim	-3.840	0.225	-0.510	0.708	-0.077	-1.192	1.707	6.512	-1.573	-3.296	-2.340	-1.727	-5.128	0.316	2.003	-0.405	-0.940	0.475	2.533	-0.762	4.200	6.930	1.159	3.977	0.611	-1.573	-2.657	-2.063	-1.458	-3.257	-2.266	0.693	-1.034	-2.708	8.621	0.000
G54	KB_Palez	Trijas	prim	-3.635	-0.421	-0.360	1.194	0.043	-1.325	1.503	4.967	-1.584	-3.060	-2.367	-1.738	-4.351	0.317	2.005	-0.352	-2.837	0.149	2.932	-0.377	4.086	6.829	1.274	4.450	0.501	-1.556	-2.797	-2.706	-1.578	-3.434	-2.249	0.478	-1.247	-2.942	8.433	-0.000
G55	KB_Lokve	Trijas	prim	-2.485	-1.014	-0.182	0.763	0.196	-1.784	0.470	6.023	-0.514	-2.700	-2.363	-1.635	-5.359	0.897	2.938	0.073	-2.112	0.639	3.068	-1.912	4.133	6.882	0.667	2.935	0.501	-1.635	-2.720	-2.275	-1.646	-3.413	-2.294	1.538	-1.091	-2.805	8.555	-0.000
G56	KB_Lokve	Trijas	prim	-4.325	-1.821	-0.738	0.534	-0.060	-2.140	1.549	6.291	-2.347	-3.814	-2.273	-0.980	-5.423	0.356	3.025	0.098	-2.022	0.454	3.564	-0.338	4.074	6.959	1.240	4.576	0.508	-1.301	-2.704	-2.259	-1.635	-3.501	-2.022	1.230	-0.980	-2.966	8.614	-0.000
G57	KB_Lokve	Trijas	prim	-3.877	-0.966	-0.221	0.861	0.064	-1.020	1.811	6.679	-1.512	-3.217	-1.918	-1.873	-4.133	0.464	2.941	-0.308	-1.453	0.593	2.369	-2.236	4.230	6.843	0.290	1.676	0.593	-0.384	-2.696	-1.555	-1.518	-3.341	-2.013	0.525	-1.057	-2.811	8.482	0.000
G58	KB_Lokve	Trijas	prim	-4.002	-1.146	-0.371	0.614	0.048	-1.530	1.555	6.676	-1.469	-3.204	-1.905	-1.818	-4.303	0.420	2.654	-0.208	-1.258	0.628	2.500	-2.000	4.205	6.862	0.251	2.094	0.604	-0.200	-2.635	-1.533	-1.463	-3.273	-2.051	0.584	-1.025	-2.798	8.496	-0.000
G59	KB_Lokve	Trijas	prim	-4.132	-1.014	-0.454	0.726	0.079	-1.597	1.736	6.710	-1.499	-3.355	-1.969	-1.874	-4.628	0.557	2.225	-0.264	-1.633	0.719	2.474	-1.746	4.276	6.954	0.596	2.636	0.688	-0.731	-2.585	-1.654	-1.421	-3.278	-1.969	0.759	-0.976	-2.768	8.514	0.000
G60	KB_Lokve	Trijas	prim	-3.870	-0.792	-0.540	0.937	0.153	-1.567	1.695	6.707	-1.567	-3.325	-2.044	-1.990	-4.242	0.499	1.868	-0.435	-1.039	0.752	2.561	-1.602	4.262	6.917	0.587	3.003	0.633	-1.085	-2.663	-1.929	-1.469	-3.248	-2.044	0.882	-0.927	-2.737	8.563	-0.000
G61	KB_Lokve	Trijas	prim	-4.003	-0.535	-0.482	0.860	0.014	-1.404	1.825	6.603	-1.571	-3.681	-2.234	-1.809	-4.426	0.422	2.310	-0.462	-1.392	0.549	2.757	-0.924	4.035	6.846	0.986	3.000	0.524	-1.060	-2.785	-2.042	-1.663	-3.478	-2.123	0.578	-1.042	-2.870	8.405	-0.000
G62	Podplanišnik1	Trijas	pretal	-4.207	-1.689	-0.646	0.398	-0.518	-2.032	1.399	6.138	-1.513	-3.514	-1.777	-1.232	-4.059	0.319	1.906	-0.250	-0.803	0.464	2.883	-1.362	3.971	6.563	0.357	2.243	0.361	-0.344	-2.735	-1.562	-1.739	-3.475	-1.988	-0.182	-1.080	-3.044	8.393	-0.000
G64	Podplanišnik1	Trijas	pretal	-4.112	-1.382	-0.854	0.062	-0.792	-2.166	1.480	6.301	-1.684	-3.419	-1.977	-1.036	-3.958	0.365	1.546	-0.200	-0.984	0.639	2.860	-1.382	3.966	6.570	0.136	3.108	0.385	-0.400	-2.939	-1.545	-1.742	-3.524	-1.915	-0.466	-1.150	-3.013	8.235	-0.000
G65	Podplanišnik1	Trijas	pretal	-4.166	-1.576	-0.869	0.279	-0.389	-1.576	1.275	6.301	-1.792	-3.213	-1.981	-1.065	-4.754	0.342	4.666	-0.024	-1.268	0.517	3.083	-1.032	4.037	6.776	0.609	3.777	0.444	-0.496	-2.951	-2.055	-1.657	-3.492	-2.115	0.093	-1.082	-2.962	8.313	-0.000
G66	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.773	-1.026	-0.475	0.878	0.202	-1.235	1.745	6.693	-0.886	-3.610	-2.163	-2.001	-4.527	0.484	2.173	-0.497	-2.289	0.609	2.744	-1.235	4.216	6.858	0.802	3.322	0.533	-1.386	-2.665	-2.052	-1.503	-3.329	-2.052	0.756	-0.902	-2.917	8.489	-0.000
G67	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.621	-1.252	-0.772	0.822	-0.079	-1.439	1.639	6.442	-1.274	-3.493	-2.138	-1.925	-5.103	0.327	3.264	-0.721	-1.637	0.454	2.904	-1.132	4.174	6.696	0.811	3.394	0.481	-0.315	-2.770	-1.701	-1.567	-3.362	-2.330	0.732	-0.992	-2.905	8.408	0.000
G68	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.687	-1.266	-0.630	0.843	-0.083	-1.539	1.532	6.527	-1.223	-3.464	-2.077	-1.937	-4.667	0.365	3.221	-0.468	-1.741	0.562	2.900	-1.462	4.235	6.752	0.631	3.029	0.472	-0.619	-2.657	-1.826	-1.515	-3.248	-2.129	0.664	-0.946	-2.876	8.428	-0.000
G69	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.604	-1.368	-0.826	0.803	-0.174	-1.603	1.660	6.547	-1.392	-3.520	-2.134	-1.797	-4.793	0.338	2.843	-0.524	-1.911	0.620	3.059	-0.799	4.170	6.817	1.044	3.870	0.442	-0.675	-2.978	-1.919	-1.699	-3.338	-2.134	0.567	-0.987	-2.932	8.327	0.000
G70	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.496	-0.718	-0.756	0.812	-0.213	-1.319	1.537	6.451	-1.297	-3.333	-2.081	-1.906	-4.789	0.380	2.976	-0.425	-1.758	0.796	2.812	-1.065	4.152	6.763	0.841	3.558	0.395	-0.756	-2.813	-1.837	-1.724	-3.467	-2.181	0.477	-0.966	-2.928	8.366	-0.000
G72	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.397	-0.850	-0.284	-0.259	-1.095	-2.280	1.610	7.144	-0.989	-2.732	-1.152	-0.519	-6.981	0.093	2.492	0.937	-1.041	1.002	1.026	-2.039	4.939	7.271	2.296	1.222	0.067	-1.977	-1.471	-0.788	-2.599	-1.587	-2.481	-2.193	-2.158	8.738	-0.000	
G73	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.470	-1.059	-0.392	-0.304	-1.112	-2.325	1.310	6.999	-1.112	-2.777	-1.196	-0.548	-7.025	0.109	2.991	0.838	-1.034	1.204	0.981	-2.084	4.921	7.330	0.341	0.981	1.219	-0.148	-1.982	-1.484	-0.813	-2.559	-1.778	-1.889	-0.533	-2.158	8.738	-0.000
G74	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.361	-1.058	-0.292	-0.173	-0.891	-2.157	1.600	7.203	-0.917	-2.763	-1.188	-0.548	-6.858	1.083	2.247	0.883	-1.259	1.040	1.436	-2.070	4.871	7.269	-0.461	0.050	1.178	0.181	-2.045	-1.616	-0.864	-2.581	-1.419	-2.946	-0.350	-2.158	8.931	0.000
G75	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.393	-0.810	-0.319	-0.283	-0.895	-1.811	1.581	6.985	-1.175	-2.910	-1.288	-0.527	-7.004	0.904	2.543	1.002	-1.118	0.893	1.695	-2.217	4.786	7.237	0.453	0.597	1.072	0.316	-2.106	-1.633	-0.884	-2.687	-1.483	-2.622	-0.482	-2.304	8.772	-0.000
G76	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.534	-1.170	-0.219	-0.197	-0.936	-2.299	1.504	7.003	-1.170	-3.087	-1.329	-0.671	-5.613	0.860	2.473	0.973	-0.913	0.741	1.007	-2.212	4.796	7.212	-0.448	1.007	1.065	0.065	-2.229	-1.527	-0.966	-2.709	-1.439	-2.058	-0.463	-2.299	8.781	-0.000
G77	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.582	-1.280	0.083	-0.315	-0.794	-2.180	1.590	7.007	-1.032	-2.954	-1.249	-0.511	-7.048	0.760	1.469	1.407	0.324	0.706	0.958	-2.180	4.767	7.212	0.497	0.553	1.033	0.330	-2.220	-1.324	-0.991	-2.744	-1.311	-1.855	-0.497	-2.347	8.713	0.000
G78	Djurakovo2	Trijas	prim	-3.399	-1.4																																		

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 6.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obradena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lok	Podina	Gentip	Moord	Cuclr	Pbdr	Znclr	Nicl	Coclr	Mnclr	Feclr	Asclr	Uclr	Theclr	Scclr	Cdclr	Vclr	Caclr	Pclr	Laclr	Crclr	Mgclr	Baclr	Ticl	Alclr	Naclr	Kclr	Zrclr	Ceclr	Sndr	Yclr	Nbdr	Taclr	Scclr	Licl	Rbclr	Hfclr	Othclr		
G90	Blockistan	Trijas	prim	-3.759	-1.105	-0.700	0.995	0.042	-1.539	1.673	6.670	-1.456	-3.485	-2.204	-1.959	-0.464	0.439	1.708	-0.226	-1.959	0.646	2.843	-1.483	4.347	6.652	0.946	2.807	0.503	-1.162	-2.634	-1.542	-1.604	-3.336	-2.150	1.121	-0.687	-2.897	8.357	0.000	
G91	Blockistan	Trijas	prim	-3.729	-1.139	-0.693	1.079	-0.013	-1.514	1.768	6.653	-1.455	-3.401	-2.120	-1.966	-0.494	0.424	1.541	-0.223	-1.966	0.614	2.591	-1.484	4.389	6.654	0.876	2.814	0.575	-1.373	-2.585	-1.570	-1.520	-3.202	-2.120	0.911	-0.591	-2.813	8.478	0.000	
G92	Blockistan	Trijas	prim	-3.662	-1.137	-0.642	0.989	-0.100	-1.751	1.710	6.671	-1.583	-3.439	-2.104	-1.913	-0.614	0.419	1.922	-0.107	-1.751	0.582	2.447	-1.753	4.430	6.641	0.750	2.692	0.628	-1.178	-2.624	-1.496	-1.422	-3.177	-2.158	0.894	-0.618	-2.746	8.424	0.000	
G93	Blockistan	Trijas	prim	-3.935	-1.301	-0.825	1.011	0.091	-1.663	1.603	6.518	-1.951	-3.520	-2.357	-2.085	-3.648	0.260	1.779	-0.524	-1.633	0.645	3.087	-0.970	4.280	6.834	1.144	3.237	0.456	-0.925	-2.768	-1.399	-1.654	-3.337	-2.185	1.019	-0.687	-2.932	8.335	-0.000	
G94	Blockistan	Trijas	prim	-4.040	-1.097	-0.735	1.094	0.158	-1.703	1.564	6.582	-1.846	-3.495	-2.332	-2.013	-3.718	0.312	1.698	-0.317	-1.467	0.456	2.997	-1.343	4.313	6.790	0.983	2.902	0.456	-0.945	-2.762	-1.398	-1.617	-3.346	-2.160	1.108	-0.650	-2.802	8.371	-0.000	
G95	Blockistan	Trijas	prim	-4.101	-0.688	-0.822	1.057	-0.018	-1.798	1.589	6.535	-1.870	-3.556	-2.221	-1.908	-3.498	0.277	2.004	-0.224	-1.404	0.574	2.905	-1.528	4.287	6.611	0.748	2.772	0.462	-0.809	-2.759	-1.433	-1.628	-3.309	-2.121	0.950	-0.700	-2.863	8.288	0.000	
G96	Blockistan	Trijas	prim	-3.821	-0.281	-0.695	1.129	0.091	-1.546	1.494	6.524	-1.924	-3.492	-2.394	-1.924	-3.533	0.283	1.983	-0.026	-1.668	0.745	2.938	-1.668	4.229	6.794	0.985	2.799	0.476	-1.113	-2.625	-1.697	-1.636	-3.434	-2.268	0.936	-0.624	-3.022	8.385	-0.000	
G97	Blockistan	Trijas	bagl	-3.548	-1.358	-0.382	0.986	-0.805	-1.960	2.071	5.684	-1.763	-3.709	-2.004	-0.026	-4.179	-0.198	1.750	-0.020	-0.891	0.162	3.381	-1.694	3.939	6.664	0.385	2.645	0.150	-0.275	-3.255	-1.463	-1.247	-3.734	-2.323	-0.085	-0.607	-3.304	8.202	-0.000	
G100	Sljivac	Trijas	prim	-3.690	-1.591	-0.119	0.418	0.146	-2.192	1.423	6.700	-1.240	-3.233	-1.657	-0.947	-4.619	0.548	1.510	0.833	-1.174	0.509	1.372	-1.387	4.441	6.953	0.567	3.388	0.740	-0.805	-2.540	-2.203	-1.934	-2.884	-1.980	-0.105	-0.525	-2.627	8.451	0.000	
G101	Sljivac	Trijas	prim	-3.793	-1.827	-0.119	0.388	-0.009	-2.481	1.359	6.717	-1.285	-3.254	-1.678	-0.951	-4.213	0.511	2.778	0.553	-1.076	0.439	1.505	-1.678	4.442	6.845	0.201	2.555	0.724	-0.742	-2.666	-1.703	-1.369	-3.044	-1.955	-0.411	-0.535	-2.648	8.419	-0.000	
G102	Sljivac	Trijas	prim	-3.792	-1.521	-0.466	0.598	-0.095	-2.010	1.726	6.628	-1.554	-3.569	-1.819	-1.777	-4.485	0.546	1.596	-0.013	-1.819	0.739	2.423	-1.458	4.414	6.953	0.567	3.388	0.740	-0.598	-2.557	-2.093	-1.468	-3.147	-1.819	0.292	-0.433	-2.652	8.536	0.000	
G103	Sljivac	Trijas	bagl	-3.128	-1.202	-0.607	0.728	0.024	-2.212	1.279	6.282	-2.500	-3.375	-2.232	-1.551	-4.343	0.381	2.712	-0.117	-1.906	0.537	3.309	-0.615	4.131	6.848	1.147	4.185	0.450	-1.053	-2.765	-1.964	-1.660	-3.437	-2.040	0.723	-0.410	-2.905	8.551	0.000	
G104	Stitovo1	Trijas	prim	-4.117	-1.423	-0.567	0.728	0.074	-2.177	1.498	6.538	-2.310	-3.563	-2.059	-1.548	-4.308	0.510	1.958	-0.008	-1.212	0.664	2.875	-1.339	4.153	6.953	0.819	3.293	0.478	-0.745	-2.858	-1.586	-1.624	-3.402	-1.814	0.825	-0.406	-2.870	8.559	0.000	
G105	Stitovo1	Trijas	prim	-4.074	-1.366	-0.543	0.834	0.064	-2.059	1.544	6.613	-2.310	-3.563	-2.005	-1.617	-3.956	0.458	1.853	-0.082	-1.078	0.853	2.747	-1.859	4.161	6.891	0.531	2.834	0.486	-0.568	-2.617	-1.453	-1.593	-3.301	-1.954	0.843	-0.396	-2.870	8.563	0.000	
G106	Stitovo1	Trijas	prim	-4.130	-1.529	-0.544	0.767	-0.000	-2.130	1.432	6.450	-2.255	-3.353	-2.073	-1.631	-4.174	0.435	2.040	-0.175	-1.113	0.774	2.861	-1.437	4.172	6.820	0.741	3.169	0.529	-0.509	-2.712	-1.627	-1.552	-3.314	-2.018	0.790	-0.399	-2.883	8.577	-0.000	
G107	Stitovo1	Trijas	prim	-4.343	-1.014	-0.890	0.777	-0.102	-2.212	1.279	6.282	-2.500	-3.375	-2.232	-1.551	-4.343	0.381	2.712	-0.117	-1.906	0.537	3.309	-0.615	4.131	6.848	1.147	4.185	0.450	-1.053	-2.765	-1.964	-1.660	-3.437	-2.040	0.723	-0.410	-2.905	8.551	0.000	
G108	Stitovo1	Trijas	prim	-4.096	-1.004	-0.917	0.672	-0.208	-2.067	1.365	6.301	-2.239	-3.402	-2.219	-1.456	-4.319	0.435	2.729	-0.001	-1.876	0.485	3.177	-0.546	4.125	6.820	1.183	4.242	0.401	-1.023	-2.971	-2.110	-1.645	-3.464	-2.180	0.526	-0.427	-2.932	8.518	0.000	
G109	Stitovo1	Trijas	prim	-2.843	-1.391	-0.494	0.498	-0.045	-0.475	0.725	6.479	-0.769	-2.777	-2.285	-1.741	-3.671	0.289	2.762	0.460	-0.240	0.630	3.573	-1.325	3.674	6.833	0.495	3.375	0.084	-1.304	-3.012	-1.977	-2.098	-3.981	-2.180	0.378	-0.580	-3.229	8.346	0.000	
G110	Stitovo1	Trijas	prim	-3.823	-1.451	-0.288	0.509	-0.057	-1.717	1.292	6.564	-1.269	-3.243	-1.297	-1.326	-4.383	0.586	2.697	0.158	-1.594	0.532	1.832	-2.080	4.216	6.932	0.065	1.362	0.727	-0.161	-2.384	-1.898	-1.244	-2.878	-1.962	-0.180	-0.340	-2.477	-2.550	8.693	0.000
G111	Stitovo1	Trijas	prim	-3.889	-1.004	-0.322	0.423	-0.447	-2.367	1.715	6.805	-1.181	-2.973	-1.364	-1.331	-3.988	0.939	1.632	0.246	-1.398	1.025	1.450	-2.462	4.533	6.999	0.310	0.939	0.905	-0.020	-2.280	-1.789	-1.198	-2.957	-1.587	-0.516	-0.150	-2.462	8.764	0.000	
G112	Stitovo1	Trijas	prim	-3.694	-0.925	-0.391	0.369	-0.450	-2.459	1.558	6.691	-1.273	-3.065	-1.489	-1.301	-4.594	0.854	2.665	0.218	-1.489	0.942	1.694	-2.372	4.507	6.988	0.011	1.135	0.808	-0.053	-2.406	-1.827	-1.265	-3.016	-1.721	-0.313	-0.322	-2.554	8.658	0.000	
G113	Stitovo1	Trijas	prim	-3.853	-0.786	-0.313	0.307	-0.583	-2.281	1.729	6.808	-1.235	-3.054	-1.445	-1.263	-5.539	0.894	2.804	0.229	-1.445	0.824	1.705	-2.073	4.495	6.995	-0.146	1.145	0.828	-0.128	-2.336	-1.881	-1.219	-2.990	-1.711	-0.380	-0.211	-2.543	8.653	-0.000	
G114	Stitovo1	Trijas	prim	-3.831	-0.743	-0.275	0.384	-0.509	-2.388	1.849	6.884	-1.320	-2.994	-1.490	-1.320	-5.297	0.982	2.122	0.225	-1.231	0.924	1.611	-2.301	4.543	6.938	0.086	0.512	0.870	0.191	-2.397	-1.776	-1.194	-2.994	-1.695	-0.297	-0.142	-2.484	8.733	0.000	
G115	Stitovo1	Trijas	prim	-3.903	-0.821	-0.358	0.848	0.038	-2.042	1.674	6.526	-1.636	-3.141	-1.754	-1.674	-4.344	0.727	1.732	-0.065	-1.498	0.801	2.312	-2.447	4.460	6.852	0.143	1.465	0.738	-0.179	-2.473	-1.932	-1.316	-3.076	-1.754	0.381	-0.278	-2.630	8.604	-0.000	
G116	Stitovo1	Trijas	prim	-4.041	-0.936	-0.474	0.833	-0.062	-1.818	1.536	6.415	-1.664	-3.387	-2.000	-1.700	-4.303	0.959	2.941	-0.209	-1.995	0.803	2.867	-1.905	4.286	6.747	0.525	2.174	0.522	-0.706	-2.724	-2.052	-1.521	-3.291	-1.861	0.587	-0.333	-2.799	8.549	0.000	
G117	Stitovo1	Trijas	prim	-3.364	-0.521	-0.087	1.111	-0.112	-0.492	0.774	6.033	-0.645	-2.671	-2.111	-1.898	-4.057	0.412	2.888	0.037	-0.200	0.273	2.745	-1.898	4.131	6.651	0.366	2.394	0.383	-0.761	-2.696	-2.131	-1.681	-3.451	-2.323	0.571	-0.483	-2.959	8.403	0.000	
G118	Stitovo1	Trijas	prim	-3.997	-1.560	-0.624	0.227	-0.212	-2.359	1.313	6.589	-2.030	-3.303	-1.155	-0.819	-4.844	0.559	2.575	0.098	-1.090	0.596	2.882	-1.753	4.299	7.630	-0.056	0.064	0.500	0.180	-2.833	-1.007	-1.578	-3.491	-0.819	-0.102	-0.567	-2.947	7.755	-0.000	
G119	Stitovo1	Trijas	prim	-3.588	-1.419	0.069	-0.208	-0.945	-1.918	1.469	6.876	-1.707	-2.806	-1.317	-0.624	-5.668	1.001	2.051	0.729	-1.168	0.628	1.240	-1.918	4.562	7.149	-0.252	1.463	0.940	0.211	-2.363	-1.569	-1.009	-2.806	-1.456	-1.979	-0.060	-2.354	8.743	0.000	
G120	Stitovo1	Trijas	prim	-3.739	-1.470	-0.174	-0.193	-0.830	-1.947	1.322	6.702	-1.893	-3.046	-1.579	-0.618	-4.943	0.846	1.714	0.723	-1.200	0.481	1.377	-1.436	4.491	7.049	0.104	2.333	0.800	0.344	-2.458	-1.681	-1.184	-3.013	-1.505	-1.372	-0.137	-2.535	8.671	0.000	
G121	Stitovo1	Trijas	prim	-3.806	-1.439	-0.214	0.398	-0.405	-2.708	1.019	6.565	-1.860	-3.113	-1.471	-0.845	-5.010	0.671	4.233	0.393	-1.034	0.550	1.646	-2.072	4.392	6.925	-0.205	1.492	0.669	0.170	-2.573	-1.639	-1.319	-3.064	-1.727	-0.330	-0.195	-2.708	8.613	0.000	

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

ODATAK 6.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obradena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lok	Podina	GenTip	Modr	Ucldr	Pbldr	Zncldr	Nicldr	Coicldr	Mncldr	Feicldr	Asicldr	Ucicldr	Theicldr	Scicldr	Cdcldr	Vcicldr	Cadcldr	Pur	Laicldr	Ccicldr	Mgicldr	Baicldr	Ticldr	Aicldr	Naicldr	Kcicldr	Zcicldr	Cecicldr	Snicldr	Ycicldr	Nbcicldr	Tadcldr	Scicldr	Udcldr	Rbcicldr	Hficldr	Othcicldr	
G133	Sitov2	Trijas	prim	-4.384	-0.594	-0.707	0.587	-0.076	-1.991	1.238	6.251	-1.794	-3.517	-2.293	-1.600	-4.384	0.240	3.823	-0.259	-1.830	0.187	3.142	-0.482	4.043	6.658	1.381	4.104	0.282	-0.878	-3.034	-2.068	-1.766	-3.537	-2.182	0.403	-0.314	-3.047	8.397	-0.000
G135	Sitov2	Trijas	pretal	-3.830	-1.042	-0.926	0.467	0.031	-0.912	1.284	6.206	-1.720	-3.424	-2.220	-1.366	-4.474	0.533	2.434	0.131	-1.633	0.379	2.855	-0.939	4.142	6.714	0.915	3.733	0.473	-0.982	-2.904	-2.034	-1.608	-3.392	-2.081	0.218	-0.396	-2.914	8.283	0.000
G136	Sitov2	Trijas	prim	-4.199	-1.681	-0.661	0.768	0.100	-1.681	1.768	6.439	-1.354	-3.729	-1.980	-1.857	-5.338	0.869	3.274	-0.616	-0.988	0.392	2.198	-1.145	4.189	6.630	0.948	3.300	0.417	-0.181	-2.833	-1.583	-1.631	-3.393	-1.980	0.398	0.287	-2.918	8.405	0.000
G137	Sitov2	Trijas	prim	-4.090	-1.255	-0.584	0.880	0.075	-1.557	2.089	6.646	-1.023	-3.697	-1.906	-1.906	-5.084	0.210	2.517	-0.479	-1.300	0.511	2.230	-1.152	4.048	6.752	0.774	3.259	0.505	-0.296	-2.875	-1.841	-1.590	-3.416	-2.139	0.430	-0.247	-2.886	8.399	-0.000
G138	Sitov2	Trijas	prim	-3.907	-0.874	-0.493	1.035	0.187	-1.461	2.073	6.710	-0.951	-3.764	-2.224	-2.029	-4.968	0.267	1.129	-0.257	-1.818	0.431	2.140	-1.056	4.178	6.816	1.024	3.571	0.588	-0.802	-2.622	-1.842	-1.445	-3.294	-2.378	0.635	-0.018	-2.917	8.676	0.000
G139	Sitov2	Trijas	prim	-3.935	-1.136	-0.607	0.930	0.053	-1.563	1.942	6.680	-0.805	-3.578	-2.074	-1.968	-5.187	0.314	1.433	-0.264	-1.597	0.456	2.280	-1.032	4.163	6.832	1.027	3.573	0.558	-0.759	-2.734	-2.063	-1.453	-3.278	-2.325	0.573	-0.112	-2.885	8.541	-0.000
G140	Sitov2	Trijas	prim	-3.914	-1.388	-0.574	1.007	0.126	-1.576	1.889	6.625	-0.639	-3.845	-2.053	-2.053	-4.943	0.238	1.608	-0.338	-1.685	0.375	2.227	-1.072	4.178	6.847	1.023	3.533	0.561	-0.936	-2.671	-1.947	-1.474	-3.295	-2.235	0.629	-0.083	-2.864	8.580	-0.000
G141	Sitov2	Trijas	prim	-4.159	-1.393	-0.541	0.963	0.131	-1.514	2.021	6.684	-0.517	-3.562	-2.057	-2.057	-5.305	0.228	1.267	-0.448	-1.451	0.404	2.242	-1.141	4.181	6.849	1.044	3.486	0.600	-0.894	-2.695	-1.927	-1.457	-3.280	-2.240	0.571	-0.080	-2.868	8.560	-0.000
G142	Sitov2	Trijas	prim	-4.251	-1.230	-0.587	1.007	0.121	-1.418	1.898	6.638	-1.073	-3.558	-1.999	-1.999	-4.944	0.566	1.271	-0.339	-1.577	0.331	2.497	-1.097	4.197	6.845	1.039	3.668	0.541	-0.814	-2.735	-1.841	-1.437	-3.256	-2.157	0.639	-0.148	-2.856	8.436	-0.000
G143	Sitov2	Trijas	prim	-4.080	-0.853	-0.640	0.917	0.091	-1.470	1.855	6.551	-1.664	-3.610	-2.001	-2.001	-5.220	0.690	1.688	-0.391	-1.235	0.420	2.248	-1.146	4.107	6.837	0.970	3.346	0.504	-0.314	-2.608	-1.861	-1.512	-3.367	-2.288	0.553	-0.114	-2.917	8.517	0.000
G144	Sitov2	Trijas	prim	-4.038	-0.750	-0.560	0.929	0.082	-1.458	1.870	6.678	-1.553	-3.568	-2.064	-2.064	-4.818	0.529	1.722	-0.139	-1.749	0.285	2.569	-0.674	4.143	6.856	1.456	4.099	0.515	-1.111	-2.749	-1.247	-1.554	-3.340	-2.248	0.476	-0.168	-2.884	8.385	0.000
G145	Sitov2	Trijas	prim	-4.132	-0.828	-0.771	0.844	0.046	-1.551	1.589	6.455	-1.870	-3.438	-2.003	-1.790	-4.711	0.486	1.637	-0.347	-1.521	0.280	2.802	-1.097	4.197	6.845	1.039	3.668	0.541	-0.814	-2.735	-1.841	-1.437	-3.256	-2.157	0.639	-0.148	-2.856	8.435	0.000
G146	Sitov2	Trijas	prim	-4.098	-0.790	-0.646	1.013	0.117	-1.557	1.797	6.571	-1.557	-3.444	-2.345	-1.686	-4.791	0.571	1.498	-0.266	-1.962	0.331	2.497	-1.064	4.191	6.816	1.484	3.829	0.582	-1.203	-2.628	-2.250	-1.418	-3.313	-2.345	0.631	-0.148	-2.856	8.436	-0.000
G147	Sitov2	Trijas	prim	-4.088	-0.876	-0.674	0.730	-0.031	-1.680	1.725	6.579	-1.714	-3.471	-2.308	-1.647	-4.818	0.529	1.722	-0.139	-1.749	0.285	2.569	-0.674	4.143	6.856	1.456	4.099	0.515	-1.111	-2.749	-1.247	-1.554	-3.340	-2.248	0.476	-0.168	-2.884	8.385	0.000
G148	Sitov2	Trijas	prim	-4.144	-1.282	-0.613	0.727	-0.036	-1.687	1.632	6.611	-1.761	-3.410	-2.186	-1.723	-5.019	0.482	1.378	-0.078	-1.585	0.333	2.630	-0.845	4.194	6.972	1.254	3.930	0.542	-0.845	-2.621	-1.984	-1.467	-3.244	-2.311	0.637	-0.099	-2.822	8.443	0.000
G149	Sitov2	Trijas	prim	-4.197	-1.275	-0.635	0.814	-0.011	-1.538	1.768	6.641	-1.803	-3.329	-2.541	-1.720	-4.939	0.499	1.746	-0.071	-1.994	0.384	2.758	-0.569	4.228	6.844	1.407	4.241	0.511	-1.301	-2.730	-2.336	-1.473	-3.216	-2.541	0.678	-0.011	-2.859	8.571	0.000
G150	Sitov2	Trijas	prim	-4.483	0.873	-0.981	0.710	-0.301	-0.995	1.613	6.221	-1.381	-2.969	-2.609	-1.982	-3.767	0.234	3.553	0.174	-1.558	0.069	2.620	-0.917	3.986	6.632	1.057	3.988	0.277	-0.302	-2.162	-1.763	-3.549	-2.632	0.205	0.337	-3.074	8.216	-0.000	
G152	Sitov2	Trijas	pretal	-4.083	-1.246	-1.164	0.407	-0.296	-1.073	1.591	6.272	-2.088	-3.697	-2.534	-1.585	-4.716	0.234	4.732	-1.229	0.964	3.642	3.629	-0.950	2.994	3.885	6.632	1.057	3.988	0.277	-0.302	-2.162	-1.763	-3.549	-2.632	0.205	0.337	-3.074	8.216	-0.000
G172	Djebivor	Trijas	prim	-3.271	-1.328	-0.548	0.417	0.240	-2.339	1.251	6.604	-1.328	-3.503	-2.067	-0.537	-6.316	0.949	1.285	0.625	-1.180	0.295	2.201	-0.705	3.954	7.079	1.041	3.463	0.289	-0.612	-2.972	-1.885	-1.625	-3.503	-1.501	0.433	-0.163	-3.033	8.289	0.000
G173	Djebivor	Trijas	prim	-3.294	-1.105	-0.574	0.847	0.548	-1.926	1.490	6.644	-1.105	-3.631	-2.126	-1.551	-5.528	0.855	1.198	0.119	-1.839	0.399	2.296	-1.125	4.098	6.997	0.869	3.439	0.369	-0.922	-2.877	-1.790	-1.596	-3.407	-1.721	0.505	-0.061	-2.937	8.442	-0.000
G174	Djebivor	Trijas	prim	-3.389	-1.204	-0.585	0.851	0.539	-1.971	1.507	6.657	-1.070	-3.620	-2.138	-1.204	-5.452	0.853	1.168	0.441	-1.592	0.288	2.209	-0.847	4.087	6.999	0.858	3.305	0.345	-0.966	-2.761	-1.825	-1.560	-3.389	-1.795	0.406	-0.266	-3.032	8.132	0.000
G175	Djebivor	Trijas	prim	-3.289	-1.313	-0.655	0.938	0.537	-1.879	1.562	6.650	-1.186	-3.711	-2.153	-1.487	-5.203	0.766	1.117	0.095	-1.765	0.341	2.341	-1.206	4.162	6.969	0.989	3.358	0.460	-1.109	-2.737	-1.706	-1.536	-3.393	-1.802	0.661	-0.128	-3.018	8.330	0.000
G176	Djebivor	Trijas	prim	-3.652	-1.123	-0.812	0.589	0.229	-1.620	1.050	6.326	-1.475	-3.817	-1.789	-0.682	-5.021	0.592	1.376	0.172	0.142	0.115	2.270	-0.873	3.794	6.924	0.683	3.353	0.131	-0.245	-3.134	-0.813	-1.903	-3.740	-1.419	0.145	-0.450	-3.229	7.907	0.000
G177	GZamsten	Trijas	prim	-3.330	0.996	-0.516	0.770	0.655	-1.698	-0.397	5.370	-1.027	-2.637	-2.391	-0.254	-4.534	0.351	1.024	1.158	0.139	-0.328	1.869	-0.782	3.405	6.433	0.919	3.556	-0.178	-0.800	-3.265	-2.247	-2.149	-3.898	-2.126	0.317	-0.543	-3.581	8.021	0.000
G178	GZamsten	Trijas	prim	-2.842	-2.018	-0.552	0.490	0.410	-2.136	1.300	6.694	-0.674	-3.117	-1.613	-0.831	-7.211	1.231	0.795	0.613	-1.731	0.503	1.488	-1.147	4.248	7.162	0.828	3.252	0.533	-0.632	-2.668	-2.130	-1.388	-3.168	-1.613	0.004	0.082	-2.711	8.549	-0.000
G179	GZamsten	Trijas	prim	-3.116	-1.756	-0.750	0.307	0.166	-2.213	1.116	6.564	-0.813	-3.365	-1.444	-1.444	-6.361	1.069	1.057	0.441	-1.097	0.460	1.751	-0.923	4.065	7.188	0.672	3.112	0.357	-0.194	-2.750	-1.582	-1.593	-3.382	-1.494	-0.147	-0.160	-2.855	8.193	0.000
G180	GZamsten	Trijas	prim	-3.104	-1.967	-0.733	0.264	-0.065	-2.330	1.311	6.604	-0.839	-3.156	-1.341	-0.487	-7.405	1.044	1.112	0.496	-0.912	0.571	1.806	-1.008	4.115	7.348	0.697	2.969	0.386	0.034	-2.780	-1.527	-1.521	-3.230	-1.341	-0.105	-0.098	-3.023	8.211	0.000
G181	GZamsten	Trijas	prim	-3.144	-1.537	-0.537																																	

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUJNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

DODATAK 6.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obradena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lok	Podina	GenTip	Modr	Cuclr	Pbclr	Znclr	Niclr	Coclr	Mnclr	Feclr	Asclr	Uclr	Their	Scclr	Cdclr	Vclr	Caclr	Puclr	Laclr	Crclr	Mgclr	Baclr	Ticlr	Aiclr	Naclr	Kclr	Zrclr	Ceclr	Snclr	Yclr	Nbclr	Taclr	Scclr	Uclr	Rbclr	Hfclr	Otherclr		
G195	Džamsten	Trijas	prim	-2.967	-1.331	-0.561	0.263	-0.164	-2.135	1.529	6.779	-0.624	-3.022	-1.749	-1.413	-5.325	1.089	0.736	0.042	-1.790	0.525	1.583	-1.534	4.367	7.244	0.768	2.815	0.541	-0.778	-2.646	-1.900	-1.407	-3.160	-1.749	0.191	0.132	-2.771	8.423	-0.000	
G196	Džamsten	Trijas	prim	-3.203	-0.738	-0.802	0.550	0.133	-1.536	1.461	6.513	-0.945	-3.174	-2.175	-1.564	-4.783	0.925	0.872	0.016	-2.029	-0.486	2.125	-1.335	4.204	7.045	1.153	3.417	0.427	-0.871	-2.660	-2.669	-1.584	-3.362	-1.901	0.357	-0.014	-3.040	8.301	0.000	
G197	Džamsten	Trijas	bgcl	-3.714	-1.740	-0.954	0.052	-0.136	-2.433	1.093	6.246	-1.956	-3.378	-1.635	-0.340	-5.835	0.794	2.172	0.346	-0.739	0.393	2.837	-0.553	3.922	7.139	1.090	3.781	0.326	-0.333	-2.963	-1.890	-1.780	-3.601	-1.540	0.675	0.212	-3.126	7.992	-0.000	
G198	Črevaruppa	Trijas	prim	-2.545	-0.431	-0.273	1.425	0.823	-0.605	-0.093	5.755	0.226	-2.996	-2.229	-1.028	-5.091	0.824	0.990	0.405	-0.956	-0.024	1.935	-1.356	3.709	6.801	0.693	3.070	0.133	-1.192	-2.981	-1.587	-1.947	-3.736	-2.160	0.306	-0.443	-3.258	7.838	0.000	
G199	Črevaruppa	Trijas	prim	-3.099	-1.279	-0.887	0.202	0.107	-1.279	1.202	6.460	-1.221	-3.389	-1.695	-0.691	-5.397	0.827	0.800	0.444	-1.478	0.285	1.812	-1.017	4.021	7.119	0.825	3.243	0.367	-0.174	-2.775	-2.034	-1.564	-3.399	-1.636	0.207	-0.067	-3.112	8.183	0.000	
G200	Črevaruppa	Trijas	prim	-2.977	-1.420	-0.624	0.302	0.093	-2.323	1.432	6.893	-1.006	-3.239	-1.773	-1.160	-5.137	1.067	0.673	0.407	-1.940	0.639	1.653	-1.318	4.236	7.120	0.827	2.975	0.505	-0.857	-2.522	-2.119	-1.434	-3.191	-1.664	0.277	0.099	-2.834	8.340	0.000	
G201	Črevaruppa	Trijas	prim	-3.090	-1.617	-0.787	0.055	-0.146	-2.505	1.265	6.723	-0.985	-3.352	-1.382	-0.800	-5.654	1.024	1.859	0.378	-1.315	0.455	1.946	-1.136	4.154	7.189	0.655	2.829	0.394	-0.590	-2.626	-1.783	-1.571	-3.327	-1.455	-0.068	-0.008	-2.946	8.179	-0.000	
G202	Črevaruppa	Trijas	prim	-2.899	-1.423	-0.730	0.320	0.248	-2.094	1.394	6.790	-0.884	-3.369	-1.720	-0.857	-5.894	1.113	0.320	0.503	-1.887	0.583	1.573	-1.071	4.398	7.206	0.880	2.994	0.501	-0.989	-2.518	-2.066	-1.362	-3.106	-1.720	0.175	0.164	-2.781	8.417	0.000	
G203	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.336	-0.898	-0.636	0.343	0.835	-1.130	1.937	6.429	-0.779	-3.572	-1.837	-0.823	-5.641	0.812	1.033	0.405	-0.853	0.133	1.806	-1.146	3.879	6.938	0.677	3.212	0.122	-0.789	-3.032	-1.718	-1.834	-3.572	-1.675	-0.117	-0.216	-3.284	7.978	0.000	
G204	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.398	-1.788	-0.489	0.494	0.316	-1.693	1.958	6.696	-0.859	-3.580	-1.606	-1.079	-5.546	0.751	1.025	0.158	-1.405	0.452	1.901	-1.201	4.165	7.139	0.579	2.783	0.317	-0.427	-2.783	-1.727	-1.589	-3.432	-1.476	0.244	-0.036	-2.992	8.129	0.000	
G205	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.613	-0.794	-0.479	0.699	0.255	-1.520	1.937	6.745	-1.338	-3.312	-2.088	-1.625	-4.826	0.908	0.783	0.020	-2.031	0.521	2.392	-1.520	4.125	7.098	0.878	2.862	0.359	-1.029	-2.781	-2.388	-1.504	-3.374	-1.877	0.714	0.238	-2.975	8.539	-0.000	
G206	Črevarokatunite	Trijas	bgcl	-3.955	-1.685	-1.685	0.001	-0.196	-2.253	1.232	5.808	-0.512	-3.141	-2.253	-0.598	-4.904	0.538	6.727	0.512	-1.079	-0.491	4.153	-0.174	3.124	6.396	1.259	4.394	0.374	-0.810	-0.834	-1.489	-2.469	-4.445	-2.378	-0.145	0.078	-3.700	8.349	-0.000	
G207	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.524	-0.923	-0.435	0.816	0.971	-1.754	0.934	6.369	-1.243	-3.441	-2.411	-0.860	-4.714	0.802	-0.445	0.431	-0.668	0.159	2.263	-0.923	3.953	6.848	1.124	3.580	0.177	-1.243	-2.958	-1.835	-1.700	-3.524	-1.915	0.758	0.120	-3.258	8.468	0.000	
G208	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.483	-1.118	-0.576	0.471	0.534	-1.939	1.368	6.636	-1.099	-3.644	-2.258	-1.367	-5.253	0.807	1.367	-0.163	-0.811	0.454	2.283	-1.079	3.929	6.865	0.936	3.564	0.180	-0.903	-2.938	-1.439	-1.670	-3.619	-1.895	0.499	0.146	-3.239	8.454	0.000	
G209	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.572	-0.920	-0.768	0.507	0.499	-2.140	1.373	6.547	-1.224	-3.644	-2.392	-1.447	-5.947	0.522	1.520	-0.089	-0.920	0.345	2.666	-0.687	3.885	6.860	1.332	4.149	0.148	-0.754	-3.043	-1.556	-1.709	-3.549	-2.140	0.618	0.151	-3.085	8.462	0.000	
G210	Črevarokatunite	Trijas	prim	-3.886	-0.939	-0.860	0.472	0.578	-1.221	1.344	6.455	-1.243	-3.663	-2.652	-1.439	-5.406	0.607	1.753	-0.108	-2.216	0.218	2.888	-0.229	4.069	6.902	1.610	4.631	0.231	-1.494	-2.958	-2.271	-1.645	-3.307	-2.105	0.614	0.138	-3.104	8.428	0.000	
G211	Metris	Trijas	prim	-4.301	-2.466	-0.320	1.053	0.199	-1.531	1.706	6.809	-1.819	-3.765	-2.298	-1.973	-3.141	0.460	1.351	0.073	-1.728	0.951	3.109	-1.973	4.092	7.081	0.806	3.281	0.555	-1.226	-2.759	-1.568	-1.538	-3.477	-1.919	1.312	0.300	-2.784	8.614	0.000	
G212	Metris	Trijas	prim	-4.616	-0.927	-0.371	1.098	0.173	-1.685	1.835	6.816	-1.908	-3.805	-2.131	-2.013	-3.047	0.370	1.311	-0.203	-1.725	0.946	3.034	-1.959	4.131	7.056	0.800	2.004	0.487	-0.878	-2.717	-1.593	-1.597	-3.468	-1.768	1.260	0.295	-2.824	8.562	0.000	
G213	Metris	Trijas	prim	-4.440	-1.927	-0.505	1.074	0.116	-1.675	1.756	6.847	-1.880	-3.873	-2.332	-2.927	-3.362	0.322	1.243	-0.184	-2.199	0.934	3.272	-1.445	4.154	7.048	1.116	2.770	0.510	-1.334	-2.730	-1.729	-1.544	-3.467	-1.752	1.342	0.233	-2.892	8.457	0.000	
G214	Metris	Trijas	prim	-4.361	-1.653	-0.700	0.959	-0.059	-1.617	1.497	6.529	-2.176	-3.850	-2.551	-1.813	-3.077	0.239	1.602	-0.449	-2.176	0.826	3.294	-0.960	4.058	6.901	1.305	3.212	0.390	-0.871	-2.908	-1.653	-1.683	-3.563	-1.858	1.339	0.261	-3.003	8.570	-0.000	
G215	Metris	Trijas	prim	-4.210	-1.302	-0.272	1.076	-0.062	-0.755	1.980	5.374	-0.636	-3.699	-3.006	-2.090	-1.201	0.116	1.694	-0.116	-2.601	0.626	3.080	-0.978	3.890	6.576	1.363	3.080	0.206	-1.459	-3.047	-1.837	-1.837	-3.720	-2.218	1.042	-0.094	-3.229	8.266	-0.000	
G231	Sraonica	Trijas	prim	-3.816	-0.648	-0.581	0.665	0.541	-0.152	3.636	6.113	-1.673	-4.526	-1.911	-1.242	-5.288	-0.156	1.620	-0.277	-0.621	-0.897	2.313	-0.519	3.515	6.570	1.132	3.423	0.001	0.106	-3.610	-0.721	-2.005	-3.976	-1.635	0.705	-0.404	-3.427	7.744	-0.000	
G232	Sraonica	Trijas	prim	-3.552	-0.346	-0.446	0.857	0.769	0.025	3.962	6.111	-1.497	-4.310	-2.464	-1.477	-4.716	-0.076	1.394	-0.110	-1.771	-0.784	2.087	-0.647	3.681	6.474	1.113	3.431	0.085	-0.727	-3.281	-1.407	-1.909	-3.799	-2.041	0.940	-0.183	-3.463	8.078	0.000	
G233	Sraonica	Trijas	prim	-3.633	-0.737	-0.443	0.838	0.097	-1.484	1.960	6.530	-1.932	-3.458	-2.123	-1.849	-3.874	0.158	2.022	-0.200	-1.977	0.516	2.428	-1.404	3.908	6.944	0.973	3.148	0.414	-1.484	-2.745	-1.959	-1.640	-3.458	-2.023	0.911	0.163	-2.988	8.402	-0.000	
G234	Sraonica	Trijas	prim	-3.765	-1.416	-0.527	0.756	0.026	-1.057	2.204	6.446	-1.230	-4.102	-1.868	-1.308	-5.306	0.357	1.803	0.193	-0.615	-0.482	1.890	-0.869	3.809	6.746	0.974	3.297	0.258	-0.356	-3.037	-1.308	-1.663	-1.672	-3.445	-2.087	0.766	0.110	-2.934	8.349	0.000
G235	Sraonica	Trijas	prim	-3.673	-0.854	-0.553	1.078	0.152	-0.448	3.041	5.994	-2.425	-3.236	-2.136	-1.576	-4.138	0.056	1.553	-0.056	-1.468	0.010	2.182	-1.054	3.816	6.792	1.141	3.365	0.297	-0.912	-2.980	-1.663	-1.672	-3.445	-2.271	0.771	-0.069	-3.118	8.199	-0.000	
G236	Sraonica	Trijas	pretal	-4.550	-1.709	-1.118	0.209	-0.432	-1.709	2.840	5.851	-2.520	-4.599	-1.925	-1.656	-3.188	-0.343	6.596	-0.156	-0.556	-0.425	3.205	-1.249	3.653	6.630	0.976	3.118	0.278	-0.885	-3.043	-1.885	-1.746	-3.524	-2.271	0.771	-0.069	-3.118	8.199	-0.000	
G237	Sraonica	Trijas	pretal	-4.542	-1.048	-0.490	0.921	0.003	-0.434	3.164	5.535	-1.862	-4.031	-2.326	-1.656	-2.908	-0.124	3.823	-0.170	-1.589	0.120	2.589	-1.100	3.745	6.539	0.692	3.059	0.174	-0.951	-3.198	-1.308	-1.927	-3.750	-2.282	0.596	-0.160	-3.220	8.111	0.000	
G240	Sraonica	Trijas	prim	-3.662	-1.892	-0.225	0.755	0.011	-1.381	2.165	6.540	-1.550	-3.802	-1.691	-1.856	-4.546	0.237	0.516	-0.177	-1.061	0.365	2.508	-1.061	3.927	6.822	0.804	3.178	0.395	-0.506	-2.926	-1.334	-1.662	-3.380	-1.754	0.796	0.075	-2.885	8.258	0.000	
G241	Sraonica	Trijas	prim	-3.625	-1.718	-0.347	0.731	0.017	-1.386	1.989	6.562	-1.263	-3.828	-1.718	-1.882	-4.573	0.210	1.789	-0.427	-1.226	0.365	2.495	-1.154	3.893	6.778	0.777	3.128	0.345	-0.784	-2.985	-1.295	-1.697	-3.474	-1.781	0.881	0.053	-3.017			

METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA

ODATAK 6.1: Osnovna matrica za diskriminantnu analizu obradena na clr (central log-ratio) transformisanim podacima, VM\_02 (CoDa-compositional data analysis)

LB	Lok	Podina	Gentip	Mocir	Cudr	Pbdr	Zndr	Nicir	Cocir	Mndr	Feclr	Asclr	Ucclr	Theclr	Scclr	Cdclr	Vcclr	Caclr	Peclr	Lacclr	Crclr	Mgclr	Baclr	Ticclr	Alclr	Naclr	Kcclr	Zdclr	Ceclr	Snclr	Ydclr	Nbclr	Taclr	Scclr	Licclr	Rbclr	Hfclr	Othecir		
G255	Brsno	Trijas	prfm	-3.716	-1.126	-0.189	0.582	0.165	-1.556	2.140	6.435	-0.766	-4.121	-1.665	-1.723	-6.136	0.248	1.688	-0.084	-1.413	-0.038	2.330	-1.093	4.128	6.943	0.694	2.969	0.423	0.103	-2.927	-1.567	-1.612	-3.462	-1.531	0.497	0.103	-2.917	8.196	-0.000	
G256	Brsno	Trijas	prfm	-3.117	-1.456	-0.221	0.700	0.025	-1.651	1.677	6.314	-1.092	-3.759	-1.584	-1.607	-4.975	2.009	2.009	-0.175	-0.463	-0.095	2.281	-1.225	3.728	6.794	0.545	2.792	0.123	-0.036	-3.171	-0.927	-1.878	-3.682	-1.705	0.463	-0.041	-3.171	8.045	0.000	
G257	Milankovac	Ujas	prfm	-3.649	-0.643	-0.459	0.939	0.055	-0.176	1.980	6.331	-1.837	-4.545	-1.628	-1.525	-5.065	0.050	2.139	-0.103	-0.717	-0.451	2.362	-0.856	3.577	6.614	0.728	3.279	0.119	-0.443	-3.197	-1.844	-1.844	-3.590	-1.906	0.886	0.094	-3.159	8.268	0.000	
G258	Milankovac	Ujas	prfm	-4.025	-0.850	-0.383	0.546	-0.054	-1.108	2.715	5.978	-1.582	-1.582	-4.526	-1.556	-1.506	-5.219	-0.299	1.871	-0.352	-0.510	-0.719	2.477	-0.719	3.650	6.758	0.797	3.411	0.149	0.043	-3.165	-0.836	-1.821	-3.552	-1.785	0.892	0.118	-3.140	8.303	0.000
G259	Milankovac	Ujas	prfm	-4.046	-0.614	-0.267	0.578	0.284	-0.349	2.287	6.211	-2.436	-4.516	-3.459	-1.571	-1.448	-5.209	-0.192	2.341	-0.341	-0.604	-0.634	2.487	-0.839	3.628	6.669	0.783	3.288	0.167	-0.127	-2.325	-1.261	-1.842	-3.661	-1.877	1.031	0.133	-3.129	8.311	0.000
G260	Novolazba	Doger_Oksford	pretal	-3.747	-0.110	-0.339	1.310	0.200	-0.751	1.546	6.105	-2.612	-3.459	-1.850	-1.108	-4.120	0.344	1.993	0.229	-0.086	0.282	1.839	-1.614	4.219	6.689	-0.310	1.839	-0.072	-0.069	-2.844	-1.351	-1.622	-3.511	-1.725	-0.195	0.096	-3.459	8.263	0.000	
G261	Novolazba	Doger_Oksford	pretal	-4.323	-2.675	-1.478	0.774	0.007	-1.526	1.008	6.105	-2.937	-3.630	-3.630	-2.149	-0.729	-4.770	0.325	5.102	0.321	-0.436	0.228	2.800	-0.751	4.289	6.639	1.106	3.614	0.018	-0.512	-3.225	-1.548	-3.482	-2.062	0.152	0.112	-3.448	8.237	0.000	
G262	Pinoselo	Doger_Oksford	prfm	-3.836	-1.732	-0.623	0.764	0.018	-1.436	0.748	5.897	-1.796	-3.611	-1.901	-1.154	-6.001	0.312	2.241	0.937	-0.293	-0.265	0.196	2.842	-0.643	4.083	6.914	1.548	4.048	0.179	-0.743	-3.105	-1.622	-1.568	-3.310	-1.865	1.256	0.159	-3.118	8.293	0.000
G263	Pinoselo	Doger_Oksford	prfm	-3.889	-1.784	-0.471	0.645	-0.046	-1.443	0.656	6.202	-1.666	-3.864	-3.864	-1.753	-1.107	-6.859	0.378	2.688	0.188	-0.893	0.228	2.939	-0.685	3.938	6.832	1.435	3.990	0.084	-0.390	-3.098	-1.450	-1.686	-3.442	-1.784	1.159	0.111	-3.170	8.207	-0.000
G264	Pinoselo	Doger_Oksford	pretal	-4.139	-2.059	-0.579	0.525	-0.227	-1.480	0.748	6.258	-1.728	-3.782	-3.782	-1.703	-1.233	-5.748	0.414	4.917	0.089	-0.479	0.085	2.927	-0.757	3.659	6.525	1.255	3.767	-0.241	-0.119	-3.228	-1.281	-2.021	-3.762	-1.836	0.823	-0.026	-3.600	8.037	0.000
G265	Pinoselo	Doger_Oksford	prfm	-3.931	-1.545	-0.721	0.409	-0.130	-1.487	1.237	5.992	-1.902	-4.071	-4.071	-1.961	-0.893	-4.359	0.206	2.614	0.372	-0.775	0.141	2.932	-0.427	3.775	6.654	1.450	3.848	-0.223	-0.184	-3.249	-1.385	-1.934	-3.753	-1.846	0.759	-0.087	-3.511	7.987	0.000
G266	Pinoselo	Doger_Oksford	prfm	-4.088	-1.927	-0.548	0.222	-0.258	-1.709	1.370	6.168	-1.840	-4.037	-4.037	-1.957	-0.901	-4.430	0.168	5.101	-0.029	-0.548	-0.181	2.820	-0.579	3.626	6.437	1.099	3.671	0.320	-0.155	-3.435	-0.880	-2.091	-3.854	-1.840	0.586	0.048	-3.631	8.018	0.000
G267	Pinoselo	Doger_Oksford	prfm	-4.056	-1.291	-0.675	0.560	-0.044	-1.519	0.979	6.075	-1.948	-3.894	-3.894	-1.725	-1.076	-5.018	0.365	2.269	0.355	-1.273	0.167	2.821	-0.405	3.955	6.721	1.340	3.900	-0.008	-0.716	-3.094	-1.380	-1.787	-3.594	-1.879	0.898	0.100	-3.334	8.210	0.000
G268	Pinoselo	Doger_Oksford	bygl	-4.186	-1.163	-1.073	0.655	-0.134	-1.136	1.169	5.676	-2.695	-4.081	-2.033	-0.680	-4.741	0.178	3.892	0.597	-0.767	0.113	2.922	-0.592	3.751	6.604	1.266	3.909	-0.172	-0.430	-3.351	-1.224	-1.998	-3.799	-1.941	0.791	-0.083	-3.521	8.010	-0.000	
G269	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.839	-1.562	-0.625	0.692	0.388	-1.799	1.542	6.455	-1.562	-3.408	-3.408	-1.868	-1.832	-4.730	0.546	1.890	-0.189	-1.562	0.230	2.839	-0.700	4.070	6.946	0.932	3.212	0.100	-1.057	-2.868	-1.518	-1.703	-3.532	-1.734	1.090	0.189	-3.254	8.220	-0.000
G270	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.815	-1.930	-0.553	0.564	0.221	-1.893	1.509	6.564	-1.562	-3.839	-3.785	-1.839	-1.670	-5.331	0.485	1.778	-0.090	-1.334	0.221	3.093	0.284	4.077	6.836	0.927	3.311	0.088	-0.783	-3.074	-1.384	-1.763	-3.636	-1.670	1.086	0.168	-3.146	8.189	0.000
G271	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.689	-1.913	-0.507	0.640	0.322	-1.839	1.617	6.564	-1.533	-3.785	-3.785	-1.839	-1.670	-5.331	0.519	2.142	-0.096	-1.321	0.241	3.018	-1.077	4.130	6.876	1.003	3.195	0.130	-0.764	-2.941	-1.375	-1.702	-3.503	-1.645	1.069	0.227	-3.225	8.259	-0.000
G272	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.792	-1.106	-0.216	0.295	0.128	-1.906	0.995	6.476	-1.676	-3.394	-3.394	-1.626	-1.756	-5.158	0.873	1.830	-0.329	-0.921	0.058	2.823	-1.181	3.913	6.868	0.875	3.291	0.063	-0.093	-2.933	-1.802	-3.499	-1.556	1.006	0.063	-3.261	8.029	0.000	
G273	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.538	-1.279	-0.376	0.494	0.313	-1.397	1.131	6.444	-1.620	-3.476	-3.476	-2.090	-1.950	-5.309	0.549	1.717	-0.298	-1.043	0.303	2.853	-1.025	3.870	6.864	1.277	3.411	0.304	-0.942	-2.922	-1.048	-1.891	-3.456	-2.041	1.082	0.322	-3.140	8.408	-0.000
G274	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.988	-1.760	-1.048	0.696	0.433	-1.280	1.096	5.804	-1.927	-3.632	-3.632	-1.840	-1.686	-4.612	0.459	2.072	0.057	-2.185	0.385	2.845	-0.957	3.945	7.056	1.667	3.714	0.224	-1.106	-2.777	-1.909	-1.729	-3.210	-1.973	1.330	0.394	-3.072	8.514	-0.000
G275	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-3.780	-1.775	-0.351	0.460	0.193	-1.536	1.354	6.405	-1.507	-3.423	-3.423	-1.814	-1.737	-4.771	0.602	2.280	-0.091	-1.814	0.209	2.517	-1.183	3.798	6.885	1.381	3.401	0.192	-0.715	-2.941	-1.880	-1.876	-3.346	-1.897	1.139	0.383	-3.241	8.480	0.000
G276	Osojnik	Doger_Oksford	pretal	-3.961	-1.748	-0.599	0.399	0.109	-1.659	1.378	6.178	-1.659	-3.605	-3.605	-1.882	-1.688	-4.381	0.435	3.798	-0.139	-1.263	0.170	2.569	-1.120	3.694	6.704	1.232	3.469	0.094	-0.370	-3.173	-1.412	-2.049	-3.585	-2.123	0.960	0.206	-3.268	8.292	0.000
G277	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-4.119	-2.039	-0.400	0.988	0.248	-1.857	0.969	6.357	-2.039	-3.649	-3.649	-1.900	-1.103	-5.140	0.645	2.971	0.263	-1.509	0.522	2.789	-1.185	3.840	6.877	1.395	3.648	0.210	-1.274	-2.849	-2.220	-1.930	-3.426	-2.202	1.338	0.390	-3.089	8.479	-0.000
G278	Osojnik	Doger_Oksford	prfm	-4.059	-1.296	-0.527	1.014	0.399	-1.602	0.815	6.436	-1.890	-3.548	-3.548	-2.369	-1.196	-4.934	0.697	2.156	0.364	-2.161	0.478	2.716	-1.127	4.032	6.912	1.573	3.948	0.332	-1.468	-3.047	-1.807	-3.305	-2.369	1.302	0.495	-3.142	8.596	-0.000	
G279	Osojnik	Doger_Oksford	pretal	-4.665	-2.200	-1.427	0.172	-0.485	-2.382	1.377	5.434	-2.451	-4.397	-4.397	-1.832	0.213	-3.838	-0.149	7.222	0.046	-0.238	-0.262	3.386	-0.886	3.427	6.497	1.255	3.592	-0.158	-0.185	-3.543	-0.774	-2.423	-4.026	-1.832	0.451	-3.343	-3.481	8.237	-0.000
G280	Osojnik	Doger_Oksford	pretal	-4.090	-1.995	-0.909	0.540	-0.001	-2.162	0.726	5.929	-2.075	-3.644	-3.644	-1.921	-0.884	-4.090	0.198	5.001	0.268	-0.896	0.150	2.719	-1.019	3.750	6.606	1.193	3.463	0.131	-0.648	-3.113	-1.621	-2.034	-3.548	-2.162	0.867	0.185	-3.174	8.258	-0.000
G281	Bijelastjena	Doger_Oksford	prfm	-3.728	-1.693	-0.198	0.722	0.213	-2.118	1.138	6.510	-1.368	-3.853	-3.853	-1.733	-1.288	-6.561	0.647	1.733	0.059																				

**Dodatak 6.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02**

Roots Removed	Eigen-value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	4.12260	0.89709	0.11486	459.845	68	0.0000
1	0.69947	0.641546	0.58841	112.692	33	0.0000

Starost podine	DF1	DF2
<b>Trijas</b>	-0.714810	-0.021192
<b>Lijas</b>	4.465725	7.022736
<b>Doger_Oksford</b>	5.819725	-0.726206

Starost podine	Percent	Trijas p=0,88793	Lijas p=0,01293	Doger_Oksf. p=0,09914
<b>Trijas</b>	100.00	206	0	0
<b>Lijas</b>	100.00	0	3	0
<b>Doger_Oksf.</b>	100.00	0	0	23
<b>Total</b>	100.00	206	3	23

Case	Observed	Trijas	Lijas	Doger_Oksford
1	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
2	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
3	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
4	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
5	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
6	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
7	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
8	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
9	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
10	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
11	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
12	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
13	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
14	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
15	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
16	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
17	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
18	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
19	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
20	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
21	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
22	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
23	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
24	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
25	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
26	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
27	Trijas	0.999999	0.000000	0.000001
28	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
29	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
30	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
31	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
32	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
33	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
34	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
35	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
36	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
37	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
38	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
39	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
40	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
41	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000

Variable	DF1	DF2
Moclcr	-0.081936	-0.003593
Cuclcr	-0.134175	0.239305
Pbclcr	-0.042484	0.116952
Znclcr	0.013153	-0.015120
Niclcr	0.064007	0.014048
Coclcr	0.042059	0.253037
Mnclcr	-0.112341	0.288184
Feclcr	-0.140573	-0.031660
Asclcr	-0.178196	-0.044929
Uclcr	-0.188020	-0.319101
Thclcr	0.020611	0.118803
Srclcr	0.044564	-0.059881
Cdclcr	-0.039948	-0.022430
Vclcr	-0.079358	-0.264200
Caclcr	0.066475	-0.071307
Pclcr	0.018382	-0.125489
Laclcr	0.095333	0.143103
Crclcr	-0.172251	-0.344694
Mgclcr	0.100318	-0.055229
Baclcr	0.137531	0.033183
Ticlcr	-0.170576	-0.152463
Alclcr	-0.092827	-0.073115
Naclcr	0.163348	-0.091851
Kclcr	0.108427	-0.012194
Zrclcr	-0.251551	-0.001739
Ceclcr	0.007207	0.108322
Snclcr	-0.160844	-0.086285
Yclcr	0.112557	0.153591
Nbclcr	-0.179472	-0.017991
Taclcr	-0.106090	-0.043778
Scclcr	-0.002440	0.018135
Liclcr	0.150185	0.025127
Rbclcr	0.157451	0.016215
Hfclcr	-0.217805	0.027686



**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 6.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02**

Case	Observed	Trijas	Lijas	Doger_Oksford
42	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
43	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
44	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
45	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
46	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
47	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
48	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
49	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
50	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
51	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
52	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
53	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
54	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
55	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
56	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
57	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
58	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
59	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
60	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
61	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
62	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
63	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
64	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
65	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
66	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
67	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
68	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
69	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
70	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
71	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
72	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
73	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
74	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
75	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
76	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
77	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
78	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
79	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
80	Trijas	0.999999	0.000000	0.000001
81	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
82	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
83	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
84	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
85	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
86	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
87	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
88	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
89	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
90	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
91	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000

Case	Observed	Trijas	Lijas	Doger_Oksford
92	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
93	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
94	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
95	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
96	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
97	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
98	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
99	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
100	Trijas	0.998667	0.000004	0.001328
101	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
102	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
103	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
104	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
105	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
106	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
107	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
108	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
109	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
110	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
111	Trijas	0.999908	0.000000	0.000092
112	Trijas	0.999991	0.000000	0.000009
113	Trijas	0.999992	0.000000	0.000008
114	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
115	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
116	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
117	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
118	Trijas	0.999999	0.000000	0.000001
119	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
120	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
121	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
122	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
123	Trijas	0.999999	0.000000	0.000001
124	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
125	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
126	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
127	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
128	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
129	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
130	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
131	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
132	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
133	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
134	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
135	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
136	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
137	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
138	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
139	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
140	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
141	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 6.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02**

Case	Observed	Trijas	Lijas	Doger_Oksford
142	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
143	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
144	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
145	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
146	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
147	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
148	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
149	Trijas	0.999956	0.000000	0.000044
150	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
151	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
152	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
153	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
154	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
155	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
156	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
157	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
158	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
159	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
160	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
161	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
162	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
163	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
164	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
165	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
166	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
167	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
168	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
169	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
170	Trijas	0.999998	0.000000	0.000002
171	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
172	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
173	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
174	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
175	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
176	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
177	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
178	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
179	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
180	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
181	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
182	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
183	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
184	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
185	Trijas	0.999997	0.000003	0.000000
186	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
187	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
188	Trijas	0.999997	0.000003	0.000000
189	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
190	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
191	Trijas	0.999998	0.000000	0.000002

Case	Observed	Trijas	Lijas	Doger_Oksford
192	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
193	Trijas	0.999995	0.000000	0.000005
194	Trijas	0.999997	0.000000	0.000003
195	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
196	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
197	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
198	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
199	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
200	Trijas	0.999996	0.000000	0.000004
201	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
202	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
203	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
204	Trijas	0.999996	0.000000	0.000004
205	Trijas	1.000000	0.000000	0.000000
206	Trijas	0.999972	0.000000	0.000028
207	Lijas	0.000000	1.000000	0.000000
208	Lijas	0.000000	1.000000	0.000000
209	Lijas	0.000000	1.000000	0.000000
210	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
211	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
212	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
213	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
214	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
215	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
216	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
217	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
218	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
219	Doger_Oksford	0.002054	0.000000	0.997946
220	Doger_Oksford	0.000074	0.000000	0.999925
221	Doger_Oksford	0.000042	0.000000	0.999958
222	Doger_Oksford	0.000005	0.000000	0.999995
223	Doger_Oksford	0.000012	0.000000	0.999988
224	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
225	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
226	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
227	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
228	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
229	Doger_Oksford	0.021175	0.000000	0.978825
230	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
231	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000
232	Doger_Oksford	0.000000	0.000000	1.000000

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 6.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02**

Scores Podina, CoDa

LB	Lok	Starost_bx	Podina	Genti p	DF1	DF2
G1	Laz	Jura	Trijas	prim	-1.21	-0.55
G2	Laz	Jura	Trijas	prim	-1.35	-1.19
G3	Laz	Jura	Trijas	prim	-1.39	-0.43
G4	Laz	Jura	Trijas	prim	0.55	-0.97
G5	Liverovici	Jura	Trijas	prim	-1.75	1.30
G6	Liverovici	Jura	Trijas	prim	-1.04	0.82
G7	Liverovici	Jura	Trijas	prim	-1.06	1.07
G8	Liverovici	Jura	Trijas	prim	0.27	0.57
G9	Liverovici	Jura	Trijas	prim	-1.48	0.53
G10	Liverovici	Jura	Trijas	prim	0.38	-0.65
G11	Liverovici	Jura	Trijas	preta	0.24	-1.23
G12	Liverovici	Jura	Trijas	preta	-0.07	0.47
G13	Liverovici	Jura	Trijas	preta	-3.06	-1.05
G14	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-2.82	-1.60
G15	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	0.11	-0.39
G16	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-1.27	-0.79
G17	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-1.68	0.43
G18	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-1.00	0.28
G19	Zagrad2	Jura	Trijas	bxgl	-0.72	0.99
G23	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-0.38	-0.72
G24	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-0.82	0.13
G25	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-1.59	1.11
G26	Zagrad2	Jura	Trijas	prim	-0.22	-1.37
G27	Zagrad2	Jura	Trijas	bxgl	0.31	-0.76
G28	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	-1.56	1.38
G29	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	-0.66	0.71
G30	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	0.90	0.69
G31	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	-1.90	0.43
G32	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	-1.91	0.59
G33	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	-2.66	0.25
G34	Zagrad1	Jura	Trijas	prim	-0.93	0.11
G35	Zagrad1	Jura	Trijas	bxgl	-1.45	-0.20
G38	KB_Suncevd	Jura	Trijas	prim	-2.83	2.25
G39	KB_Suncevd	Jura	Trijas	prim	-2.41	0.21
G40	KB_Suncevd	Jura	Trijas	preta	-0.15	-0.51
G41	KB_Suncevd	Jura	Trijas	preta	-0.76	0.25
G42	KB_Suncevd	Jura	Trijas	preta	0.03	-0.24
G43	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-2.39	1.30
G44	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-0.62	1.06
G45	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-0.06	0.33
G46	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-1.76	0.63
G47	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-2.98	-0.18
G48	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-0.65	0.48
G49	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-1.47	0.27
G50	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-0.24	0.28
G51	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-0.87	-0.22
G52	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-0.60	1.78
G53	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	-1.74	1.76

LB	Lok	Starost_bx	Podina	Genti p	DF1	DF2
G54	KB_Palez	Jura	Trijas	prim	0.11	0.64
G55	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-0.71	-0.87
G56	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-0.01	0.87
G57	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-0.68	-0.21
G58	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-1.09	0.09
G59	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-2.18	0.29
G60	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-1.97	0.92
G61	KB_Lokve	Jura	Trijas	prim	-2.63	0.71
G62	Podplaninik1	Jura	Trijas	preta	-0.54	-0.69
G64	Podplaninik1	Jura	Trijas	preta	-1.97	-0.79
G65	Podplaninik1	Jura	Trijas	preta	-1.53	-0.82
G66	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-1.36	0.86
G67	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-0.99	-0.26
G68	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	0.13	-0.34
G69	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	0.04	-1.23
G70	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-0.69	-0.78
G72	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-1.04	-0.82
G73	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-1.87	-0.34
G74	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-1.19	-0.26
G75	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-1.23	0.24
G76	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-1.87	0.39
G77	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-0.42	0.40
G78	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-0.54	-0.94
G79	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-0.07	-0.63
G80	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	0.09	0.15
G81	Djurakovdo2	Jura	Trijas	prim	-0.24	-1.05
G82	Djurakovdo2	Jura	Trijas	bxgl	-1.28	0.18
G84	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-2.02	0.02
G85	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-1.75	-0.28
G86	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.46	0.22
G87	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.80	-1.21
G88	Biockistan	Jura	Trijas	prim	0.59	-1.47
G89	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.03	-0.99
G90	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.12	-0.53
G91	Biockistan	Jura	Trijas	prim	0.19	0.18
G92	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-1.15	0.11
G93	Biockistan	Jura	Trijas	prim	0.44	-1.29
G94	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.61	-0.26
G95	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.65	0.00
G96	Biockistan	Jura	Trijas	prim	-0.63	-0.88
G97	Biockistan	Jura	Trijas	bxgl	-0.91	-0.61
G100	Siljevac	Jura	Trijas	prim	0.03	-0.57
G101	Siljevac	Jura	Trijas	prim	-1.51	-1.39
G102	Siljevac	Jura	Trijas	prim	-1.70	0.21
G103	Siljevac	Jura	Trijas	bxgl	-0.30	-1.68
G104	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.18	-0.10
G105	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	0.09	0.06
G106	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.17	-0.81
G107	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.23	-0.10

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 6.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02**

LB	Lok	Starost_ bx	Podina	Genti p	DF1	DF2
G108	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.51	-0.42
G109	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.07	-0.51
G110	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	2.15	2.15
G111	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-1.48	-1.09
G112	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-1.29	-0.73
G113	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.61	0.45
G114	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-1.01	-0.17
G115	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-1.31	-0.10
G116	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	0.26	-0.52
G117	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	0.64	-0.29
G118	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-2.41	-0.82
G119	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-0.83	-0.05
G120	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-1.26	-0.00
G121	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	1.38	-1.13
G122	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	1.12	-0.24
G123	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	1.17	0.34
G124	Stitovo1	Jura	Trijas	prim	-1.39	1.72
G125	Stitovo1	Jura	Trijas	bxgl	0.00	0.69
G126	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.20	-1.08
G127	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.16	0.31
G128	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	0.76	-0.61
G129	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	0.10	-0.10
G130	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.78	-0.53
G131	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.46	0.20
G132	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.99	0.48
G133	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	0.66	-1.21
G135	Stitovo2	Jura	Trijas	pretal	-0.70	0.84
G136	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.05	-0.92
G137	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-2.28	-0.04
G138	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.85	0.85
G139	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.80	0.28
G140	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.80	1.07
G141	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-2.81	0.04
G142	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.94	1.03
G143	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.59	0.46
G144	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.57	1.02
G145	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.89	1.07
G146	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-2.79	-0.64
G147	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.35	-0.52
G148	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.67	-0.27
G149	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-0.11	-1.07
G150	Stitovo2	Jura	Trijas	prim	-1.60	0.19
G152	Stitovo2	Jura	Trijas	pretal	-0.46	1.33
G172	Djevicbor	Jura	Trijas	prim	-0.63	-0.51
G173	Djevicbor	Jura	Trijas	prim	-1.02	0.13
G174	Djevicbor	Jura	Trijas	prim	-1.06	-0.53
G175	Djevicbor	Jura	Trijas	prim	-1.39	0.04
G176	Djevicbor	Jura	Trijas	prim	-1.25	1.50
G177	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	0.30	-0.10

LB	Lok	Starost_ bx	Podina	Genti p	DF1	DF2
G178	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.61	-0.91
G179	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.30	-0.08
G180	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	1.23	-1.49
G181	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.61	-2.64
G182	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.90	-1.93
G183	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.77	-1.33
G184	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.80	-1.20
G185	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.34	-0.88
G186	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.20	-1.01
G187	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.17	-1.11
G188	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-0.25	-1.06
G189	GZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.60	-0.01
G190	GZamrsten	Jura	Trijas	bxgl	-2.46	-1.37
G191	DZamrsten	Jura	Trijas	prim	0.38	-0.43
G192	DZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.01	-1.15
G193	DZamrsten	Jura	Trijas	prim	0.19	-0.54
G194	DZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.32	-0.76
G195	DZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.37	-0.97
G196	DZamrsten	Jura	Trijas	prim	-1.49	-1.47
G197	DZamrsten	Jura	Trijas	bxgl	-0.05	-0.49
G198	Crvenarupa	Jura	Trijas	prim	-1.75	-0.75
G199	Crvenarupa	Jura	Trijas	prim	0.24	0.90
G200	Crvenarupa	Jura	Trijas	prim	-0.73	-0.80
G201	Crvenarupa	Jura	Trijas	prim	0.90	-0.07
G202	Crvenarupa	Jura	Trijas	prim	0.38	-0.11
G203	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-0.42	0.39
G204	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-0.85	-0.53
G205	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-0.20	0.06
G206	Crvenokatun	Jura	Trijas	bxgl	-1.28	-0.63
G207	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-0.04	0.53
G208	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-1.25	-0.16
G209	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-0.89	-0.44
G210	Crvenokatuni	Jura	Trijas	prim	-0.33	-0.11
G211	Meteris	Jura	Trijas	prim	-1.66	-0.56
G212	Meteris	Jura	Trijas	prim	-0.29	-0.60
G213	Meteris	Jura	Trijas	prim	-1.06	-0.68
G214	Meteris	Jura	Trijas	prim	-0.13	-0.72
G215	Meteris	Jura	Trijas	prim	-1.77	-2.99
G231	Strasnica	Jura	Trijas	prim	-0.71	4.18
G232	Strasnica	Jura	Trijas	prim	-0.21	3.57
G233	Strasnica	Jura	Trijas	prim	0.07	0.46
G234	Strasnica	Jura	Trijas	prim	0.71	3.15
G235	Strasnica	Jura	Trijas	prim	0.71	1.77
G236	Strasnica	Jura	Trijas	pretal	-0.72	0.34
G237	Strasnica	Jura	Trijas	pretal	1.03	1.42
G238	Strasnica	Jura	Trijas	pretal	-0.54	0.43
G240	Strasnica	Jura	Trijas	prim	1.25	1.66
G241	Strasnica	Jura	Trijas	prim	1.16	1.45
G242	Strasnica	Jura	Trijas	prim	-1.78	2.51

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 6.2: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po starosti podine, VM\_02**

LB	Lok	Starost_bx	Podina	Gentip	DF1	DF2
G243	Strasnica	Jura	Trijas	prim	0.46	2.01
G244	Brsno	Jura	Trijas	prim	-0.55	0.48
G245	Brsno	Jura	Trijas	prim	-0.22	-0.04
G246	Brsno	Jura	Trijas	prim	0.45	0.53
G247	Brsno	Jura	Trijas	prim	1.00	-0.25
G248	Brsno	Jura	Trijas	prim	-0.45	-0.53
G249	Brsno	Jura	Trijas	prim	0.38	0.56
G250	Brsno	Jura	Trijas	prim	-0.79	1.14
G251	Brsno	Jura	Trijas	bxgl	1.05	0.36
G255	Brsno	Jura	Trijas	prim	-0.27	1.73
G256	Brsno	Jura	Trijas	prim	1.43	1.01
G257	Milankovac	Jura	Lijas	prim	5.53	7.34
G258	Milankovac	Jura	Lijas	prim	3.16	6.70
G259	Milankovac	Jura	Lijas	prim	4.70	7.03
G260	Ivovalazba	Jura	Doger_Oks.	pretal	5.28	0.04
G261	Ivovalazba	Jura	Doger_Oks.	pretal	6.03	-3.62
G262	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	prim	6.83	-0.54
G263	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	prim	6.79	0.06
G264	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	pretal	8.79	-2.47
G265	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	prim	5.84	-1.56
G266	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	prim	6.60	-1.62
G267	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	prim	6.34	0.26
G268	Pinoselo	Jura	Doger_Oks.	bxgl	6.09	-0.60
G269	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	3.83	-0.38
G270	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	4.46	0.68
G271	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	4.42	-0.51
G272	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	4.78	-0.32
G273	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	4.66	-0.00
G274	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	7.67	0.23
G275	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	7.35	-0.83
G276	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	pretal	5.39	-1.47
G277	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	6.25	-1.48
G278	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	prim	5.06	-1.82
G279	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	pretal	3.59	0.73
G280	Osojnik	Jura	Doger_Oks.	pretal	5.13	-1.37
G281	Bijelastijena	Jura	Doger_Oks.	prim	6.03	-0.36
G282	Bijelastijena	Jura	Doger_Oks.	pretal	6.65	0.25

Squared Mahalanobis Distances			
Starost podine	Trijas	Lijas	Doger_Oksford
Trijas	0.00000	76.45499	43.19721
Lijas	76.45499	0.00000	61.87945
Doger_Oksford	43.19721	61.87945	0.00000

**Dodatak 6.3: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po genetskom tipu, VM\_02**

Roots Removed	Eigen-	Cano-nical	Wilks& apos;	Chi-Sqr.	df	p-level
0	1.87662	0.80769	0.24930	295.182	68	0.00000
1	0.39441	0.53184	0.71714	70.651	33	0.00015

Genetski tip	DF1	DF2
Primarni bx	-0.547073	0.04071
Pretaloženi bx	2.861947	-1.47994
Povlatne bx gline	4.063888	1.91479

Genetski tip	Percent	Prim. p=0,85776	Pretal. p=0,09052	Bxgl p=0,05172
Primarni bx	96.98492	193	5	1
Pretaloženi bx	85.71429	3	18	0
Povlatne bx gline	66.66666	1	3	8
<b>Total</b>	<b>94.39655</b>	<b>197</b>	<b>26</b>	<b>9</b>

Case	Observed	Primarni bx	Pretaloženi bx	Povlatne bx gline
1	prim	0.999091	0.000907	0.000001
2	prim	0.999974	0.000026	0.000000
3	prim	0.999975	0.000025	0.000000
*4	prim	0.047821	0.952179	0.000000
5	prim	0.999999	0.000001	0.000000
6	prim	0.999998	0.000002	0.000000
7	prim	1.000000	0.000000	0.000000
8	prim	0.999962	0.000038	0.000000
9	prim	0.999961	0.000039	0.000000
10	prim	0.996750	0.003237	0.000013
11	pretal	0.000009	0.997815	0.002175
12	pretal	0.000180	0.998842	0.000978
13	pretal	0.011287	0.988581	0.000132
14	prim	0.966827	0.013904	0.019270
15	prim	0.999971	0.000029	0.000000
16	prim	0.999965	0.000008	0.000027
17	prim	0.999839	0.000158	0.000002
18	prim	0.999972	0.000027	0.000002
19	bxgl	0.001750	0.000061	0.998189
20	prim	0.999998	0.000002	0.000000
21	prim	0.999976	0.000024	0.000000
22	prim	0.999871	0.000129	0.000000
23	prim	0.998755	0.001242	0.000003
24	bxgl	0.000016	0.000495	0.999490
25	prim	0.999261	0.000650	0.000089
26	prim	0.999938	0.000055	0.000008
27	prim	0.999980	0.000020	0.000000
28	prim	0.999993	0.000007	0.000000
29	prim	0.999994	0.000006	0.000000
30	prim	0.999209	0.000708	0.000083
31	prim	0.999708	0.000030	0.000263
32	bxgl	0.000000	0.000002	0.999998
33	prim	0.978336	0.021646	0.000018
34	prim	0.969258	0.030736	0.000006
35	pretal	0.042926	0.956932	0.000142
36	pretal	0.000915	0.999015	0.009070
37	pretal	0.093498	0.902183	0.004319
38	prim	0.999980	0.000020	0.000000
39	prim	0.999958	0.000042	0.000000
40	prim	0.999922	0.000078	0.000000
41	prim	0.999961	0.000039	0.000000

Variable	DF1	DF2
Moclr	-0.106126	0.397270
Cuclr	-0.093644	0.100735
Pbclr	-0.506295	-0.073298
Znclr	-0.048538	0.093372
Niclr	-0.068419	0.071631
Coclr	0.174187	0.133236
Mnclr	-0.016744	-0.067900
Feclr	-0.409203	0.069198
Asclr	-0.168332	0.433971
Uclr	-0.091116	0.225020
Thclr	-0.171301	-0.079549
Srclr	0.224501	-0.185122
Cdclr	0.230631	-0.110844
Vclr	-0.278150	0.047432
Caclr	0.562069	-0.281622
Pclr	0.006482	-0.010451
Laclr	0.127354	-0.208275
Crclr	-0.244298	0.079175
Mgclr	0.354697	0.106182
Baclr	0.164969	0.017872
Ticlr	-0.422214	-0.021860
Alclr	-0.432374	0.148576
Naclr	0.059452	-0.062658
Kclr	0.189487	0.023361
Zrclr	-0.385917	-0.002240
Ceclr	0.013989	-0.065287
Snclr	-0.476967	-0.063013
Yclr	0.115868	-0.125530
Nbclr	-0.458862	-0.084133
Taclr	-0.450740	-0.117307
Scclr	-0.171377	0.086994
Liclr	-0.005706	-0.026907
Rbclr	-0.052278	0.015113
Hfclr	-0.417207	0.004213



**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**

*DODATAK 6.3: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po genetskom tipu, VM\_02*

Case	Observed	Primarni bx	Pretaloženi bx	Povlatne bx gline
42	prim	0.999992	0.000008	0.000000
43	prim	1.000000	0.000000	0.000000
44	prim	0.999976	0.000024	0.000000
45	prim	0.999757	0.000243	0.000000
46	prim	0.998519	0.001481	0.000000
47	prim	0.999997	0.000003	0.000000
48	prim	0.999990	0.000010	0.000000
49	prim	0.850073	0.140589	0.009338
50	prim	0.999994	0.000005	0.000001
51	prim	0.954904	0.045046	0.000050
52	prim	0.999934	0.000066	0.000000
53	prim	0.999993	0.000007	0.000000
54	prim	0.999986	0.000014	0.000000
55	prim	0.999983	0.000017	0.000000
56	prim	0.999533	0.000467	0.000000
57	pretal	0.022375	0.977581	0.000044
58	pretal	0.002767	0.996553	0.000679
59	pretal	0.108372	0.876476	0.015152
60	prim	0.999985	0.000015	0.000000
61	prim	0.999794	0.000205	0.000001
62	prim	0.999837	0.000163	0.000000
63	prim	0.998069	0.001605	0.000326
64	prim	0.999445	0.000365	0.000190
65	prim	0.999988	0.000012	0.000000
66	prim	0.999994	0.000006	0.000000
67	prim	0.999997	0.000003	0.000000
68	prim	0.999996	0.000003	0.000001
69	prim	0.999997	0.000003	0.000000
70	prim	1.000000	0.000000	0.000000
71	prim	0.999432	0.000559	0.000008
72	prim	0.999721	0.000279	0.000000
73	prim	0.999683	0.000317	0.000000
*74	prim	0.005385	0.993705	0.000910
75	bxgl	0.000000	0.000000	1.000000
76	prim	0.999800	0.000198	0.000002
77	prim	0.999997	0.000003	0.000000
78	prim	0.999992	0.000008	0.000000
79	prim	0.999964	0.000036	0.000000
80	prim	0.999787	0.000213	0.000000
81	prim	0.999985	0.000015	0.000000
82	prim	0.999994	0.000006	0.000000
83	prim	0.999978	0.000022	0.000000
84	prim	0.999985	0.000015	0.000000
85	prim	0.999942	0.000058	0.000000
86	prim	0.999995	0.000005	0.000000
87	prim	0.999968	0.000032	0.000000
88	prim	0.999784	0.000212	0.000004
*89	bxgl	0.000378	0.507029	0.492593
90	prim	0.999973	0.000027	0.000000
91	prim	0.999885	0.000115	0.000000

Case	Observed	Primarni bx	Pretaloženi bx	Povlatne bx gline
92	prim	0.999971	0.000020	0.000010
93	bxgl	0.003071	0.013186	0.983743
94	prim	0.999247	0.000675	0.000079
95	prim	0.999725	0.000274	0.000001
96	prim	0.997862	0.002129	0.000009
97	prim	0.977942	0.020127	0.001931
98	prim	0.918909	0.040005	0.041086
*99	prim	0.001959	0.000021	0.998020
100	prim	0.999938	0.000062	0.000000
101	prim	0.999911	0.000089	0.000000
102	prim	0.999954	0.000046	0.000000
103	prim	0.999949	0.000051	0.000000
104	prim	0.999979	0.000021	0.000000
105	prim	0.999956	0.000044	0.000000
106	prim	0.991444	0.008542	0.000014
107	prim	0.999992	0.000003	0.000005
108	prim	0.999962	0.000019	0.000019
109	prim	0.999979	0.000021	0.000000
110	prim	0.999987	0.000013	0.000000
111	prim	0.996361	0.003639	0.000000
112	prim	0.612233	0.387765	0.000003
113	prim	0.993409	0.006576	0.000015
114	prim	0.999997	0.000003	0.000000
115	bxgl	0.000002	0.000192	0.999806
116	prim	0.999788	0.000212	0.000001
117	prim	0.999872	0.000127	0.000000
118	prim	0.999941	0.000059	0.000000
119	prim	0.999978	0.000022	0.000000
120	prim	0.999996	0.000004	0.000000
121	prim	0.999992	0.000008	0.000000
122	prim	0.999959	0.000041	0.000000
123	prim	0.995435	0.004556	0.000009
*124	pretal	0.861490	0.131693	0.006817
125	prim	0.888363	0.111630	0.000006
126	prim	0.999649	0.000350	0.000001
127	prim	0.999999	0.000001	0.000000
128	prim	0.999993	0.000007	0.000000
129	prim	0.999989	0.000011	0.000000
130	prim	1.000000	0.000000	0.000000
131	prim	0.999976	0.000024	0.000000
132	prim	0.999010	0.000990	0.000001
133	prim	0.999794	0.000206	0.000000
134	prim	0.999738	0.000262	0.000000
135	prim	0.997908	0.002092	0.000000
136	prim	0.998187	0.001813	0.000000
137	prim	0.999981	0.000019	0.000000
138	prim	0.999868	0.000132	0.000000
*139	prim	0.401359	0.598510	0.000131
140	pretal	0.005927	0.993426	0.000647
141	prim	0.999696	0.000302	0.000002

**METALOGENIJA JURSKIH KARSTNIH BOKSITA RUDNIH REJONA VOJNIK-MAGANIK I PREKORNICA, CRNA GORA**  
**DODATAK 6.3: Analiza rezultata diskriminantne funkcije po genetskom tipu, VM\_02**

Case	Observed	Primarni bx	Pretaloženi bx	Povlatne bx gline
142	prim	0.999992	0.000004	0.000004
143	prim	0.999911	0.000089	0.000000
144	prim	0.999892	0.000106	0.000001
145	prim	0.978761	0.020951	0.000288
146	prim	0.999971	0.000025	0.000004
147	prim	0.999979	0.000014	0.000007
148	prim	0.999971	0.000029	0.000001
149	prim	0.999856	0.000124	0.000021
150	prim	0.999788	0.000212	0.000000
151	prim	0.999989	0.000011	0.000000
152	prim	0.999915	0.000085	0.000000
153	prim	0.999963	0.000036	0.000001
154	prim	0.999987	0.000013	0.000000
155	prim	0.999995	0.000005	0.000000
156	prim	0.999989	0.000011	0.000000
157	prim	0.999827	0.000158	0.000016
158	prim	0.999549	0.000406	0.000045
159	bxgl	0.000014	0.003344	0.996642
160	prim	0.999117	0.000877	0.000006
161	prim	0.999997	0.000003	0.000000
162	prim	0.999996	0.000004	0.000000
163	prim	1.000000	0.000000	0.000000
164	prim	1.000000	0.000000	0.000000
165	prim	0.999873	0.000115	0.000012
*166	bxgl	0.309765	0.688613	0.001621
167	prim	0.999444	0.000541	0.000016
168	prim	0.999102	0.000878	0.000021
169	prim	0.999978	0.000022	0.000000
170	prim	0.998421	0.001578	0.000001
171	prim	0.999999	0.000001	0.000000
172	prim	0.999214	0.000761	0.000025
173	prim	0.999997	0.000003	0.000000
174	prim	0.999991	0.000009	0.000000
175	bxgl	0.000000	0.000000	1.000000
176	prim	0.999991	0.000009	0.000000
177	prim	0.999970	0.000030	0.000000
178	prim	0.999999	0.000001	0.000000
179	prim	0.999995	0.000005	0.000000
180	prim	0.999971	0.000029	0.000000
181	prim	0.999970	0.000030	0.000000
182	prim	0.999965	0.000035	0.000000
183	prim	0.999926	0.000074	0.000000
184	prim	0.999815	0.000185	0.000000
185	prim	0.996595	0.003320	0.000085
186	prim	0.999819	0.000179	0.000002
187	prim	0.995450	0.004550	0.000000
188	prim	0.992144	0.007850	0.000007
189	prim	0.999955	0.000045	0.000000
190	pretal	0.409196	0.590490	0.000314
191	pretal	0.000017	0.999980	0.000004

Case	Observed	Primarni bx	Pretaloženi bx	Povlatne bx gline
192	pretal	0.390443	0.609209	0.000348
193	prim	0.999959	0.000041	0.000000
194	prim	0.999332	0.000668	0.000000
195	prim	0.999972	0.000028	0.000000
196	prim	0.992591	0.007324	0.000085
197	prim	0.999996	0.000004	0.000000
198	prim	0.999674	0.000326	0.000000
199	prim	0.999983	0.000017	0.000000
200	prim	0.999667	0.000162	0.000172
201	prim	0.999970	0.000025	0.000005
202	prim	0.999977	0.000016	0.000007
203	prim	0.953314	0.009459	0.037227
*204	bxgl	0.999777	0.000098	0.000125
205	prim	1.000000	0.000000	0.000000
206	prim	0.999805	0.000189	0.000006
207	prim	0.994379	0.005619	0.000001
208	prim	0.999999	0.000001	0.000000
209	prim	0.999633	0.000367	0.000000
*210	pretal	0.951635	0.047338	0.001027
211	pretal	0.000002	0.999151	0.000847
212	prim	0.999353	0.000646	0.000001
213	prim	0.999435	0.000565	0.000000
214	pretal	0.004071	0.995919	0.000011
215	prim	0.949049	0.050936	0.000015
*216	prim	0.233886	0.766113	0.000001
217	prim	0.997521	0.002477	0.000002
*218	bxgl	0.002533	0.983156	0.014311
219	prim	0.999943	0.000057	0.000000
220	prim	0.999995	0.000005	0.000000
221	prim	0.999947	0.000052	0.000001
222	prim	0.999994	0.000006	0.000000
223	prim	0.999949	0.000051	0.000000
224	prim	0.993831	0.006128	0.000041
225	prim	0.997623	0.002377	0.000001
*226	pretal	0.879614	0.120129	0.000257
*227	prim	0.329605	0.670383	0.000012
228	prim	0.995344	0.004616	0.000040
229	pretal	0.000001	0.995317	0.004683
230	pretal	0.001849	0.998090	0.000061
231	prim	0.999997	0.000003	0.000000
232	pretal	0.285327	0.705288	0.009385

Squared Mahalanobis Distances			
Genetski tip	Primarni bx	Pretaloženi bx	Povlatne bx gline
Primarni bx	0.00000	13.93378	24.77321
Pretaloženi bx	13.93378	0.00000	12.96883
Povlatne bx gline	24.77321	12.96883	0.00000

## 15. BIOGRAFIJA AUTORA

Slobodan Radusinović je rođen u Nikšiću 05. 07. 1971. godine, gdje je završio Osnovnu školu i, 1989. godine, Prirodno - matematičku gimnaziju, smjer matematika. Redovne studije na Rudarsko - geološkom fakultetu u Beogradu završio je 1996. godine; Odsjek geološki; Smjer za istraživanje ležišta mineralnih sirovina. Doktorske studije na Rudarsko-geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Geološki odsek upisao je 2009. godine.

Zaposlen je u JU Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica od 1997. godine, gdje od 2000. godine, nakon polaganja Stručnog državnog ispita u Ministarstvu privrede Crne Gore, radi kao samostalni geolog - projektant. Uz projektantske poslove, od 2003. do 2009. godine obavljao je i poslove Rukovodioca Sektora za regionalnu geologiju, mineralne sirovine i koncesije za mineralne sirovine. Za vršioca dužnosti direktora Zavoda za geološka istraživanja imenovan je 2009. godine i te poslove je obavljao do 2010. godina. Zamjenik je direktora Zavoda za geološka istraživanja od 2010. godine.

Ključne kvalifikacije kandidata su:

- Projektovanje i realizacija projekta geoloških istraživanja;
- Učešće na realizaciji projekata geoloških istraživanja u svojstvu saradnika za oblast istraživanja ležišta mineralnih sirovina;
- Rukovođenje međunarodnim projektima u Crnoj Gori;
- Naučno-stručna aktivnost;
- Rukovođenje u matičnoj instituciji i
- Saradnja sa dugim institucijama, vladinim tijelima, ministarstvima i agencijama na polju istraživanja i valorizacije mineralnih resursa u Crnoj Gori, prostornog planiranja i zaštite životne sredine.

Slobodan Radusinović je član Crnogorskog geološkog društva i njegov predsjednik od kraja 2010. godine. Imenovan je za člana Jedinice za procjenu projekata Ministarstva ekonomije u Vladi Crne Gore (2008-2010), člana Stučnih državnih komisija za ovjeru rezervi mineralnih sirovina (2005-2015), člana Radne grupe za pripremu pregovora o pristupanju Crne Gore Evropskoj uniji za pregovaračko poglavlje 27 – Životna sredina (2013-), kao i člana Odbora za geologiju i geografiju Crnogorske akademije nauka i umjetnosti (2014-).

U dosadašnjem radu, kao rukovodilac ili saradnik, angažovan na realizaciji više dugoročnih projekata iz oblasti osnovnih, tematskih i detaljnih geoloških istraživanja u Crnoj Gori od kojih izdvajamo:

- Metalogenetsko – prognozna karta boksitonosnog područja između Morače i Nikšićkog polja, 1:50000 (1997-2004);
- Osnovna geološka istraživanja arhitektonsko–građevinskog kamena u području Luštice i Grblja i u području Bara, Ulcinja i Bojane (1997-2002);
- Geohemijska karta Crne Gore 1:200000 (2000-2003);
- Karta mineralnih sirovina Crne Gore 1:200000 (2000-2004);
- Istraživanje elemenata rijetkih zemalja u boksitima Nikšićke Župe (2005-2006 i 2012-2016);
- Geološka studija za potrebe izrade Nacionalne strategije za vanredne situacije u Crnoj Gori (2005);
- Izrada Koncesionih elaborata za različite vrste čvrstih mineralnih sirovina u Crnoj Gori (2005-2009) i
- KAP Site Feasibility Study- Evaluation of geological data and reporting (2010).

Autor je ili koautor više od četrdeset projekata istraživanja i elaborata o rezervama različitih vrsta mineralnih sirovina u Crnoj Gori (1998-2016).

Slobodan Radusinović je rukovodilac međunarodnih projekata u Crnoj Gori koje Zavod za geološka istraživanja realizuje u okviru različitih oblika saradnje na regionalnom i evropskom nivou:

- Implementation of CLC2006 in the West Balkan Countries, EEA, (2006-2008);
- Harmonized European Land Monitoring - Coordination of national activities for land monitoring, Seventh Framework Programme, (2010-2013);

- Implementation of CLC2012 in the West Balkan Countries, EEA, (2012-2014);
- Sustainable Aggregates Planning in South East Europe – SNAP-SEE, South East Europe Programme (2012-2014);
- European Marine Observation and Data Network Geological data – EMODnet Geology 2 Project, EC Service Contract, (2014-2016) i
- Mineral deposits of public importance-MINATURA 2020, Developing a concept for a European minerals deposit framework, Horizon2020, (2014-).

Učesnik je programa u okviru međunarodne saradnje i to:

- Western Balkans Environmental Programme, Study Tour – Slovak Republic, Slovak experience in environmental management and remediation of priority mine sites (2009).
- CEI Know-how Exchange Programme (KEP), Central European Initiative, Capacity building and transfer of knowledge for increasing and improving professional skills in the field of secure, clean and efficient energy in Albania, Montenegro and Serbia, Podgorica - Trst, (2014) i
- 2016 Seminar on Geological Mineral Resources Administration for Officials from Countries along the "One Belt One Road": Beijing, Shanghang, Zijin and Xiamen; CHINA MINING 2016, Tianjin, China (2016).

Kao autor ili koautor, Slobodan Radusinović je objavio dvadesetpet naučno-stručnih radova iz oblasti geologije u nacionalnim i međunarodnim časopisima i zbornicima radova sa domaćih i međunarodnih kongresa i konferencija, a koji se odnose na problematiku istraživanja i valorizacije metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina, geomorfologiju, geoprostorne podatke, zatim ekološku i pedološku problematiku. Tehnički je urednik tri knjige Posebnih izdanja Geološkog glasnika, i, od 2015. godine, Glavni urednik Geološkog glasnika časopisa koji izdaje Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.

## **16. IZJAVE**

**Prilog 1:** Izjava o autorstvu

**Prilog 1:** Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

**Prilog 3:** Izjava o korišćenju



Прилог 1.

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Потписани-а СЛОБОДАН С. РАДУСИНОВИЋ

број индекса Г 810/09

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**МЕТАЛОГЕНИЈА ЈУРСКИХ КАРСТНИХ БОКСИТА РУДНИХ РЕЈОНА ВОЈНИК-  
МАГАНИК И ПРЕКОРНИЦА, 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, 01. 02. 2017. године

*Слободан С. Радусиновић*

Прилог 2.

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ  
ДОКТОРСКОГ РАДА**

Име и презиме аутора СЛОБОДАН С. РАДУСИНОВИЋ

Број индекса Г 810/09

Студијски програм Геологија

Наслов рада: **МЕТАЛОГЕНИЈА ЈУРСКИХ КАРСТНИХ БОКСИТА РУДНИХ**

**РЕЈОНА ВОЈНИК- МАГАНИК И ПРЕКОРНИЦА, ЦРНА ГОРА**

Ментор Др Раде Јеленковић, редовни професор

Потписани/а Слободан Радусиновић

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, 01. 02. 2017. године

*Radusinovic*

### Прилог 3.

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**МЕТАЛОГЕНИЈА ЈУРСКИХ КАРСТНИХ БОКСИТА РУДНИХ  
РЕЈОНА ВОЈНИК- МАГАНИК И ПРЕКОРНИЦА, 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, 01. 02. 2017. године

М. М. М. М. М. М.

1. Ауторство - Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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. Дозвољаваате 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.