

5. HRVATSKI GEOLOŠKI KONGRES
s međunarodnim sudjelovanjem

5th CROATIAN GEOLOGICAL CONGRESS
with international participation

Osijek 23.–25.09.2015.

Vodič ekskurzija

Excursion Guide-book



Urednice – Editors:
Marija Horvat & Lidija Galović

Hrvatsko geološko društvo – Croatian Geological Society

Hrvatski geološki institut – Croatian Geological Survey

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu – Faculty of Science, University of Zagreb

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu –
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

INA-Industrija nafte d.d. – INA Oil Industry Plc.

Hrvatski prirodoslovni muzej – Croatian Natural History Museum

5. Hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem 5. Croatian Geological Congress with international participation

Osijek 23.–25.09.2015.

Organizatori – Organized by

Hrvatsko geološko društvo – Croatian Geological Society
Hrvatski geološki institut – Croatian Geological Survey
Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu – Faculty of Science, University of Zagreb
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu –
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb
INA-Industrija nafte d.d. – INA Oil Industry Plc.
Hrvatski prirodoslovni muzej – Croatian Natural History Museum

Pokrovitelji – Under the patronage of

Predsjednica Republike Hrvatske gospođa Kolinda Grabar-Kitarović – President of the Republic of Croatia Madam Kolinda Grabar-Kitarović
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske – Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia
Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske – Ministry of Economy of the Republic of Croatia

Potpورا – Supported by

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske
Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia

Donatori – Donors

Štedbanka d.d.
LASERplus d.o.o.
KAMEN d.d. PAZIN

Sponzori – Sponsors

INA – Industrija nafte d.d. – INA Oil Industry Plc.
Hrvatsko geotehničko društvo – Croatian Geotechnical Society

Organizacijski odbor Organizing committee

Josip HALAMIĆ
predsjednik
Sibila BOROJEVIĆ ŠOŠTARIĆ
potpredsjednica
Dražen BALEN
potpredsjednik
Morana HERNITZ KUČENJAK
potpredsjednica
Željko MIKLIN
tajnik
Marija BOŠNJAK MAKOVEC
Josip BUBNIĆ
Blanka CVETKO TEŠOVIĆ
Lidija GALOVIĆ
Tonći GRGASOVIĆ
Marija HORVAT
Maja HREN
Marijan KOVAČIĆ
Damir LACKOVIĆ
Jasminka MARTINJAK
Jelena PARLOV
Adaleta PERKOVIĆ
Dario PERKOVIĆ
Goran RADONIĆ

Znanstveni odbor – Scientific committee

Slobodan MIKO
predsjednik
Dunja ALJINOVIĆ
Andrea BAČANI
Uroš BARUŽIJA
Mirko BELAK
Čedomir BENAC
Vlasta ČOSOVIĆ
Aleksandar DURMAN
Goran DURN
Goran KNIEWALD
Tvrтко KORBAR
Tomislav MALVIĆ
Marta MILEUSNIĆ
Vlasta PREMEC FUČEK
Esad PROHIĆ
Bruno SAFTIĆ
Damir SLOVENEC
Stjepan STRELEC
Josip TERZIĆ
Bruno TOMLJENOVIĆ
Tamara TROSKOT-ČORBIĆ
Darko TIBLJAŠ
Tatjana VLAHOVIĆ
Igor VLAHOVIĆ
Davor VRSALJKO
Vladica CVETKOVIĆ (Srbija)
Stjepan ČORIĆ (Austrija)
Benedetto De VIVO (Italija)
Francois De VLEESCHOUWER (Francuska)
Manfred FRECHEN (Njemačka)
Špela GORIČAN (Slovenija)
Hazim HRVATOVIĆ (Bosna i Hercegovina)
Corina IONESCU (Rumunjska)
Marko KOMAC (Slovenija)
Ferenc MOLNÁR (Finska / Mađarska)
Zoran STEVANOVIĆ (Srbija)
Georges STOOPS (Belgija)
Pál SÜMEGI (Mađarska)

Počasni odbor Honorary committee

Akademik Vladimir BERMANEC
Akademik Ivan GUŠIĆ
Akademik Mladen JURAIĆ
Izv. prof. dr. sc. Zoran NAKIĆ
Akademik Branko SOKAČ

ISSN 1849-7632

Izdavač – Published by: Hrvatski geološki institut – Croatian Geological Survey – Zagreb

Urednice – Edited by: Marija Horvat & Lidija Galović

Oblikovanje – Layout and design: Mirela Mikić Muha, LASERplus, Zagreb, Brijunska 1a, Zagreb

Tisak – Printed by: LASERplus, Brijunska 1a, Zagreb

Izdano – Issued: rujan 2015, 250 primjeraka – September 2015, 250 copies

Ovitak – Cover:

Kameno srce, Papuk Mt. (foto D. Balen)

Heart Of Stone (photo D. Balen)

Gorjanovićev praporni profil, Baranja (foto L. Galović)

Gorjanović loess profile, Baranja (photo L. Galović)

Stari kamenolom 'Galerija' u Starim Rakovcima – 'Leitha vapnenci' donjeg badena (foto D. Milovanović)

Old quarry 'Galery' in Stari Rakovci – lower Badenian 'Leitha limestones' (photo D. Milovanović)

**5. Hrvatski geološki kongres
s međunarodnim sudjelovanjem**
**5. Croatian Geological Congress
with international participation**

Osijek 23.–25.09.2015.

**Vodič ekskurzija
Excursion Guide-book**

Urednice – Editors:
Marija Horvat & Lidija Galović

Hrvatsko geološko društvo – Croatian Geological Society

Hrvatski geološki institut – Croatian Geological Survey

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu – Faculty of Science, University of Zagreb

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu –
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

INA-Industrija nafte d.d. – INA Oil Industry Plc.

Hrvatski prirodoslovni muzej – Croatian Natural History Museum

SADRŽAJ

CONTENT

BALEN, D.: Ekскурzija A1 – Geologija Papuka (<i>Excursion A1 – Geology of Mt. Papuk</i>).	3
GALOVIĆ, L.: Ekскурzija A2 – Geološko-geoarheološka ekскурzija (<i>Excursion A2 – Geological-geoarcheological excursion</i>).	91
DULIĆ, I., VRANJKOVIĆ, A., DUNČIĆ, M., GAJIĆ, V. & BOGIĆEVIĆ, G.: Ekскурzija B – Geologija Fruške gore (<i>Excursion B – Geology of Fruška gora</i>).	125

A1 GEOLOGIJA PAPUKA
A1 GEOLOGY OF MT. PAPUK

Dražen Balen

GEOLOGIJA PAPUKA GEOLOGY OF MT. PAPUK

Dražen Balen¹

uz sudjelovanje Uroša Barudžije, Mirka Belaka, Željka Borteka, Marije Horvat, Marijana Kovačića, Davora Pavelića i Gorana Radonića na pojedinim točkama ekskurzije

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

Abstract

Following the excursion “A0 Geological heritage of the Papuk Geopark” related to the 4th Croatian Geological Congress in 2010, this excursion is planned as a complementary one with emphasizes on geological diversity of Mt. Papuk and neighboring areas which are accessible to a larger group of geologists transported by bus. The excursion points to the main features of Mt. Papuk (and Mt. Krndija) crystalline rocks, Paleozoic and Mesozoic (meta)sedimentary complexes together with sedimentary and volcanic rocks of Pannonian Basin with highlights on evolution(s) of broader area through time, origin of rocks, emplacement, conditions, petrography, paleontological findings and ages.

In the Slavonia area, the pre-Mesozoic crystalline basement of the Pannonian Basin, which represents the highlight of the field-trip, is traditionally subdivided into three igneous and metamorphic complexes (eg. JAMIČIĆ, 1983, 1988): (1) the Pšunj (Kutjevo) complex, assumed to have originated during the Baikal orogenic stage (~Late Precambrian to Early Paleozoic time span), overprinted and retrogressed by younger metamorphic events; (2) the Papuk (Jankovac) complex, which underwent significant geological changes during the Caledonian orogenesis, and (3) the Radlovac complex which resulted from a very low- to low-grade metamorphism during the Late Paleozoic. Overlying Permian-Triassic rocks are coarse- to medium- grained terrigenous clastics, i.e. conglomerates and sandstones that are in unconformable contact with metamorphic complexes and grade into Lower Triassic sandstones. Composition of detrital components indicates magmatic and metamorphic rocks of the surrounding area as an adjacent source region. The clastic rocks crop out as elongated narrow zones, occurring between the crystalline complexes and the predominately carbonate Middle Triassic rocks. Thermal overprint that took place during Eoalpine (Cretaceous) event affected predominately clay minerals, thus leaving hardly noticeable marks and reassigning (in the strict sense of metamorphic classification) the Mesozoic sedimentary rock complex into the very-low grade metasediments.

Sedimentation in Oligocene and further during Neogene is related to the closing of Tethys, evolution of Central Paratethys and finally to development of new separate area which encompasses Pannonian Basin System. This area is a more or less isolated area starting from Oligocene time developing its own sedimentation characteristics accompanied with volcanic activities. Past volcanic activity produced a heterogeneous and quite large volcanic complex famous due to extraordinary, well-exposed columnar jointing and pyroclastic rock deposits. Recent sedimentation is represented with a tufa barrier at the Skakavac waterfall in the vicinity of the Jankovac mountain hut.

The chosen outcrops comprise selection of typical rocks at localities Puklica, Rupnica, Trešnjevica, Zvečevo, Čaružin kamen, Vranovo, Šamanovica, Nježić, Velika, Jankovac, Hercegovac, Žervanjska, Tisica, Vetovo, Kutjevo, Duboka, Lončarski Vis and Našice revealing geological relations important for setting the area in geological and geotectonic frame(s) through Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic times.

Geological field-trip in such an area would not be complete without Golden Valley's wines, cultivated in ancient wine-cellars, first built by the clerical order of Cistercians (ordo cisterciensis) in 1232. The modern vineyards have been spread on the southern slopes of the mountains Papuk and Krndija in a constant and devoted search for the perfect harmony between the climate, sun, soil and rocks. Kutjevo wine-cellars with skilled cellarers achieve the top-level quality of wines. Some of the famous wines from the Kutjevo area are: Graševina, Rheinriesling, Chardonnay, Pinot Gris, Pinot Noir, Pinot Blanc, Sauvignon, Traminac.

Uvod

Nakon ekskurzije „A0 Geološka baština Geoparka Papuk” vezane uz 4. Hrvatski geološki kongres 2010. godine na 5. Hrvatskom geološkom kongresu 2015. slijedi nam svojevrsni nastavak kroz ekskurziju pod nazivom „A1 Geologija Pap-

uka”. No, na sreću „promjena formata” iz A0 u A1 nije dovela (kao što bi npr. dovela promjena veličine papira iz A0 u A1) do smanjenja ekskurzije, već upravo suprotno, novi format kroz dva dana terena omogućuje nam nešto širi prikaz geologije ne samo Papuka već i geologije šireg područja obu-

hvaćenog terminom Slavonske planine. Dodatno vrijeme u sprezi s već ranije opisanim točkama (BALEN et al., 2010) omogućiti će nam detaljnije upoznavanje raznovrsnih geološki značajki Papuka.

Upravo je ta raznolikost geološke komponente (uz biološku) bila temelj za dobivanje statusa Parka prirode u travnju 1999. godine te osnivanja Javne ustanove Park prirode Papuk u rujnu iste godine. U konačnici, velikim trudom geološke struke, mukotrpnim višegodišnjim radom na valorizaciji ključnih geolokaliteta u koji je uloženo mnogo žara i ljubavi brojnih geologa i drugih stručnjaka, područje Parka prirode od 2007. godine zaslužilo je status geoparka pod zaštitom UNESCO-a te je taj status i zadržalo kroz procese reevaluacije. Geopark Papuk prvi je, te još uvijek i jedini međunarodno priznati geopark u Hrvatskoj u mreži europskih i svjetskih geoparkova.

Trasa ekskurzije

Trasa ekskurzije prolazi kroz stijenske komplekse prikazujući tipične izdanke i geološke odnose u njima, no treba odmah naglasiti da će Papuk ipak sačuvati dio svojih tajni i skrivenih ljepota uslijed nedostupnosti znatnog dijela terena ovakvom tipu ekskurzije koji uključuje brojne učesnike i autobusni prijevoz. Zbog ograničene prohodnosti šumskih cesta i nepredvidivih vremenskih prilika gotovo svi značajniji lokaliteti predstavljeni su u vodiču s alternativnim točkama, a njihov obilazak i odabir trase ovisiti će o situaciji na terenu. Stručni dio ekskurzije započeti će u zapadnim predjelima Papuka u kamenolomu **Puklica** (Đulovac) gdje su otkrivene magmatske i metamorfne stijene Papučkog (Jankovačkog) kompleksa (gnajs, granit, migmatit uz proboje efuzivnih stijena). U blizini gradića Voćina nalazi se znameniti lokalitet **Rupnica** s dobro očuvanim stupastim lučenjem albitnog riolita. Spomenuti lokalitet je od 1948. godine zaštićeni geološki spomenik prirode i jedna od najznačajnijih točaka unutar Geoparka Papuk, dok bi **Voćin** u skoroj budućnosti trebao postati geo-info centar s znanstveno-popularnim, edukativnim i stručnim sadržajem.

Putem prema Kamenskoj prolazi se pored geolokaliteta **Trešnjevica**, **Zvečevo** i **Čarugin kamen** koji prikazuju tipične uglavnom granitoidne stijene uz gnajseve i migmatite te proboje riolita i bazalta. Niskometamorfne stijene na lokalitetima **Vranovo** i **Šamanovica** karakteriziraju višestruka boranja i složeni mikrotektonski odnosi unutar na prvi pogled jednostavnih mineralnih zajednica karakterističnih za niski stupanj metamorfizma. Složenost stijena na mikroskali posljedica je kompleksne tektonske i metamorfne povijesti tog dijela terena na razmeđu Psnjanskog (Kutjevačkog) i Papučkog (Jankovačkog) kompleksa te postupnih prijelaza mineralnih zajednica u srednji i viši stupanj metamorfizma. Na lokalitetu **Nježić** otkriven je značajan profil u piroklastičnim stijenama kao i njihov odnos prema sedimentnim stijenama značajnim za evoluciju Panonskog bazena. **Velika** je mjesto dobro poznato svakom geologu istraživaču Slavonskih planina kao sjedište Geoparka i Parka prirode Papuk (Slika 1).

S vremenom je Velika, već od ranije poznata geolozima po izvorima tople vode te kamenolomima prvenstveno u srednjotrijaskim dolomitima, postala jedan od najznačajnijih geoloških centara u kojem počinju i završavaju brojne stručne ekskurzije te znanstvena istraživanja. Ispred sjedišta Geoparka uređen je Trg europskih geoparkova s primjerima tipičnih stijena Papuka. Prolazeći starom cestom iz Velike preko Papuka prema Slatinskom Drenovcu otkrivaju se brojni izdanci mezozojskih klastičnih i karbonatnih stijena. Jedna od točaka jesu i izdanci krinoidnih vapnenaca u vršnoj zoni Papuka. **Jankovac** s novo izgrađenim geo-info centrom i planinarskim domom u svoj svojoj ljepoti pitome doline ukrašene krškim fenomenima, izvorima, jezerima i slapom Skakavac otkriva, kako geolozi pola u šali ali i pola u zbilji kažu, „400 milijuna godina geološke prošlosti sažeto je u 400 m profila”. Na tom lokalitetu nalazi se širok spektar stijena od metamorfnih stijena visokog stupnja metamorfoze, preko naliježućih konglomerata, pješčenjaka, karbonatnih sedimentata do recentne sedrene barijere slapa Skakavac. Niskometamorfne stijene Radlovačkog kompleksa kroz koje probijaju manja tijela (meta)dijabaza i bazalta kao i karbonatne



Slika 1. Geo-info centar i sjedište Parka prirode Papuk i Geoparka Papuk u Velikoj.

Figure 1. Geo-info center and headquarter of the Nature Park Papuk and Papuk Geopark in Velika.

stijene nalaze se najljepše otkrivene u nizu kamenoloma duž korita Radlovačke rijeke u potezu od **Hercegovca** do **Žervanjske**. Na ulazu u područje niza kamenoloma djelatnici Radlovca d.d., prema ideji N. Sabljaka i projektu D. Jamičića, grade geološki stup (zid) u koji su ugradili najzastupljenije okolne stijene prikazujući geološke odnose tog područja. Taj raritet, gledajući i idejno i izvedbeno, predstavlja čuveni značajan geološki spomenik i valjan putokaz kako se može i treba kroz spregu industrije i znanosti brinuti o struci i geološkoj baštini. Alternativno, u nekadašnjem kamenolomu **Tisica** sažeto se također mogu upoznati osnovne značajke tog najmlađeg predalpskog metamorfnog kompleksa. Amfiboliti, metagabri i poglavito ortognajsevi **Vetova**, jednog od najvećih i najstarijih aktivnih kamenoloma na Papuku, u svojim u suštini vrlo jednostavnim mineralnim paragenezama i razvoju akcesornih minerala kriju zapise najstarijih zabilježenih događaja u paleozoiku vezanih uz evoluciju rubnih područja Gondwane. **Kutjevo** je geolozima poznato po profilu koji duž ceste Kutjevo-Orahovica opisuje litologiju značajnu za prikaz geologije Papuka. No, posjet Papuku i Slavoniji ne bi bio potpun bez sprege geologije i vina, a razigranost mašte i duha svoju kulminaciju naći će, a gdje drugdje, nego u legendarnim vinskih podrumima Kutjeva koji pored vina kriju brojne zanimljive priče još od 1232. godine. Lokalitet **Duboka** nadopunjuje litologiju Psunjskog (Kutjevačkog) kompleksa metapelitima srednjeg stupnja metamorfizma i amfibolitima, dok alkalni bazalti (šošoniti) na lokalitetu **Gradac** (Torine, Lončarski vis) predstavljaju mlade vulkanske i subvulkanske procese krajnjih istočnih dijelova planinskog sustava Papuk-Krndija. Za cementaru **Našice** i sedimentne stijene značajne za tumačenje evolucije Panonskog bazena rekli bi da šećer dolazi na kraju. Pregled okvirnih pozicija lokaliteta naznačen je na slici 2. Novi geološki podaci prezentirani tijekom geološke ekskurzije pokazati će značaj ovog područja u regionalnim razmatranjima i ukazati na opetovanje geoloških procesa na rubovima velikih kontinentalnih ploča tijekom paleozoika i mezozoka kao i tijekom evolucije Panonskog bazenskog sustava.

Geološki smještaj

Regionalni položaj – Tisija (Tisza, Tisia, Tisa)

Megajedinica Tisija u svojim južnim rubnim dijelovima obuhvaća predneogensku podlogu središnjeg i jugoistočnog Panonskog bazena i uobičajeno se smatra fragmentom litosfere odlomljenim od južnog ruba europske ploče tijekom srednjeg jure (npr. PAMIĆ et al., 2002). Svoj sadašnji smještaj Tisija doseže nakon složenih višestrukih pokreta i rotacija tijekom mezozoika i kenozoika (e.g. CSONTOS & VÖRÖS, 2004). Tisija je okružena tektonskim zonama regionalnog značaja od kojih mnoge predstavljaju oceanske suturne zone (SCHMID et al., 2008). Slavonske planine u sjeveroistočnoj Hrvatskoj (Psunj, Papuk, Krndija) uobičajeno se smatraju područjem u kojem najbolje izdanju variscijske stijene podloge južnog dijela Panonskog bazena tj. jedinice Tisija (e.g. PAMIĆ et al.,

1996; PAMIĆ & JURKOVIĆ, 2002). Prema SCHMID et al. (2008) ta "kristalinska" podloga i njen mezozojski pokrov pripadaju sustavu navlaka Bihor, smještenom između Mecsek i Codru sustava navlaka u sklopu Tisije. Južni tektonski kontakt između Bihor sustava navlaka i Sava zone s ofiolitima (USTASZEWSKI et al., 2009) tj. Sava-Vardar zone (PAMIĆ, 2002) je približno smješten južno od Slavonskih planina i skriven neogenskim naslagama Savske depresije. Sjeverno od Slavonskih planina "kristalinska" podloga Tisije i njen mezozojski pokrov većinom je pokriven neogenskim naslagama Panonskog bazena i tek sporadično izdanjuje u planinama Mecsek-Villány na jugu Mađarske i sjevernim Apusenima u Rumunjskoj (e.g. SCHMID et al., 2008). Geokronološki i geotermobarometrijski podaci dobiveni na magmatskim i metamorfnim stijenama mađarskog dijela Tisije pokazuju da su te stijene prošle kroz permski i eoalpinski metamorfní overprint (ÁRKAI et al., 2000; HORVÁTH & ÁRKAI, 2002; LELKES-FELVÁRI et al., 2003; HORVÁTH, 2007). U Slavonskim planinama složena predvariscijska, variscijska i eoalpinska tektono-metamorfna evolucija kristalina dokumentirana je stuktturnim, geokronološkim i termobarometrijskim studijama (JAMIČIĆ, 1983, 1988; PAMIĆ & LANPHERE, 1991; HORVAT, 2004; BALEN et al., 2006; 2013a, b; 2015; HORVÁTH et al., 2010; USTASZEWSKI et al., 2010).

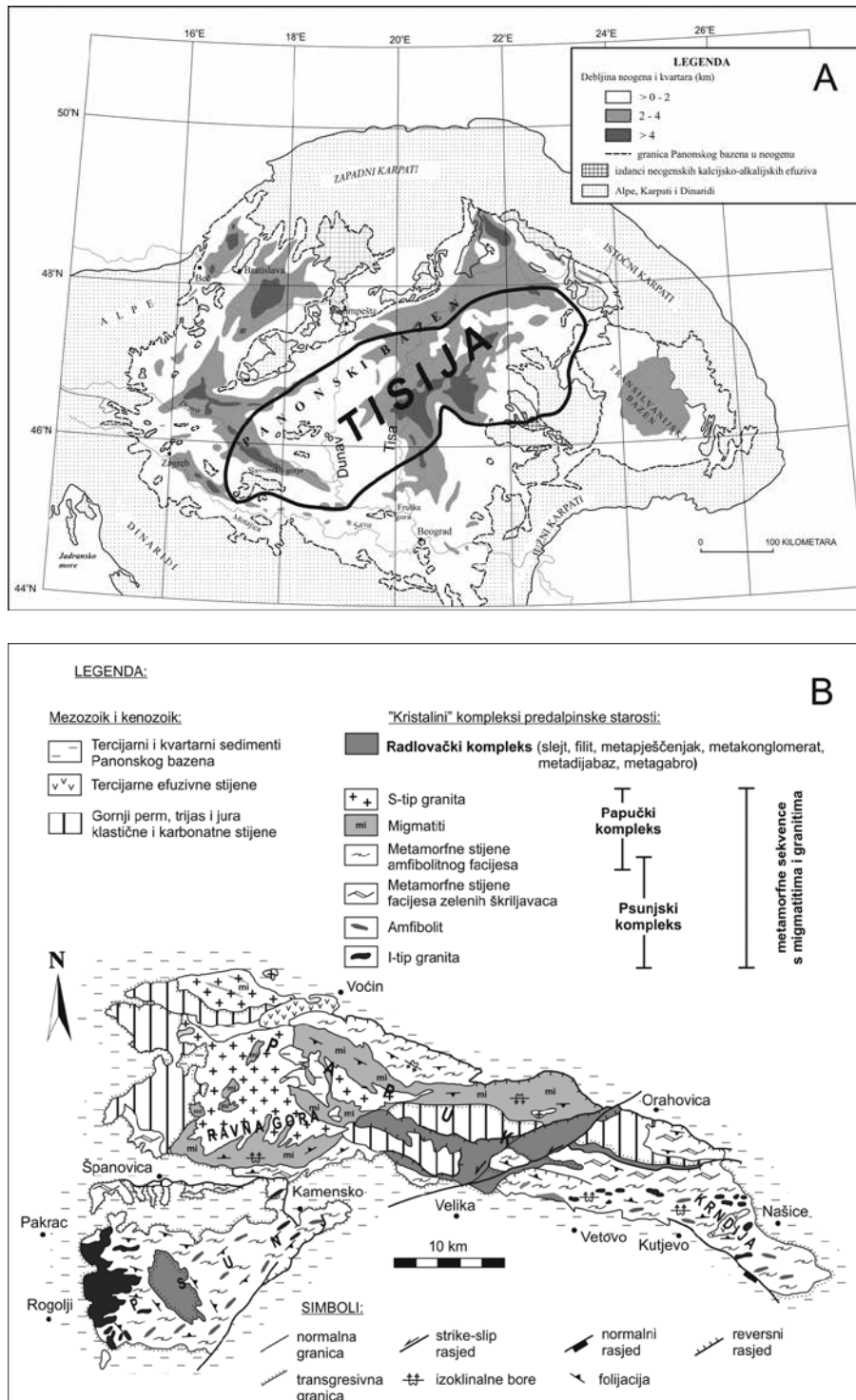
Magmatsko-metamorfni kompleksi

Prema klasičnoj podijeli glavnih tektonskih jedinica koje obuhvaćaju magmatske i metamorfne stijene predalpske starosti u Slavonskim planinama (JAMIČIĆ, 1983; 1988) mogu se izdvojiti tri velike cjeline:

- (1) Psunjski kompleks, nazvan još i Kutjevačka serija, vezan uz progresivnu metamorfozu tijekom bajkalske orogeneze (mlađi prekambrij do stariji paleozoik) i kasnije retrogradno izmijenjen mlađim metamorfnim događajima;
- (2) Papučki kompleks, nazvan i Jankovačka serija, vezan uz progresivnu metamorfozu i migmatizacijom tijekom kaledonske orogeneze (ordovicij do stariji devon);
- (3) Radlovački kompleks, vezan uz vrlo niski do niski stupanj metamorfizma tijekom variscijske orogeneze (mlađi paleozoik).

Psunjski kompleks sastoji se od (a) stijena niskog stupnja metamorfizma (facijes zelenih škriljavaca) i to metapelita, kloritnih škriljavaca do tinjčevih škriljavaca te (b) stijena srednjeg stupnja metamorfizma (amfibolitni facijes) poput gnajseva, granat-tinjčevih škriljavaca, amfibolita, metagabra i mramora. Metamorfne stijene lokalno su probijene manjim tijelima granodiorita i plagiogranita (I-tip granita prema PAMIĆ & LANPHERE, 1991).

Papučki kompleks sastoji se od (a) granita (S-tip granita prema PAMIĆ & LANPHERE, 1991) okruženog (b) migmatitima i migmatitskim gnajsevima koji postupno prelaze u (c) metamorfne stijene srednjeg stupnja metamorfizma (amfibolitni facijes) predstavljene granat tinjčevim škriljavcima, amfibolitima te paragnajsevima.



Slika 2. A Karta Panonskog bazena s ucrtanom debljinom sedimentnih stijena i sedimenata neogenske i kvartarne starosti prema HORVÁTH u ROY-DEN & HORVÁTH (1988). Položaj i obrisi dijela kristaline podloge (Tisija) prema SCHMID et al. (2008). **B** Shematska geološka karta Slavonskih planina prenesena iz BALEN et al. (2006) – geološka podloga prema JAMIČIĆ (1988) i PAMIĆ & LANPHERE (1991), te listovima OGK M 1: 100.000 Daruvar, Orahovica, Našice, Nova Gradiška, Nova Kapela, Slavonski Brod (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987; KOROLIJA & JAMIČIĆ, 1989; ŠPARICA et al., 1984, 1979, 1987). **C.** 3D prikaz reljefa Slavonskih planina s ucrtanim stajalištima ekskurzije A1, podloga NASA & NIMA (LEMOINE et al., 1998). **D.** Geološka karta Slavonskih planina, JAMIČIĆ (2001, 2003), preuzeta iz HORVAT (2004) (neznatno izmijenjena). Geološka podloga prema JAMIČIĆ (1988) i listovima OGK M 1: 100.000 Daruvar, Orahovica, Našice, Nova Gradiška, Nova Kapela, Slavonski Brod (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987; KOROLIJA & JAMIČIĆ, 1989; ŠPARICA et al., 1984, 1979, 1987). Legenda: 1 - glavne tektonske linije; 2 - aluvij; 3 - deluvij-proluvij sedimenti; 4 - les; 5 - Pl-Q šljunci i pijesci; 6 - albitni riolit, andezit, bazalt; 7 - pont: pijesak, lapor, glina; 8 - sarmat-panon: lapor, vapnenac; 9 - baden: konglomerat, vapnenac, lapor; 10 - karpat: konglomerat, pijesak, glina, lapor; 11 - otnang: konglomerat, pijesak, šljunak; 12 - gornja kreda: pješčenjak i vapnenac; 13 - granit Požeške gore; 14 - jura: vapnenac; 15 - srednji i gornji trijas: dolomit, vapnenac; 16 - donji trijas: pješčenjak, silit, šejl; 17 - permotrijas: kvarcni pješčenjak, konglomerat; 18 - devon-karbon: grafitni škriljavac, konglomerat, pješčenjak; 19 - granitoid; 20 - gnajs; 21 - migmatit; 22 - kloritni škriljavac, metagabro, mramor, amfibolit, amfibolski škriljavac, flazerirani granit, granat-staurolitiski gnajs.

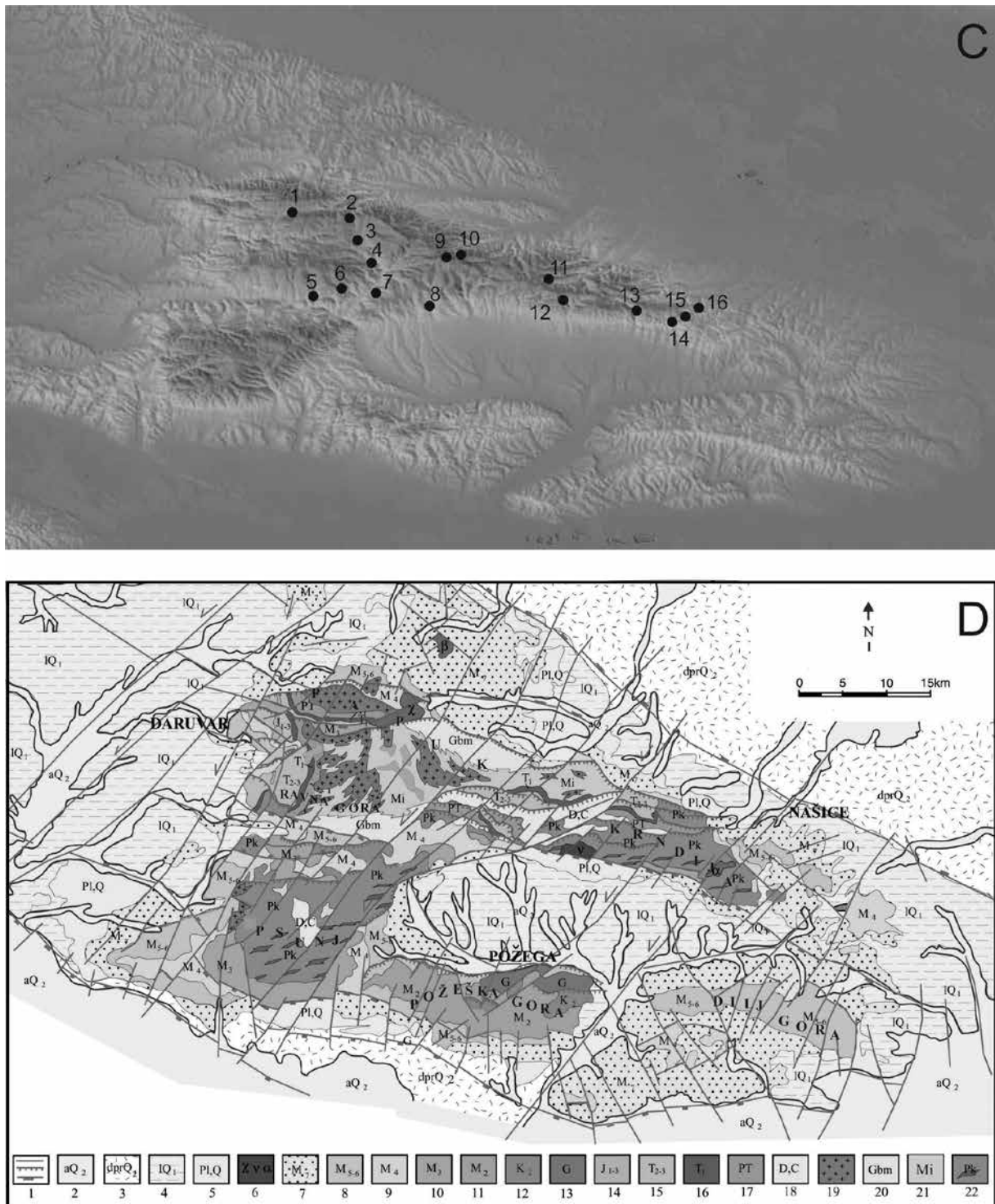


Figure 2. A Map of the Neogene Pannonian Basin, showing depocenters of the sub-basins. Thickness of the Neogene–Quaternary sedimentary rocks and sediments in the Pannonian basin, compiled by HORVÁTH in ROYDEN & HORVÁTH (1988). The location and shape of crystalline basement (Tisia) are from SCHMID et al. (2008). B Simplified geological map of the Slavonian Mts. from BALEN et al. (2006) – geological base after JAMIČIĆ (1988) and PAMIĆ & LANPHERE (1991); more details on the Basic Geological Map SFRY 1:100.000, sheets Daruvar, Orahovica, Našice, Nova Gradiška, Nova Kapela, Slavonski Brod (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987; KOROLIJA & JAMIČIĆ, 1989; ŠPARICA et al., 1984, 1979, 1987). C. Approximately position of A1 excursion stops on the 3D map of Slavonian Mts. imaged by NASA & NIMA (LEMOINE et al., 1998). D. Geological map of the Slavonian Mts. JAMIČIĆ (2001, 2003) copied from HORVAT (2004). Geological base after JAMIČIĆ (1988) and Basic Geological Map SFRY 1:100.000, sheets Daruvar, Orahovica, Našice, Nova Gradiška, Nova Kapela, Slavonski Brod (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987; KOROLIJA & JAMIČIĆ, 1989; ŠPARICA et al., 1984, 1979, 1987). Legend: 1-Main tectonic lines; 2-Alluvium of creeks; 3-Deluvial-proluvial deposits; 4-Loess; 5-Pliocene-Quaternary: gravel and sands; 6-Albite rhyolite, andesite, basalt; 7-Pontian: sand, marl and clay; 8-Sarmatian-Pannonian: marl and limestone; 9-Badenian: conglomerate, limestone, marl; 10-Carpathian: conglomerate, sand, clay and marl; 11-Ottungian: conglomerate, sand, gravel; 12-Upper Cretaceous: sandstone and limestone; 13-Granite of Požeška gora; 14-Jurassic: limestone; 15-Middle and Upper Triassic: dolomite, dolomitic limestone; 16-Lower Triassic: sandstone, siltstone, shale; 17-Permotriassic: quartz sandstone, conglomerate; 18-Devonian-Carboniferous: graphitic schist, conglomerate, sandstone; 19-Granitoids; 20-Gneiss; 21-Migmatite; 22- chlorite-sericite schist, metagabbro, marble, amphibolite, amphibole-schist; flaser-granite, garnet-staurolite gneiss.

Radlovački kompleks sastoji se od stijena vrlo niskog do niskog stupnja metamorfizma, poput slejta, metagrauvaka, metakonglomerata i filita. Donji i srednji dijelovi kompleksa probijeni su žilama metadijabaza i metagabra (PAMIĆ & JAMIČIĆ, 1986). U stijenama Radlovačkog kompleksa sačuvani su fosili gornjokarbonske starosti (BRKIĆ et al., 1974). Prema JAMIČIĆ (1983; 1988) i JAMIČIĆ & BRKIĆ (1987), Radlovački metamorfni kompleks zauzima najviši strukturni položaj među svim predalpskim kompleksima Papuka.

Podjela temeljena na određivanjima starosti stijena (PAMIĆ et al., 1988) može se naći u radu PAMIĆ & LAN-PHERE (1991) gdje su Psunjski i Papučki kompleksi ujedinjeni u jedinstveni variscijski magmatsko-metamorfni kompleks koji sadrži klasične metamorfne sekvence s postupnim prijelazom u migmatite i granite. Taj kompleks su autori nazivali progresivno metamorfni kompleks. Radlovački kompleks je prema toj podjeli zasebna cjelina koju autori nazivaju semi-metamorfni kompleks s metabazitima. K-Ar starosti (whole-rock i mineralne separacije) i $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ starosti tog objedinjenog kompleksa uglavnom pokazuju variscijski raspon starosti (za kompilaciju podataka vidjeti PAMIĆ & JURKOVIĆ, 2002). U posljednje vrijeme dokumentirane su i predvariscijske starosti (528, 465, 428–444 milijuna godina, BALEN et al., 2006; 2015) dobivene na monacitu, ukazujući na postojanje starijih parageneza kao što je svojedobno predložio JAMIČIĆ (1983; 1988) temeljem strukturne analize i odnosa među mineralima.

Danas, uvođenjem novih metoda određivanja starosti i prikupljanjem veće količine kvantitativnih podataka o starosti i P-T uvjetima otvaraju se mogućnosti djelomičnog redefinjiranja klasične podjele i pridavanje većeg značaja kompleksnim geološkim zbivanjima za vrijeme alpske (BALEN et al., 2013a, b) i predvariscijske orogeneze (BALEN et al., 2006; 2015).

Sedimentne stijene gornjopaleozojske do mezozojske starosti u Parku prirode Papuk

Klastični i karbonatni sedimenti taloženi su od gornjeg perma do srednjeg trijasa i diskordantni su na paleozojskim magmatskim i metamorfnim kompleksima. Baza sekvence izgrađena je od krupnozrnatih klastičnih stijena predstavljenih filitnim konglomeratima i pješčenjacima koji kontinuirano prelaze u crvene do ljubičaste sitnozrnate pješčenjake i siltite. Taj facijes sadrži valutice granitoida, gnajsa i pegmatita derivirane iz starijih kompleksa na Papuku (JAMIČIĆ, 1988). Druga grupa stijena predstavljena je sitnozrnatim kvarcnim pješčenjacima koje prelaze u donjotrijaske sedimente. Ti sedimenti predstavljeni su pješčenjacima, šejlovima i silititima. Sedimentacija je nastavljena u srednjem trijasu s dolomitima, dolomitičnim vapnencima i podređeno vapnencima (JAMIČIĆ, 1988).

Sve te lokalne cjeline izdanjuju na Papuku i čine geološku osnovu Geoparka Papuk odnosno Parka prirode Papuk. Magmaške i metamorfne stijene u središnjim su dijelovima Papuka prekrivene permotrijaskim i trijaskim sedimentima

(ŠIKIĆ & BRKIĆ, 1975) sačuvanim u jezgrama velikih sinklinala. Predmezozojske stijene, kao i njihov mezozojski sedimentni pokrov, okružene su i dijelom pokriven neogenskim i kvartarnim naslagama južnih dijelova Panonskog bazena (JAMIČIĆ, 1988; 2003; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987).

Voćinska vulkanska masa

Prvi podaci o efuzivnim stijenama Voćina potiču od STUR-a (1862) koji ih je odredio kao trahite. KIŠPATIĆ (1887) određuje te vulkanske stijene kao augitni andezit i prema obilježjima strukture razlikuje dvije vrste, porfirnu i zrnatu naglašavajući da je razlika u mineralnom sastavu između te dvije vrste neznatna. Prema KIŠPATIĆU (1887) voćinski efuzivi porfirne strukture su sastavljeni od utrusaka feldspata (labrador), ortoklasa i augita dok kao akcesorni i sekundarni minerali dolaze titanit, pirit, apatit, klorit, kalcit, epidot i kvarc. Kasnije KIŠPATIĆ (1916) feldspate u augitnom andezitu određuje kao plagioklase koji odgovaraju labrador-bytownitu. Detaljnu obradu četiri različita efuziva dao je Tajder gdje različite varijetete efuziva određuje kao egirinski albitski riolit, albitski riolit, labradorsko-augitni andezit (TAJDER, 1956) te anortoklasni egirinski riolit (TAJDER, 1960). TAJDER (1969) stupasto lučenje Rupnice vezuje uz ignimbrite. MAJER & TAJDER (1982) daju regionalno-petrološku osnovu za spilit-keratofirni magmatizam Slavonije. LUGOVIĆ (1983) obrađuje efuzivne stijene sjeverozapadno od lokaliteta Trešnjevica i ustanovljuje veliku zastupljenost bazalta, podređeno nalazi olivinske bazalte i andezite a sasvim sporadično spilitite i keratofire. Na osnovnoj geološkoj karti voćinska vulkanska masa je izdvojena na listu Daruvar kao andezit, a na listu Orahovica kao albitni riolit. Također autori OGC navode prisutnost bazalta i piroklastita unutar mase (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ i BRKIĆ, 1987; JAMIČIĆ et al., 1987; 1989).

PAMIĆ (1991; 1997) daje petrološki prikaz bazaltnih i piroklastičnih stijena uz više faza erupcije moguće vezanih uz stratovulkan. BALEN & PETRINEC (2014) analiziraju sustave pukotina u Rupnici, kombiniraju ih s geokemijskim podacima te time definiraju smještaj i evoluciju magmatskog tijela.

Sedimentne stijene “Panonskog mora”

Postanak sedimenata i sedimentnih stijena koje obuhvaćaju raznovrsne klastične i karbonatne sedimente s prosljocima piroklastita vezan je uz postupni razvoj Panonskog bazenskog sustava od oligocena kao niza manjih, dubokih depresija nastalih uslijed kolizije Europske i Afričke ploče te zatvaranja Tethyskog oceana (e.g. HORVÁTH & ROYDEN, 1981; ROYDEN, 1988; TARI et al., 1992; HORVÁTH, 1995; RÖGL, 1998; KOVÁČ et al., 1998). Početkom mlađeg miocena dolazi do prekida veza Centralnog Paratethysa sa svjetskim morima čime Panonski bazen postaje izolirani sedimentacijski prostor s postupnim padom saliniteta, razvojem endemske faune (RÖGL & STEININGER, 1984; RÖGL, 1996; NAGYMAROSY & MÜLLER, 1988; STEININGER et al., 1988) te karakteriziran postupnim oplićavanjem, sužavanjem, a krajem

miocena i zatrpavanjem bazena (MAGYAR et al., 1999; KOVAČIĆ et al., 2004; KOVAČIĆ & GRIZELJ, 2006). Krajem miocena, a intenzivno u pliocenu i pleistocenu u kompresijskoj fazi razvoja bazena izdignuta su pojedina područja u njegovom jugozapadnom dijelu uključujući i Slavonske planine (JAMIČIĆ, 1995; TOMLJENOVIC & CSONTOS, 2001). Detalji o razvoju sedimentacije kao i pregled temeljen na najnovijim podacima istraživanja biti će posebno dani uz opise na točkama Nježić i cementara Našice.

LITERATURA

- ÁRKAI, P., BÉRCZI-MAKK, A. & BALOGH K. (2000): Alpine low-T prograde metamorphism in the post-Variscan basement of the Great Plain, Tisza Unit (Pannonian Basin, Hungary).– *Acta Geologica Hungarica*, 43/1, 43–63.
- BALEN, D. & PETRINEC, Z. (2014): Development of columnar jointing in albite rhyolite in a rapidly cooling volcanic environment (Rupnica, Papuk Geopark, Croatia).– *Terra Nova*, 26, 102–110.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., TOMLJENOVIC, B., FINGER, F., HUMER, B., PAMIĆ, J. & ÁRKAI, P. (2006): A record of pre-Variscan Barrovian regional metamorphism in the eastern part of the Slavonian Mountains (NE Croatia).– *Mineralogy and Petrology*, 87, 143–162.
- BALEN, D., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2010): Ekurzija A0 – Geološka baština Geoparka Papuk. – 4. Hrvatski geološki kongres, Vodič ekurzija / Excursion Guide-book, ur. Horvat, M., 3–24, Šibenik.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & STARIJAŠ, B. (2013a): Phase equilibrium, geothermobarometric and xenotime age dating constraints on the Alpine metamorphism recorded in chloritoid schists from the southern part of the Tisia Mega-Unit (Slavonian Mts., NE Croatia).– *Int. J. Earth. Sci.*, 102, 1091–1109.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & KONEČNÝ, P. (2013b): A distinct tectono-metamorphic evolution at the southern edge of Tisia Mega-Unit revealed by monazite and xenotime age dating. *Goldschmidt Abstracts 2013*.– *Mineralogical Magazine*, 77(5), 647.
- BALEN, D., MASSONNE, H-J & PETRINEC, Z. (2015): Collision-related Early Paleozoic evolution of a crustal fragment from the northern Gondwana margin (Slavonian Mts., Tisia Mega-Unit, Croatia): reconstruction of the P-T path, timing and paleotectonic implications.– *Lithos*, 232, 211–228.
- BRKIĆ, M., JAMIČIĆ, D. & PANTIĆ, N. (1974): Karbonske naslage u Papuku (sjeveroistočna Hrvatska).– *Geološki vjesnik*, 27, 53–58, Zagreb.
- CSONTOS, L. & VÖRÖS, A. (2004): Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region.– *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 210, 1–56.
- HORVAT, M. (2004): Geochemistry and petrology of granitoids of Papuk and Psunj Mts. (Slavonia, Croatia). PhD Thesis, Eötvös Loránd University, Budapest, 133.
- HORVÁTH, P. (2007): P-T pseudosections in KFMASH, KMnF-MASH, NCKFMASH and NCKMnFMASH systems: a case study from garnet-staurolite mica schist from the Alpine metamorphic basement of the Pannonian Basin (Hungary).– *Geologica Carpathica*, 58/2, 107–119.
- HORVÁTH, P. & ÁRKAI, P. (2002): Pressure-temperature path of metapelites from the Algyó-Ferencszállás area, SE Hungary: thermobarometric constraints from coexisting mineral assemblages and garnet zoning.– *Acta Geologica Hungarica*, 45/1, 1–27.
- HORVÁTH, P., BALEN, D., FINGER, F., TOMLJENOVIC, B. & KRENN, E. (2010): Contrasting P-T-t paths from the basement of the Tisia Unit (Slavonian Mts., NE Croatia): Application of quantitative phase diagrams and monazite age dating.– *Lithos*, 117, 269–282.
- HORVÁTH, F. (1995): Phases of compression during the evolution of the Pannonian Basin and its bearing on hydrocarbon exploration.– *March. Petrol. Geol.*, 12, 147–154.
- HORVÁTH, F. & ROYDEN, L. H. (1981): Mechanism for the Formation of the Intra-Carpathian Basins: A Review.– *Earth Sci. Rev.*, 3–4, 307–316.
- JAMIČIĆ, D. (1979): Dvostruko boranje u jednom dijelu metamorfnih stijena Papuka i Krndije.– *Geološki vjesnik*, 31, 355–358, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija).– *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1974–1982), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D. (1995): Tektonski događaji u južnom dijelu Panonskog područja (sjeverna Hrvatska): pregled i interpretacija.– *Zbornik radova*, 1. Hrvatski geološki kongres, 215–218, Opatija.
- JAMIČIĆ, D. (2001): Osnovne geološke značajke Slavonskih planina s osvrtnom na Našičko područje.– *Matica Hrvatska, Našički zbornik*, 6, 29–36.
- JAMIČIĆ, D. (2003): Osnovne geološke značajke Slavonskih planina.– *Priroda*, 6–7, 20–27, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1971–1986), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., VRAGOVIĆ, M. & MATIČEC, D. (1989) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Daruvar L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1988), str. 55, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- KIŠPATIĆ, M. (1887): Voćinski augitni andezit (trahit).– *Rad JAZU*, 83/8, 179–185, Zagreb.
- KIŠPATIĆ, M. (1916): Augitandesit (Trachyt) von Voćin.– *Izvjescja JAZU*, 8, 311–312, Zagreb.
- KOVÁČ, M., NAGYMAROSY, A., OSZCZYPKO, N., CSONTOS, L., SLACZKA, A., MARUNTENAU, M., MARUNTENAU, L. & MÁRTON, E. (1998): Palinspastic reconstruction of the Carpathian-Pannonian region during the Miocene.– In: RAKÚS, M. (ur.): *Geodynamic development of the Western Carpathians*. *Miner. Slovaca*–Monograph, 189–217, Bratislava.
- KOVAČIĆ, M., ZUPANIĆ, J., BABIĆ, L.J., VRSALJKO D., MIKNIĆ, M., BAKRAČ K., HEĆIMOVIĆ L., AVANIĆ R. & BRKIĆ, M. (2004): Lacustrine basin to delta evolution in the Zagorje Basin a Pannonian sub-basin (Late Miocene: Pontian, NW Croatia).– *Facies*, 50, 19–33.
- KOVAČIĆ, M. & GRIZELJ, A. (2006): Provenance of the Upper Miocene clastic material in the southwestern part of the Pannonian Basin.– *Geologica Carpathica*, 57/6, 495–510.
- KOROLIJA, B. & JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Našice L 34–85.– Geološki zavod, Zagreb; OOUR za geologiju, (1988.); Savezni geološki institut, Beograd, 1989.

Vodič ekskurzija – Excursion Guide-book

- LELKES-FELVÁRI, GY., FRANK, W. & SCHUSTER, R. (2003): Geochronological constraints of the Variscan, Permian-Triassic and Eo-Alpine (Cretaceous) evolution of the Great Hungarian Plain basement.– *Geologica Carpathica*, 54, 5, 299–315.
- LEMOINE, F.G. et al. (1998): NASA/TP-1998-206861. The Development of the Joint NASA GSFC and NIMA Geopotential Model EGM96, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, U.S.A.
- LUGOVIĆ, B., (1983): Efuzivne stijene sjeverozapadnog dijela Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 131–156, Zagreb.
- MAGYAR, I., GEARY, D.H. & MÜLLER, P. (1999): Palaeogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe.– *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoec.*, 147, 151–167.
- MAJER, V. & TAJDER, M. (1982): Osnovne karakteristike spilikeratofirskog magmatizma Slavonije.– *Acta geol.*, 12, 1–22, Zagreb.
- NAGYMAROSY, A. & MÜLLER, P. (1988): Some aspects of Neogene biostratigraphy in the Pannonian basin. In: ROYDEN, L. H., HORVATH, I. F. (ur.): *The Pannonian Basin. A study in Basin Evolution.*– AAPG Mem., 45, 69–77.
- PAMIĆ, J. (2002): The Sava–Vardar Zone of the Dinarides and Hellenides versus the Vardar Ocean.– *Eclog. Geol. Helv.*, 95, 99–113.
- PAMIĆ, J. & JAMIČIĆ, D. (1986): Metabasic intrusive rocks from the Paleozoic Radlovac complex of Mt. Papuk in Slavonija (northern Croatia).– *Rad JAZU*, 424, 97–125, Zagreb.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– *Geologija*, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J. & JURKOVIĆ, I. (2002): Paleozoic tectonostratigraphic units in the northwest and central Dinarides and the adjoining South Tisia.– *International Journal of Earth Sciences*, 91, 538–554.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & MCKEE, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in the southern part of the Pannonian Basin, Yugoslavia.– *Acta Geol.*, 18, 13–39, Zagreb.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & BELAK, M. (1996): Hercynian I-type and S-type granitoids from the Slavonian Mountains (southern Pannonian, north Croatia).– *N. Jb. Mineral. Abh.*, 171, 155–186.
- PAMIĆ, J., BALEN, D. & TIBLJAŠ, D. (2002): Petrology and geochemistry of orthoamphibolites from the Variscan metamorphic sequences of the South Tisia in Croatia – an overview with geodynamic implications.– *International Journal of Earth Sciences*, 91, 787–798.
- RÖGL, F. (1996): Stratigraphic correlation of the Paratethys Oligocene and Miocene.– *Mitteilungen Ges. Geol. Bergbaustudenten Österreich*, 41, 65–73, Wien.
- RÖGL, F. (1998): Paleogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene).– *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 99A, 279–310, Wien
- RÖGL, F. & STEININGER, F. F. (1984): Neogene Paratethys, Mediterranean and Indo-pacific seaways.– U: Brendchley, P. (ur.): *Fossils and Climate.*– J. Wiley & Sons, London, 171–200.
- ROYDEN, L.H. (1988): Late Cenozoic Tectonics of the Pannonian Basin System.– U: Royden, L. H. & Horvath, I. F. (ur.): *The Pannonian Basin. A study in Basin Evolution.*– AAPG Mem., 45, 27–48, Tulsa.
- ROYDEN, L.H. & HORVÁTH, F. (1988): The Pannonian Basin: A study in basin evolution.– *The American Association of Petroleum Geologists and The Hungarian Geological Society, AAPG Memoir* 45, Map 8.
- SCHMID, S.M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M., & USTASZEWSKI, K. (2008): The Alps–Carpathians–Dinarides connection: a compilation of tectonic units.– *Swiss Journal of Geosciences*, 101/1, 139–183.
- STEININGER, F. F., MÜLLER, C. & RÖGL, F. (1988): Correlation of Central Paratethys, Eastern Paratethys, and Mediterranean Neogene Stages.– U: Royden, L.H. & Horvath, I.F. (ur.): *The Pannonian Basins. A study in Basin Evolution.*– AAPG Mem., 45, 79–87, Tulsa.
- STUR, D. (1861): Geologische karte von West-Slavonien.– *Jahrb. Geol. Reichanst.*, 12 (Verh), 115–118, Wien.
- STUR, D. (1862): Die Neogene-Tertiären Ablagerungen von West-Slavonien.– *Jahrb. Geol. Reichanst.*, 12/2, 285–299, Wien.
- ŠIKIĆ, K. & BRKIĆ, M. (1975): The Lower Triassic of the Papuk and Krndija Mt. (Northern Croatia).– *Geološki vjesnik*, 28, 133–141, Zagreb.
- ŠPARICA, M., JURIŠA, M., CRNKO, J., ŠIMUNIĆ, A., JOVANOVIĆ, Č. & ŽIVANOVIĆ, D. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100 000: List Nova Kapela L 33–108.– Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Geološki zavod, Sarajevo, (1966.–1972.); Savezni geološki institut, Beograd, 1979.
- ŠPARICA, M., BUZALJKO, R. & JOVANOVIĆ, C. (1984): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100.000: List Nova Gradiška L 33–107. – Geološki zavod, Zagreb; OOUR Institut za geologiju, Sarajevo (1969.–1983.); Savezni geološki institut, Beograd, 1983.
- ŠPARICA, M., BUZALJKO, R. & MOJIĆEVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1: 100.000: List Slavonski Brod L 34–97.– Geološki zavod, Zagreb, Geoiženjering – OOUR Institut za geologiju, Sarajevo, (1986.); Savezni geološki institut, Beograd, 1986.
- TAJDER, M. (1956): Albitski efuzivi okolice Vočina i njihova geneza.– *Acta geol.*, 1 (Prir. istraž. JAZU), 27, 35–48, Zagreb.
- TAJDER, M. (1960): Anortoklasni egirinski riolit iz potoka Rupnice kod Vočina.– *Acta geol.*, 2 (Prir. istraž. JAZU), 29, 95–101, Zagreb.
- TAJDER, M. (1969): Magmatizam i metamorfizam planinskog područja Papuk-Psunj.– *Geološki vjesnik*, 22, 469–476, Zagreb.
- TARI, G., HORVÁTH, F. & RUMPLER, J. (1992): Styles of extension in the Pannonian Basin.– *Tectonophysics*, 208, 203–219.
- TOMLJENOVIĆ, B. & CSONTOS, L. (2001): Neogene–Quaternary structures in the border zone between Alps, Dinarides and Pannonian Basin (Hrvatsko zagorje and Karlovac Basins, Croatia).– *Int. J. Earth. Sci.*, 90, 560–578.
- USTASZEWSKI, K., SCHMID, S.M., LUGOVIĆ, B., SCHUSTER, R., SCHALTEGGER, U., BERNOULLI, D., HOTTINGER, L., KOUNOV, A., FÜGENSCHUH, B. & SCHEFER, S. (2009): Late Cretaceous intra-oceanic magmatism in the internal Dinarides (northern Bosnia and Herzegovina): Implications for the collision of the Adriatic and European plates.– *Lithos*, 108, 106–125.
- USTASZEWSKI, K., KOUNOV, A., SCHMID, S.M., FRANK, W., SCHALTEGGER, U., FÜGENSCHUH, B. & KRENN, E. (2010): Evolution of the Adria–Europe plate boundary in the northern Dinarides: From continent–continent collision to back–arc extension.– *Tectonics*, vol. 29, no. 6. DOI: 10.1029/2010TC002668

Točka 1 – Stop 1

Magmatske i metamorfne stijene kamenoloma Puklica (Đulovac) Igneous and metamorphic rocks at Puklica Quarry (Đulovac)

Dražen Balen¹ & Sandra Hanževački^{1*}

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

*student geologije

Glavne riječi: granit, efuzivi, gnajs, migmatit, Papuk, Slavenske planine, Tisija

Key words: granite, volcanic rocks, gneiss, migmatite, Papuk Mt., Slavonian Mts., Tisia Mega-unit

Abstract

One of the most prominent localities to get familiar with granite, migmatite and gneiss of Mt. Papuk is active quarry near village Puklica (Đulovac). In the quarry typical granites of the Papuk area accompanied with migmatite and porphyroblastic gneiss were penetrated by various dykes of volcanic rocks. Distinction of migmatite vs. gneiss and their genetic relations toward granite is classical enigma for Tisia crystalline basement researchers which can be studied at this exceptional locality.

Uvod i značaj lokaliteta

U aktivnom kamenolomu pored sela Puklica (u blizini Đulovca) na sjeverozapadnim obroncima Papuka mogu se pronaći različiti varijeteti granita, migmatita i gnajseva ispresjecani dajkovima vulkanita. Iako se migmatiti i velika granitna tijela zajedno s gnajsevima često nalaze u neposrednom kontaktu u brojim magmatsko-metamornim terenima širom svijeta, njihova genetska povezanost kao i sam proces migmatitizacije još uvijek je nedovoljno objašnjen. Jedan od razloga je izrazita kompleksnost migmatitnih sustava i višestruke mogućnosti nastanka migmatita te brojni parametri koji utječu na magmatske i metamorfne procese.

Papučki kompleks (JAMIČIĆ, 1983; 1988) karakteriziraju izdanci granita i pratećih metamornih stijena (migmatiti i gnajsevi) i može se reći da su te stijene upravo tipični predstavnici tog kompleksa (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ et al., 1989). Svojim izgledom i građom migmatiti podsjećaju na gnajseve koji također sadrže izmjene svijetlih i tamnih proslojaka koji se formiraju u uvjetima povišenog tlaka i temperature. Za razliku od migmatita koji se promatraju kao hibridne stijene na razmeđu magmatskih i metamornih procesa gnajsevi su, strogo gledano, metamorfne stijene što znači da je izdvajanje leukosoma i melanosoma u njima rezultat rekristalizacije i procesa u čvrstom stanju, bez parcijalnog taljenja. Međutim, ako gnajseve stijene dođu u uvjete u kojima je temperatura nešto viša, u njima može doći do parcijalnog taljenja i mogu se formirati migmatiti koji prate značajke gnajsnih stijena. Zbog sličnosti i međusobne povezanosti ova dva tipa stijena ponekad ih je teško međusobno razlikovati, posebice prilikom terenskih istraživanja. Taj problem je osobito naglašen u kristalinoj podlozi Panonskog bazena i predstavlja klasičan problem s kojim se susreću svi

istraživači u Tisiji. Prijelazni oblici između gnajsa i migmatita obično se nazivaju migmatitnim gnajsevima, ovisno o stupnju parcijalnog taljenja kroz koji je stijena prošla. Najveći dio Papuka poglavito njegovi sjeverni i sjeverozapadni dijelovi skroz do sjeverozapadnih dijelova Krndije izgrađeni su od migmatita i granita. Bušotinski podaci pokazuju veliku zastupljenost tih stijena i u podlozi Panonskog bazena sjeverno i sjeveroistočno od Slavonskih planina prema Mađarskoj, te na istok u istočnu Slavoniju i Srijem prema područje sjeverne Vojvodine (PAMIĆ & LANPHERE, 1991; PAMIĆ, 1997).

U kamenolomima Papuka, danas osim Puklice (Slika 1.1) većinom napuštenim i zapuštenim, mogu se promatrati bilo postupni bilo nagli prijelazi između granita i migmatita kao i odnosi među genetski srodnim stijenama: granitima, gnajsevima i migmatitima, razlike između gnajsa i migmatita kao i prodori mladih pegmatitnih i efuzivnih tijela kroz granitno-metamorfni kompleks Papuka. Donekle slična situacija može se naći i u kamenolomu Trešnjevica (točke 3 i 4 u vodiču) te u nizu napuštenih kamenoloma u području Ravne gore.

Petrografski prikaz stijena

Graniti

Pojave granita na Papuku su raznovrsne, dolaze kao tijela različitih dimenzija a pojavljuju se i kao milimetarske do centimetarske leukosomske žilice u migmatitima. U migmatitima se još javljaju kao decimetarske, metarske i dekameterske žile (silovi i dajkovi), zatim kao hektameterska tijela te kao veliki granitni plutoni (VRAGOVIĆ, 1965). Najveći dio S-granita javlja se unutar migmatitnog kompleksa na središnjim i zapadnim dijelovima Papuka. Datiranjem uzoraka S-granita prikupljenih na Papuku i u podlozi Panonskog bazena



Slika 1.1. Panoramska slika kamenoloma Puklica (stanje u jesen 2014).

Figure 1.1. Puklica Quarry (fall 2014).

dobiven je raspon starosti od donjeg karbona do donjeg perma, što znači da su nastali za vrijeme varisijskog (hercinskog) orogenetskog ciklusa (PAMIĆ et al., 1988, 1996; PAMIĆ & LANPHERE, 1991; PAMIĆ & JURKOVIĆ, 2002; JURKOVIĆ, 2003).

Graniti su većinom srednjeznati, s kristalima kvarca i feldspata podjednake veličine (e.g. HORVAT, 2004). Udio tinjaca u svim granitima je relativno malen zbog čega su svijetle boje. Sitnozrnati primjerci granita mogu se uočiti u neposrednom kontaktu s gnajsevima. U blizini kontakta s migmatitima na njihovoj površini mjestimično se mogu uočiti tanke ljuskaste presvlake muskovita.

Migmatiti

PAMIĆ & LANPHERE (1991) su na temelju migmatitne mobilizacije podjelili migmatite Papuka na migmatite nižeg i višeg stupnja. Migmatiti nižeg stupnja migmatitizacije klasificiraju se kao metateksiti ili heterogeni migmatiti, a produkt su nižeg stupnja migmatitne mobilizacije. U njima je dominantan ishodišni (paleosomski) materijal. Često se pojavljuju u dijelovima migmatitnog kompleksa koji su u kontaktu s najjače metamorfoziranim dijelovima progresivnometamornog kompleksa ili se javljaju kao relikti u jače migmatitiziranim dijelovima terena. Udaljavanjem od kontakta udio leukosoma postaje sve veći te na kraju u migmatitima prevladavaju stromatitne teksture. Smatra se da su se leukosomi u ovim stijinama razvili metamornom diferencijacijom.

Migmatiti višeg stupnja migmatitizacije klasificiraju se i kao homogeni migmatiti, a genetski se nadovezuju na migmatite nižeg stupnja. U njima se smanjuje udio paleosomskog materijala, a stromatitne teksture su još više izražene. Leukosomski materijal značajno dominira nad melanosomskim. Smatra se da su ovi migmatiti, za razliku od heterogenih, nastali procesima parcijalnog taljenja.

Migmatiti kamenoloma Puklica su melanokratske i više-struko deformirane stijene (Slike 1.2 i 1.3). Na temelju makroskopskih opažanja mogu se podjeliti na dva strukturalna tipa. Prvi tip migmatita je taman, na prvi pogled stijene se čine

homogene, a u njima u potpunosti prevladavaju melanosomski prosljoci. Nalaze se na nešto većoj udaljenosti od granitnog tijela. Karakteristično izdvajanje debelih leukosomskih slojeva u ovim migmatitima je mjestimično izraženo. Leukosomi su obično tanki, debljine do nekoliko milimetara zbog čega se migmatitne strukture mnogo bolje uočavaju u mikroskopskim preparatima.

Drugi tip migmatita uočava se uz kontakte s granitima. Ove stijene ispresjecane su brojnim granitnim žilama (dajkovima i silovima) debljine preko deset centimetara. U njima se uočava crvoliko izdvajanje leukosomskih prosljoka. Prosljoci su dugi oko desetak centimetara i debeli oko 2 centimetra, a stvaraju uočljive stromatitne i ptihitne teksture. U blizini granitnih žila izdvajanje leukosoma je više izraženo. Ove žile su uzrokovale razdvajanje pojedinih blokova migmatita u metarske budene. U blizini kontakta unutar granitne mase uočeni su uklopici velikih nepravilnih migmatitnih blokova.

Gnajsevi

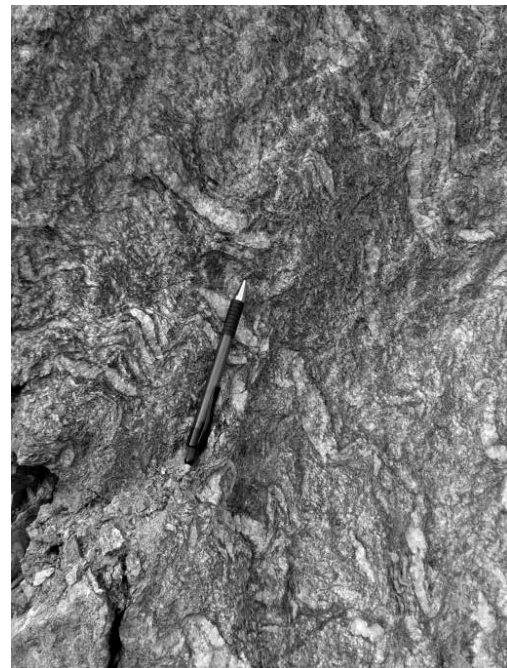
Metamorfne stijene u kamenolomu predstavljaju različiti tipovi okcastih gnajseva i ortognajseva (Slika 1.3). U leukosomima prevladavaju krupni fenokristali (okca) kvarca i feldspata od kojih su neki primjerci veći od 1 centimetra. Debljina svjetlih slojeva u vanjskom rubnom dijelu kamenoloma Puklica doseže nekoliko centimetara, a između njih nalaze se veoma tanke, milimetarske lamine građene od tinjaca. Udaljavanjem od rubnih dijelova kamenoloma struktura gnajseva se postupno mijenja sve do središnjih dijelova u kojima prevladavaju migmatiti. Udio leukosoma u ovim gnajsevima se postupno smanjuje dok se melanosomski udio povećava. U blizini kontakta s migmatitima melanosomska komponenta u potpunosti prevladava, a između tamnih slojeva uočavaju se tanki prosljoci leukosoma i pojedina rezistentnija okca kvarca ili feldspata.

U blizini kontakta granita i gnajseva redovito se nalazi pegmatitno–aplitna mineralizacija. Veliki metarski blokovi pegmatita odlomljeni su tijekom eksploatacije tako da je njihov primarni položaj unutar kompleksa nepoznat. Pegma-



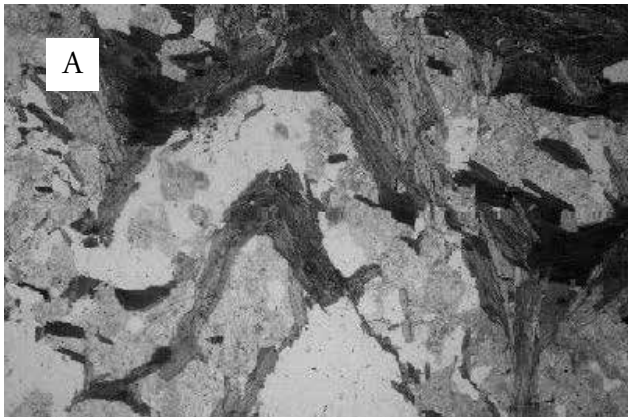
Slika 1.2. Migmatit Puklice.

Figure 1.2. Puklica migmatite.



Slika 1.3. Stijene u kamenolomu. Slika lijevo prikazuje dva različita tipa ortognajseva između kojih se nalazi granitna žila. Slika desno prikazuje crvolike leukosome unutar migmatita.

Figure 1.3. Typical rocks of Puklica Quarry. Left image shows different varieties of orthogneisses intersected with granite vein while right image shows worm-like leucosome inside migmatite.



Slika 1.4. Fotografije mikroskopskih preparata migmatita. **A.** Građa leukosoma i melanosoma. **B.** Porfiroblast granata okružen bijelim tinjcem i sillimanitom.

Figure 1.4. Microphotographies of migmatite thin sections. **A.** Leucosome and melanosome. **B.** Garnet porphyroblast enveloped by white mica and sillimanite.

titi se sastoje od velikih centimetarskih kristala kvarca i feldspata između kojih se nalaze listići muskovita. Aplitna mineralizacija okružuje pegmatitsku a sastoji se od sitnih kristala kvarca, feldspata i tinjaca. Unutar aplita se mjestimično mogu uočiti maleni fenokristali granata.

Cijeli magmatsko–metamorfni kompleks je na nekoliko mjesta ispresjecan tamnim metarskim dajkovima efuziva. Efuzivi će biti detaljnije opisani na lokaliteu Trešnjevica.

Mikroskopske značajke migmatita

Leukosomi su građeni od kvarca i feldspata dok se melanosomi sastoje od izduženih listića biotita. Mineralna zrna kvarca većinom imaju alotriomorfni habitus. Na pojedinim zrnima može se uočiti undulozno potamnjenje. Feldspati su idiomorfni do hipidiomorfni, a na njima se jasno uočava kalavost. Na gotovo svim zrnima može se uočiti izdvajanje peritita. Duž pukotina kalavosti došlo je do sericitizacije. Granati u leukosomu su nepravilnog oblika i nešto su manji od onih u melanosomu. Većina zrna ima oštećene rubove ili je razlomljena. Ovakvu pojavu najvjerojatnije je uzrokovala povišena temperatura tijekom resorpcije leukosomskog materijala. U prostoru između razlomljenih fragmenata kristalizirali su kvarc i feldspati.

Biotiti u melanosomu imaju idiomorfan do hipidiomorfni habitus. Tijekom metamorfoze došlo je do značajne deformacije tako da su brojni listići povijeni i pokazuju izrazitu preferiranu orijentaciju. Porfiroblasti granata koji se nalaze u melanosomu imaju uglavnom idiomorfan habitus, a obavijeni su listićima biotita. Uz neke porfiroblaste granata mogu se uočiti sillimaniti.

LITERATURA

- HORVAT, M. (2004): Geochemistry and petrology of granitoids of Papuk and Psunj Mts. (Slavonia, Croatia). PhD Thesis, Eötvös Loránd University, str.133, Budapest.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamornih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– Geološki vjesnik, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija).– Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1974–1982), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., VRAGOVIĆ, M. & MATIČEĆ, D. (1989) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Daruvar L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1988), str. 55, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JURKOVIĆ, I. (2003): Metalogenija južne Tisije – Moslavačka gora, Papuk, Psunj, Krndija.– Zbornik RGNF, 15, 1–17.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– Geologija, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J. & JURKOVIĆ, I. (2002): Paleozoic tectonostratigraphic units in the northwest and central Dinarides and the adjoining South Tisia.– International Journal of Earth Sciences, 91, 538–554.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & BELAK, M. (1996): Hercynian I-type and S-type granitoids from the Slavonian Mountains (southern Pannonian, north Croatia).– N. Jb. Mineral. Abh., 171, 155–186.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & MCKEE, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in the southern part of the Pannonian Basin, Yugoslavia.– Acta Geol., 18, 13–39, Zagreb.
- VRAGOVIĆ, M. (1965): Graniti i gnajsi Papuka.– Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, str. 232, Zagreb.

Točka 2 – Stop 2

Efuzivne stijene voćinske vulkanske mase i lučenje na lokalitetu Rupnica

Volcanic rocks at Voćin volcanic body and columnar jointing at Rupnica geosite

Dražen Balen¹ & Zorica Petrinec¹

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatorovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

KLjučne riječi: albiski riolit, lučenje, Rupnica, Papuk, Slavenske planine

Key words: albite rhyolite, columnar jointing, Rupnica, Papuk Mt., Slavonian Mts.

Abstract

The Rupnica locality became the first protected geosite in Croatia in 1948 due to a well-exposed phenomenon of columnar jointing developed in albite rhyolite. According to the geochemical signature, melt that originated from mid-crustal depths (10–15 km) reached a shallow emplacement level as a high-temperature lava. Non-destructive statistical analysis conducted at the geosite revealed that relatively narrow (29.4 ± 6.3 cm), predominantly four- and five-sided columns, tightly packed striae (4.8 ± 2.1 cm) and small amplitude of wavy sets of columns (wavelength of 32.5 ± 6.7 cm) dominated the exposed part of the Rupnica. A number of features quantified through such a statistical approach, together with petrography, geochemistry and the geology of the geosite surroundings, gave an idea about the rapid cooling of a (sub)surface acidic lava body and the behavior of the evolving volcanic system, developing columnar jointing under the combined influence of large scale constitutional supercooling and thermal contraction processes.

Uvod

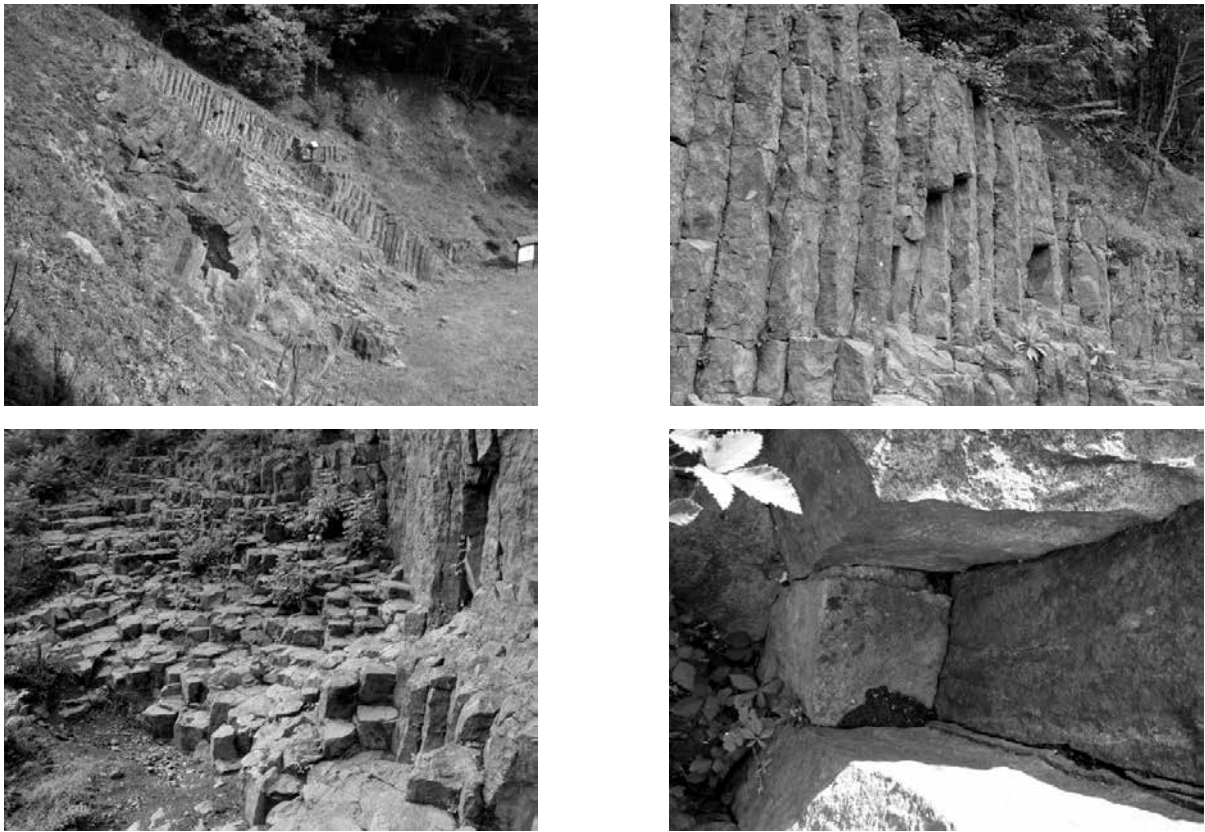
Nekadašnji kamenolom, a danas zaštićeni geolokalitet Rupnica, predstavlja izuzetno vrijedno područje za proučavanje magmatskih stijena, njihovog načina pojavljivanja, za studij pojave

lučenja, magmatskih procesa, kao i struktura i tekstura u tokovima taljevine (lave) pri niskom tlaku. Na lokalitetu Rupnica susreću se dobro otkriveni pravilni stupovi u magmatskoj stijeni (TAJDER, 1956, 1960, 1969) za čiji su nastanak odgovorni sustavi pukotina koji se razvijaju uslijed procesa priz-

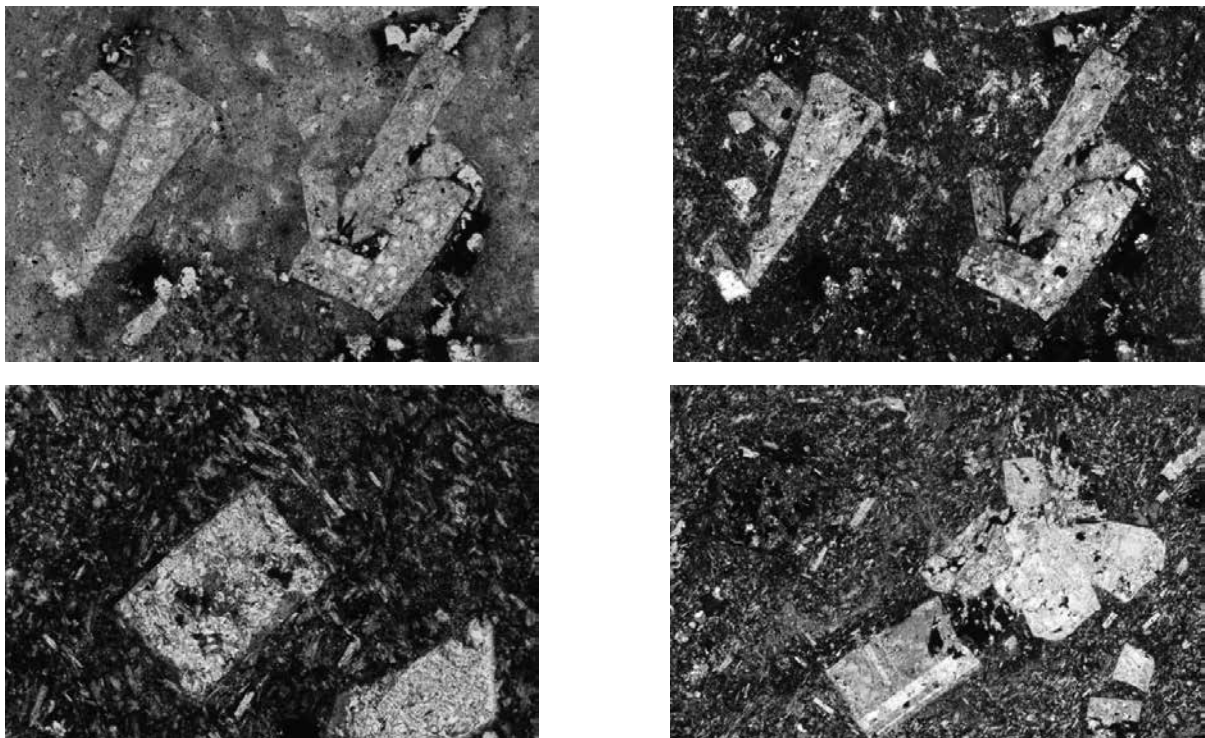


Slika 2.1. Pogled na geolokalitet Rupnica sa stupastim lučenjem albitnog riolita.

Figure 2.1. View of Rupnica geosite with characteristic columnar jointing of albite rhyolite.



Slika 2.2. Stupasto lučenje na geolokalitetu Rupnica. Četverostrani stupovi dominiraju u Rupnici.
Figure 2.2. Columnar jointing at Rupnica geosite with predominate 4-sided columns.



Slika 2.3. Geolokalitet Rupnica – mikrofotografije albitnog riolita, različiti pojavni oblici fenokristala albita u sitnozrnatnoj mikrokristalinoj osnovi, gore lijevo N-, ostale slike N+, širina slike 4 mm.
Figure 2.3. Microphotographies of albite rhyolite, different types of albite phenocrysts in microcrystalline groundmass, upper left N-, other images N+, separate picture width 4 mm.

matskog (stupastog) lučenja. U mineralnom sastavu stijene nalaze se kvarc, feldspat (albit), tinjac uz podređene alkalni piroksen, magnetit i apatit te amfibol, klorit, illit, smektit, kalcit. Vulkanska masa u okolici pokazuje malu raznovrsnost u petrografskom sastavu. Dvojba koja postoji u literaturi oko odredbe stijena (riolit, andezit), bar što se tiče istraživanih uzoraka, nije opravdana, jer se prema velikoj količini kvarca svakako radi o kiseloj efuzivnoj stijeni. Kemijski stijene pripadaju prijelazu između alkalijskih i subalkalijskih magmi tako da je normativno od feldspata uz albit (riolit) moguć i oligoklas (dacit). Svi određivani feldspati, odnosno njihovi rubovi, prema indeksima loma pokazuju negativan reljef i pripadaju albitu. Kako se u petrološkoj nomenklaturi albit do 5 % anortitne komponente smatra alkalijskim feldspatom opravdano je kisele stijene Rupnice svrstati u alkalijsku seriju te i dalje koristiti u literaturi uvriježen naziv – albitski riolit.

Značaj lokaliteta

Lučenje (stupasto, prizmatско) u stijenama voćinskog vulkanskog tijela najljepše se vidi na jednom od najznačajnijih lokaliteta u Parku prirode Papuk – Rupnici (Slika 2.1), nekadašnjem kamenolomu, a od 1948. godine zakonom zaštićenoj geološkoj baštini Republike Hrvatske. Ovaj lokalitet predstavlja izuzetno vrijedno područje za proučavanje magmatskih stijena i njihovog načina pojavljivanja, za studij pojave lučenja, magmatskih procesa, te struktura i tekstura u tokovima silikatne taljevine (lave) pri niskom tlaku.

Na lokalitetu Rupnica susreću se dobro otkriveni pravilni stupovi razvijeni u magmatskoj stijeni. Za njihov nastanak odgovorni su pravilni sustavi pukotina koji definiraju pojavu stupova uslijed procesa lučenja (Slika 2.2).

Mineraloško-petrografskom analizom ustanovljene su, pored mineralnog sastava (kvarc, feldspat (albit) i tinjac uz alkalni piroksen, magnetit, apatit, amfibol, klorit, illit, smektit, kalcit), teksture i strukture tipične za kisele efuzive, kao i karakteristične značajke lučenja. Analizom razvoja pukotina te vezom geolokaliteta Rupnica s okolnim, prostorno i genetski bliskim lokalitetima (Omerovac, Jovanovica, Turski grad) i piroklastičnim stijenama, ustanovljen je mehanizam nastanka “T-junctions” sustava pukotina, relativno brzo hlađenje pri niskom tlaku i položaj lokaliteta unutar vulkanskog tijela (BALEN et al., 2010a; BALEN, 2011; BALEN i PETRINEC, 2014).

Kako je ovaj lokalitet detaljno obrađen i u vodiču prošlog kongresa (BALEN et al., 2010b) te je usko vezan uz Točku 3 ovog vodiča ovdje je dan samo dodatni mikrofotografski prikaz (Slika 2.3).

Dodatna povijesna zanimljivost kamenolomu Rupnica i Voćinu svakako može biti istraživanje industrijske povijesti i praćenje trase prve željezničke pruge Orahovica – Voćin koja je bila otvorena 18. 12. 1906. godine, a 1909. napravljen je produžetak do Rupnice prvenstveno za potrebe prijevoza kamena. Stanica Rupnica („Voćin kamenik”) je udaljena od Voćina 4.6 km i otvorena je samo za teretni promet.



Slika 2.4. Informativna tabla Parka prirode Papuk postavljena na mjestu izgradnje budućeg geo-info centra Voćin u blizini starog grada Voćina (južni ulaz u grad).

Figure 2.4. Info-table with basic data and plans for building future Geo-info center Voćin.

Geo-info centar Voćin

Prema stratezijskim planovima Parka prirode Papuk, planirana je izgradnja centra sa znanstveno-popularnim i edukativnim sadržajima kao glavna logistička i informativna točka (slika 2.4) smještena na ušću Jovanovice u Voćinsku rijeku ispod starog grada („Turski grad“). Takav centar pružiti će snažnu logističku potporu Geoparku Papuk i postati će ključno mjesto gdje će posjetitelj dobivati stručnu informaciju, materijale i vodstvo kroz Park prirode Papuk.

LITERATURA

BALEN, D. (2011): Evolution of Columnar Joint Polygonal Patterns at Rupnica Geosite (Papuk Geopark, Croatia).– 10th Alpine workshop “CorseAlp2011” ABSTRACT VOLUME, 5–5, Saint-Florent (Corsica).

BALEN, D. & PETRINEC, Z. (2014): Development of columnar jointing in albite rhyolite in a rapidly cooling volcanic environment (Rupnica, Papuk Geopark, Croatia).– Terra Nova, 26, 102–110.

BALEN, D., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2010a): Order and disorder in columnar joints of Rupnica Geosite (Papuk Geopark).– Zbornik radova, 4. Hrvatski geološki kongres, 137–138, Šibenik.

BALEN, D., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2010b): Ekskurzija A0 – Geološka baština Geoparka Papuk.– 4. Hrvatski geološki kongres, Vodič ekskurzija / Excursion Guide-book, ur. Horvat, M., 3–24, Šibenik.

TAJDER, M. (1956): Albitski efuzivi okolice Voćina i njihova geneza.– Acta geol., 1 (Prirod. istraž. JAZU), 27, 35–48, Zagreb.

TAJDER, M. (1960): Anortoklasni egirinski riolit iz potoka Rupnice kod Voćina.– Acta geol., 2 (Prirod. istraž. JAZU), 29, 95–101, Zagreb.

TAJDER, M. (1969): Magmatizam i metamorfizam planinskog područja Papuk-Psunj.– Geološki vjesnik, 22, 469–476, Zagreb.

Točka 3 – Stop 3

Bazični i kiseli vulkanizam Papuka na primjeru kamenoloma Trešnjevica i voćinskog vulkanskog tijela

Basic and acid volcanism of Mt. Papuk on the geosite Trešnjevica Quarry and Voćin volcanic body

Dražen Balen¹ & Zorica Petrincec¹

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

Ključne riječi: granit, efuzivi, bazalt, riolit, gnajs, migmatit, Trešnjevica, Papuk, Slavenske planine

Key words: granite, volcanic rocks, basalt, rhyolite, gneiss, migmatite, Trešnjevica, Papuk Mt., Slavonian Mts.

Abstract

Numerous small volcanic bodies in surrounding of town Voćin show a variety of geochemical signatures representing chemical span from basic to acid geochemistry and rocks that occur as penetrating bodies through granite, migmatite and gneiss of Papuk. Trešnjevica quarry with swarm of dykes is a typical locality that reveals dynamic volcanic situation in the past.

Uvod

Na lokalitetu Trešnjevica susreću se iznenađujuće dobro otkriveni rojevi raznovrsnih efuzivnih (vulkanskih) stijena koje presijecaju stariji magmatski kompleks. Kamenolom Trešnjevica predstavlja izuzetan lokalitet za proučavanje magmatskih i metamorfnih stijena, njihovog načina pojavljivanja, za studij magmatskih procesa, struktura, tekstura, mineralnog sastava, vrsta kontakata između različitih vrsta stijena kao i studij njihovih tektonskih značajki i međusobnog geološkog odnosa.

Kamenolom Trešnjevica smješten je unutar granitoidne stijenske mase ispresijecane brojnim efuzivnim žilama koje

variraju u sastavu od bazalta do riolita (Slika 3.1). Lokalitet Trešnjevica, kao i lokalitet Rupnica, relativno se rijetko spominju u stručnoj (recentni sažetak može se naći u MARKOVIĆ, 2002) i znanstvenoj literaturi, iako o samom magmatsko-metamorfnom kompleksu u kojem se nalazi i/ili vulkanskom tijelu uz koje su vezane efuzivne stijene postoje podaci prikupljeni tijekom izrade OGK listova Orahovica i Daruvar (JAMIČIĆ i BRKIĆ, 1987; JAMIČIĆ et al., 1987; 1989; JAMIČIĆ, 1989), disertacija M. VRAGOVIĆA (1965), D. JAMIČIĆA (1988) i M. HORVAT (2004) te u znanstvenim radovima i stručnim elaboratima TAJDER (1956; 1960), RAFFAELLI (1965), LUGOVIĆ (1983), JAMIČIĆ (1983;



Slika 3.1. Panoramska slika kamenoloma Trešnjevica, dio kamenoloma prema Zvečevu.

Figure 3.1. Trešnjevica quarry, view toward Zvečevo.

1995; 2003), PAMIĆ i LANPHERE (1991), PAMIĆ (1991; 1997), PAMIĆ et al. (2003), BALEN et al. (2010), BALEN i PETRINEC (2014).

Na lokalitetu i u bližoj okolini ustanovljeni su brojni varijeteti stijena poput granita do granodiorita, kataklaziranih granitoida, pegmatita, gnajsa, migmatita, riolita, andezita, bazalta, dijabaza, metabazalta, piroklastita, vulkanskih breča i tufa. Stijene se među sobom razlikuju po starosti, načinu pojavljivanja, teksturama, strukturama, mineralnom i kemijskom sastavu.

Varijeteti efuzivnih stijena

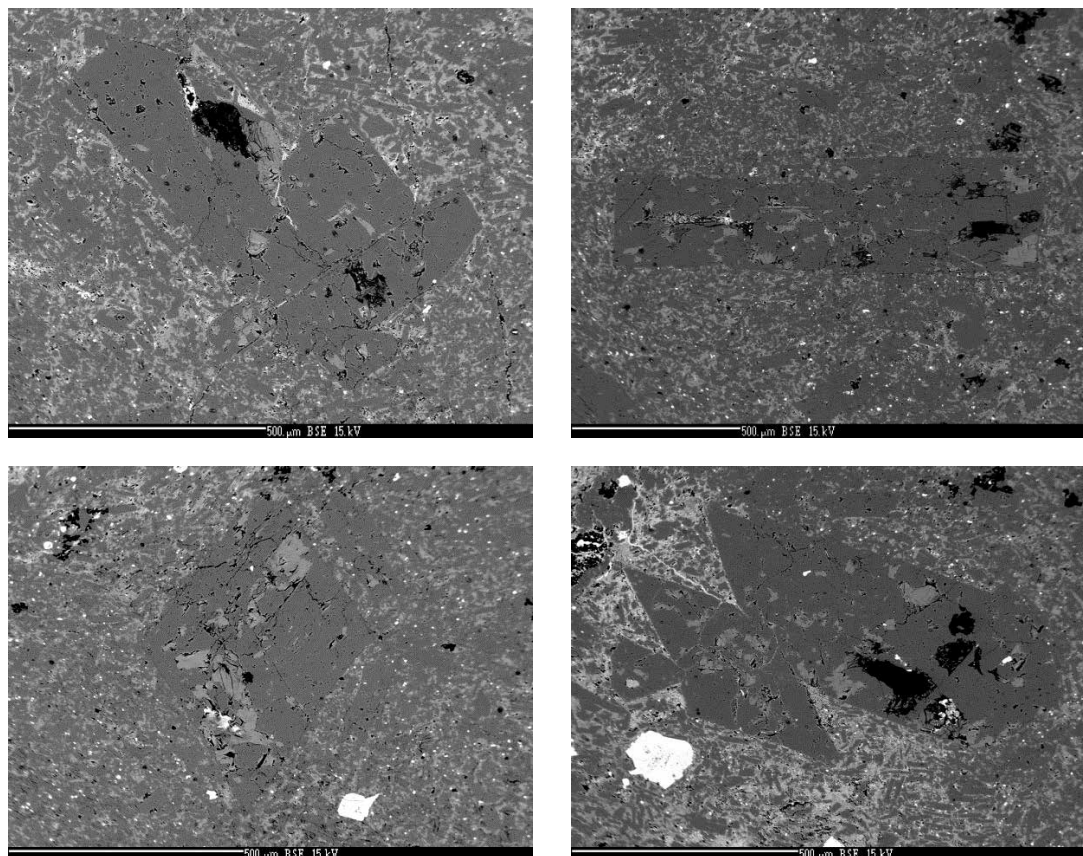
U okolini Voćina se mogu naći različiti varijeteti efuzivnih stijena, no na ključnim geološkim lokalitetima (Rupnica, dijelom i Trešnjevica) dominiraju rioliti čiji prvi detaljni opisi potječu od TAJDER (1956; 1960).

Albitski riolit je svijetlosivi efuziv sa slabom zelenkastom nijansom. Porfirne je strukture sa svijetlosivom osnovom i većim utruscima feldspata. U mikroskopskom preparatu izrazita je porfirna struktura s velikim fenokristalima feldspata i mikrokristalastom osnovom. Po svojim optičkim karakteristikama, feldspati su albiti koji dolaze i kao utrusci (fenokristali) i kao minerali u osnovi. Fenokristali albita su pločasta idiomorfna zrna različitih veličina od milimetarskih do mikronskih dimenzija koja postupno prelaze do dimenzija minerala u osnovi (Slika 3.2). Dolaze kao sraslaci dvojci, ponekad pokazuju polisintetske sraslačke lamele, rijetko su samci. Praktički su čisti albiti (1 % An). U osnovi dolazi još i kvarc, akcesorni magnetit te sekundarni kaolinit, klorit i

kalцит. Osnova je holokristalina, sitnozrnata, sa zamjetnim tragovima alteracije u kaolinit.

Varijeteti riolita su: egirin – albitski riolit, stijena tamne boje s jasno izraženom porfirnom strukturom kojom dominiraju utrusci smeđih feldspata unutar guste tamne, gotovo crne osnove. U mikroskopskom preparatu fenokristali su idiomorfni feldspati, dok je struktura osnove mikrokristalina. Prema optičkim karakteristikama fenokristali feldspata su kiseli plagioklasi (albit do kiseli oligoklas, 0–13 % An), a u osnovi pored sitnih feldspata s negativnim reljefom dolaze kvarc i natrijski klinopiroksen egirin. Kao akcesorni minerali javljaju se magnetit, hematit i apatit. Fenokristali dolaze kao samci ili sraslaci dvojci, a ponekad pokazuju uske polisintetske sraslačke lamele (tipične za kiseli oligoklas). Osnova ima izgled tamne vlaknaste mase u kojoj se razaznaju sitnozrnati agregati kvarca, feldspata i igličasti mikroliti egirina visokog reljefa. Egirini pokazuju jak pleokroizam, plavkastozelen – zelenkastožut ili smeđast. Mjestimice egirini pokazuju karakteristike fluidalne teksture, a također stvaraju ovoje oko krupnijih nepravilnih zrna magnetita.

Varijetet efuziva određen kao anortoklas – egirinski riolit je stijena tamnosive, gotovo crne boje s tankim igličastim, rjeđe pločastim utruscima feldspata u gustom afanitskoj osnovi. Neki od feldspata su staklasti. U mikroskopskom preparatu također se vidi tipična porfirna struktura s idiomorfnim zrnima feldspata u afanitskoj, kriptokristalastoj osnovi (Slika 3.3). Od minerala dolaze anortoklas, oligoklas – albit, egirin, magnetit, a od sekundarnih minerala dolazi kaolinit. Osnova stijene sadrži nejednoliko devitificirano vulkansko staklo čiji udio doseže i do 80 vol. %. U osnovi dolaze feld-



Slika 3.2. BSE slike fenokristala albita (kompleksni aglomerati, izduženi fenokristal, rombični presjek) i strukture albitnog riolitita (Rupnica), snimka načinjena Cameca SX100 mikrosondom.

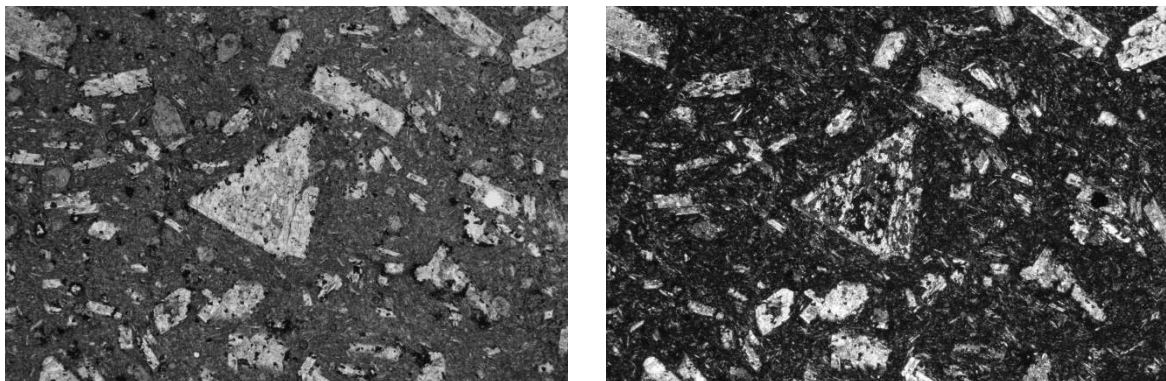
Figure 3.2. BSE (backscattered electron) images of different types of albite phenocrysts.

spati i egirini. Egirini najčešće čine rub (ovoj) oko zrna magnetita. Igličasti egirini u ovoju stvaraju radijalno zrakaste aggregate. Feldspati dolaze kao kristaliti, kristalni skeleti osnove i fenokristali (utrusci). Fenokristali feldspata redovito su idiomorfna zrna, rijetko sraslaci dvojci. Neki feldspati uklapaju kriptokristalinu osnovu.

Andezit dolazi u neposrednom kontaktu s albitskim riolitom (KIŠPATIĆ, 1887, 1916; TAJDER, 1956) kao kompaktna stijena tamnosive boje kod koje se u gotovo crnoj, gustoj osnovi nalaze staklasti bezbojni utrusci feldspata. Struktura je izrazita porfirna, s velikim fenokristalima i holokristalinom osnovom. Od fenokristala (utrusaka) dolaze plagioklasi (labrador), rjeđe augit, dok se osnova sastoji od kiselijih plagioklasa, augita, klorita, magnetita, ilmenita, apatita i kalcita. Plagioklasi po optičkim karakteristikama odgovaraju labradoru (60 % An) i dolaze većinom kao idiomorfna zrna, sraslaci i sa slabo vidljivom zonalnom građom. Augit, koji je podređeno zastupljen u odnosu na plagioklas, dolazi većinom u alotriomorfnim zrnima, ali se ponegdje nađu i gotovo idiomorfna zrna. Također se u vidu sitnih zrna javlja i u osnovi. Magnetit dolazi u nepravilnim zrnima, štapićima i skeletnim formama (ilmeniti?). Osnova je holokristalina, izgrađena uglavnom od plagioklasa koji dolaze kao sraslaci dvojci pokazujući pilotaksitsku strukturu. U tu-

maču OGK za list Daruvar (JAMIČIĆ et al., 1989) navodi se da su andeziti masivne stijene zelenkaste boje sa slabo izraženim pločastim lučenjem. Mandulaste su teksture, dok im je struktura porfirna do afirna. Izgrađene su od kvarca, plagioklasa, sanidina, piroksena, amfibola, biotita, magnetita, kalcita, apatita, ilmenita i vulkanskog stakla. Ponekad se javlja i olivin. Kvarc se javlja u holokristalino pilotaksitskoj i rjeđe hipokristalinoj osnovi. Uz kvarc dolaze i krupna zrna feldspata, te rjeđe hornblende.

Bazaltoidne stijene se pojednostavljeno mogu podijeliti na bazalte i metabazalte odnosno spilite (PAMIĆ, 1991). Strukturno-teksturane karakteristike su im ujednačene, kao i mineralni sastav. Može se reći da su metabazalti bitno zastupljeniji u odnosu na bazalte. Tekstura bazalta je masivna, uz prisutnost mandula koje zauzimaju do 20 vol. % stijene. Rijetki su bazalti koji ne sadrže mandule. Mandule su najčešće sitne, do 1 mm u promjeru, sferičnog oblika, no pojavljuju se i nakupine mandula (grozdaste i ameboidne nakupine) gdje pojedine mandule dosežu 5-6 mm u promjeru. Struktura bazalta je porfirna do afirna. Najčešći su porfirno-ofitni varijeteti s malobrojnim utruscima veličine do 4-7 mm i više ofitne osnove. Količinski su podređeni porfirno-ofitni varijeteti s podjednakom količinom osnove i utrusaka, koji su krupniji u odnosu na prethodno opisani varijetet. Veličina



Slika 3.3. Mikroskopska slika efuziva iz Rupnice s fenokristalima feldspata i kloritiziranog klinopiroksena u sitnokristalastoj osnovi. Lijevo N-, desno N+, širina slika 4 mm. Mikrofotografije načinjene na mikroskopskom preparatu iz 1948. godine.

Figure 3.3. Rupnica volcanic rock with phenocrysts of albite and clinopyroxene. Left N-, right N+, image width 4 mm. Thin section is from year 1948 (year of setting protection on the site).

utrusaka je do 10 mm. Od utrusaka u bazaltima dolazi poneko zrno svježeg klinopiroksena augita ili, što je češći slučaj, plagioklas. Plagioklas je ili svjež ili ga dijelom potiskuju klinozoisit, zeolit i sericit. Po optičkim karakteristikama odgovara labradoru s 55-64 % anortitne komponente. U ofitnoj osnovi prevladava plagioklas An_{57} , dok u međuprostoru dolazi klinopiroksen augit kojeg potiskuju epidot i klorit. Od akcesornih minerala dolaze opaki minerali, apatit i titanit. Puno zastupljeniji su metabazalti. I kod njih je najčešća vrsta utrusaka feldspat, koji prema optičkim karakteristikama odgovara albitu. Albit obično sadrži uklopljene sitne, sekundarne minerale poput klorita, pumpellyita, prehnita, klinozoisita, kalcita i sericita. Unutar zrna albita, posebice u centralnim dijelovima, mogu se prepoznati relikti bazičnih plagioklasa. Kao utrusak može doći i klinopiroksen augit. U ofitnoj osnovi prevladava albit, a uz njega se javlja augit dijelom izmijenjen u agregat klorita i epidota. Mandule sadrže kalcit, klorit i pumpellyit kao najčešće sastojke, dok se podređeno javljaju prehnit, kvarc, zeolit i opaki mineral(i).

Piroklastične stijene unutar voćinske vulkanske mase su podjednako zastupljene kao i efuzivi s kojima dolaze (JAMIČIĆ et al., 1987; PAMIĆ, 1991). Predstavljene su aglomeratima (vulkanske breče) i tufovima te prijelazima između njih. Vulkanske breče su zastupljenije u odnosu na tufove.

Bazaltne **vulkanske breče** najčešće dolaze kao metarsko-dekameterski paketi u izmjeni s tufovima i bazaltima. Masivne su teksture, a struktura im je krupnozrnata, sa centimetarskim fragmentima bazalta/metabazalta, podređeno i riolita. Zastupljenost materijala u fragmentima izravno je proporcionalna zastupljenosti tih stijena na terenu. Rijetko kao fragmenti dolaze komadići okolnih stijena (graniti, migmatiti, škriljavci te vapnenci). Matriks je u odnosu na fragmente, podređen ili ga uopće nema. Ako je prisutan, tada je prešao u kloritni agregat s fragmentima plagioklasa i kalcitom.

Tuf dolazi kao uložak unutar aglomerata, rjeđe bazalta. Debljina uložaka varira od centimetarskih do dekameterskih

dimenzija. Masivne su teksture i psamitne strukture, s veličinom zrna do 2 mm. Često sadrže vulkanske fragmente sa čijom povećanom zastupljenosti prelaze u aglomerate. Od čestica koje grade tuf dolaze litoklasti bazalta/metabazalta, kristaloklasti feldspata (labadora porijeklom iz bazalta odnosno albita ako su porijeklom iz metabazalta), klinopiroksena augita i sasvim rijetko kristaloklasti kvarca. Matriks tufova je devitrificirano staklo, koje je i kalcitizirano. Tufovi su bazaltnog sastava i određeni su kao litoklastični do vitroklastični tufovi.

U tumaču OGC list Orahovica (JAMIČIĆ et al., 1987) navodi se da se uglavnom na rubovima efuzivnog tijela, ali i unutar njega kao metarski do dekameterski proslojci, javljaju piroklastiti – vulkanske breče, aglomerati i tufovi, stijene mjestimično izrazite fluidalne teksture. Boja im je sivozelena, sivosmeđa i crvenkastosmeđa. Uočljiva je piroklastična struktura s fragmentima raznih stijena. Sadrže i velike (decimetarskih dimenzija) enklave rudistnih vapnenaca gornjokredne starosti, koji se inače na površini javljaju oko 5 km sjeverozapadno od lokaliteta, te milimetarske do centimetarske fragmente granita, gnajsa, efuziva i piroklastita (pojedini fragmenti u vulkanskoj breči sadrže fragmente piroklastita), što ukazuje na polifaznu vulkansku aktivnost. Fragmenti stijena i minerala vezani su tufnim vezivom ili su u kalcitnom agregatu. Od primarnih minerala sačuvani su samo kalupi i konture plagioklasa ispunjeni sekundarnim produktima: kloritom, sericitom, kvarcom, aktinolitom, epidotom, hematitom, limonitom i mineralima glina.

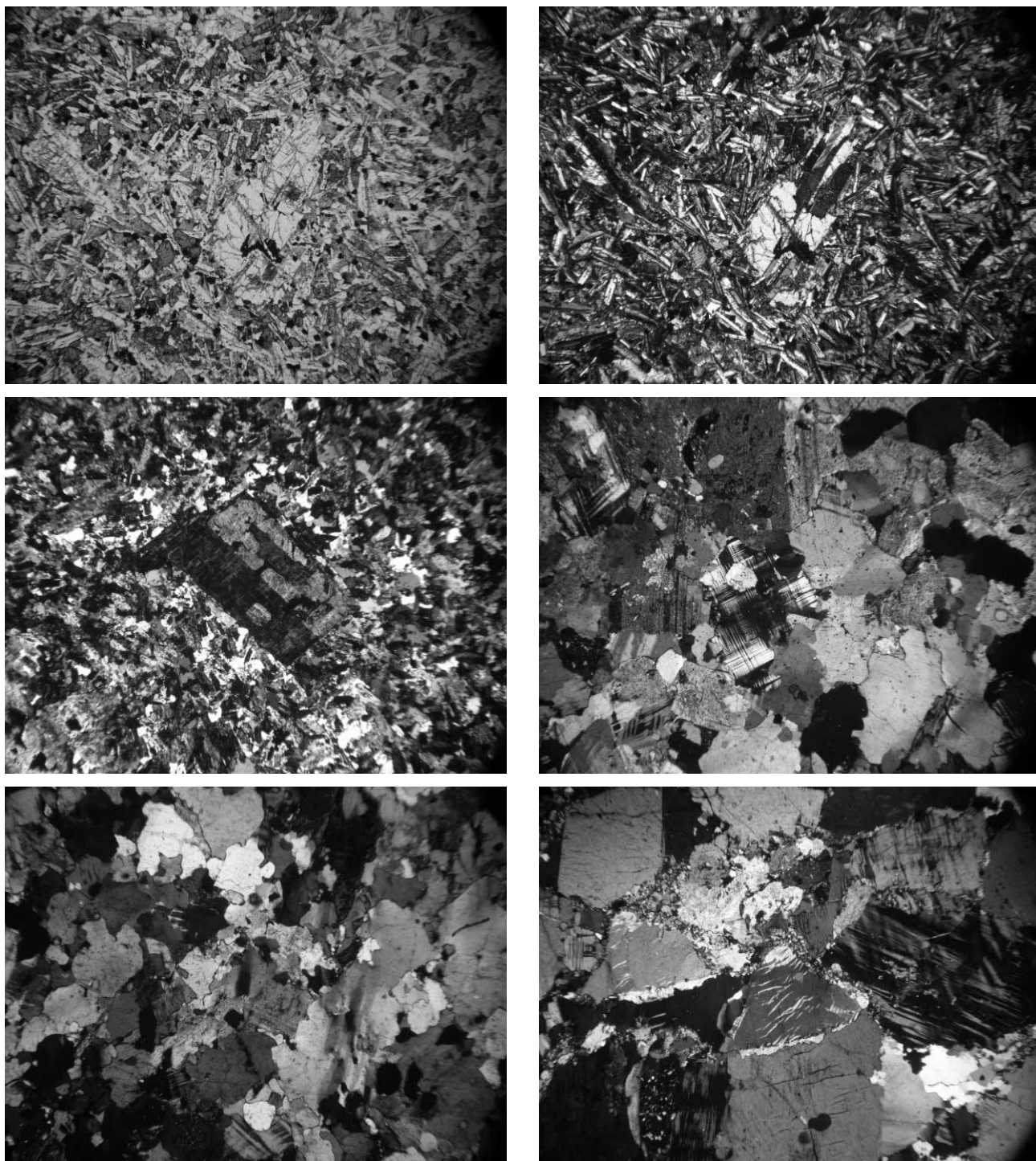
Promatrajući raznolikost efuzivnih stijena zabilježenu u znanstvenoj literaturi kao i brojnost različitih tipova stijena koje se mogu prikupiti na lokalitetu (Slike 3.2–3.4) postavlja se pitanje za koje se geotektonske procese mogu vezati te stijene te koja je njihova starost s obzirom na nepouzdanost dosadašnjih odredbi.

Projicirajući sve prikupljene analize koje su se mogle napisati voćinskom vulkanskom tijelu od recentnih radova (BALEN i PETRINEC, 2014) te onih starijih (egirinski albitski riolit – TAJDER, 1956; anortoklasni egirinski riolit –

TAJDER, 1960; albitski riolit – TAJDER, 1956; labradorsko-augitniandezit – TAJDER, 1956; efuzivi Voćina – JAMIČIĆ et al., 1987; efuzivi Voćina – PAMIĆ, 1997; voćinski bazalti i metabazalti – PAMIĆ, 1991) dobiven je, pored TAS klasifikacijskog dijagrama (Slika 3.5A) niz drugih tipova dijagrama (Slike 3.5 B-D), te potpunija raspodjela oksida elemenata u

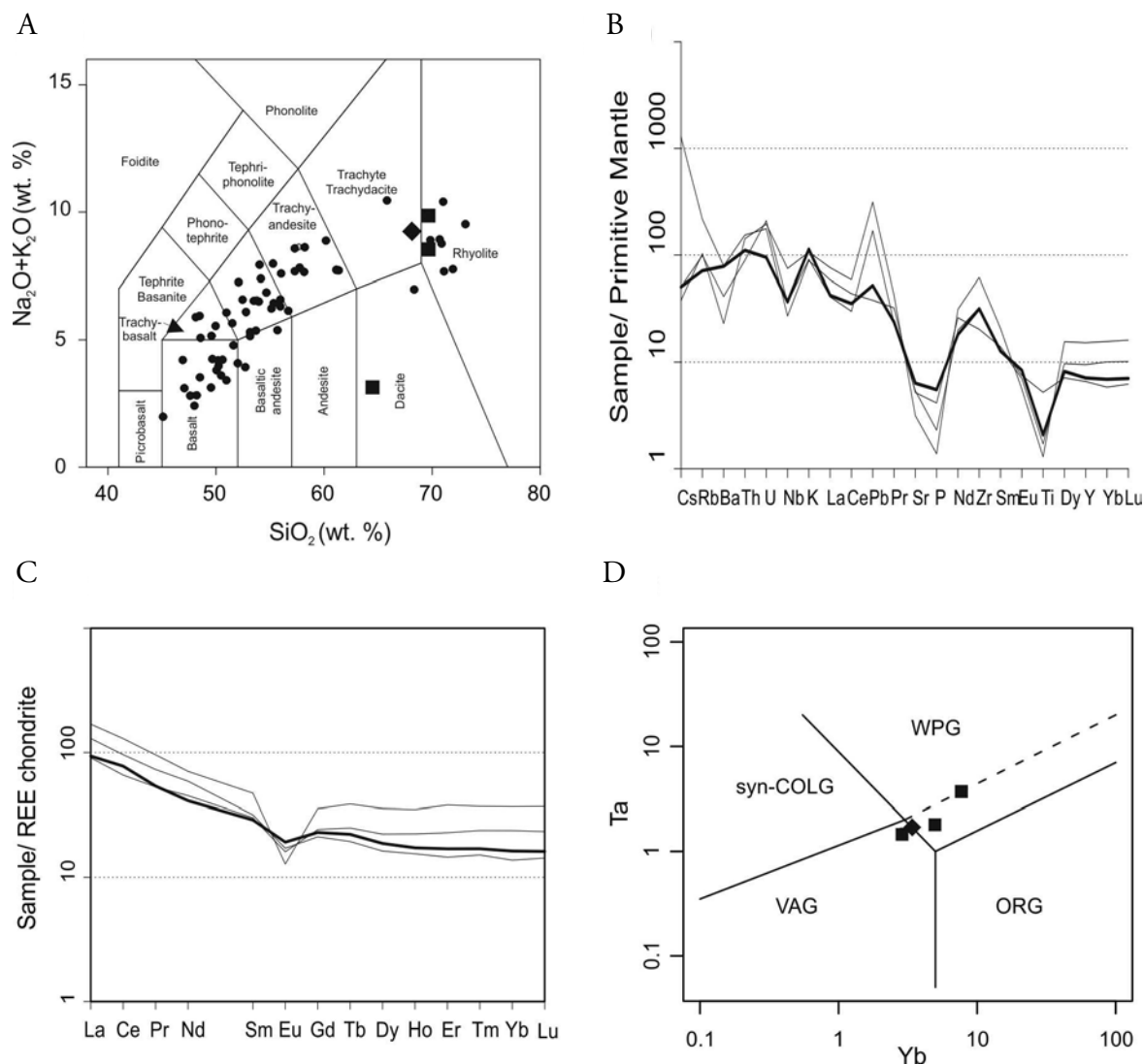
odnosu na SiO_2 , na kojoj se može uočiti diferencijacijski trend (Slika 3.6) i raspodjela REE u bazičnim i kiselim varijetetima (Slika 3.7).

Slika 3.5 koja je preuzeta iz članka BALEN & PETRINEC (2014) sumira geokemijske značajke kiselih varijeteta efuziva voćinske vulkanske mase na lokalitetima Rupnica



Slika 3.4. Geolokalitet Trešnjevica – gornji red: mikrooftska struktura bazalta iz dajkova na Trešnjevici, minerali plagioklas, piroksen, klorit, lijevo N-, desno N+, širina slike 4 mm; srednji red: albitni riolit, fenokristal albita (sraslac) u sitnokristaliziranoj osnovi (lijevo), mikrokliniski granit (desno), N+, širina slike 4 mm; donji red: strukture granita, N+, širina slike 4 mm.

Figure 3.4. Geosite Trešnjevica – upper row, basalt comprising plagioclase, pyroxene, chlorite, left N-, right N+, picture width 4 mm; middle row, albite rhyolite (left), microcline bearing granite (right); lower row, textures of granite.



Slika 3.5. Geokemijski dijagrami pokazuju varijacije u sastavu efuzivnih stijena voćinske vulkanske mase. **A.** TAS klasifikacija (Le BAS et al., 1986), kružići predstavljaju analize iz literature (TAJDER, 1956; 1960; LUGOVIĆ, 1983; JAMIČIĆ et al., 1987; PAMIĆ, 1991; 1997), kvadratić – Trešnjevica, romb – Rupnica. **B.** Spider dijagram normaliziran na primitivni plašt (SUN & MCDONOUGH, 1989). **C.** Hondrit-normaliziran dijagram (BOYNTON, 1984) pokazuje rare earth element (REE) obrazac, deblja linija u B. i C. predstavlja Rupnicu dok su tanke linije analize sa Trešnjevica. **D.** Ta-Yb diskriminacijski dijagram za granite prema PEARCE et al. (1984), VAG – graniti vulkanskog luka, WPG – graniti unutar ploča, syn-COLG – sinkolizijski granit, ORG – granit oceanskih hrptova. **Figure 3.5.** TAS Chemical diagrams illustrating compositional variation of the Voćin volcanic rocks. **A.** TAS classification (Le BAS et al., 1986), circle representing analyses from literature (TAJDER, 1956; 1960; LUGOVIĆ, 1983; JAMIČIĆ et al., 1987; PAMIĆ, 1991; 1997), square – Trešnjevica site and diamond – Rupnica site. **B.** Primitive mantle normalized spider diagram (SUN & MCDONOUGH, 1989). **C.** Chondrite-normalized (BOYNTON, 1984) rare earth element (REE) patterns, thicker lines in B. and C. are for Rupnica while thin lines are for Trešnjevica site. **D.** The Ta-Yb discrimination diagram for granitic rocks after PEARCE et al. (1984), VAG – volcanic-arc, WPG – within-plate, syn-COLG – syn-collisional, ORG – ocean-ridge granites.

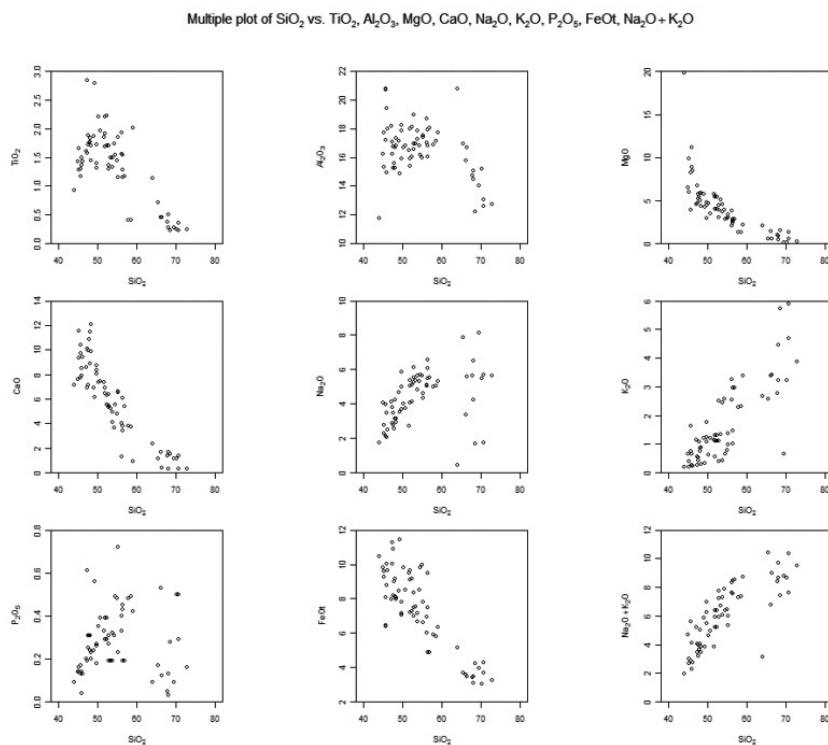
i Trešnjevica. Različiti varijeteti riolita unutar zapadnog profila na cesti između Trešnjevica i Rupnice obuhvaćaju egirin-albitni i anortoklasno-egirinski riolit uz andezit, basalt, metabasalt, tuf i vulkanske breče (KIŠPATIĆ, 1887; TAJDER, 1956; JAMIČIĆ et al., 1987; JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ et al., 1989; PAMIĆ, 1991). Starost tih stijena je kontroverzna jer postoje izmjerene kredne starosti K-Ar metodom na interstratificiranim bazaltima (73-52 Ma; PAMIĆ, 1991). Starosti imaju direktnu implikaciju u tektonskom smještaju tih stijena; kredni događaj je povezan sa smještajem unutar zalučnog bazena ("back-arc basin") na aktivnom kontinentalnom rubu Euroazije, dok miocenska starost implicira

(ekstenzijsku) evoluciju vezanu uz razvoj Panonskog bazena BELAK et al. (2000). Geokemijsko određivanje smještaja može dati generalnu geotektonsku sliku smještaja u kojem su efuzivi nastali i na taj način indirektno odrediti njihovu starost.

Analizirane felsične stijene voćinske vulkanske mase pokazuju sub-alkalni do prijelazni afinitet (Slika 3.5A). Obrazac raspodjele inkompatibilnih elemenata u tragovima (Slike 3.5B, 3.6), karakteristični omjeri tih elemenata, negativne anomalije Ba, P, Sr, Ti, pozitivne anomalije K, Pb, Zr, varijabilni sadržaji litofilnih elemenata velikih ionskih radijus (LILE: Cs, Rb, Ba, Sr, Th, Pb, U), obogaćenje na lakim ele-

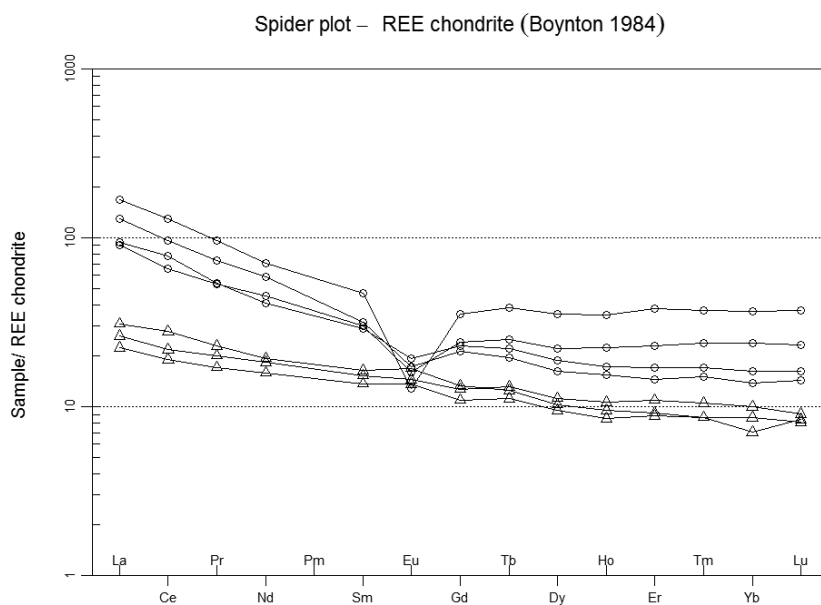
mentima iz skupine rijetkih zemalja (LREE) zajedno s umjerenom do niskom zastupljenosti high field strength elemenata (HFSE: Ti, Zr, Hf, Nb, Ta, P, Y) i varijabilnom negativnom europijevom anomalijom ukazuje na kontaminaciju korom. Raspodjela REE u istraženim uzorcima (Slike 3.5C, 3.7) ograničava dubinu parcijalnog taljenja na

srednju koru, tj. na dubine od 10-15 km, što je definirano dubinom uravnoteženja između taljevine i amfibol-plagioklas ostatka (30-10 km) odnosno taljevine i plagioklasnog ostatka (<15 km) te na visoke temperature preko 850°C (BALEN & PETRINEC, 2014). Prema diskriminacijskim dijagramima PEARCE et al. (1984) analizirani kiseli uzorci projiciraju se



Slika 3.6. Raspodjela oksida elemenata u efuzivima voćinskog vulkanskog tijela.

Figure 3.6. Distribution of different oxides vs. SiO₂ for volcanic rocks from the Voćin volcanic body.



Slika 3.7. Razlike u raspodjeli REE između riolita (kružić) i bazalta (trokutić).

Figure 3.7. Distribution of REE in the rhyolite (circle) and basalts (triangle).

u polja geotektonskog smještaja vezana uz vulkansku aktivnost unutar ploča (“within plate”) i unutar vulkanskog luka (“volcanic arc”) (Slika 3.5D). Veći volumen felsičnih stijena u usporedbi s volumenom mafitnih vulkanskih stijena ukazuje da je ekstremna diferencijacija istovremene roditeljske magme malo vjerojatna te daje prednost procesima parcijalnog taljenja u odnosu na frakcijsku kristalizaciju.

Takav geokemijski potpis je tipičan za ekstenzijski geotektonski smještaj što efuzive Rupnice i voćinske vulkanske mase regionalno smještava u kontekst miocenske evolucije Panonskog bazena.

LITERATURA

- BALEN, D. & PETRINEC, Z. (2014): Development of columnar jointing in albite rhyolite in a rapidly cooling volcanic environment (Rupnica, Papuk Geopark, Croatia).– *Terra Nova*, 26, 102–110.
- BALEN, D., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2010): Ekskurzija A0 – Geološka baština Geoparka Papuk.– 4. Hrvatski geološki kongres, Vodič ekskurzija / Excursion Guide-book, ur. Horvat, M., 3–24, Šibenik.
- BELAK, M., MIKNIĆ, M., KRUK, B., KASTMULLER, Ž., & KRUK, L.J. (2000): Bazalt-glinoviti peperiti: litofacijsni i kronostratigrafski prinos poznavanju vulkanita Budima kod Voćina.– *Zbornik radova*, 2. Hrvatski geološki kongres, 109–113, Cavtat.
- BOYNTON, W.V. (1984): Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies.– In: *Rare Earth Element Geochemistry* (P. Henderson, ed.) 63–114. Elsevier, Amsterdam.
- HORVAT, M. (2004): Geochemistry and petrology of granitoids of Papuk and Psunj Mts. (Slavonia, Croatia). PhD Thesis, Eötvös Loránd University, str.133, Budapest.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija).– *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1974–1982), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D. (1995): Tektonski događaji u južnom dijelu Panonskog područja (sjeverna Hrvatska): pregled i interpretacija.– *Zbornik radova*, 1. Hrvatski geološki kongres, 215–218, Opatija.
- JAMIČIĆ, D. (2003): Osnovne geološke značajke Slavonskih planina.– *Priroda*, 6–7, 20–27, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1971–1986), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., VRAGOVIĆ, M. & MATIČEC, D. (1989) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Daruvar L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1988), str. 55, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- KIŠPATIĆ, M. (1887): Voćinski augitni andezit (trahit).– *Rad JAZU*, 83/8, 179–185, Zagreb.
- KIŠPATIĆ, M. (1916): Augitandesit (Trachyt) von Voćin.– *Izješća JAZU*, 8, 311–312, Zagreb.
- LE BAS, M.J., LE MAITRE, R.W., STRECKEISEN, A., ZANETTIN, B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on total alkali – silica diagram.– *J. Petrology*, 27, 745–750.
- LUGOVIĆ, B., (1983): Efuzivne stijene sjeverozapadnog dijela Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 131–156, Zagreb.
- MARKOVIĆ, S. (2002): Hrvatske mineralne sirovine.– *Institut za geološka istraživanja*, str. 544, Zagreb.
- PAMIĆ, J. (1991): Gornjokredne bazaltoidne i piroklastične stijene iz voćinske vulkanske mase na Papuku (Slavonija, sj. Hrvatska).– *Geološki vjesnik*, 44, 161–172, Zagreb.
- PAMIĆ, J. (1997): Vulkanske stijene Savsko-Dravskog međuriječja i Baranje (Hrvatska).– *Nafta*, str. 192, Zagreb.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– *Geologija*, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2003): Geološki vodič kroz Park prirode Papuk.– *JU Park prirode Papuk*, str. 66, Požega.
- PEARCE, J.A, HARRIS, N.B.W. & TINDLE, A.G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks.– *J. Petrol.*, 25, 956–983.
- RAFFAELLI, P. (1965): Metamorfizam paleozojskih pelitskih škriljaca u području Ravne gore (Papučko gorje – Slavonija).– *Geološki vjesnik*, 18, 61–111.
- SUN, S.S., MCDONOUGH, W.F. (1989): Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in Ocean Basins* (A.D. Saunders and M.J. Norry, eds).– *Geol. Soc. London. Spec. Pub.*, 42, 313–345.
- TAJDER, M. (1956): Albitski efuzivi okolice Voćina i njihova geneza.– *Acta geol.*, 1 (Prir. istraž. JAZU), 27, 35–48, Zagreb.
- TAJDER, M. (1960): Anortoklasni egirinski riolit iz potoka Rupnice kod Voćina.– *Acta geol.*, 2 (Prir. istraž. JAZU), 29, 95–101, Zagreb.
- VRAGOVIĆ, M. (1965): Graniti i gnajsi Papuka.– *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu, str. 232, Zagreb.

Točka 4 – Stop 4

Graniti, migmatiti i gnajsevi Papuka (profil Voćin-Zvečevo-Kamenska) Granite, migmatite and gneiss of section Voćin-Zvečevo-Kamenska (Mt. Papuk)

Dražen Balen¹, Petra Belobrk^{1*} & Sandra Hanževački^{1*}

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

*studenti geologije

Ključne riječi: granit, gnajs, migmatit, Trešnjevica, Zvečevo, Čarugin kamen, Papuk, Slavonske planine, Tisija

Key words: granite, gneiss, migmatite, Trešnjevica, Zvečevo, Čarugin kamen, Papuk Mt., Slavonian Mts., Tisia Mega-unit

Abstract

Variety of granite, migmatite and gneiss outcrops along the road Voćin-Zvečevo-Kamenska. Their textures and mineral composition are similar as well as major element geochemistry. Those similarities often obscure genetic relations and identification of rocks in the field and had implications on the genetic interpretations for many years. This section of excursion called “Western profile of Papuk Geopark” illustrates similarities and differences among common rock types that build most of the Mt. Papuk.

Petrografski prikaz stijena

Detaljne geološke i petrografske opise može se naći u disertaciji VRAGOVIĆ (1965), tumačima OGK SFRJ M 1:100.000, listovi Daruvar i Orahovica (JAMIČIĆ et al., 1987; 1989) te monografiji PAMIĆ & LANPHERE (1991). Interesantan je i pokušaj otvaranja ležišta granita kao arhitektonskog kamena pod nazivom “zebrato” u području izvorišnog dijela obližnjeg Koturić potoka (JOVIČIĆ et al., 1992).

Granitne stijene koje nalazimo na ovom profilu su izrazito tektonizirane i pojavljuju se u obliku izduženih i nepravilnih tijela te u obliku tanjih i debljih silova i žila u migmatitskom gnajsu. Struktura granita je zrnata. Mineralna zajednica u granitu obuhvaća kvarc i feldspate (kiselih plagioklasa i kalijski feldspat (mikroklin)) kao glavne minerale, zatim tinjce – biotit i muskovit s podređenim kloritom i akcesornim mineralima (granat, titanit, cirkon, apatit, turmalin te opaki minerali), a kao produkti izmjene dolaze zoisit, epidot, sericit i rutil. Mineralnim sastavom te stijene odgovaraju granitima i monzograditima.

Blijedo zelenkasti migmatitski gnajs sadrži kvarc, feldspate (kalijski feldspat i plagioklas), biotit, koji je u znatnoj mjeri alteriran u klorit, te podređeno muskovit. Zrna feldspata (uglavnom mikroklin) veća su od ostalih i daju stijeni okastu strukturu, uz izraženu paralelnu teksturu uvjetovanu subparalelnim redanjem leća i lamina kvarc-feldspatskog materijala te porfiroblasta mikroklinu oko kojih se povijaju tanke lećaste nakupine biotita. Biotitski gnajs, biotit-muskovitni gnajs i tinjčev škriljavac postupno prelaze u heterogene i homogene migmatitske gnajseve te u migmatite. To su

pretežno srednjezrnate do krupnozrnate stijene heteroblastične strukture s porfiroblastičnim mikroklinom. Modalni sastav im je promjenjiv – zastupljenost kvarca, biotita, kalijskog feldspata (mikroklin) i kiselih plagioklasa u njima znatno varira, javlja se i granat, a kod višeg stupnja metamorfizma dolaze sillimanit i staurolit. Akcesorni su cirkon, apatit i opaki minerali.

Pegmatiti se pojavljuju u obliku žica i nepravilnih izduženih gnijezda. Glavni sastojci su K-feldspat, kvarc i muskovit te kiselih plagioklasa i biotit. Akcesorni minerali su granati i turmalin.

Apliti se javljaju kao sitnozrnate stijene alotriomorfno zrnate strukture sastavljene od kiselog plagioklasa (albit) i kvarca, uz podređene muskovit i mikroklin.

Starost Papučkog stijenskog kompleksa u kojem se nalazi granitoidna stijenska masa pregledno je dana u PAMIĆ (1998) te PAMIĆ & JURKOVIĆ (2002) i vezana je uz interpretaciju kompleksa kao dijela magmatsko-metamornog pojasa nastalog tijekom variscijske orogeneze. Temelj tih interpretacija čine geokronološki podaci koji uključuju (1) ⁴⁰Ar/³⁹Ar starosti muskovita izdvojenog iz paragnajsa i tinjčevog škriljavca u rasponu od 333±1.7 do 324.7±1.5 milijuna godina; (2) K–Ar starosti hornblende izdvojene iz ortoamfibolita 376.4±11.5 do 352.6±8.5 milijuna godina; (3) Rb/Sr starosti S-tipa granita i migmatita 314±16 do 317±17 milijuna godina (PAMIĆ et al., 1996) i (4) K–Ar muskovita iz I-tipa granita u rasponu 423.7±12.9 do 336.3±8.4 milijuna godina (PAMIĆ et al., 1988; PAMIĆ & LANPHERE, 1991).



Slika 4.1. Čarugin kamen – izdanak porfiroblastičnog gnajsa, širina slike ~30 cm.

Figure 4.1. Čarugin kamen – porphyroblastic gneiss, picture width ~30 cm.

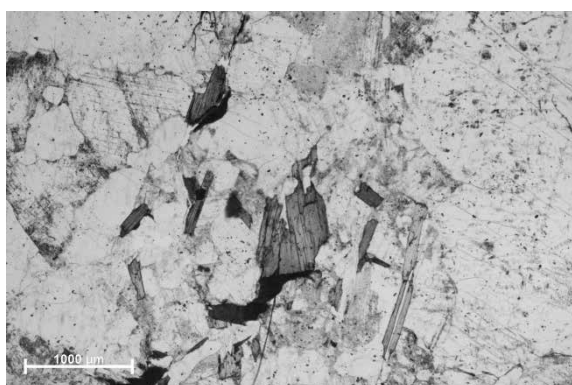
HORVAT (2004) u disertaciji daje starosti u rasponu od 326 ± 12 milijuna godina do 246.5 ± 9.4 milijuna godina dobivene K-Ar metodom na separacijama biotita iz gnajseva i granita Papuka.

Geolokalitet Čarugin kamen

U okolici lokaliteta kloritni i tinjčevi škriljavci postupno prelaze u biotit-muskovitne porfiroblastične gnajseve koji dalje prema sjeveru prelaze u migmatite s reliktnom ortognajsnom teksturom. Promjene struktura, tekstura i volumnog odnosa mineralnih sastojaka mogu se uočiti i u neposrednoj okolici obilježenog izdanka Čarugin kamen. Uzorci su vrlo

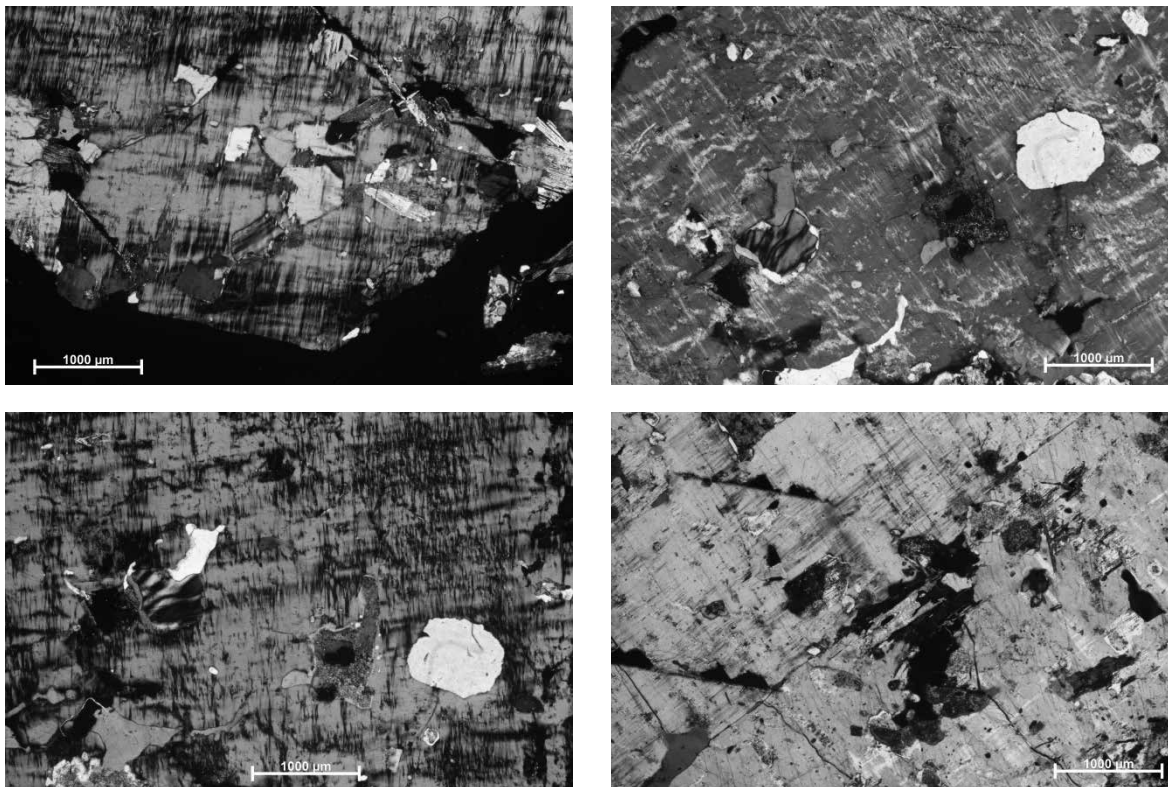
heterogeni i karakteriziraju ih tamni škriljavi djelovi s biotitom, muskovitom i amfibolom, okcima feldspata i svijetli djelovi bogatiji s kvarcom i feldspatima (Slika 4.1). Ukupno gledajući u mineralnom sastavu prevladavaju kvarc i feldspati (kalijski feldspati i plagioklasi) kao najzastupljenije mineralne vrste, a uz njih dolaze klorit, biotit i muskovit kao podređeni minerali koji dolaze u podjednakim količinama. Akcesorni su opaki minerali, apatit i cirkon. Struktura stijene je lepidogranoblastična, utjecajem naknadnih tektonskih procesa postaje kataklastična do mortar.

Kvarc tvori lečaste izdužene agregate između krupnijih zrna feldspata. Rubovi agregata pokazuju šivane rubove, a pod zrna karakterizira undulozno potamnjenje (Slika 4.2).



Slika 4.2. Mikrofotografija mikroskopskog preparata uzorka s lokaliteta Čarugin kamen. Vidljivi kvarc s kataklastičnim deformacijama, unduloznim potamnjenjem i šivanim rubovima, listići biotita i porfiroblast kalijskog feldspata.

Figure 4.2. Čarugin kamen thin sections microphotography, quartz with cataclastic deformations, undulose extinction, biotite grains and K-feldspar porphyroblasts.



Slika 4.3. Detalji velikih zrna kalijevog feldspata s izdvajanjima dvije mineralne faze i karakterističnom mrežom polisintetskih sraslaca (mikroklin). Vidljivi uklopci biotita, plagioklasa i kvarca sa resorbiranim formama.

Figure 4.3. Details of large K-feldspar grains with exolutions and characteristic microcline twinning. As inclusions occur biotite, plagioclase and resorbed quartz.

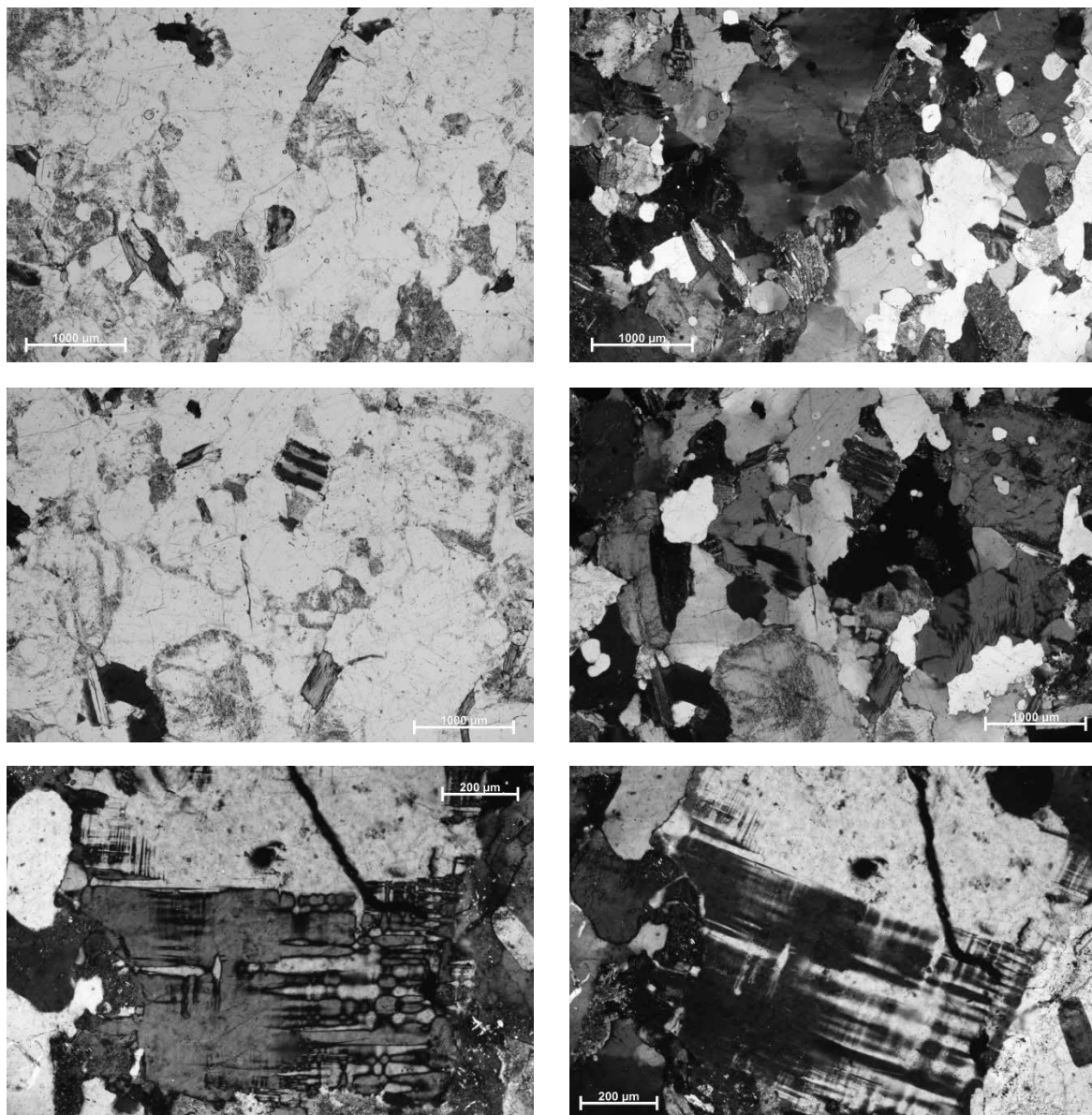
Feldspatska zrna se javljaju u pločastim hipidiomorfnim do idiomorfnim blastima. Zrna karakteriziraju subsolidusne deformacije te sraslaci po albitnom zakonu i indeksi loma niži od

kanadskog balzama. Porfiroblasti su zrna kalijevog feldspata s tipičnim pertitskim proraštanjima (Slika 4.3). Od produkata izmjena mogu se uočiti sericit i klinozoisit. Muskovit je



Slika 4.4. Obilježeni geolokalitet Potočan u blizini Zvečevo.

Figure 4.4. Geosite Potočan in vicinity of Zvečevo.



Slika 4.5. Detalji strukture granita u blizini Zvečeva, geološki lokalitet Potočan. Gornji red: undulozno potamnjenje na kvarcu, produkti alteracija feldspata, lijevo N-, desno N+; srednji red: vidljive granice među zrnima koje ukazuju na kataklastične procese, biotit pokazuje kloritizaciju duž listića filosilikatne strukture, kalijski feldspati pokazuju perthitizaciju kao i izmjene u sericit, lijevo N-, desno N+; donji red: zrna kalijskih feldspata (mikroklin), N+.

Figure 4.5. Details of granite texture at Potočan (Zvečevo) site. Upper row: undulose extinction of quartz, alteration products in feldspars, left N-, right, N+; middle row: cataclastic deformation and biotite chloritization, perthite and sericite in the feldspars, left N-, right, N+; bottom row: K-feldspar grains (microcline), N+.

uklješten međuzrnima kvarca i albita. Klorit nastaje na uštrb biotita a dio klorita je postkinematski. Interferira u anomalnim modrim bojama što je tipično za Mg-Fe klorit (ripidolit). Biotit dolazi kao “foxy” biotit što ukazuje na termalne promjene. Također su brojne sitne pojave mirmekita, domena s kristaliziranom taljevinom (taljevinski džepovi) i nastanak mlađe generacije albita na kontaktu plagioklasa i kalijskog feldspata.

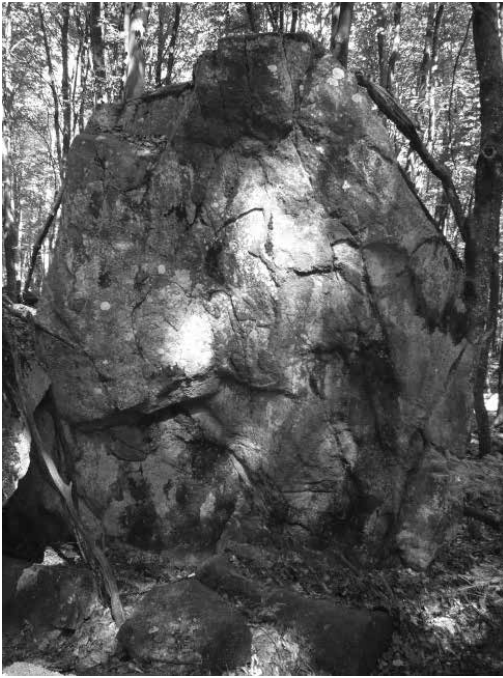
Geološki lokaliteti Zvečevo/Potočan i Točak

Granitoidne stijene izdaju se u obliku manjih tijela u neposrednoj blizini i okolici Zvečeva (Slika 4.4) gdje se izmjenjuju s migmatiziranim gnajsevima. To su srednjezrnate do krup-

nozrnate hipidiomorfne do alotriomorfne zrnate stijene homogene rijeđe paralelne (flazer) strukture. Mineralni sastav uključuje kvarc koji dominira po zastupljenosti, dok ostali minerali albit, mikroklin i biotit dolaze u varijabilnim količinama (Slika 4.5). Od akcesornih javljaju se opaki minerali, cirkon i apatit. Kao produkti izmjena najčešći su klorit, muskovit i sericit.

U mikroskopskim preparatima (Slika 4.5) zamjetne su subsolidusne deformacije te nastanak mikrokлина, mirmekita i muskovita na rubovima većih zrna.

Od Zvečeva prema istoku pruža se mogućnost obilaska tipičnog granitnog terena kako ga je vrlo detaljno u

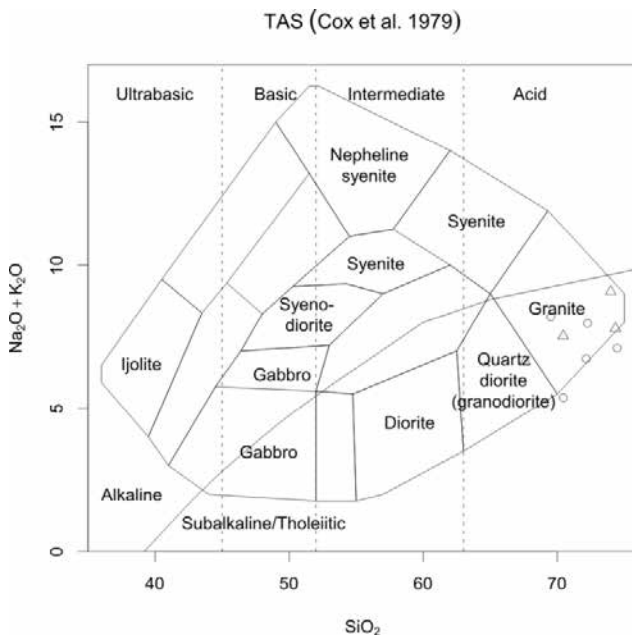


Slika 4.6. Lučenje granita na Točku (lijevo) u neposrednoj blizini "rudnika" muskovita i prikaz stanja eksploatacijskih kopova muskovita (desno).
Figure 4.6. Jointing of granite on Točak (left) and remnants of mica (muscovite) exploitation from pegmatites (right).

svojoj disertaciji definirao VRAGOVIĆ (1965) – planinarskim i šumskim stazama kao i trasom nekadašnje željeznice. Kod samog vrha Točak (887 mnm) nalazi se zanimljiv fenomen kuglastog lučenja u granitu kao i tragovi eksploatacije tinjca (muskovit, GOLUB i ŠILJAK, 1965) – Slika 4.6.

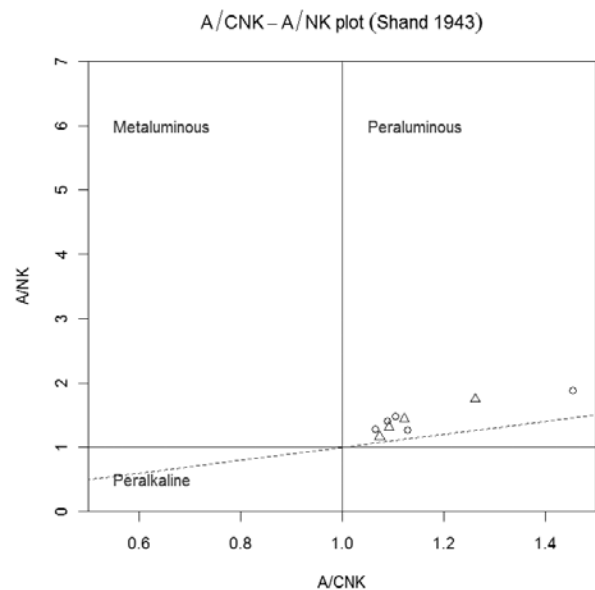
Geokemijske značajke stijena

Geokemijski klasifikacijski dijagram TAS (COX et al., 1979) pokazuje da se analizirane stijene spomenutih lokaliteta, a takve stijene prevladavaju na širem području, projiciraju unutar ili blizu polja skupine granita (Slika 4.7). S obzirom na visok modalni udio kvarca i feldspata uz nešto podređeniji



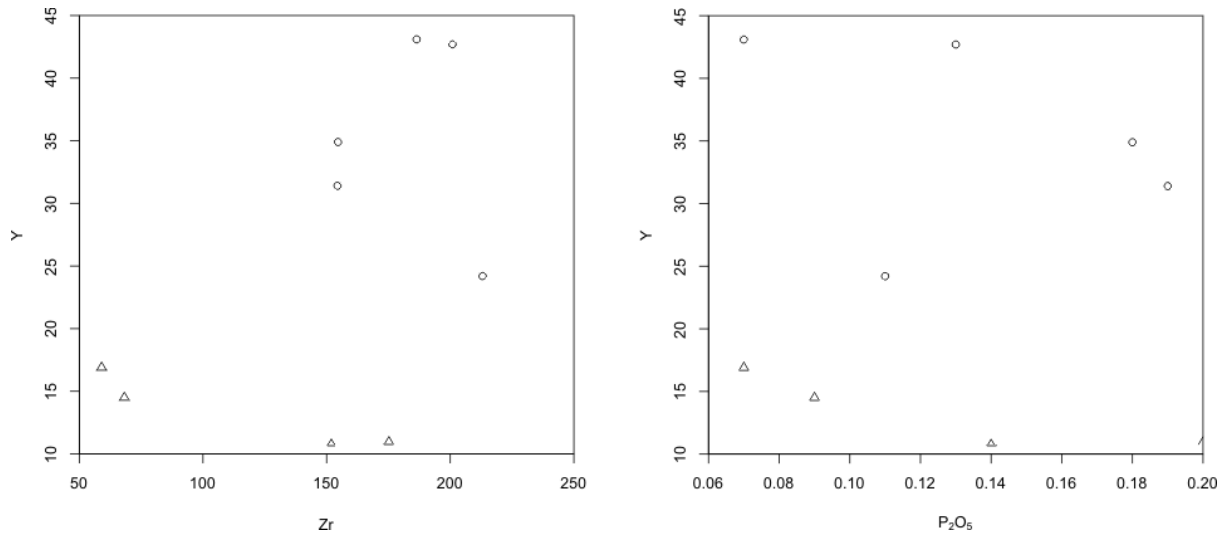
Slika 4.7. Geokemijski klasifikacijski dijagram TAS (COX et al., 1979), trokuti – zrne stijene (granit), kružić – škriljave stijene (migmatit, gnajs).

Figure 4.7. Classification diagram TAS after COX et al. (1979), triangle – homogeneous textures (granite), circle – schistose rocks (migmatite, gneiss)



Slika 4.8. A/CNK vs A/NK dijagram prema SHAND (1943). Legenda kao na prethodnoj slici.

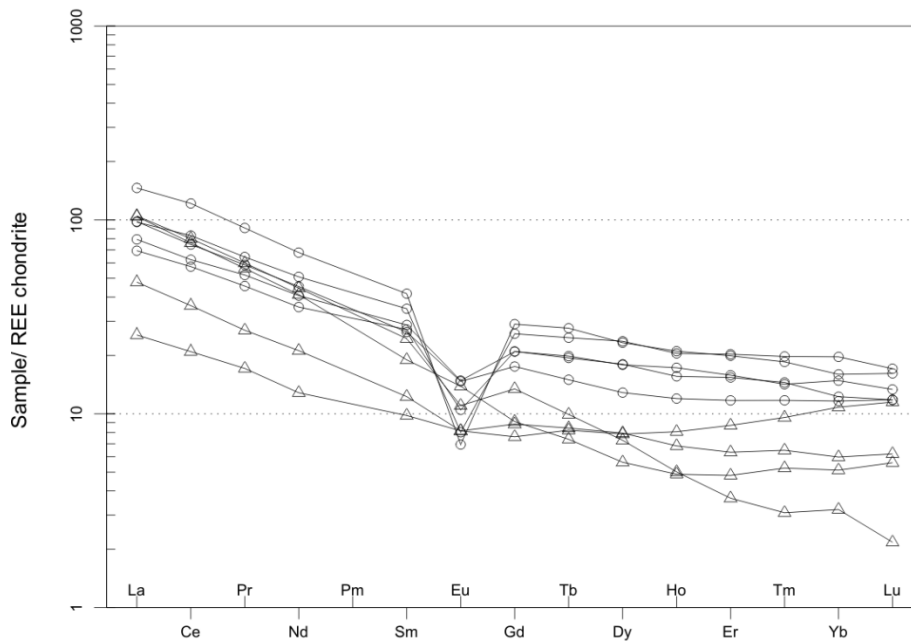
Figure 4.8. A/CNK vs A/NK diagram after SHAND (1943). Legend as on the previous image.



Slika 4.9. Dijagrami Zr vs. Y i P₂O₅ vs. Y pokazuju geokemijsko razdvajanje teksturno različitih skupina stijena, trokuti – zrnate stijene (granit), kružić – škriljave stijene (migmatit, gnajs).

Figure 4.9. Zr vs. Y and P₂O₅ vs. Y show differentiation between structurally different rocks; triangle – homogeneous textures (granite), circle – schistose rocks (migmatite, gneiss).

Spider plot – REE chondrite (Boynnton 1984)



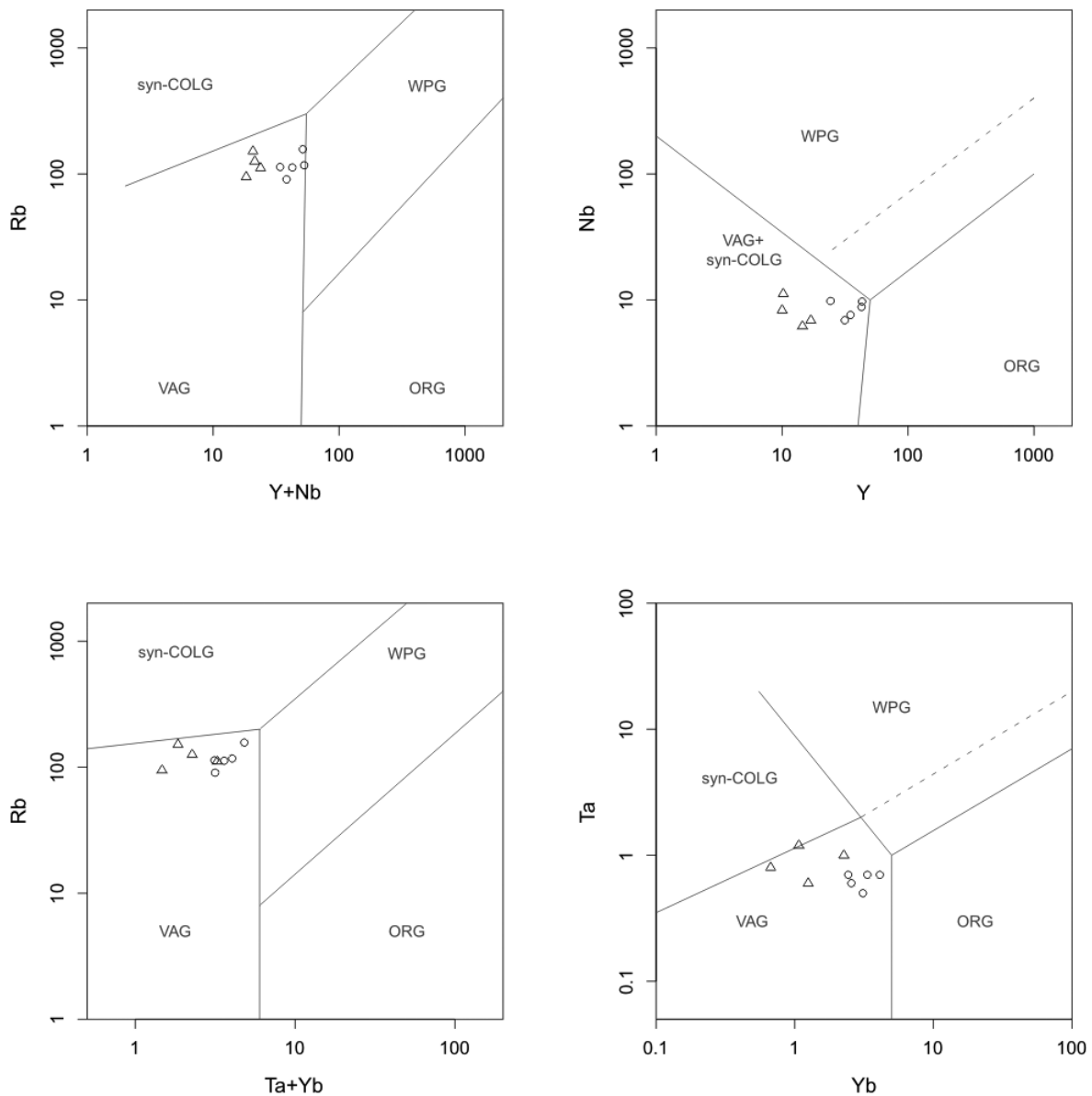
Slika 4.10. Raspodjela REE granitoidnih stijena (trokuti – zrnate stijene, kružić – škriljave stijene) u odnosu na hondritni standard prema BOYNTON (1984).

Figure 4.10. REE spider diagram after BOYNTON (1984), triangle – homogeneous textures (granite), circle – schistose rocks (migmatite, gneiss).

sadržaj tinjaca (biotit i muskovit) takvi rezultati sasvim su očekivani. Većina autora (npr. PAMIĆ et al., 1991 i kasnije) se slaže da promatrani graniti pripadaju skupini variscijskih granita poteklih iz sedimentnih stijena (S-tip granita), što se pojednostavljeno vidi iz geokemijske klasifikacije A/CNK vs A/NK gdje su uzorci zrnatih stijena klasificirani kao peraluminozni graniti (Slika 4.8), dok je direktna genetska veza između zrnatih (granit) i škriljavih (gnajs, migmatit) vrsta

koje se projiciraju u isto polje još uvijek predmet znanstvenih istraživanja.

Iz dijagrama na Slici 4.9 vidljivo je da postoje geokemijske razlike između dvije skupine stijena različitih tekstura koje se reflektiraju u različitim koncentracijama Zr, Y i P kao značajnim elementima iz genetskog stajališta i te razlike vezane su za procese nastanka promatranih stijena. Dijagram na Slici 4.10 pokazuje razlike između obrazaca raspodjele el-



Slika 4.11. Diskriminacijski dijagrami prema PEARCE et al. (1984) za granite ukazuju na moguć tektonski smještaj; trokuti – zrnate stijene, kružić – škriljave stijene; VAG – graniti otočnog luka, syn-COLG – sinkolizijski graniti.

Figure 4.11. Discrimination diagram for granitic rocks after PEARCE et al. (1984) points to possible geotectonic setting, VAG – volcanic-arc, WPG – within-plate, syn-COLG – syn-collisional, ORG – ocean-ridge granites; triangle – homogeneous textures (granite), circle – schistose rocks (migmatite, gneiss).

emenata iz skupine rijetkih zemalja gdje se mogu uočiti različiti trendovi vezani za genetske procese koji diferenciraju promatrane stijene među sobom ali i u odnosu na hondritni standard (BOYNTON, 1984).

Zrnate stijene pokazuju znatno slabije izraženu europijevu anomaliju kao i niže koncentracije elemenata iz skupine REE te niži stupanj diferencijacije od škriljavih stijena koje karakterizira izrazita negativna europijeva anomalija vezana uz feldspate.

Navedene razlike mogu ukazivati da teksturno različiti varijeteti stijena nisu nužno direktno genetski povezani, no to bi trebalo potvrditi dodatnim i detaljnijim istraživanjima.

Tektonski diskriminacijski dijagrami bazirani na sadržaju mikrolemenata (Slika 4.11) ukazuju na granite otočnog luka i sinkolizijske procese tj. za okoliše vezane uz velike tektonske pokrete za koje je poznato da su se odvijali u doba hercinske (variscijske) orogeneze.

Navedeni dijagrami upućuju na potrebu daljnjeg detaljnog geokemijskog istraživanja granitoidnih stijena te nalaženja geokemijskih poveznica sa škriljavim varijetetima kako bi se sa sigurnošću dokazala ili opovrgnula genetska povezanost granita, gnajseva i migmatita Papuka. Problem razlikovanja i genetske povezanosti migmatita i gnajsa s granitima unutar kristalina Tisije je jedan od klasičnih i još uvi-

jek nerazriješenih problema koji zaslužuje posvećivanje dodatne pažnje. Poseban osvrt je potreban kod detalja rasta minerala velikih dimenzija (megakristali, porfiroklasti, porfirblasti) i njihovog odnosa prema uklopcima te leukokratskim i melanokratskim domenama u stijenama.

LITERATURA

- BOYNTON, W.V. (1984): Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies.– In: Rare Earth Element Geochemistry (P. HENDERSON, ed.) 63–114. Elsevier, Amsterdam.
- COX, K.G., BELL, J.D. & PANKHURST, R.J. (1979): The Interpretation of Igneous Rocks.– George, Allen and Unwin, London.
- GOLUB, LJ. & ŠILJAK, M. (1965): Muscovite from Točak (Papuk, Croatia).– Acta geologica, 4, 333–359, Zagreb.
- HORVAT, M. (2004): Geochemistry and petrology of granitoids of Papuk and Psunj Mts. (Slavonia, Croatia).– PhD Thesis, Eötvös Loránd University, str.133, Budapest.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., VRAGOVIĆ, M. & MATIČEC, D. (1989) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Daruvar L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1988), str. 55, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JOVIČIĆ, D., OREŠKI, E. & KRALJETA, B. (1992): Ležište arhitektonskog kamena granita “zebrato” (Ravna gora – Papuk, Hrvatska).– Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 4, 127–138.
- PAMIĆ, J. (1998): Crystalline basement of the South Pannonian Basin based on surface and subsurface data.– Nafta, 49, 371–390, Zagreb.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– Geologija, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J. & JURKOVIĆ, I. (2002): Paleozoic tectonostratigraphic units in the northwest and central Dinarides and the adjoining South Tisia.– International Journal of Earth Sciences, 91, 538–554.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & MCKEE, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in the southern part of the Pannonian Basin, Yugoslavia.– Acta Geol., 18, 13–39, Zagreb.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & BELAK, M. (1996): Hercynian I-type and S-type granitoids from the Slavonian Mountains (southern Pannonian, north Croatia).– N. Jb. Mineral. Abh., 171, 155–186.
- PEARCE, J.A, HARRIS, N.B.W. & TINDLE, A.G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks.– J. Petrol., 25, 956–983.
- SHAND, S.J. (1943): Eruptive Rocks: Their Genesis, Composition, Classification, and their Relations to Ore Deposits.– John Wiley, New York.
- VRAGOVIĆ, M. (1965): Graniti i gnajsi Papuka.– Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, str. 232, Zagreb.

Točka 5 – Stop 5

Metamorfna zonalnost metapelita Papuka Metamorphic zones of Mt. Papuk metapelites

Dražen Balen¹, Zita Brigljević^{1*} & Iva Lihter^{1*}

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

*student geologije

Ključne riječi: granati, metapeliti, tinjčevi škriljavci, migmatiti, Ravna gora, Papuk, Slavonske planine, Tisija

Key words: garnet, metapelites, mica schists, migmatite, Ravna Gora, Papuk Mt., Slavonian Mts., Tisia Mega-unit

Abstract

The examined area consists of a profile by the Koturić Creek, placed on the southwestern flanks of Mt. Papuk, which was investigated by Raffaelli in his work from 1965. Profile is a part of a progressive metamorphic sequence, comprising rocks that originated from a pelitic protolith, changed by regional metamorphism and influenced in the final phase by contact metamorphism. The samples represent a part of greenschist and amphibolite facies, where the Barrovian sequence can be tracked through zones (chlorite, biotite, garnet, staurolite and sillimanite zone). Based on microscopy, whole-rock geochemistry, mineral chemistry and geothermobarometry, information on rock genesis within larger scale was gained, primarily on the geotectonic environment and the clockwise P-T path reaching amphibolite facies conditions.

Uvod

Stijene istraživane u ovom radu, te u radu RAFFAELLIJA iz 1965. pripadaju po JAMIČIĆEVOJ podijeli (1983, 1988) Papučkom kompleksu, odnosno Jankovačkoj seriji, dok bi po podijeli PAMIĆ & LANPHERE (1991) bile dio Progresivnometamorfnog kompleksa. RAFFAELLI (1965) opisuje neprekinutu barovljevu sekvencu kroz škriljavce facijesa zelenih škriljavaca i gnajseve amfibolitnog facijesa na profilu kod Koturić potoka, koji završavaju granitima i migmatitima. Autor smatra da je područje metamorfozirano jednim metamorfnim događajem koji se sastojao od više faza. Isti raspored stijena je prikazan i na OGK list Daruvar (JAMIČIĆ, 1989), te su opisane i u tumaču tog lista (JAMIČIĆ et al., 1989).

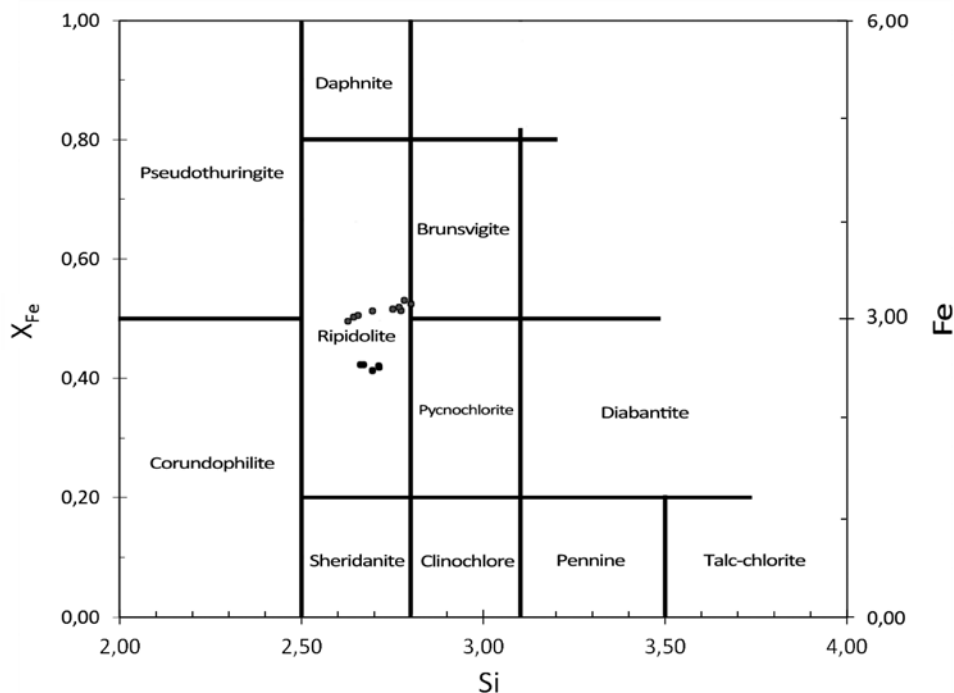
Raffaelli je u radu iz 1965. godine detaljno opisao stijene profila, podijelivši ih na pelitne i amfibolske po mineralnom sastavu te dodatno na škriljavce i gnajseve prema veličini čestica. U tim stijenama opisao je minerale koji se nalaze u zonama za koje su karakteristični, a koje su posljedica progresivnog metamorfizma tijekom (prema autoru vjerojatno) hercinske orogeneze. Tako se u muskovitno-biotitnim škriljancima nalazi biotitna zona, dok je u muskovit-biotitnom gnajsu dominantan granat uz pojave staurolita, što ukazuje na progradni karakter profila. Autor navodi da su stijene metamorfozirane tijekom iste orogeneze, što ih čini monometamorfnim, ali isto tako objašnjava da su se odvijali u više metamorfnih faza. Ovaj rad je izniman jer prema autoru opisuje cjelokupnu, neprekinutu barovljevu sekvencu i to prvi put na tom području, što je jedinstvena pojava u Hrvatskoj.

Starost Progresivnometamorfnog kompleksa Papuka prema PAMIĆ et al. (1988) temeljena je na K-Ar metodi određivanja starosti, za koju se koristila hornblenda iz amfibolita s raznih lokacija. Starost iznosi između 219 i 270 milijuna godina. Recentna određivanja starosti na akcesornim mineralima iz metapelita Koturić potoka (vidi BALEN et al., 2015, Knjiga sažetaka) dala su 375 ± 9 Ma i 338 ± 12 Ma.

Petrografski prikaz stijena

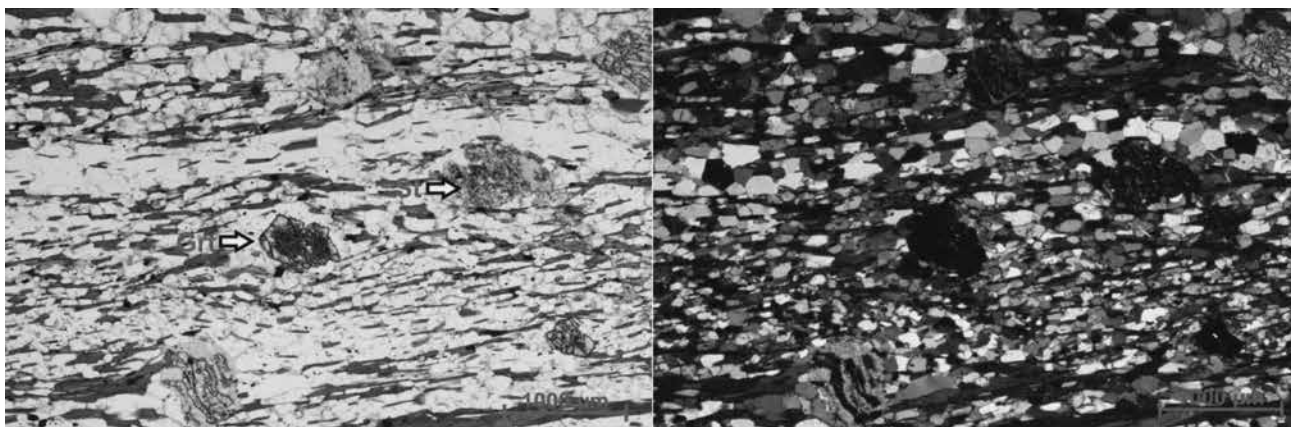
Kloritna zona

Tekstura stijene je škriljava. Mineralni sastav uzorka: klorit (30 vol.%), kvarc (25 vol.%), muskovit (20 vol.%), plagioklasi (15 vol.%), opaki minerali (5 vol.%) te turmalin i apatit (5 vol.%). U uzorku su prisutne dvije folijacije: S_1 i S_2 (vidi točku 6 za detalje i slike). Rastavnu folijaciju S_1 definiraju dvije domene: (1) muskovit–kloritna i (2) kvarc–feldspat–kloritna. Domenu (1) muskovit–klorit čine listićava zrna muskovita i dvije vrste klorita. Kloriti anomalno plave interferencijske boje određeni su kao Fe–Mg kloriti, dok su oni anomalno smeđe boje određeni kao Mg–Fe kloriti. Kao posljedica boranja domene vidljiv je krenulacijski klivaž koji definira folijaciju S_2 . Domenu (2) kvarc–feldspat–klorit čine trakasti kvarc, veća zrna plagioklasi s vidljivim polisintetskim sraslačkim lamelama kao i porfiroblasti s uklopcima (albit) te listićavi klorit. Izduženi trakasti kvarc je vjerojatno rezultat deformacije prilikom koje je nastala folijacija S_1 . Unutar traka vidljiva su manja podzrna s granicama najčešće okomitim na smjer izduženja zrna te su nastala prilikom



Slika 5.1. Klasifikacijski dijagram za klorite (HEY, 1954).

Figure 5.1. Classification diagram for chlorite (HEY, 1954).



Slika 5.2. Granati i stauroliti u uzorku u kojem prevladava kontinuirana folijacija. PPL, N- (lijevo), N+ (desno).

Figure 5.2. Garnet and staurolite in micaschist with continuous foliation, PPL, N- (left), N+ (right).

boranja folijacije S_1 . U uzorku su prisutne i veće žile rekrystaliziranog kvarca, s ponešto inkluzija i rjeđe unduloznim potamnjenjem. Opaki minerali pojavljuju se kao alotriomorfna i hipidiomorfna zrna varirajućih veličina, no najviše su koncentrirani unutar domene (1) muskovit-klorit te prate folijaciju S_1 . Također, prisutna su i zrna turmalina, dok veće pravilne praznine unutar preparata pripadaju porfiroblastima apatita uništenim pri brušenju. Na temelju mineralnog sastava i mikrostrukturnih karakteristika (LIHTER et al., 2014) stijena je određena kao kloritni škriljavac.

Kloriti su klasificirani prema dijagramu (HEY, 1954) iz kojega je vidljivo da svi analizirani kloriti pripadaju ripidolitima (Sl. 5.1).

Biotitna zona

Uzorcima ove zone vrlo su slični po mikroskopskim obilježjima. Tekstura stijene je škriljava. Mineralni sastav iznosi: feldspati (40 vol.%), biotit (27 vol.%), kvarc (15 vol.%), muskovit (12 vol.%), klorit (6 vol.%), opaki minerali (<1 vol.%). Opaki minerali su većinom hipidiomorfni do idiomorfni piriti, ali se ponegdje može uočiti nešto hematita. Feldspati su kiseli plagioklasi, što se može primijetiti u odnosu na Beckeovu liniju i izmjene na većim zrnima u sericit. U stijeni se mogu primijetiti dvije folijacije, koje su međusobno pod kutem i mogu se interpretirati kao C' tip smične folijacije. Folijacija S_1 je rastavna folijacija i može se podijeliti na domene klivaža i mikrolitona, u kojima su zastupljeni i različiti minerali, ovisno o njihovoj krutosti/elastičnosti. U domeni klivaža nalaze se klorit, muskovit i biotit, dok domenom mikrolitona dominiraju kvarc i feldspati. Prostorni odnos između domena klivaža je anastomozirajući, a prijelaz između domena klivaža i mikrolitona je postupan. Volumni postotak domena klivaža iznosi oko 40%.

Zrna kvarca i feldspata odlikuje undulozno potamnjenje, koje je posljedica dinamičke rekrystalizacije. Pomoću polarizacijskog mikroskopa, sa prekrštenim nikolima, moguće je vidjeti pomicanje granica zrna, koje je jedan od stadija

dinamičke rekrystalizacije, karakterističan za niske do srednje temperature. U orijentiranim preparatima vidljiva su sigmoidalna zrna.

Granatna zona

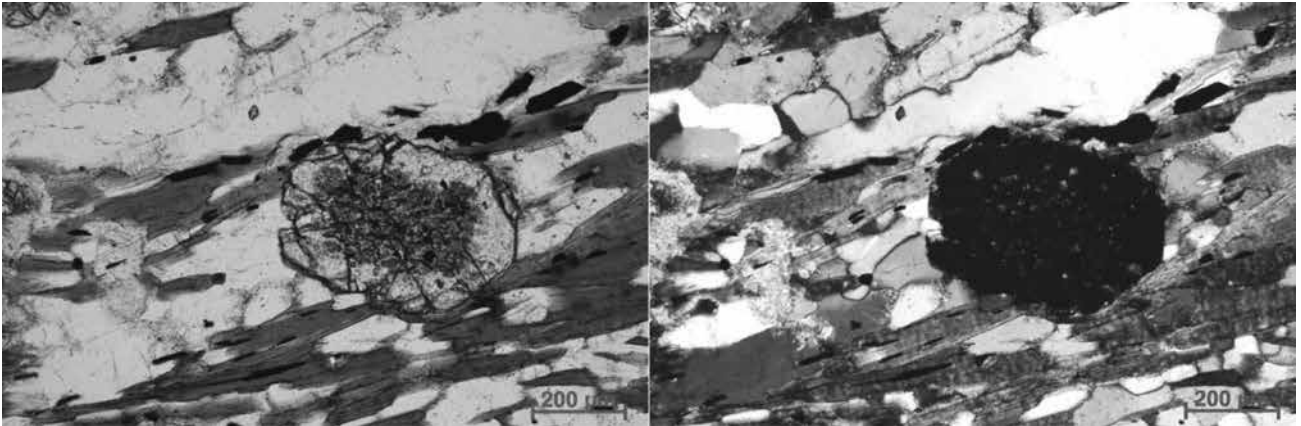
Mineralni sastav se nešto promijenio u odnosu na prijašnju zonu. Udjel minerala iznosi: feldspati (40 vol.%), kvarc (30 vol.%), biotit (20 vol.%), muskovit (5 vol.%), granat (5 vol.%), opaki minerali (<1 vol.%). Feldspati su kiseli plagioklasi, uglavnom jako izmijenjeni u sericit uz rubove i na pukotinama. Granati u sebi imaju uklopljene ostatke kvarca. Folijacija je iz rastavne, s porastom temperature prešla u kontinuiranu, a s obzirom na to da osim uređenosti raste i veličina čestica, može se struktura definirati kao kontinuirani klivaž. Krenulacijski klivaž je i dalje prisutan, odnosno i dalje se mogu uočiti dvije folijacije, koje se mogu opisati i kao C' tip smične folijacije. Preparatom dominira "kink folding" koji je bolje vidljiv na makroskopskom uzorku. Dinamička rekrystalizacija je u ovom uzorku imala još veći utjecaj na kvarc, te se u njemu, osim unduloznog potamnjenja, može vidjeti redukcija površine zrna, što je posljedica porasta metamorfnih uvjeta, a poglavito temperature.

Staurolitna zona

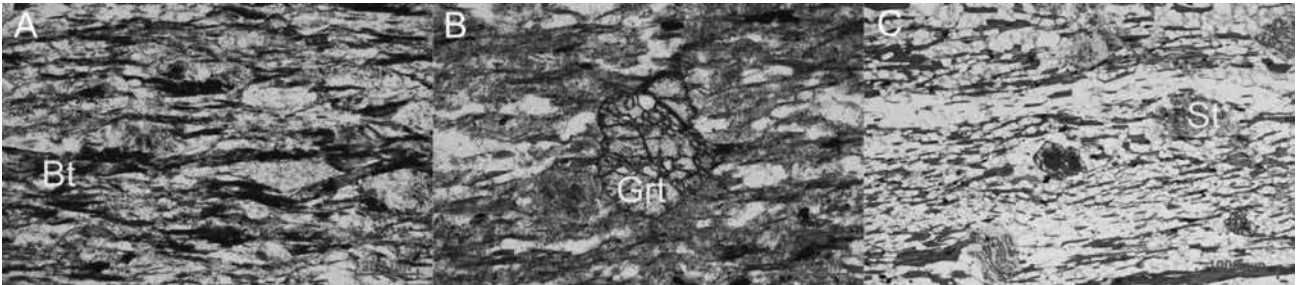
Tekstura stijene je škriljava, a u mikroskopskom preparatu izgleda znatno uređenije, kao posljedica porasta metamorfnih uvjeta. Mineralni sastav uzorka: kvarc (40 vol.%), feldspati (30 vol.%), biotit (20 vol.%), muskovit (<5 vol.%), granat (3 vol.%), staurolit (2 vol. %) – (Slika 5.2.).

Staurolit je većinom izmijenjen na rubovima i u sredini ispučan. Mineralni agregat je sitnozrnati agregat bijelog tinja. Granati su ravnomjerno raspoređeni kroz preparate. Količina i veličina uklopaka unutar granata je manja u odnosu na granatnu zonu, a u većini zrna može se uočiti zonalnost (Slika 5.3.).

Kvarc i feldspati izgledaju znatno pravilnije te se primjećuju i poligonalni oblici, kao posljedica redukcije granice zr-



Slika 5.3. Zonalni granati iz staurolitne zone. PPL, N- (lijevo), N+ (desno).
Figure 5.3. Zonal garnets from staurolite zone. PPL, N- (left), N+ (right).



Slika 5.4. Označeni indeksi minerali barovljeve sekvence. A=Biotitna zona, B=Granatna zona, C=Staurolitna zona.
Figure 5.4. Minerals characteristic for Barrow-type sequence. A=biotite (Bt), B=garnet (Grt), C=staurolite (St).

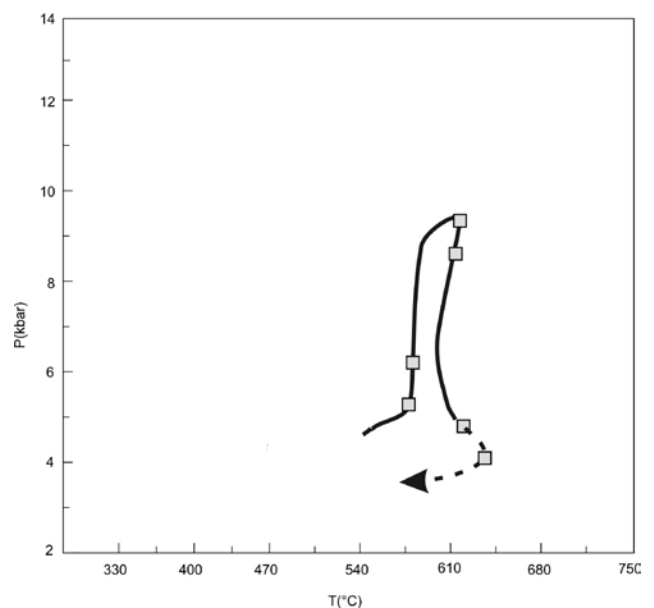
na koja napreduje s povećanjem temperature. Zrna kvarca rijetko pokazuju undulozno potamnjenje. Preparatom dominira kontinuirani klivaž te se više ne može uočiti druga folijacija (krenulacijski klivaž).

Na Slici 5.4. može se uočiti rast metamorfnog stupnja prema različitim indeks mineralima, odnosno od biotitne do staurolitne zone. Kroz biotitnu i staurolitnu zonu vidljive su i promjene u izgledu folijacija. Biotitna zona sadrži dvije folijacije pod kutem (od kojih je prva folijacija rastavna), dok kao posljedica porasta temperature u staurolitnoj zoni postoji samo jedna folijacija, i to kontinuirana (BRIGLJEVIĆ et al., 2014).

Opis P-T puta

Na temelju zonalnosti granata i promjena mineralnog sastava u odnosu na tlak i temperaturu, određen je P-T “clockwise” metamorfni put tj. put kod kojeg se P-T parametri mjenjaju u smjeru gibanja kazaljke na satu (Slika 5.5). Tlak tijekom P-T puta prvo postupno raste, nakon čega izotermno raste i potom naglo pada što ukazuje na brzu ekshumaciju stijena. Uzrok tome je „subdukcijski” proces kojeg slijedi kontinentalna kolizija na vanjskom rubu Tethysa. Pad tlaka je praćen retrogradnim metamorfizmom, pri čemu nastaju retrogradne pseudomorfoze muskovita po staurolitu. Osim regionalnog, određena je prisutnost i kontaktnog metamorfizma, koji nastaje u kasnijem periodu razvoja orogena. Kontaktni metamor-

fizam briše drugu folijaciju iz uzorka, te stvara novu generaciju granata, uz očuvanje mineralne parageneze stvorene regionalnim metamorfizmom.



Slika 5.5. „Clockwise” P-T put za variscijske metapelite (BALEN et al., 2015, knjiga sažetaka).

Figure 5.5. Clockwise P-T path of Variscan metapelites (BALEN et al., 2015, this volume).

LITERATURA

- BALEN, D., LIHTER, I. & BRIGLJEVIĆ, Z. (2015): Repetitio est mater studiorum: Do the orogeneses repeat their P-T patterns through the metamorphism in the Slavonian Mts. (Tisia Mega-Unit)? HORVAT, M. & WACHA, L. (ur.): 5. Hrvatski geološki kongres, Knjiga sažetaka.
- BRIGLJEVIĆ, Z., PETRINEC, Z. & BALEN, D. (2014): Microstructural development of prograde metamorphic sequence from Mt. Papuk (Croatia).– 5th International Students Geological Conference, Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series, 8, 14–14.
- HEY, M.H. (1954): A new review of the chlorites.– Mineralogical Magazine, 30, 277–292.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– Geološki vjesnik, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop Slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija).– Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1974–1982), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., VRAGOVIĆ, M. & MATIČEC, D. (1989) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Daruvar L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1988), str. 55, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- LIHTER, I., PETRINEC, Z. & BALEN, D. (2014): Sequence of deformation phases recorded in the low-grade metamorphic rocks of western Mt. Papuk (Croatia).– 5th International Students Geological Conference, Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series, 8, 76–76.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– Geologija, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & MCKEE, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in the southern part of the Pannonian Basin, Yugoslavia.– Acta Geol., 18, 13–39, Zagreb.
- RAFFAELLI, P. (1965): Metamorfizam paleozojskih pelitskih škriljavca u području Ravne gore (Papučko gorje – Slavonija).– Geološki vjesnik, 18, 61–111.

Točka 6 – Stop 6

Škriljavci niskog stupnja metamorfizma na Papuku Low-grade metamorphic schists at Mt. Papuk

Dražen Balen¹ & Iva Lihter^{1*}¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

*student geologije

Ključne riječi: kloritni škriljavci, tinjčevi škriljavci, folijacije, Vranovo, Šamanovica, Papuk, Slavonske planine, Tisija
Key words: chlorite schists, white-mica schists, foliation, Vranovo, Šamanovica, Papuk Mt., Slavonian Mts., Tisia Mega-unit

Abstract

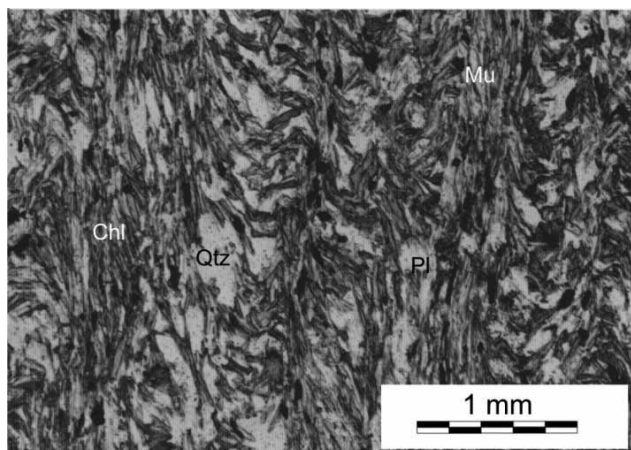
The complexity of the Slavonian Mts. area is reflected particularly in the low-grade metamorphic rocks located at western flanks of Mt. Papuk and are characterized by several, well developed foliations. Field and thin section observations combined with whole-rock and mineral geochemistry, geothermobarometric modelling and classical geothermometry provided quantitative properties of P–T metamorphic conditions (300–360°C and 3.1–4.7 kbar) and point to pelitic source material originated from felsic igneous rocks of active continental margin as protolith. Age dating points to the Alpine event(s).

Uvod

Stijene niskog stupnja metamorfizma koje se nalaze uz trasu naše ekskurzije obilnije su zastupljene duž ceste Zvečevo-Kamenska i Kamenska-Bučje te u područjima prema Psunju (Psunj i rubni južni dijelovi Ravne gore) i Krndiji (područje oko Kutjeva). U literaturi se navodi kontinuirani slijed mineralnih parageneza niskog stupnja (RAFFAELLI, 1965, PAMIĆ & LANPHERE, 1991) te prijelazi između gnajseva

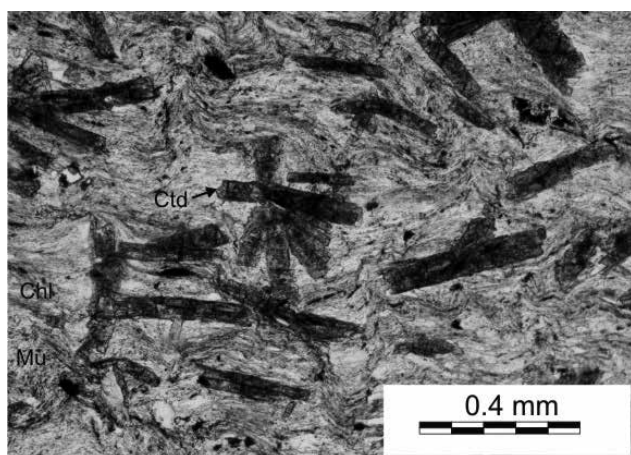
i kloritnih škriljavaca (JAMIČIĆ, 1988). To su parametamorfne stijene, najbliže po uvjetima postanka koji su tipični za facijes zelenih škriljavaca i filite (niski i vrlo niski stupanj metamorfizma).

Sve niskometamorfne stijene imaju vrlo slične strukturno-teksturane karakteristike, bez obzira na neznatne razlike u mineralnom sastavu. Struktura im je lepidoblastična do granolepidoblastična. Obično su to sitnozrnate (veličina zrna



Slika 6.1. Krenulacijski klivaž razvijen u kloritnom škriljavcu Papuka (Kutjevačka rijeka), N-, Chl – klorit, Qtz – kvarc, Pl – plagioklas, Mu – muskovit.

Figure 6.1. Crenulation cleavage developed in the chlorite schist of Mt. Papuk (Kutjevačka Rijeka), N-, Chl – chlorite, Qtz – quartz, Pl – plagioclase, Mu – muscovite.



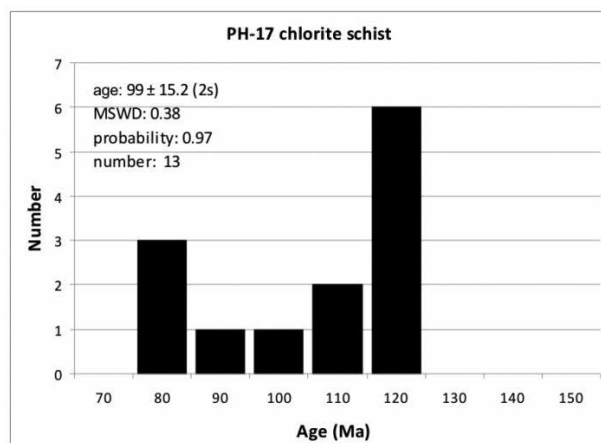
Slika 6.2. Mikrofotografija kloritoidnog škriljavca (Kutjevačka rijeka, Papuk), N-, Mu – muskovit, Chl – klorit, Ctd – kloritoid.

Figure 6.2. Chloritoid schist (Kutjevačka Rijeka, Papuk), N-, Mu – muscovite, Chl – chlorite, Ctd – chloritoid.

od 0,05 do 0,2–0,5 mm), rjeđe krupnozrnate (veličina zrna do 1–2 mm) stijene, dok su porfiroblastični strukturni varijeteti znatno rjeđi. Tekstura je paralelna, obično modalno vrpčasta i lečasta s folijacijom, dosta često mikroborana, krenulirana (Slika 6.1) pa i u različitim stupnjima kataklazirana.

U mineralnoj paragenezi najčešći minerali su kvarc, klorit i muskovit, a uz njih dolaze feldspat (obično albit) i klinozoisit, dok u višim dijelovima tog facijesa dolaze epidot, granat i biotit. Navedeni se minerali kombiniraju na različite načine, tako da različite mineralne parageneze definiraju pojedine vrste škriljavaca (kloritni, muskovitni, biotitni, kloritoidni – Slika 6.2).

Filiti (metapeliti) se često izmjenjuju s metapsamitnim stijenama. To su sitnozrnate stijene lepidoblastične strukture. Tekstura im je paralelna, modalno vrpčasta s izraženom folijacijom.



Slika 6.3. Histogram starosti dobivenih na monacitima iz kloritnog škriljavca (Kutjevačka rijeka, Papuk – BALEN et al., 2013b).

Figure 6.3. Distribution of ages obtained on monazites from chlorite schists (Kutjevačka Rijeka, Papuk – BALEN et al., 2013b).

U mineralnoj paragenezi karakteristični su kvarc i muskovit („bijeli tinjac”), a kao sporedni sastojci dolaze klorit i feldspat. Često sadrže povećanu količinu opakog minerala, organske tvari i sasvim podređeno cirkon. Stijene niskog stupnja su intenzivno mikroborane, krenulirane i klivažirane, a nailazi se i dva sustava folijacije. Niskometamorfni škriljavci, u čijim donjim dijelovima dolaze kloritoidni varijeteti, pokazuju nekonforman kontakt prema starijaleozojkim stijenama niskog do srednjeg stupnja metamorfizma (JAMIČIĆ, 1983; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987).

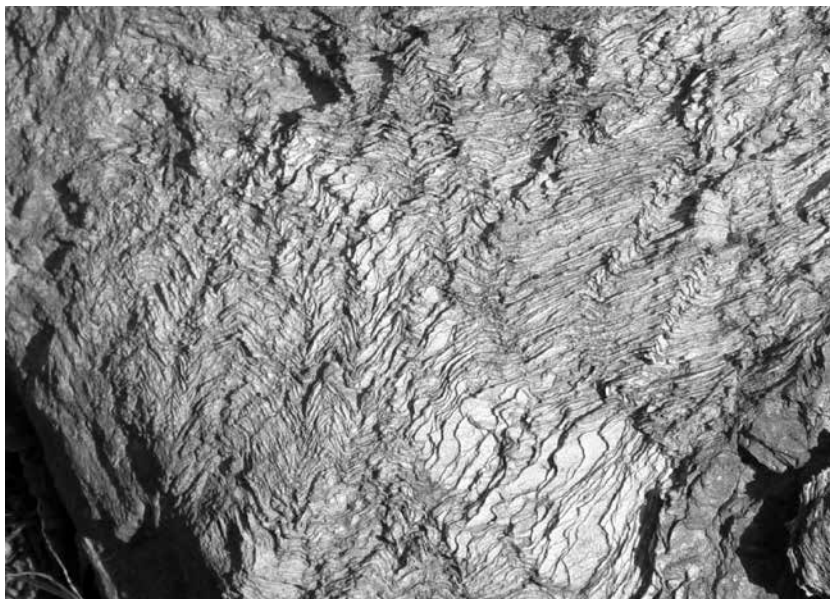
Određivanja starosti pomoću datiranja monacita i ksenotima pokazala su dvije skupine alpskih starosti i srednju vrijednost na oko 100 Ma (BALEN et al., 2013a i b; Slika 6.3).

Geolokaliteti Vranovo i Šamanovica

Filoniti na lokalitetu Vranovo su izrazito i višestruko borane stijene (Slika 6.4) složenog odnosa prema okolini. Radi se o sitnozrnatim stijenama nastalim uslijed deformacije i metamorfizma niskog stupnja. Karakterizira ih više generacija rastavne folijacije.

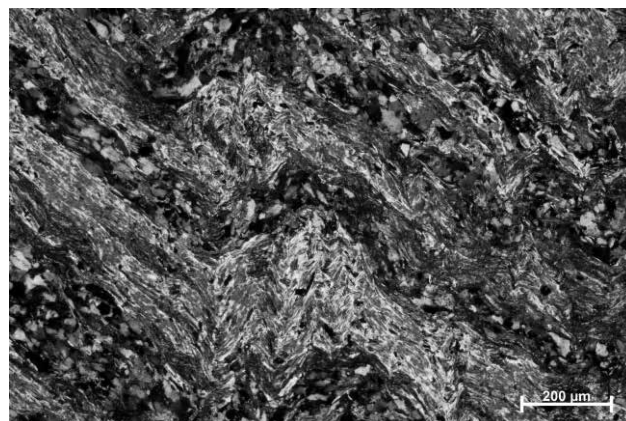
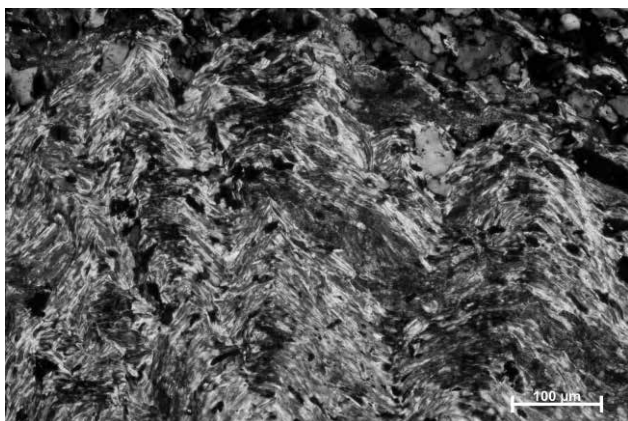
Prema JAMIČIĆ (1979, 1988) stijene vuku porijeklo iz retrogradno metamorfoziranog gnajsa koji je prošao kroz više faza deformacije i metamorfizma, što je u konačnici dovelo do nastanka mineralne zajednice predstavljene kloritom, bijelim tinjcem, kvarcom i albitom. Mineralna zajednica je uravnotežena u uvjetima facijesa zelenih škriljavaca.

Aksesorni minerali su apatit, cirkon i opaki minerali. U filonitima se opaža jasna metamorfna folijacija, a nastanak krenulacijskog klivaža (Slike 6.5 i 6.6) je vezan uz mlađe procese. Zajedno uzevši, metamorfne i strukturne karakteristike filonita predstavljaju geološki i strukturni zapis značajnih P-T događaja vezanih uz evoluciju Slavonskih planina. U filonitima su također razvijene dvije lineacije koje međusobno za-



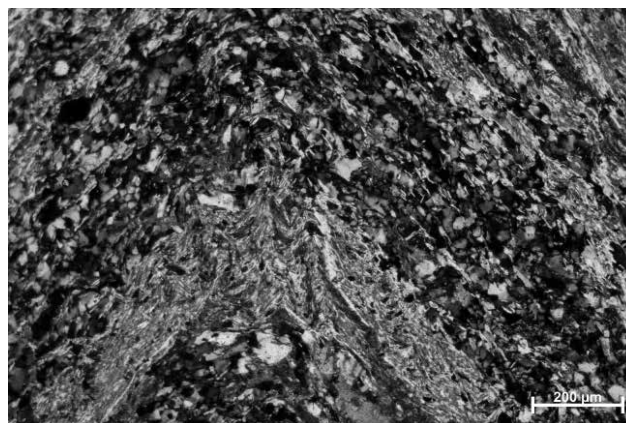
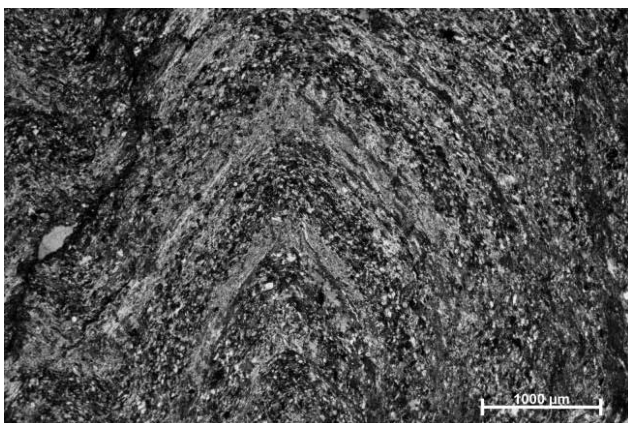
Slika 6.4. Izrazito mikroboranje stijene na geolokalitetu Vranovo, širina slike ~20 cm.

Figure 6.4. Microfolding on the hand specimen scale, Vranovo, width of picture ~20 cm.



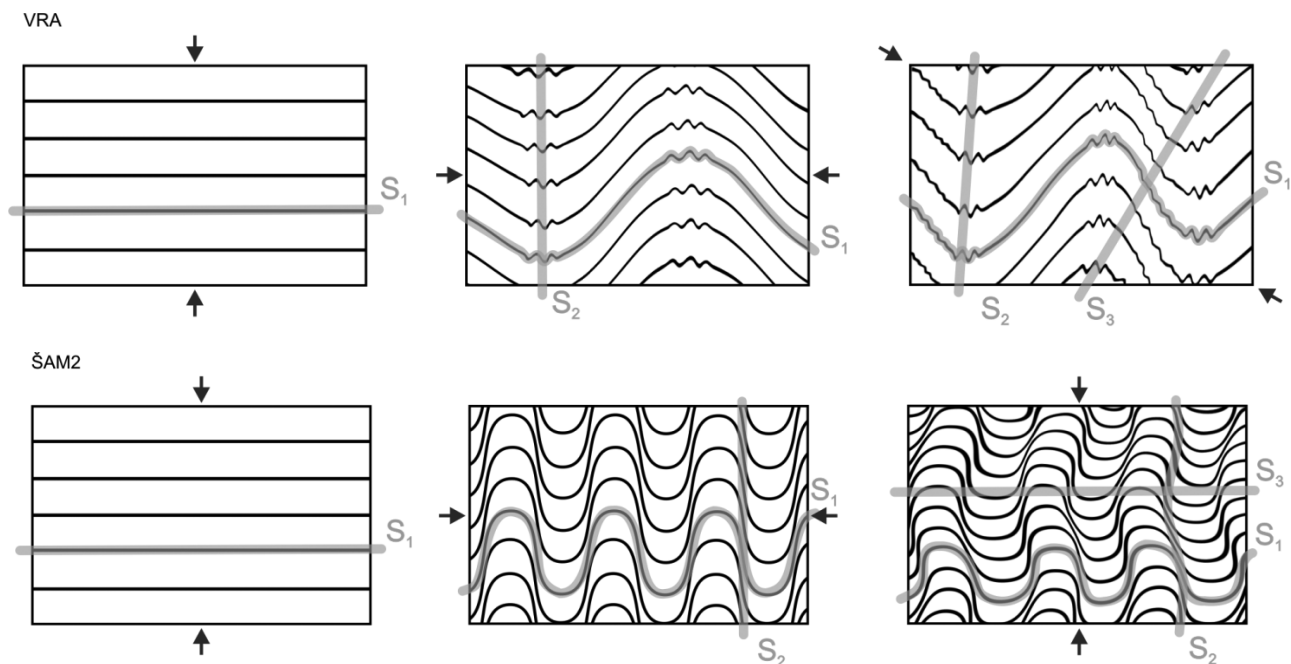
Slika 6.5. Razvoj krenulacijskog klivaža i koljeničastih mikroborova vidljiv je u mikroskopskim preparatima, klorit i bijeli tinjac se nalaze u lističavim dijelovima dok se kvarc i albit javljaju u zrnatim dijelovima drugačijih reoloških svojstava. Vranovo, N+.

Figure 6.5. Development of crenulation cleavage and kink-folding. Chlorite and white mica form mica-rich domain while quartz and feldspar form granoblastic domain. Vranovo, N+.



Slika 6.6. Mikrofotografija pokazuje intenzivno mikroboranje i razvoj metamorfnih folijacija u uzorcima s geolokaliteta Vranovo. Gore folijacije S_1 i S_2 , dolje detalj mikroboranja u tjemenu bore. N+.

Figure 6.6. Intense microfolding and development of metamorphic foliations in the samples from Vranovo locality. N+.



Slika 6.7. Shematski prikaz nastanka folijacija u niskometamornim stijenama Papuka (Vranovo (VRA) i Šamanovica (ŠAM2)).

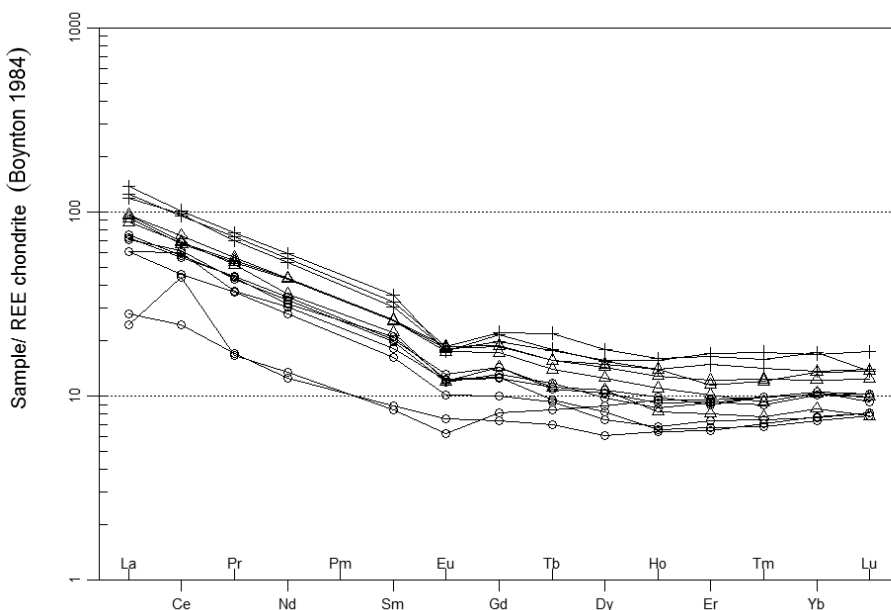
Figure 6.7. Sketch of foliation development in low-grade metamorphic rocks from Mt. Papuk (Vranovo (VRA) and Šamanovica (ŠAM2)).

tvaraju kut od $\sim 30^\circ$, što statistički odgovara kutu između osi boranja starijeg i mlađeg dijela niskometamorfne paleozojske serije Papuka (JAMIČIĆ, 1979).

Filoniti su stijene koje makroskopski podsjećaju na filite, dok su genetski vezane uz mehaničku degradaciju (milonitizaciju) izvorno krupnozrnatih stijena (grauvaka, gnajs, granit).

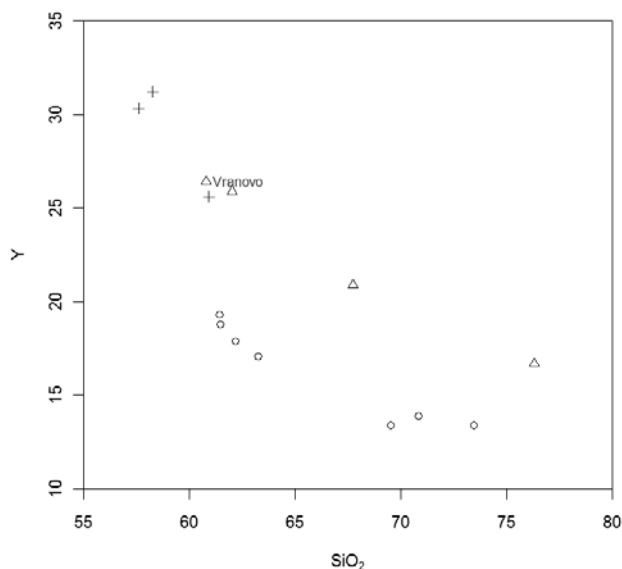
Svilenkasti film rekristaliziranog bijelog tinjca i/ili klorita duž ravnina škrljavosti karakterističan je za takvu vrstu stijena.

Među filonitima Papuka i Krndije ustanovljeni su varijeteti koji se odlikuju mikroflazer strukturama te reliktima minerala staurolita i kijanita (JAMIČIĆ, 1979). Na Slici 6.6. vidi se detalj koji pokazuje na postojanje više generacija folijacija.



Slika 6.8. Raspodjela elemenata iz skupine rijetkih zemalja normaliziranih na hondritni standard prema BOYNTON (1984) pokazuje neznatne razlike između škrljavaca niskog stupnja Papučkog kompleksa (trokuti) i kloritoidnih škrljavaca Kutjevačke rijeke (plus) te nešto veće u odnosu na obližnje škrljavce niskog stupnja Psunjskog kompleksa (kružići).

Figure 6.8. REE pattern normalized on chondrite (after BOYNTON, 1984) shows slight differences between Papuk complex low-grade schists (triangle) and chloritoid schists (plus) while those differences are enhanced toward Psunj complex low-grade schists (circle).



Slika 6.9. SiO₂ vs Y dijagram pokazuje razlike između niskometamornih stijena Psunjskog kompleksa (kružići), Papučkog kompleksa (trokutići) kojima je priključen i filonit s lokaliteta Vranovo te srodnih višestruko boranih kloritoidnih škriljavaca iz Kutjevačke rijeke (plus).

Figure 6.9. SiO₂ vs Y dijagram show separation of low-grade metamorphic rocks of Mt. Papuk, Psunj complex (circle), Papuk complex (triangle) and chloritoid schist (plus) from Kutjevačka Rijeka.

jacija razvijenih unutar krenulacijskog klivaža i tjemena mikroborra.

U blizini Vranova na Ravnoj gori u koritu potoka Šamanovica izdanjuju vrlo slične stijene koje karakterizira veća količina klorita i vrlo slične mikrostrukturne značajke. Stijene su lijepo otkrivene u dva kamenoloma. Sivozelene su boje i izrazito krenulirane. Od minerala uz klorit dolaze bijeli tinjac, kvarc i albit te akcesorni: opaki minerali, apatit i cirkon. Sijene uz krenulacijski klivaž pokazuju dominantnu rastavnu folijaciju, neujednačene dimenzije zrna, a kvarcom bogate domene karakteriziraju kataklastične deformacije, undulozno potamnjenje i šivane strukture na granicama zrna. Shematski prikaz nastanka folijacija u niskometamornim stijenama Papuka (Vranovo i Šamanovica) dan je na Slici 6.7.

Kloritni škriljavac s geolokaliteta Kutjevačka rijeka kao predstavnik niskometamornih stijena Psunjskog kompleksa biti će opisan u zasebnoj točki (Točka 13) drugog dana ekscurzije.

Geokemijske značajke škriljavaca niskog stupnja metamorfizma

Škriljavce niskog stupnja metamorfizma duž trase ekscurzije karakterizira kompleksno višestruko boranje i vrlo jednostavan mineralni sastav kojim dominiraju kvarc i filosilikati (muskovit i/ili klorit) te ih na osnovu mineralogije nije moguće jednostavno niti jednoznačno pripisati pojedinim kompleksima. Takav jednostavni mineralni sastav reflektira se na geokemijske značajke koje su na prvi pogled podjednake i

vezane za KFMASH (K₂O-Fe₂O₃-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O) sustav.

Ipak, analizom raspodjele mikroelemenata mogu se uočiti razlike između stijena koje su na Osnovnoj geološkoj karti M 1:100.000 listovi Orahovica i Daruvar (JAMIČIĆ, 1989; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987; JAMIČIĆ et al., 1987; 1989) te JAMIČIĆ (1983; 1988) vezane uz Psunjski kompleks i onih koje su vezane uz Papučki kompleks. Za usporedbu su dane i analize kloritoidnih škriljavaca iz Kutjevačke rijeke (BALEN et al., 2013a) čije karakteristike više odgovaraju onima iz Papučkog kompleksa nego Psunjskom kompleksu (Slika 6.8 i 6.9).

Geokemijske razlike između dva kompleksa vidljive su i na Slici 6.9 gdje se na temelju raspodjele Y koji dolazi mahom u akcesornim mineralima u ovisnosti od SiO₂ vidi razlika između prividno sličnih višestruko boranih stijena.

LITERATURA

- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & STARIJAŠ, B. (2013a): Phase equilibrium, geothermobarometric and xenotime age dating constraints on the Alpine metamorphism recorded in chloritoid schists from the southern part of the Tisia Mega-Unit (Slavonian Mts., NE Croatia).– *Int. J. Earth. Sci.*, 102, 1091–1109.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & KONEČNÝ, P. (2013b): A distinct tectono-metamorphic evolution at the southern edge of Tisia Mega-Unit revealed by monazite and xenotime age dating. *Goldschmidt Abstracts 2013*.– *Mineralogical Magazine*, 77(5), 647.
- JAMIČIĆ, D. (1979): Dvostruko boranje u jednom dijelu metamornih stijena Papuka i Krndije.– *Geološki vjesnik*, 31, 355–358, Zagreb.
- BOYNTON, W.V. (1984): Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies.– In: *Rare Earth Element Geochemistry* (P. HENDERSON, ed.) 63–114. Elsevier, Amsterdam.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamornih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija).– *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33–95.– *Geološki zavod Zagreb (1974–1982)*, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33–96.– *Geološki zavod Zagreb (1971–1986)*, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33–96.– *Geološki zavod Zagreb (1986)*, str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., VRAGOVIĆ, M. & MATIČEC, D. (1989) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Daruvar L 33–95.– *Geološki zavod Zagreb (1988)*, str. 55, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– *Geologija*, 34, 81–253, Ljubljana.
- RAFFAELLI, P. (1965): Metamorfizam paleozojskih pelitskih škriljavaca u području Ravne gore (Papučko gorje - Slavonija).– *Geološki vjesnik*, 18, 61–111.

Točka 7 – Stop 7

Geološki stup Nježić – marinski sedimenti badena s tufovima Geological section Nježić – Badenian marine sediments with tuff

Marijan Kovačić¹, Frane Marković¹, Stjepan Ćorić², Đurđica Pezelj¹, Morana Hernitz-Kučenjāk³,
Vlasta Premec-Fuček³ & Dražen Balen¹

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, 10 000 Zagreb

²Geologische Bundesanstalt für Österreich, Vienna

³INA - Industrija nafte, d.d., 10 000 Zagreb

Ključne riječi: baden, miocen, tuf, marinski okoliš, Papuk

Key words: Badenian, Miocene, tuff, marine environment, Papuk

The Nježić locality is situated on the south-western slopes of Mt. Papuk where Palaeozoic crystalline basement rocks and Middle Miocene sediments are exposed on the surface. The crystalline basement is composed of metagabbro and belongs to the Psunj Metamorphic Complex. The more than 120 m thick Miocene succession consists of marls, algal limestones, biocalcarenes, biocalcirudites and tuffs. It starts with a 3-4 m thick layer of Lithothamnium limestone, but marl is the dominant type of lithology along the entire section. Their fossil assemblage suggests deposition in a marine environment during the Early or Middle Badenian. Biocalcarene and biocalcirudite layers, which intercalate with marls, are composed of redeposited fragments of algae, foraminifera, molluscs, echinoderms and bryozoans. Tuff layers are most common in the middle part of the section. Their thickness varies from a few centimetres up to 18 metres. The tuff is greenish grey, mostly fresh, vitroclastic and of rhyolitic or dacitic composition.

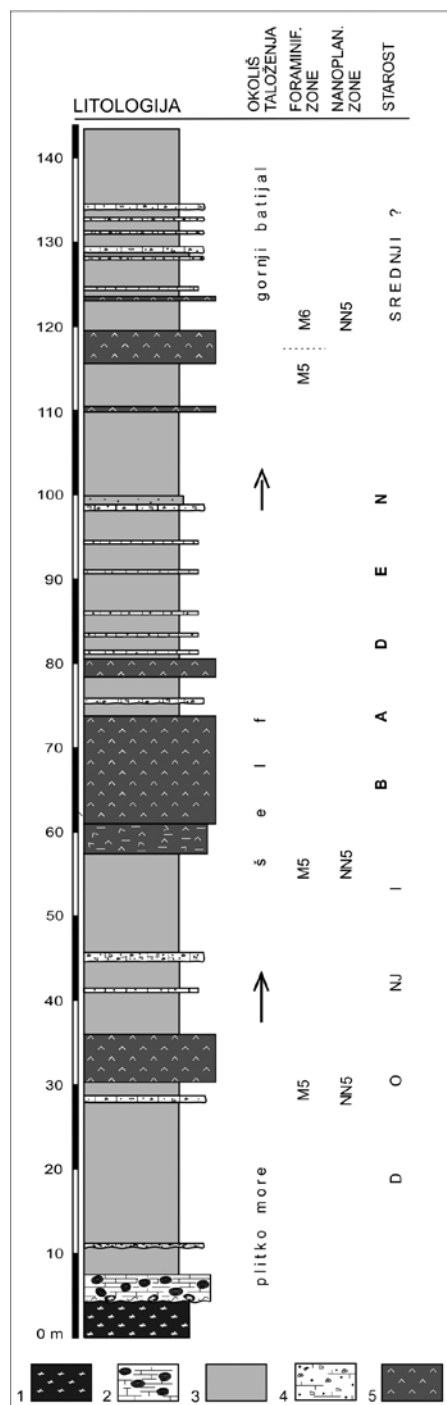
Lokalitet Nježić nalazi se kod istoimenog sela na jugozapadnim padinama Papuka u sjeverozapadnom rubnom području Požeške kotline. Tu su sedamdesetih godina prošlog stoljeća prilikom regionalnih geoloških istraživanja mineralnih sirovina istraživani marinski sedimenti srednjeg miocena s tufovima. KRKALO & MUTIĆ (1978) utvrdili su „donjotortonsku” starost lapora i vapnenaca koji se proslojavaju s kiselim vitroklastičnim tufovima.

Istraživanja koja su upravo u tijeku, otkrila su duž zaslješka puta izdanke magmatskih stijena iz starije kristalinske jezgre Papuka, te srednjemiocenske marinske lapore i vapnenaca s tufovima. Unutar slijeda debljine 140 m izdvojeno je 5 litofacijesa: facijes metagabra, facijes algalnih vapnenaca, facijes lapora, facijes bioklastičnih vapnenaca i facijes tufova (Sl. 7.1).

Facijes metagabra zauzima donja 4 metra slijeda i nalazi se u podini miocenskih naslaga. To je sitnozrnasti do srednjezrnasti metagabro ofitske do mikrogabroidne strukture. Makroskopski unutar sivozelene mase stijene prevladavaju kloriti, a ističu se dvije veličinom različite populacije štapića plagioklasa. Pregledom mikroskopskog izbruska uočavaju se znatne izmjene primarnih magmatskih minerala, i to piroksena u agregate amfibola i klorita te plagioklasa u agregat sitnolističavih i praškastih minerala u kojima se nalaze sitna zrna zoisita. Stijena po svojim značajkama odgovara metagabru (ortoamfibolit) Psunjskog metamorfnog kompleksa.

Facijes algalnih vapnenaca transgresivno naliježe na metagabre, a nalazi se samo u donjem dijelu slijeda gdje čini jedinicu debljine oko 3 m (Sl. 7.1). Sastoji se od trošnih i raspucanih masivnih litotamnijskih vapnenaca. U njima se mjestimice nalaze i očuvani rodoidi, tj. onkoidi izgrađeni od fosilnih ostataka crvenih algi.

Facijes lapora pojavljuje se duž cijelog slijeda i čini oko 70% istražene sukcesije. Lapor je najčešće masivan, slabo siltozan, s udjelom karbonatne komponente između 45% i 75%. Sadrži bogatu mikrofosilnu zajednicu bentičkih i planktonskih foraminifera, kao i vapnenačkog nanoplanktona, a nađeni su i rijetki primjerci ostrakoda, spikula spužvi, fragmenti mahovnjaka i fragmenti bodlja ježinaca. Zajednica bentičkih foraminifera u gornjem dijelu stupa je izuzetno dobro očuvana, te bogata jedinkama i vrstama, a preliminarne analize ukazuju na donjobadensku starost naslaga. Vrsta provodna za donji baden je *Uvigerina macrocarinata* PAPP & TURNOVSKY, dok je vrsta *Uvigerina grilli* SCHMIDT provodna za donji i srednji baden. Od uže provodnih vrsta mogu se još izdvojiti *Vaginulinopsis pedum* (D'ORBIGNY) i *Uvigerina bulbacea* (GALLOWAY & HEMINWAY) koje stratigrafski ne prelaze granicu donjeg badena. Sličnu starost pokazuje i zajednica planktonskih foraminifera prema kojoj najveći dio slijeda pripada donjobadenskoj M5 foraminiferskoj planktonskoj zoni, odnosno *Praeorbulina sicana* zoni. Neke od važnijih vrsta planktonskih foraminifera ustanovljene u ovoj zoni su *Praeorbulina sicana* DE STEFANI, *Praeorbulina glomerata*



Slika 7.1. Geološki stup Nježić. Legenda: 1 – metagabro, 2 – algalni vapnenac, 3 – lapor, 4 – bioklastični vapnenac, 5 – tuf.

Figure 7.1. The Nježić section. Legend: 1 – metagabbro, 2 – algal limestone, 3 – marl, 4 – tuff.

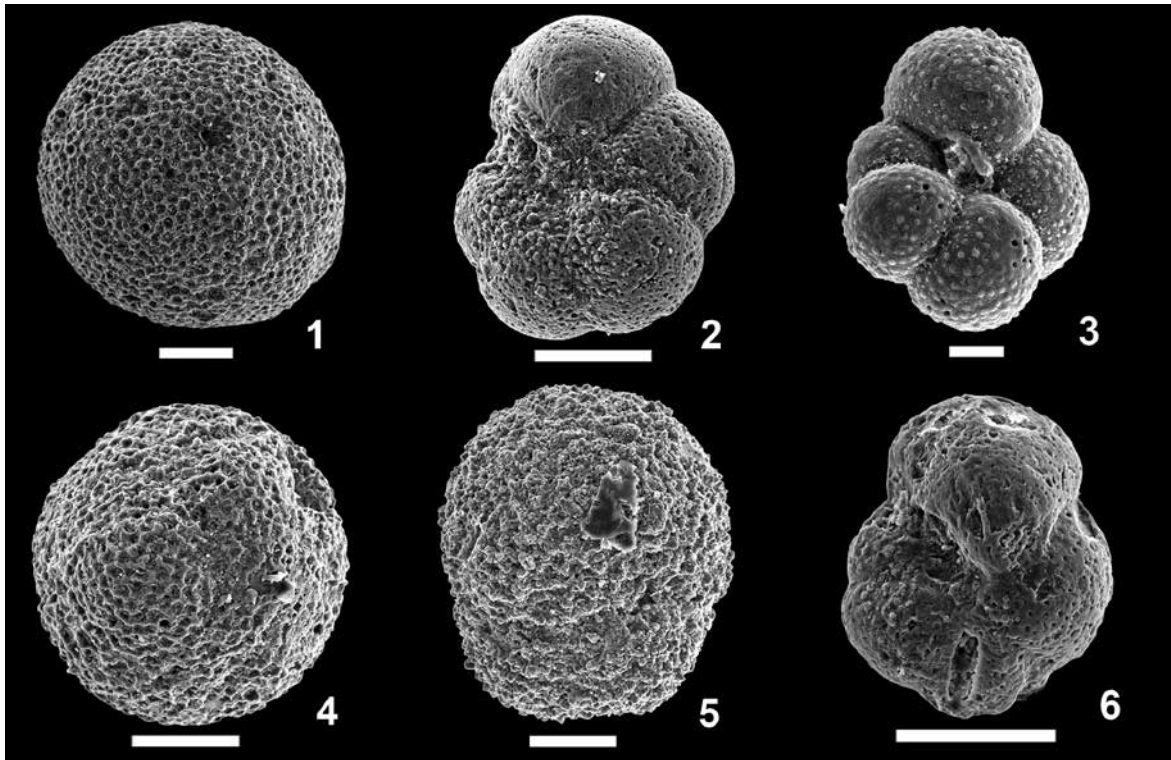
glomerosa BLOW, *Praeorbulina glomerata circularis* BLOW, *Globorotalia bykovae* (AISENSTAT) i druge (Sl. 7.2) Nalaz vrste *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN upućuje da samo vršnih dvadesetak metara stupa pripada donjobadenskoj do srednjobadenskoj M6 odnosno *Orbulina suturalis* foraminiferskoj planktonskoj zoni (WADE et al., 2011). Zajednica vapnenačkog nanoplanktona je veoma bogata (Sl. 7.3) i sadrži zonski marker *Sphenolithus heteromorphus* DEFLANDRE,

1953. Obzirom da uzorci ne sadrže *Helicosphaera ampliaptera* BRAMLETTE & WILCOXON, 1967 taloženje naslaga vremenski odgovara NN5 (MARTINI, 1971) zoni vapnenačkog nanoplanktona. Nanoplanktonska zajednica ne sadrži diskoasteride što ukazuje na priobalnu sredinu taloženja. Uočeni su također ostatci diatomea što upućuje na morsku sredinu bogatu hranjivim tvarima.

Facies bioklastičnih vapnenaca pojavljuju se duž čitavog slijeda u obliku slojeva centimetarsko-decimetarskih debljina i čini oko 5% ukupne sukcesije. Bioklastični vapnenci su izgrađeni od pretaloženih skeleta ili dijelova skeleta planktonskih i bentičkih foraminifera, crvenih algi, mahovnjaka i ježinaca. U donjoj polovici stupa u sastavu fosilnog detritusa prevladavaju planktonske foraminifere. Brojne su i bentičke foraminifere, dok su fragmenti crvenih algi i bodljikaša znatno rjeđi. Bioklastični vapnenci iz gornje polovice slijeda su krupnije zrnasti, a u njihovom sastavu dominira kršje ježinaca, mahovnjaka, crvenih algi i bentičkih foraminifera.

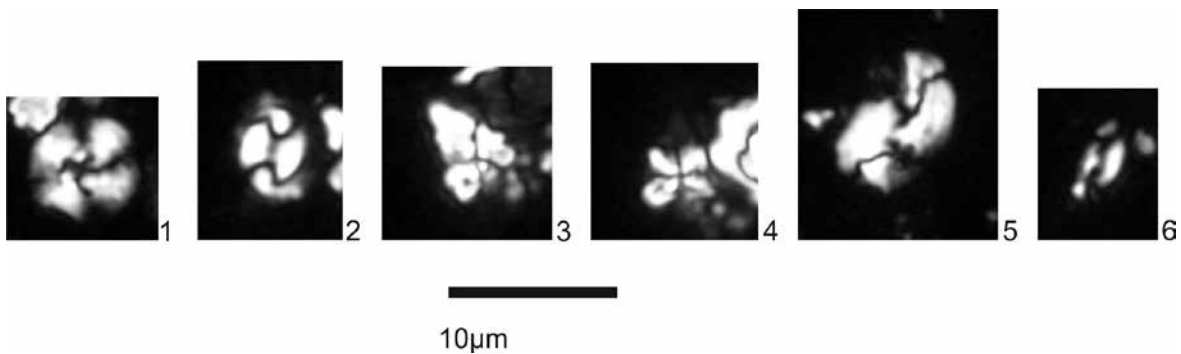
Facies tufova zauzima oko 25% snimljenog slijeda naslaga, a najzastupljeniji je u njegovome središnjem dijelu. Sastoji se od slojeva debljine nekoliko desetaka centimetara pa do sloja čija debljina doseže gotovo 20 m (Sl. 7. 1). Tuf je sitnozrnast, svijetlosive do zelenkasto sive boje, staklastog izgleda i nejednake tvrdoće. Prema vrijednostima CCPI alteracijskog indeksa radi se o vitroklastičnom tufu kod kojeg nema naznake alteracije ili je ona tek počela (GIFKINS et al., 2005). Rendgenska difrakcijska analiza potvrđuje zaključke na koje upućuju vrijednosti CCPI alteracijskog indeksa. Tako rendgenogram nealteriranog uzoraka tufa pokazuje, osim nekoliko difrakcijskih maksimuma plagioklasa i kremen, tipičnu sliku amornog materijala odnosno stakla, dok se na rendgenogramu tufa s najvišim CCPI indeksom uz kremen i plagioklase pojavljuju i difrakcijski maksimumi minerala glina, najvjerojatnije smektita. Materijal je, prema klasifikacijskim dijagramima baziranim na udjelima i omjerima mikroelemenata, klasificiran kao riolit, osim jednog uzorka koji je klasificiran kao riocacit/dacit (WINCHESTER & FLOYD, 1977), dok prema modificiranom dijagramu sav materijal pada u područje riolita odnosno dacita (PEARCE, 1996). Prema dijagramu kojeg su predložili HASTIE et al. (2007) on pripada kalcijско alkalijскоj seriji, a ima i izraženu negativnu europijevu anomaliju (NAKAMURA, 1974).

Izdvojeni litofacijesi pokazuju da marinski sedimenti badena na lokalitetu Nježić transgresivno naližeju na metagabre Psunjskoga metamorfnog kompleksa iz kristalinske podloge Panonskog bazena. Izravno na kristalinsku podlogu u plicemu marinskom okolišu taloženi su litotamijski vapnenci, no njihovo taloženje ubrzo prestaje i dalje do vrha stupa dominiraju laporci. Foraminiferska zajednica u laporima, u kojoj se idući iz starijeg u mlađi dio slijeda zapaža lagani porast udjela planktonskih foraminifera, kao i postupni porast udjela dubljevodnih vrsta unutar zajednice bentičkih foraminifera, ukazuje na postupno produbljavanje taložnog prostora. U gornjem dijelu slijeda visoke vrijednosti odnosa plankton/bentos (84,2%) ukazuju na okoliš gornjeg batijala



Slika 7.2. SEM mikrofotografije karakterističnih vrsta planktonskih foraminifera s lokaliteta Nježić: 1. *Orbulina suturalis* BRÖNNIMANN; 2. *Paragloborotalia mayeri* (CUSHMAN & ELLISOR); 3. *Tenuitellinata angustiumbilocata* (BOLLI); 4. *Praeorbulina glomerosa glomerosa* BLOW; 5. *Praeorbulina sicana* DE STEFANI; 6. *Globorotalia bykovaе* (AISENSTAT). Mjerilo – sl. 1–2, 4–6: 100 μ m; sl. 3.: 20 μ m. SEM mikrofotografije je snimila Renata SLAVKOVIĆ, dipl. ing.

Figure 7.2. SEM microphotographs of typical planktonic foraminifera species from the Nježić locality. SEM microphotographs by Renata SLAVKOVIĆ, dipl. ing.



Slika 7.3. Mikrografije karakterističnih vrsta vapnenačkog nanoplanktona s lokaliteta Nježić: 1. *Cyclicargolithus floridanus* (ROTH & HAY in HAY et al., 1967) BUKRY, 1971; 2. *Coccolithus pelagicus* (WALLICH 1877) SCHILLER, 1930; 3., 4. *Sphenolithus heteromorphus* DEFLANDRE 1953; 5. *Helicosphaera carteri* (WALLICH 1877) KAMPTNER, 1954; 6. *Helicosphaera walbersdorfensis* MULLER, 1974.

Figure 7.3. Microphotographs of typical calcareous nannoplankton species from the Nježić locality.

(MURRAY, 2006), dok gradijent analiza, bazirana na preklapanju dubinskih raspona bentičkih foraminifera, ukazuje na dubokovodni okoliš vanjskog šelfa (oko 200 m). Centimetarsko-decimetarski slojevi biokalkarenita koji se duž čitavog stupa proslajavaju s laporima, pokazuju da je taloženje lapora iz suspenzije povremeno bilo prekidano gravitacijskim tokovima, koji su s ruba bazena u dublji marinski okoliš donosili karbonatni klastični detritus sastavljen od bioklasta crvenih algi, mahovnjaka i ježinaca te bentičkih i planktonskih foraminifera. Brojnost i debljina pojedinih slojeva vitroklastičnog tufa koji se pojavljuju unutar stupa, pokaza-

telj je aktivnog vulkanizma. Sastav tufa ukazuje na kiseli vulkanizam tipa riolita odnosno dacita, a vrijednosti CCPI alteracijskog indeksa kao i rezultati rendgenske analize ukazuju na svjež i nealteriran tuf. Taloženje naslaga na lokalitetu Nježić prema fosilnoj mikrozaednici odvijalo se tijekom donjeg badena, ali ne zahvaća najstarije badenske naslage. Prema zaednici planktonskih foraminifera najmlađi dio naslaga mogao bi pripadati i srednjem badenu. Detaljnija istraživanja fosilnih zaednica, kao i datiranje tufova Ar/Ar metodom koji su u tijeku, doprinijeti će preciznijem stratigrafskom pozicioniranju snimljenog slijeda naslaga.

LITERATURA

- GIFKINS, C.C., HERRMANN, W. & LARGE, R.R. (2005): Altered volcanic rocks: a guide to description and interpretation. Centre for Ore Deposit Research University of Tasmania, 296 str., Sandy Bay.
- HASTIE, A.R., KERR, A.C., PEARCE, J.A. & MITCHELL, S.F. (2007): Classification of Altered Volcanic Island Arc Rocks using Immobile Trace Elements: Development of the Th-Co Discrimination Diagram.– *Journal of Petrology*, 48, 2341–2357.
- KRKALO, E & MUTIĆ, R. (1978): Tufovi u naslagama donjeg tortna u području Nežića kod Slavonske Požege.– *Geol. vjesnik*, 30, 341–350.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation.– *Proceedings of the II Planktonic Conference*, Ed. Tecnosocienza, Roma, 739–785.
- MURRAY, J.W. (2006): Ecology and applications of benthic foraminifera.– Cambridge University Press, 438 str., Cambridge.
- NAKAMURA, N. (1974): Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites.– *Geochim. Cosmochim. Acta*, 38, 757–775.
- PEARCE, J.A. (1996): A users guide to basalt discrimination diagrams. U: WYMAN, D.A. (ur.): Trace element geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration.– Geological Association of Canada, Short Course Notes, 12, 79–113.
- WADE, B. S., PEARSON, P. N., BERGGREN, W. A. & PÁLIKE, H. (2011): Review and revision of Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale.– *Earth Science Review*, 104, 111–142.
- WINCHESTER, J.A. & FLOYD, P.A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements.– *Chem. Geol.*, 20, 325–343.

Točka 8 – Stop 8

Park prirode Papuk – prvi geopark u Hrvatskoj Papuk Nature Park – first Geopark in Croatia

Goran Radonić¹, Goran Pavić¹ & Dražen Balen²

¹Park prirode Papuk, Trg Gospe Voćinske bb, 33 522 Voćin, Hrvatska

²Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: park prirode, Papuk, geopark, Slavonske gore

Key words: Nature Park, Papuk, Geopark, Slavonian Mts.

Abstract

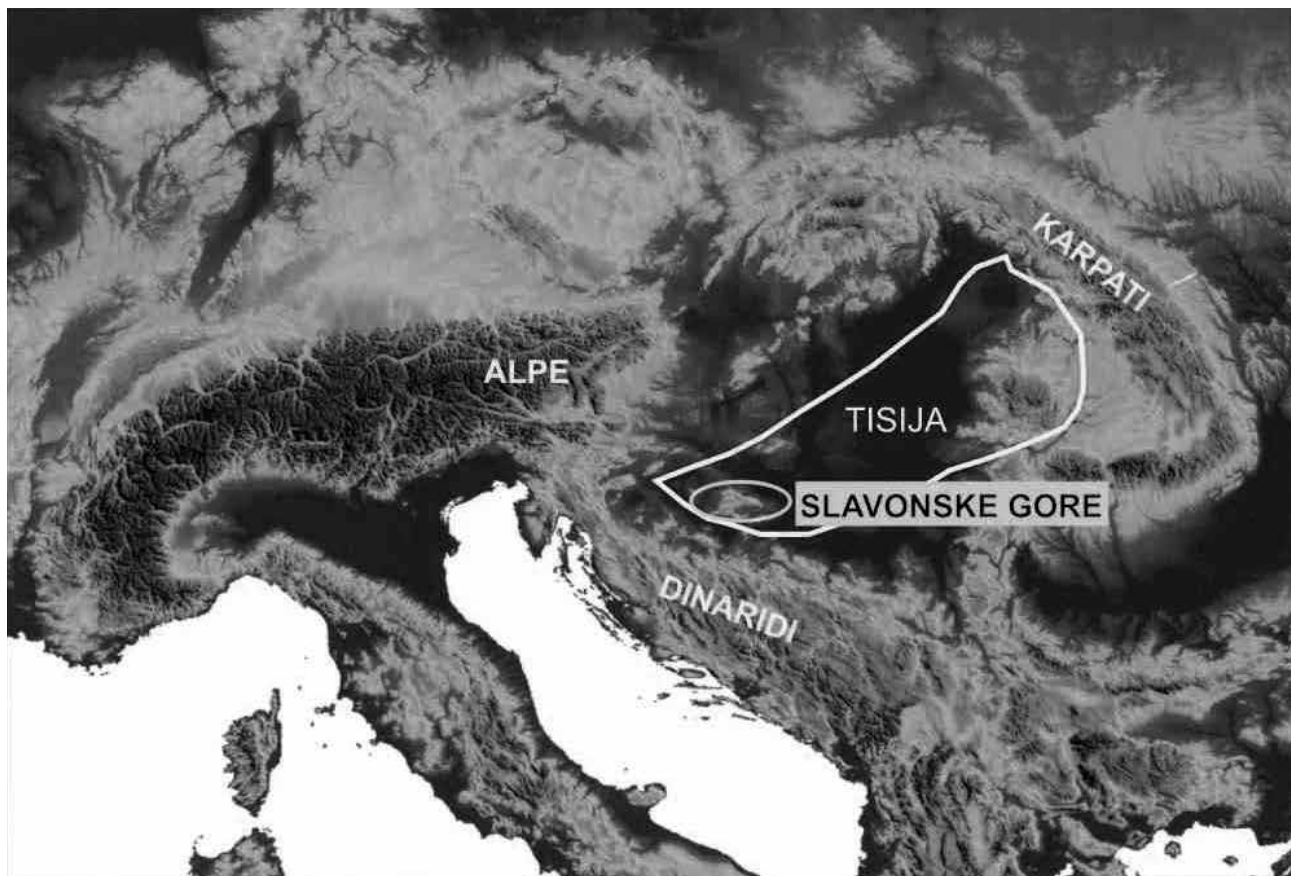
The Papuk Nature Park is promoted in 1999 due to exceptional biological, cultural and geological diversity encompassing area of 336 km². Scientific geological research conducted through decades produced a solid base for proving geodiversity and geological values of the area. Such documentation was of great help for reaching a status of European and World Geopark under UNESCO support in 2007. The Papuk Geopark is first and so far only internationally recognized geopark in Croatia. The main geopark tasks are geoconservation with geoheritage protection, geoeducation and geotourism. In the Geopark Papuk such tasks are performed on 69 geosites and several educational trails, through workshops and at geo-info centers. All activities are performed in close collaboration with local community, governmental offices, scientific community but also with European and Global Geopark Networks.

Uvod

Park prirode Papuk proglašen je 1999. godine zaštićenim dijelom prirode Republike Hrvatske zbog iznimnih bioloških, kulturno-povijesnih, ali i geoloških značajki tzv. Slavonskih gora. Granica zaštićenog prostora većim dijelom obuhvaća goru Papuk te manjim Krndiju površinom od 336 km².

Prostor koji obuhvaća Park prirode Papuk bio je istraživan još od druge polovice devetnaestog stoljeća, a prve relevantne podatke dao je Slovak Stur, nakon njega Đuro Pilar, te

Gorjanović-Kramberger i Kišpatić. Početkom dvadesetog stoljeća prvu spoznaju geološke građe područja dao je Josip Poljak, te kasnije i drugi geološki suvremenici Tajder, Vragović, Raffaelli i Marci. Posebno važna geološka saznanja o prostoru dao je Domagoj Jamičić i suradnici prilikom izrade Osnovne geološke karte, list Orahovica te Jakob Pamić koji je publicirao veći broj radova o magmatskim i metamorfnim stijenama Papuka. Nastavak znanstvene geološke odgonetke ovog prostora nastavile su mlađe snage geologa koji su publicirali značaj broj znanstvenih radova sa ovog područja.



Slika 8.1. Položaj Slavonskih gora u odnosu na megatektonsku jedinicu Tisiju.

Figure 8.1. Position of Slavonian Mts. inside Tisia Mega-Unit.

Sva ova znanja o geološkim vrijednostima prostora omogućili su stvaranje kvalitetne podloge za proglašenje prvog geoparka u Hrvatskoj. Velikim trudom geološke struke, mukotrpnim višegodišnjim radom na valorizaciji 69 ključnih geolokaliteta, područje Parka prirode Papuk od 2007. godine dobilo je status europskog i svjetskog geoparka pod potporom UNESCO-a. Geopark Papuk prvi je, za sada i jedini međunarodno priznati geopark u Hrvatskoj.

Geološki smještaj

Slavonsko gorje s masivima Psunja, Papuka i Krndije, Požeške i Dilj gore nalazi se u južnim dijelovima Panonskog bazena koje su brojni autori svrstavali u različite geotektonske jedinice (PAMIĆ, 1986). Prema novijim geotektonskim razdiobama to područje pripada predalpskom strukturnom kompleksu (HERAK et al., 1990), dok prema drugim autorima geotektonskoj zoni Papuk-Bekes-Codru koja je uključena u megatektonsku jedinicu Tisije (KOVACS et al., 1989). Sam mehanizam izdizanja i smještanja Slavonskih gora u današnji strukturni plan Panonskog bazena nije još do danas dokumentirano objašnjen. Pri njihovom horstovskom izdizanju dominantnu su ulogu morali imati uzdužni rasjedi, i to sjeverni rubni rasjed Savske potoline, južni rub Dravske potoline, te psunjsko-papučki rasjed, koji svi predstavljaju

složene sustave subparalelnih, uglavnom vertikalnih, odnosno subvertikalnih rasjeda (PRELOGOVIĆ, 1975).

Novija istraživanja smještaju područje Geoparka Papuk i područje tzv. Slavonskih gora u megajedinicu Tisiju, koja u svojim južnim rubnim dijelovima obuhvaća predneogensku podlogu središnjeg i jugoistočnog Panonskog bazena i uobičajeno se smatra fragmentom litosfere odlomljenim od južnog ruba europske ploče tijekom srednje jure (cf. GÉCZY, 1973; CSONTOS, 1995; PAMIĆ et al., 2002 i reference u njima) – (Slika 8.1). Svoj sadašnji smještaj Tisija doseže nakon složenih višestrukih pokreta i rotacija tijekom mezozoika i kenozoika (e.g. CSONTOS, 1995; FODOR et al., 1999; CSONTOS & VÖRÖS, 2004). Tisija je okružena tektonskim zonama regionalnog značaja od kojih mnoge predstavljaju oceanske suturne zone (SCHMID et al., 2008). Slavonsko gorje u sjeveroistočnoj Hrvatskoj (Psunj, Papuk, Krndija) uobičajeno se smatra područjem u kojem najbolje izdanju variscijske stijene podloge južnog dijela Panonskog bazena tj. jedinice Tisija (e.g. PAMIĆ et al., 1996; PAMIĆ & JURKOVIĆ, 2002).

Geološka građa

Područje Parka prirode Papuk je građeno je iz stijena i naslage ranog paleozoika, mezozoika, tercijara i kvartara (Slika 8.2).

Gotovo 70% površine PP Papuk izgrađeno je od magmatskih i metamornih stijena predalpinske starosti, a mogu se izdvojiti tri velike lokalne cjeline koje JAMIČIĆ (1983; 1988) vezuje uz slijedeće orogneze:

(1) Punsjski kompleks, nazvan još i Kutjevačka serija, vezan uz progresivnu metamorfozu tijekom bajkalske orogeneze (mlađi prekambrij do stariji paleozoik; ~850–650 Ma) i kasnije retrogradno izmijenjen mlađim metamornim događajima;

(2) Papučki kompleks, nazvan i Jankovačka serija, vezan uz progresivnu metamorfozu i migmatizacijom tijekom kaledonske orogeneze (ordovicij do stariji devon; ~490–390 Ma);

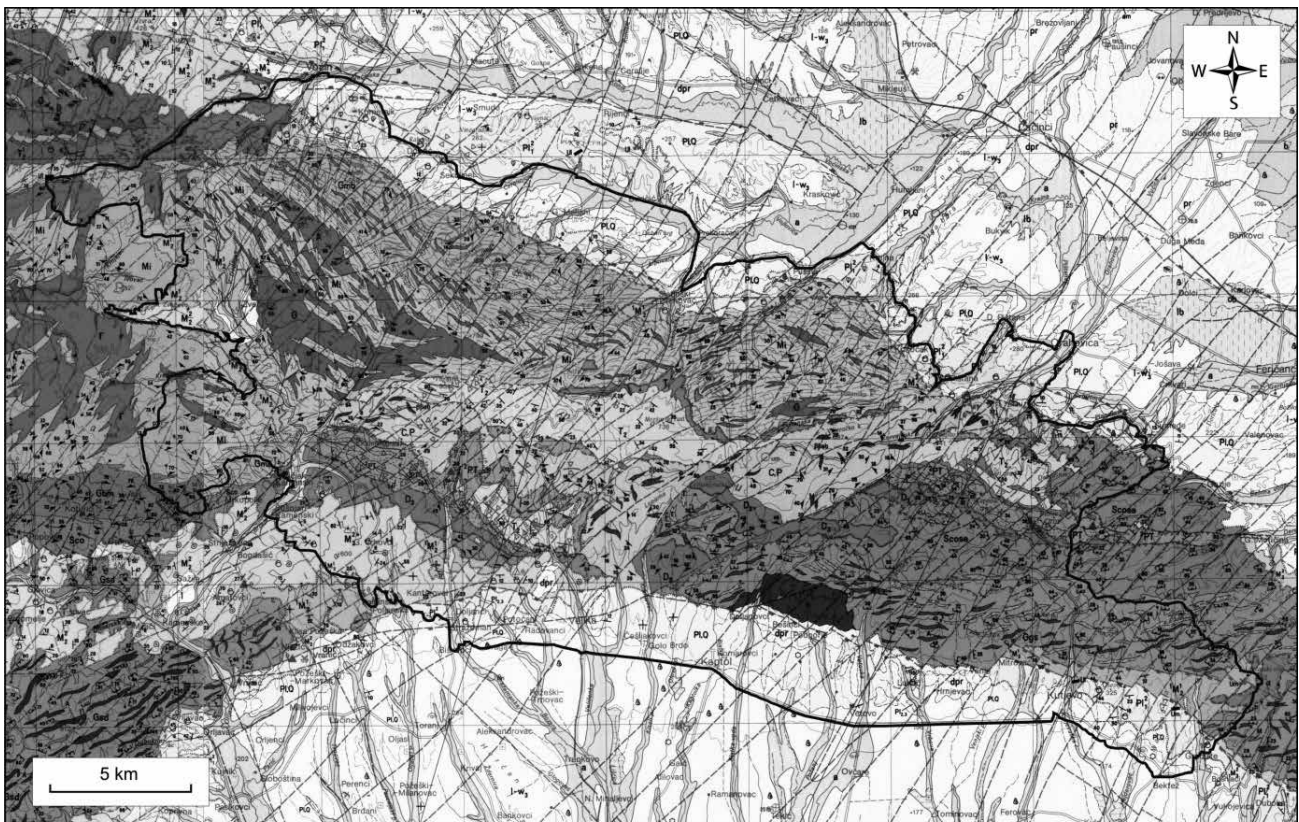
(3) Radlovački kompleks, vezan uz vrlo niski do niski stupanj metamorfizma tijekom variscijske orogeneze (mlađi paleozoik; ~380–280 Ma).

Alternativna podjela temeljena na izotopnim datiranjima stijena (PAMIĆ et al., 1988) može se naći u radu PAMIĆ & LANPHERE (1991) gdje su punjski i papučki kompleksi ujedinjeni u jedinstveni variscijski magmatsko-metamorfni kompleks koji sadrži klasične barovljeve metamorfne sekvence s postupnim prijelazom u migmatite i granite. Taj kompleks su autori nazvali progresivno metamorfni kompleks.

Klastični i karbonatni sedimenti taloženi su od gornjeg perma do srednjeg trijasa i diskordantni su na paleozojskim

magmatskim i metamornim kompleksima. Baza sekvence izgrađena je od krupnozrnatih klastičnih stijena predstavljenih filitnim konglomeratima i pješčenjacima koji kontinuirano prelaze u crvene do ljubičaste sitnozrnate pješčenjake i siltove. Taj facijes sadrži valutice granitoida, gnajsa i pegmatita derivirane iz starijih kompleksa na Papuku (JAMIČIĆ, 1988). Druga grupa stijena predstavljena je sitnozrnatim kvarcnim pješčenjacima koje prelaze u donjetrijaske sedimente. Ti sedimenti predstavljeni su pješčenjacima, šejlovima i siltitima. Sedimentacija je nastavljena u srednjem trijasu s dolomitima, dolomitičnim vapnencima i podređeno vapnencima (JAMIČIĆ, 1988).

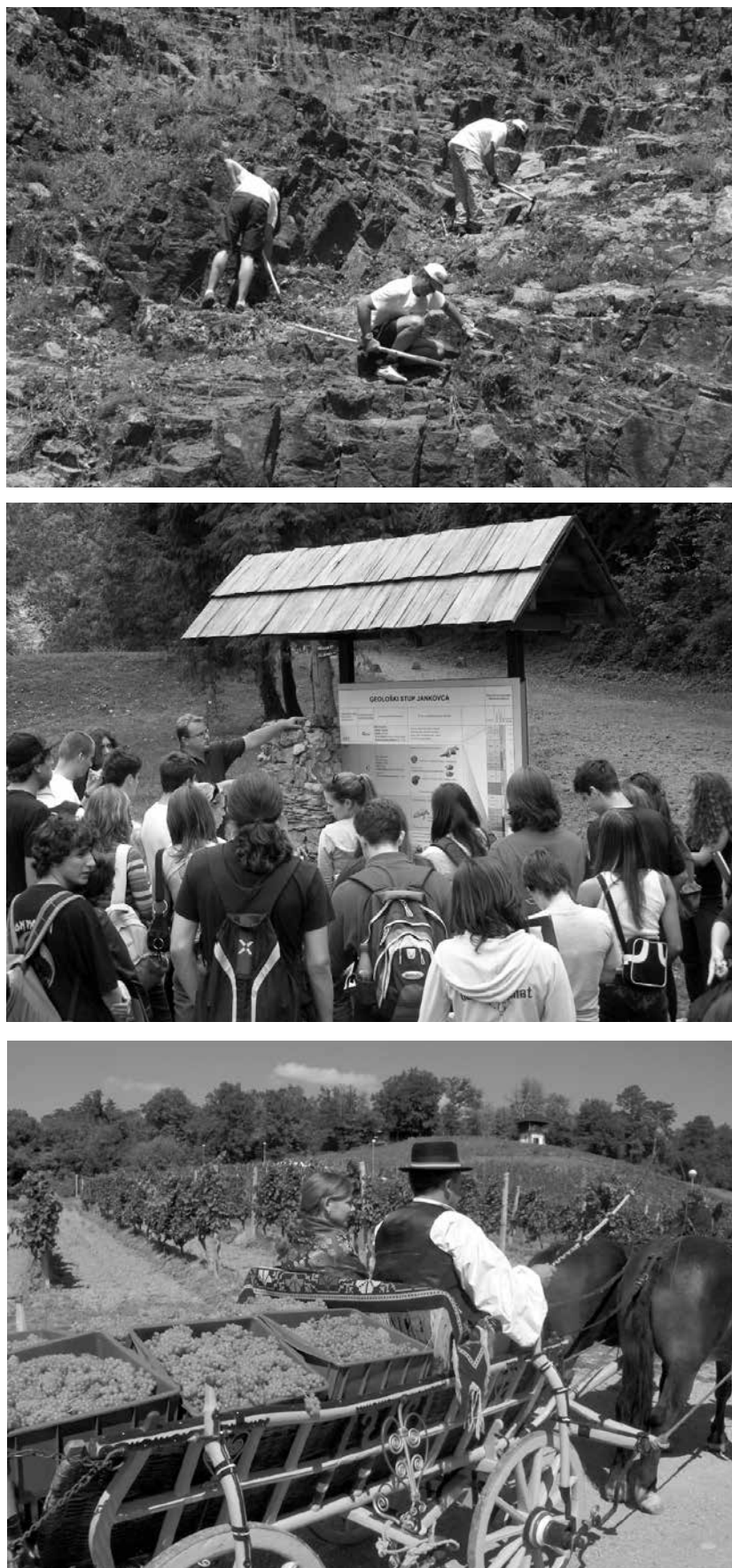
Masive Krndije i Papuka periklinalno okružuju terciarni sedimenti predstavljeni neogenskim naslagama, u obliku više ili manje isprekidanih zona i znatno prekrivenih kvartarnim naslagama. Na području Parka prirode Papuk u postkrednom periodu nastupa emerzija i ona traje do srednjeg miocena kada se javljaju riječni i jezerski, te kasnije i marinski sedimenti praćeni vulkanskom aktivnošću (g. otnang-karpat pa sve do g. ponta), te pliocenske naslage zastupljene uglavnom pijescima. Kvartarne naslage posebno su zastupljene sa aluvijalno-deluvijalnim nanosima, a posebno vrijedne su sedrene tvorevine nastale nakon zadnjeg wurmskog glacijala. (JAMIČIĆ, 1988; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987).



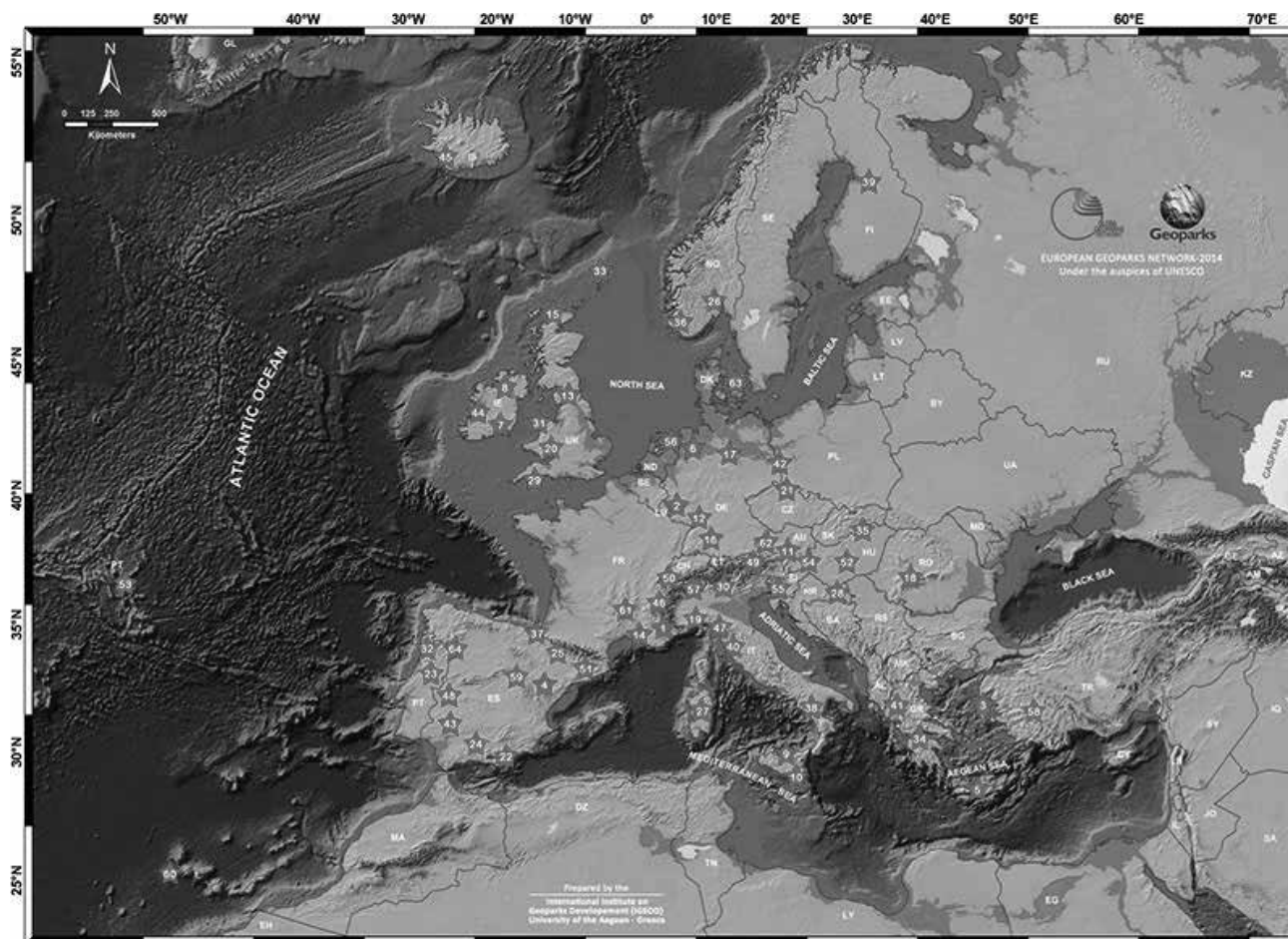
Geological map with proposed Geopark boundary

Slika 8.2. Geološka karta Geoparka Papuk s ucrtanom granicama Parka prirode Papuk (podloga prema OGM M 1:100.000, list Orahovica – JAMIČIĆ & BRKIĆ (1987) i dijela lista Daruvar – JAMIČIĆ (1989).

Figure 8.2. Geological map of Papuk Geopark with borders of Nature Park Papuk (after JAMIČIĆ & BRKIĆ (1987) and JAMIČIĆ (1989).



Slika 8.3. Primjer geokonzervacije (čišćenja) Rupnice, geoedukacije na Jankovcu te dio geoturističke ponude – vinorodno područje Kutjeva.
Figure 8.3. Examples of geoconservation on Rupnica geosite, geoeducation at Jankovac geological column and geotourism at Kutjevo vineyards.



Slika 8.4. Karta Europske mreže geoparkova (EGN) i logotip EGN-a.

Figure 8.4. European Geopark Network (EGN) and EGN logo.

Što je to geopark?

Geopark je područje sa izraženom geološkom baštinom te strategijom za održivi gospodarski razvoj i promociju te baštine na dobrobit lokalne zajednice. Tri su osnovna postulata prema kojima funkcioniraju geoparkovi: geokonzervacija i zaštita vrijedne geološke baštine, geoedukacija te razvoj geoturizma. Geoparkovi štite različite geološke osobitosti te istražuju i promiču nove načine i metode zaštite. Uprave geoparkova osiguravaju različite mjere zaštite u suradnji sa sveučilištima i znanstvenim ustanovama te raznim upravnim tijelima lokalnih zajednica. Geoparkovi moraju djelovati u skladu s lokalnim zakonima i tradicijama.

Geoparkovi organiziraju različite aktivnosti (Slika 8.3) te pružaju logističku potporu za prijenos različitih saznanja iz područja geoznanosti i znanosti o okolišu prema javnosti. To postižu kroz zaštitu i promociju geopomenika, osnivanjem muzeja, informacijskih centara, izradom staza, izdavanjem popularno-znanstvenih članaka i edukativnih materijala, organizacijom seminara i na druge načine. Geoparkovi potiču znanstvena istraživanja, ostvaruju veze sa fakultetima i drugim istraživačkim ustanovama te potiču dijalog između geoznanstvenika i lokalnih zajednica. Glavni način poticanja ekonomije i održivog razvoja parkova je kroz geoturizam. Geoparkovi svo-

jim aktivnostima privlače veći broj posjetitelja i omogućuju pokretanje različitih proizvodnih i uslužnih djelatnosti koje doprinose socio-ekonomskom razvoju zajednice.

Geopark mora obuhvatiti više geoloških ili geomorfoloških lokaliteta – geositeova. Geolokaliteti mogu biti značajni po svojoj znanstvenoj vrijednosti, rijetkosti te estetskoj ili edukativnoj važnosti. Geoparkovima doprinose ne samo geološki zanimljiva mjesta, već i razne druge ekološke, arheološke, povijesne i kulturne znamenitosti. Geoparkove podupiru i u njemu aktivno sudjeluju lokalne zajednice koje znaju prepoznati i žele afirmirati svoje geološko, povijesno i kulturno nasljeđe, ponajviše kroz ideju geoturizma. Svi geoparkovi osim na lokalnom planu moraju biti aktivni i u zajednici geoparkova, surađivati na zajedničkim projektima i razmjeni ideja za poboljšanje promocije njihovih aktivnosti.

Europska i Svjetska mreža geoparkova

Europska mreža Geoparkova je utemeljena 2000. godine, a osnivači su četiri Geoparka iz Francuske (Reserve Géologique de Haute Provence), Njemačke (Vulkaneifel Geopark), Grčke (Petrified Forest of Lesvos) i Španjolske (Maestrazgo Cultural Park). Trenutno se u Europskoj mreži nalazi 66 geoparkova iz 21 zemlje diljem Europe (Slika 8.4 karta EGN-a i logotip



Slika 8.5. Trg geoparkova u Velikoj.

Figure 8.5. The Geopark square at Velika.

EGN). Ciljevi organizacije su promocija geološke baštine, zaštita geološke raznolikosti, i podupiranje ekonomskog razvoja teritorija Geoparkova te ponajviše razvoj turizma.

Mreža je ponajviše fokusirana na promociju geoparkova i njihove prirodne i kulturne baštine što je vrlo bitno za područja koja geoparkovi obuhvaćaju. Sudjelovanje lokalnih zajednica je vrlo bitno za uspjeh mreže. Europska mreža geoparkova organizacijski je ustrojena od predsjednika, podpredsjednika i savjetodavne komisije te ukupno broji 5 članova te od koordinacijskog odbora u kojem dva predstavnika ima svaki geopark. Sastanci se odvijaju dva puta godišnje u proljeće i jesen kada se

organizira i Kongres europske mreže geoparkova. Status geoparka nije stalan nego svaki geopark svake četiri godine prolazi postupak revalidacije odnosno praćenja napretka. Promocija geoparkova se odvija na više načina, manifestacijama, publikacijama te preko web stranice Europske mreže geoparkova. Europski tjedan geoparkova je manifestacija koja se održava svake godine u svim Geoparkovima u zadnjem tjednu svibnja i prvom tjednu lipnja. Program uključuje razne aktivnosti i organiziran je za promociju i upoznavanje Zemljine baštine u svakom od geoparkova (Slika 8.5). Europska mreža geoparkova također jednom godišnje publicira EGN Magazin te je izdala prigodnu monografiju o geoparkovima u Europi.



Slika 8.6. Logotip GGN.

Figure 8.6. The GGN logo.



Još 1997. godine UNESCO-ov Odjel za geoznanosti prepoznao je potrebu zaštite vrijedne geološke baštine i podržali su koncept geoparkova kao najprihvatljiviji, održivi način razvoja takvih područja. Prema primjeru Europske mreže geoparkova, proširila se i Svjetska mreža geoparkova (Slika 8.6). Prva konferencija Svjetskih geoparkova je održana u Pekingu, u Kini, u lipnju 2004. godine. Trenutačno u Svjetskoj mreži geoparkova nalazi se 110 geoparkova sa svih kontinenta svijeta. Svjetska mreža geoparkova pokrenuta je pod potporom UNESCO-a, a u jesen 2015. godine na Generalnoj skupštini UNESCO-a očekuje se i usvajanje službenog Programa „Svjetski geoparkovi“.

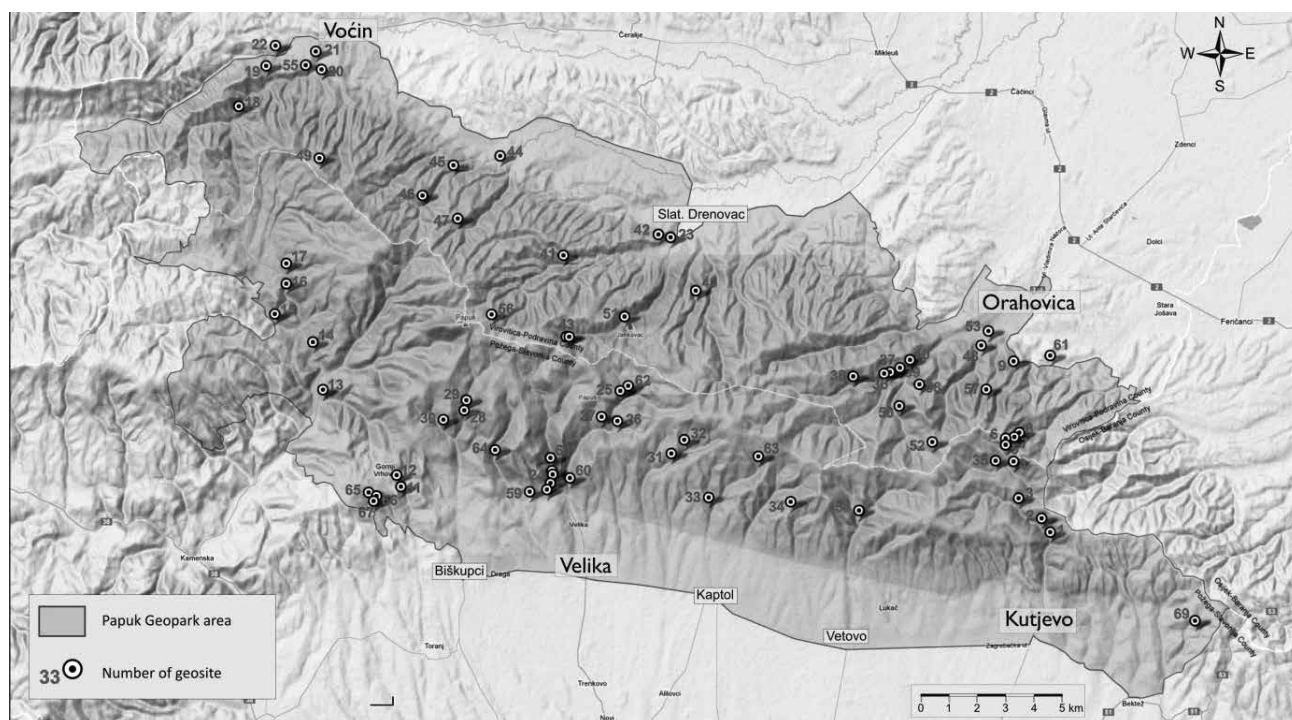
Park prirode Papuk – europski i svjetski UNESCO geopark

Još od samog uspostavljanja Parka prirode Papuk, gledajući što ga to razlikuje od ostalih nacionalnih parkova i parkova prirode, ispostavilo se da je to iznimna geološka baština sažeta na jednom relativno malom području od 336 km². Prilikom znanstvene valorizacije i inventarizacije prostora, konzultirani su svi dostupni znanstveni članci, ali i geolozi koji su veliki dio svog radnog vijeka posvetili radu na području Papuka. Naravno među njima posebno bi istakli dr. Domagoja Jamičića, koji je svoja nepresušna geološka saznanja stekao radom na OGK list Orahovica te dr. Jakoba Pamića, međunarodno priznatog stručnjaka koji je najveći broj svojih znanstvenih radova u međunarodno priznatim časopisima pisao na temu variscijskog kompleksa slavonskog gorja. Ne smijemo zaboraviti i nove generacije geoloških eksperata koje su nastavile popunjavati geološku slagalicu Papuka.

Kada smo sublimirali sva geološka saznanja o zaštićenom prostoru, tražili smo slične prostore i izvan naših granica koji su na osnovu svoje geološke baštine napravili priču, branding područja. Sve smo to pronašli u već postojećoj Asocijaciji europskih geoparkova. Prvu službenu intenciju postajanja prvog geoparka u Hrvatskoj, istakli smo kroz poster prezentaciju na Svjetskom geološkom kongresu u Firenci 2004. godine. Aplikaciju za pristupanje Europskoj mreži geoparkova poslali smo 2007. godine, kada smo nakon provedene evaluacije i posjeta predstavnika Europske mreže geoparkova i postali prvi hrvatski geopark, članovi Europske i svjetske UNESCO mreže geoparkova. Certifikat smo iste godine primili u Škotskoj na Konferenciji geoparkova, a obnovili smo ga četiri godine kasnije.

Ono što smo osim znanstvenih geoloških podloga, koji su osnova svega, trebali učiniti su svakako radovi na geokonzervaciji 69 geoloških lokaliteta koji čine mrežu geositeova Geoparka Papuk (Slika 8.7). Mnoge od njih smo označili, a neke i interpretirali putem panela. Trenutno je aktualan veliki projekt izgradnje Geo-info centra Voćin, gdje će se na multimedijalni i interaktivni način pričati mnoge geološke priče. U Velikoj se rade projekti za uređenje Kuće „Panonskog mora“ kako bi posjetiteljima, prvenstveno školskoj populaciji približili bogatstvo geološke baštine ovog područja.

Također smo izradili brojne poučne staze gdje geološka tematika ima svoj udio te program geoloških radionica naziva „Rupkova geološka škola“. Naravno kako bi promovirali Papuk Geopark izrađena je i posebna web stranica, publiciran je Geološki vodič kroz Park prirode Papuk, brojne



Slika 8.7. Mreža geosite-ova Geoparka Papuk.

Figure 8.7. The position of Papuk Geopark geosites.



Slika 8.8. Novi logotip Parka prirode Papuk.

Figure 8.8. The new logo of Papuk Nature Park.

brošure, izrađen je i geološki suvenir i dr. U sklopu projekta „Parkovi Hrvatske” gdje Ministarstvo zaštite okoliša i prirode provodi novi vizualni identitet nacionalnih parkova i parkova prirode, Park prirode Papuk je dobio novi logotip, simbolika fosila amonita/gastropoda koji asocira da je ovo zaštićeno područje geopark (Slika 8.8).

LITERATURA

- CSONTOS, L. (1995): Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: a review.– *Acta Vulcanologica*, 7, 1–13.
- CSONTOS, L. & VÖRÖS, A. (2004): Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region.– *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 210, 1–56.
- FODOR, L., CSONTOS, L., BADA, G., GYÖRFI, I. & BENKOVICS, L. (1999): Tertiary tectonic evolution of the Pannonian Basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of palaeostress data.– In: DURAND, D., JOLIVET, L. & HORVÁTH, F., SÉRANNE, M. (eds.): *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society Special Publications, 156, 295–334.
- GÉCZY, B., (1973): The origin of Jurassic faunal provinces and the Mediterranean plate tectonics.– *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geologica*, 16, 99–114.
- HERAK, M., JAMIČIĆ, D., ŠIMUNIĆ, A. & BUKOVAC, J. (1990): The northern boundary of the Dinarides.– *Acta Geol.*, 20, 5–27, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Pšunj, Papuk, Krndija).– *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33–95.– Geološki zavod Zagreb (1974–1982), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1971–1986), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- KOVACS, S., CSASZAR, G., GALACS, A., HAAS, J., NAGY, E. & VÖRÖS, A. (1989): The Tisza Superunit was originally part of the North Tethyan margin.– *Mem. Soc. Geol. France*, No. 154(2), 81–100, Paris.
- PAMIĆ, J. (1986): Metamorfiti temeljnog gorja Panonskog bazena u Savsko-dravskom međuriječju na osnovi podataka naftnih bušotina (Metamorphic rocks from the Pannonian Basin basement in the Sava-Drava interfluvium – based on oil-well data) (in Croatian).– *XI Kong Geol Jugoslavije, Tara*, 2:259–272
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Pšunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– *Geologija*, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J. & JURKOVIĆ, I. (2002): Paleozoic tectonostratigraphic units in the northwest and central Dinarides and the adjoining South Tisia.– *International Journal of Earth Sciences*, 91, 538–554.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & MCKEE, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in the southern part of the Pannonian Basin, Yugoslavia.– *Acta Geol.*, 18, 13–39, Zagreb.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & BELAK, M. (1996): Hercynian I-type and S-type granitoids from the Slavonian Mountains (southern Pannonian, north Croatia).– *N. Jb. Mineral. Abh.*, 171, 155–186.
- PAMIĆ, J., BALEN, D. & TIBLJAŠ, D. (2002): Petrology and geochemistry of orthoamphibolites from the Variscan metamorphic sequences of the South Tisia in Croatia - an overview with geodynamic implications.– *International Journal of Earth Sciences*, 91, 787–798.
- PRELOGOVIĆ, E. (1975): Neotektonska karta SR Hrvatske. *Geol. vjesnik*, 28, 97–107, Zagreb.
- SCHMID, S.M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M., & USTASZEWSKI, K. (2008): The Alps-Carpathians-Dinarides connection: a compilation of tectonic units.– *Swiss Journal of Geosciences*, 101/1, 139–183.

Točka 9 – Stop 9

Trijaski karbonatni kompleks Papuka (izdanci uz cestu Velika – Slatinski Drenovac)

Triassic carbonate complex in the central part of Papuk Mt. (Velika – Slatinski Drenovac road)

Uroš Barudžija¹, Neven Bočić², Kornelija Macek³, Ines Repinc⁴ & Duje Smirčić¹

Suradnici: Vlatko Brčić, Željko Duić, Tonći Grgasović, Mladen Kuhta, Matej Manjarić, Zdenko Mikolić,
Goran Pavić, Dario Perković, Hrvoje Posilović, Goran Radonić, Andrej Stroj

e-mail: uros.barudzija@rgn.hr

¹RGNF Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb

²PMF Sveučilišta u Zagrebu, Geografski odsjek, Trg Marka Marulića 19/2, Zagreb

³C. Zuzorić 1, Zagreb

⁴Hrvatske vode, Ul. Grada Vukovara 220, Zagreb

Ključne riječi: karbonati, trijas, litofacijes, krš, Velika, Papuk

Key words: carbonates, Triassic, lithofacies, karst, Velika, Papuk

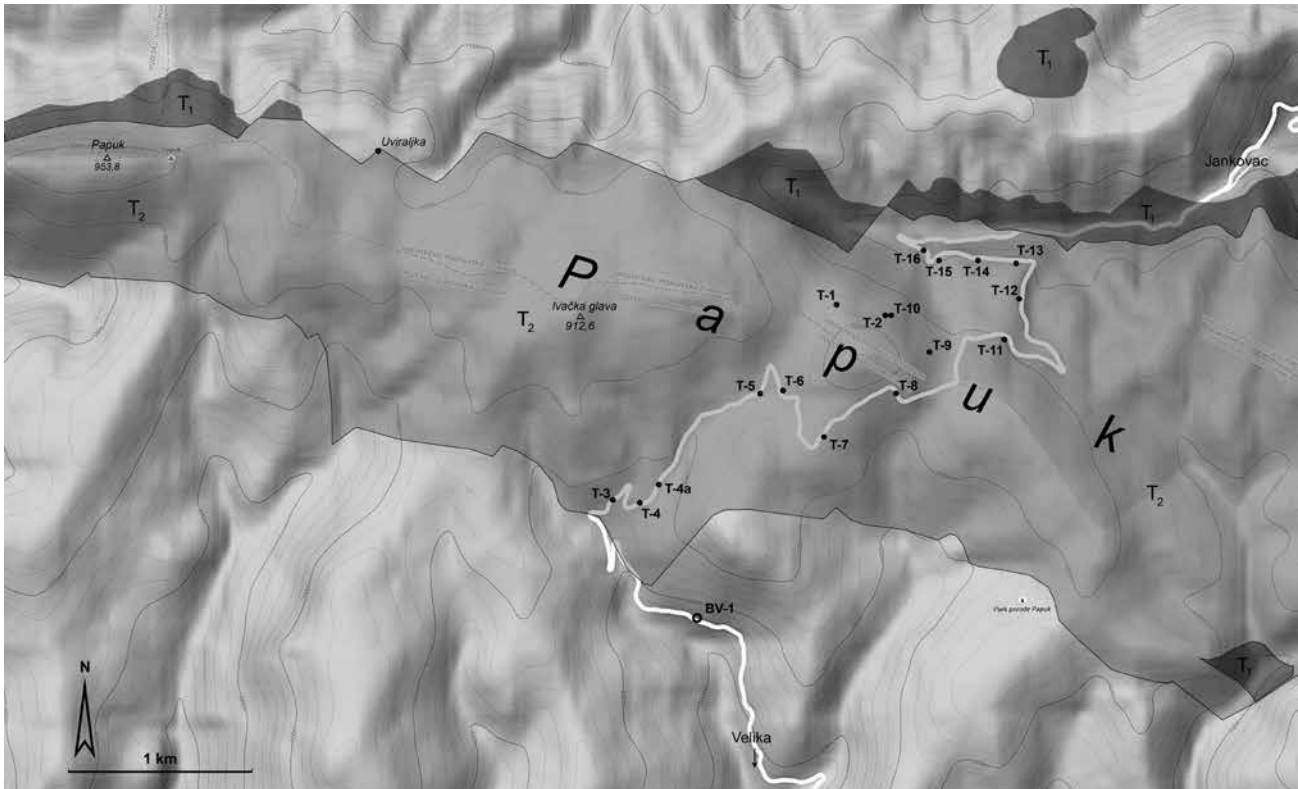
Abstract

Triassic carbonate complex in the central part of Papuk Mt. is built of limestones and dolomites of Anisian and Ladinian age, outcropping along the Velika - Drenovac gravel road. In "Veličanka" Quarry, near Velika, Ladinian dolomites are quarried. Outcrops with Anisian lithofacies of predominantly carbonate rocks, can be observed along the road: a) folded and recrystallized crinoidal bioclastic limestones in alteration with cherts, in the lower (southern) part of the road; and b) mainly dolomites, in the upper (northern) part of the road. Named carbonate lithology and the surrounding non-carbonate rock assemblages, together with the suitable hydrological conditions, resulted in development of karst geomorphology in this unique area of northern Croatia, apart from widely developed Dinaric Karst.

Na ovoj točki ekscurzije biti će predstavljene stijene tzv. karbonatnog kompleksa Papuka, odnosno vapnenci i dolomiti srednjega trijasa, koji izgrađuju središnji dio Papuka, a izdajuju uz cestu Velika - Slatinski Drenovac (Slika 9.1). Rezultati dosadašnjih istraživanja ukazuju na kompleks karbonatnih stijena srednjetrijske starosti (katovi anizik: – ~247,2 do ~242 mil. god.; i ladinik: – 242.0 do ~237 mil. god. – prema www.stratigraphy.org).

Srednjetrijski sedimenti Papuka bili su predmet brojnih paleontoloških, stratigrafskih, sedimentoloških, strukturno-tektonskih i hidrogeoloških istraživanja (ŠIKIĆ i dr., 1975; ŠIKIĆ & BRKIĆ, 1975; BRKIĆ i JAMIČIĆ, 1976; JAMIČIĆ, 1976, 1979, 1980; ŠIKIĆ, 1981; JAMIČIĆ, 1983; BRKIĆ, 1986; JAMIČIĆ i BRKIĆ, 1987; JAMIČIĆ i dr., 1987; JAMIČIĆ, 1988; BRKIĆ i MRAZ, 1996; MIKOLIĆ, 1999; KUHTA i BRKIĆ, 2003; KUHTA i dr., 2004, 2006; PAVLIĆ, 2009; MANJARIĆ, 2011), rezultate kojih sintetski prikazujemo, te dopunjujemo rezultatima novijih istraživanja (REPINC, 2011, MACEK, 2012).

ŠIKIĆ i BRKIĆ (1975) paleontološki dokazuju prisutnost donjetrijaskih sedimenata pronalaskom makrofosila, a ŠIKIĆ i dr. (1975) daju prikaz mezozojskih sedimentnih stijena Papuka. JAMIČIĆ (1976, 1979, 1980) pokazuje da su stijene pretrpjele dvostruko boranje i da ne pripadaju istom orogenetskom ciklusu, nego da su više puta bile podvrgnute metamorfozi i deformaciji. ŠIKIĆ (1981) opisuje osnovne facijesne osobine mezozojskih sedimenata te prikazuje razvoj i rasprostranjenost mezozojskih naslaga Papuka. JAMIČIĆ (1983) daje kompletan prikaz istraživanja metamorfnog kompleksa i iznosi podatke o tangencijalnim pokretima unutar Slavonskih planina. BRKIĆ (1986) daje hidrogeološku interpretaciju geneze i mehanizam pojave termalnog vrela Velika, te detaljnu litostratigrafsku i tektonsku raščlambu naslaga ovog dijela Papuka. JAMIČIĆ (1988) opisuje tektonsku aktivnost na Papuku, Psunju i na Krndiji. BRKIĆ i MRAZ (1996) analiziraju i obrađuju najznačajnija izvorišta na području karbonatnog vodonosnika Papuka (Veličanka, Stražemanka i izvori na području Duboke). MIKOLIĆ



Slika 9.1. Makadamska cesta Velika – Slatinski Drenovac preko središnjeg dijela Papuka, s označenim točkama izdanaka trijaskog karbonatnog kompleksa Papuka (T-1 do T-16) i lokacijom bušotine BV-1. (T₁ - klastične naslage donjeg trijasa; T₂ – karbonatne naslage srednjeg trijasa).

Figure 9.1. Gravel road across the central part of Papuk Mt., with marked outcrops of Triassic carbonate rocks (T-1 to T-16) and location of BV-1 borehole. (T₁ – Lower Triassic clastics; T₂ – Middle Triassic carbonates).

(1999) utvrđuje neformalne litostratigrafske na području sjeverno od Velike i daje interpretaciju njihovih međusobnih odnosa. KUHTA i BRKIĆ (2003) izvode hidrogeološka i hidrološka istraživanja na području Jankovca. KUHTA i dr. (2004, 2006) izvode hidrogeološka istraživanja karbonatnih vodonosnika Papuka na širem prostoru izvorišta Veličanke, radi zahvaćanja pitke vode za javnu vodoopskrbu. PAVLIĆ (2009) opisuje istraživačke radove koji su izvedeni na području donjeg toka Dubočanke i kojima su definirani hidrogeološki parametri vodonosnog sloja, na temelju analize i interpretacije podataka pokusnog crpljenja. MANJARIĆ (2011) prikazuje litostratigrafske odnose u izvorišnom dijelu rijeke Toplice na zapadnom Papuku i detaljno opisuje litoške karakteristike svake od izdvojenih neformalnih litostratigrafskih jedinica.

Od istraživanja karbonatnih naslaga vršnog dijela Papuka naročito se ističu istraživanja mezozojskih naslaga zapadnog i središnjeg dijela Papuka 60-i i 70-ih godina prošloga stoljeća od strane Instituta za geološka istraživanja iz Zagreba (u okviru izrade studije za INA-Naftaplin), rezultati kojih su sumirani u ŠIKIĆ i dr. (1975) te istraživanja provedena tijekom izrade OGC 1:100 000, list Orahovica (JAMIČIĆ i BRKIĆ, 1987; JAMIČIĆ i dr., 1987).

Prema ŠIKIĆ i dr. (1975), dotadašnja istraživanja nisu dala dovoljnu fosilnu dokumentaciju koja bi potvrdila starost prisutnih naslaga anizika u Papučkom gorju (u istočnom, cen-

tralnom i zapadnom dijelu), ali na njih sigurno ukazuje kontinuirani superpozicijski slijed sedimenata (prijelaz iz donjetrijaskih terigenih klastita u mlađe karbonatne naslage u čijem je vršnom dijelu fosilima dokazan ladinik). Stariji (bazalni) dio anizičkih naslaga opisan je kao nepravilna izmjena dolomita, dolomitnih vapnenaca i dolomitno-vapnenačkih breča, stvaranih u uvjetima plitkovodnog karbonatnog šelfa. Mlađi dio anizičkih naslaga predstavljen je različitim sedimentima koji ukazuju na diferencijaciju sedimentacijskog prostora. U području centralnog Papuka (karbonatni kompleks vršnog dijela Papuka, predstavljen ovom točkom ekskurzije) utvrđeni su dolomiti i dolomitizirani vapnenci te dubljevodni kristalinični vapnenci s krinoidima. Krinoidni vapnenci sadrže proslojke, uloške i gomolje rožnjaka u kojima su uočene radiolarije. U mlađem dijelu ovih naslaga utvrđeno je da se krinoidni vapnenci izmjenjuju s glinovitim i laporovitim brahiopodnim vapnencima, za koje je ostavljena mogućnost i otvoreno pitanje pripada li možda dio tih naslaga ladiniku? Naslage ladinika na Papuku dokazane su u više navrata fosilima (školjka *Daonella* sp., alge *Diplopora annulata* Schafhäutl, *Teutloporella herculea* (Stoppani) i drugi). Uglavnom se radi o sivim kristaliničnim dolomitima s ulošcima šejlova (u zapadnom dijelu Papuka) te tamnosivim kristaliničnim dolomitima s ulošcima tamnosivih, pločasto uslojenih, djelomično laporovitih, mikritskih i biomikritskih vapnenaca i glinaca (u istočnom dijelu Papuka). U središnjem dijelu Papuka naslage ladinika utvrđene su u kamenolomu "Veličanka" kod Velike.

Prema JAMIČIĆ i dr. (1987), u planinskom masivu Papuka i Krndije mezozojske stijene su rasprostranjene u odvojenim područjima, a najveće rasprostiranje imaju trijaski sedimenti. U zapadnom dijelu Papuka postoje cjeloviti razvoji trijasa i jure te pojava gornje krede, dok su u središnjem i istočnom dijelu Papuka te na Krndiji otkrivene nešto šire zone i tektonsko-erozivni ostatci trijaskih sedimenata. Na osnovu paleontoloških podataka i superpozicije, izdvojene su naslage donjeg i srednjeg trijasa. Donjetrijaske naslage (T_1) javljaju se u obliku uskih zona ili tektonski reduciranih manjih pojava po obodu karbonatnih stijena srednjega trijasa. U sastavu dominiraju sivi, crvenosmeđi i zelenosivi sitnozrnasti klastiti (pješčenjaci, šejlovi i silititi), ukupne debljine oko 80 m. Vidljivi su na Jankovcu i u dolini potoka Kovačice (Slika 9.1), a manje pojave utvrđene su i na području izvora Stražemanka. Ove naslage su vodonepropusne i imaju značajnu ulogu u formiranju hidrogeoloških odnosa. Srednjetrijaski sedimenti izgrađuju šire predjele bila Papuka i sastoje se od nepravilne izmjene dolomita, dolomitičnih vapnenaca i dolomitno-vapnenačkih breča. Istočnije od vrha Papuka prisutni su krinoidni vapnenci s proslojcima i gomoljima rožnjaka. Ove naslage su rekristalizirane i siromašne fosilnim ostacima. Prema superpoziciji i fosilnim algama dokazanim u ladiničkim naslagama u krovini, smatra se da ove naslage pripadaju aniziku. U ladiniku su kontinuirano taloženi vapnenci i dolomiti s ulošcima laporovitih vapnenaca u kojima su nađeni ostatci školjki roda *Daonella*. Ladiničke naslage šire su rasprostranjene južno od Orahovice te kao dio karbonat-

nog kompleksa iznad Velike. U središnjem dijelu Papuka nisu dokazani gornjotrijaski sedimenti, dok se u zapadnom dijelu nalazi dobro razvijeni slijed gornjotrijaskih naslaga.

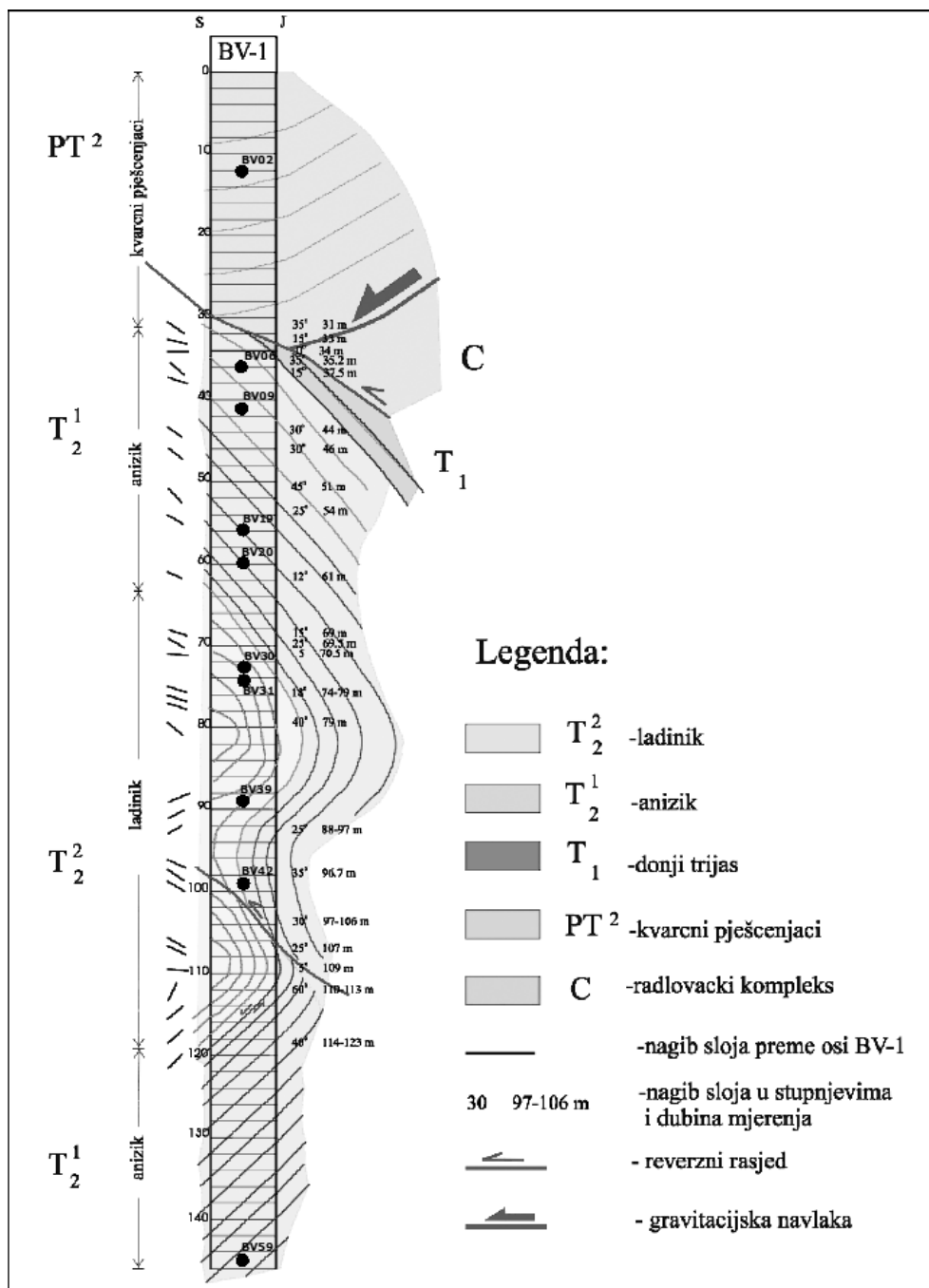
Prema JAMIČIĆ i BRKIĆ (1987) i JAMIČIĆ i dr. (1987), karbonatni kompleks središnjeg Papuka izdvojen je kao srednji trijas (T_2) – dolomiti, dolomitični vapnenci, vapnenci. Zbog velike tektonske poremećenosti i oskudnih paleontoloških podataka, nije izvršena detaljna stratigrafska podjela naslaga srednjeg trijasa. Na temelju superpozicije utvrđena je prisutnost anizika, dok je ladinik mjestimično paleontološki dokumentiran. Utvrđeno je da je zapadno od linije Jankovac-Dubočanka zastupljen mlađi dio anizika u dubljemorskim facijesima, a samo uz cestu Jankovac - Velika i preko vršnih dijelova Papuka otkriven je cjelovitiji profil naslaga. Serija počinje kristaliničnim vapnencima mikritske i sparitske osnove s pojavama dolomitizacije, a u njima su utvrđeni rijetki fragmenti krionida te foraminifera *Frondicularia* sp., radiolarije i ostrakodi. Slijede centimetarski do decimetarski slojevi krinoidnih vapnenaca s proslojcima, gomoljima i ulošcima rožnjaka koji sadrže radiolarije. U vršnom dijelu utvrđena je pojava uskog horizonta tankopločastih glinovitih mikrita sive, svijetloružičaste i ljubičaste boje u kojima je pronađeno kršje krionida te foraminifere *Frondicularia* sp. i *Nodosaria* sp., kao i pelagički školjkaši i radiolarije. Pretpostavljeno je da ukupna debljina kartirane jedinice srednjeg trijasa (T_2) na Papuku iznosi oko 250 metara.

Regionalni prikaz trijaskih facijesa te evolucije i palogeografskih odnosa u okviru Tisije (predneogenske tektonostrati-



Slika 9.2. Kamenolom "Veličanka II".

Figure 9.2. "Veličanka II" Quarry.



Slika 9.3. Geološki profil kroz bušotinu BV – 1 (djelomice modificirano prema KUHTA i dr., 2006). Točkaste oznake “BV” označavaju uzorke jezgre koji su mikropetrografski analizirani.

Figure 9.3. Geological profile of BV – 1 borehole (partly modified after KUHTA et al., 2006). Marks BV pointing the samples taken from the core, which are micropetrographically analysed.

grafske megajedinice koja obuhvaća jugoistočni dio Panonskog bazena) dali su BLEAHU i dr. (1994), kao rezultat rada na IGCP projektima br. 198 (*“Evolution of the Northern Margin of Tethys”*) i br. 343 (*“Stratigraphic Correlation of Epicratonic Peritethyan Basins”*). Ovim sintetskim prikazom obrađeni su dostupni površinski i potpovršinski podatci s područja Rumunjske, Mađarske, Hrvatske i Srbije (Apuseni, Mecsek-Villany, Papuk i Bačka). Područje središnjeg Papuka uvršteno je u ovaj prikaz temeljem rezultata istraživanja hrvatskog suautora, Krešimira Šikića i njegovih suradnika. Distribucija

različitih facijesa prikazanih na paleogeografskim kartama i facijesnim rekonstrukcijama prikazuje četiri glavna stadija evolucije trijaskih naslaga: 1) gornjeskitski stadij (*“Redbed stage”*); 2) kasni donjeanizički do rani srednjeanizički stadij (*“Upper Wellenkalk stage”*); 3) ladinčki stadij (*“Wetterstein platform stage”*) i 4) karničko-norički stadij (*“Keuper stage”* i *“Dachstein stage”*). Autori smatraju da prikazana distribucija facijesa ukazuje na to da je megajedinica Tisija u vrijeme trijasa bila pozicionirana na sjevernom (“europskom”) rubu Tethisa te da je bila dio jedinice Austroalpina koji je deformiran



Slika 9.4. Ritmična izmjena vapnenaca i dijagenetskih rožnjaka na točki T-4a.

Figure 9.4. Rhythmic alteration of limestones and diagenetic cherts at point T-4a.

u vrijeme krede. Na području središnjeg Papuka utvrđeni su tzv. *Werfenski šejlovi*, taloženi tijekom prvog stadija (u ranoj fazi transgresije); karbonatne naslage drugog stadija, koji prethodi formiranju intrašelfnog bazena (tzv. *Guttenstein dolomiti* i svijetli, brečirani dolomiti) te trećeg (bazenskog) stadija (tzv. *Reifling vapnenci s rožnjacima*). Naslage karbonatnog kompleksa vršnog dijela Papuka (izdvojena jedinica T₂, prema opisima iz JAMIČIĆ i BRKIĆ (1987), vrlo su slične opisanim karbonatnim naslagama taloženim u vrijeme drugog i trećeg stadija.

Na početku ceste Velika-Slatinski Drenovac nalazi se kamenolom srednjetrojaskih karbonatnih stijena „*Veličanka*” (Slika 9.2). Pripada zoni koja je odvojena od središnjeg karbonatnog kompleksa vršnog dijela Papuka, rasjednim kontaktima sa starijim (C, P i ²PT) naslagama (prema JAMIČIĆ i BRKIĆ, 1987) i JAMIČIĆ i dr., 1987). Prema DEBEBE i dr. (2013), u kamenolomu su utvrđeni pretežito dolomiti, a podređeno su prisutni vapnenci i dolomitno-vapnenačke breče. U dolomitnoj seriji ima i pojava silita i pješčenjaka. Stratigrafska pripadnost ovih naslaga ladiniku određena je pronalaskom algi. U okviru šireg istražnog prostora izdvojena je (KRKALO, 1982) zona karbonatnih (pretežno dolomitnih) naslaga, počevši od starog površinskog kopa „*Veličanka I*” pa preko sadašnjeg površinskog kopa „*Veličanka II*” u pravcu zapada i sjeverozapada, u dužini 2,5 km i širine 1,1–1,6 km, s

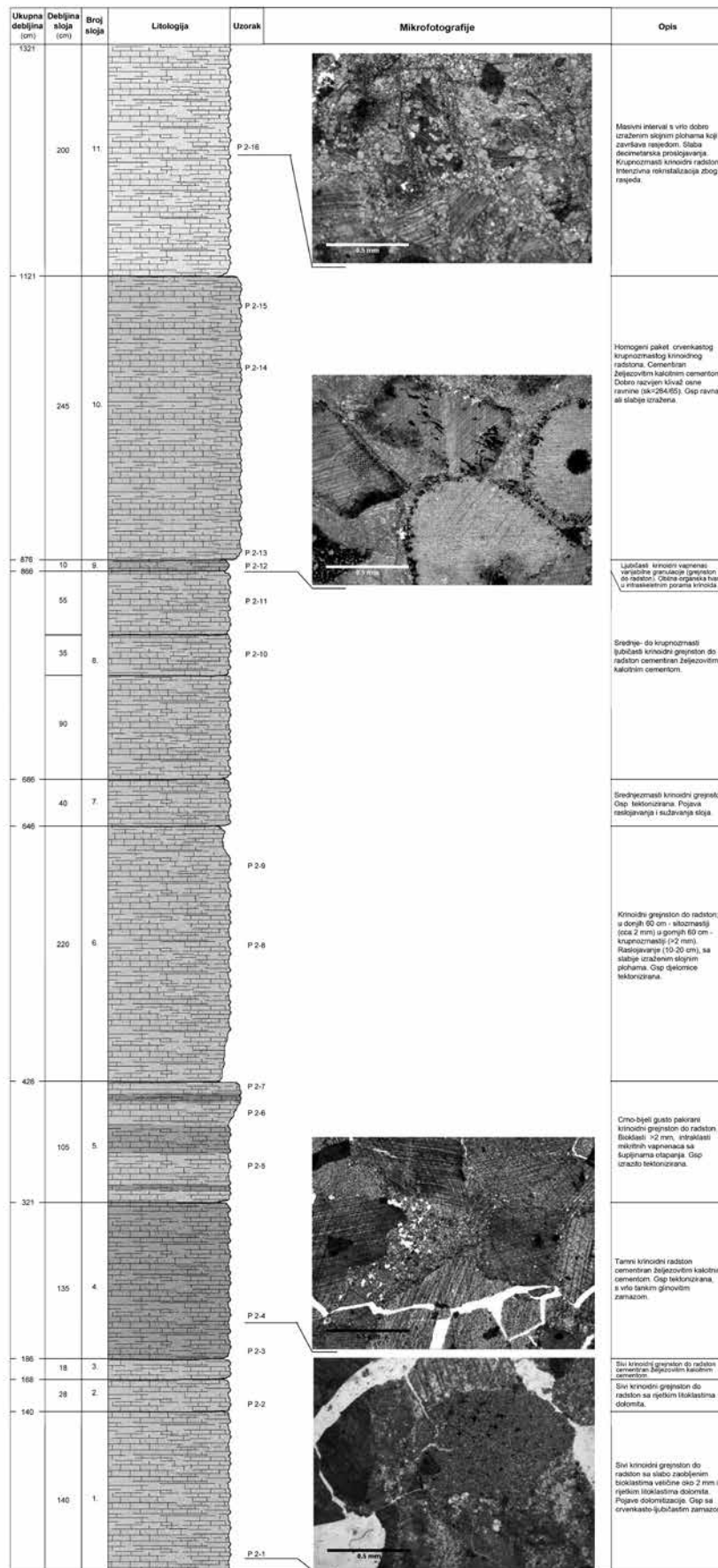


Slika 9.5. Krinoidni vapnenci (smeđe) s lećama i proslojcima dijagenetskih rožnjaka (bijelo).

Figure 9.5. Crinoidal limestones (brown) with lenses of diagenetic cherts (white).

prosječnom debljinom naslaga dolomita od 350–450 m. Unutar naslaga srednjeg trijasa u ležištu „*Veličanka II*” najvažnija su dva litološka člana: prevladavajući dolomit, kao glavna sirovina te uložak silita s pješčenjacima, kao jalovina u ležištu. Deluvijalni nanosi pojavljuju se u jarcima i padinama terena. Karakteristika ležišta je velika ustrmljenost terena, odnosno čitave dolomitne serije, u odnosu na dolinu potoka Veličanke, kao i prisutnost tektonski i strukturno ukliještene zone silita s pješčenjacima, koja dijeli ležište na dva dijela: sjeverni, koji pripada padinama Mališćaka i južni dio, koji pripada padinama Pliša. Uslojenost dolomita se kreće od bankovitih slojeva debljine oko 50 cm, do masivno uslojenih zona, gdje se više ne razlikuje uslojenost, a ističu se pukotine diskontinuiteta. Generalna orijentacija dolomita šireg područja je istok-zapad, dok je u ležištu vidljiva tendencija skretanja prema jugozapadu. Naslage su borane i tonu prema jugu. Uočeni su rasjedi smjera ZSZ-IJI i I-Z, koji daju osnovna obilježja „parketaste strukture”, ispresijecane mlađim rasjedima smjera JZ-SI, bez razlomljenih rasjednih zona. U okviru istraživanja za pripremu ove točke ekscurzije karbonatne naslage kamenoloma „*Veličanka II*” nisu detaljnije mikropetrografski analizirane.

U prethodno spomenutoj zoni starijih naslaga (C i PT), između dvaju zona srednjetrojaskih karbonatnih stijena – zone kamenoloma „*Veličanka II*” i vršnog karbonatnog kom-



Slika 9.6. Geološki stup „Papuk1“ (prema REPINC, 2011).
Figure 9.6. Geological column „Papuk1“ (after REPINC, 2011)

pleksa Papuka, prilikom hidrogeoloških istraživanja (KUHTA i dr., 2004; KUHTA i dr., 2006) izbušena je, te litološki i strukturno interpretirana, istražna bušotina BV-1 (Slika 9.3). Uzorci jezgre mikropetrografski su analizirani i interpretirani (MACEK, 2012). Izdvojeni su sljedeći litofacijesi (u zgradama su oznake uzoraka na Slici 9.3): bioklastični vapnenci (BV-06, BV-30), mikritni vapnenci s foraminiferama (BV-09), oosparitni vapnenci (BV-19, BV-20, BV-39, BV-59); mikrokristalasti dolomiti (BV-31, BV-42). U njima su uočeni dijagenetski procesi kompakcije i rekristalizacije (deformirani ooidi, gusto pakirane i rekristalizirane pločice krinoida), kao posljedica strukturnih deformacija. Dolomitizacija je, osim u litofacijesu mikrokristalastih dolomita, uočena i u jezgrama ooida u vapnencima oosparitnog litofacijesa.

Usponom cestom prema Jankovcu i preko vršnih dijelova Papuka, na karakterističnim lokalitetima gdje je otkriven najcjelovitiji profil naslaga karbonatnog kompleksa, utvrđeno je nekoliko, dominantno karbonatnih litofacijesa, koji izgrađuju navedeni kompleks (u zgradama su navedene točke opažanja na kojima su utvrđeni – usporediti sa Slikom 9.1):

- a) tektonizirani i rekristalizirani vapnenci mikritne osnove (T-3, T-4)
- b) bioklastični krinoidni vapnenci (T-2, T-5, T-6, T-7)
- c) krinoidni vapnenci u izmjeni s dijagenetskim rožnjacima (T-4a, T-9, T-10) – Slike 9.4 i 9.5
- d) dijagenetski rožnjaci (T-8)
- e) sitnokristalasti dolomiti i dolomitični vapnenci (T-1)
- f) crni sitnokristalasti dolomiti (T-13A, T-14)
- g) rekristalizirani dolomitični vapnenci i dedolomiti (T-11, T-12, T-13B, T-15, T-16)

Sljed determiniranih litofacijesa može se generalno odvojiti na dva područja:

1. Južni dio - točke na južnim obroncima Papuka uz cestu prema Velikoj i na samome vršnom dijelu Papuka, uz cestu prema vrhu Papuka (točke T-2 do T-10). Sadrže litofacijese od a) do d), odnosno dominiraju vapnenci s krinoidima i dijagenetski rožnjaci, s rijetkim i slabo uočljivim ostatcima radiolarija. Izdvojene naslage ovoga dijela karbonatnog kompleksa moguće pripadaju ladiničkom „*Wetterstein platform stage*” stadiju (prema BLEAHU i dr., 1994). U ovom području snimljeni su i karakteristični geološki stupovi karbonatnog kompleksa vršnog dijela Papuka: stup „*Papuk 1*” (krinoidni vapnenci; REPINC, 2011 – Slika 9.6) na točki T-2 (vidjeti na Slici 9.1) i stup „*Papuk 2*” (krinoidni vapnenci s rožnjacima; MACEK, 2012 – Slika 9.7) na Točki T-10 (vidjeti na Slici 9.1).

2. Sjeverni dio – točke od vršnog dijela Papuka uz cestu prema Jankovcu (točka T-1 i točke od T-11 do T-16). Sadrže mikrofacijese od e) do g) – dominiraju sitnokristalasti dolomiti, dolomitični vapnenci, rekristalizirani vapnenci i dedolomiti. Izdvojene naslage ovoga dijela karbonatnog kompleksa vjerojatno pripadaju kasnom donjeanizičkom do ranom srednjeanizičkom stadiju („*Upper Wellenkalk stage*”), koji prethodi formiranju intraplatformnog bazena u okviru megajedinice Tisije (prema BLEAHU i dr., 1994).

Predloženo izdvajanje dvaju područja (granicu između kojih je potrebno preciznije utvrditi, a nalazi se u području oko točke T-11) nije potpuno precizno paleontološki dokumentirano, odnosno u analiziranim uzorcima nisu pronađeni provodni fosili pomoću kojih bi se mogle napraviti precizne stratigrafske odredbe. Osim krinoida, u litofacijesima b) i c) utvrđeni su i ehinoidi, a u mikrofacijesima c) i d) slabo uočljivi ostatci radiolarija.

Na širem području Ivačke glave, vrha Papuka koji se nalazi na području između ponora Uviraljke i izvora potoka Veličanke (vidjeti na Slici 9.1), izdvojeno je i definirano pet srednjetrojaskih litofacijesa (MACEK, 2012): (1) Dolomitni litofacijesi; (2) Litofacijesi tamnosivih vapnenaca; (3) Litofacijesi krinoidnih vapnenaca; (4) Litofacijesi svijetlih rekristaliziranih vapnenaca i (5) Litofacijesi vapnenaca s rožnjacima. Izdvojeni litofacijesi mogu se dobro korelirati s prethodno opisanim litofacijesima na izdancima duže ceste prema Jankovcu. Litofacijesi (1) i (2) pripadaju stadiju s plitkovodnom karbonatnom sedimentacijom, a litofacijesi (3), (4) i (5) stadiju s dubljevodnom karbonatnom i silicijskom sedimentacijom na južnome rubu tektonostratigrafske megajedinice Tisije (prema BLEAHU i dr., 1994).

Trojaski karbonatni kompleks Papuka predstavlja jedinstveno područje krša u sjevernom dijelu Hrvatske (izvan područja Dinarskog krša). Na predjelima izgrađenim od dolomita, dolomitičnih vapnenaca, vapnenaca i dolomitno-vapnenačkih breča pojavljuju se brojne ponikve, stalni i povremeni ponori, špilje i jame (kao što je npr. špilja-ponor Uviraljka – Slika 9.8) te kratki površinski tokovi koji se gube u podzemlju, zbog čega se može reći da taj dio Papuka ima tipična krška obilježja. Temeljni uvjet za razvoj krša je prisutnost tektonski izlomljenih topljivih karbonatnih stijena te dovoljna količina vode iz padalina koja vrši funkciju geomorfološkog agensa. Upravo je sudjelovanje srednjetrojaskih karbonatnih stijena u geološkoj građi Papuka omogućilo razvoj krša. Geološka građa koja obuhvaća tektonski izlomljene karbonatne stijene izložene atmosferskim utjecajima umjerene klime (kao i najveći dio Hrvatske i ovo područje pripada klimi Cfb tj. umjerena topla vlažna klima s toplim ljetom) daje temeljne uvjete za razvoj krša (BOČIĆ, 2010). Topljivost i sekundarna poroznost trojaskih karbonata omogućila je podzemno krško otjecanje vode. Ostale stijene s kojima su karbonati u kontaktu imaju ulogu hidrogeološke barijere. Hidrogeološka istraživanja (STROJ i KUHTA, 2007) najveće zone karbonatnih stijena u vršnom dijelu Papuka dokazala su podzemno otjecanje s krškim značajkama te dobro razvijen krški vodonosnik s pukotinskom (sekundarnom), ali i kanalskom (tercijarnom) poroznošću. Papukom se pruže topografska razvodnica između porječja rijeka Drave i Save. Međutim, kako sam vršni dio Papuka ima značajke krške hidrografije, oborinske vode koje padnu na karbonatne stijene sjeverno od razvodnice (topografsko porječje Drave) djelomično teku podzemno prema izvorima s južne strane koji pripadaju porječju Save. Krški vodonosnici u vršnom dijelu Papuka gotovo se isključivo prihranjuju procjeđivanjem oborinskih voda (tzv. autogeni *input* u krški sustav) dok je prihranjivanje ponornicama sa susjednih

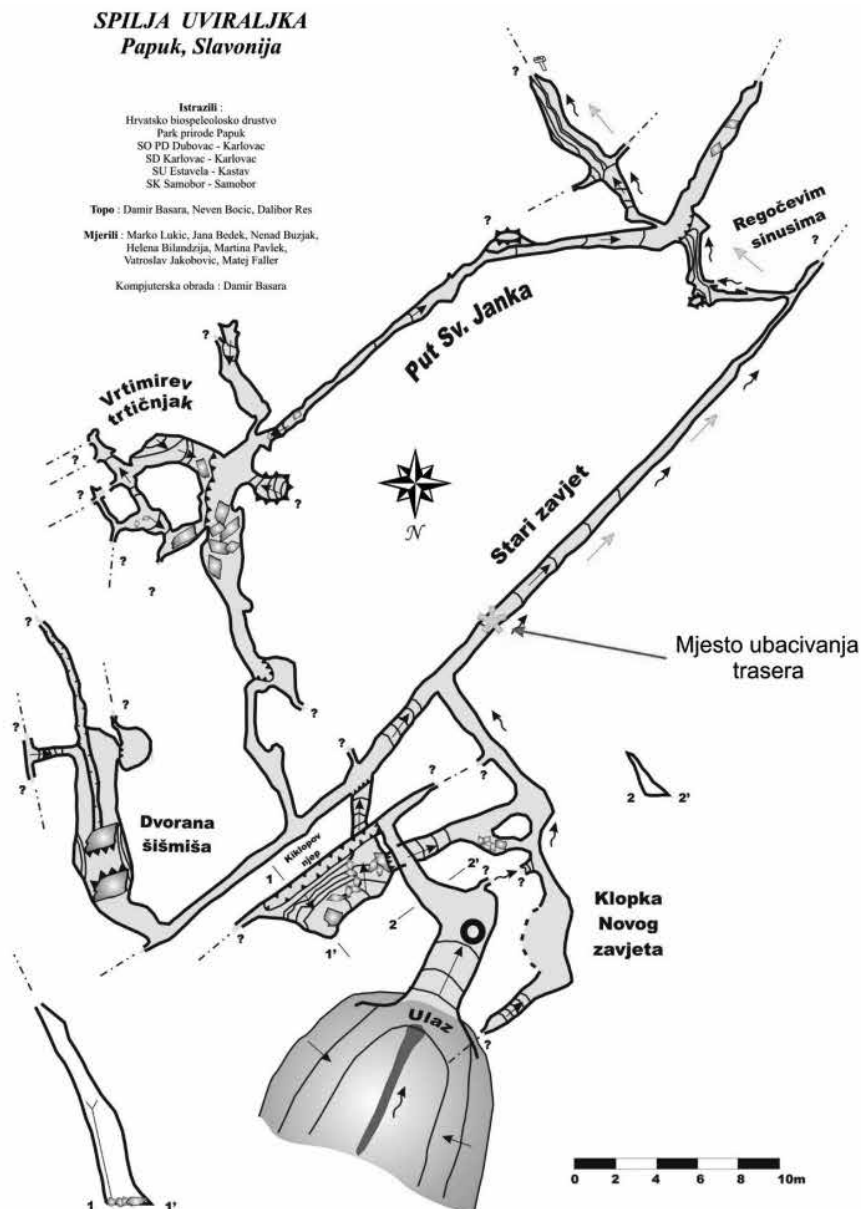
nepropusnih područja (tzv. alogeni *input* u krški sustav) rijetko. Najpoznatiji je primjer spomenute špilje Uvraljke koja ima funkciju ponora površinskih voda koje se prikupljaju na nepropusnom području izgrađenom od paleozojskih migma-

tita. Na kontaktima karbonatnih (propusnih) i drugih (nepropusnih) stijena javljaju se izvori (tzv. *output* iz krškog sustava) od kojih su među važnijima: Jankovac, te izvori Kovačice, Rađetine, Dubočanke i Veličanke.

Ukupna debljina (cm)	Debljina sloja (cm)	Broj sloja	Litologija	Uzorak	Mikrofotografije	Opis
575	30	8.		P 10-9		Tamnosivi gusto pakirani krinoidni pektstoni s nodulama rožnjaka.
545	95	7.		P 10-8		Laminirani krinoidni vapnenci, gusto proslojen s rožnjacima. Sadrži litoklaste.
450			P 10-7			
360	90	6.		P 10-6a		Rekristalizirani krinoidni vapnenci u izmjeni s proslojcima dijagenetskih rožnjaka.
255	45	4.		P 10-6		Laminirani krinoidni vapnenci s raslojavanjem 10-15 cm. Proslojavanje rožnjaka debljine 1-2 cm i krinoidnih pektstona debljine 3-5 cm.
210			P 10-5		Slabije rekristalizirani krinoidni vapnenci sa slabije izraženom silicifikacijom.	
170	40	3.		P 10-4		U donjem dijelu laminirani, a pri vrhu sloja jako rekristalizirani krinoidni vapnenac u izmjeni s proslojcima dijagenetskih rožnjaka.
65	65	1.		P 10-3		Rekristalizirani krinoidni vapnenci bez rožnjaka. Raslojavanje po desetak centimetara debljine. Slabo vidljiva laminacija.
			P 10-2		Paket jako rekristaliziranih žućkasto-bijelih vapnenaca u izmjeni s proslojcima dijagenetskih rožnjaka.	
				P 10-1		

Slika 9.7. Geološki stup „Papuk2” – krinoidni vapnenci s rožnjacima (prema MACEK, 2012).

Figure 9.7. Geological column „Papuk2” – crinoidal limestones and cherts (after MACEK, 2012).



Slika 9.8. Topografska snimka špilje-ponora Uviraljke (snimili: D. Basara, N. Bočić i D. Reš) s oznakama hidrogeološkog trasiranja (preuzeto iz KUHTA i dr., 2006).

Figure 9.8. Cave survey of cave-ponor Uviraljka (drawing by: D. Basara, N. Bočić & D. Reš) with marked points of hydrogeological tracer input (taken from: KUHTA et al., 2006)

LITERATURA

- BLEAHU, M., HAAS, J., KOVACS, S., CSABA, P., MANTEA, G., BORDEA, S., BERCZI-MAKK, A., STEFANESCU, M. ŠIKIĆ, K., KONRAD, G., ELEMER, N., RALISCH-FELGENHAUER, E. & TÖRÖK, A. (1994): Triassic facies types, evolution and paleogeographic relations of the Tisza Megaunit.– Acta Geol. Hungarica, Vol. 37/3–4, 187–234.
- BOČIĆ, N. (2010): Geomorfologija krša Papuka – kap krša u srcu Slavonije; <http://www.geografija.hr/hrvatska/geomorfologija-krsa-papuka-kap-krsa-u-srcu-slavonije/>
- BRKIĆ, M. (1986): Termalno vrelo Velika.– Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- BRKIĆ, M. & JAMIČIĆ, D. (1976): Izvještaj o geološkom kartiranju za Osnovnu geološku kartu SFRJ na listu Orahovica – 106 od 1971.–1935. god.– Geol. vjesnik, 29, 417–427, Zagreb.
- BRKIĆ, Ž. i MRAZ, V. (1996): Prethodna hidrogeološka studija vodoop-skrbnog sustava Požege.– Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- DEBEBE, A., RAZBUŠEK, A. & MIKOLIĆ, Z. (2013): Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Pliš-Mališćak” – ležište „Veličanka II” – peta obnova.– Fond dokum. „Velički kamen” d.o.o. Velika.
- KRKALO, E. (1982): Elaborat o rezervama dolomita ležišta „Veličanka II” u istražnom prostoru „Pliš-Mališćak”.– Fond dokum. „Kamen-Ingrad” d.d. Požega.
- JAMIČIĆ, D. (1976): Structural fabric of the metamorphosed rocks of Mt. Krndija and the eastern part of Mt. Papuk.– Bull. Sci. Cons. Acad. RSE Jugoslav., 21, 2–3, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1979): Prilog poznavanju tektonskih odnosa Papuka i Krndije.– Znan. savjet za naftu JAZU, IV. god. znan. skup sekcije za primj. geol. geofiz. i geokem. Zbornik radova, A, 7, 199–206, Stub. Toplice.

- JAMIČIĆ, D. (1980): Dvostruko boranje u jednom dijelu metamorfnih stijena Papuka i Krndije.– Geol. vjesnik, 31, 355–358, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– Geol. vjesnik, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta 1:100.000, List Orahovica, L33-96.– Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta 1:100.000, List Orahovica, Tumač za List Orahovica L33-96.– Geološki zavod Zagreb (1986), 72 str., Savezni geološki zavod Beograd.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija). Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko – geološko – naftni fakultet, Zagreb, 152 str.
- JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta 1:100.000, List Daruvar, L33–95, Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.
- KUHITA, M. & BRKIĆ, Ž. (2003): Hidrogeološka i hidrološka istraživanja na području Park šume Jankovac u Parku prirode Papuk. Park prirode Papuk, Velika.
- KUHITA, M., MARKOVIĆ, T., LARVA, O. & STROJ, A. (2004): Istraživanja karbonatnih vodonosnika Papuka na širem prostoru izvorišta Veličanka radi zahvaćanja pitke vode za javnu vodoopskrbu – hidrogeološka istraživanja.– Izvj. I. faze istr. HGI, br 80/04, Zagreb.
- KUHITA, M., STROJ, A., FRANGEN, T., KOLARIĆ, J. & MARKOVIĆ, T. (2006): Izveštje o vodoistražnim radovima na Papuku u 2006. godini.– HGI, br. 123/06, Zagreb.
- MACEK, K. (2012): Litofacijesi srednjega trijasa Ivačke glave na Papuku i njihov utjecaj na vodonosnik.– Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko–geološko–naftni fakultet, Zagreb, 69 str.
- MANJARIĆ, M. (2011): Litostratigrafski odnosi u izvorišnom dijelu rijeke Toplice na zapadnom Papuku.– Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Geološki odsjek, Zagreb.
- MIKOLIĆ, Z. (1999): Geološka građa južnog dijela Papuka sjeverno od Velike.– Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko–geološko–naftni fakultet, Zagreb.
- PAVLIĆ, B. (2009): Hidrogeološke značajke donjeg toka Dubočanke. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko–geološko–naftni fakultet, Zagreb, 41 str.
- REPINC, I. (2011): Petrološke osobitosti krinoidnih vapnenaca Papuka. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko–geološko–naftni fakultet, Zagreb, 30 str.
- STROJ, A. & KUHTA M. (2007): Hydrogeological explorations of Mt. Papuk karst aquifer, NE Croatia. *15th International Karstological school "Classical Karst" – Management of transboundary karst aquifers, Postojna, Slovenia, 18.–22. 06. 2007.*, Karst Research Institute ZRC SAZU, Zbornik kratkih znanstvenih radova, CD, Postojna, 4 str.
- ŠIKIĆ, K., BRKIĆ, M., ŠIMUNIĆ, A. & GRIMANI, M. (1975): Mezozojske naslage Papučkog gorja.– Radovi Znan. savj. za naftu JAZU, Sekc. geol. geof. geokem., 5, 87–96, Zagreb.
- ŠIKIĆ, K. & BRKIĆ, M. (1975): Donji trijas u Papuku i Krndiji.– Geol. vjesnik, 28, 133–141, Zagreb.
- ŠIKIĆ, K. (1981): Facijesi mezozoika Papučkog gorja.– Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu.– Postdiplomski studij prirodnih znanosti, Zagreb, 81 str.

Točka 10 – Stop 10

Jankovac – “400 milijuna godina u 400 metara” Jankovac – “400 Ma in 400 meters”

Dražen Balen¹, Goran Radonić² & Goran Pavić²

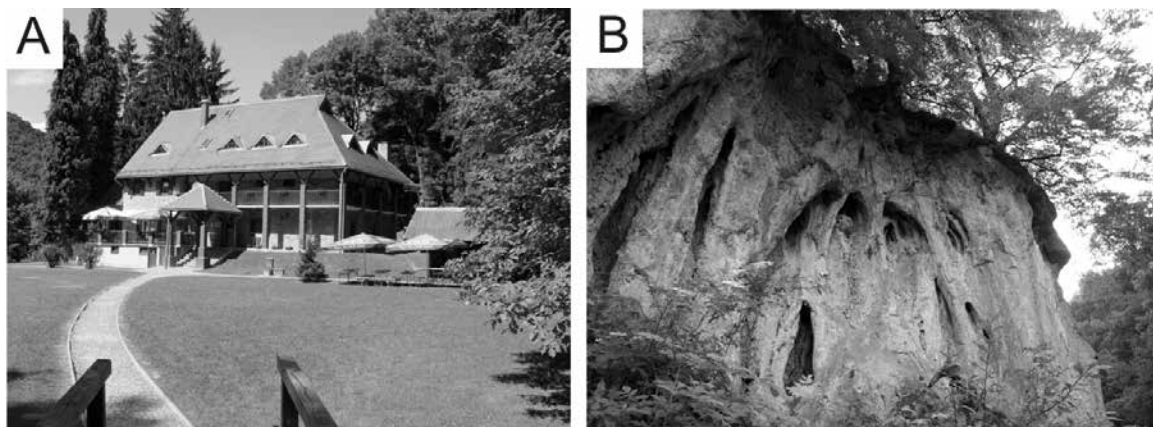
¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

²Park prirode Papuk, Stjepana Radića 46, 33 522 Velika

Ključne riječi: gnajs, migmatit, konglomerat, pješčenjaci, karbonati, sedra, permotrijas, trijas, Papuk, Slavonske planine, Tisija
Key words: gneiss, migmatite, conglomerate, sandstone, carbonate rocks, tufa, Permo-Triassic, Triassic, Papuk Mt., Slavonian Mts., Tisia Mega-unit

Abstract

For the small picturesque valley of Jankovac creek, from its spring up to footwall of Skakavac waterfall (which enters the Kovačica creek), a popular expression among geologists says that 400 million years of geological past can be found outcropping along a merely 400-meter long profile. Indeed, several different lithologies can be found in that narrow area: migmatite (also described as porphyroblastic gneiss); Permo-Triassic layered conglomerate to coarse-grained sandstone; quartz sandstone that belongs to upper parts of Permo-Triassic; Early Triassic brown sandstone and greenish silts, their age is determined on the basis of paleontological findings of fossil bivalve shells; Anisian age dolomites and dolomitic limestones near the Jankovac spring; youngest sedimentary rock of Jankovac area, tufa produced during the past 6000 years, forms a 30 m high and 100 m wide tufa barrier. In the surrounding area, numerous springs formed along the contact between carbonate and less permeable footwall rocks.



Slika 10.1. A Planinarski dom Jankovac (475 mnm). B Sedrena barijera kod slapa Skakavac.
Figure 10.1. A Mountain hut Jankovac (475 m asl). B Tufa barrier at the Skakavac waterfall.

Jankovac je poznato i vrlo popularno izletišta na Papuku poznato po slapu Skakavac (Slika 10.1), ali također i ključni geološki lokalitet za razmatranje evolucije Slavonских planina i geologije Papuka. Među geolozima je popularna uzrečica koja kaže da na Jankovcu 400 milijuna godina geološke evolucije izdanjuje u svega 400 metara profila (Slika 10.2).

Najmlađe stijene na lokalitetu su sedre koje “rastu” i danas, a izuzetno su atraktivno prikazane na kružnoj poučnoj stazi nazvanoj „Grofova staza” (Slika 10.3) prema grofu Josipu Jankoviću. Staza prolazi ispod 30 m visokog slapa Skakavac koji se prelijeva preko sedrene barijere. U okolici su brojni izvori na kontaktu između mezozojskih karbonata i manje propusnih klastičnih stijena, a ponajljepši među njima je izvor potoka Jankovac. Potok Jankovac, čiji kratak put od izvora prolazi kroz dva jezera i pitoresknu udolinu ispred planinarskog doma pa sve do strmog pada niz mladu sedrenu barijeru u potok Kovačicu, gdje se raspršuje na migmatitima, predstavlja put kroz cjelokupnu geologiju Jankovca. Na tom kratkom putu može se vidjeti šest različitih litoloških članova (JAMIČIĆ, 1988; 2003):

Najstarije stijene Jankovca su **migmatiti** (Mi), u literaturi još opisani kao porfiroblastični muskovit-biotitni gnajsevi. U mineralnom sastavu prevladavaju K-feldspati (mikroklin) no također su prisutna nekoliko cm velika zrna plagioklasa u okastoj teksturi stijene, gdje su u prosjeku oko 3 cm velika bijela „oka” feldspata obavijena biotitom. Stijena se odlikuje dobro definiranom škriljavosti markiranom laminama i lećama kvarca i feldspata paralelnih folijaciji, te granolepidoblastičnom strukturom. Pored K-feldspata, kvarca, plagioklasa i biotita, podređeno se javljaju muskovit i akcesorni minerali. Starost stijene vezuje se za stariji paleozoik, a geološka pripadnost uz Papučki metamorfni kompleks.

Geološki profil kroz permotrijaske naslage i naslage donjeg trijasa jedna su od osnovnih značajki ovog lokaliteta bitnih za razumijevanje nastanka i evolucije mezozojskih sedimentata Papuka. Ovaj segment perma i trijasa karakterizira specifične uvjete sedimentacije u sjevernim dijelovima Slavonских planina. Na lokalitetu Jankovac može se naći kontinu-

irani prijelaz permotrijaskih naslaga u fosilima dokazani donji trijas. Paket počinje krupnije znatim klastitima (konglomerati, pješčenjaci), a nastavlja se kvarcnim pješčenjacima predstavljenim subarkozama sa sericitnim vezivom. Donjotrijaske naslage u području Jankovca predstavljene su pješčenjacima, šejlovima i silititima. Svi sedimenti su uglavnom slabo uskriljeni, što je posljedica mladih tektonskih zbivanja. Na plohama slojevitosti često se nalaze otisci školjkaša na temelju kojih je određena donjotrijaska starost (ŠIKIĆ & BRKIĆ, 1975).

Uslojeni **konglomerati** do krupnozrnati **pješčenjaci** su permotrijaske starosti (¹PT), transgresivni su na migmatite i sadrže valutice starijih stijena i kvarca (velike i do 5 cm u promjeru).

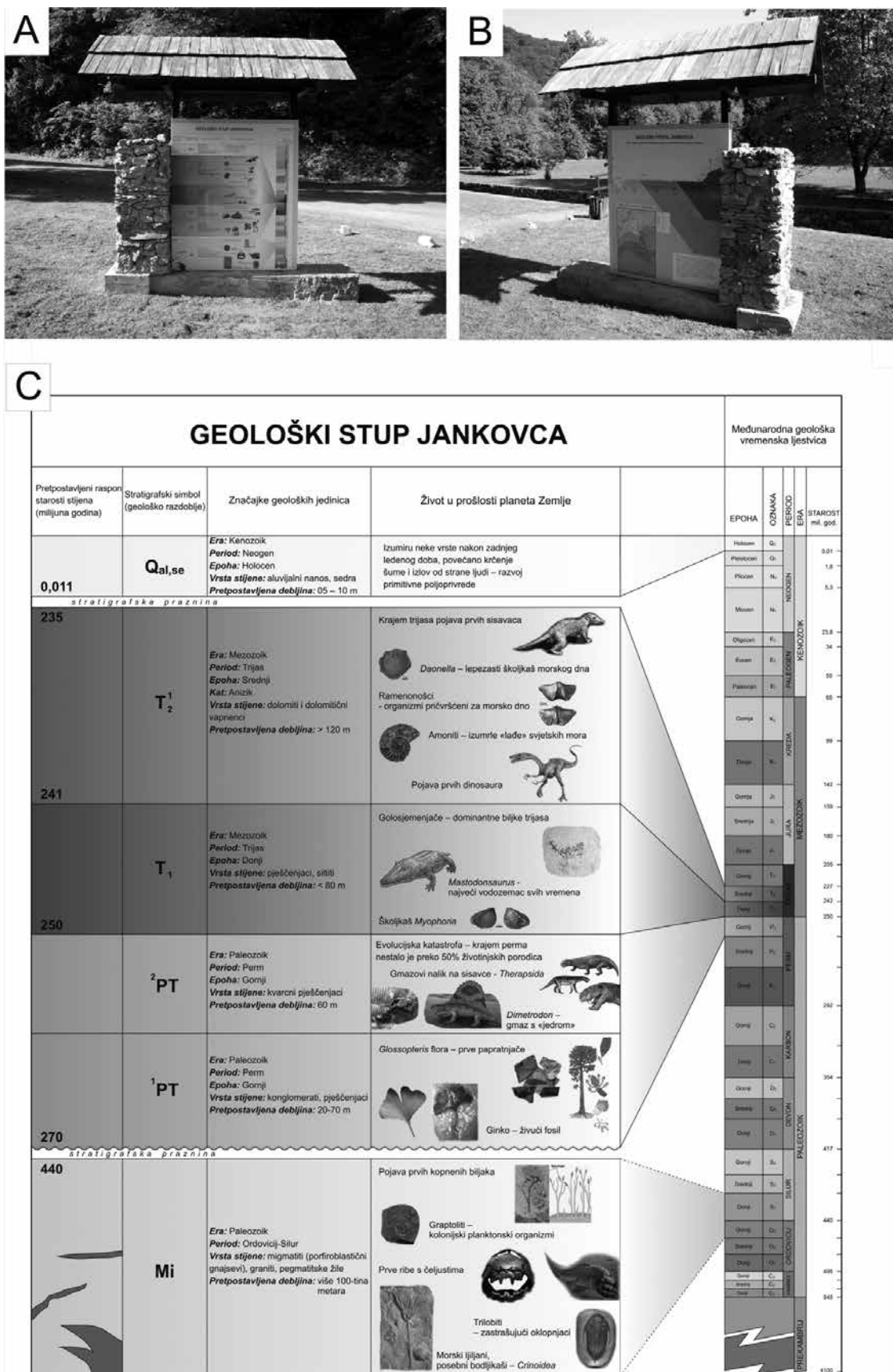
Kvarcni pješčenjak (²PT) pripada gornjim dijelovima permotrijasa, sadrži kvarc, litične fragmente, podređeno muskovit, feldspate i biotit vezane sericitnim matriksom.

Donjotrijaski (T₁) smeđi **pješčenjaci** i zelenkasti **silititi** sadrže fosile *Myophoria laevigata*, *Myophoria costata*, *Anodontophora (Myacites) fassaensis* i *Gervilleia sp* koji su poslužili kao temelj za utvrđivanje starosti.

Dolomiti i dolomitični **vapnenci** kod izvora potoka Jankovac su anizičke starosti (T₂¹). Stijene su sive boje, krupnog zrna, tektonizirane i s vidljivim tragovima okršavanja. Razvijeni su i tipični krški fenomeni poput spilja, jama i ponora. Dolomiti su krupnokristalaste građe, a u baznim dijelovima stupa su izluženi i šupljikavi. Javljaju se i vapnenodolomitne breče. Izvori se javljaju na kontaktu propusnih karbonata i manje propusnih klastičnih stijena.

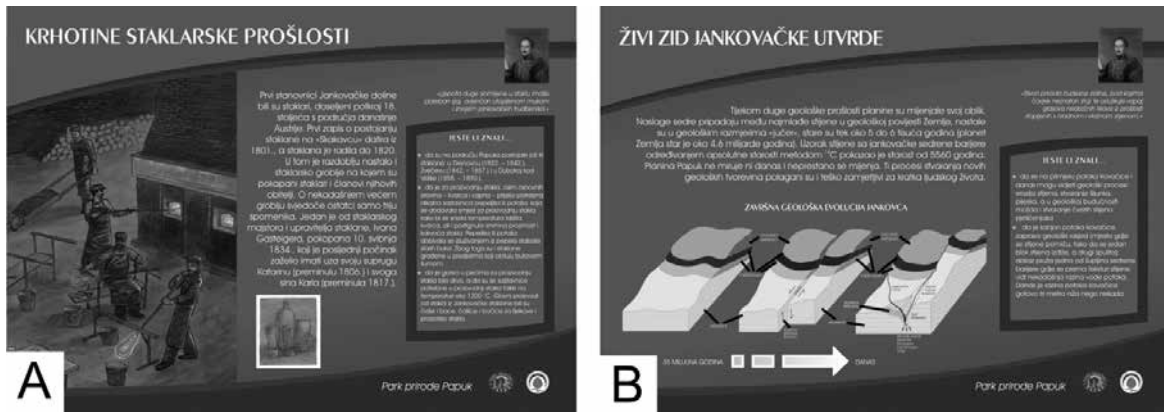
Najmlađe stijene Jankovca su sedre. Tijekom posljednjih 6000 godina (prema rezultatima ¹⁴C analiza) formirana je 30 m visoka i 100 m široka **sedrena barijera**. Uslijed mlade kvartarne tektonike položaj barijere odnosno položaj slapa Skakavac kontinuirano se pomiče.

Dotadne informacije o geologiji područja osim na tablama poučne “Grofove staze” i Rupkove geološke škole mogu se dobiti i u novom informacijskom centru PP Papuk odnosno Geoparka Papuk (Slika 10.4.).



Slika 10.2. A i B Zidani geološki stup s dvostranom informativnom tablom prikazuje geološke odnose na samom lokalitetu Jankovac, ali i u Slavenskim planinama općenito. C Detalj table s geološkom vremenskom skalom prikazanom na popularan način.

Figure 10.2. A & B 3D geological column with two-sided info-table shows geological relations at Jankovac geosite and also in the wider area of Mt. Papuk. C Detail view of info-table with a simplified geological time-scale adapted for popular public presentation.



Slika 10.3. Informativne table uz poučnu „Grofovu stazu“ u Park-šumi Jankovac. A Krhotine staklarske prošlosti. B Živi zid Jankovačke utvrde.
Figure 10.3. Educational panels on the „Grofova staza“ (Count’s Trail) in the Park forest Jankovac. A Shreds of the glazing past. B The “living wall” of the Jankovac fortress.



Slika 10.4. Novi geo-info centar PP Papuk podignut u dolini Jankovca već je zaslužio nadimak „Crna kuća“.
Figure 10.4. The “Black house”, a new nickname for geo-info center at Jankovac valley.

LITERATURA

JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop Slavonjskih planina (sjeverni Psnj, Papuk, Krndija).– Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
 JAMIČIĆ, D. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ. List Daruvar 1:100.000 L 33-95.– Geološki zavod Zagreb (1974-1982), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
 JAMIČIĆ, D. (2003): Osnovne geološke značajke Slavonjskih planina.– Priroda, 6–7, 20–27, Zagreb.

JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33-96.– Geološki zavod Zagreb (1971-1986), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
 JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33-96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
 ŠIKIĆ, K. & BRKIĆ, M. (1975): The Lower Triassic of the Papuk and Krndija Mt. (Northern Croatia).– Geološki vjesnik, 28, 133–141, Zagreb.

Točka 11 – Stop 11

Vrlo niski do niski stupanj metamorfizma Radlovačkog kompleksa, Papuk Very low- to low-grade metamorphism of Radlovac Complex, Mt. Papuk

Dražen Balen¹, Nenad Sabljak² & Darko Tibljaš¹

¹ Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb

² Radlovac d.d., Orahovica

Ključne riječi: slejt, filit, metadijabaz, metabazalt, Tisica, Radlovački kompleks, Papuk, Slavonske planine
Key words: slate, phyllite, metadiabase, metabasalt, Tisica, Radlovac complex, Papuk Mt., Slavonian Mts.

Abstract

The outcrops of the Radlovac metamorphic complex (also known as the Radlovac formation) can be found in a broad region of the Papuk and Psunj Mts. On the way of our excursion first outcrops are in the Tisica quarry and along the road Velika – Slatinski Drenovac just a km north from Velika. Type locality is on the northern side of Mt. Papuk along the Radlovačka Rijeka valley, with interesting localities at Hercegovac and Žervanjska. Very low grade (VLG) metamorphic rocks are mostly slates and schistose meta-sandstones with subordinate phyllites, quartzites and schistose metaconglomerates. The complex is intruded by smaller bodies of metadiabase and ophitic metagabbro. Metamorphism reaches temperature range from the upper anchizone (approx. 250 °C) to the low temperature part of epizone (300 °C) and pressures 2-3 kbars.

Uvod

Izdanci Radlovačkog metamorfnog kompleksa pojavljuju se na Psunju i Papuku. Uz trasu naše ekskurzije prvi izdanci nalaze se oko kilometar sjevernije od Velike te u obližnjem kamenolomu Tisica. Tipični lokalitet nalazi se sa sjeverne strane Papuka u dolini Radlovačke rijeke gdje su najzanimljivija stajališta u Hercegovcu i Žervanjskoj. U području Radlovačke rijeke nalazi se desetak što aktivnih što napuštenih kamenoloma u metadijabazima. Od stijena niskog stupnja

metamorfizma dominiraju slejtovi i škriljavi metapješčenjaci te filiti, kvarciti i metakonglomerati. Niskometamorfnii kompleks probijaju tijela metadijabaza i ofitskih metagabra.

Na lokalitetu Hercegovac poduzeće Radlovac d.d., na temelju dostupnih geoloških uzoraka i idejnom projektu D. Jamičića sagradilo je geološki zid koji svojim sadržajem predstavlja zbirku najvažnijih stijena šire okolice Radlovca i Orahovice. Značajni sadržaj zida posvećen je stijenskoj masi koju eksploatira poduzeće Radlovac d.d. s lokaliteta na području potoka Radlovac, Pištanske rijeke, Kaptolačkog i Hercegovčkog



Slika 11.1. Geološki zid (Hercegovac) sa tipičnim stijenama Radlovačkog kompleksa i okolice izgradilo je poduzeće Radlovac d.d. kao ogledni primjer geoloških odnosa prema D. Jamičić.

Figure 11.1. Geological "wall" (column) at Hercegovac locality with representative rocks of Radlovac complex and surroundings is built by Radlovac d.d. illustrate geology of area after D. Jamičić.



Slika 11.2. Kamenolom Tisica (Velika).

Figure 11.2. Tisica quarry near Velika.

potoka te kamenoloma Vetovo iz kojeg su dovezeni komadi stijena, uglavnom amfibolita. Zbog samih karakteristika zida, njegove visine i dužine, za potrebe njegove izgradnje prikupljene su uglavnom čvrste stijene. U zidu su prisutni samo glavni varijeteti stijena, starijeg i mlađeg paleozoika, donjeg i srednjeg trijasa te dijela tercijara (baden) do kojih se moglo doći lokalnom prometnicom i kamionom. U centralnom dijelu zida je stiliziranom oznakom prikazana lokacija stijena u kojima je nađena flora (srednji karbon; BRKIĆ et al., 1974) na temelju koje je definirana starost jednog dijela Slavonkih planina (<http://www.radlovac.hr/drustveno.html#zid>).

Terenski odnosi pokazuju da je niskometamorfni kompleks u diskordantnom kontaktu s kristalinom podlogom (JAMIČIĆ, 1983; 1988; JAMIČIĆ & BRKIĆ, 1987; JAMIČIĆ et al., 1987). Što se određivanja starosti tiče malo je pouzdanih podataka koji su mogli doprinjeti rješavanju položaja Radlovačkog kompleksa. Do prije nekoliko godina bilo je poznato da kompleks sadrži karbonsku mikrofloru (BRKIĆ et al., 1974), a JERINIĆ et al. (1994) temeljem palinoloških podataka predlažu mlađe silursku do starije karbonsku (?) starost sedimentacije protolita. K-Ar određivanja na monomineralnim koncentratima izdvojenim iz ofitskih metagabra koji su probili kompleks dali su širok raspon starosti od 416–318 Ma (PAMIĆ & JAMIČIĆ, 1986; PAMIĆ et al., 1988; PAMIĆ & LANPHERE, 1991). Znatno pouzdanije rezultate daju BIŠEVAC et al. (2013) određujući na detritnim monacitnim zrnima porijeklom iz felsičnih magmatskih stijena (granita, migmatita i gnajseva) variscijske starosti protolita (330 ± 10 Ma). Kao najvjerojatiji izvor materijala ističe se lokalni doprinos i to iz Papučkog kompleksa, no autori ne odbacuju u potpunosti utjecaj obližnjeg Psunjskog kompleksa kao ni mogućnost doprinosa materijala iz danas nepoznatog lokalnog izvora. Same niskometamorfne stijene

datirane su pomoću K-Ar metode na separacijama autigenih illita-bijelih tinjaca dimenzija manjih od $2 \mu\text{m}$ koje ukazuju na gornjekredne starosti ($\sim 100\text{--}80$ Ma) – BIŠEVAC et al. (2010).

Radlovački kompleks izgrađuju uglavnom slejtovi i škriljavi metapješčenjaci uz koje dolaze filiti, kvarciti i škriljavi metakonglomerati. Niskometamorfni kompleks probijaju manja tijela metadijabaza i metagabra debljine do 100 m. Slejtovi su sive, zelene do ljubičaste ili crvene boje s jasno izraženom folijacijom i/ili klivažem. Mineralni sastav niskometamorfnih slejtova obuhvaća kvarc, bijeli tinjac (uglavnom illit) s kloritom i albitom uz opake minerale, cirkon i hematit. Filiti imaju vrlo sličan sastav a ističu se modalnom uslojenošću i kink-borama. Metapsamiti su predstavljeni sivim do zelenim metagrauvakama s izraženom folijacijom. Metakonglomerati sadrže dobro zaobljene valutice kvarca te granita i škriljavaca. Metadijabazi do metagabri pokazuju tipičnu ofitsku strukturu s dimenzijama zrna do 3 mm (metadijabaz) odnosno do 10 mm (ofitski metagabro). Pored relikata magmatskih klinopiroksena i plagioklasa sadrže alteracijske produkte poput fino-zrnatog agregata muskovita i klinkozoisita s uralitom, kloritom i epidotom.

Termalne promjene uočene pomoću metoda illitnog (IC) i kloritnog (ChC) „kristaliniteta” (Küblerovog i Árkaijevog indeksa) u skladu su s rezultatima mjerenja vitritnitne refleksije. Metamorfizam se odvijao na temperaturama u rasponu od gornje anhizone ($\sim 250^\circ\text{C}$) do nižetemperaturnog dijela epizone (300°C) i tlakovima od 2–3 kbara tj. uvjetima vrlo niskog do niskog stupnja (BIŠEVAC et al., 2009). Tim uvjetima odgovara i pojava pirofilita i paragonita kao i vrijednosti b_0 na separacijama bijelog tinjca.

Spomenuti kredni metamorfizam ostavio je svoj trag na svim litologijama Slavonkih planina koje sadrže odgovarajuće

minerale (autigeni “bijeli tinjac”, monacit, ksenotim) pogodne za zabilježiti promjene unutar vrlo niskog do niskog stupnja metamorfizma te je višestruko dokazan u gore spomenitim radovima kao i u radovima npr. BALEN et al. (2013a, b), BALEN (2014).

LITERATURA

- BALEN, D. (2014): Microstructural, geothermobarometric and geochronological constraints on the complex Alpine collisional history recorded on the low-grade “Psunj Complex” metamorphic rocks of the Slavonian Mts. (Croatia).– European Geosciences Union General Assembly 2014 Vienna, 6122.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & STARIJAS, B. (2013a): Phase equilibrium, geothermobarometric and xenotime age dating constraints on the Alpine metamorphism recorded in chloritoid schists from the southern part of the Tisia Mega-Unit (Slavonian Mts., NE Croatia).– Int. J. Earth. Sci., 102, 1091–1109.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & KONEČNÝ, P. (2013b): A distinct tectono-metamorphic evolution at the southern edge of Tisia Mega-Unit revealed by monazite and xenotime age dating. Goldschmidt Abstracts 2013.– Mineralogical Magazine, 77(5), 647.
- BIŠEVAC, V., BALEN, D., TIBLJAŠ, D. & ŠPANIĆ, D. (2009): Preliminary results on degree of thermal alteration recorded on the eastern part of Mt. Papuk, Slavonia, Croatia.– Geol. Croat., 62/1, 63–72.
- BIŠEVAC V., BALOGH K., BALEN D. & TIBLJAŠ D. (2010): Alpine (Cretaceous) very low- to low-grade metamorphism recorded on the illite-muscovite-rich fraction of metasediments from South Tisia (eastern Mt Papuk, Croatia).– Geologica Carpathica, 61, 6, 469–481.
- BIŠEVAC, V., KRENN, E., FINGER, F., LUŽAR-OBERTER, B. & BALEN, D. (2013): Provenance of Palaeozoic very low- to low-grade metasedimentary rocks of south Tisia (Slavonian Mountains, Radlovac complex, Croatia).– Geologica Carpathica, 64, 3–22.
- BRKIĆ, M., JAMIČIĆ, D. & PANTIĆ, N. (1974): Karbonske naslage u Papuku (sjeveroistočna Hrvatska).– Geološki vjesnik, 27, 53–58, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– Geološki vjesnik, 36, 51–72, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija).– Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33-96.– Geološki zavod Zagreb (1971-1986), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33-96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JERINIĆ, G., PAMIĆ, J., SREMAC, J. & ŠPANIĆ, D. (1994): First palinological and organic-petrographic data on very low and low-grade metamorphic rocks in Slavonian Mt. (north Croatia).– Geol. Croat., 47, 149–155.
- PAMIĆ, J. & JAMIČIĆ, D. (1986): Metabasic intrusive rocks from the Paleozoic Radlovac complex of Mt. Papuk in Slavonija (northern Croatia).– Rad JAZU, 424, 97–125, Zagreb.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– Geologija, 34, 81–253, Ljubljana.
- PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & MCKEE, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in the southern part of the Pannonian Basin, Yugoslavia.– Acta Geol., 18, 13–39, Zagreb.

Točka 12 – Stop 12

Vetovo dio Gondwane na Papuku Vetovo part of Gondwana land at Mt. Papuk

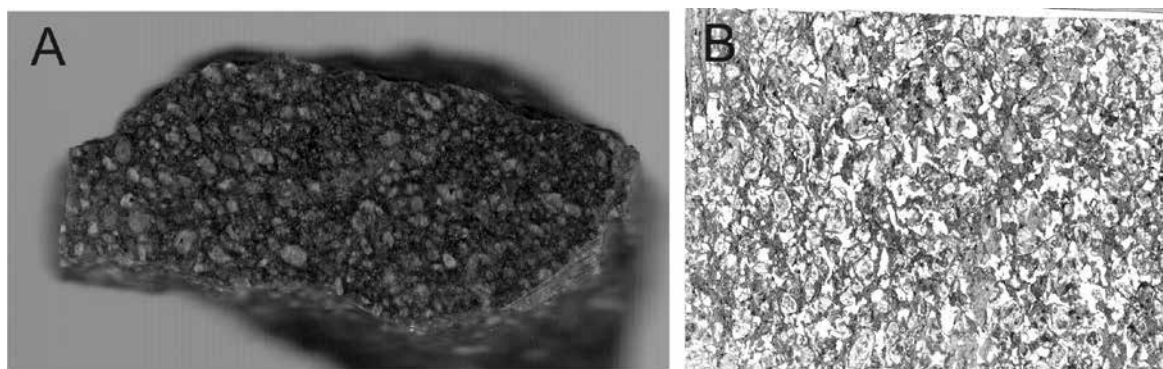
Dražen Balen¹ & Zorica Petrincec¹

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

Ključne riječi: amfibolit, metagabro, gnajs, paleozoik, Vetovo, Papuk, Psunjski kompleks, Slavonske planine, Gondwana
Key words: amphibolite, metagabbro, gneiss, Paleozoic, Vetovo, Papuk Mt., Psunj complex, Slavonian Mts., Gondwana

Abstract

The orthogneiss (metadiorite) from the oldest metamorphic complex at Mt. Papuk (Tisia Mega-Unit, Croatia) is a relatively rare crystalline exposure that enables quantification of P-T evolution of Early Paleozoic rocks of Pannonian Basin basement since details of these events in the neighboring Peri-Gondwanan terrains are significantly overprinted by pre-Variscan, Variscan and Alpine events. Age dating on monazite grains yielded average ages of 528±7 Ma and 465±7 Ma for two dominant monazite-(Ce) population, each characteristic for prograde and retrograde evolution, respectively. The peak P-T conditions of 13 kbar and 670 °C was followed by uplift to a mid-crustal level. The inferred clockwise P-T path implying fast exhumation from tectonically thickened crustal setting (from ca. 45 km depth) to mid-crustal level (ca. 18 km) followed by cooling at depth of ca. 14 km and calculated metamorphic geothermal gradient of ~15 °C /km points to crustal thickening i.e. collisional environment and/or docking of a continental plate (Gondwana) and another underthrust smaller (micro)plate.



Slika 12.1. A Nabrusak ortognajsa (metadiorit) sa slabo izraženom folijacijom. **B** granoblastična struktura kod ortognajsa Vetova.

Figure 12.1. A A polished slab of orthogneiss (metadiorite) with weak foliation. **B** granoblastic texture of Vetovo orthogneiss.

Uvod

Utvrđivanje neoproterozojskih šavova i poznavanje njihove rane povijesti ključno je za razumijevanje nastanka i evolucije Gondwane i kasnijih događaja uključenih u nastanak Pangee. Dijelovi te evolucije dokumentirani su u raznim područjima variscijskog orogena uz superpoziciju mlađih orogenetskih ciklusa. Sam proces spajanja je slabo poznat zbog vrlo izraženih naknadnih strukturnih i metamorfnih promjena te još uvijek malobrojnih geokronoloških podataka.

Psunjski metamorfni kompleks koji se smatra najstarijim kompleksom u Slavoniji (JAMIČIĆ, 1983) produkt je metamorfizma u uvjetima facijesa zelenih škriljavaca i amfibolitnog facijesa. Stijene višeg stupnja odnosno amfibolitnog facijesa su gnajsevi i tinjčevi škriljevci koji su često proslojeni s amfibolitima i podređeno mramorima. Stijene nižeg stupnja, one koje pripadaju facijesu zelenih škriljavaca, uglavnom su filiti, kvarcni škriljavci i zeleni škriljavci. Na lokalitetu Vetovo prevladavaju stijene amfibolitnog facijesa – amfiboliti i (orto) gnajsevi, nama u ovom trenutku najinteresantniji, te (para) gnajsevi.

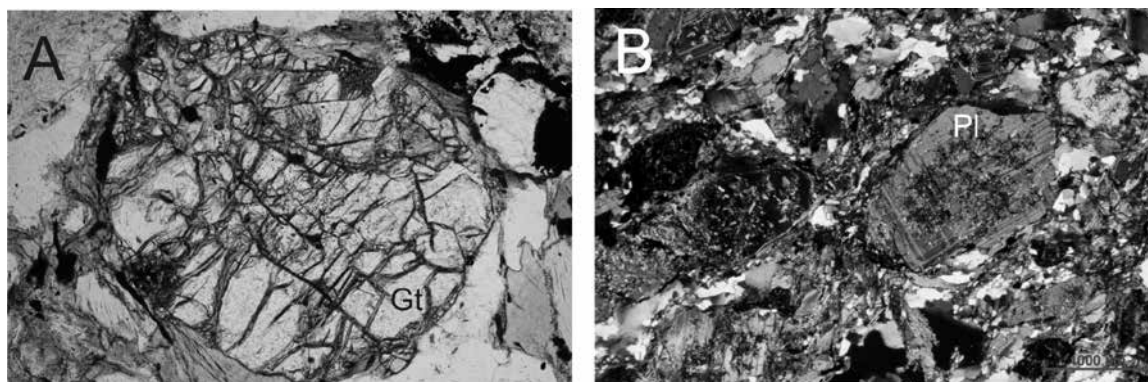
Petrografski prikaz stijena

Paragnajsevi kao najmanje zastupljeni tip stijena u Vetovu, no zastupljen na drugim lokalitetima Psunjskog kompleksa

(Kutjevo, Gradište) pokazuju lepidogranoblastičnu do lepidoblastičnu strukturu, rijetko porfiroblastičnu. Često je razvijena slojevitost, bilo modalna, slojevitost sastava ili granulometrijska, zajedno s internom folijacijom i mikroboranjem. U mineralnom sastavu prevladavaju biotit, kvarc, podređeno dolazi muskovit, plagioklas, granat te hornblenda.

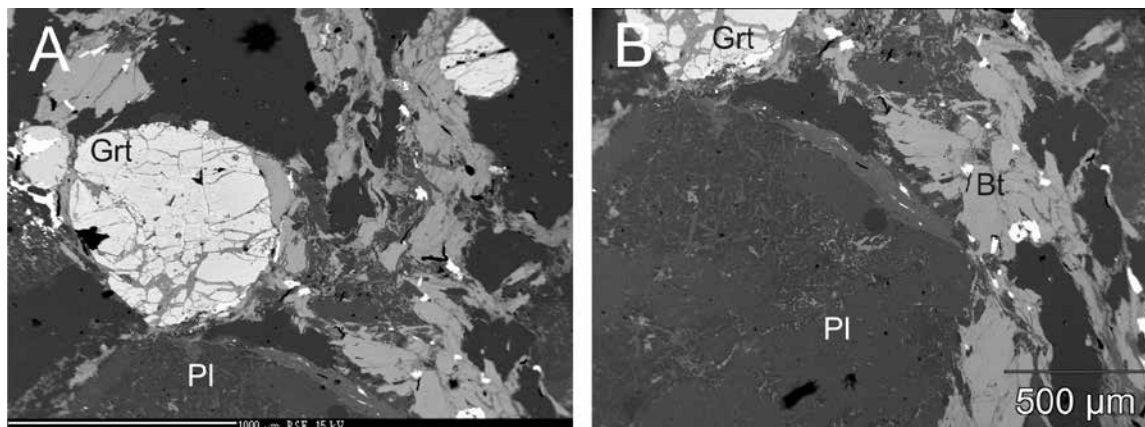
Amfiboliti se javljaju kao veća tijela. Strukture variraju od sitnozrnate nematoblastične, lepidogranoblastične, ponekad do reliktno ofitske. Folijacija i lineacija su dobro naglašene. U mineralnom sastavu prevladavaju hornblenda i plagioklas praćeni granatom, kvarcom i biotitom. Geokemijski podaci ukazuju na genetsku vezu amfibolita sa toleitnim bazaltima (PAMIĆ & MARCI, 1990; PAMIĆ et al., 2002). U kame-nolomu Vetovo česte su pojave sulfidne i getitne mineralizacije u obliku žičnih tijela duž rasjednih ravnina.

Ortognajsevi se pojavljuju u obliku tektonskih fragmenata ili kao metarska do dekametarska lećasta tijela unutar uslojenih amfibolita/metagabra psunjskog kompleksa u blizini sela Vetovo. Izdužene tinjcima (biotitom) bogate domene, zajedno s vrpcama bogatim plagioklasima i kvarcom, vidljive su na izdancima. Uzorci pokazuju blagu škriljavost i jasnu srednje- do krupnozrnatu granoblastičnu strukturu (Slika 12.1). Škriljavost je definirana preferiranom orijentacijom izduženih zrna plagioklasa i tanjih vrpca kvarca. U mineralnom sastavu dominiraju plagioklasi (40–50 vol. %), slijede



Slika 12.2. Ortognajsa Vetova A Porfiroblast granata. **B** Plagioklasi s alteriranom jezgrom.

Figure 12.2. Orthogneiss of Vetovo. A Garnet porphyroblast. **B** Plagioclase grain with alteration.

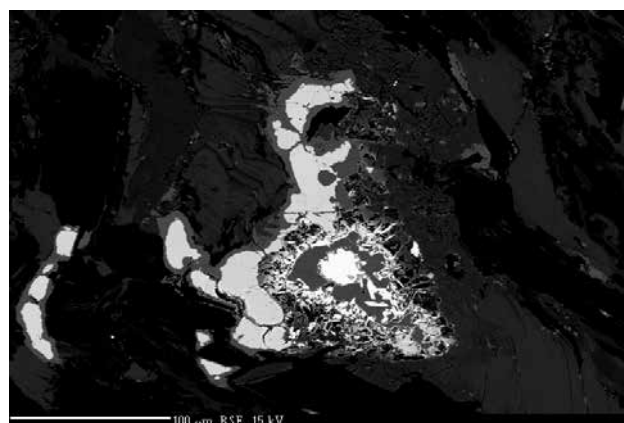
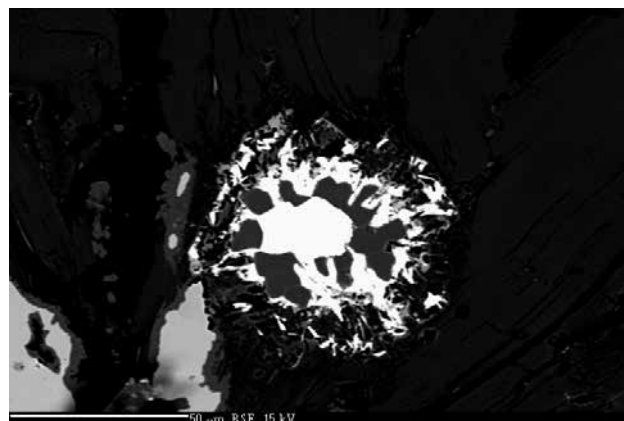


Slika 12.3. BSE slika strukture ortognajsa. A Granat-biotit par. B Detalj zrna plagioklasa.

Figure 12.3. BSE images A Garnet-biotite pairs. B Detail of plagioclase grain.

kvarc (20-30 vol. %), biotit (10-15 vol. %) i granat (<5 vol. %) – Slike 12.2 i 12.3.

Zrna plagioklasa su alotriomorfna, često pokazuju tragove krte deformacije iz stadija koji su prethodili resorpciji. Ova mineralna vrsta pokazuje poikiloblastičnu teksturu u središnjim dijelovima zrna, dok prema rubovima zrna inkluzija nema. Ponekad je ova karakteristika prikrivena uslijed alteracijskih procesa koji su ostavili traga na plagioklasima. Veća zrna u pravilu pokazuju dobro naglašenu sosiritizaciju koja prati originalnu kemijsku zonalnost zrna. Fragmenti granata, hipidiomorfni do idiomorni biotit, ilmenit, bijeli tinjci, zoisit, albit, oligoklas, kalijski feldspati te zaobljena zrna kvarca ponekad su prisutni kao inkluzije. Kod manjih, zaobljenih zrna plagioklasa alteracije su manje naglašene i ograničene uglavnom na središta mineralnih zrna. Takva su zrna uglavnom okružena biotitom i opakim fazama. Za razliku od velikih zrna plagioklasa, kvarc dominantno dolazi u obliku sitnije-zrnatih monomineralnih agregata. Ponekad pokazuje pojave podzrna i/ili undulozno potamnjenje. Biotit je alotriomorfna i nasumično orijentiran na razini uzorka, javlja se intersticijski između ostalih faza. Često je vezan uz opake faze. Zrna biotita u agregatima su alotriomorfna, lećasta, često praćena hipidiomorfnim do idiomorfnim apatitom. U rubnim dijelovima uz neke je plagioklasa prisutan biotit asociiran s bijelim tinjcima i kloritom. Relativno visok volumni udio biotita odgovoran je za tamnu boju stijene u makroskopskim uzorcima. Crvenkasti granati su uglavnom kružnih presjeka, ponekad izduženi i fragmentirani. Pukotine, koje su nastale kao odgovor na krte deformacije zrna, uglavnom su ispunjene biotitom i kloritom. Granati su redovito popraćeni biotitom i opakim fazama. Manja granatna zrna sadrže inkluzije ilmenita (i/ili ponekad idiomorfne uklopke biotita) u unutranjim dijelovima zrna, dok veća zrna ne pokazuju optičku zonalnost niti pravilan raspored uklopaka. Kao uklopki u granatima javljaju se kvarc, biotit, ilmenit, rutil, cirkon i monacit. Bijeli tinjci (krupnija zrna muskovita i sitnozrnati agregati u kojima se javlja muskovit) sporedni su konstituenti. Agregati bijelih tinjaca sporadično se javljaju kroz mikroskopski preparat sugerirajući na moguću prisutnost staurolita i Al_2SiO_5 faze u



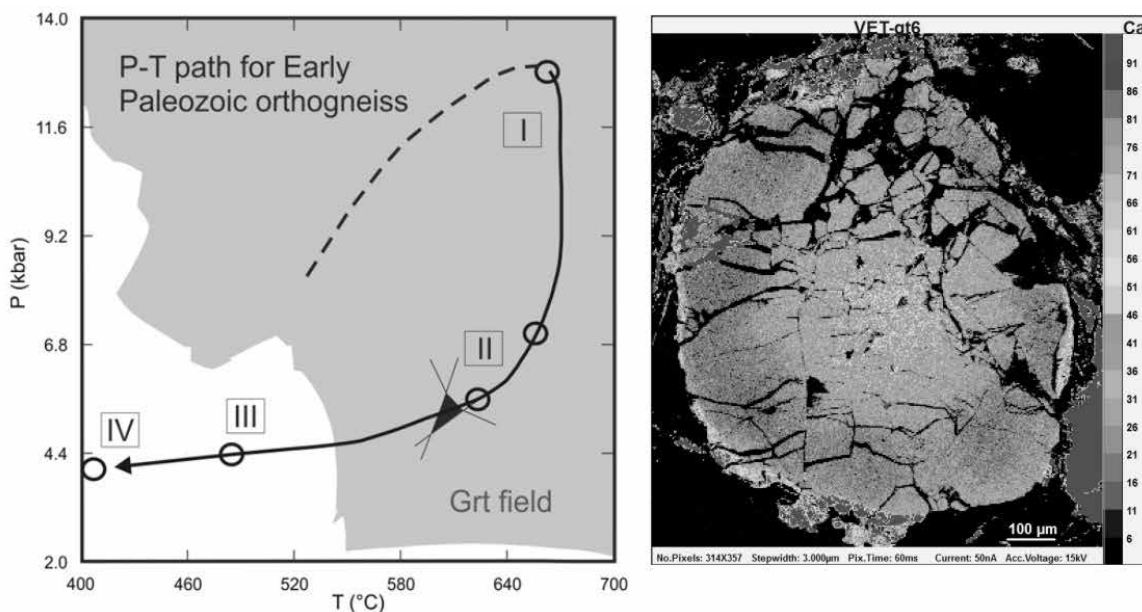
Slika 12.4. BSE slika zrna monacita okruženih koronom u kojoj je apatit (unutarnji rub) i allanit (vanjski rub).

Figure 12.4. Accessory monazite with corona-like texture (BSE image). Monazite is enveloped with apatite (inner envelope) and allanite (outer rim).

ranom stadiju P-T evolucije. Apatit, cirkon, monacit (Slika 12.4), allanit, rutil, titanit i opaki minerali (ilmenit, pirit, sfalerit) javljaju se kao akcesorne faze.

Rasprava i značaj lokaliteta

Ortognajsevi iz najstarijeg metamorfnog kompleksa Papuka (Psunjski kompleks) relativno su rijetki izdanci kristalina koji



Slika 12.5. P-T put za starije paleozojski ortognajs (lijevo) i kemijska karta (Ca) granata (desno).

Figure 12.5. P-T path for Early Paleozoic orthogneiss (left) and chemical composition map (Ca) of garnet (right).

omogućavaju kvantifikaciju P-T evolucije donjopaleozojskih stijena podloge Panonskog bazena s obzirom da su detalji ovih događaja u okolnim perigondwanskim terenima u velikoj mjeri prebrisani predvariscijskim, variscijskim i alpskim događajima. Pored dvije dominantne starosti određene na monacitima (528 ± 7 i 465 ± 7 milijuna godina za prevladavajuće populacije Ce-monacita) vezanih uz progradni odnosno retrogradni dio P-T-t puta, utvrđene su još i starosti od 616 ± 23 (protolitna starost odnosno starost magmatskog događaja) te 491 ± 6 milijuna god. (inkluzije u granatima, progradni dio puta prije maksimalnih P-T vrijednosti) te 417 ± 20 milijuna god. (inkluzije unutar tinjaca) koje se mogu vezati ili uz rani eo-variscijski proces ili s obzirom na znatno rasipanje mjerenja uz mlađe (alpske?) hidrotermalne alteracije na što ukazuje i asocijacija sa mineralom iz skupine REE karbonata. Protolit ortognajsa je kalcijsko-alkalijska do visokokalijska kalcijsko-alkalijska magmatska peraluminozna stijena kore (diorit) vezana uz okoliš aktivnog kontinentnog ruba. Izračunati P-T pseudopresjek u MnNCKFMASHTO sustavu, karakteristike prisutne mineralne parageneze i podaci o mineralnoj kemiji ponudili su dobar okvir za P-T evoluciju. Tijekom Stadija I stijena je dosegla vršne uvjete od 13 kbar i 670°C , uslijedio je Stadij II karakteriziran umjerenim hlađenjem praćenim uzdizanjem na dubinu srednje kore (5.2 kbar i 610°C zabilježeni u vrijeme rasta granatnog ruba). Po završetku rasta granata sustav se hladi na 480°C pri tlaku od ~ 4.4 kbar (Stadij III). Rast titanitnih ovoja oko ilmenita u odsutnosti klinopiroksena u paragenezi ukazuje i na nešto niže P-T uvjete od 4 kbar i 400°C (Stadij IV). Takav P-T put u smjeru kazaljke na satu (Slika 12.5) koji ukazuje na brzu ekshumaciju ortognajsa iz područja tektonski zadebljane kore (s dubine cca. 45 km) do srednjih dubina kore (cca. 18 km) nakon koje

je uslijedilo hlađenje na dubini oko 14 km te izračunati metamorfni gradijent od $\sim 15^\circ\text{C}/\text{km}$ ukazuju na zadebljanje kore odnosno kolizijski okoliš i/ili pripajanje/docking kontinentalne ploče (Gondwana) i manje podvučene tektonske ploče (BALEN et al., 2015).

Prikazani scenarij kojim se objašnjava donjopaleozojska metamorfna evolucija u skladu je sa sličnim rekonstrukcijama drugih perigondwanskih terena i upućuje na kontinentsku koliziju praćenu akrecijom (mikro)kontinentske ploče i velikog kontinentnog bloka Gondwane. U okviru takvog modela metamorfizam s izračunatim geotermalnim gradijentom od $\sim 15^\circ\text{C}/\text{km}$ bio je uzrokovan zadebljenjem kore uslijed kolizije koja se nastavila na prethodnu subdukciju oceanske kore. Kora zadebljala kolizijskim i akrecijskim procesima nije mogla biti potpuno podvučena pod veću kontinentsku ploču tj. Gondwanu.

LITERATURA

- BALEN, D., MASSONNE, H-J & PETRINEC, Z. (2015): Collision-related Early Paleozoic evolution of a crustal fragment from the northern Gondwana margin (Slavonian Mts., Tisia Mega-Unit, Croatia): reconstruction of the P-T path, timing and paleotectonic implications.– *Lithos*, 232, 211–228.
- JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 51–72, Zagreb.
- PAMIĆ, J. & MARCI, V. (1990): Petrology of amphibolites from the Slavonian Mountains in Northern Croatia (Yugoslavia).– *Geološki vjesnik*, 43, 121–133.
- PAMIĆ, J., BALEN, D. & TIBLJAŠ, D. (2002): Petrology and geochemistry of orthoamphibolites from the Variscan metamorphic sequences of the South Tisia in Croatia – an overview with geodynamic implications.– *International Journal of Earth Sciences*, 91, 787–798.

Točka 13 – Stop 13

Kutjevo – geologija i vino Kutjevo – geology and wine

Dražen Balen

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

Ključne riječi: amfibolit, tinjčevi škriljavac, gnajs, granit, kloritni škriljavac, kloritoidni škriljavac, paleozoik, permotrijas, trijas, Kutjevo, Papuk, Krndija, Pšunjski kompleks, Slavenske planine, vino

Key words: amphibolite, micaschist, gneiss, granite, chlorite schist, cloritoid schist, Paleozoic, Permian, Triassic, Kutjevo, Papuk Mt., Krndija Mt., Pšunj complex, Slavonian Mts., wine

Abstract

Along Kutjevo transect, starting just above castle and winery the prograde metamorphic sequence starts with medium-grade (amphibolite facies) part, largely composed of garnet-bearing micaschists and paragneisses with subordinate orthoamphibolite intercalations and granitoid intrusions. More to the north, these grade into greenschists facies schists comprising the low-grade part (chlorite zone) of the prograde metamorphic sequence. Greenschists facies rocks are in discordant contact with sub-greenschist facies rocks of the low grade metamorphic complex. Metamorphic rocks are unconformably overlain by (meta)clastic-carbonate succession of Permian and Triassic age.

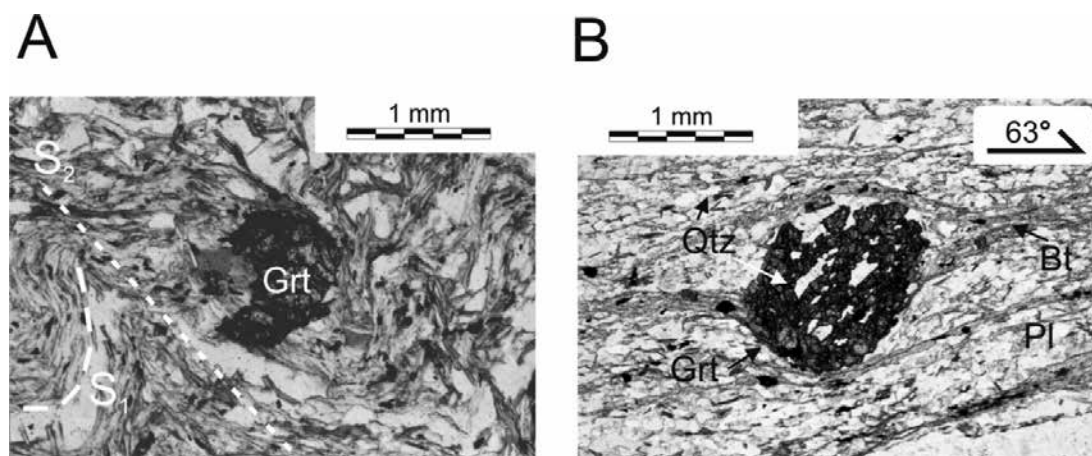
However, on the southern slopes rocks of Pšunj (Kutjevo) complex disappears and Kutjevo vineyards took place. Kutjevo's wines, cultivated in ancient wine-cellar, built in 1232 by the clerical order of Cistercians, are one of the symbols of the wine culture of Croatia. About 1000 ha of modern vineyards have been spread on the southern slopes of Papuk and Krndija mountains, at 250-350 m height above sea level. Kutjevo wine-cellar with skilled cellarers, enologists achieve the top-level quality of Kutjevo wines like Graševina, Rheinriesling, Chardonnay, Pinot Gris, Pinot Noir, Pinot Blanc, Sauvignon, Traminer ...

Uvod

Kutjevačka rijeka

Profil je opisan u vodiču ekskurzije A0 (BALEN et al., 2010) te su ovdje dane samo kratke crtice vezane uz litologiju. Profil

koji uglavnom prati dolinu Kutjevačke rijeke jedna je od lokacija koja uvelike ocrta evoluciju paleozojskih stijena Papuka. Idući duž profila od juga prema sjeveru, metamorfne stijene predstavljene su uglavnom stijenama srednjeg stupnja metamorfizma (amfibolitni facijes) i to granat-tinjčevim



Slika 13.1. Mikrostrukturni odnosi u granat tinjčevom škriljavcu iz Kutjevačke rijeke, PPL, N. **A.** razvoj dvije folijacije. **B.** razvoj milonitne strukture oko zrna granata.

Figure 13.1. Microstructural relations in garnet-bearing micaschists from the Kutjevačka Rijeka transect, PPL, N-. **A** Microscale isoclinal folding of older foliation (S_1) overprinted by a younger S_2 foliation. **B** mylonitic microstructure around garnet grain.

škriljavicima i paragnajsevima, u kojima dolaze ulošci ortoamfibolita i manja tijela granita. Prema sjeveru, stijene amfibolitnog facijesa slijede stijene facijesa zelenih škriljavaca (kloritni škriljavci), a zatim diskordantno dolaze stijene niskog stupnja metamorfizma predstavljene kloritoidnim škriljavicima. Na njih diskordantno dolazi klastično-karbonatna sukcesija permske i trijaskar starosti.

Mezoskopski pregled strukturnih karakteristika stijena otkriva dvije jasno izražene folijacije (točka 2 u profilu; Rovišćak) koje prethode alpskoj deformaciji. Starija (S_1) folijacija markirana je metamorfnim uslojavanjem karakteriziranim centimetarskim izmjenama tinjčevih škriljavaca, amfibolita i paragnajseva s tzv. „garnet trails“ - milimetarskim laminama bogatim crvenim granatom. Mlađa folijacija (S_2) najmarkantnija je folijacija uočljiva u metamorfnim stijenama profila Kutjevačka rijeka i odgovara ravnini klivaža vezanoj za mlađi deformacijski događaj i retrogradni metamorfizam P-T uvjeta koji odgovaraju facijesu zelenih škriljavaca. Odnosi među stijenama su dijelom poremećeni uslijed mlađih alpskih deformacija.

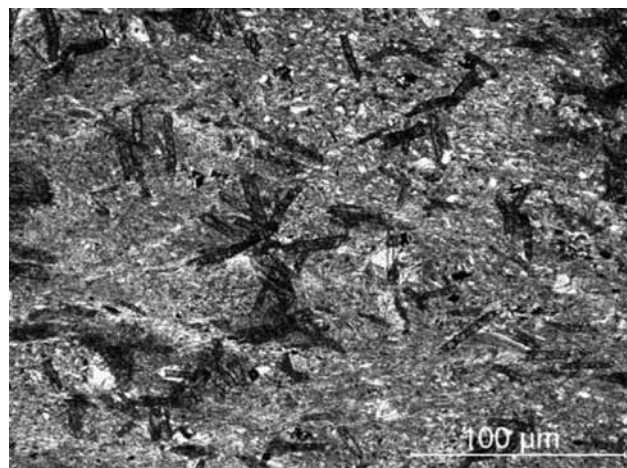
Tinjčevi škriljavci imaju dobro sačuvan metamorfnu sklop s metamorfnom mineralnom paragenezom stabilnom u amfibolitnom facijesu koju čine granat, biotit, muskovit, plagioklas i kvarc. Folijaciju određuje preferirana orijentacija biotita, muskovita i razmjestaj granata u paralelnim laminama. Plagioklas je izdužen i zajedno s kvarcom tvori lamine paralelne S_1 folijaciji. Granati dolaze u dvije, veličinom različite populacije, gdje veća zrna pokazuju karakteristike složene povijesti rasta i razliku u kemijskom sastavu između jezgre i ruba zrna, hipidioblastična su, a dijelom je vidljiva i mreža nepravilnih pukotina. Tipično su okruženi asimetričnim tlačnim sjenama u kojima se nalazi klorit, biotit, muskovit, epidot i kvarc (Slika 13.1).

Paragnajs pokazuje značajke vrlo slične onima kod tinjčevog škriljavca, od kojeg se razlikuje većim udjelom plagioklasa i manjim razlikama u mineralnom i kemijskom sastavu. Mineralna parageniza sadrži granate, biotit, amfibol, plagioklas (~28 % An) i kvarc. Apatit, ilmenit, cirkon, amfibol i kvarc dolaze kao uklopici u granatu.

Amfibolit također sadrži granat s neznatnim kemijskim razlikama između jezgre i ruba zrna. Metamorfnu mineralna parageniza uključuje još amfibol, plagioklas (20-30 % An) i kvarc, s podređenim ilmenitom, apatitom, titanitom i klorozoisitom.

Studij mikrostrukture, interpretacija zonalne građe i razlika u kemijskom sastavu granata ukazuju na složenu metamorfnu povijest razvoja stijena koje dostižu uvjete amfibolitnog facijesa s vršnim uvjetima od ca. 600-650 °C i 8-11 kbar. Određivanje starosti itrijem bogatih monacita ukazuje na predvarisijjski tj. ordovicij do silurski (428±25 i 444±19 milijuna godina) događaj za metamorfizam srednjeg stupnja granat-tinjčevih škriljavaca Kutjevačke rijeke (BALEN et al., 2006).

Stijene facijesa zelenih škriljavaca obuhvaćaju kloritne do zelene škriljavce u pravilu sastavljene od kvarca, klorita i



Slika 13.2. Kloritoidni škriljavac iz Kutjevačke rijeke. Vidljiv krenulacijski klivaž i postkinematski porfirblasti kloritoida. PPL, N+.

Figure 13.2. Chloritoid schist from Kutjevačka rijeka. Crenulation cleavage and postkinematic porphyroblasts of chloritoid. PPL, N+.

muskovita s albitom, klorozoisitom te u višim zonama s epidotom, granatom i biotitom. Također se javljaju filiti a sadrže kvarc i muskovit s podređenim feldspatima, kloritom, te opakim mineralima i cirkonom kao akcesornim mineralima.

Kloritoidni škriljavci su kloritoidni filiti i škriljavi metapješčenjaci koji sadrže postkinematski kloritoid kao glavni mineral (Slika 13.2). U pravilu se te stijene javljaju na kontaktu između (meta)sedimentnog kompleksa i metamorfnih stijena. BALEN et al. (2013a, b) su analizirali kloritoidne škriljavce na i u okolini profila i ustanovili da u mineralnom sastavu dolaze kalijski bijeli tinjci, klorit, kloritoid, kvarc uz podređene K-feldspat, albit, opake minerale, pirofilit te akcesorne cirkon, rutil i ksenotim. Datiranja ksenotima dala su vrijednosti od 120±36 Ma. Vršni metamorfnu uvjeti dosegli su 3.5-4 kbar i 340-380 °C. Ustanovljena je i moguća starija faza, također vezana uz alpsku orogenezu (219±81 Ma) a kao moguću protolitu istaknute su stijene Papučkog kompleksa.

I-tip granita probija metamorfne stijene progresivno metamorfnog kompleksa. Uglavnom su to mala, nekoliko stotina metara do kilometar duga tijela. Mineralna zajednica obuhvaća kvarc, feldspat, biotit, muskovit, hornblendu i granat. Primarna struktura stijene je ksenomorfna. Prema klasifikaciji granitnih stijena radi se o tonalitu do granodioritu (PAMIĆ & LANPHERE, 1991).

Sedimentne stijene u profilu Kutjevačka rijeka odgovaraju stijenama viđenim na prethodnoj točki Jankovac. Permotrijaskar stijene su krupnozrnate do srednjezrnate klastične stijene predstavljene konglomeratima i pješčenjacima u diskordantnom odnosu prema metamorfnom kompleksu (Slika 13.3). Sastav čestica ukazuje na lokalno porijeklo materijala. Permotrijaskar stijene izdanjuju u izduženim zonama koje dijele kristalin od trijaskih, pretežno karbonatnih stijena. Filiti konglomerati su loše sortirane stijene s crvenkastim do ljubičastim valuticama u svilenkastom sericitnom matriksu. Postupno prelaze u sitnije zrnate ljubičaste pješčenjake. Kvarc-



Slika 13.3. Permotrijaski filitni konglomerat (Rikino vrilo).

Figure 13.3. Permian-trisassic conglomerate with phyllite clasts (Rikino Vrilo)

ni pješčenjaci konkordantno nalježu na krupnije zrnate stijene i predstavljaju prijelaz ka donjotrijaskim klastičnim stijenama zastupljenim s pješčenjacima i siltitima. Srednji trijas čine karbonatne stijene (dolomit i podređeno vapnenac) – ŠIKIĆ & BRKIĆ (1975), JAMIČIĆ & BRKIĆ (1987), JAMIČIĆ et al. (1987).

Sve sedimentne stijene starije od krede (kao i stariji dio kristalina) zahvaćene su krednim metamorfnim procesom vrlo niskog stupnja metamorfizma i prema strogoj definiciji one su metasedimentne stijene. Tragovi tog događaja su vrlo teško uočljivi i zabilježeni su u mineralima sitnijim od 2 μm putem tzv. illitnog i kloritnog “kristaliniteta” (BIŠEVAC et al., 2009, 2010) te u akcesornim mineralima (monacit i ksenotim - BALEN et al., 2013a, b; BALEN, 2014). Makroskopski se taj metamorfizam može vidjeti tek indirektno u stijenama koje na svježem prijelomu pokazuju tzv. sericitni svilenkasti sjaj (pelitni do psamitni facijesi permotrijasa i donjeg trijasa) dok u karbonatnim litologijama srednjeg trijasa (vapnenac, dolomit) on nije vidljiv odnosno dokazan zbog nemogućnosti nastanka i/ili očuvanja minerala iz skupine bijelih tinjaca (npr. illit).

Geologija i vino

Kutjevačka vina znamenita su među slavonskim vinima, ponos na plodne Požeške doline (Vallis aurea), sa svim preduvjetima za stvaranje vrhunskih vina koja se njeguju u brojnim vinskih podrumima. Među njima se posebno ističe podrum uz kutjevački dvorac (Slika 13.4), koji korijene svoje tradicije vuče još iz davne 1232. godine. Te godine u kutjevački kraj dolaze cisterciti, svećenički red nastao u francuskoj Burgundiji, te započinju s proizvodnjom vina. Kroz povijest su brojna i burna događanja obilježila ovaj kraj, no vino i vinogradarstvo je opstalo.

Graševina, rizling, Chardonnay, Pinot, Sauvignon, Traminer ispričat će nam svoju priču u znamenitom Kutjevačkom podrumu, a što će od tih priča i u kojem obliku doći do trez-



Slika 13.4. Kutjevački podrum.

Figure 13.4. Kutjevo wine cellar.



venih kolega u Osijeku ostaje za čuti. U svakom slučaju vrijedi ona mudra izreka „Umjerenost u uživanju u vinu ne može škoditi ni u većim količinama”.

LITERATURA

- BALEN, D. (2014): Microstructural, geothermobarometric and geochronological constraints on the complex Alpine collisional history recorded on the low-grade “Punjski Komarac Complex” metamorphic rocks of the Slavonian Mts. (Croatia).– European Geosciences Union General Assembly 2014 Vienna, 6122.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., TOMLJENOVIC, B., FINGER, F., HUMER, B., PAMIĆ, J. & ÁRKAI, P. (2006): A record of pre-Variscan Barrovian regional metamorphism in the eastern part of the Slavonian Mountains (NE Croatia).– *Mineralogy and Petrology*, 87, 143–162.
- BALEN, D., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2010): Ekskurzija A0 – Geološka baština Geoparka Papuk.– 4. Hrvatski geološki kongres, Vodič ekskurzija / Excursion Guide-book, ur. Horvat, M., 3–24, Šibenik.
- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & STARIJAŠ, B. (2013a): Phase equilibrium, geothermobarometric and xenotime age dating constraints on the Alpine metamorphism recorded in chloritoid schists from the southern part of the Tisia Mega-Unit (Slavonian Mts., NE Croatia).– *Int. J. Earth. Sci.*, 102, 1091–1109.

- BALEN, D., HORVÁTH, P., FINGER, F. & KONEČNÝ, P. (2013b): A distinct tectono-metamorphic evolution at the southern edge of Tisia Mega-Unit revealed by monazite and xenotime age dating. *Goldschmidt Abstracts 2013.*– *Mineralogical Magazine*, 77(5), 647.
- BIŠEVAC, V., BALEN, D., TIBLJAŠ, D. & ŠPANIĆ, D. (2009): Preliminary results on degree of thermal alteration recorded on the eastern part of Mt. Papuk, Slavonia, Croatia.– *Geol. Croat.*, 62/1, 63–72.
- BIŠEVAC V., BALOGH K., BALEN D. & TIBLJAŠ D. (2010): Alpine (Cretaceous) very low- to low-grade metamorphism recorded on the illite-muscovite-rich fraction of metasediments from South Tisia (eastern Mt Papuk, Croatia).– *Geologica Carpathica*, 61/6, 469–481.
- JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ. List Orahovica 1:100.000 L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1971–1986), Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.
- PAMIĆ, J. & LANPHERE, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Papuk, Psunj, Krndija and the surrounding basement of the Pannonian Basin (Northern Croatia, Yugoslavia).– *Geologija*, 34, 81–253, Ljubljana.
- ŠIKIĆ, K. & BRKIĆ, M. (1975): The Lower Triassic of the Papuk and Krndija Mt. (Northern Croatia).– *Geološki vjesnik*, 28, 133–141, Zagreb.

Točka 14 – Stop 14

Škriljavci srednjeg stupnja metamorfizma na Krndiji Medium grade metamorphic rocks at Mt. Krndija

Dražen Balen

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

Ključne riječi: granat, amfibolit, tinjčevi škriljavac, paleozoik, Duboka, Krndija, Psunjski kompleks, Slavenske planine
Key words: garnet, amphibolite, micaschist, Paleozoic, Duboka, Krndija Mt., Psunj complex, Slavonian Mts.

Abstract

Medium-grade mica schists and intercalated paragneisses and amphibolites from the basement of the Pannonian Basin (Tisia Mega-Unit), contain complexly zoned garnets. Age dating and geothermobarometry together with modeling of mineral assemblage stability fields and chemical mapping of garnets clearly shows that a more complex internal structure and metamorphic history for this area exist. This suggests that a metamorphic evolution of the Slavonian Mountains in details had much more complex story than was previously recognized.

Uvod

Tinjčevi škriljavci srednjeg stupnja metamorfizma koji pripadaju Psunjskom kompleksu (JAMIČIĆ, 1983; 1988) zajedno s paragnajsevima i amfibolitima koji čine kristalinu podlogu Panonskog bazena (megajedinica Tisija) sadrže vrlo interesantne pojave kompleksno zoniranih i dijelom resorbiranih granata. Polifaznost zonalnosti granata reflektira se i u faznim dijagramima iz kojih se može isčitati da su Ca-bogate jezgre nastale u P-T uvjetima od 7–8 kbar i 570–630 °C dok su rubovi granatnih zrna koji imaju niži sadržaj Ca nastali pri znatno nižim tlakovima u zajednici s andaluzitom i staurolitom pri ca. 3–4 kbar i 530–570 °C (HORVÁTH et al.,

2010). Starost dobivena na monacitima je variscijska (350 Ma; HORVÁTH et al., 2010).

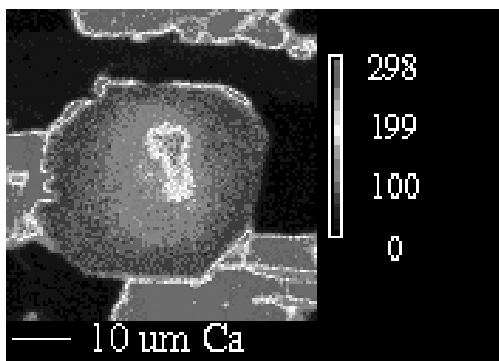
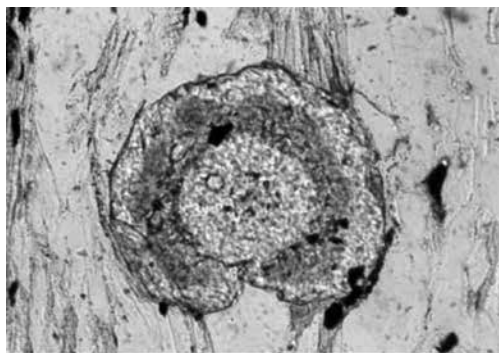
Ti kvantitativni podaci ukazuju na znatno kompleksniju tektonsku i metamorfnu povijest nego što se do sada smatralo te da ona uključuje pouzdano i u detaljima definiran predvariscijski, variscijski i alpski ciklus.

Litološke značajke i P-T put

Amfiboliti su crne do tamnozeleno stijene sa sitnozrnatom nematogranoblastičnom, lepidogranoblastičnom te reliktnom ofitskom strukturom. Paralelno trakaste strukture uzrokovane su folijacijom i lineacijom. Varijeteti s tekstur-



Slika 14.1. Domino struktura amfibolitnog proslojka uloženog u tinjčev škriljavac.
Figure 14.1. Domino or bookshelf structure in amphibolite layer embedded in micaschist.



Slika 14.2. Zonalni granat s kompleksnom unutarnjom građom, PPL, N-, veličina granata 0.1 mm (lijevo). Geokemijska karta s raspodjelom Ca u granatu, tinjčev škriljavac, kamenolom Krndija (Gradište), desna slika.
Figure 14.2. Zonal garnet with complex internal structure, PPL, N-, garnet size ca. 0.1 mm (left). Geochemical map with Ca distribution in the garnet, micaschist, Krndija quarry (Gradište), right image.

ama modalnog uslojavanja (layering) su podređeno zastupljeni. Najzastupljeniji minerali su hornblenda i plagioklas dok su podređeno zastupljeni klinopirokseni, biotit, kvarc, granat, epidot i akcesorni minerali poput apatita,

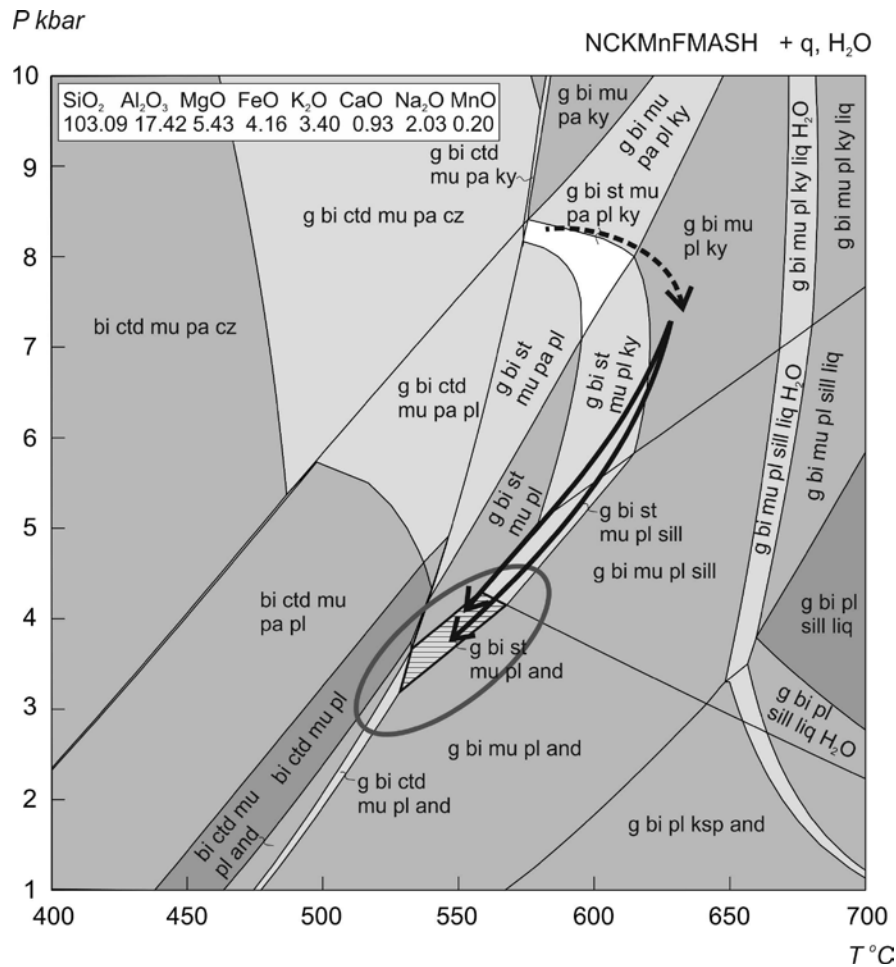
cirkona, klinzoisita i opakih minerala. Najčešći varijeteti amfibolita su bimineralne stijene sastavljene od amfibola i plagioklasa.

Tinjčevi škriljavci dominiraju na lako dostupnim izdancima dok se amfiboliti javljaju kao proslojci i budeni (Slika 14.1).

Tinjčevi škriljavci imaju dobro sačuvanu folijaciju koja lokalno pokazuje značajke milonitizacije. Folijaciju pokazuje izmjena tinjcem bogatih (biotit i muskovit) dijelova s kvarcno-plagioklasnim dijelovima. Andaluzit i staurolit formiraju porfiroblaste koji prorastaju folijaciju te uklapaju granat, biotit, plagioklas (An_{16-23}) i kvarc. Staurolit dijelom ili čak u potpunosti potiskuju fino-zrnati agregati bijelog tinjca. Granati su vrlo sitni, 10–100 μm u promjeru (Slika 14.2.).

Po kemijskom sastavu granati su ili (prividno) homogeni (Prp_{5-10} , Alm_{71-76} , Grs_{2-7} , Sps_{12-15}) ili imaju kompleksnu građu kojom dominira Ca-bogati plato u području jezgre zrna (Grs_{16-19} , Prp_{11-17}), te niži udio drugih komponenata Sps_{5-10} i Alm_{58-63} . Piropom bogate domene (Prp_{27}) imaju niži sadržaj Sps_{1-2} i Alm_{51-52} uz sličan sadržaj Grs.

Variscijski P–T–t put andaluzit-staurolit-granat tinjčevih škriljavaca (Slika 14.3.; HORVÁTH et al., 2010) je postavljen na temelju petrografskih značajki, mineralne kemije i datiranja akcesornih minerala (monacit). Ključne točke P–T puta obuhvaćaju granate s Ca-bogatom jezgrom nastale pri temperaturi 570–630 °C i tlaku od 7–8 kbar te ukazuju na uvjete u vrijeme pred-variscijske orogeneze. Andaluzit i staurolit su u ravnoteži s matriksom pri temperaturi od 530–570 °C i tlaku od 3–4 kbar i za tu niskotlačnu zajednicu je određena variscijska starost pomoću monacita (350 Ma).



Slika 14.3. Pseudopresjek i P-T put za tinjčev škrljavac Krndije (HORVÁTH et al., 2010).

Figure 14.3. Pseudosection and P-T path for Krndija micaschist (HORVÁTH et al., 2010).

LITERATURA

HORVÁTH, P., BALEN, D., FINGER, F., TOMLJENVIĆ, B. & KRENN, E. (2010): Contrasting P-T-t paths from the basement of the Tisia Unit (Slavonian Mts., NE Croatia): Application of quantitative phase diagrams and monazite age dating.– *Lithos*, 117, 269–282.

JAMIČIĆ, D. (1983): Strukturni sklop metamornih stijena Krndije i južnih padina Papuka.– *Geološki vjesnik*, 36, 51–72, Zagreb.

JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop Slavonskih planina (sjeverni Pšunj, Papuk, Krndija).– *Disertacija*. Sveučilište u Zagrebu, str. 152, Zagreb.

Točka 15 – Stop 15

Alkalijski bazalti Krndije Alkali basalts of Mt. Krndija

Dražen Balen¹ & Zita Brigljević^{1*}

*student geologije

¹Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, Zagreb, drbalen@geol.pmf.hr

Ključne riječi: alkalijski bazalt, šošoniti, tuf, miocen, Lončarski vis, Gradac, Krndija, Slavenske planine,
Key words: alkali basalt, shoshonite, tuff, Miocene, Lončarski vis, Gradac, Krndija Mt., Slavonian Mts.

Abstract

Miocene volcanic rocks from Mt. Krndija are associated to postorogenic shoshonite volcanic association. They are predominantly trachyandesites and basalts. Ages of the volcanic suite are constrained as Karpatian (~17 Ma) by concordant geological and radiometric K-Ar and Ar-Ar dates. Geochemical data suggest that volcanic rocks originated from melts generated by a partial melting of the metasomatized pargasite peridotite of upper mantle wedge were slightly modified by fractional crystallization. Magma was also affected by slight and, to a lesser extent, by moderate crustal contamination. This magmatism is genetically related to the postorogenic evolution of the Dinarides and explained by a slab-breakoff model related to underplating of Apulia (Africa) below Tisia (Eurasia).

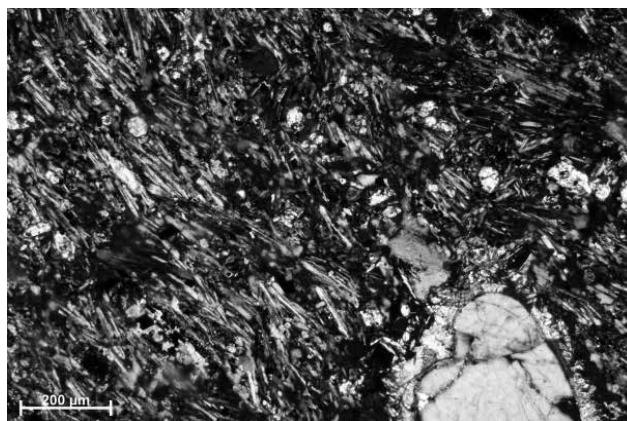
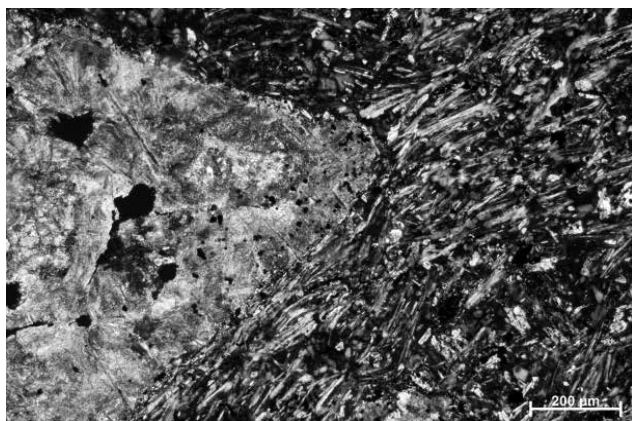
Uvod

Miocenski trahandeziti do bazalti na Krndiji (Lončarski vis) vezani su genetski uz područje južnih dijelova Panonskog bazena te pripadaju visoko-kalijskoj asocijaciji magmatskih stijena tzv. šošonitima. Starost vulkanskih stijena odgovara karpatu što potvrđuju fosilni nalazi u glinama i laporima (JAMIČIĆ et al., 1987) interstratificiranim s vulkanskim stijenama uz izotopne starosti (16.8-15.4 Ma; K-Ar metoda, PAMIĆ, 1997) kao i starost tufova istog lokaliteta (separacija sanidina, Ar-Ar metoda, 16.96±0.03 Ma, F. Marković pers.comm.).

Petrografski prikaz stijena

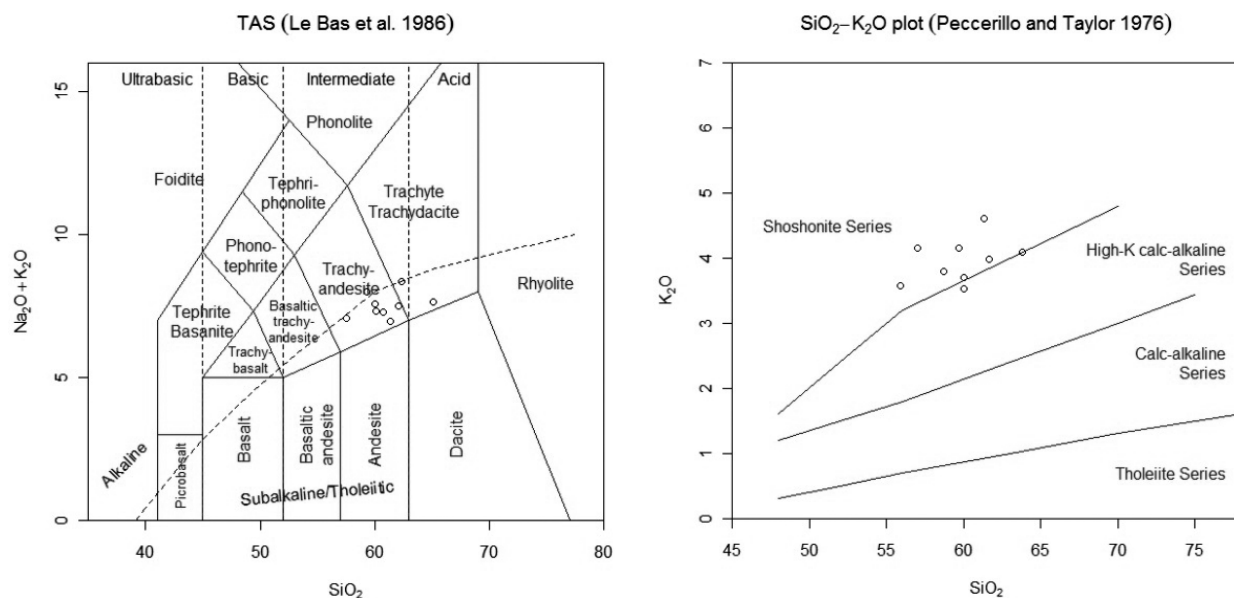
Trahiandeziti su porfirne (pilotaksitske) stijene s pojavom masivnih, amigdoloidalnih i fluidalnih tekstura. U mineralnom sastavu kao fenokristali javljaju se plagioklasi, sanidin, piroksen (diopsid, augit, hipersten), olivin, flogopit i akcesoran apatit. Glavni minerali prisutni su i u matriksu. Vezi-kule su ispunjene zeolitima i kvarcom (Slika 15.1)

Geokemijski dijagrami (LE BAS et al., 1986; PEC-CERILLO & TAYLOR, 1976) pokazuju da analizirani trahandeziti imaju jasan šošonitni karakter (Slika 15.2).



Slika 15.1. Mikrostrukturne karakteristike vulkanskih stijena Krndije, PPL, N+.

Figure 15.1. Microphotography of Krndija Mt. volcanic rock microtexture, PPL, N+.



Slika 15.2. Geokemijski dijagrami (LE BAS et al., 1986; PECCERILLO & TAYLOR, 1976) za vulkanske stijene Krndije.

Figure 15.2. Geochemical diagrams for volcanic rocks of Krndija Mt. (LE BAS et al., 1986; PECCERILLO & TAYLOR, 1976).

Analizom mikroelemenata BALEN & PAMIĆ (2001) vezuju porijeklo taljevina uz procese parcijalnog taljenja metasomatiziranog pargazitnog peridotita gornjeg plašta neznatno modificiranog frakcijskom kristalizacijom i kontaminiranog korom. Takav magmatizam vezan je uz postorogenetsku evoluciju Dinarida i objašnjiv "slab break-off" modelom podvlačenja afričke ploče pod Tisiju (PAMIĆ & BALEN, 2001; BALEN & PAMIĆ, 2001).

LITERATURA

BALEN, D. & PAMIĆ, J. (2001): Tertiary shoshonite volcanic associations from the adjoining area of the South Pannonian Basin and Dinarides.– In: Tertiary magmatism in the Dinarides, (eds.): H. DOWNES & O. VASELLI, Special Issue of *Acta Vulcanologica*, 13 (1/2), 117–125.

JAMIĆIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Orahovica L 33–96.– Geološki zavod Zagreb (1986), str. 72, Savezni geološki zavod Beograd, Beograd.

LE BAS, M.J., LE MAITRE, R.W., STRECKEISEN, A., ZANETTIN, B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on total alkali – silica diagram.– *J. Petrology*, 27, 745–750.

PAMIĆ, J. (1997): Vulkanske stijene Savsko-Dravskog međuriječja i Baranje (Hrvatska).– *Nafta*, str. 192, Zagreb.

PAMIĆ, J. & BALEN, D. (2001): Tertiary magmatism of the Dinarides and the adjoining South Pannonian Basin.– In: Tertiary magmatism in the Dinarides, (eds.): H. DOWNES & O. VASELLI, Special Issue of *Acta Vulcanologica*, 13(1–2), 9–24.

PECCERILLO, A. & TAYLOR, T. S. (1976): Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, Northern Turkey.– *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, 63–81.

Točka 16 – Stop 16

Karbonatno-klastični sedimenti srednjeg i gornjeg miocena (kamenolom tvornice cementa kod Našica)

Carbonate and clastic sediments of Upper and Middle Miocene (Našice quarry)

Marijan Kovačić¹, Stjepan Ćorić², Frane Marković¹, Đurđica Pezelj¹, Davor Vrsaljko³, Koraljka Bakrač⁴,
Valentina Hajek-Tadesse⁵, Marija Bošnjak Makovec³, Anđelika Ritosa^{1*} & Željko Bortek⁶

¹ Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Zagreb

² Geologische Bundesanstalt Österreich, Vienna

³ Hrvatski prirodoslovni muzej

⁴ Hrvatski geološki institut

⁵ INA – Industrija nafte, d.d.

⁶ Nexce, Našice cement d.d.

* student geologije

Našice quarry is located on the northern slopes of Mt. Krndija. In the southern part of the quarry, the Bukova glava locality, algal limestones, bioclastic limestones and marls of Middle Miocene age are exposed on the surface. They were deposited in a marine environment which gradually changed from a fully marine Upper Badenian environment, to a Sarmatian marine environment with reduced salinity. The northern part of the quarry, the Vranović locality, is mostly composed of Upper Miocene sediments deposited in a brackish lake. Sarmatian sediments are exposed only in the lowest part of the section. They mainly consist of horizontally laminated marl and contain a layer of bentonite clay produced by tuff alteration. The Upper Miocene succession shows a transgressive-regressive depositional trend. It starts with marly limestone deposited in the littoral part of the lake. Sublittoral to deep basin marls dominate in the middle part of succession, while the upper part of succession contains silt and sand from prodelta and delta front environments.

Na sjevernim padinama Krndije oko 5 km jugozapadno od grada Našice nalazi se tvornica “Našicecement” u čijem se zaleđu nalazi veliki aktivni kamenolom. Naslage u kamenolomu stratigrafski pripadaju srednjem i gornjem miocenu, litološki su vrlo raznolike, a eksploatiraju se na dva kopa: Bukova glava i Vranović. Slijed naslaga na Bukovoj glavi detaljno su u svojim radovima opisali PAVELIĆ et al. (2003) te ZEČEVIĆ et al. (2010), dok su o naslagama Vranovića pisali PAVELIĆ et al. (2003), KOVAČIĆ (2004), VASILIEV et al. (2007) te KOVAČIĆ et al. (2015).

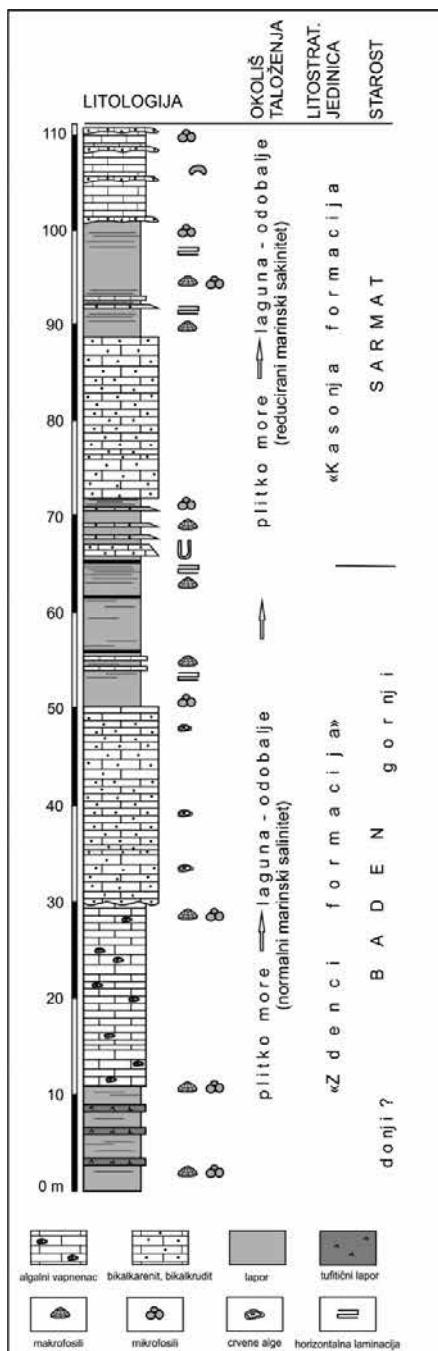
Bukova Glava južni je kop u kojem se eksploatiraju fosiliferni karbonatni sedimenti srednjeg miocena. Unutar stotinjak metara debelog slijeda naslaga PAVELIĆ et al. (2003) izdvojili su tri litofacijesa: algalni vapnenci, biokalkareniti i biokalkruditi te lapori i označili ih kao gornjobadensku “Zdenci formaciju” i sarmatsku “Kasonja formaciju” (Sl. 16.1).

Facijes algalnih vapnenaca zauzima donjih dvadesetak metara tada otkrivenih naslaga, a čine ga horizontalno uslojeni vapnenci izrazito bogati crvenim algama. Osim algi, vapnenci sadrže i fragmente mahovnjaka, mekušaca i bentičkih foraminifera koji ukazuju na taloženje u plitkom marinskom okolišu nalik manjoj karbonatnoj platformi tipa obrubljenog šelfa.

Biokalkareniti i biokalkruditi se nalaze u središnjem i gornjem dijelu snimljenog slijeda naslaga kao jedinice debljine dvadesetak metara, ili se proslojavaju s laporima. Hor-

izontalno su uslojeni i sastavljeni od gusto pakiranih fragmenata crvenih algi, mahovnjaka, bentičkih foraminifera i rijetkih planktonskih foraminifera. Detritus biokalkarenita i biokalkrudita je nastao razaranjem algalnih livada i manjih grebena, a zatim prerađivan valovima i strujama i taložen u plitkome marinskom okolišu, ili je turbulentnim strujama odnesen u dublji okoliš gdje se proslojava s laporima. Donja, debela jedinica biokalkarenita i biokalkrudita pripada gornjem badenu, dok se gornja nalazi unutar jedinice sarmatskih lapora (Sl. 16.1). Takav raspored facijesa sugerira na pad razine mora koncem badena, što je imalo za posljedicu okopnjavanje i eroziju plitkovodnih sedimenata gornjeg badena i njihovo pretaloživanje za vrijeme sarmata.

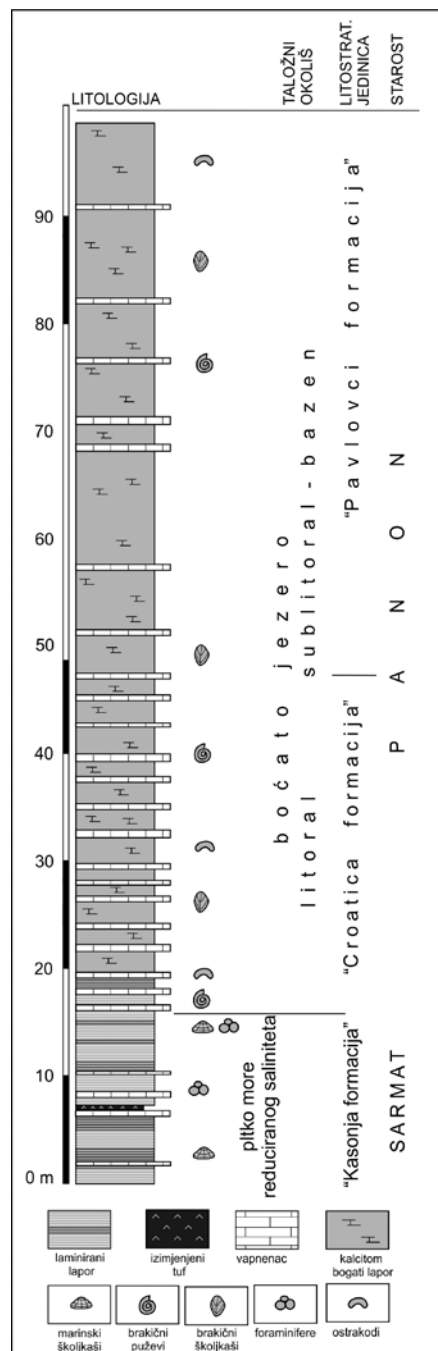
Facijes lapora izdvojen je u središnjem i gornjem dijelu slijeda u obliku slojeva i jedinica debljine do 7 metara (Sl. 16.1). Lapor je pretežito horizontalno laminiran, ali se pojavljuju i masivni i bioturbirani lapori. Unutar lapora nalaze se proslojci silita, kao i nekoliko tankih crnih slojeva izrazito bogatih organskom materijom. Obzirom na fosilni sadržaj razlikuju se dva tipa lapora. Stariji lapori iz donje polovice slijeda su laminirani, sivi ili crni, i sadrže badensku marinsku faunu mekušaca, bentičkih foraminifera i dinocista koja indicira lagunarni taložni okoliš. Laminirani lapori proslojavaju se s bioturbiranim laporima i silitima s bogatom zajednicom foraminifera i dinocista, koja upućuje na taloženje u okolišu



SI.16.1. Geološki stup Bukova glava (kompilirano prema PAVELIĆ et al., 2003 i ZEČEVIĆ et al., 2010).

Figure 16.1 The Bukova glava section (compiled after PAVELIĆ et al., 2003 and ZEČEVIĆ et al., 2010).

udaljenom od obale, dok zajednica nanoplanktona pripada NN6 zoni. Lapori iz gornjeg dijela naslaga sadrže sarmatsku zajednicu mekušaca i bentičkih foraminifera, koja ukazuje na taloženje u okolišu reduciranoga marnskog saliniteta (Sl. 16.1). Taložnje lapora odvijalo se iz suspenzije u mirnome okolišu, a vertikalno ponavljanje lagunarne i odobalne faune može se objasniti oscilacijama morske razine tijekom kasnog badena. Proslojci biokalkarenita pokazuju na utjecaj resedimentacijskih procesa iz plitkovodnog okoliša. Faunistička promjena iz marnske u faunu reduciranog marnskog salin-



SI.16.2. Geološki stup Vranović (kompilirano prema PAVELIĆ et al., 2003, KOVAČIĆ, 2004, VASILIEV et al., 2007 i KOVAČIĆ et al., 2015).

Figure 16.2. The Vranović section (compiled after PAVELIĆ et al., 2003, KOVAČIĆ, 2004, VASILIEV et al., 2007 and KOVAČIĆ et al., 2015).

iteta na granici baden – sarmat ukazuje na postupno smanjenje saliniteta u okolišu. Taložnje biokalkarenita donjeg sarmata sastavljenih od badenskih bioklasta upućuje na taloženje iz mutnih struja, što može biti objašnjeno padom nivoa vode u ranom sarmatu, emerzijom i erozijom sedimenata prvotno istaloženih u plitkom marnskom okolišu.

Slijed naslaga kojeg su sedam godina kasnije na istom kopu opisali ZEČEVIĆ et al. (2010) sličan je prethodno opisanome. Međutim, on započinje s desetak metara debelom jedinicom laminiranih lapora koji se proslojavaju s tuftičnim

laporima i pješčenjacima, a sadrže raznovrsnu fosilnu zajednicu marinskih školjkaša, fosilnih riba, bentičkih foraminifera te polen konifera i priobalnih marinskih dinocista. Spomenuta zajednica nema provodnu vrijednost, ali su autori na temelju litološke sličnosti, kao i foraminiferske zajednice iz krovinskih naslaga, pretpostavili da spomenuti lapori pripadaju donjem badenu. Naime, četrdesetak metara debeli slijed fosiliferanih lapora i glinovitih vapnenaca iz krovine lapora sadrži fosilnu faunu karakterističnu za donji dio gornjeg badena, odnosno Bulimina-Bolivina zonu. Spomenuti autori također uočavaju postupni porast udjela planktonskih foraminifera, a zatim njihov postupni nestanak u središnjem dijelu slijeda, što objašnjavaju transgresivno-regresivnim trendom sedimentacije. Dvadesetak metara debelu jedinicu algalnih i bioklastičnih vapnenaca, koja se nalazi na tipičnim gornjobadenskim vapnencima i laporima i ne sadrži provodne fosile, autori izdvajaju kao “prijelazne naslage”, a lapore i biokalkarenite koji erozijski slijede na “prijelaznim naslagama” i sadrže fosilnu zajednicu mekušaca, prazinoficea i terigenih palinomorfa, determiniraju kao sarmatske.

Novija istraživanja fosilne faune srednjeg miocena na ležištu Bukova glava prikazali su među ostalima VRSALJKO et al. (2015) i JAPUNDŽIĆ et al. (2015). U tim je radovima navedena gornjobadenska marinska fauna školjkaša, riba, ježinaca i koprolita (VRSALJKO et al., 2015) te nalaz fosilnog pera (JAPUNDŽIĆ et al., 2015) u laporima ležišta Bukova glava.

Vranović je sjeverni kop na kojem se uglavnom eksploatiraju laporovito-vapnenački sedimenti, a manjim dijelom pijesci. Slijed naslaga debljine stotinjak metara snimljen je u njegovom najstarijem dijelu. Pri tome samo donjih petnaestak metara pripada srednjem miocenu, dok preostali dio slijeda čine gornjomiocenske naslage (Sl. 16.2).

Srednjemiocenske naslage izdvojene su kao “Kasonja formacija”, a sastoje se od lapora, vapnenaca i sloja bentonitne gline (Sl. 16.2). Lapor i čine 90% slijeda i horizontalno su laminirani. Sastoje se od izmjene bijelih, sivih i crnih lamina (Sl. 16.3). Svjetlije lamine sadrže preko 95% CaCO_3 , dok su tamnije izrazito bogate organskom tvari. Fosilna zajednica mekušaca, bentičkih foraminifera, ostrakoda, vapnenačkog nanoplanktona i palinozajednica ukazuje na sarmatsku starost naslaga i taloženje lapora u plitkom okolišu reduciranoga morskog saliniteta (KOVAČIĆ et al., 2015). Taloženje lapora odvijalo se iz suspenzije, a laminacija nalik varvama ukazuje na sezonske promjene u sedimentaciji. Vapnenci čine oko 10% slijeda i pojavljuju se u obliku centimetarsko-decimetarskih slojeva mikrita ili mikrosparita. Oko osam metara ispod granice sarmat-panon nalazi se desetak centimetara debeli sloj zelenkasto sive gline (Sl. 16.4). Rendgenske analize pokazale su da se radi se o bentonitu u čijem sastavu dominira smektit nastao izmjenom vulkanskog stakla. Sadržaj mikroelemenata ukazuje na vulkanski materijal neutralnog karaktera i pripadanje tefrifonolitu (KOVAČIĆ et al. 2015).

Taložni prijelaz iz srednjeg u gornji miocen je kontinuiran, a karakterizira ga postupna promjena litologije i nagla promjena fosilne zajednice (Sl. 16.5). Naime, unutar pet metara



Sl.16.3. Horizontalno laminirani lapori, „Kasonja formacije“. Širina fotografije 1.5 m.

Figure 16.3. Horizontally laminated marl from “Kasonja formation”. The width of the photography is 1.5 m.

slijeda laminirani lapori, karakteristični za sarmatske naslage, izmjenjuju se s pločasto uslojenim glinovitim vapnencima, sedimentima tipičnim za donjopanonske Croatica naslage. Nasuprot tome, između laminiranih lapora koji sadrže fosilnu mikrozajednicu karakterističnu za sarmatske naslage i vapnenaca i lapora sa zajednicom mekušaca i mikrofosila tipičnom za bočate okoliše donjeg panona, nalazi se tek nekoliko desetaka centimetara debeli paket fosilno sterilnih lapora.

Prema PAVELIĆ et al. (2003), KOVAČIĆ (2004) i VASILIEV et al. (2007) koji su na lokalitetu Vranović snimili detaljan geološki stup, gornjomiocenske naslage izgrađene su od vapnenaca i lapora. Donjih tridesetak metara tih naslaga prema litološkim značajkama i fosilnoj zajednici mekušaca, u kojoj su najznačajniji pulmonatni puževi *Radix croatica* i *Gyraulus praeponticus*, pripada Croatica naslagama, odnosno “Croatica formaciji”. Ostatak snimljenog slijeda pripada Ba-



Sl.16.4. Sloj bentonitne gline unutar sarmatskih naslaga s lokaliteta Vranović nastao izmjenom tufa.

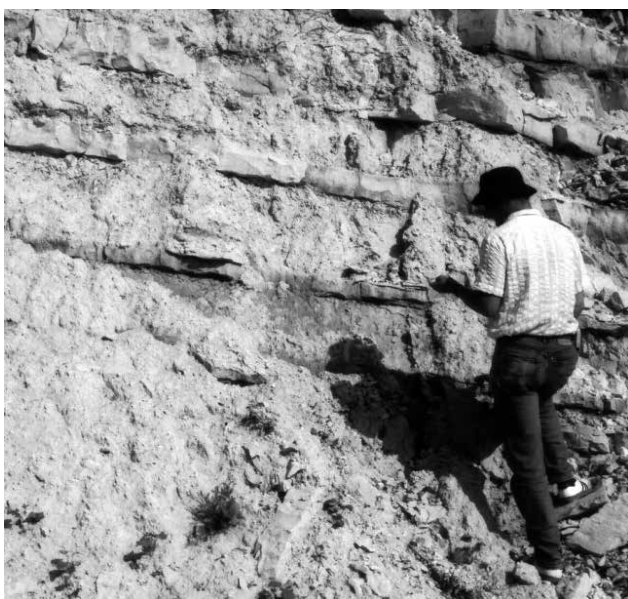
Figure 16.4. A layer of bentonite clay in the Sarmatian sediments from the Vranović locality. Bentonite is the product of the alteration of tuff.



Sl.16.5. Kontakt sarmatskih lapora i donjopanonskih vapnenaca na lokalitetu Vranović.

Figure 16.5. The contact between Sarmatian marl and Early Pannonian limestone on the Vranović locality.

natica naslagama, odnosno “Pavlovci formaciji” (Sl. 16.2). “Croatica formaciju” karakterizira izmjena slojeva glinovitog vapnenca debljine 10-30cm i jedinica lapora decimetarsko-metarskih debljina (Sl. 16.6). Vapnenci su bijele ili svijetlosive boje, mikritnog sastava. Često su bioturbirani i sadrže brojne ostatke mekušaca i ostrakoda, kao i fosilizirane trave. Taloženje se odvijalo iz suspenzije u litoralnim dijelovima jezera vrlo niskog saliniteta, a mjestimice je jezero bilo i gotovo slatkovodno. Lapor koji se proslavljaju s vapnencima sadrže i do 77% CaCO_3 . Sive su ili žute boje i bioturbirani. Taloženi su iz suspenzije i pripadaju nešto dubljem oligohalinskom jezerskom okolišu nego vapnenci. Dno jezera bilo je kolonizirano bentičkim organizmima koji su bušili istaloženi karbonatni mulj. Izmjene slojeva vapnenaca i kalcitom bogatih lapora ukazuju na oscilacije nivoa vode u jezeru.



Sl.16.6. Izmjena slojeva vapnenaca i lapora unutar “Croatica formacije” na lokalitetu Vranović.

Figure 16.6. The intercalation of limestones and marls of “Croatica formation” on Vranović locality.

“Pavlovci formacija” se u svom donjem dijelu sastoji od izmjene glinovitih vapnenaca i kalcitom bogatih lapora, a u središnjem i gornjem dijelu samo od lapora (Sl. 16.2). Pri tome udio karbonatne komponente u laporima opada idući prema gore. Fosilna zajednica mekušaca, poput školjkaša *Congerina banatica* i dinociste *Spiniferites bentori pannonicus* ukazuje na taloženje tijekom panona u dubljem bočatom jezerskom okolišu.

Prije desetak godina na kopu Vranović na površini su bile otkrivene i najmlađe miocenske naslage, poznate i kao Rhomboidea naslage. Te su naslage prema PAVELIĆetal. (2003) i KOVAČIĆ (2004) u svom donjem dijelu izgrađene od siltoznih lapora taloženih iz suspenzije. U središnjem dijelu nalaze se tanko uslojeni pijesci, siltovi i siltozni lapori koji zajednički čine male cikluse posipavanja naviše, a nastali su taloženjem iz mutnih struja. Te su struje u dublji jezerski okoliš transportirale klastični detritus, kojeg su rijeke donijele do ruba jezera. Najmlađi dio slijeda čine debelo uslojeni pijesci s proslojcima gline. Njihovo taloženje odvijalo se u plitkom jezeru, a izostanak brakične faune mogao bi biti pokazatelj definitivnog prelaska u slatkovodni okoliš, koji je važna karakteristika pliocenskog taloženja.

LITERATURA

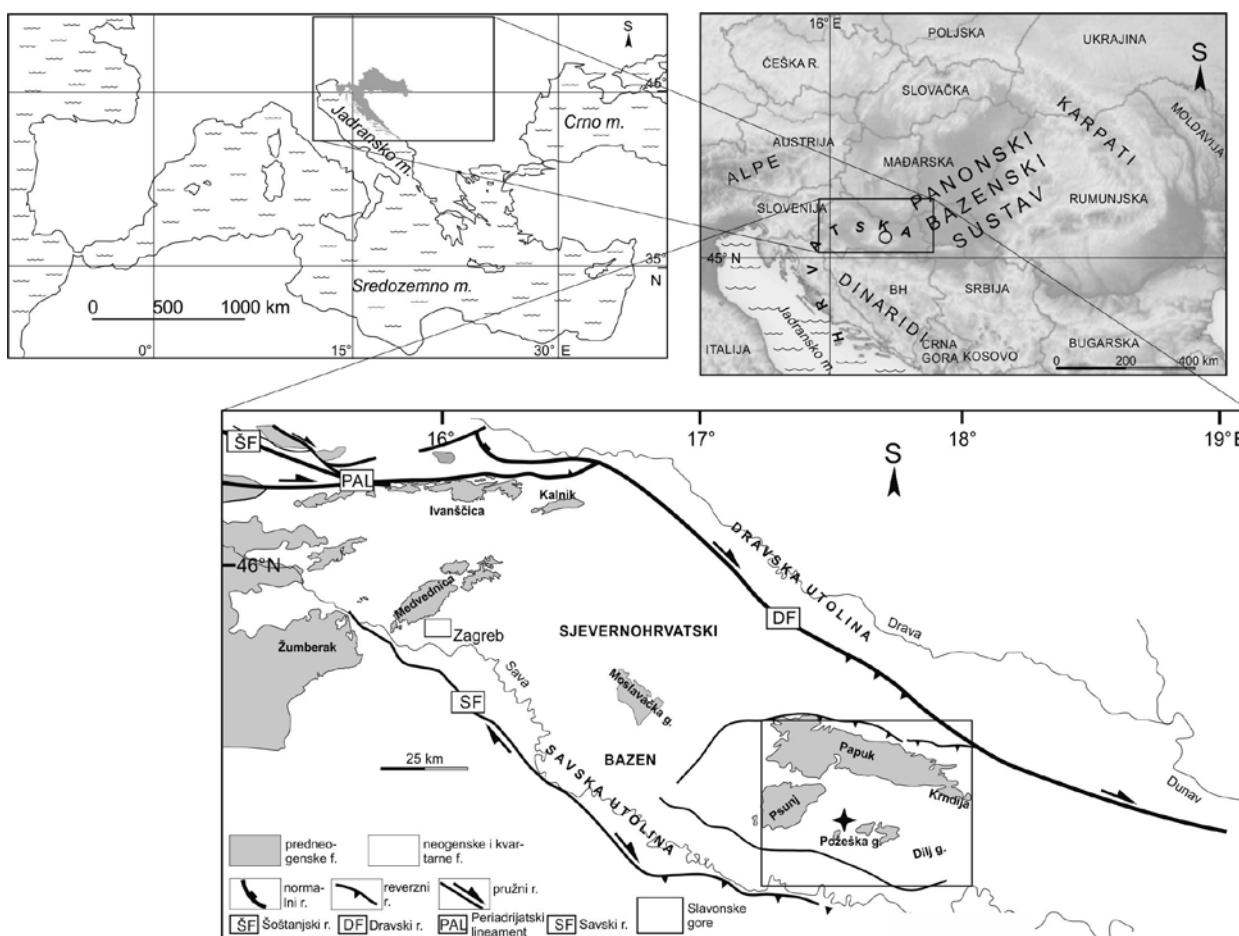
- JAPUNDŽIĆ, S., BOŠNJAK MAKOVEC, M., BORTEK, Ž., VR-SALJKO, D. & SREMAC, J. (2015): Fosilno pero iz srednjomiocenskih naslaga lokaliteta Bukova glava (Našice, Hrvatska).– U: HORVAT, M. & WACHA, L. (ured.): Knjiga Sažetaka, 5. Hrvatski geološki kongres, Osijek. U tisku.
- KOVAČIĆ, M. (2004): Sedimentologija gornjomiocenskih naslaga jugozapadnog dijela Panonskog bazena.– Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 203 str. Zagreb.
- KOVAČIĆ, M., ČORIĆ, S., MARKOVIĆ, F., PEZELJ, Đ., BAKRAČ, K., HAJEK-TADESSE, V., VR-SALJKO, D., BOŠNJAK MAKOVEC, M., KAMPIĆ, Š., RITOSA, A. & BORTEK, Ž. (2015): Granica srednjeg i gornjeg miocena (sarmat/panon) u Središnjem Paratetisu (lokalitet Vranović, Slavonija).– U: HORVAT, M. & WACHA, L. (ured.): Knjiga Sažetaka, 5. Hrvatski geološki kongres, Osijek. U tisku.
- PAVELIĆ, D., KOVAČIĆ, M., MIKNIĆ, M., AVANIĆ, R., VR-SALJKO, D., BAKRAČ, K., TIŠLJAR, J., GALOVIĆ, I. & BORTEK, Ž. (2003): The Evolution of the Miocene Environments in the Slavonian Mts. Area (northern Croatia).– U: VLAHOVIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (ured.): Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. Opatia – September 17–19, 2003, Field Trip Guidebook, 173–181, Zagreb.
- VASILIEV, I., BAKRAČ, K., KOVAČIĆ, M., ABDUL AZIZ, H. & KRIJGSMAN, W. (2007): Palaeomagnetic Results from the Sarmatian/Pannonian Boundary in North-Eastern Croatia (Vranović Section, našice Quarry).– *Geologia Croatica*, 60, 151–163.
- VR-SALJKO, D., JAPUNDŽIĆ, S., BOŠNJAK MAKOVEC, M., BORTEK, Ž. & SREMAC, J. (2015): Novi nalazi srednjomiocenskih fosila s lokaliteta Bukova glava (Našice, Hrvatska).– U: HORVAT, M. & WACHA, L. (ured.): Knjiga Sažetaka, 5. Hrvatski geološki kongres, Osijek, U tisku.
- ZEČEVIĆ, M., VELIĆ, J., SREMAC, J., TROSKOT-ČORBIĆ, T. & GARAŠIĆ, V. (2010): Significance of the Badennian petroleum source rocks from the Krndija Mt. (Pannonian Basin, Croatia).– *Geologia Croatica*, 63, 225–239.

Neogenske naslage Sjevernohrvatskog bazena Neogene of North Croatian Basin

Davor Pavelić

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10 000 Zagreb

The North Croatian Basin (NCB) is a southern-western satellite basin of the Pannonian Basin System (PBS) the formation of which commenced in the Early Miocene due to continental collision and subduction of the European Plate beneath the African (Apulian) Plate. The PBS is surrounded by the Alps, Carpathians and Dinarides, and palaeogeographically belongs to the Central Paratethys realm (HARZHAUSER and PILLER, 2007). The North Croatian Basin covers almost the entire area of north Croatia. On the basis of the depositional history during the early Miocene, it was concluded that the basin was generated by continental passive rifting (PAVELIĆ, 2001). The Miocene deposits on the Slavonian Mts. unconformably overlie strongly tectonized basement, which is mostly composed of various metamorphic and magmatic rocks. The Early and Middle Miocene syn-rift fill in the area of the Slavonian Mts. is characterized by deposition in different environments and the occurrence of volcanic activity. The environments changed from terrestrial to marine, and were strongly controlled by tectonics, climate change and eustatic sea-level fluctuations representing a generally long-term transgressive cycle. Three syn-rift formations can be distinguished: 1) late Burdigalian alluvial and salina-type siliciclastic deposits (Ottomanian – Karpatian), 2) early Langhian lacustrine siliciclastics and pyroclastics (earliest Badenian), and 3) Langhian to Serravallian marine clastics, carbonates, volcanics and pyroclastics (Early-Middle badenian). Post-rift formations indicate a long-term regressive cycle, and are characterized by 7 formations: 1) late Langhian – early Serravallian marine carbonates (Late Badenian), 2) late Serravallian marine carbonates and siliciclastics of a reduced salinity (Sarmatian), 3)



Slika 17.1. Položaj Sjevernohrvatskog bazena unutar Panonskoga bazenskog sustava. Glavni rasjedi prema MÁRTON et al. (2002).

Figure 17.1. Location of the North Croatian basin within the Pannonian Basin System. Main faults after MÁRTON et al. (2002).

early Tortonian freshwater to brackish lacustrine limestones (early Pannonian), 4) late Tortonian – early Messinian brackish lacustrine marls (late Pannonian – early Pontian), 5) late Messinian brackish siliciclastics (late Pontian), 6) Pliocene freshwater siliciclastics, and 7) Quaternary freshwater and aeolian siliciclastics.

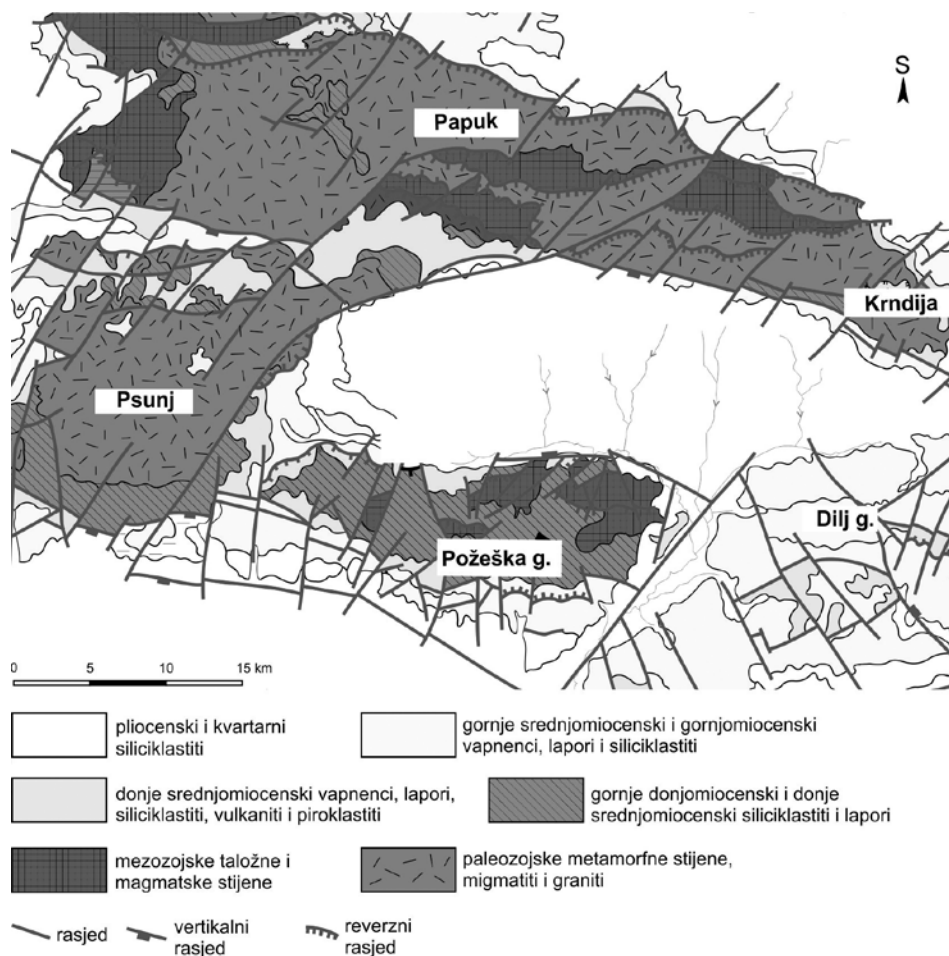
Uvod

Sjevernohrvatski bazen (SHB) je jugozapadni satelitski pod-bazen unutar Panonskoga bazenskog sustava (PBS), čije je formiranje počelo u starijem miocenu uslijed kontinentske kolizije i subdukcije Europske ploče pod Afričku (Apulijsku) ploču. Prva faza razvoja bazena obilježena je tektonskim stanjenjem kore i izostatskim tonjenjem (sinrift), dok je druga faza karakterizirana prestankom riftanja i tonjenjem uzrokovanim hlađenjem litosfere (postrift) (ROYDEN, 1988). PBS je okružen planinskim lancima Alpa, Karpata i Dinarida i paleogeografski pripada području Središnjeg Paratethysa (HARZHAUSER & PILLER, 2007) (Sl. 17.1).

Sjevernohrvatski bazen prekriva gotovo cijelu sjevernu Hrvatsku. Karakteriziran je izduženim, tektonski spuštenim utolinama pružanja ZSZ-IJI, s najvećom dubinom predmiocenskih stijena od oko 6.500 m (Sl. 17.1). Na temelju taložnog slijeda tijekom starijega i srednjeg miocena, sma-

tra se da je razvoj bazena generiran kontinentskim pasivnim riftanjem (PAVELIĆ, 2001). U središnjem dijelu bazena masivi izdizani tijekom pliocena i kvartara formirali su novi strukturno-tektonski sklop (MÁRTON et al., 1999). Njima pripadaju Papuk, Krndija, Psunj, Požeška gora i Dilj gora, zajednički nazvani Slavonske gore (Sl. 17.1).

Miocenski talozi i taložne stijene Slavonskih gora diskordantno prekrivaju snažno tektoniziranu podlogu, koja je uglavnom izgrađena od različitih tipova metamornih i magmatskih stijena nastalih u vrijeme variscičke orogeneze, kao što su metamorfne stijene amfibolitnog facijesa udružene s istovremenim migmatitima i granitima. Ove su stijene asociirane sa silurskim do donjokarbonskim metapelitima i metapsamitima u koje su intrudirali metabazični silovi. Mezozojske formacije manje su raširene, a zastupljene su trijaskim, jurskim i gornjokrednim siliciklastičnim i karbonat-

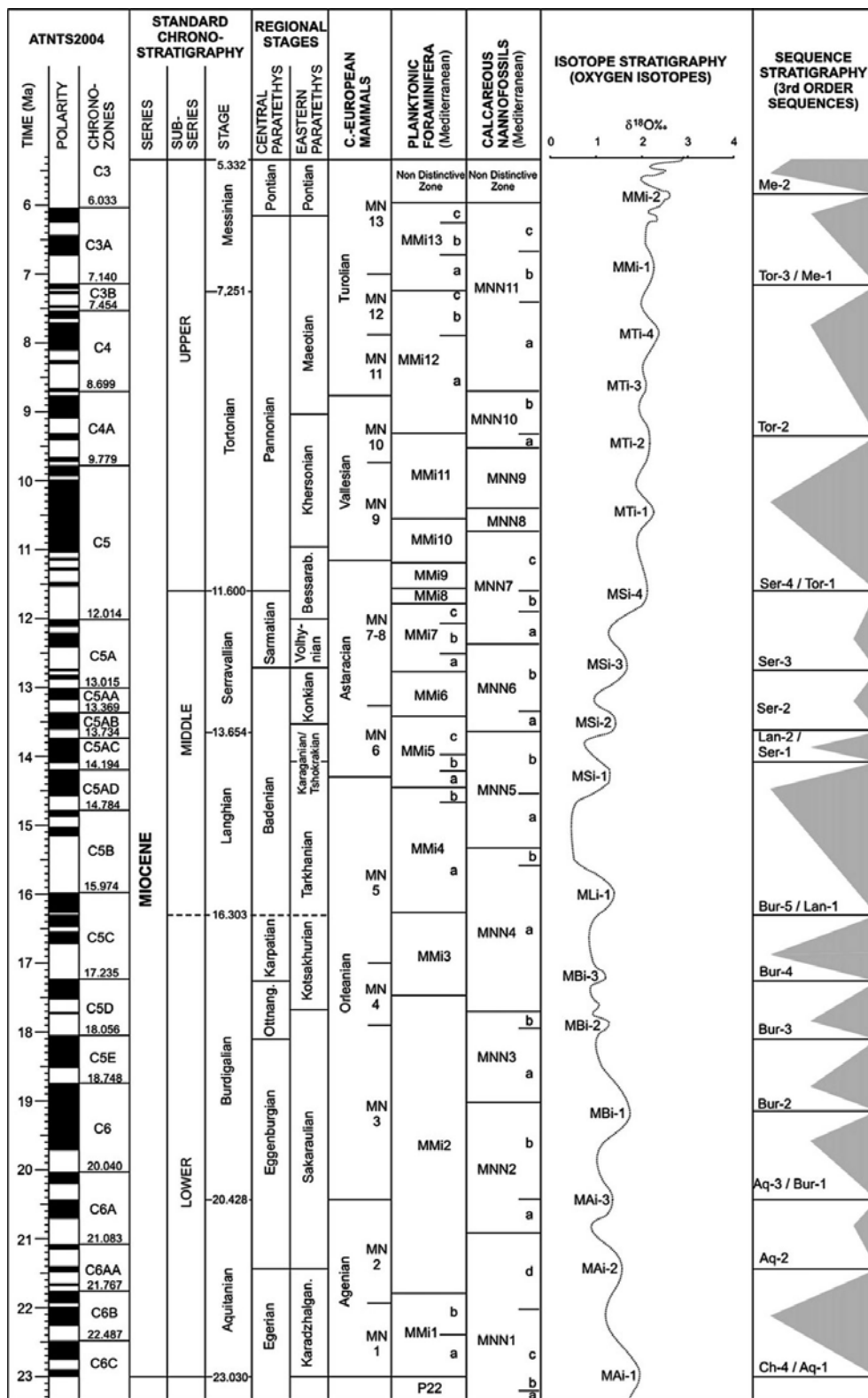


Slika 17.2. Pojednostavljena geološka karta područja Slavonskih gora (prema HGI, 2009).

Figure 17.2 A simplified geological map of the Slavonian Mountains area (after HGI, 2009).

nim stijenama te gornjokrednim magmatskim i taložnim stijenama kao rezultatom krednih kolizijsko-ekstenzijskih procesa (Sl. 17.2).

Punjenje bazena tijekom njegove sinrift i postrift faze u miocenu, pliocenu i kvartaru na području Slavonskih gora, obilježeno je taloženjem u različitim taložnim okolišima, uz



Sl. 17.3. Geološka vremenska ljestvica Paratethys u usporedbi sa standardnom geološkom vremenskom ljestvicom (prema HARZHAUSER & PILLER, 2007).

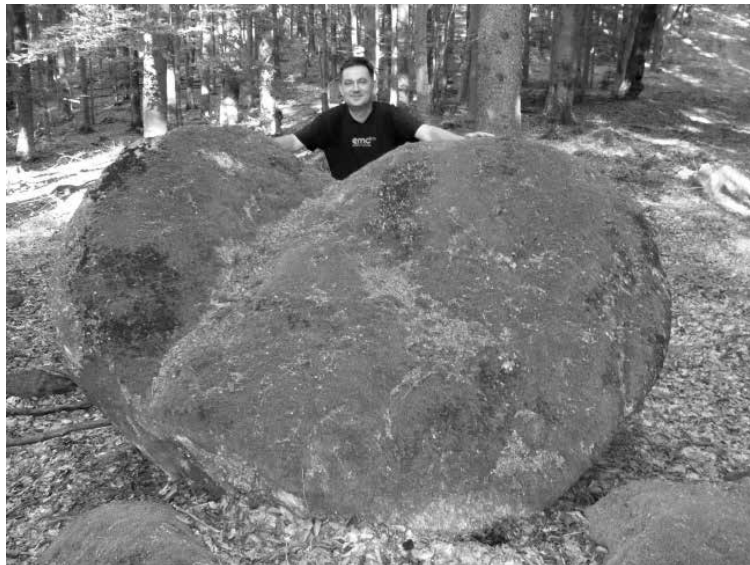
Figure 17.3. Geological time scale of Paratethys correlated with the standard geological time scale (after HARZHAUSER & PILLER, 2007).

pojave vulkanske aktivnosti. Taložni okoliši dinamično su se mijenjali od kopnenih do morskih i ponovno kopnenih, i bili su snažno upravljani tektonikom, promjenama klime i eustatskim promjenama razine mora te zajednički predstavljaju transgresivno-regresivni ciklus prvog reda. Posljedica je bila specifičan razvoj bazena i njegova izolacija, što je zahtijevalo potrebu korištenja regionalne geološke vremenske ljestvice (HARZHAUSER & PILLER, 2007) (Sl. 17.3). Sinrift faza je trajala od otnanga do srednjeg badena, a postrift faza od gornjeg badena do danas. Unutar sinrift faze mogu se definirati tri formacije: 1. otnanško-karpatске aluvijalne naslage i jezerske naslage salina tipa, 2. donjobadenske jezerske siliciklastične naslage s piroklastitima i 3. donjo-srednjobadenske marine klastične naslage, karbonatne naslage, vulkaniti i piroklastiti, što je i zajednička karakteristika cijelog SHB. U postrift fazi izdvaja se pet formacija: 1. gornjobadenski marinski vapnenci i lapori s piroklastitima, 2. sarmatski marinski biokalkareniti, siliciklastiti i vapnenci, 3. panonsko-pontski jezerski brakični vapnenci, lapori, siltovi i pijesci, 4. pliocenski slatkovodni siliciklastiti te 5. kvartarni slatkovodni i eolski siliciklastiti (LUČIĆ et al., 2001; PAVELIĆ, 2001; SAFTIĆ et al., 2003; ČORIĆ et al., 2009; MALVIĆ, 2012). Iako je postrift faza obilježena tonjenjem bazena, prekidana je kompresijskim izdizanjem na granici sarmat/panon te od pliocena do danas, što je imalo za posljedicu izdizanje i inverziju bazena (PAVELIĆ, 2001; TOMLJENOVIĆ & CSONTOS, 2001).

LITERATURA

- ČORIĆ, S., PAVELIĆ, D., RÖGL, F., MANDIĆ, O., VRABAC, S., AVANIĆ, R. & VRANJKOVIĆ, A. (2009): Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys).– *Geol. Croat.*, 62, 31–43.
- HARZHAUSER, M. & PILLER, W.E. (2007): Benchmark data of a changing sea – Palaeogeography, Palaeobiogeography and events in the Central Paratethys during the Miocene.– *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 253, 8–31.
- HGI (2009): Geološka karta Republike Hrvatske, M 1:300.000.– Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb.
- LUČIĆ, D., SAFTIĆ, B., KRIZMANIĆ, K., PRELOGOVIĆ, E., BRITVIĆ, V., MESIĆ, I. & TADEJ J. (2001): The Neogene evolution and hydrocarbon potential of the Pannonian Basin in Croatia.– *Mar. Petrol. Geol.*, 18, 133–147.
- MALVIĆ, T. (2012): Review of Miocene shallow marine and lacustrine depositional environments in Northern Croatia.– *Geol. Q.*, 56, 493–504.
- MÁRTON, E., PAVELIĆ, D., TOMLJENOVIĆ, B., PAMIĆ, J. & MÁRTON, P. (1999): First paleomagnetic results on Tertiary rocks from the Slavonian Mountains in the Southern Pannonian Basin, Croatia.– *Geol. Carpath.*, 50, 273–279.
- MÁRTON, E., PAVELIĆ, D., TOMLJENOVIĆ, B., AVANIĆ, R., PAMIĆ, J. & MÁRTON, P. (2002): In the wake of a counterclockwise rotating Adriatic microplate: Neogene paleomagnetic results from northern Croatia.– *Int. J. Earth Sci.*, 91, 514–523.
- PAVELIĆ, D. (2001): Tectonostratigraphic model for the North Croatian and North Bosnian sector of the Miocene Pannonian Basin System.– *Basin Research*, 13, 359–376.
- ROYDEN, L.H. (1988): Late Cenozoic Tectonics of the Pannonian Basin System.– U: ROYDEN, L.H. & HORVÁTH, F. (ur.): *The Pannonian Basin. A study in Basin Evolution.* Am. Assoc. Petrol. Geol., Mem., 45, 27–48.
- SAFTIĆ, B., VELIĆ, J., SZTANÓ, O., JUHÁSZ, G. & IVKOVIĆ, Ž. (2003): Tertiary subsurface facies, source rocks and hydrocarbon reservoirs in the SW part of the Pannonian Basin (Northern Croatia and South-Western Hungary).– *Geol. Croatica*, 56, 101–122.
- TOMLJENOVIĆ, B. & CSONTOS, L. (2001): Neogene-Quaternary structures in the border zone between Alps, Dinarides and Pannonian Basin (Hrvatsko zagorje and Karlovac Basins, Croatia).– *Int. J. Earth Sci.*, 90, 560–578.

Zahvale Acknowledgements



Kameno srce, Ravna gora, Papuk (Heart Of Stone)

Ugodna mi je dužnost zahvaliti se kolegama koji su svojim trudom omogućili pripremu i odvijanje ekskurzije, prije svega svim koautorima ali naravno i ravnateljici Kristini Kožić te djelatnicima Parka prirode Papuk bez čije bi pomoći i logistike istraživanja u Slavoniji bila bitno otežana. Zahvale među njima posebno idu Miri Mesiću – „slavonskom šerpi” i neumornom penjaču.

Također zahvaljujem gospodi Oti Ostoviću i Stjepanu Ergoviću (Našice, Nexe grupa, Našicecement d.d.), Stipi Grbiću (Vetovo, Kamen Ingrad), tvrtki Radlovac d.d., kamenolomu Puklica, kamenolomu Gradac, PD Jankovac, vinari-

ji Kutjevo d.d. na suradnji, pomoći i uvijek toplom dočeku te gostoprimstvu.

Zahvaljujem kolegama Nenadu Tomašiću (Geološki odsjek PMF-a), Bruni Tomljenoviću (RGNF), Hansu-Joachimu Massonne-u i Thomasu Theye-u (Universität Stuttgart), Patriku Konečný-om (Dionýz Štúr State Institute of Geology, Bratislava) na nesebičnoj pomoći. Također zahvaljujem Hrvatskom geološkom institutu i Hrvatskom geološkom društvu te Prirodoslovno-matematičkom fakultetu na pruženoj podršci. I svima onima koji će se prepoznati u tekstu, slikama i mislima. Hvala!

A2 GEOLOŠKO-GEOARHEOLOŠKA EKSKURZIJA
A2 GEOLOGICAL-GEOARCHEOLOGICAL EXCURSION

Lidija Galović

Točka 1 – Stop 1

Lončarstvo u prapovijesnim kulturama na vinkovačkom području Pottery production in prehistoric cultures in the area of Vinkovci

Marta Mileusnić¹ & Ina Miloglav²

¹Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva ulica 6, HR-10 000 Zagreb, Hrvatska

²Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Ulica Ivana Lučića 3, HR-10 000 Zagreb

Ključne riječi: lončarstvo, prapovijest, tel, arheometrija, podrijetlo, tehnologija

Key words: pottery, prehistory, tell, archaeometry, provenance, technology

Introduction

Pottery, as other handmade artefacts, reveals a social context of man in the past – his behaviour and activities, as well as the social, economic and political context. Investigating ceramics from different cultures, which lived in the same place with available raw materials, is especially interesting because the influence of landscape (availability of raw materials) is reduced to the minimum, so the differences in technology are conditioned by economic or social factors (matter of choice). Such investigation is possible only at specific archaeological sites named “tell”. Tell is a hill created by many generations of people living and rebuilding on the same spot. Over time, the level rises, forming a multi-layered mound. Tell Damića gradina in Stari Mikanovci and tell Tržnica (Ervenica) in the centre of Vinkovci represent very good examples of continuity of settling from the Early Neolithic. Tell Damića gradina was occupied during Sopot, Baden, Vučedol, Vinkovci and Bosut cultures and ends with fortified settlement in the last phase of the middle La Tene period (second half of the 1st century BC). As Vinkovci are settled even today, it is the oldest continuously inhabited place in Europe with about 8500 years of continuous settlement. Archaeometry included mineralogical, petrographic and chemical analyses of ceramic sherds from the site Damića gradina spanning in age from Early Neolithic to the Roman period, as well as ceramics sherds from the site Ervenica which belong to Vučedol culture, aiming to reconstruct technological processes. Technology of pottery production is considered: (1) preparation of clay paste (a recipe for the clay mixture), (2) modelling techniques; (3) firing regime, and (4) styles of decoration. In addition to pottery, field work with sampling and analyses of clayey material from vicinity of both sites was also performed. Interdisciplinary approach and the cooperation of scientists from two completely different areas, natural sciences (geology) and the humanities (archaeology) are necessary in such type of investigation. Results gained through diploma thesis of Kristijan Bakarić “Archaeometry of prehistoric Vučedol culture pottery from the sites Ervenica and Damića gradina”, as well as through the ongoing bilateral interdisciplinary project “Pottery production in prehistoric cultures, especially Hallstatt culture, of Croatian and Austrian Danube regions” will be presented on sites. Prof. Franz Ottner, dr. Karin Wriessnig, Adriana Grzunov and Maria Mayrhofer participated in this investigation. In the frame of the field trip A2, participants will have a walk around site Damića gradina and visit Vinkovci town Museum.

Uvod

Keramičke posude, kao i ostali ručno izrađeni predmeti, otkrivaju društveni kontekst čovjeka u prošlosti – njegovo ponašanje i aktivnosti, te ekonomske i političke prilike. Istraživanje keramike različitih kultura koje su živjele na istom mjestu s raspoloživim sirovinama posebno je zanimljivo jer je utjecaj krajolika (dostupnost sirovine) sveden na minimum, tako da su promjene tehnologije uglavnom uvjetovane gospodarskim ili društvenim čimbenicima (stvar izbora). Takvo istraživanje je moguće samo na arheološkim nalazištima

na kojima su pronađeni različiti kulturni slojevi superponirani jedan na drugi. Takvi lokaliteti nazivaju se „tel”. Tell je dakle umjetni brežuljak stvoren življenjem i izgradnjom na istom mjestu mnogih generacija ljudi. Tijekom vremena, razina naselja raste te se formira slojeviti humak. Tel Damića gradina u Starim Mikanovcima i tel Tržnica s Ervenicom u Vinkovcima predstavljaju vrlo dobre primjere kontinuiteta naseljavanja od ranog neolitika. Tel Damića gradina naseljen je u kontinuitetu od oko 6000 godina, od ranog neolitika do početka rimskog perioda, a kako je tel Tržnica u centru Vinkovaca naseljen i danas jedno je od najstarijih mjesta

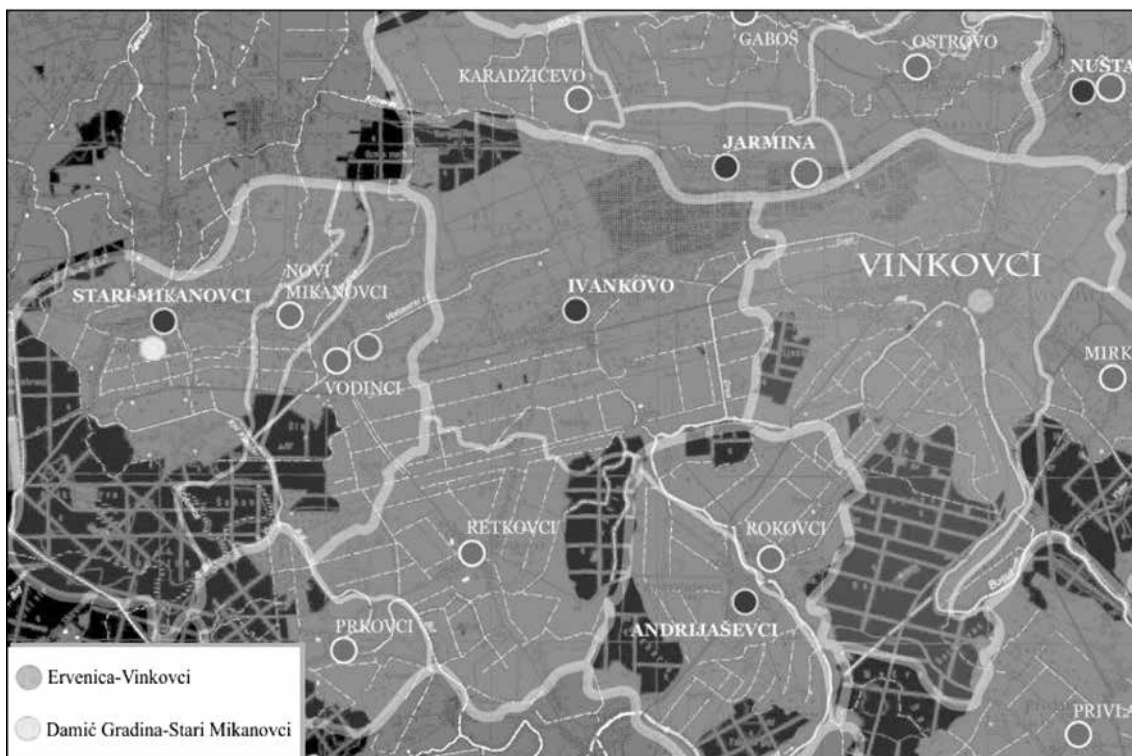
kontinuiranog naseljavanja u Europi (oko 8500 godina) (DURMAN, 2013). Arheometrija keramike uključivala je mineraloške, petrografske i kemijske analize keramičkih ulomaka iz svih navedenih kultura s lokaliteta Damića gradina, te vučedolske kulture s lokaliteta Ervenica u Vinkovcima s ciljem rekonstrukcije tehnoloških procesa. Pod tehnologijom proizvodnje keramike podrazumijeva se: (1) priprema glinene smjese (recept za smjesu), (2) tehnike modeliranja, (3) režim pečenja i (4) stilovi ukrašavanja. Osim analize keramike, uzorkovane su i analizirane gline iz bliže okolice oba lokaliteta. Interdisciplinarni pristup i suradnja znanstvenika iz dva potpuno različita područja, prirodnih znanosti (geologija) i humanističke (arheologija) su neophodni u takvoj vrsti istraživanja. Rezultati koji će biti predstavljeni na lokacijama dobiveni su istraživanjem studenta Kristijana Bakarića koji je za svoj rad „Arheometrija prapovijesne keramike Vučedolske kulture s lokaliteta Ervenica i Damića gradina” dobio rektoruovu nagradu, te kroz tekući bilateralni projekt „Lončarstvo u prapovijesnim kulturama; s naglaskom na Halštatsku kulturu, na području hrvatskog i austrijskog podunavlja”. Prof. Franz Ottner, dr. Karin Wriessnig, Adriana Grzunov i Maria Mayrhofer sudjelovali su u istraživanju. U okviru ekskurzije A2, sudionici će prošetati lokalitetom Damića gradina i posjetiti Gradski muzej Vinkovci gdje će im biti prezentirani i rezultati istraživanja.

Geografski položaj lokaliteta

Vinkovačko područje zbog svog je povoljnog geografskog položaja bilo prostor koji je pružao idealne uvjete za naselja-

vanje, od prapovijesti do današnjih dana. Arheološki lokaliteti koji će biti prezentirani u sklopu ekskurzije su tel Damića gradina u Starim Mikanovcima i tel Tržnica (Ervenica) u središtu Vinkovaca (Slika 1).

Geografske karakteristike opisane su na temelju publikacija BOGNAR (1994); BOROVIĆ (2002); MAGAŠ (2013), ROGLIĆ (1975) i SIĆ (1975). Vinkovci su smješteni u nizinskom dijelu Hrvatske, na sjevernom rubu Bosutske nizine, između Đakovačke i Vukovarske lesne zaravni (u starijoj literaturi Đakovačko-Vinkovačka lesna zaravan), na mjestu gdje se savski i dunavski sliv međusobno najviše približavaju. Novi Mikanovci su smješteni na južnim padinama Đakovačke lesne zaravni koja se blago spušta prema jugu i prelazi u savsku ravnicu. Đakovačko-vukovarska lesna zaravan viša je za 10-20 m od okolnog tla. Rijeka Bosut koja meandriira vinkovačkim područjem najveća je pritoka rijeke Save. Direktna povezanost između Posavine (sliva Bosuta) i dravsko-dunavske nizine (sliva Vuke) odvijala se preko potoka Ervenice (Barice). Geološki sastav ovog područja zasigurno je imao veliku ulogu pri odabiru mjesta za podizanje naselja kroz cijelo prapovijesno razdoblje. Prevladavaju riječne naplavine (pijesak, šljunak, glina i ilovača), te naslage prapora (lesa) i prapornih sedimenata. Prostor Bosutske nizine je prošaran močvarama i znatnim dijelom prekriven šumom. Takav šumsko-močvarni pejzaž odrazio se na izolacijsku funkciju, te ograničio život na rubne dijelove ravnjaka. Veliko značenje voda odrazilo se na osobine biljnog pokrova i tla, a ekološke prilike utjecale su na razvoj i veliko širenje vlažnih nizinskih šuma hrasta lužnjaka u Bosutoj nizini. U



Slika 1. Karta arheoloških lokaliteta šireg područja Vinkovaca. Istraživani lokaliteti naglašeni su u legendi.
Figure 1. Map of archaeological sites in the Vinkovci area. Investigated sites are highlighted in the legend.

tom prostoru nalazi najveći areal takvih šuma u Hrvatskoj, a vjerojatno i u Europi. Lijeva obala Bosuta, čija nadmorska visina iznosi oko 88 m, znatno je viša od desne, te je zahvaljujući tome ujedno i zaštićena od čestih poplava te pogodna za naseljavanje. Upravo će na lijevoj, povišenoj stani obale, nastati i prva prapovijesna naselja u Vinkovcima.

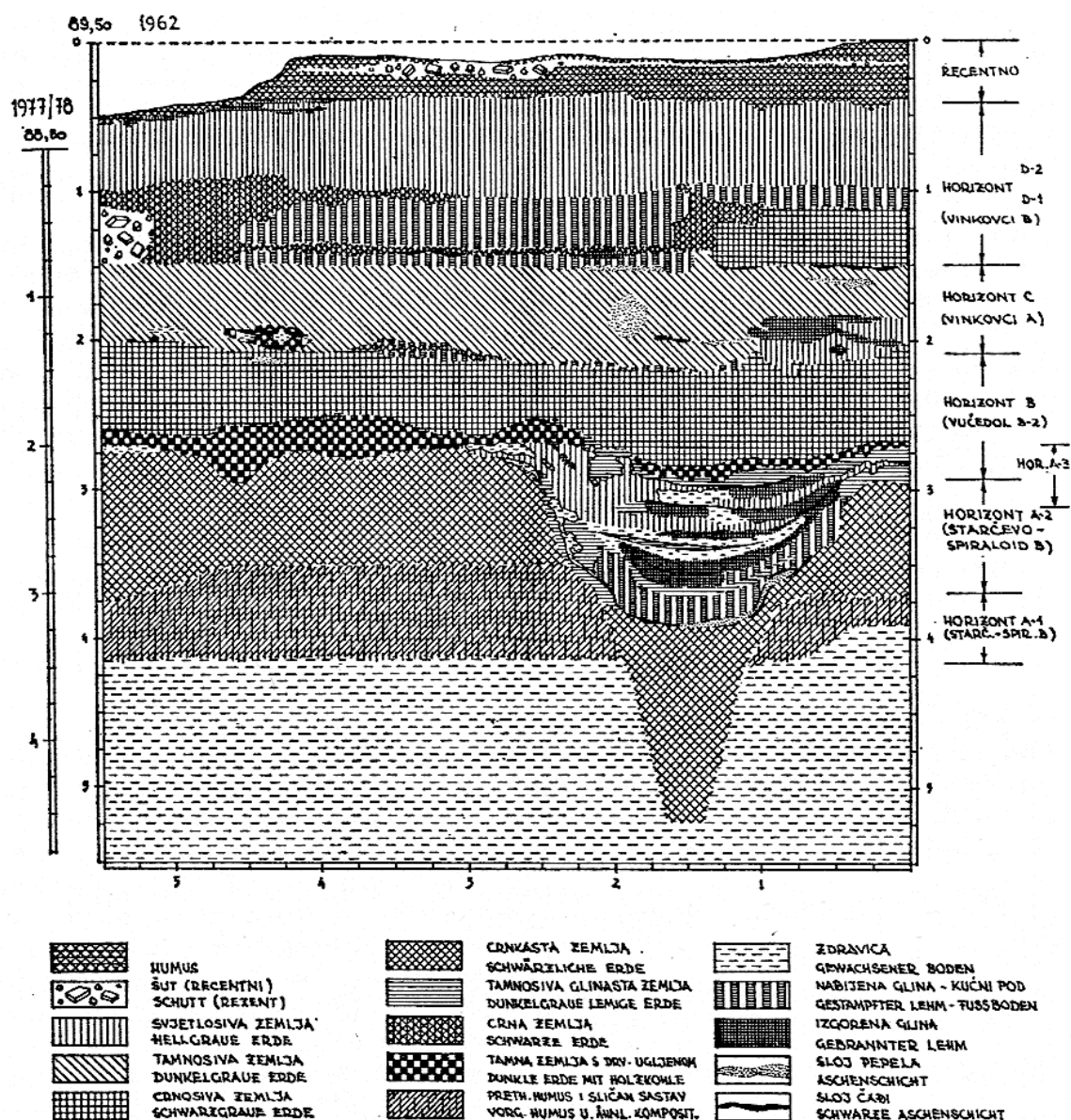
Opis arheoloških lokaliteta

Tel Tržnica i Ervenica u Vinkovcima

Tragovi ljudske aktivnosti na području Vinkovaca mogu se pratiti u neprekinutom kronološkom slijedu od ranog kamenog doba (neolitika) do današnjih dana. Već prilikom velikog zaštitnog istraživanja 1977/78. godine, zabilježeni su tragovi naseljavanja tijekom starčevačke, vučedolske i

vinkovačke kulture, te lasinjsko-salkucanski i bodrogkeresturski nalazi (DIMITRIJEVIĆ, 1979) (Slika 2).

Vučedolska kultura ostavila je poseban i prepoznatljiv trag na ovim prostorima, ne samo svojom osebujnom keramičkom proizvodnjom, već i društveno-ekonomskom organizacijom koja vrlo jasno odražava način života i promjene koje su se dogodile na samom kraju bakrenog doba (eneolitika). Kao izraziti predstavnik svog vremena, vučedolska kultura svoje ishodište ima upravo u slavonsko-srijemskom prostoru iz kojeg se u kasnijem razdoblju širila na sve četiri strane svijeta, te ostavila traga na mnogo širem europskom tlu. Kako se današnji moderni grad nalazi iznad arheoloških struktura, lokaliteti u ovakvim urbanim cjelinama svakodnevno su izloženi invazivnim zahvatima koji su nužni za funkcioniranje suvremenog načina života. U arheološki zaštićenim zonama poput Vinko-



Slika 2. Vinkovci – lokalitet tel Tržnica (Hotel), istraživanje 1962, 1977/78. (preuzeto iz: DIMITRIJEVIĆ, (1979) 37).

Figure 2. Vinkovci – site tell Tržnica (Hotel), investigations from 1962, 1977/78 (from DIMITRIJEVIĆ, 1979: 37).

vaca, istraživanja su potaknuta građevinskim i infrastrukturnim zahvatima unutar grada, koji arheolozima omogućavaju otkrivanje osnovnih elemenata arheoloških i povijesnih struktura te rastera naselja. Prilikom urbanizacije Vinkovaca u drugoj polovici sedamdesetih godina, te zaštitnim arheološkim istraživanjima koja se na području grada intenzivno provode u zadnjih 50-tak godina otkriveno je oko 12000 m² površine vučedolskog naselja, koje se rasprostiralo na dva platoa s lijeve i desne strane potoka Ervenice, dok je s južne strane naselje bilo omeđeno Bosutom (MILOGLAV 2007; 2012). Središnji dio naselja nalazio se na mjestu današnjeg hotela Slavonija (tel Tržnica), a samo utok potoka Ervenice u Bosut dijelio ga je od nešto manjeg položaja na mjestu današnjeg područja grada koji se zove Ervenica (Slika 3).

Zaštitna arheološka istraživanja koja se godinama provode na Ervenici u ulici Matije Gupca polako nam otkrivaju ekonomske i gospodarske aktivnosti stanovništva, organizaciju keramičke proizvodnje, te tehnološke postupke izrade keramičkih posuda (Slika 4). Vučedolsko naselje na Ervenici prema dobivenim radiokarbonskim datumima funkcioniralo je u razdoblju od 2880.-2480. g. pr. Kr., koristeći isti prostor naseljavanja kroz nekoliko generacija. Osnovu gospodarstva činilo je stočarstvo temeljeno na uzgoju domaćih životinja (67,49%), u prvom redu goveda, te u manjoj mjeri svinje te ovce/koze. Od divljih životinja, koje su zastupljene u puno manjoj mjeri (32,51%), najviše se lovio jelen, divlje govedo,

srna i divlja svinja. Arheobotanička analiza pokazala je da su stanovnici Ervenici najviše uzgajali dvozrnu, potom jednozrnu pšenicu, te u manjoj mjeri ječam što je uobičajena slika zemljoradničke privrede za razdoblje bakrenog doba (MILOGLAV, 2012).

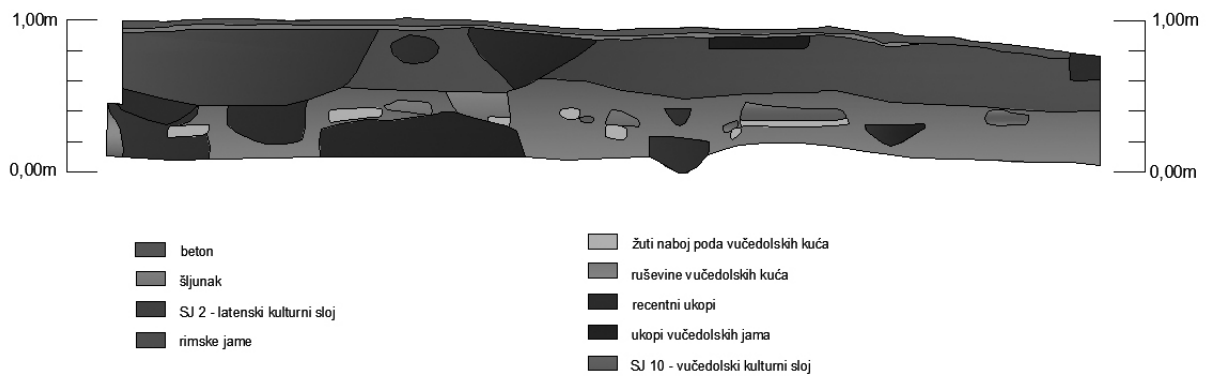
Tel Damića gradina u Starim Mikanovcima

Lokalitet tel Damića gradina (Slika 5) nalazi se u samom centru Starih Mikanovaca. Veliko zaštitno istraživanje proveli su arheolozi Gradskog muzeja Vinkovci 1980. godine prilikom gradnje temelja za Osnovnu školu (ISKRA JANOŠIĆ, 1984). Iskopavanje je pokazalo kontinuitet naseljavanja od kamenog do mlađeg željeznog doba, odnosno tijekom sopotske, badenske, vučedolske (Slika 6), vinkovačke i bosutske kulture, a život na gradini završava s fortificiranim naseljem u zadnjoj fazi srednjolatskog razdoblja (druga polovica 1. st. pr. Kr.).

Gradina je imala zemljani bedem zapečen u dva nivoa, podignut u vrijeme sopotske kulture, te opkop koji je vjerojatno bio povezan s potočićem koji teče s istočne strane gradine. Plato gradine kružnog je oblika promjera 117-125 m, dok je u podnožju promjera cca 170 m (Slika 7). Gradina se blago spušta prema jugu, relativne visine 8 m, dok je visina u sjeveroistočnom dijelu platoa preko 9 m. S istočne strane nalazio se potok koji je punio opkop vodom, a vidljiv je i danas sa sjeveroistočne, sjeverne i sjeverozapadne strane. Ulaz



Slika 3. Položaj naselja na telu Tržnica (1) i Ervenici (2) u odnosu na potok Ervenicu i rijeku Bosut (karta preuzeta iz BUCZYNSKI et al. (1999) Sekcija 17). **Figure 3.** Location of settlement on tell Tržnica (1) and Ervenica (2) in relation to Ervenica stream and the River Bosut (map from BUCZYNSKI et al., (1999): Sekcija 17).



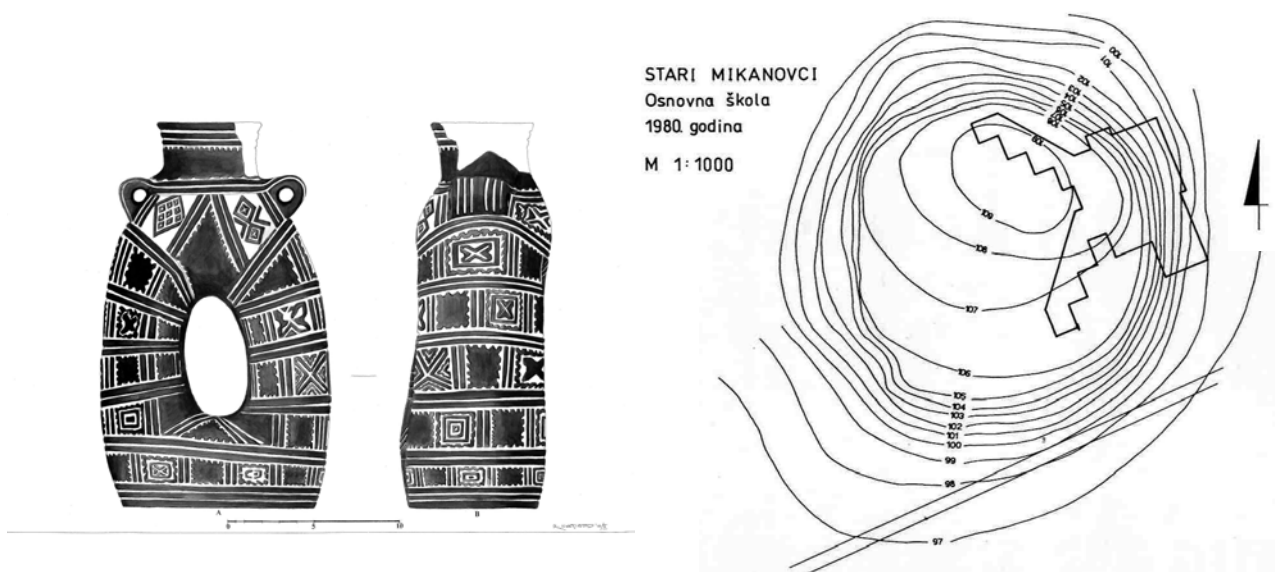
Slika 4. Sjeverozapadni profil sonde na položaju u ulici Matije Gupca 14 (2007. g.).

Figure 4. Northwestern profile of the excavated area at the Street address Matije Gupca 14 (2007).



Slika 5. Fotografija lokaliteta Damija gradina (preuzeto iz MILOGLAV (2012) 77, arhiva Gradskog muzeja Vinkovci-obilazak terena 2002. godine).

Figure 5. Photo of tell Damija gradina (from MILOGLAV, 2012: 77, archives of the Vinkovci Town Museum – field surveying 2002).



Slika 6. Dvojna posuda iz razdoblja vučedolske kulture s lokaliteta Damija gradina (preuzeto iz MILOGLAV (2012) 76). Posuda se čuva u Gradskom muzeju Vinkovci.

Figure 6. Double bowl from Vučedol culture excavated at Damija gradina site (from MILOGLAV, 2012: 76). Bowl is displayed in Vinkovci Town Museum.

Slika 7. Tlocrt i položaj arheoloških sondi na Damija gradini prilikom gradnje osnovne škole 1980. g. (preuzeto iz DIZDAR (2001) 28).

Figure 7. Ground plan and location of archaeological probes at Damija gradina during the construction of elementary school in 1980 (from DIZDAR, 2001:28).

na gradinu bio je s jugoistočne, najpristupačnije strane. Radiokarbonski datumi s Damića gradine dobiveni su za badensku (3630. – 3490. g. pr. Kr.), vučedolsku (2860. – 2490. i 2630.-2470. g. pr. Kr.) i vinkovačku kulturu (2460. – 2200. g. pr. Kr.).

Geološke karakteristike prostora i potencijalne sirovine za izradu keramike

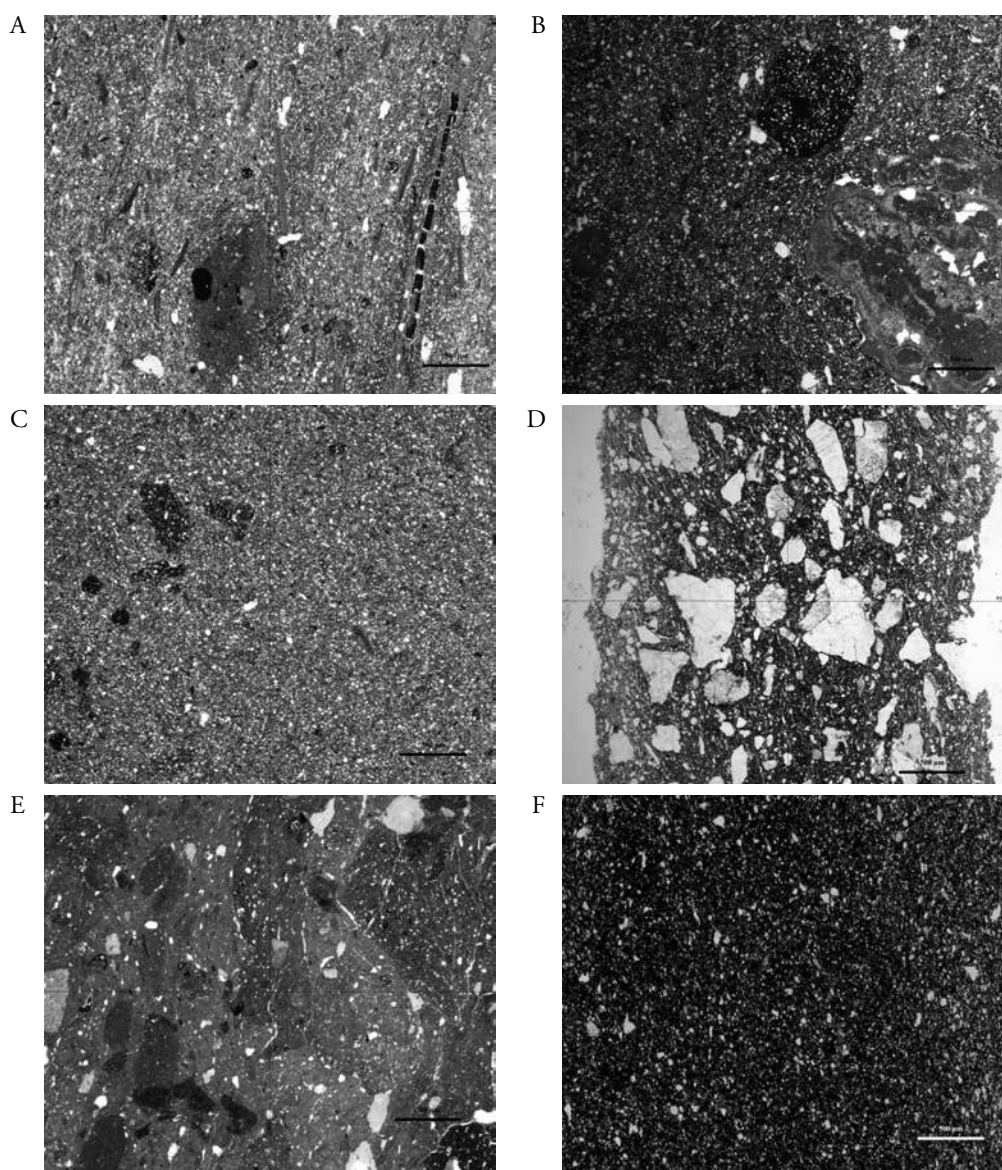
Arheometrija keramike

Vučedolska keramika

Analiza keramičkog materijala s oba vučedolska lokaliteta pokazala je tragove organizirane keramičke proizvodnje koja se

još uvijek odvija unutar domaćinstva, gdje više keramičara izrađuje proizvode za potrebe naselja. Izrada keramičkih posuda nije bila intenzivirana u smislu stalne proizvodnje, već je ovisila o vremenskim uvjetima, gospodarskim aktivnostima i potrebama zajednice za određenim proizvodom.

Mineraloško-petrografskom analizom i rendgenskom difrakcijom na prahu, utvrđen je sljedeći mineralni sastav: kvarc, mineral iz skupine tinjaca (muskovit/sericit), K-feldspat i plagioklas, te sitnokristalasta agregatna zrna i možda klinopiroksen. Sporadično su nađene i čestice stijene (kvarcit/rožnjak). Osim toga, u ulomcima je uočen i srednje do krupnozrnat grog, te zaobljena organska zrna. Jezgra ulomaka je tamnosmeđe, sive do crne boje, dok pojedini uzorci poka-



Slika 8. **A**-sopotska kultura (uzorak U1, 5000-4000. g.pr.Kr.); **B**-badenska kultura (uzorak U32, 3630-3370. g.pr.Kr.); **C**-vučedolska kultura (uzorak U21, 2880-2450. g.pr.Kr.); **D**-vinkovačka kultura (uzorak U28, 2460-2200. g.pr.n.e.); **E**-bosutska kultura (uzorak U7, 800-600. g.pr.n.e.); **F**-latenska kultura (uzorak 13, 3000. g.pr.Kr.). Napomena: sve mikrofotografije su povećanja 2,5x i bez ukriženih nikola, oznaka mjerila je dužine 0,5 mm.

Figure 8. **A**-Sopot culture (sample U1, 5000-4000 BC); **B**-Baden culture (sample U32, 3630-3370 BC); **C**-Vučedol culture (sample U21, 2880-2450 BC); **D**-Vinkovci culture (sample U28, 2460-2200 BC); **E**-Bosut culture (sample U7, 800-600 BC); **F**-La Tené culture (sample U13, 300-0 BC). Note: all microphotographs were taken at magnification of 2.5 and parallel Nicol prisms. Scale bar indicates length of 0.5 mm.

zuju svijetlosmeđu do narančasto-crvenu vanjsku i/ili unutrašnju stijenku. Takve strukture mogu nastati pečenjem u redukcijskim uvjetima s krajnjim stadijem hlađenja u oksidacijskoj atmosferi kao posljedica trošenja.

Petrografska analiza ulomaka keramike s lokaliteta Ervenica i Damića gradina nije razdvojila uzorke keramike u grupe različitih teksturnih, strukturnih i mineralnih karakteristika jer ulomci s oba lokaliteta ne pokazuju značajne razlike. Matriks obiluje homogeno raspoređenim, sitnozrnatim subangularnim do angularnim kvarcom te listićavim mineralom iz skupine tinjaca. U ovom slučaju, unimodalna raspodjela kvarca i tinjaca unutar matriksa te uglatost kvarca upućuju na to da su minerali prirodna sastavnica sirovine te da im je izvorište bilo relativno blizu lokacije odakle je materijal pridobivan za pripremu glinene smjese. U principu, što su zrna dulje transportirana, to su više zaobljena.

Jedina primijećena razlika u analiziranom keramičkom materijalu odnosi se na izradu tehnološki zahtjevne posude koja je služila za termičku obradu hrane. Posude za kuhanje iziskuju od lončara puno više truda, znanja, vještine i vremena nego posude za npr. skladištenje namirnica ili konzumaciju bez termičke obrade. Dodavanjem različitih primjesa u glinenu smjesu lončar je mogao poboljšati kvalitetu posude, smanjiti poroznost, povećati čvrstoću i otpornost posude na termalni stres (učestale promjene temperature). Jedna od takvih primjesa je grog (smrvljena pečena keramika) koja, kao namjerno dodavana primjesa, ima dugu tehnološku tradiciju u lončarstvu. Na analiziranim ulomcima koji pripadaju loncima uočena je veća količina primjesa groga kao i veće dimenzije njegovih zrna. Primijećene razlike odnose se isključivo na funkciju posude, odnosno posudu koja je služila za termičku obradu hrane, te nemaju veze s veličinom posude, jer su uzorkovani manji i veći oblici lonaca. Dobiveni rezultati posebno su zanimljivi s tehnološkog aspekta, odnosno izbora lončara da poboljša kvalitetu proizvoda čija je primarna svrha kuhanje namirnica životinjskog i/ili biljnog porijekla.

Tehnološke razlike u pojedinim kulturama

Interpretacija (receptura glinenih smjesa) rezultata mineraloško-petrografskih analiza ulomaka keramike različitih kulturnih grupa s lokaliteta Damića gradina je u tijeku i bit će predstavljena na ekurziji. Na Slici 8 prikazane su mikrofotografije odabranih ulomaka keramike iz različitih kultura.

LITERATURA

- BOGNAR, A. (1994): Na vukovarskoj lesnoj zaravni. Vukovar – vjekovni hrvatski grad na Dunavu.– Nakladna kuća Dr Feletar, 25–48, Zagreb.
- BOROVAC, I. (2002): Veliki atlas Hrvatske, Mozaik knjiga, 480 str., Zagreb.
- BUČZYNSKI, A., KRUIHEK, M. & VALENTIĆ, M. (1999): Hrvatska na tajnim zemljovidima 18. i 19. stoljeća. Brodska pukovnija.– Hrvatski institut za povijest, Zagreb.
- DIMITRIJEVIĆ, S. (1979): Vučedolska kultura i vučedolski kulturni kompleks. – U: A. BENAC (ur.): Praistorija jugoslavenskih zemalja III, 267–343, Sarajevo.
- DIZDAR, M. (2001): Latenska naselja na vinkovačkom području.– D disertacije i monografije 3, Zagreb.
- DURMAN, A. (ur.) (2013): The oldest town in Europe. Vinkovci from the the Neolithic to this day.– Privlačica, Vinkovci.
- ISKRA-JANOŠIĆ, I. (1984): Arheološka istraživanja na području općine Vinkovci.– Izdanja Hrvatskog arheološkog društva, 9, 143–152, Zagreb.
- MAGAŠ, D. (2013): Geografija Hrvatske.– Sveučilište u Zadru, odjel za geografiju i Izdavačka kuća Meridijani, 597, Zadar.
- MILOGLAV, I. (2007): Ervenica – dio naselja vučedolske kulture.– Opuscula Archaeologica, 31, 27–48, Zagreb.
- MILOGLAV, I. (2012): Topografija nalazišta vučedolske kulture na vinkovačkom području.– Acta Musei Cibalensis, 5, 69–93, Vinkovci.
- ROGLIĆ, J. (1975): Prirodna obilježja. Geografija SR Hrvatske (ur. CVITANOVIC, A.), Knjiga 3.– Školska knjiga, 17–23, Zagreb.
- SIĆ, M. (1975): Đakovački kraj i Bosutska nizina. Geografija SR Hrvatske (ur. Cvitanovic, A.), Knjiga 3.– Školska knjiga, 162–190, Zagreb.

Točka 2 – Stop 2

Naftno polje Đeletovci:i zlato istočne Slavonije Oil field Đeletovci: and gold of Eastern Slavonia

Marica Balen

INA – Industrija nafte, d.d., SD istraživanje i proiz. nafte i plina, Sektor istraživanja, Av. Većeslava Holjevca 10, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: istočna Slavonija, Đeletovci, naftno polje

Key words: Eastern Slavonia, Đeletovci, oil field

Introduction

In the easternmost part of the Croatian (area of Eastern Slavonia) are located oil-fields Đeletovci, Privlaka and Ilača, discovered 30 years ago. For more than a quarter of a century oil-wells from those oil-fields continuously and tirelessly produce black gold from the depths of thousand meters. The fields are small but nevertheless, for our circumstances produce major benefits.

Based on the relatively large number of exploration and production wells (60 wells) within the boundaries of the exploitation fields and exploration areas, many felt that there is no need for additional research. Prevailing opinion was that the area is completely explored and results collected during oil wells/fields productive life are sufficient indicator of exploration.

However, a detailed analysis of geological and geophysical parameters of the easternmost part of our country point to additional structures with potential like for example Đeletovci west, whose realization clearly show that we still have potentially interesting parts for research and production.

Prostor istočne Slavonije u kojoj se prostiru bogate i plodne ravnice, geološki pripada Slavonsko-srijemskoj depresiji, pravoj riznici „crnog zlata”. Na površini slavonski seljak ore, sadi i sije, a ispod duboko u podzemlju geolozi i naftaši svojim znanjem, trudom i vjerom potvrđuju bogatstvo, otkrićima crnog zlata Slavonije.

Na ovim prostorima aktivnosti vezane za istraživanje i otkrivanje nafte i plina započele su još prije drugog svjetskog rata u vidu gravimetrijskih mjerenja. Prva istražna bušotina izbušena je 1954. god. Uslijedila su snimanja seizmičkih profila, gravimetrijska i magnetometrijska mjerenja, površinska kartiranja i svi nalazi su ukazivali na postojanje potencijalnih strukturnih zamki. Na uzdignutim strukturama paleoreljefa bušene su istražne bušotine. Unatoč negativnim rezultatima ili pak neekonomskim količinama ugljikovodika, optimistički se vjerovalo da postoji „crno zlato”. Snimani su dodatni kilometri seizmičkih profila, analizirani i proučavani prikupljeni podaci, temeljem kojih je izrađen niz doktorskih disertacija i znanstvenih radova te stručne studije mnogih autora, grupa autora i institucija, što je rezultiralo kvalitetnijim definiranjem geoloških parametara Slavonsko-srijemske depresije. Primjenom geoloških, geofizičkih, petrofizičkih i geokemijskih podataka počela se ocrtavati vrlo složena slagalica u definiranju potencijalnih zamki crnog zlata (Slika 1).

Za sve koji se nisu predavali, uslijedila je nagrada i nakon 20-tak negativnih ili neekonomski isplativih bušotina poteklo je crno zlato Slavonije. Čast prve pozitivne istražne bušotine pripala je Ilači-1, 1981. god., nedugo zatim, već iste godine

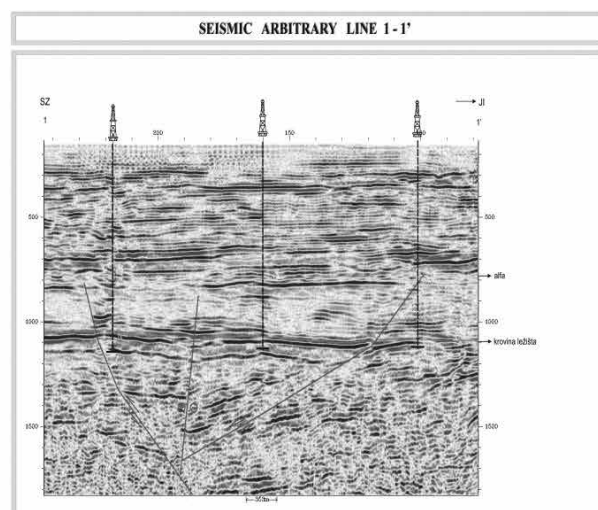
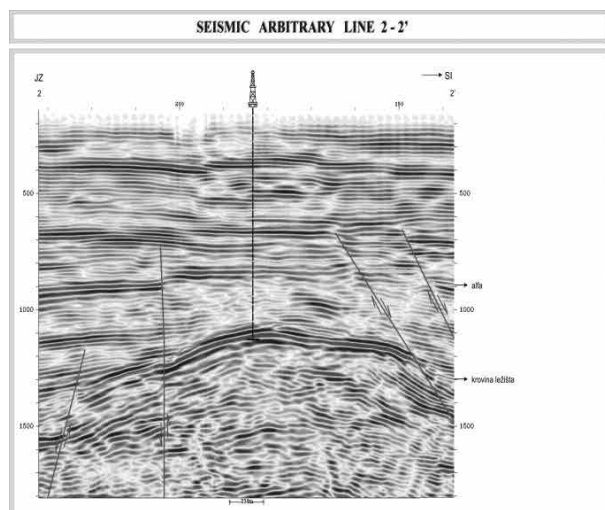
slijedilo je otkriće drugog pa trećeg naftnog polja, Đeletovci i Privlaka (1981-1982).

Crno zlato Slavonije skriva se u najstarijim miocenskim naslagama, u brečokonglomeratima koji su u kontaktu s podlogom, vrlo često, stratigrafski nedeterminiranim magmatsko-metamorfni kompleksom stijena izgrađenim od granita, dijabaza, granito-gnajseva te škriljavaca niskog do visokog stupnja metamorfoze. Ove stijene genetski se mogu vezati za predmezozojski kompleks stijena koji se prvotno sastojao od sedimenata i magmatskih stijena, a danas se nalaze u podlozi Panonskog bazena. Najčešće su to metamorfiti, vrlo trošne, raspucane i razdrobljene stijene te kao takvi predstavljaju vrlo dobre rezervoare.

Neogenske naslage čini sedimentni kompleks koji se sastoji od dva dijela: neposredno (diskordantno) na paleoreljefu, stratigrafski nedeterminiranih stijena različite starosti, taloženi su miocenski sedimenti – vrlo raznolike litološke građe, a na njima transgresivno leže sedimenti pliocena. Slijed završava nekonsolidiranim sedimentima kvartara.

Za razliku od stijena u podlozi koje ponekad i nisu nabušene, jer su bušotine završene prije ulaska u podlogu, razvoj neogena kroz dubinu je relativno dobro poznat. Zahvaljujući podacima dobivenima velikom brojem istražnih bušotina, vrlo je detaljno proučen.

Miocenske naslage za koje je utvrđeno da su transgresivne na podlogu, tijekom bušenja pokazale su učestale promjene litološkog sastava u vertikalnom i horizontalnom smjeru, zalijeganja na različitim dubinama i naglo mijenjanje debljine, budući da su prekrivale neravnu, erodiranu površinu paleore-



Slika 1. Trase seizmičkih profila.

Figure 1. Seismic profiles.

ljefa. Naime, krajem mezozoika i početkom tercijara stijene u podlozi tercijara izložene su dugotrajnoj kopnenoj fazi i eroziji te su dobro uočljive velike stratigrafske praznine. Transgresija je nastupila na prijelazu iz oligocena u miocen praćena intenzivnom tektonskom aktivnošću i vulkanizmom. Sredinom miocena dolazi do jačeg i kompleksnog tonjenja, odnosno nove transgresije. Transgresivni karakter naslaga miocena uvjetovao je znatnu raznolikost facijesa. Mikropaleontološkim odredbama na krhotinama i jezgrama dobivenima tijekom bušenja utvrđene su fosilne asocijacije koje upućuju na prisutnost srednjeg i gornjeg miocena.

Naslage srednjeg miocena različite debljine zastupljene su brečama (dolomitno-vapnene, kataklastične, hidrotermalno izmjenjene), konglomeratima, brečokonglomeratima, raznovrsnim pješčenjacima (kalkarenitski, konglomeratični, arkozni, pješčenjaci s foraminiferama), vapnovitim i pjeskovitim slojevima, glinovito-laporovitim slojevima, ali i tufovima i magmatskim stijenama (dijabazi i andenziti).

Gornje miocenske naslage transgresivno su taložene na većem dijelu prostora istočne Slavonije. Krajem miocena došlo je do osjetnog oplićavanja i postupnog dotoka slatke vode uz lokalne prekide sedimentacije i lokalne diskordancije naslaga. Prestalo je razdoblje mirovanja i oživljava tektonska aktivnost. S uzdignutih i udaljenih planinskih masiva erozijom su pokrenute znatne količine klastičnog materijala i postupno su odlagane nakon dugog transporta. Područje istočne Slavonije lagano tone, a u produbljene dijelove talože se naslage brakičnog gornjeg miocena: lapori, glinoviti lapori i pijesci.

Na miocenske sedimente transgresivno su taloženi pliocenski sedimenti koji su prisutni na čitavom području, a predstavljaju najplići i najmlađi kompleks tercijarnih naslaga. Debljine su varijabilne, od 200-1000 metara, a posljedica su pojačanih gibanja tijekom srednjeg i gornjeg pliocena. Ove slojeve teško je uspoređivati u prostoru, jer se često radi o lećastim tvorevinama manjeg rasprostiranja. Tercijarna sedimentacija na ovim prostorima završava taloženjem slatkovodnih jezerskih naslaga pliocena poznatih pod imenom Paludinske

naslage. Naslage pliocena zastupljene su glinama i pjeskovitim glinama, izmjenama sitnozrnastih glinovitih pijesaka s proslojcima slaboplastične gline te srednje do krupnozrnastim pijescima dok u najplićim dijelovima dolaze raznobojne gline, nevezani pijesci, šljunci različite granulacije i humus. Brojne su pojave ugljena niskog stupnja karbonizacije (treset).

Budući da se sedimentacija iz pliocena nastavlja u pleistocen s vrlo sličnim litološkim sastavom, utvrđivanje sigurne litološke granice temeljem krhotina dobivenih tijekom bušenja je vrlo otežano te je granica pretpostavljena.

Zatečeni strukturno-tektonski sklop stvaran je kroz nekoliko faza deformacija i boranja. Tektonskom aktivnosti uzrokovanom bočnim pritiscima stvorena su strukturna uzdignuća s mrežom pukotina i prslina te izrazito zdrobljenim zonama. Na taj način slabo porozne i nepropusne stijene pretvorene su u kolektor stijene sa sekundarnim, pukotinskim porozitetom.

Zaključak

Unatoč dosadašnjim opsežnim istražnim aktivnostima i brojnim studijskim radovima ostalo je još mnogo otvorenih pitanja. Nakon dužeg vremenskog intervala bez znatnijeg ulaganja u istraživanje nafte i plina na čitavom području Panonskog bazena koji pripada RH, revitalizirane su istražne aktivnosti što je rezultiralo pozitivnim rezultatima i ekonomskim količinama ugljikovodika. Zadnji pozitivni rezultati utvrđeni su upravo na istražnom prostoru Istočne Slavonije tijekom travnja 2012. te daju povoda za optimizam i pokretanje novog istražnog ciklusa u ovom dijelu lijepe naše

LITERATURA

- Elaborati o rezervama nafte i plina Polja Privlaka i polja Đeletovci. Naftogeološka i ekonomska procjena istražnog bloka Slavonko – srijemska – 2, 1998. god.
- Rezultati rada na istražnom bloku Slavonko – srijemska –1 tijekom 1997. godine, 1998. god.

Točka 3 – Stop 3

Bapska – multistratigraphical Prehistoric site Bapska – višeslojno prapovijesno nalazište

Marcel Burić

Odsjek za arheologiju, Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Ivana Lučića 3, HR–10 000 Zagreb

Key words: Bapska, Tell, Late Neolithic, chronology, Eastern Croatia

Ključne riječi: Bapska, višeslojno nalazište, kasni neolitik, kronologija, istočna Hrvatska

Abstract

The anthropogenic layers in Bapska hides five meters of archaeological deposits forming the second deepest multilayered settlement (tell) in Croatia. Complete strata belongs to the time frame of the Late Neolithic Period, starting from around 5000 BCE and ending after 4400 BCE. The site revealed an organized village with advanced house constructions in which, among usual pottery and other finds, one can see the objects of high luxury imported from distant areas. Those artifacts tells a story of a highly accumulative economic community that developed a long distance trade with other prominent prehistoric settlements along the Danube.

Sažetak

Rad donosi osnovni prikaz povijesti istraživanja nalazišta, njegove strukture, kronološki okvir i njegovu ulogu u okvirima neolitika jugoistočne Europe. Prezentirani su i glavni ciljevi novih istraživanja u Bapskoj od kojih je jedan od najvažnijih formiranje i strukturiranje apsolutno-kronoloških okvira kasnog neolitika istočne Hrvatske.

Introduction

On the westernmost slopes of the Fruška Gora Mountain, right above the vast loess area of the Vukovar plateau, lies one of the earliest known prehistoric settlements of Croatia – Gradac in Bapska (Fig. 1). Known already in 1870-ies, the site witnessed three different excavations, not taking into account early days belonging to amateur archaeological activity. Local schoolteacher collected the surface finds and sent them to the Archaeological collection of the National museum in Zagreb, today Archaeological museum in Zagreb, but Naturhistorisches Museum in Vienna as well. The first excavation took place in 1911, however the real breakthrough on scientific pages occurred after 1938 and activity of Tübingen University's Professor R. R. Schmidt, much better known as an excavator of the Vučedol settlement. As a team member of Schmidt's 1938 research, a young archaeology student V. Miložić was present, which in following years will become a leading authority of Prehistoric Archaeology in Europe. Active as a Professor in Heidelberg, Professor Miložić will have a strong influence to Professor S. Dimitrijević from Zagreb University who started his excavations in summer of 1964. The site in Bapska therefore gathered the excavation tools of Croatia's pioneers in archaeology (1911), one of the leaders in Prehistory of Europe (1938) and a father of scientific approach in Croatian archaeology (1964).

The anthropogenic layers in Bapska hides five meters of archaeological deposits forming the second deepest multilayered settlement (tell) in Croatia. Complete strata belongs to the time frame of the Late Neolithic Period, starting from around 5000 BCE and ending after 4400 BCE. The site revealed an organized village with advanced house constructions in which, among usual pottery and other finds, one can see the objects of high luxury imported from distant areas. Those artifacts tells a story of a highly accumulative economic community that developed a long distance trade with other prominent prehistoric settlements along the Danube.

Recent excavations started in 2007, which showed extensive level of destruction of upper layers. Nevertheless, as already stated, the finds remain fascinating: fishing tools, abundance of preserved cereals, obsidian from Central Europe, figurines, spondylus shells from Adriatic and/or Aegean etc.

Bapska in frame of southeastern European Neolithic Period

The Neolithic Period, as a chronological frame, is a cluster of technological, social and religious aspects that describes its basic outline. In Europe, Neolithic can be divided in to several geographical areas, one of those bordered and defined as the Southeastern Europe. This territorial frame is the key area

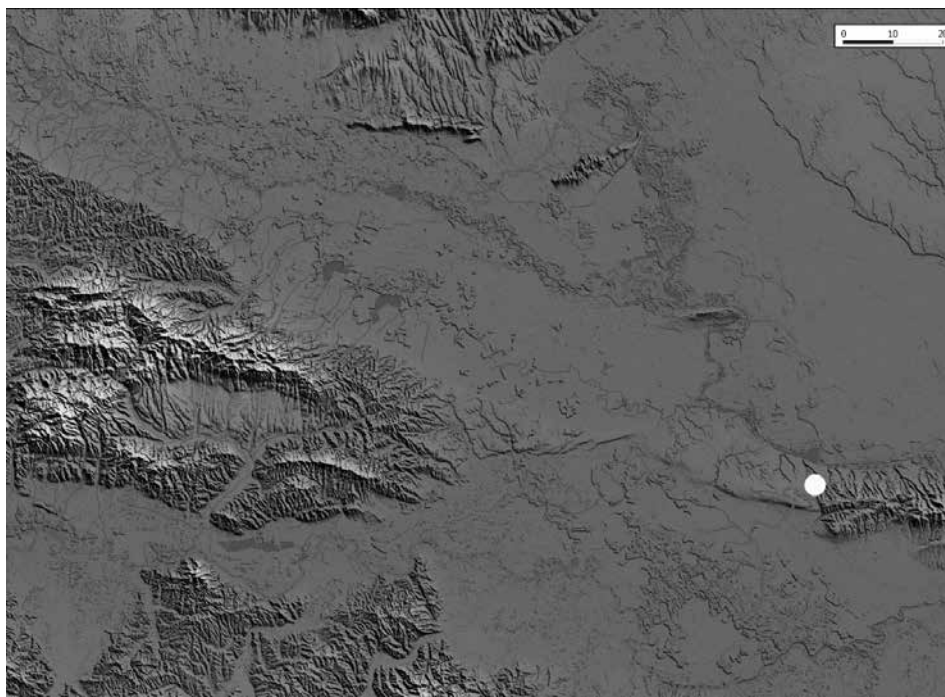


Figure 1. White dot marks the position of Bapska.

Slika 1. Bijelom točkom označen je položaj Bapske na karti.



Figure 2. Tell in Bapska.

Slika 2. Naselje u Bapskoj.

for adopting the Europe's Neolithic features since it is a threshold and the doorway through which it entered to the Old Continent, making its first glimpses of civilization.

The origin of the Neolithic in Eurasian part of the world in a waste area between Zagros Mountains in Iraq and western Anatolia with the focus in Mesopotamia and some neighboring regions (Middle Euphrates, Anatolia and Levant), often labeled as the Fertile Crescent. For a number of millennia mobile groups were struggling with the abrupt climate oscillations, low birth survival rate, number of disaster related to settled life (diseases, intra-species food competition etc.); just to mention some of those. A package of sociological and tech-

nological achievements (settled life, stock breeding, production of surplus, appearance of social stratigraphy), accumulated through time and space was introduced to Aegean and above all Greek mainland, forming a Neolithic life on European soil. The Neolithic "found" itself in a new environment, with a different set of resources and geographical components, which all together led to its modification. These modifications are microregionally sensitive, and they are exact focus of modern Prehistoric archaeology.

The geographical area between the Gulf of Thessaloniki and the Balaton Lake were Europe's first area that witnessed earliest shapes of sedentary life, crop manipulation and animal

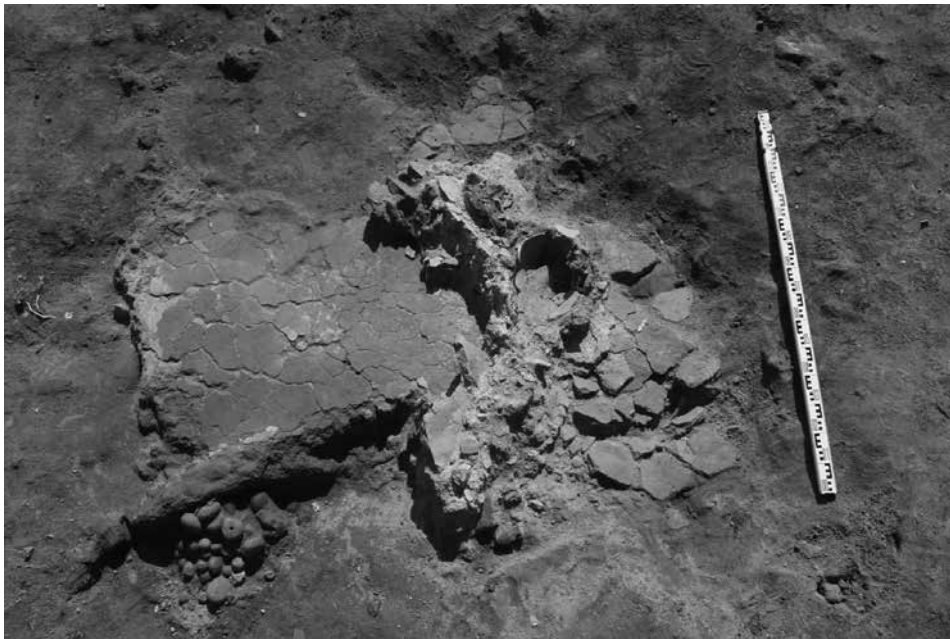


Figure 3. Kiln with the remains of collapsed “dome” (roof) construction (during the excavations, Photo M. Burić).

Slika 3. Vatrište peći s ostacima urušene kupole (tijekom istraživanja, Foto M. Burić).

domestication, pottery production as the essential Neolithic features. It is an SE-NW axis along which mobile foragers changed their life into settled farmers. The societies, which only on the first glimpse seemed as poetically pastoral and equal, suddenly witnessed a specialized production – an important moment in many social contexts. According with their natural sources, specific environment and strategic positions, settlements and communities in given areas build their economic and political power by controlling them. The key role was in positioning on environmentally rich areas, supervision of supplies' flow and building the firm foundations for respectable trade. The trade that, as a by-product, develop communications and *supply and demand* concept that will, with some additional aspects, make the long distance trade possible. Furthermore, economic base relied on trade gave way to exchange of the luxury goods and products from a distant areas which were affordable only to the top organized (i.e. highly accumulative and producible) settlements.

In Croatia, the most fertile area to investigate Tells and their environment is focused in Eastern Croatia. This area, being integrated into the southeastern European Neolithic, lies on several key features needed for development of the Late Neolithic appearances: one of the most fertile soils in Europe, river Danube as a yardstick of communication, hunting and breeding rich environment, source of HQ lithic material, an ideal source of water from the Fruška gora deep-wells which are not related to hydrological systems in the region (Danube, Sava and Bosut rivers). Moreover, eastern Croatia represents the western outskirts of a Tell phenomenon stretched over an area of 5.000 kilometers. In this region tells were formed predominantly during the Late Neolithic where the main role was played by the Vinča Cul-

ture bearers. This culture was pioneering appearance in almost every technological, social and spiritual aspect bringing new standards in everyday life. Generally known by outstanding pottery production and unique corporeality production, it made a huge influence to the neighboring areas. In case of Croatia, it triggered the development of the Late Neolithic life in shape of formation of the local Sopot Culture development. This is also a crucial point where cultural complexes of SE Europe meet central European communities, bringing the light of civilization to central Europe as well. In this, we may say, “melting pot” of influences and different traditions, eastern Croatia as a border area, plays one of the main parts in the *big picture*. Several impressive tell settlements are situated here: Sopot (near Vinkovci), Sarvaš (near Osijek), Bogdanovci (near Vukovar), and Bapska (near Ilok). Bapska, in that respect, represents a key site for investigating this particular period since it is positioned right on the border between Vinča and Sopot Cultures. Interaction between those two cultural and material expressions is one of the main aims of current archaeological project in Bapska. By investigating their inter and intra social contexts and trade, a new chronological spine will be formed and its sequence will be a cornerstone for transitional period starting from forming of the Late Neolithic to the dawn of the Copper Age in Eastern Croatia. Project started in 2007 and numerous clear and interpretable features were discovered so far. Just to emphasize the latest: a kiln with a flatten roof that shows an interesting thermodynamic features which is currently under explorations, partly in partnership with Croatian Geological Survey (Dr. H. Posilović).

It is obvious that this construction served as a permanent source of heated water, judging by the big vessels-containers



Figure 4. The kiln in more advanced state of investigating with clear architectonic features as its outer perimeter, fundaments etc. (Photo M. Burić).

Slika 4. Peć u kasnijoj fazi istraživanja s jasno vidljivim arhitektonskim cjelinama kao što su vanjski zid konstrukcije, glinasto utemeljenje itd. (Foto M. Burić).



Figure 5. Geophysics and magnetometry on Bapska tell (Romano-German Commission, German Archaeological Institute, Frankfurt), (Photo M. Burić).

Slika 5. Magnetometrijska prospekcija na naselju u Bapskoj (Rimsko-germanska komisija, Njemački arheološki institut, Frankfurt), (Foto M. Burić).

that were excavated for the first time in a kiln rubble. This simple “boilers” are one of argument illustrating the advance of technology and life standards (Fig. 3, 4).

Furthermore, magnetometric research conducted in last three years by German partner in project (Romano-German Commission in Frankfurt, Dr. K. Rassmann and R. Scholz, Fig. 5), led to a discovery of a “satellite” settlement, so called Bapska B, confirming that Bapska had an *off-tell* settlement

even as other SE European major tells (Fig. 6). Archaeological project in Bapska is designed to a) make a sensitive local absolute chronology of LN Period in Eastern Croatia and b) to bring into the light very dynamic social transitions from the Middle to the Late Neolithic of the same area. Those data will be integrated with a research on regional level fulfilling the general overview of the LN social and technological advances in southeastern Europe.



Figure 6. Main visible outskirts of the Bapska "B" position (Photo M. Burić).

Slika 6. Središnji dio drugog položaja na naselju označen Bapska "B" (Foto M. Burić).

Točka 4 – Stop 4

Iločki podrumi (tura i kušanje, muzej) Ilok wine cellars (tour and tasting, museum)

Lidija Galović

Zavod za geologiju, Hrvatski geološki institut, Sachova 2, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: Ilok, vinski podrum, Muzej grada Iloka

Key words: Ilok, wine cellar, the Museum of the Town of Ilok

Abstract

The old royal town of Ilok developed on the banks of the Danube in the historical region of Srijem. The oldest archaeological sites testify to the fact that Ilok was inhabited in the Neolithic Age. On the gentle hills of Fruška Gora, wine has been grown since Illyrian and Roman times. Since then, viticulture and wine production have been considered as one of the main economic branches of this area. The history of Ilok can be revisited at the Museum of the Town of Ilok, which houses a rich archaeological, historical and ethnographic collection, as well as a collection of works of art.

ILOK

Najistočniji grad Hrvatske, uzdiže se nad Dunavom, okružen obroncima Fruške gore i vinogradima. Najstariji arheološki nalazi svjedoče o naseljenosti područja Iloka u mlađem kamenom dobu. Taj stari kraljevski grad smjestio se u području Srijema, a prvi put se spominje 1267. godine. Najpoznatiji vladar Iloka bio je Nikola Iločki u 15. stoljeću, hrvatsko-ugarski velikaš za čije je vladavine Ilok proživljavao zlatno doba. Tada je gradska jezgra utvrđena zidinama (Slika 1), obnovljen je franjevački samostan i crkva Sv. Ivana Kapistrana iz 14. stoljeća (Slika 2). Sv. Ivan Kapistran, borac

protiv osmanlijskih pohoda, umro je i pokopan u Iloku. Iz turske vladavine sačuvani su vrijedni spomenici islamske kulture, dok je iločke posjede u 17. stoljeću od pape Inocenta XI. dobila kneževska obitelj Odescalchi koja je modernizirala vinogradarstvo i uvela Ilok u "drugo zlatno doba". Dvorac Odescalchi nastao je u srednjem vijeku, a pretpostavlja se da ga je sagradio iločki vladar Nikola Iločki. Osim što je vladao Srijemom, bio je i kralj Bosne te kovao vlastiti novac. Dvorac je poslije doživio brojne obnove i rekonstrukcije, a od 1697. u vlasništvu obitelji Odescalchi. Ilokom su više od stoljeća i pol vladali Turci, pa su za sobom ostavili spomenike islamske arhitekture: turbe (grob uglednog Turčina)



Slika 1. Centar grada utvrđen zidinama.

Figure 1. The town centre fortified by wall.



Slika 2. Crkva sv. Ivana Kapistrana.

Figure 2. The church of St John of Capistran.

i hamam (obredno kupalište). Upravo na malom prostoru srednjovjekovnog Iloka mogu se vidjeti ti spomenici iznimne kulturne vrijednosti koji su tek dio svjedočanstava o bogatoj i burnoj prošlosti Iloka.

Na blagim brežuljcima Fruške Gore vinograde sade još od Ilira i rimskog doba. Od tada pa do danas vinogradarstvo i vinarstvo jedna su od glavnih gospodarskih grana ovog kraja.

Iločko vinogorje daje više kvalitetnih vina. Iločki traminac poznat je u cijelom svijetu i dio je vinoteke engleskog dvora, a tu su i graševina, pinot bijeli, rajnski rizling, chardonnay, frankovka i dr. Brojna iločka vina nekad i danas svojom kvalitetom osvajaju medalje i nova tržišta. Najveći proizvođači vina su „Iločki podrumi” d.d. u čijem su vlasništvu atraktivni stari podrumi (Slike 3 i 4) ispod dvorca Odescalchi (Slika 5).



Slika 3. Arhivska vina Starih iločkih podruma.

Figure 3. Archive wines in The Ilok Old wine cellar.



Slika 4. Atraktivni stari podrumi ispod dvorca Odescalchi.

Figure 4. The attractive old cellars underneath the Odescalchi castle.



Slika 5. Dvorac Odescalchi u kojem je smješten Muzej grada Iloka.

Figure 5. The Odescalchi castle where The Museum of the Town of Ilok is located.

Točka 5 – Stop 5

Mohovo: novo nalazište pleistocenske megafaune u Hrvatskoj Mohovo: new site of the Pleistocene megafauna in Croatia

Dražen Japundžić¹ & Jadranka Mauch Lenardić²

¹Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1, HR–10 000 Zagreb

²Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Ante Kovačića 5, HR–10 000 Zagreb

Abstract

*At the Popović's family homestead in the Mohovo village, the remains of the Pleistocene megafauna were found in October 2012. The fossil remains of woolly mammoth *Mammuthus primigenius* (BLUMENBACH) and a woolly rhinoceros *Coelodonta antiquitatis* (BLUMENBACH) have been found in the loess sediments at a depth of about 130 to 150 cm. They are representatives of the animals that lived on the steppe / grasslands during the Late Pleistocene across Eurasia, and members of the so-called Pleistocene megafauna. According to preliminary researches, paleontological site Mohovo has a potential for being an important and rich Late Pleistocene paleontological site.*

Na obiteljskom imanju Popović u selu Mohovo sjeverozapadno od Iloka, prilikom kopanja septičke jame u listopadu 2012. godine, pronađeni su ostaci pleistocenske megafaune (Slika 1). Nalaze je prijavio Goran Popović Konzervatorskom

odjelu u Vukovaru, koji je o tome obavijestio Hrvatski prirodoslovni muzej. Izvršena je terenska prospekcija lokaliteta od strane kustosa Hrvatskog prirodoslovnog muzeja i Muzeja grada Iloka. Tada je izvršeno uzorkovanje lesnih sedimenata



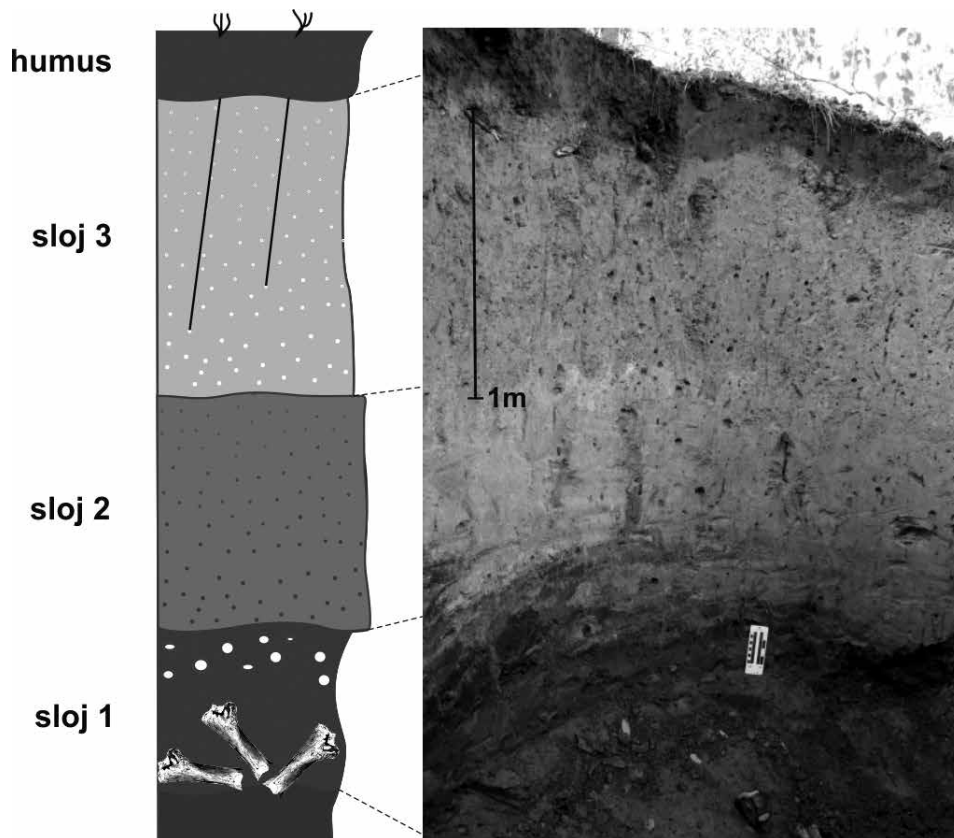
Slika 1. Preliminarna istraživanja na lokalitetu Mohovo, listopad 2012. godine.

Figure 1. Preliminary research at the Mohovo locality in October 2012.

u kojima su ostaci pronađeni, a fosilni materijal je preuzet u svrhu stručne i znanstvene obrade.

Preparacija materijala obavljena je u Hrvatskome prirodoslovnom muzeju, a determinaciju fosilnih kostiju izvršili su: dr. sc. Jadranka Mauch Lenardić i dr. sc. Dejana Brajković (Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara Hrvatske akademija znanosti i umjetnosti), dr. sc. Vesna Gjurčević-Kantura (Veterinarski fakultet), dr. sc. Davorka Radovčić i Dražen Japundžić, dipl. inž. geol. (Hrvatski prirodoslovni muzej). Sedimentološke analize uzoraka i radiometrijske analize datiranja starosti osteološkog materijala su u tijeku.

Terenska istraživanja otvorenog dijela profila u iskapanoj jami pokazala su da naslage nemaju tipičnu lesnu strukturu, pogotovo dublja sekvencu. Makroskopski je uočena izmjena finopjeskovitih, siltnih i glinovitih slojeva te pojava tanjeg proslojka „močvarnog” tla što upućuje na karakterističnu fluvijalnu akumulaciju (Slika 2). Fluvijalni les i lesu slični sedimenti talože se u uvjetima kada je utjecaj eolske akumulacije vezan isključivo za fazu odumiranja riječne aktivnosti (BOGNAR, 1978). Izmjena prašinstog lesa s glinovitim te izmjenjivanje fluvijalnih sekvenci svjedoči da je porijeklo materijala kombinirano od eolskog singenetskog i donešenog iz periglacialnih područja do eolskog pretaloženog i fluvijalnog – donešenog vodenim tokovima. Ovakvi sedimenti, često nazivani i „barskim sedimentima”, istaloženi su tijekom ple-



Slika 2. Profil lesnih sedimenata na lokalitetu Mohovo.

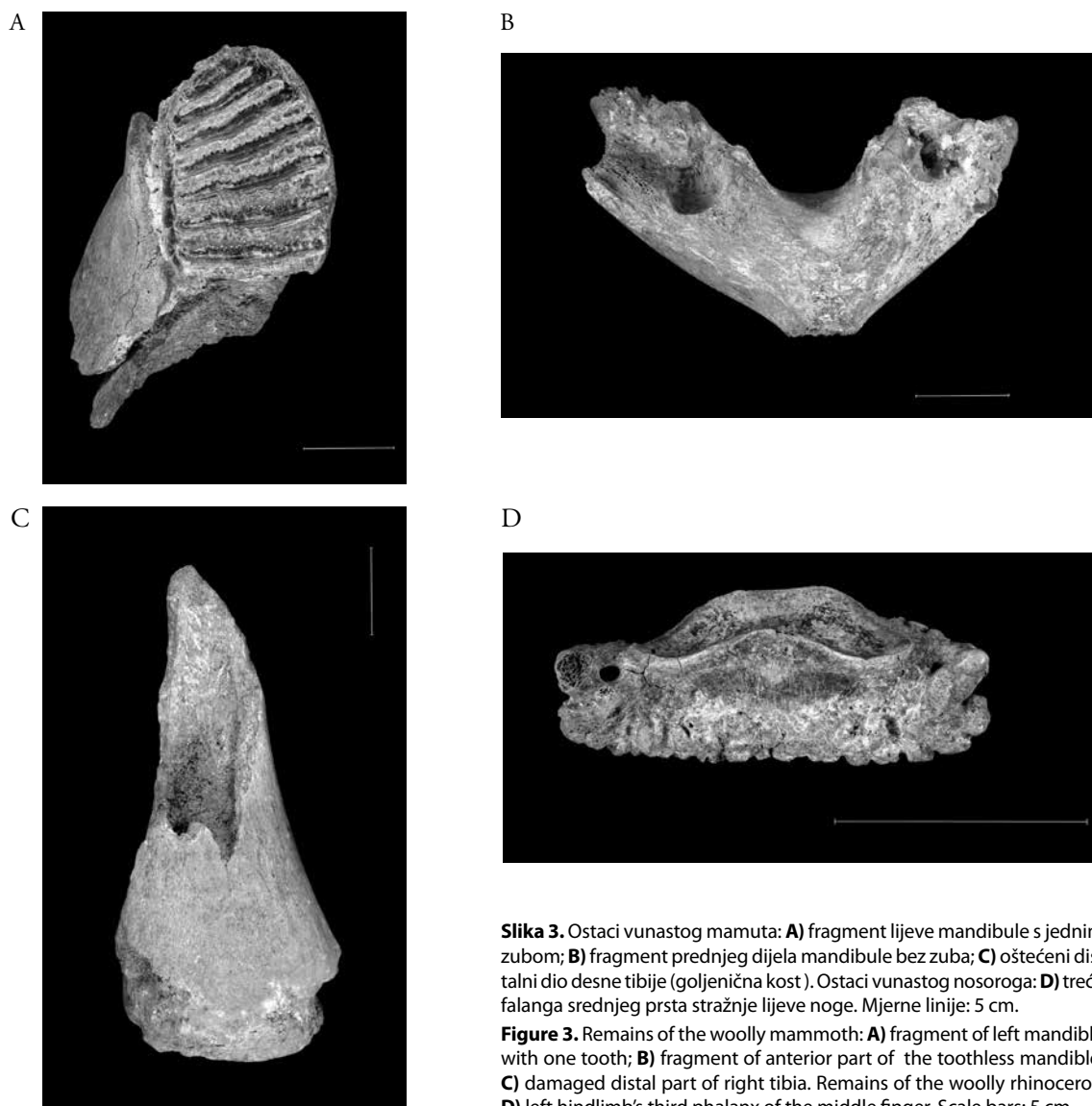
Figure 2. Loess sediment profile at the Mohovo site.

istocena u napuštenim riječnim koritima, rukavcima i meandrima. Veća vlažnost utjecala je na primarno jače cementiranje čestica, posebno kada se govori o procesu dijageneze i razvoju karbonatne ovojnice oko kvarcnih zrnaca. Ponajčešće su to žučkastosmede, smeđe, rdastosmede i crne okruglaste tvorbe veličine do 2 mm, pa i nešto malo veće (GALOVIĆ & MUTIĆ, 1984). U proslojku „močvarnog” tla s nalazima fosilnih kostiju dolaze karbonatne konkrecije ne veće od 5 mm, a površina kosti obložena je tankom karbonatnom korom debljine 2–5 mm.

Fosilni ostaci pronađeni su u proslojku lesnih naslaga, na dubini od oko 130–150 cm (Slika 2). Iz sedimentnog profila prikupljeno je nekoliko skeletnih elemenata vunastog mamuta *Mammuthus primigenius* (BLUMENBACH) i jedna kost vunastog nosoroga *Coelodonta antiquitatis* (BLUMENBACH), životinji koja je istovremenik vunastog mamuta i zajedno s njim bila je jedan od članova tzv. gornjopleistocenske megafaune. Oni su glavni predstavnici sisavaca koji su živjeli na stepskim/travnatim prostranstvima tijekom gornjeg

pleistocena na području Euroazije. Na lokalitetu Mohovo pronađeni su sljedeći ostaci vunastog mamuta:

- **fragment lijeve mandibule s jednim zubom** (prvi ili drugi stalni lijevi kutnjak: M_1 ili M_2 sin. Prema obliku i zakrivljenosti krune kutnjaka zaključeno je da se radi o donjem lijevom zubu (prvom ili drugom stalnom kutnjaku). Zub je istrošen žvakanjem, a prema morfološkim karakteristikama to je tipični kutnjak vunastog mamuta. Ako je fosilni ostatak prvi stalni kutnjak, starost životinje u trenutku uginuća bila je između 15 i 20 godina (HAYNES, 2002), odnosno radi se o subadultnoj jedinki. No, ako je nalaz drugi stalni kutnjak, onda je životinja bila stara oko 37–40 godina, ili nešto manje (Slika 3.A);
- **fragment prednjeg dijela mandibule bez zuba** (Slika 3.B): s obzirom na stupanj oštećenja kosti nije bilo moguće spojiti gore opisan zub s ovim ostatkom mandibule, iako je za pretpostaviti da su pripadali istoj individui;



Slika 3. Ostaci vunastog mamuta: **A)** fragment lijeve mandibule s jednim zubom; **B)** fragment prednjeg dijela mandibule bez zuba; **C)** oštećeni distalni dio desne tibije (goljenična kost). Ostaci vunastog nosoroga: **D)** treća falanga srednjeg prsta stražnje lijeve noge. Mjerne linije: 5 cm.

Figure 3. Remains of the woolly mammoth: **A)** fragment of left mandible with one tooth; **B)** fragment of anterior part of the toothless mandible; **C)** damaged distal part of right tibia. Remains of the woolly rhinoceros: **D)** left hindlimb's third phalanx of the middle finger. Scale bars: 5 cm.

- oštećeni distalni dio desne tibije (goljenična kost) (Slika 3.C);
- osam vrlo sitnih ulomaka kljove i kostiju.

Prisustvo drugog predstavnika pleistocenske megafaune (vunasti nosorog) na lokalitetu Mohovo, dokazano je za sada samo jednim fosilnim ostatkom:

- treća falanga srednjeg prsta stražnje lijeve noge (Slika 3.D).

Dosadašnja istraživanja bila su preliminarna, provedena zahvaljujući suradnji institucija i pojedinaca unutar njih, a u okvirima njihove redovite djelatnosti. Mišljenja smo da lokalitet pleistocenskih sisavaca Mohovo zaslužuje puno veći

angažman, proporcionalan iskazanom interesu javnosti i lokalne zajednice u smislu nastavka istraživanja kao i provođenja zakonskih mjera zaštite.

LITERATURA

- BOGNAR, A. (1978): Les i lesu slični sedimenti Hrvatske.– Hrv. geografski glasnik, 40/1, 21–38.
- GALOVIĆ, I. & MUTIĆ, R. (1984): Gornjopleistocenski sediment istočne Slavonije (Hrvatska) [Upper Pleistocene sediments of Eastern Slavonia (Croatia)].– Rad JAZU, 411, 299–356.
- HAYNES, G. (2002): Mammoths, Mastodons & Elephants, Biology, Behavior, and the Fossil Record.– Cambridge University Press, 413 str.

Točka 6 – Stop 6

Vučedol Vučedol Site

Aleksandar Durman

Odsjek za arheologiju, Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: Vučedol, badenska kultura, kostolačka kultura, vučedolska kultura, vinkovačka kultura
Key words: Vučedol site, Baden Culture, Kostolac Culture, Vučedol Culture, Vinkovci Culture

Abstract

The right bank of the Danube River in Eastern Croatia was settled by the population of the Vučedol Culture at the beginning of the third millennium BC. This predominant cultural phenomena (in the period between 2900-2400 BC) had a great influence on other contemporary cultures. It also left behind considerable traces in the European heritage as a whole. Its high standards were first achieved through an economy related to stock-raising, and in later phases on mining and cooper metallurgy based on a new revolutionary technological process – mass casting. The need for copper resulted in the expansion of the Vučedol Culture from its homeland of Slavonia into the broader region of Central and South-eastern Europe. Society becomes stratified, as is shown by the rich princely graves. It is increasingly clear that the inhabitants of Vučedol were not merely of Indo-Europeanised proto-Mediterranean ancestry, instead being the direct descendants of the Indo-Europeans.

Dunav je svoju desnu obalu, na krajnjem istoku Hrvatske, u prošlosti intenzivno nagrizao i podlokavao tako da ona danas izgleda kao kontinuirani vertikalni zid visok od 25-30 metara. Na ovaj se praporni ravnjak moglo s rijeke pristupiti samo na mjestima koje je u recentnim geološkim vremenima izdubila padalinska voda spuštajući se prema Dunavu. Takvi su vodotoci oblikovali stotinjak metara široke procjepe duge između pola do više kilometara, a uz njih su uvijek smješteni arheološki lokaliteti i današnja naselja. Svakako treba napomenuti da svakoga tko namjerava prijeći s jedne obale na drugu i boljim čamcem na vesla Dunav povuče i do tri kilometra nizvodnije. Ako je isto toliko potrebno za povra-

tak, teško je pretpostaviti da se lako komuniciralo preko rijeke. Može se vidjeti koliko su takvi prilazi rijeci važni za dnevni život, jer na prapornoj visoravni nema vode. Oni su i kao mjesta od osobita strateškoga značaja koja su stoga bila nadzirana tijekom čitave ljudske povijesti. Suprotna je obala (Bačka) gotovo u razini s rijekom i svaki porast vodostaja u prošlosti je rezultirao širokim poplavama.

Arheološki se lokalitet Vučedol smjestio na jednom takvom procjepu, koje ovdašnji stanovnici nazivaju surducima, pet kilometara nizvodno od središta Vukovara. Na tom je mjestu rijeka široka gotovo jedan kilometar, a dodir je s njom olakšan dvjema usporednim adama koje su preusmjerile glav-

nu struju prema suprotnoj obali. Ti su otoci, dugi oko tri kilometra i široki do 700 metara otvorili i mogućnost ribarenja na rijeci (čamcima i pregradama) jer je od kopna do njih rijeka usporena. Ali na ovom se položaju iznimno moglo veslati uzvodno te tu mogućnost iskoristiti kao sigurniji prijelaz.

Lokalitet je obuhvatio gotovo šest hektara površine s obje strane surduka. Na Vinogradu Karasović, s njegove lijeve uzvodnije strane, potvrdila se stratigrafska slika desne strane "pravog" vučedolskog lokaliteta (Vinograd Streim, Kukuružište Streim i Gradac) koji je u zadnjih stotinjak godina višekratno istraživao. Premda je do sada istraženo jedva 10% lokaliteta, i to uglavnom njegovi periferni dijelovi (izuzmemo li Gradac), količina iskopane građe i dobivenih podataka stvaraju zaokruženu sliku, prije svega, bakrenodobnog razdoblja zapadnoga dijela panonske nizine.

Vučedol je višeslojan lokalitet „tel“ tipa kakvi se kontinuirano protežu od Mezopotamije do južne Mađarske, naseljen tijekom prapovijesti, a kulturni mu sloj doseže do tri metra debljine.

Prvo naselje na Vučedolu pripada razdoblju najranijeg europskog neolitika, a obilježeno je razvijenom fazom starčevačke kulture. Nastambe su zemuničkog tipa, od dvije povezane prostorije u obliku broja 8 tipične za ovu kulturu. Uz njih su ukopane i jame, najčešće ostave, no mogu imati i radno obilježje. Kako se ovaj tip stambenih objekata horizontalno pomiče po lokalitetu, jer u njih ubrzano prodire voda, uglavnom su sve zemunice i jame kao radni prostori, ispunjene otpadom iz mlađih. Po sastavu arheološkoga materijala koji se zatječe u jamama, može se, s obzirom na rijetke nalaze životinjskih kostiju, lako uočiti da je ova kultura izrazito zemljoradničkoga tipa. Nalazi keramike, a riječ je o najstarijoj europskoj keramici, odati karakter bogatog iskustva u proizvodnji, bez obzira na deblje stijenke posuda. Keramika je crvene boje, loptastih oblika, a

fina je keramika vrlo često oslikana tamnim spiralnim motivima. Premda se u jamama ne zatječu riblji ostaci, nalaz koštane udice potvrđuje da se prehrana zasnivala i na ribi, zahvaljujući povoljnome položaju na Dunavu. Naselje ove kulture egzistiralo je oko početka 6. tisućljeća prije Krista. Za sada je zabilježena i jedna zamunica ranobakrenodobne lasinjske kulture iz oko 4000. godina pr. Kr., kojoj je ovaj položaj, za sada, najistočnija točka naseljavanja.

Sve do oko 3350. godine pr. Kr. ovaj položaj nije zanimljiv za naseljavanje, no od ovoga vremena, pa tijekom slijedećih tisuću godina, bit će jedno od najvažnijih europskih naselja. Ovo je vrijeme ispunjeno trajanjem i izmjenom četiriju kultura – badenske, kostolačke, vučedolske i vinkovačke. Te su kulture obilježile prijelaz iz kasnog bakrenog, u rano brončano doba Karpatske kotline i jugoistočne Europe.

Badenska kultura živi na Vučedolu (3350 – 3100. pr. Kr.) u svojoj razvijenoj i kasnoj fazi. Kao izrazita stočarska populacija, istodobno i najranija indoeuropska populacija u središnjoj Europi, uvela je brojne inovacije iz stepskih prostora južne Rusije i Ukrajine. Nakon ischeznuća u paleolitičkom razdoblju u ove je krajeve ponovo naselila konja, ali ovaj puta pripitomljenog. Migracija cjelokupne populacije odigrala se na prvim europskim kolima s četiri kotača, šireći se uglavnom stepskim područjima. Naseljavaju se u zemunicama uz koje su ukopane duboke cilindrične jame kao podrumi. U nekima od tih jama sahranjeni su pokojnici u zgrčenu položaju – muškarci položeni na leđa s rukama i koljenima pritisnutim na prsa, a žene s licem i koljenima prema zemlji. Katkad se u jamama može naći sahranjena, ritualno ubijena mlada životinja u zgrčenu položaju na boku – tele, svinja i pas. Badenska kultura uvodi i novu vrst metalurgije, tzv. arsenSKU broncu, a s njom i novi repertoar metalnih predmeta, po prvi puta predmete za rezanje – bodeže, noževe i plosnate sjekire.



Slika 1. Pet slojeva podova vučedolskih kuća.

Figure 1. Five layers of Vučedol houses floors.



Slika 2. Podovi vučedolskih kuća.
Figure 2. Floors of Vučedol houses.

Kraći inrterregnum između badenske i vučedolske kulture do 3000. g. pr. Kr. ispunila je kostolačka kultura. Ona djelomice živi usporedno s badenskom, ali ima i svoju kraću samostalnu fazu. Velika je novost gradnja nadzemnih kuća s apsidalnim završecima, no obilježava ju i znatno uži repertor ar keramičkog posuda – svega tri tipa posuda. Fine posude ukrašavaju se bijelom inkrustacijom od praha zapaljenih, a zatim zdrobljenih kostiju i rogova te dunavskih školjki.

Vučedol nije samo eponimni lokalitet vučedolske kulture već i lokalitet na kojem se ova kultura doslovno rađala. Gusto zbijene apsidalne kuće od tri prostorije nađene su u barem tri nivoa obnavljanja preko cijeloga lokaliteta, ali ima ih na nekim položajima i do pet (Slika 1). Kuće su bile čvrsto zbijene u naselju, a u svakoj je gorila vatra (Slika 2). Ako se samo jedna zapalila, požar se u tako gustom naselju mogao proširiti na njegov veći dio pa se taj dio morao brzo obnav-



Slika 3. Serijska proizvodnje vučedolskih sjekira.
Figure 3. Serial production of Vučedol axes.

ljati. Na posebno izdvojenu položaju – Gradac – nađena je „kuća ljevača bakra”, ujedno i najraniji poznati hram posvećen jednom indoeuropskom bogu metalurgije, a simbol mu je na tom mjestu nađena keramička ptica – jarebica. Vučedolska je metalurgija vezana uz takozvanu „arsensku“ broncu, prirodnu leguru bakra i arsena, počela serijski proizvoditi metalne predmete. Zna se naći u njihovim ostavama i do 40 identičnih alatki u gram iste težine (Slika 3). U kasnoj fazi kulture proizvedena je i prva svjetska bronca – svjesna legura bakra i kositra.

Uz pojedinačne sahrane u više se slučajeva javlja i istodobno sahranjivanje više osoba (2 – 8) što upućuje na postojanje ljudske žrtve (Slika 4).

Intenzitet naseljavanja na središnjem dijelu lokaliteta u vučedolskoj kulturi jenjava nakon klasične faze, ali se zadržao na nekim rubovima do okvirno 2600. godine pr. Kr. Upravo na tim dijelovima naselja život nastavlja i ranobrončanodobna stočarska, izrazito selilački raspoložena vinkovačka kultura, koja u sebi čuva brojne vučedolske tradicije. Nakon nje život će na Vučedolu opet biti prekinut za gotovo tisuću godina, te definitivno zaustavljen u kasnom brončanom dobu nakon kraćeg boravka Belegiš II grupe, odmah nakon 1200. godine pr. Kr.

Tek poslije duge pauze u kasnom srednjem vijeku, u 14. stoljeću, na istočnom dijelu lokaliteta izgrađena je drvena utvrda koja je trajala do upada Osmanlija u prostore Srijema i Slavonije početkom 16. stoljeća.



Slika 4. Kolektivni grob.

Figure 4. Collective grave.

Točka 7 – Stop 7

Gorjanovićev praporni profil u Vukovaru The Gorjanović Loess Section in Vukovar

Lara Wacha & Lidija Galović

Zavod za geologiju, Hrvatski geološki institut, Sachova 2, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: prapor-paleotlo sekvenca, geobaština, zadnji glacijal

Key words: loess-palaeosol sequency, geoherritage, Last Glacial

Abstract

Along the right bank of the Danube River in Croatia up to 30 m thick loess-palaeosol sequences are exposed. Dragutin Gorjanović-Kramberger was the first to perform detailed investigations of loess exposed in that area and the section is a matter of interest ever since. Recent chronological studies by the means of infrared stimulated luminescence dating (IRSL) showed that the section presents a very detailed penultimate glacial – last interglacial – last glacial (OIS6 – OIS2) and even older record. The analysis of the mollusc assemblage found in loess mostly indicates cold climatic conditions. The section consists of loess intercalated by at least five palaeosols, three of them exposed, and a tephra layer. The palaeosols are all chernozem (braunerde – chernozem) type soils except the uppermost one which was described as a syrozem, a weakly developed humic horizon exposed at the top of the section. The lowermost ex-

posed palaeosol very likely correlates to an interglacial or interstadial period predating to OIS5, probably to OIS7, the middle thick brown palaeosol is very likely the result of warm climatic conditions during the last interglacial while the upper weakly developed palaeosol indicates climatic fluctuations during MIS3. Traces of volcanic activity can be seen in a thin discontinuous tephra layer and were proven by detailed mineralogical investigations. The exposed section represents one of the most interesting sedimentary records of climate changes during the Pleistocene and was hence proposed for protection as geoheritage.

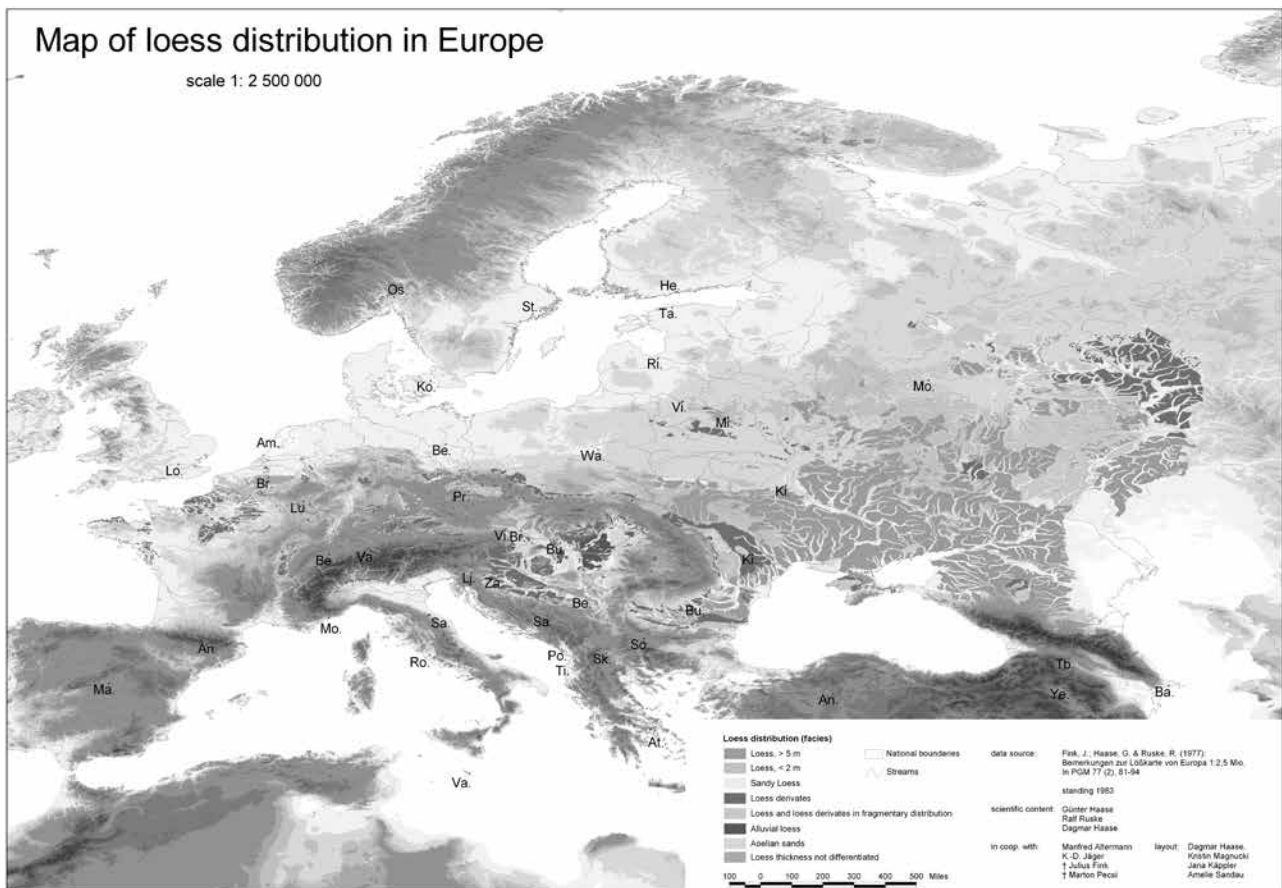
Uvod

Kvartar je period oscilirajućih, dramatičnih klimatskih promjena. Tijekom kvartara klima se mijenjala od izuzetno hladne s ledenim pokrovima na većem dijelu sjeverne hemisfere do toplijih perioda koji su uzrokovali povlačenje leda. Za vrijeme hladnih perioda, glacijala, u periglacialnom prostoru, južnije od granica ledenog pokrova dolazi do nakupljanja velikih količina prapora. Taj se praporni pojas širi od sjeverozapadne i centralne, do jugoistočne Europe, Ruske ravnice i centralne Azije (HAASE et al., 2007) (Slika 1) i uglavnom je vezan uz velike rijeke i njihove naplavne ravnice (SMALLEY et al., 2009).

Za vrijeme hladnih perioda zbog intenzivnog trošenja stijena uslijed aktivnosti ledenog pokrova, stvaraju se velike količine klastičnog detritusa koji se transportira velikim rijekama. BANAK et al. (2013) opisuju nekoliko faza zaslu-

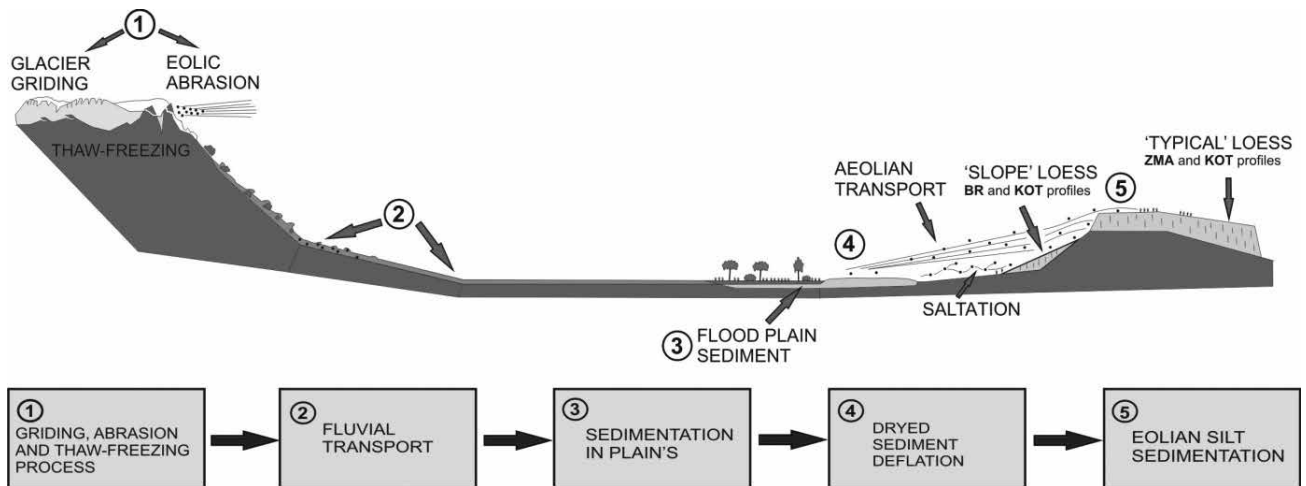
žih za stvaranje i transport većih količina klastičnog detritusa potrebnog za nastanak prapora (Slika 2). U području Alpa dvije su velike rijeke zaslužne za transport tog materijala, Rajna koja teče prema sjeveru i Dunav koji teče prema jugoistoku. U svom srednjem dijelu Dunav se spaja sa Savom, Dravom i Tisom koje značajno doprinose sadržaju detritusa. Za vrijeme toplijih perioda, takozvanih interglacijala, dolazi do cijelog niza pedogenetskih procesa kojima iz prapora nastaju različita tla jasno uočljiva u jednoličnim prapornim naslagama. Stoga možemo zaključiti da je prapor detaljni fosilni zapis klimatskih promjena za vrijeme pleistocena.

Prapor i praporu slični sedimenti zauzimaju oko 36% površine Hrvatske i imaju najveću rasprostranjenost na području Srijema i Baranje (POJE, 1985; BOGNAR, 1979). Njihova je debljina različita i kreće se od 0.5 do 60 m (BOGNAR, 1979).



Slika 1. Karta rasprostranjenosti prapora u Europi 1: 2 500 000 (kratice su imena glavnih Euroazijskih gradova (HAASE et al., 2007).

Figure 1. Loess Map of Europe 1:2.500.000 (abbreviations are city names of major Eurasian cities (HAASE et al., 2007).



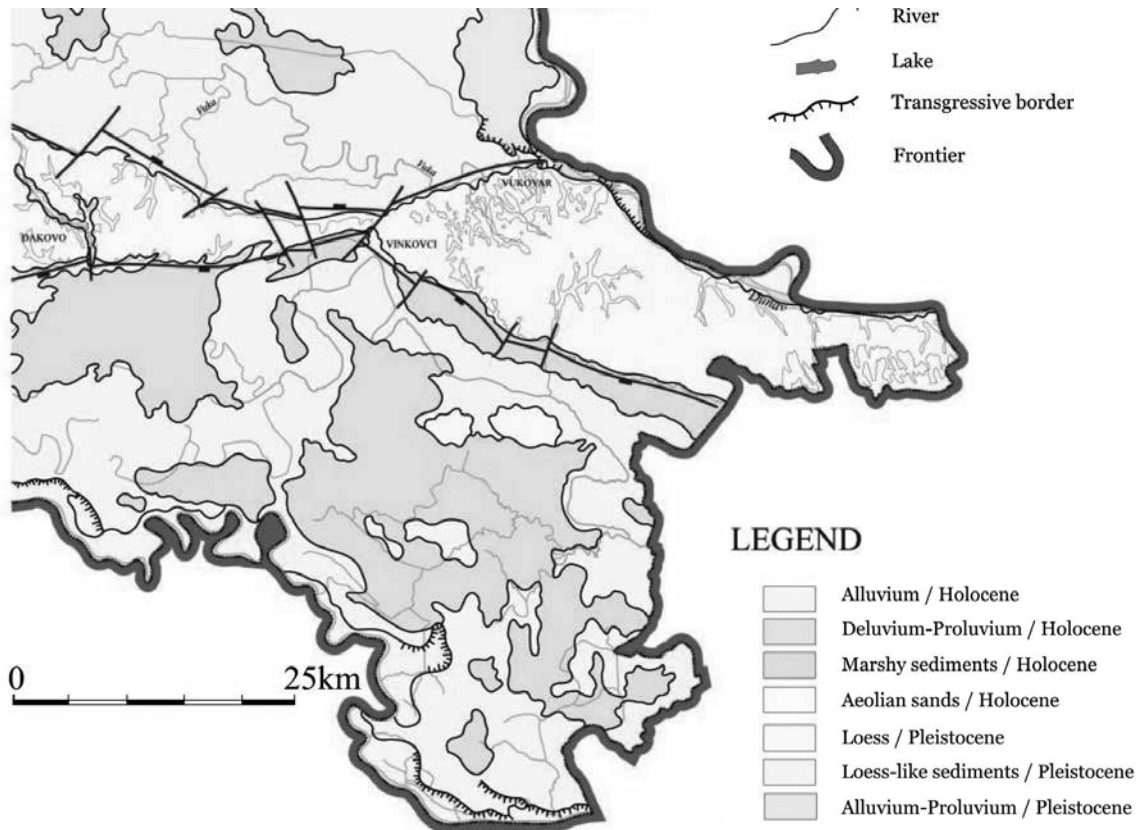
Slika 2. Grafički prikaz procesa nasanka prapora prikazanog u pet faza (BANAK et al., 2013).

Figure 2. Schematic presentation of processes divided in five phases required for loess forming (BANAK et al., 2013).

Geografski položaj

Na području Vukovarsko-srijemske županije prapor prekriva manje-više kontinuiranu zonu od Novih Mikanovaca na zapadu do Iloka na istoku (Slika 3). Najveća širina tog područja iznosi oko 16 km. Nalazi se uglavnom na zaravnima izgra-

đujući tzv. Đakovačko-vinkovačko-vukovarski praporni ravnjak ili plato i nastavlja se na istočnim obroncima Fruške gore. Debljina prapora u tom području procijenjena je na maksimalno 30-tak metara (BOGNAR, 1979). Jedan od najljepših izdanaka prapora, gdje je davne 1910 godine s istraživanjima započeo GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1912,



Slika 3. Geološka karta Srijema (HGI, 2009).

Figure 3. Geological map of Srijem region (HGI, 2009).

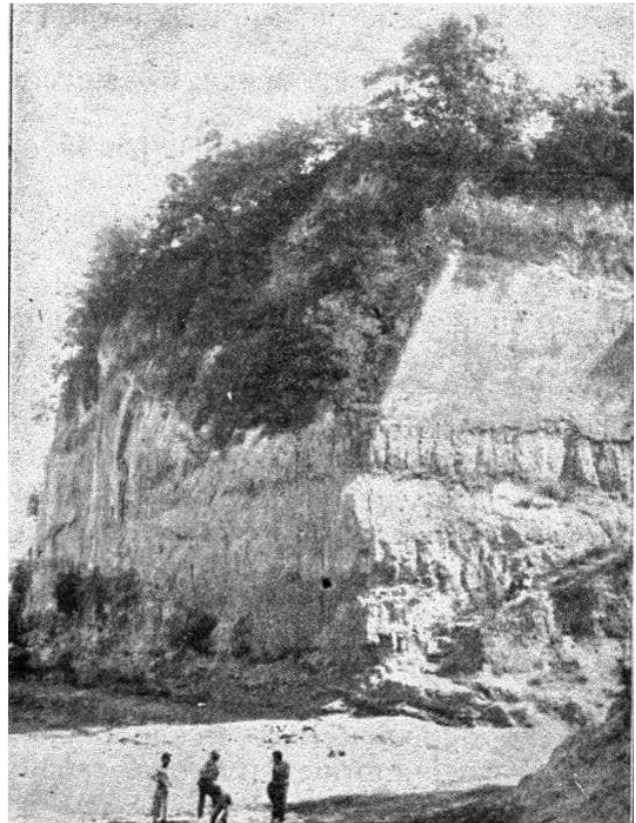
1914, 1922) u sklopu „Povjerenstva za znanstveno izučavanje Srijema”, nalazi se uz obalu Dunava u Vukovaru ispod Vodotornja, nedaleko od samog centra grada (Slika 3). Naslage su otkrivene i pristupačne uz cijelu obalu Dunava do Vučedola (i dalje do Iloka). Nekoliko horizonata paleotala u praporu se mogu pratiti cijelim putem od Vukovara do Vučedola. GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1922), POJE (1985) i WACHA & FRECHEN (2011) spominju tri paleotla dok BRONGER (1976) opisuje četiri. Prilikom nedavnih iskapanja (2012. godine) zbog građevinskih radova opisan je i uzorkovan slijed naslaga u podini profila opisanog u WACHA & FRECHEN (2011), a koji se sastoji od još dva paleotla i jednog horizonta prapora (GALOVIĆ & WACHA, neobjavljeno).

Profil

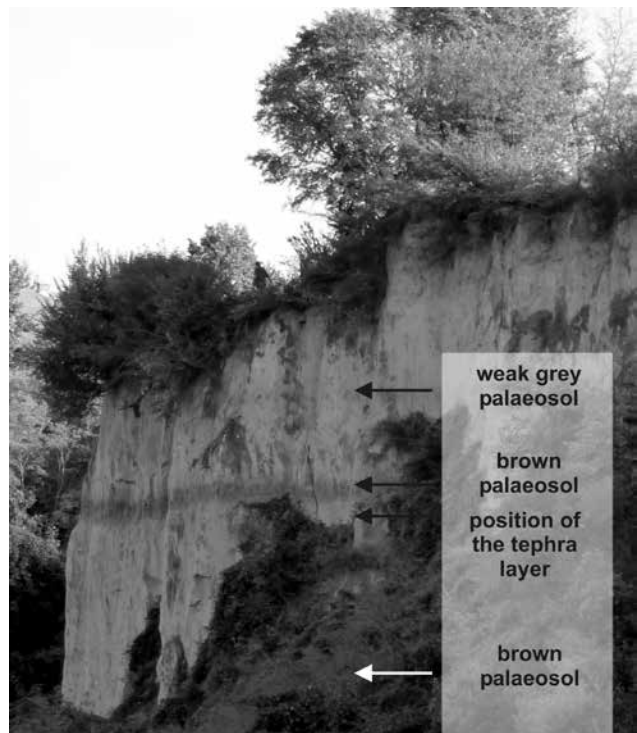
GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1922) na ovom je mjestu opisao 22.6 m visok profil (Slika 4) kojemu su u podini bile otkrivene „žute pjeskuljaste gline” koje svrštava u gornji diluvij (danas pleistocen). Osim toga opisuje četiri horizonta prapora (L_1 - L_4 brojeći odozdo) kroz koji se „provlače tri nejednako debele zone (S_1 - S_3) neke smeđe glinenaste mase, koja je doduše postala rastvorbom i izluživanjem tako, da je ta sad smeđa masa kompaktnija i žilavija od prapora, uz to tako reći bez vapna, a pokazuje veći sadržaj na kremenoj kiselini i glini”. Nadalje, povezuje promjene u praporu s klimatskim promjenama za vrijeme gornjeg diluvija te naslućuje da bi ledeni pokrov u Alpama mogao imati veze s prapornim predjelima Srijema (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, 1922). Tijekom glacijala taložen je prapor, a u vrijeme zatopljenja (interglacijala) razvijana su tla (tamne pruge unutar svjetlog prapora). Danas je najdonji dio profila zatrpan (šetnica i nasp), a ostao je otkriven dio profila gdje se vidi tipičan prapor interkaliran s dva dobro razvijena smeđa tla u donjem dijelu i jednim slabo razvijenim sivkastim paleotlom u gornjem dijelu profila (Slika 5, WACHA & FRECHEN, 2011). Osim tala, unutar srednjeg prapornog horizonta i ispod debelog smeđeg paleotla uočen je tanak žučkasti do 1 cm debeli proslojak za koji se pretpostavlja da predstavlja tefru (Slika 6). Na temelju detaljnih mineraloških istraživanja dokaze vulkanske aktivnosti u tom dijelu profila prvi su uočili GALOVIĆ & MUTIĆ (1984). Slične tefre su nađene i drugdje u Karpatskom bazenu, npr. u Vojvodini na profilu Batajnica (MARKOVIĆ et al., 2009) ispod V-S1 paleotla koji odgovara zadnjem interglacijalu (*oxygen isotope stage 5 – OIS5*). Ukoliko istraživanja (u tijeku!) pokažu da se uistinu radi o tefri to će biti odličan marker horizont koji omogućuje regionalnu korelaciju hrvatskog dijela s ostatkom Karpatskog bazena.

Sedimentološke, paleontološke i paleopedološke analize te datiranje

U granulometrijskom sastavu uzoraka Gorjanovićevog prapornog profila (GALOVIĆ & MUTIĆ, 1984) domini-



Slika 4. Gorjanovićev praporni profil za vrijeme istraživanja 1921 godine.
Figure 4. Gorjanović loess section during investigation in 1921 year.



Slika 5. Dio Gorjanovićevog profila s tipičnim praporom interkaliranim s tri paleotla (WACHA & FRECHEN, 2011).

Figure 5. Part of the Gorjanović profile with typical loess intercalated with three paleosols (WACHA & FRECHEN, 2011).



Slika 6. Tefra u Gorjanovićevom prapornom profilu (WACHA & FRECHEN, 2011).

Figure 6. Tephra in Gorjanović Loess Section (WACHA & FRECHEN, 2011).

raju čestice dimenzija silta (74–86%). Sporedne su primjese fino-zrnatog pijeska (oko 10%) i čestice veličine gline (7–14%), a njihov udio najviše ovisi o tome je li horizont bio zahvaćen pedogenetskim promjenama.

Mineralni sastav čine kalcit i dolomit, zatim minerali lake i teške mineralne frakcije. Količina karbonata kreće se od 8–22%, a paleotla su uglavnom bezkarbonatna, jer je karbonat pedogenetskim procesima ispran i precipitiran u formi karbonatnih konkrecija u podini pedogenetski dobro razvijenih paleotala. Kvarc je glavni mineralni sastojak svih uzoraka lake frakcije, a znatno su zastupljeni i feldspati. Uz nešto malo muskovita i čestica stijena, ta su dva minerala gotovo i jedini sastojci lake frakcije. Zrna epidota, amfibola i granata čine glavnu komponentu teške mineralne frakcije (oko 80%). Na dubini od oko 12 m od površine pojavljuju se vulkanogeni minerali: apatit, augit, smeđa i zelena hornblend, cirkon, biotit, sanidin i nekoliko prozirnih svježih krhotinica vulkanskog stakla, što upućuje na vulkansko podrijetlo materijala (GALOVIĆ & MUTIĆ, 1984).

U najdonjem vidljivom sloju prapora ustanovljena je vrlo hladna i suha stepska fauna („Pupilla fauna”), koja je ujedno i najhladnija fauna unutar sukcesija zajednica, prohodna za maksimum zahlađenja tijekom glacijala (POJE, 1986). Autohtona je, a razvila se na području vrlo hladne i suhe travnate stepe. U drugom sloju prapora uz dominantne stepske vrste i vrste otvorenih staništa, pojavljuju se i šumske vrste, a vlažnost je izrazito povećana. Završni dio ovog sloja prapora taložen je u pogoršanim klimatskim prilikama. Tada nestaju šumske vrste, klima postaje hladnija i suša (POJE, 1985). Za vrijeme taloženja najmlađeg sloja prapora klima postaje toplija i vlažnija, što je pogodovalo ponovnom razvoju šumaraka i visokog raslinja. Krajolik bi se mogao opisati kao vlažna, relativno topla „šumovita” stepa (veći ili manji šumarci, šikare i sl.).

Od tri danas vidljiva paleotla, najstarije (F3 prema BRONGER, 1976) je degradirani černoziem debljine oko

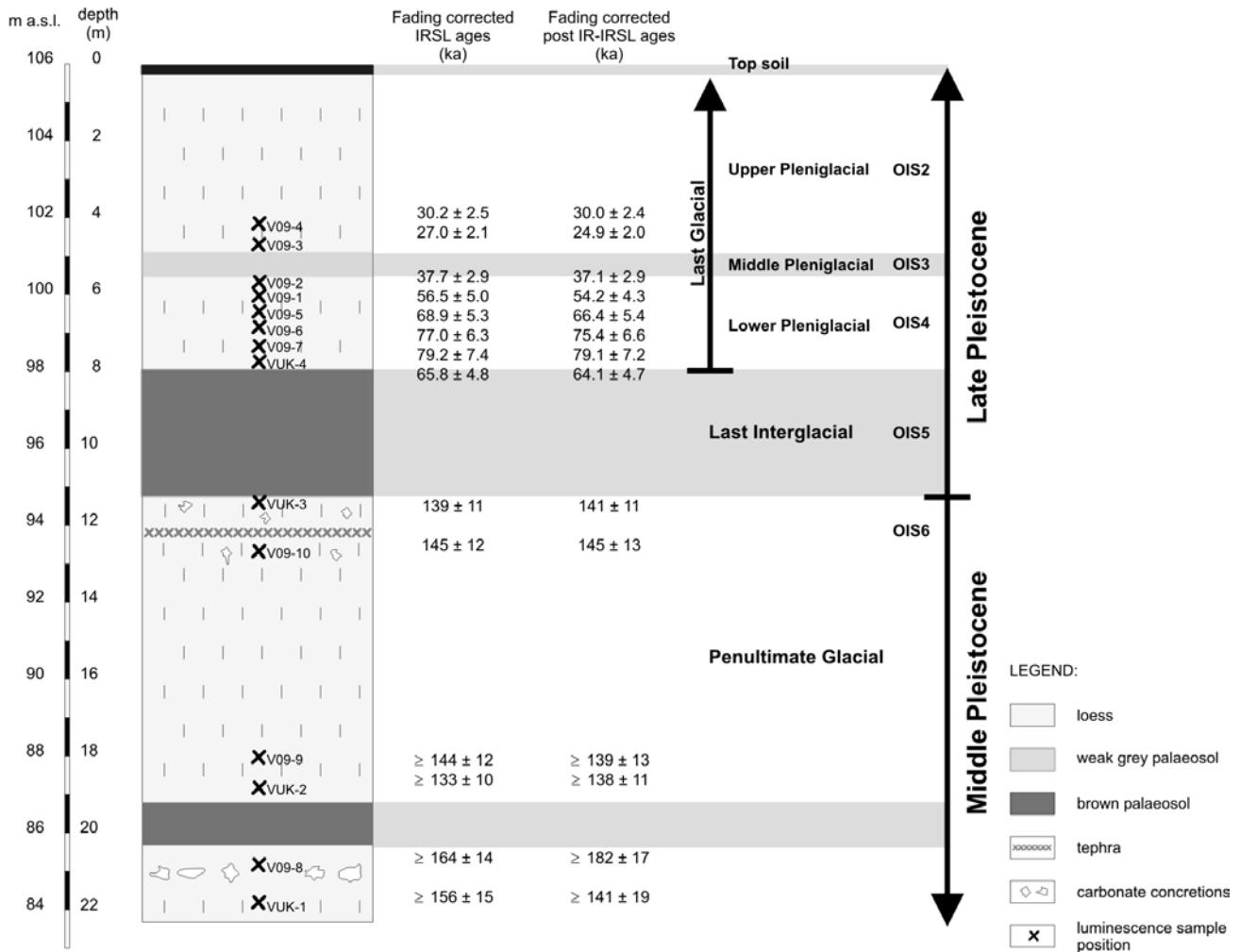
0,5 m, a srednje (F2 prema BRONGER, 1976) je dobro razvijeno smeđe tlo-černoziem debljine oko 1,5 m (POJE, 1985). Oba paleotla u podini imaju precipitirane karbonatne konkrecije („praporne lutke”) koje upućuju na visok stupanj pedogenetskog razvoja (intenzivnije i/ili dugotrajnije i/ili vlažnije zatopljenje). Najmlađe paleotlo F1 je sirozem, slabo razvijeni humozni horizont debljine oko 40 cm bez karbonatnih konkrecija u podini (BRONGER, 1976). Praporni profil koji sadrži paleotla pedogenetski razvijena od današnjih ukazuje na to da je nekad na ovim područjima klima vjerojatno bila znatno toplija i vlažnija nego danas.

Kronološki okvir istraživanog profila predložen je na temelju rezultata datiranja metodom infracrvene stimulirane luminescencije (*IRSL – infrared stimulated luminescence dating*; WACHA & FRECHEN, 2011). Unutar granica pogreške izračunate starosti pokazuju stratigrafski slijed i koreliraju se sa predzadnjim glacijalom – zadnjim interglacijalom – zadnjim glacijalom (OIS6 – OIS2) (Slika 7, WACHA & FRECHEN, 2011). Ako se u obzir uzmu i naslage u najdonjem dijelu profila, dijelu prekrivenom nasipom, može se zaključiti da su na ovom lokalitetu prisutne i naslage starije od OIS6 (istraživanja u tijeku). Naslage starije od zadnjeg glacijala (OIS5) koje su vjerojatno ekvivalentne naslagama u najdonjem dijelu profila u Vukovaru detaljnije su istražene na profilu Šaregrad II (WACHA et al., 2013). Na profilu Šaregrad II određena je starost prapora, ujedno i otkrivenih paleotala, koja se može korelirati s pred-predzadnjim i predzadnjim glacijalom (OIS 10 – 6?; WACHA et al., 2013). Najdonje otkriveno tlo na Gorjanovićevom profilu vrlo se vjerojatno može korelirati s interglacijalom/interstadijalom starijem od OIS5, moguće OIS7, dok srednje, debelo, dobro razvijeno smeđe paleotlo predstavlja zadnji interglacijal (OIS5). Tanko, slabo razvijeno tlo (sirozem – BRONGER, 1976) u najgornjem prapornom paketu je vjerojatno nastalo zbog posljedica klimatskih fluktuacija za vrijeme srednjeg pleniglacijala (OIS3).

Valorizacija i zaštita lokaliteta

Zahtjev za preventivnom zaštitom geološkog lokaliteta, podnijeli su 11. prosinca 2009. Hrvatski geološki institut i Hrvatsko geološko društvo, a 27. siječnja 2012. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode donijelo je rješenje o preventivnoj zaštiti geološkog lokaliteta „Gorjanovićev praporni profil u Vukovaru” u kategoriji spomenika prirode-geološkog na temelju stručnog obrazloženja Državnog zavoda za zaštitu prirode. Preventivna zaštita određena je na vrijeme od tri godine.

Županijska skupština Vukovarsko-srijemske županije 5. ožujka 2015 donosi odluku o pokretanju postupka trajne zaštite i osiguravanju financijskih sredstava za izradu posebne geodetske podloge, provođenju postupka proglašenja i akta o proglašenju geološkog spomenika prirode „Gorjanovićev praporni profil u Vukovaru”.



Slika 7. Starost prapora u tisućama godina. (WACHA & FRECHEN, 2011).
Figure 7. Age of loess in thousands of years (WACHA & FRECHEN, 2011).

Geološki lokalitet „Gorjanovićev praporni profil u Vukovaru” na desnoj obali rijeke Dunava u Vukovarsko-srijemskoj županiji, predstavlja fosilni zapis klimatskih promjena kraja pleistocena, odnosno posljednjih sto pedeset tisuća godina i više. Dobio je ime po istaknutom hrvatskom znanstveniku Dragutinu Gorjanović-Krambergeru koji ga je prvi detaljno opisao početkom dvadesetog stoljeća. On je na strmoj obali Dunava snimio geološki profil na kojem je prema ritmičkoj izmjeni prapora i zaglinjenih zona izradio stratigrafsku podjelu kvartara.

Geološki lokalitet „Gorjanovićev praporni profil u Vukovaru” je neizmijenjeni dio nežive prirode, znanstveno-obrazovne vrijednosti i namjene. Lako je dostupan za razgledavanje i izučavanje geologije kvartara, paleoklimatskih promjena i druga istraživanja. Veliki značaj navedenog lokaliteta potvrđuje njegovo kontinuirano istraživanje od početka prošlog stoljeća do danas.

Imajući u vidu da navedeni geološki lokalitet ulazi u obuhvat budućeg Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav,

UNESCO-vog Programa MAB („Čovjek i biosfera”), od izuzetnog je značaja njegova zaštita, uređenje i prezentacija javnosti.

ZAKLJUČAK

U svjetlu današnjih klimatskih promjena od izuzetnog je značaja sačuvati i zaštititi ovaj profil kao izvrstan fosilni zapis klimatskih promjena sredinom i krajem pleistocena, radi razgledavanja i istraživanja paleoklimatskih promjena. S obzirom na neposrednu blizinu drugih zanimljivih lokacija (Vodotoranj i arheološki muzej i nalazište Vučedol), pristupačnost i lokaciju u samom središtu grada te dostupnost infrastrukture (prilazna cesta, javna rasvjeta, na samoj šetnici, ...), ovaj geološki lokalitet ima i veliki edukativni potencijal stoga je interesantan i kao poligon za učenje geologije kvartara i sedimentologije te kao važan kamenčić u popularizaciji geologije. Time bi se odalo priznanje znamenitom hrvatskom znanstveniku Dragutinu Gorjanović-Krambergeru, a i aktualizirala bi se znanstvena istraživanja novim metodama analize.

LITERATURA

- BANAK, A., PAVELIĆ, D., KOVAČIĆ, M. & MANDIĆ, O. (2013): Sedimentary characteristics and source of loess in Baranja (Eastern Croatia).– *Aeolian Res.*, 11, 129–139.
- BOGNAR, A. (1979): Distribution, properties and types of loess and loess-like sediments in Croatia.– *Acta Geol. Acad. Sci. Hung.*, 22, 267–286.
- BRONGER, A. (1976): Zur quartären Klima- und Landschaftsentwicklung des Karpatenbeckens auf (palaeo)-pedologischer und bodengeographischer Grundlage.– *Kieler Geographische Schriften*, 45, 268 p.
- GALOVIĆ, I. & MUTIĆ, R. (1984): Gornjopleistocenski sediment istočne Slavonije (Hrvatska).– *Rad JAZU*, 411, 299–356, Zagreb.
- GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1912): Iz prapornih predjela Slavonije.– *Vijesti geološkoga povjerenstva*, 2, 28–30, Zagreb.
- GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1914): Iz prapornih predjela Slavonije.– *Vijesti geološkoga povjerenstva*, 3–4, 21–26, Zagreb.
- GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1922): Morfološke i hidrografijske prilike prapornih predjela Srijema, te pograničnih česti županije virovitičke.– *Glasnik hrvatskoga prirodoslovnog društva* XXXIV, 111–164, Zagreb.
- HAASE, D., FINK, J., HAASE, G., RUSKE, R., PÉCSI, M., RICHTER, H., ALTERMANN, M. & JÄGER, K.D. (2007): Loess in Europe – its spatial distribution based on a European Loess Map, scale 1:2,500,000.– *Quaternary Science Reviews*, 26, 1301–1312.
- HGI – ZAVOD ZA GEOLOGIJU (2009): Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300.000.– Institut za geološka istraživanja, Zavod za geologiju, Zagreb.
- MARKOVIĆ, S.B., HAMBACH, U., CATTO, N., JOVANOVIĆ, M., BUGGLE, B., MACHALETT, B., ZÖLLER, L., GLASER, B. & FRECHEN, M. (2009): Middle and Late Pleistocene loess sequence at Batajnica, Vojvodina, Serbia.– *Quatern. Int.*, 198, 255–266.
- POJE, M. (1985): Praporne naslage vukovarskog profila i njihova stratigrafska pripadnost.– *Geološki vjesnik*, 38, 45–66.
- POJE, M., (1986): Ekološke promjene na vukovarskom prapornom ravnjaku proteklih cca 500.000 godina.– *Geološki vjesnik*, 39, 19–42.
- SMALLEY, I., O'HARA-DHAND, K., WINT, J., MACHALETT, B., JARY, Z. & JEFFERSON, I. (2009): Rivers and loess: the significance of long river transportation in the complex event-sequence approach to loess deposit formation.– *Quatern. Int.*, 198, 7–18.
- TRIFUNOVIĆ, S. (1985): Tumač za O GK 1:100.000 list Odžaci L 34–87.– *Geološki institut Beograd i Nafta-gas Novi Sad* (1984), Sav. geol. zavod, 54 str., Beograd.
- WACHA, L. & FRECHEN, M. (2011): The geochronology of the “Gorjanović loess section” in Vukovar, Croatia.– *Quatern. Int.*, 240, 87–99.
- WACHA, L., GALOVIĆ, L., KOLOSZÁR, L., MAGYARI, Á., CHIKÁN, G. & MARSI, I. (2013): The chronology of the Šaregrad II loess-palaeosol section (Eastern Croatia).– *Geol. Croat.*, 66/3, 191–203.

Točka 8 – Stop 8

Aljmaš (ušće Drave u Dunav) Aljmaš (mouth of the Drava and Danube Rivers)

Lidija Galović

Zavod za geologiju, Hrvatski geološki institut, Sachova 2, 10 000 Zagreb

Ključne riječi: Aljmaš

Key words: Aljmaš

Abstract

The village of Aljmaš is located near the mouth of the Drava and Danube. It is a part of municipalities of Erdut. The Aljmaš is at 93 m above sea level and has a surface 36 square kilometers. The history of Aljmaš has been entwined by different cultures which left a rich cultural heritage. The future of the Aljmaš is based on rural, hunting and fishing tourism.

ALJMAŠ

Naselje u općini Erdut Osječko-baranjske županije. Smješten na obroncima Čvorkovca na desnoj obali Dunava, na nadmorskoj visini od 93 m.

Prvi put se spominje 1327. godine kao posjed. Samo ime Aljmaš dolazi od mađarske riječi alma = jabuka. U srednjem vijeku bilo je to trgovačko i obrtničko naselje, naseljeno Hrvatima i Mađarima. Turci naseljavaju martolose



Slika 1. Ponovno izgrađena crkva Svetište Gospe od Utočišta.

Figure 1. Rebuilt church „Our Lady of Consolation“.



Slika 2. Križni put ukopan u praporu.

Figure 2. The Way of the Cross in loess.

Srbe iz gornjeg Podrinja. Nakon 1700. godine naseljavaju se i Nijemci. Kroz povijest u Aljmašu su se ispreplitale različite kulture pa mu je u nasljeđe ostala bogata kulturna baština, a svoj daljnji razvoj temelji na seoskom, lovnom i ribolovnom turizmu.

Crkva Pohoda Marijina izgrađena je 1846. godine ujedno je i svetište Gospe od Utočišta od 1704.; poznato je

marijansko svetište, koje već 300 godina na Veliku Gospu pohode hodočasnici iz istočne Slavonije; crkva je srušena 1991. godine. Izgrađena je nova crkva Gospe od Utočišta (Slika 1) i Križni put u prapornom profilu (Slika 2).

Osim toga, Aljmaš je čuveno gastronomsko okupljalište ljubitelja srijemske kuhinje, mjesto spokoja i ribolova na ušću Drave u Dunav (Slika 3).



Slika 3. Ušće Drave u Dunav.

Figure 3. Mouth of the Drava and Danube Rivers.

B GEOLOGIJA FRUŠKE GORE
B GEOLOGY OF FRUŠKA GORA

Ivan Dulić, Alan Vranjković, Milena Dunčić, Vladislav Gajić i Goran Bogićević

GEOLOGIJA FRUŠKE GORE (Vojvodina, Srbija) GEOLOGY OF FRUŠKA GORA (Vojvodina, Serbia)

Ivan Dulić, Alan Vranjković, Milena Dunčić, Vladislav Gajić i Goran Bogićević

Znanstveno-tehnički centar – NTC-NIS Naftagas, GAZPROM NEFT, Put Šajkaškog odreda 9, 21 000 Novi Sad

Kratak prikaz geologije Fruške gore

Fruška gora geomorfološki predstavlja izdignuti blok pružanja istok-zapad (širine 15 km i dužine oko 85 km) smješten između dvije relativno spuštene jedinice, donjeg Srijema na jugu i Bačke na sjeveru. Fruška gora je rasjedima, pružanja istok-zapad, podijeljena na blokove različitih formacija. Posebno značajnu ulogu imaju srijemski rasjed (preko Iriškog Vijenca) i fruškogorski rasjed, nekoliko kilometara južnije (DIMITRIJEVIĆ, 1995).

Kao dio zapadnog pojasa Vardarske zone, Frušku goru sačinjavaju stijene širokog stratigrafskog raspona od trijaskih do eocensko-oligocenskih formacija (KARAMATA et al., 1997, 2000; ROBERTSON et al., 2009). Zapadni pojas Vardarske zone odgovara vanjskoj Vardarskoj subzoni – Srijemski blok (DIMITRIJEVIĆ, 1995, 2000) odnosno predstavlja ekvivalent Sava-Vardar zone (PAMIĆ et al., 2002) ili Sava zone (SCHMID et al., 2008). Zona predstavlja kasno-gornjokredno-ranopaleogenski *back-arc* basen, čije se završno zatvaranje odvijalo tijekom paleogena (PAMIĆ et al., 2002). Na Fruškoj gori je dokumentirana prisutnost donjokrednih glaukofanskih škrljavaca, koji ukazuju na raniji početak zatvaranja (subdukciju) Vardarskog oceana (prema MILOVANOVIĆ et al., 1995, apsolutna starost glaukofanskih škrljavaca iznosi 123 ± 5 miliona godina i odgovara barm-aptu).

Četiri mezozojske i paleogenske stijenske jedinice se izdvajaju duž grebena Fruške gore: (1) ofiolitni melange s podinskim trijaskim naslagama; (2) jursko-donjokredni dubokovodni sedimenti; (3) sedimenti stratigrafske pripadnosti od kampana i mastrihta do oligocena; (4) latiti eocensko-oligocenske starosti.

(1) Podina melange sastoji se od donjo do srednje trijaskih dolomita kao i srednje do gornje trijaskih škrljavaca niskog do vrlo niskog stupnja metamorfizma te silificiranih kristalastih vapnenaca u formi lećastih tijela. Leće dužine do 1 km i debljine do 100 m potječu od metamorfoziranih starijih sedimentnih i vulkanskih stijena. Donjotrijaski sedimenti su otkriveni duž južnih padina Fruške gore, generalnog pravca pružanja zapad-sjeverozapad – istok-jugoistok (lokaliteti Bijeli potok kod manastira Jazak, sela Bešenovo, Prnja-

vor, Mala Remeta, Vrdnik i Jazak). Predstavljani su bazalnom serijom iznad koje je razvijena klastično-karbonatna serija. Sedimente karakteriziraju fosilne asocijacije predstavljene plitkomorskom makrofaunom (ljušture lamelibranhijata) koja je tipična za “*sajske slojeve*” i relativno bogatom mikrofossilnom asocijacijom bentoskih foraminifera na osnovu kojih je određena “*kampilska*” starost. Najviši nivoi vapnenaca donjotrijaske serije su fosilno sterilni.

Srednjotrijaski (anizički) plitkovodni karbonatni sedimenti su otkriveni na južnim padinama Fruške gore (lokaliteti u okolini Jaska, Vrdnika, Bešenovačkog Prnjavora, Mramor brdo, brdo Klači, Mala Remeta, Crvena Krečana i dr.) i na sjevernim padinama u okolini Paragova. Srednji trijas je predstavljen organogeno-detritičnim vapnencima, dolomitičnim vapnencima i crnim masivnim bituminoznim dolomitima i dolomitičnim vapnencima.

Srednjotrijaska (ladinik) – gornjotrijaska (karnik-norik) niskometamorfozirana serija je označena kao formacija sjajnih škrljavaca (PETKOVIĆ et al., 1976; GRUBIĆ et al., 1998; GRUBIĆ & PROTIĆ, 2000). Trijaski metamorfiti su rasprostranjeni u dvije zone (sjeverna i južna zona). Debljina srednjotrijaskih sekvenci iznosi od 300-500 m, a gornjotrijaskih do 200 m (ČANOVIĆ & KEMENCI, 1999). Sjajni škrljavci su predstavljeni sericitsko-kloritskim, albit-kloritskim i aktinolitiskim škrljavcima, zatim filitima i argilitnim filitima, metaroznjacima, metapješčenjacima, metasilitima, kalksistima, silificirnim vapnencima, metamorfoziranim vapnencima i dolomitima. Stratigrafski položaj serije je određen na osnovi proučavanja konodonata koji su utvrđeni u vapnencima (ĐURĐANOVIĆ, iz PETKOVIĆ et al., 1976).

Gornjotrijaski (ret) klastični i karbonatni sedimenti imaju ograničeno rasprostranjenje – otkriveni su samo na lokalitetu sjeverozapadno od Vrdnika u lijevom pritoku potoka Dubočaja, u debljini od 100-200 m (ČANOVIĆ & KEMENCI, 1999). Prema GRUBIĆ et al. (1998) i GRUBIĆ & PROTIĆ (2000) gornjotrijaski vapnenci Dubočaja potoka nisu *in situ* već predstavljaju gornji dio tektonizirane argilitno-filitoidne serije koja je vjerojatno jurske starosti. Gornjojurski melange u sebi uključuje olistostrome sačinjene od pješčenjaka, dijabaza, vapnenaca, čertova, gabra i metamornih stijena subdukcijskog po-

drijetla (crossite škrljavci, kao i valutice „eklogita”) uloženi u siltno-glinoviti matriks. Leće serpentinita koje također sačinjavaju melange izdanjuju uzduž rasjeda pružanja I-Z. Stijene ovog kompleksa pronalaze se južno od Fruškogorskog rasjeda (FGR) i između FGR i Srijemskog rasjeda.

Prema PETKOVIĆ et al. (1976) kao posebna je izdvojena argilitno-filitoidna serija koja počinje na zapadnom kraju Vrdničkog ugljenog bazena i dalje se prati u pravcu zapada, gdje su vidljive samo manje erozijsko-tektonske krpe koje su otkrivene ispod gornjokrednih krupnoklastičnih sedimenata ili uz rasjedne zone. Na lokalitetu Dubočas potoka, argilitno-filitoidna serija sadrži interkalacije crvenkasto-smeđkastih spilita koje se izmjenjuju sa slojevima argilitne serije i zajedno su metamorfozirani (PETKOVIĆ et al., 1976; JOVANOVIĆ, ĐORĐEVIĆ, iz GRUBIĆ & PROTIĆ, 2000). O geotektonskom položaju i stratigrafskoj pripadnosti argilitno-filitoidne serije još uvijek postoje različita gledišta. Prema PETKOVIĆ et al. (1976) serija je izdvojena kao trijasko-jurska serija i nalazi se u tektonskom kontaktu s gornjotrijaskim (retskim) sedimentima. ČANOVIĆ & KEMENCI (1999) ističu da “tektonizirana formacija” (argilitno-filitoidna serija) najvjerojatnije odgovara jurskom ofiolitskom melanžu, u okviru kojeg su zastupljeni i metabazalti, gabri i metamorfozirane druge mafitske stijene.

(2) Dubokomorske naslage starosti titon-valendis pronalaze se isključivo na istočnim i jugoistočnim padinama Fruške gore, na polju sela Krčedin na desnoj obali Dunava (Slika 1). Sedimenti su u ranijoj literaturi označeni kao titon-berijaski fliš. Debljina serije iznosi 150–200 m. U sastav serije ulaze siltiti, siltozni lapori, glinci, pješčenjaci, a u pojedinim nivoima su zastupljeni kalkarenitski vapnencima i vapnenačkim

pješčenjacima. Lapori sadrže calpionellide i kalcisfere dok su detritalni vapnenci bogati sadržajem algi i bentičkih foraminifera (ČANOVIĆ & KEMENCI, 1974, 1999).

(3) Unutar naslaga kampan-mastrihtne do eocene-oligocenske starosti mogu se izdvojiti dva facijesa:

(a) na prostoru između srijemske i fruškogorske dislokacije pronalazimo karbonatno-klastičnu formaciju (u starijoj literaturi „Srijem-Slavonija” tip ili „Čerević gornja kreda”) koju sačinjavaju konglomerati (u manjoj mjeri breče), pješčenjaci, šejlovi, lapori i vapnenci kampanske i mastrihtske starosti (Slika 2 i 3).

(b) fliš starosti mastriht-paleogen (?) kao sin- do postkolizijska formacija, koja se pojavljuje samo sjeverno od srijemske dislokacije („Bačka-Banat” tip ili „Stožilovo gornja kreda”) (DE CAPOA et al., 2002). Flišni sedimenti su otkriveni u istočnom i sjeveroistočnom dijelu Fruške gore, na lokalitetima između Stražilova, Srijemskih Karlovaca i Paragova (produžavaju se sjeverno i južno od grebena preko Iriškog Vijenca i Zmajevca i zatim u Beočinski potok u pravcu zapada). Mjestimično se pojavljuju ispod tercijarnih i kvarternih sedimenata u pravcu istoka sve do Dunava.

Donji dio flišne serije je debljine oko 100 m i sastoji se uglavnom od tamnosivih fino-zrnastih pješčenjaka, siltita i pješčenjaka i sitnozrnastih klastita u kojima se javljaju proslojci siltita, glinaca i sitnozrnatih pješčenjaka. Srednji dio flišne serije ima debljinu oko 30 m. Sastoji se od krupnozrnastih sedimenata u odnosu na donji dio i predstavljen je krupnozrnastim pješčenjacima koji gradacijski prelaze u srednozrnate i sitnozrnate pješčenjake s proslojcima glinaca i siltita. Gornji dio serije je debljine oko 30 m, a predstavljen je



Slika 1. Gornjojursko-donjokredna serija u kamenolomu pokraj Krčedina smještenom na krajnjim istočnim obroncima Fruške gore.
Figure 1. Upper Jurassic-Lower Cretaceous series in quarry near Krčedin on the outmost east slopes of Fruška Gora Mt.



Slika 2. Gornjokredni pelagički vapnenci i pješčenjaci na lokalitetu Srednje brdo na JZ obroncima Fruške gore (Foto D. Milovanović).

Figure 2. Upper Cretaceous pelagic limestones and sandstones at Srednje Brdo locality on the NW slopes of Fruška Gora Mt. (Photo D. Milovanović).



Slika 3. Gornjokredni borani pelagički vapnenci na lokalitetu Srednje brdo na JZ padinama Fruške gore.

Figure 3. Upper Cretaceous folded pelagic limestones at Srednje Brdo locality on the SW slopes of Fruška Gora Mt.

gredama konglomerata i arkozama s tankim prosljocima glinovitih siltita. Karakterizira ih ritmičnost, laminacije (horizontalna i valovita) i druge teksturne karakteristike (RADOŠEVIĆ & MARKOVIĆ, 1987).

Prema utvrđenoj makro i mikrofosilnoj asocijaciji facijes (a) pripada gornjoj kredi (mastriht). Međutim su istraživanja R. Radoičić utvrdila postojanje blokova različite starosti. Tako se unutar „Kaotične blokovite formacije” mogu pronaći

blokovi kampanske starosti, blokovi mastrihtske starosti i blokovi s mješovitom kampansko-mastrihtskom faunom.

U ranijim je radovima, a prema slabo očuvanim inoceramnim školjkašima i sitnim planktonskim foraminiferama, fliš smatran da pripada „senonu” (mastrihtu). Međutim, prema posljednjim biostratigrafskim podacima (DE CAPOA et al., 2002) flišne naslage ove jedinice Fruške gore egzistiraju sve do mlađeg oligocena (mlađi hat, CP19b=NP25 biozona).

(4) Latiti eocensko-oligocenske starosti (oko 35 mil. god.) sačinjavaju plitke intruzije u starijim i dubljim horizontima prije navedenih fliševa. Otkriveni su kao izdužena tijela u zoni dužine 4,5 km, (lokaliteti Rakovac, Paragovo, Ledinci i dr.) i javljaju se i kao žične pojave u sklopu jurskog ofiolitnog kompleksa ispod Petrovaradinske tvrđave. Na lokalitetu Stari Ledinci latiti probijaju gornjokredne flišne sedimente, a na lokalitetu Stari Rakovac probijaju jurske serpentinite.

NEOGEN

Na okolnim padinama i podnožju Fruške gore izdaju se izdanci neogenskih naslaga. Unutar neogenskih naslaga, formacije miocenske starosti su puno bolje razvijene od pliocenskih. Generalno, mogu se izdvojiti tri otkrivene zone rasprostranjenja neogenskih sedimenata: zona na južnim padinama, zona na sjevernim padinama i zona u oblasti Slankamena na istočnom dijelu planine.

Miocen

Miocenske naslage mogu se prema njihovoj starosti i genezi razvrstati u sljedeće jedinice: 1) jezersko-kontinentalnu formaciju donjeg miocena; 2) sedimenti centralnog Paratethysa, predstavljeni naslagama badenske, sarmatske, panonske i pontske starosti.

Donji miocen

Sedimenti jezersko-kontinentalnog donjeg miocena su najbolje izučavani na južnim obroncima Fruške gore pokraj Vrdnika po kojem su dobili i ime „Vrdnička serija” (ili „Vrdnik formacija”).

Na sjevernim padinama Fruške gore zona jezerskog donjeg miocena počinje kraj zaseoka Zagrad (kraj sela Slankamen) na istoku i završava pokraj sela Susek na zapadu. Starije miocenske naslage diskordantno leže na različitim starijim predneogenskim članovima u transgresivnom slijedu. Tektonski kontakt s predneogenskim članovima je također utvrđen na pojedinim izdancima.

Na južnoj strani Fruške gore, jezerski donji miocen predstavljen je naslagama ugljenonosnog Vrdničkog bazena. Bazen je po rubovima ograničen rasjedima, a slojevi ugljenosne serije su jako tektonizirani. Eksploatacija vrdničkog ugljena je otpočela još 1804. godine, a rudnik je zatvoren 1969. godine.

Superpozicijski, tri litostratigrafska člana Vrdničke ugljenosne serije se mogu razvrstati unutar donjeg miocena:

a) u bazi se pronalaze različite breče, konglomerati (debljine 15–20 m), glinoviti pješčenjaci i pjeskoviti lapori (debljine oko 20 m), rijetko gline koje čine neposrednu podinu ugljenog horizonta i dostižu debljinu od 5–10 m. Ukupna debljina podinske serije iznosi 50–60 m;

b) slijedi ugljenosni horizont. Sačinjavaju ga 4–6 slojeva ugljena (mrki ugljen), debljine od 0.6–2.5 metara, proslajena s bentonitnim slojevima glina (montmorilonit) vulkanskog podrijetla;

c) krovina ugljenonosnog sloja dijeli se superpozicijski na gornju i donju. Donji dio krovine ugljenonosnog sloja sastoji se od bitumenoznih lapora i glinaca, sa zanemarivim proslajcima pješčenjaka, debljine od 10 do 12 metara, koji sadržavaju fosilnu floru, u kojoj dominiraju sljedeće vrste: *Sequoia langsdorfi* (BRONG.) HEER., *Taxodium distichum* HEER., *Glyptostrobus europeus* HEER., *Castanea atavia* UNG., *Quercus drimeja* UNG., *Myrica lignitum* (UNG.) SAP., *Zelkova ungeri* KOV., *Laurus princeps* HEER., *Podogonia knorri* HEER., *Leguminosites gondini* HEER., *Monocotyledones* div.gen. et.sp. in det itd. Palinološke analize govore u prilog donjomiocenskoj starosti Vrdničke serije; utvrđen je polen iz porodice Miricaceae (tip „*rurensis*”) kao i spore iz grupe „*discordatus*”. U gornjem dijelu krovine ugljenonosnog sloja nalazi se paket sačinjen od različitih pješčenjaka, šarenih glina, pijesaka i rijetko tufova. Naslage ovog horizonta su predstavljene većom debljinom, koja može dosežati preko 100 metara. Za donji miocen se vezuju i vulkaniti dacitnog tipa (ČIČULIĆ, 1977). Najveće pojave ovih stijena su utvrđene na južnoj strani Vrdničkog ugljenosnog bazena. Vulkaniti su utisnuti duž regionalne rasjedne zone, pravca pružanja istok-zapad, koja se može pratiti od Hopova do Belog potoka u okolini Jaska.

Baden

Naslage morskog badena su najzastupljeniji neogenski sediment koji izdaju se na Fruškoj gori. Prisutne su starije i mlađe badenske naslage te je kompletan razvoj utvrđen na sjevernoj strani gore gdje se badenske naslage prostiru u zoni od Slankamena na istoku preko Bukovca, Starih Ledinaca i Rakovca do Neština na zapadu. U krajnjim istočnim dijelovima planine (lokaliteti u široj okolini Slankamena) dokumentirani su samo sedimenti gornjeg badena koji leže transgresivno preko starijih mezozojskih stijena (serpentinita, sedimenti gornje krede) ili donjeg miocena. S druge strane, u središnjem (klasični lokaliteti u Bukovcu i Starim Ledincima) i zapadnom dijelu planine otkrivena je transgresivna serija donjeg badena čiju podinu uglavnom čine sedimenti gornje krede i donjeg miocena.

Badenski sedimenti karakterizirani su velikom facijesnom raznolikošću, koja je posljedica šarolikih sedimentacijskih uvjeta koji su vladali u priobalnim prostorima nekadašnjih otoka badenskog mora. Baden Fruške gore sadrži sljedeće litostratigrafske jedinice (ČIČULIĆ, 1977):

- 1) Konglomerati i pješčenjaci (transgresivna serija badena);
- 2) Pješčenjaci, pjeskoviti lapori i tufitični pješčenjaci koji predstavljaju najšire rasprostranjeni baden Fruške gore pripadaju okvirno donjem badenu;

3) Gline i glinovite gline, pojavljuju se u različitim stratigrafskim horizontima badena. U donjem badenu, izmjenjuju se s pješčenjacima, dokle ponegdje formiraju dubokomorski facijes s pteropodima (*Vaginella austriaca* KITTL.), cefalopodima (*Aturia aturi* BAST.).

4) „Leitha vapnenci i pješčenjaci” – grebenski kompleks (Slika 5, 6) sadrži brojne fosilne ostatke unutar više litotipova vapnenaca: lithotamnionski, amphisteginski, bryozojski, cerites.

5) Lapori i pločasti lapori završnog dijela badena na prijelazu u sarmat (ovaj dio je bolje razvijen na sjevernoj strani gore). Sadrže rijetku makrofaunu, ali zato bolje zastupljenu mikrofaunu foraminifera (*Elphidium crispum* L., *E. flexiosum* d ORB., *E. aculeatum*, d ORB., *Ammonia beccari* L., *Bulimina elongata* d ORB., itd.

Sarmat

Sarmatski sedimenti značajno su manje zastupljeni na površini od badenskih. Otkriveni su pokraj Krčedina na istočnim obroncima Fruške gore i zatim se u pravcu zapada mogu pratiti preko Starih Ledinaca, Šakotinca sve do Sviloša. Na južnim obroncima gore sarmatski slojevi uglavnom izostaju ili su erodirani i samo su parcijalno sačuvani u pojedinim lokalitetima (primjerice u bližoj okolini manastira Grgeteg). Na zapadnom dijelu Fruške gore sarmatske naslage izdanjuju povise mlađe badenskih, dok je u istočnom dijelu utvrđen hijatus između ove dvije stratigrafske jedinice. U sastavu brakičnog donjeg sarmata Fruške gore utvrđeno je nekoliko litofacijskih članova (konglomerati, pješčenjaci, pijesci, lapori, glinci, gline, vapnenci). Najvećom površinom i debljinom sarmatske naslage izdanjuju u formi pješčenjaka, pjes-

kovitih lapora, šarenih kalcitičnih gline i lapora te pijesaka. Najčešće prisutna fauna je *Mactra podolica* EICHWALD, *Cardium vindobonense* PARTSCH, *Ervilia podolica* EICHWALD, *Cerithium rubiginosum* itd. Pokraj Slankamena i Krčedina (desna obala Dunava) pronalaze se vapnenci iz završnog dijela sarmata, koji sadrže *Mactra vitaliana* d ORBIGNY, *C. vindobonense* PARTSCH, *Modiola incrassata* d ORBIGNY, *Porosonion granosum* d ORBIGNY, *Elphidium rugosum* d ORBIGNY itd.

Panon

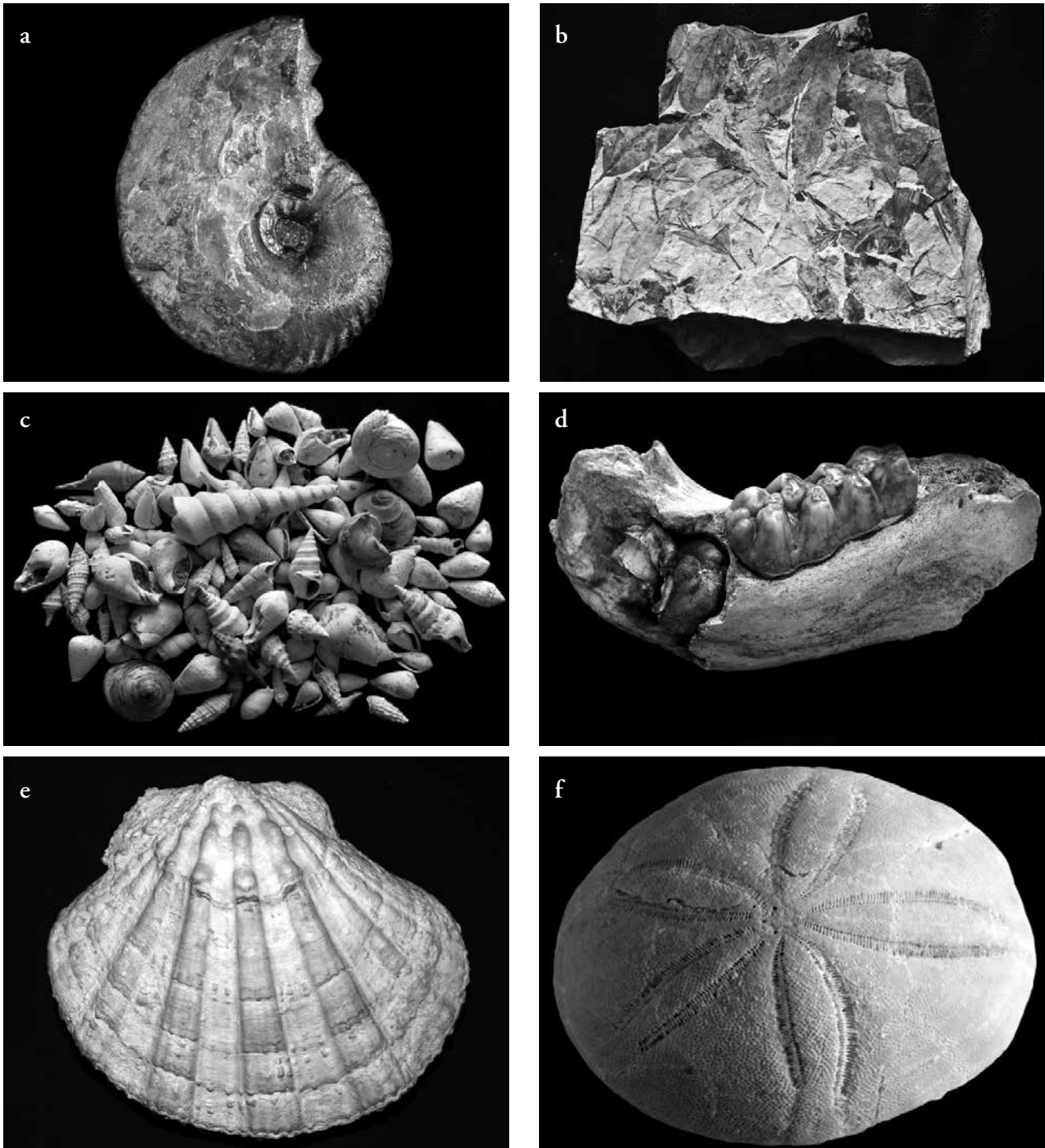
Panonski kaspibrakični sedimenti na Fruškoj gori također imaju puno šire rasprostranjenje na sjevernim obroncima, od Srijemske Kamenice na istoku, do Čerevića na zapadu, gdje završavaju pod gornjopontskim naslagama. Na ovim lokalitetima sedimenti panona se nalaze najčešće transgresivno preko različitih formacija mezozoika ili starijeg neogena. Samo u pojedinim lokalitetima u središnjem dijelu planine dokumentiran je kontinuiran razvoj sarmata i panona. Sedimenti gornjeg ponta nalaze se diskordantno preko panonskih sedimenata. Naime, na Fruškoj gori nije utvrđen razvoj donjeg ponta odnosno novorosijskog potkata. Na južnim padinama Fruške gore panonski sedimenti su otkriveni samo parcijalno, na lokalitetima između Grgetega i Velike Remete. Nalaze se transgresivno preko sarmatskih sedimenata, a krovinu im također čine gornjopontski slojevi. Prema podacima iz bušotina za vodu sedimenti panona su razvijeni i u istočnim dijelovima planine (lokaliteti u široj okolini Krčedina).

Heterogenost u litološkom sastavu koja je bila izražena u donjem sarmatu, tijekom panona je zamijenjena, generalno, monotonim sastavom sedimenata.



Slika 4. Smjena pijesaka i pjeskovitih gline pliocenske starosti poviše potoka Čerević (sjeverni obronci Fruške gore) (Foto D. Milovanović).

Figure 4. Interlayering of Pliocene sands and sandy clays above Čerević stream (northern slopes of Fruška Gora Mt.) (Photo D. Milovanović).



Slika 5. Fosili Fruške gore.

5a. *Pachydiscus supremus* PETHOE iz mastrihtnih lapora potoka Čerević.

5b. Oligocenska makroflora na lokalitetu Janda uz desnu obalu Dunava.

5c. Gastropodna zajednica donjeg badena iz plitkovodnih pješčenjaka Glavica brežuljka.

5d. *Gomphotherium angustidens* (TASSY) iz donjebadenskih pješčenjaka na lokalitetu Bukovac.

5e. Gornjobadenska makrofauna *Pecten latissimus* BROG., u Matulj kamenolomu.

5f. Gornjobadenska makrofauna *Echinolampas* sp., Stari Slankamen lokalitet.

Figure 5. Fossils of Fruška Gora Mt.

5a. *Pachydiscus supremus* PETHOE from Maastrichtian marlstones of Čerević stream.

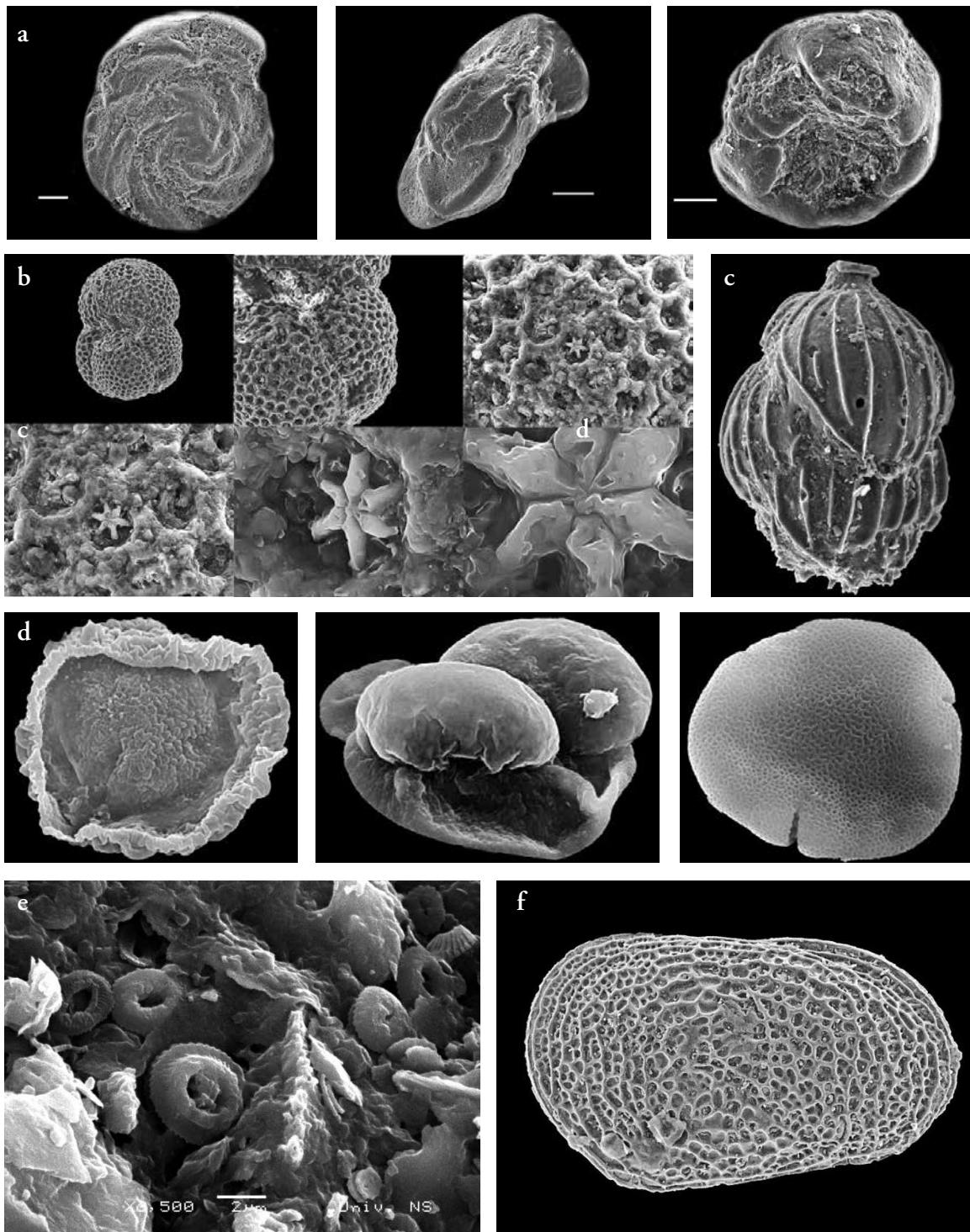
5b. Oligocene macroflora association at Janda locality on the right bank of Danube.

5c. Lower Badenian gastropoda association from shallow water sandstones at Glavica hill.

5d. *Gomphotherium angustidens* (TASSY) from Lower Badenian sandstones at Bukovac locality.

5e. Upper Badenian macrofauna *Pecten latissimus* BROG., the Mutalj Quarry.

5f. Upper Badenian macrofauna *Echinolampas* sp., Stari Slankamen locality.



Slika 6. Fosili Fruške gore.

- 6a.** *Globotruncanita stuartiformis* DALBIEZ – vapnenci gornjeg kampana-donjeg mastrihta s lokaliteta Srednje Brdo (crveni slojevi).
6b. *Globigerinoides trilobus* REUSS karbonatni nanoplankton *Discoaster* sp. iz donjobadenskih lapora na brdu Glavica.
6c. *Uvigerina pigmaea* D'ORBIGNY iz donjobadenskih lapora na brdu Glavice.
6d. Asocijacija palinomorfi (*Tsugaepollenites* sp., *Pinuspollenites* sp. and *Intratropopollenites* sp. iz pontskih sedimenata).
6e. Asocijacija karbonatnog nanoplanktona iz donjobadenskih sedimenata s lokaliteta Glavice brda.
6f. Ostrakode iz donjobadenskih sedimenata s lokacije Glavice brdo.

Figure 6. Fossils of Fruška Gora Mt.

- 6a.** *Globotruncanita stuartiformis* DALBIEZ from Late Campanian-Early Maastrichtian limestones at Srednje Brdo locality (Red beds).
6b. *Globigerinoides trilobus* REUSS with calcareous nannoplankton *Discoaster* sp. from Lower Badenian marlstones at Glavica hill.
6c. *Uvigerina pigmaea* D'ORBIGNY from Lower Badenian marlstones at Glavica hill.
6d. Association of palynomorphs (*Tsugaepollenites* sp., *Pinuspollenites* sp. and *Intratropopollenites* sp. from Pontian sediments).
6e. Association of calcareous nanofossils from Lower Badenian sediments at Glavica hill.
6f. Ostracods from Lower Badenian sediments at Glavica hill.

U donjem dijelu su zastupljeni pločastim bijelim laporima, a u gornjem dijelu s debelim slijedom lapora i kalcitinih glina koje se eksploatiraju u Beočenskoj tvornici cementa. Ukupna debljina panonskih „cementnih lapora” iznosi preko 200 m. Unutar ovih naslaga najčešći su fosilni ostatci: *Congerina banatica* R. HOERNES, *Limnocardium (Paradacna) syrmiense* R. HOERNES, *Paradacna lenzi* R. HOERNES; ostrakode *Candona (Caspioella) alasi beocini* KRSTIĆ, itd. Panonski sedimenti unutar kamenoloma cementnog lapora „Filijala” kraj Beočina predstavljaju stratotip panona u laporovitom razvoju (STEVANOVIĆ & PAPP, 1985).

Pont

Sedimenti najmlađeg dijela miocena, pontske starosti, otkriveni su u formi manjih zona uzduž sjevernih i južnih oboda Fruške gore. Na sjeveru, izdajuju bliže desnoj obali Dunava, od Sviloša do Seseka na zapadu do Starog Slankamena na istoku.

Prijelazne naslage između donjeg i gornjeg ponta prisutne su u najvišim horizontima cementnih lapora u kamenolomu Beočin „Filijala-sjeverno ležište”.

Na površini Fruške gore najzastupljeniji su slojevi mlađeg pont-portaferijana. U pravilu diskordantno leže preko mezozojskih stijena, ali i raznovrsnih starijih miocenskih naslaga (donjeg miocena, badena, sarmata i panona). Pojavljuju se u dva facijesa: kao pijesci i gline s fosilnom slatkovodnom zajednicom (*Viviparus*, unionids itd.), tzv. „zaslađeni Srijem-Kostolac razvoj” (STEVANOVIĆ, 1977) te kao gline i željezoviti pijesci i oolitni konglomerati s tipičnom kaspibrakičkom faunom, „Koluvara ili Okrugljak” tip. Fosilonosne lokacije su poznate pokraj manastira Grgetek („zaslađeni tip”) i pokraj Velikih Remeta.

Pliocen

Pliocenske naslage su na Fruškoj gori zastupljene jezerskim i jezersko-riječnim sedimentima, poznatim pod nazivom „Paludinski slojevi” (Slika 4). Paleontološka analiza rasčlanjava naslage na starije (dacij) i mlađe pliocenske (romanij).

Pliocen je na površini razvijen na rubnim dijelovima Fruške gore, uglavnom na sjevernim obroncima uzduž desne obale Dunava (Slika 4). Najbolje su istraživana područja na izdancima u donjem dijelu potoka Čerević, Stražilovo, kod Stražilova i Vrdnika i unutar kamenoloma ciglarske tvornice kraj Srijemskih Karlovaca.

Pliocenske naslage sačinjene su od šarenih (sivih, plavkastih, hrđastih, smeđih) pjeskovitih glina, glina, sitnozrnastih do krupnozrnastih pijesaka i šljunaka, kao i slojeva mekanog smeđeg ugljena (lignit). Najveće količine ugljena su utvrđene u Banaštoru na SZ rubu i pokraj Srijemskih Karlovaca na SI podnožju Fruške gore.

U donjem pliocenu fosilnom faunom školjkaša dominiraju sljedeće forme (JANKOVIĆ, 1977): *Viviparus neumayri* BRUSINA, *V. suessi* NEUMAYR, *Hydrobia longaeva* NEUMAYR, *Lithoglyphus acutus* COB., *Melanopsis recurens* NEUMAYR, *M. lanceolata* NEUMAYR, *Dreissena polymorpha* PALLAS etc.

Mlađe pliocenske naslage, sastavljene od žućkastih pijesaka i pjeskovitih siltova, su zabilježene pokraj Banoštora, sa sljedećom faunističkom zajednicom: *Unio sibiricus* PEN., *U. Subthalasinus* PEN., *U. Zelebori* M. HOERNES, *Viviparus* cf. *bifarcinatus* BIELTZ., *Valvata piscinalis* MULLER.

Određene vrste ostrakoda utvrđene u kamenolomu ciglarske tvornice „Stražilovo” kraj Srijemskih Karlovaca pripadaju prijelaznom dijelu između donjih i gornjih paludinskih slojeva *Candona* cf. *angulata* MULLER, *Candonopsis* sp., *Darvinula stevensoni* (BR. et ROB.), *Ilyocypris gibba* (RAMD), I. Brady Sars.

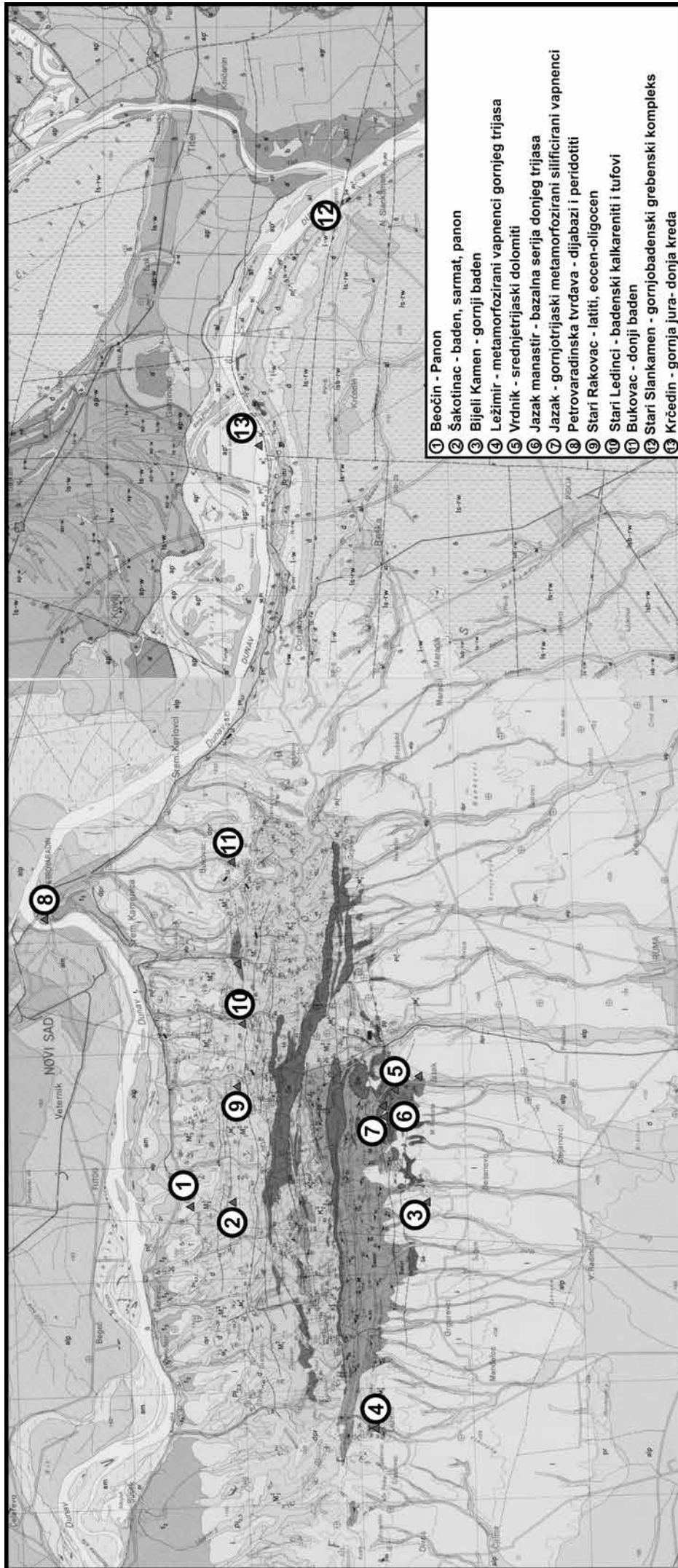
Geološka građa Fruške gore objavljena je u brojnim publiciranim radovima. Temeljni stratigrafski i strukturni odnosi prikazani su na listovima Novi Sad (ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ & RAKIĆ, 1976) i Indija (ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ, 1992) Osnove geološke karte SFRJ 1:100.000. Osnovu za izradu ovog vodiča čine noviji tekstovi s opisima geoloških postaja Fruške gore (RUNDIĆ et al., 2005; DULIĆ et al., 2006; SUDAR et al., 2009). Ekskurzija obuhvaća 13 točaka koje pokrivaju najveći dio građe Fruške gore (Slika 7).

Točka 1 – Stop 1

Beočin - „Filijala” (Panon) Beočin - „Filijala” (Pannonian)

Abstract

The present-day quarry of cement marls “Filijala” is situated next to former Austrian excavation site, which section is published in the A. KOCH'S papers (1876, 1896). In the international stratigraphy of Neogene of central Paratethys, the profile with the exposed Pannonian marls at “Filijala” was marked as a marl facies stratotype of Pannonian Stratum (STEVANOVIĆ & PAPP, 1985). The complete Pannonian and Pontian section at “Filijala” consists of IV main horizons.



Slika 7. Lokacija točaka/postaja ekskurzije (podloga modificirana prema ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ & RAKIĆ 1976 i ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ, 1992).
Figure 7. Location map of excursion stops/points of interest (basemap modified after ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ & RAKIĆ 1976 i ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ, 1992).



Slika 8. Panonski lapori u kamenolomu Beočinu – „Filijala“ (Foto Lj. Rundić).
Figure 8. Pannonian marls at Beočin Quarry – „Filijala“ (Photo Lj. Rundić).

Ležište lapora „Filijala“ eksploatira se za potrebe tvornice cementa Beočin od 1938. godine. Lokacija današnjeg kamenoloma „Filijala“ smještena je pokraj nekadašnjeg kamenoloma „Filijal“ iz vremena Austro-ugarske monarhije, na lokaciji kojeg se nalazio profil objavljen u radovima A.KOCH-a (1876, 1896).

Upravo je profil panonskih lapora u kamenolomu „Filijala“ izdvojen kao facijesni stratotip od strane međunarodne komisije za stratigrafiju neogena centralnog Paratethys-a (STEVANOVIĆ & PAPP, 1985).

Ranija istraživanja panonskih lapora tijekom 19. stoljeća u kamenolomu „Filijala“ rezultirala su otkrićem fosilnih ostataka nekoliko vrsta ribe i jedne vrste morske kornjače. Fosilnu faunu školjkaša na ovom lokalitetu istraživali su HOERNES (1874), KOCH (1895, 1902), PAVLOVIĆ (1927), STEVANOVIĆ (1951, 1977), STEVANOVIĆ & PAPP (1985), dok je mikrofaunu ostrakoda proučavao KRSTIĆ (1981).

Ovakav razvoja panona je dokumentiran i u velikom broju naftno-plinskih bušotina u Vojvodini. Prema bušotinskim podacima, panonski lapori su najčešće diskordantni preko različitih formacija iz podloge neogenskog kompleksa ili različitih donjomiocenskih i srednjomiocenskih (badenskih) jedinica, a samo u pojedinim bušotinama (Sjeverna Bačka i Srijem) je paleontološki dokumentiran postupan, kontinuiran prijelaz između sarmata i panona. Krovinu im čine najčešće sedimenti donjeg pontaa. Prema podacima iz bušotina, debljina panonskih lapora i glinovitih vapnenaca iznosi nekoliko stotina metara (max. 400-500 m).

Osim bazenskih facijesa panona, u bušotinama je utvrđen i razvoj rubnih facijesa (facijesi karbonatnih pješčenjaka i konglomerata).

U kamenolomu „Filijala“ izdanjuju pored sedimenata panona i gornjopontske naslage. Na ovom lokalitetu nije otkrivena podina panonskih lapora, ali su u bližoj okolini otkri-

ni profili s transgresivnim odnosom panona prema donjem sarmatu ili starijim neogenskim i mezozojskim formacijama. Eksploatacija panonskih lapora za potrebe tvornice cementa obavlja se do etaže 80 m.n.m. (približno razina Dunava). Pretežno pješkoviti sedimenti gornjeg pontaa zabilježeni su na sjevernom čelu kamenoloma na uzvišenju Oštra Glavica, približno na 175 m nadmorske visine (Slika 8).

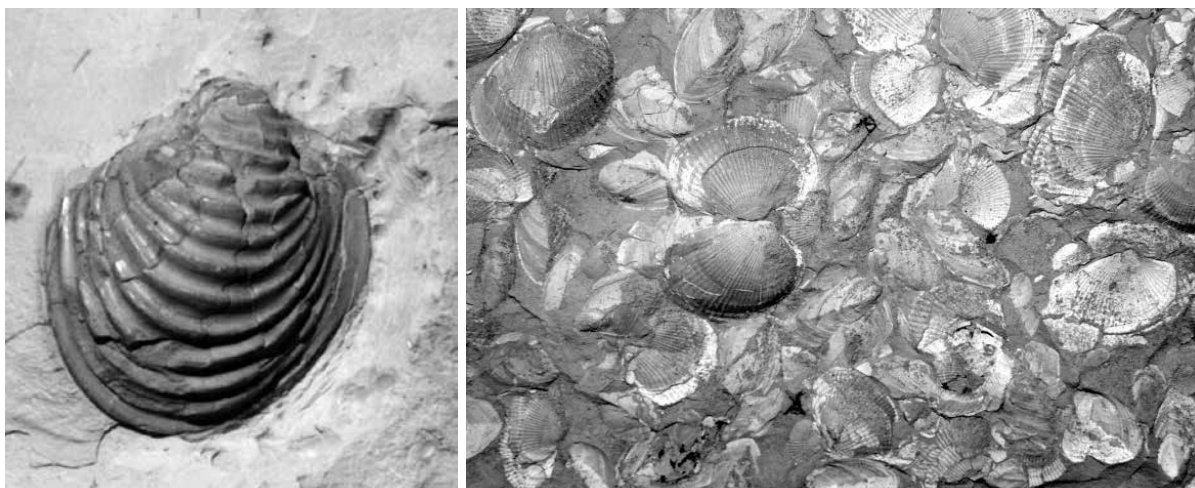
Kompletan stup panonskih i pontskih naslaga u kamenolomu „Filijala“ sastoji se od:

Panon:

Horizont I (debljina oko 50 m) – lapori i glinoviti vapnenci u izmjeni s pješkovitim kalcitičnim laporima, rjeđe pijescima i pješčenjacima, položaja sloja 45/15. Vrste pronađene u glinovitim vapnencima i kalcitičnim laporima uključuju *Radix croatica* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Limnaea extensa* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Gyraulus praeponticus* (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER), *Orygoceras laevis* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *O. brusinae* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Limnocardium (Paradacna) plicataeformis* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *L. praeponticum* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER et al. Unutar proslojaka pijesaka i konglomeratičnih pješčenjaka vrsta *Melanopsis impressa* KRAUS je posebno česta.

Horizont II – sivi lapori (debljine oko 50m) s *Velutinopsis simplex* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *V. rugosa* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Gyraulus praeponticus* (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER), *Limnocardium (Paradacna) plicatifformis* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Limnocardium (Paradacna) syrmiense* R. HOERNES and *Congerina banatica* R.HOERNES et al.

Horizont III – svijetlosivi i plavosivi lapori (debljine oko 100 m) s *Undulotheca rotundata* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *U. halavatsi* A. KOCH, *Gyraulus* sp., *Orygoceras* sp., *Limnocardium (Paradacna) syrmiense* R.HOERNES, *Congerina banatica* R.HOERNES, et. al. (Slika 9).



Slika 9. Karakteristična asocijacija panonskih školjkaša u Beočinu (*Vallenciennesius* sp., *Limnocardium* (*Paradacna*) *syrmienne* R. HOERNES, *Congeria banatica* R. HOERNES).

Figure 9. Characteristic association of Pannonian mollusks from Beočin (*Vallenciennesius* sp., *Limnocardium* (*Paradacna*) *syrmienne* R. HOERNES, *Congeria banatica* R. HOERNES).

Horizont IV – svijetlosivi i plavosivi dobro uslojeni i neuslojeni lapori (debljine od 50-80 m) sadrže tek sporadično faunu zastupljenu s *Provalenciennesius pauli* R. Hoernes, *P. arthaberi* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Velutinopsis velutina* GOERJANOVIĆ-KRAMBERGER, *Limnocardium* (*Paradacna*) *lentzi* R. HOERNES, *Limnocardium* (*Paradacna*) *syrmienne* R. HOERNES, *Congeria banatica* R. HOERNES, *Congeria* (*Dreissenomya*) cf. *subdigitifera* STEVANOVIĆ, *C. czjzeki* M. HOERNES, *C. zsigmondy* HALAVATS et al. Četvrti horizont se nalazi u razini tipičnih vrsta ostrakoda: *Candona* (*Caspiola*) *alasi beocini* KRSTIĆ, *C. (Thyplocypris) flectidorsata* KRSTIĆ, *C. (Fabaeformiscandona) fruskogoraensis* KRSTIĆ, (*Reticulocandona*) *socaci* KRSTIĆ (KRSTIĆ, 1981).

Pokrovne naslage:

Diskordantno poviše IV. panonskog horizonta leži željezoviti pjeskoviti sloj (debljine 0,2-0,3 m) s karakterističnim gornjopontskim (Portaferi kat) školjkašima: *Limnocardium petersi* M. HOERNES, *Kaladacna steindachneri* (BRUSINA), *Phyllocardium planum* (DESHAYES), *Congeria rhomboidea* M. HOERNES, *Melanopsis decolata* STOLLITZKA, *Zagrabica naticina* BRUSINA, et al. Slijede sivi, sivožuti i crvenkasti pijesci pliocena, s *Annancus avernensis* CROIZ. et JOH. u vršnom dijelu.

Točka 2 – Stop 2

Šakotinac (Baden, sarmat i panon) Šakotinac (Badenian, Sarmatian and Pannonian)

Abstract

Along the road to Šakotinac, Badenian, Sarmatian and Pannonian layers can be looged in detail. Upper Badenian sediments are represented by fine bedded, laminated silty and sandy marls, marly limestones, sands and sandstone lenses with the total thickness up to 10 m. Sarmatian horizon consists of fine bedded marls and calcareous marls, sandy marls, and thin layers of sands with the total thickness of about 20 m. Compact thin bedded marly limestones, sandy marls with remains of molluscs *Radix croatica* GORJ.-KRAMB. and *Gyraulus praeponticus* GORJ.-KRAMB. represent Lower Pannonian deposits.

Ogledni profil se nalazi na putu za Šakotinac. Na ovom potezu su otkriveni badenski, sarmatski i panonski sedimenti. Podina im nije otkrivena na ovom profilu, ali u široj okolini na lokalitetu Erdelj brda, u podini sarmatskih „listastih lapora“ su dokumentirani ceritski vapnenci gornjeg badena.

Vapnenci gornjeg badena, koji su otkriveni duž profila, dio su gornjobadenske serije Erdelj brda. Gornji baden zastupljen je tanko slojevitim do laminiranim siltoznim do pjeskovitim laporima, glinovitim vapnencima, pijescima i pješčenjačkim lećama ukupne debljina na profilu 10 metara. Pored rijetkih

ostataka makrofaune, naslage sadrže bogatu zajednicu foraminifera: *Elphidium antoninum* (ORB.), *El. macellum* (FICH et MOLL), *El. aculeatum* (ORB.), *Porosonion subgranosum* (EGGER.), *P. martkobi* BOGD., *Triloculina consorbina* ORB., *Quinqueloculina seminula* (LINNE) i rijetke ostrakode: *Aurila notata* (REUSS) (determinirala V. Marković).

Sedimenti donjeg sarmata na Fruškoj gori su najvećim dijelom predstavljeni litoralnim i plitkovodnim litofacijesima (konglomerati, pješčenjaci, pijesci, lapori, glinci, gline, vapnenici). Samo u nekoliko lokaliteta na sjevernim padinama planine otkriveni su i litofacijesi nešto dubljeg okoliša, predstavljene laporima, kalcitičnim glincima, glincima/glinama, rjeđe pješčenjacima. Najinstruktivniji profil sedimenta donjeg sarmata ovakvog tipa razvoja otkriven je u dolini potoka Šandorovac, zapadno od Ledinaca.

Sarmatska serija na profilu je predstavljena glinama, glinovitim laporima koji se mjestimično izmjenjuju s pješčenjacima i pijescima. Profil karakteriziraju šarene trakaste gline koje ukazuju na određenu ritmičnost u sedimentaciji što je svakako posljedica tektonskih zbivanja. Jako rijetka makrofauna unutar ovih naslaga uključuje: *Cardium vindobonense* PARTSCH., *Ervilia* sp., *Mactra* sp. Mikrofauna je zastupljenija: *Ammonia beccarii* (LINNE), *El. antoninum* (ORB.), *El.*

crispum (LINNE), *El. minutum* (REUSS), *P. subgranosum* (EGGER.), *Qu. seminula* (LINNE), *Qu. acneriana* ORB. i drugi (determinirala V. Marković).

Kompaktni, pločasti, svijetlo-sivi do bijeli lapori i glinoviti vapnenici, koji pokrivaju trakaste gline, odgovaraju donjem panonu. Stratigrafska pripadnost donjim dijelovima donjeg panona je dokumentirana na osnovu asocijacije slatkovodne makrofaune školjkaša: *Lymnea croatica* GORJ.-KRAMB., *Gyraulus praeponticus* GORJ.-KRAMB., *Radix croatica* GORJ.-KRAMB. i druga makrofauna. Ovi prijelazni slojevi sadrže i pretaložene mikrofosile brakičnog sarmata (*Ammonia*, *Elphidium*, *Amplocypri recta* (REUSS) i dr.).

Petrovaradinska tvrđava je odavno poznato arheološko nalazište, u kojem su dokumentirani brojni tragovi ljudske povijesti iz različitih perioda (MIHAILOVIĆ, 2009). Tokom građevinskih i komunalnih radova 2002-2004 godine, na samom platou ispred Gradskog muzeja, ispod ostataka neolitskog perioda, u sloju prapora/lesa utvrđeni su kameni artefakti iz perioda srednjeg paleolitika. Kasnijom analizom tankih presijeka stijena, zaključeno je da je za izradu ovih artefakata prahistorijski čovjek koristio silificirane vapnenice, koji su otkriveni na zapadnoj strani Erdelj brda.

Točka 3 – Stop 3

„Bijeli kamen” pokraj Bešenovo (gornji baden) “Bijeli kamen” near Bešenovo (Upper Badenian)

Abstract

The limestones at „Mutalj” are massive, developed by the life activities of algae Lithotamnions, foraminifers and bryozoans. Numerous fossil remains of mollusks, as well as spars remains of sea urchins, corals and other organisms (reef complex) can be found in these limestones. The sediment analyses determined the dominance of algal and algal-foraminifer biomicrosparite and biomicrudite. The old, overexploited quarry “Bijeli kamen” is deserted, and is currently under a process of re-cultivation, including building of an artificial lake and sports-recreation center.

U blizini sela Bešenovo na južnim padinama Fruške gore izdanjuju badenskih sedimenti grebenskog facijesa „Leitha vapnenaca”. Vapnenac s ovog lokaliteta eksploatirao se kao arhitektonko-građevni kamen (koristio se za fruškogorske manastire). Također se eksploatirao kao sirovina u cementnoj tvornici u Beočinu. Napušteni kamenolom „Bijeli kamen” trenutno je u fazi rekultivacije koja uključuje izgradnju umjetnog jezera i sportsko rekreativnog centra.

U novije vrijeme eksploatacija vapnenaca je premještena na lokaciju ležišta „Mutalj” (pokraj Grgurevaca) zapadno od starog ležišta. Vapnenac se eksploatira za potrebe cementne industrije u tvornici u Beočinu u vlasništvu međunarodne tvrtke za proizvodnju građevinskog materijala LAFARGE (Slika 10).

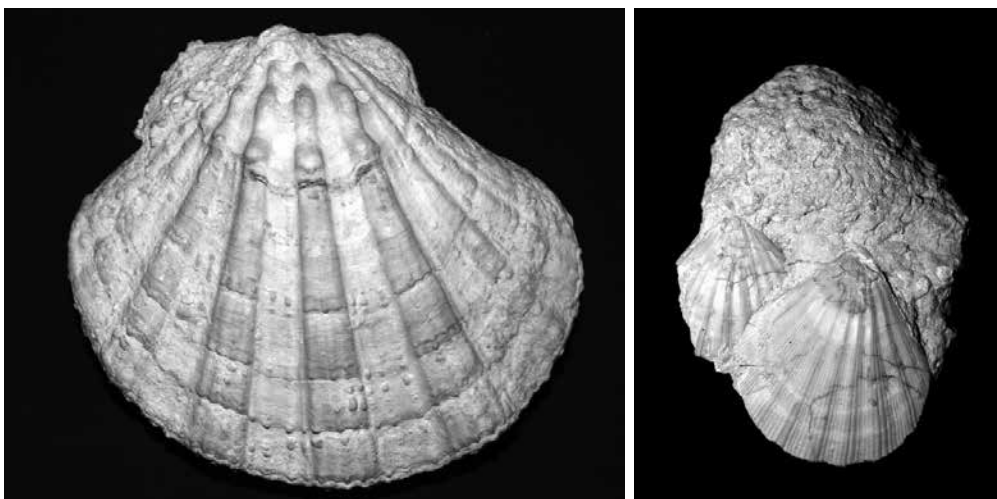
Na južnim padinama Fruške gore, uključujući i kamenolome „Bijeli Kamen” i „Mutalj”, karakteristično je da je „Leitovački vapnenac” najčešće diskordantan preko starijih formacija donjeg miocena ili mezozoika. U malom broju lokaliteta zajedno su otkriveni facijesi „Leitovačkih vapnenaca” i drugi facijesi badena (lapori, gline i dr.).

Facijesi sprudnih vapnenaca gornjeg badena je paleontološki dokumentiran i u pojedinim naftnim i plinskim bušotinama u Vojvodini. Najčešće je utvrđen diskordantan odnos „Leitovačkih vapnenaca” gornjeg badena preko različitih facijesa donjeg badena ili formacija starijeg miocena, mezozoika i paleozoika. Samo u pojedinim bušotinama (u oblasti Srijema) je paleontološki dokumentiran kontinuirani raz-



Slika 10. „Mutalj” kamenolom.

Figure 10. “Mutalj” Quarry.



Slika 11. Pektinidi gornjeg badena iz kamenoloma „Mutalj”.

Figure 11. Upper Badenian pectinids from “Mutalj” Quarry.

voj sedimenta srednjeg i gornjeg badena. Krovinu im čine sedimenti gornjeg miocena ili mlađi pliocensko-kvartarni slojevi.

Vapnenci na lokaciji „Mutalj” su masivni, grebenski, nastali životnom aktivnošću alge *Lithotamnion*, foraminifera, mahovnjaka, uključujući bezbrojne fosilne ostatke različitih školjkaša (Slika 11), ali i rijetke ostatke morskih ježinaca, koralja i drugih organizama. Analiza naslaga ukazuje na dominaciju algalno i algalno-foraminiferskog biomiokrosparita i biomikrorudita. Lateralno, prema sjevernom čelu kamenoloma, vapnenci prelaze u šljunkovito-glinovite vapnence i pjeskovito-šljunkovite lapore. Fosilna makrofauna uobičajeno sadrži veće forme kao: *Ostrea gingensis* (SCHLOTHEIM), *O. digitalina* EICHWALD, *O. lamellosa* HORNES, *Pycnodonta cochlear* (POLI), *Chlamys latissima* BROCI,

Pecten aduncus LAMARCK, *Pecten leythajanus* PARTSCH, *Flabelliptecten bessereri* ANDRZEJOWSKY, *Glycimeeris pilosus* L., *G. obtusatus* PARTSCH, *Spondilus crassicosta* LAMARCK, *Isocardia cor* L., *Anadara turonica* (DUJARDIN), *Saxolucina incrassata* (DUBOIS), *Strombus coronatus* DEFRANCE, *Conus mercati* SACCO, *Conus dujardini* DESHAYES, *Ancilla glandiformis elongata* DESHAYES, *Athleta fisculina rarispina* (LAMARCK), *Clypeaster* sp. itd.

Istražnim bušenjem ispod badenskih „Leitha vapnenaca” nabušeni su jezerski donjomiocenski sedimenti tzv. „Vrdnik serije”, zastupljeni s šarenim, šljunkovitim glinama, bentonitnim glinama s lećama i u proslojavanju s pjeskovitim konglomeratima. U sjeveroistočnom dijelu kamenoloma u bušotini B2, jezerske naslage donjeg miocena nabušene su na dubini od 38,40 m. Na sjeverozapadnim i južnim rubovima

ležišta „Mutalj”, badenski „Leitha vapnenci” su puno veće debljine, prelazeći 128 m s jezerskim naslagama „Vrdnik serije” u podini (bušotina B11).

Badenske naslage na lokalitetu „Mutalj” natkrivaju kvarterni sedimneti uglavnom izgrađeni od prapora/lesa.

Važna karakteristika „Leitha vapnenača” u kamenolomu „Mutalj” je visoka sadržaj CaCO_3 , koji na pojedinim mjestima dostiže 96%. Upravo je to razlog njihove eksploatacije kao dodatne sirovine panonskim laporima za cementnu industriju.

Točka 4 – Stop 4

Ležimir (gornjotrijaski metamorfozirani silificirani vapnenci) Ležimir (Upper Triassic Metamorphosed, Cherty Limestones)

Abstract

A thick series of various metamorphosed rocks is exposed within two separated zones on Fruška Gora Mt. These rocks, metamorphosed under zeolite to greenschists facies conditions, show principal characteristics of “schistes lustrés” (GRUBIĆ & PROTIĆ, 2000). There are isolated layers and series of layers of sericite-chlorite, sericite, albite-chlorite and actinolite schists, phyllites, argillophyllites, metacherts, metasandstones, “calcschists” and crystalline limestones in alternation.



Slika 12. Gornjotrijaski metamorfozirani, silificirani vapnenci kraj Ležimira.
Figure 12. Upper Triassic metamorphosed, cherty limestones near Ležimir.

U radovima s kraja XIX i početka XX stoljeća u kojima se prvi put spominju metamorfiti Fruške gore, smatralo se da metamorfiti pripadaju proterozoiku i paleozoiku. Međutim, i u tom periodu pojedini autori su pretpostavljali da pojedini dijelovi metamorfita na Fruškoj gori imaju trijasku starost. Kasnije, trijaska starost (srednji-gornji trijas) niskometamorfne serije Fruške gore je dokumentirana i mikropaleontološkim proučavanjima konodonata (ĐURĐANOVIĆ, 1971).

Debela serija različitih metamorfni stijena izdanjuje u dvije odvojene zone Fruške gore, sjeverna, kraća, zona se pruža između Debelog Cera i Crvenog Čota, dok je glavna zona rasprostranjenja na samom grebenu i južnim padinama planine.

Navedene stijene metamorfozirane su u uvjetima zeolitnog do facijesa zelenih škriljavaca i pokazuju tipične karakteristike “schistes lustrés”. Mjestimično se pronalaze i sericitno-kloritni, sericitni, albitno-sericitni i aktinolitni škriljavci, filiti, tinjčasti škriljavci, metačertovi, metapješčenjaci, kalcitični škriljavci, i kristalinični vapnenci u međusobnoj izmjeni (Slika 12).

Unutar ove trijasko metamorfne serije, nakupine sericita i kristaliničnog kalcita su makroskopskih dimenzija. Izvorne stijene su vjerojatno bili glinoviti vapnenci. Upravo zbog povećanog sadržaja kalcita na pojedinim lokalitetima, ranije su ove stijene nazivali “calcschists”, ali i zbog toga što je cijela serija sačinjena od kristaliničnih i uškriljenih karbonatnih stijena unutar filitno-glinovitih i pješčenjačkih slojeva, koji su razvijeni duž glavnog grebena Fruške gore.

“*Calcschists*” i silificirani kristalični vapnenci nisu olistoliti, nego najvjerojatnije karbonatne naslage najdubljeg dijela karbonatne padine, koji su naknadno borani, rasjedani, transportirani i metamorfozirani. Na to ukazuje njihov karakterističan trakast izgled.

Unutar tamnosivih vapnenaca u izmjeni s garfitnim škrljavcima pokraj obližnjeg Kuštilj potoka pronađene su radiolarijske forme i vrsta kruničkog konodonta *Paragondolella palata* (= *Pg. polygnathiformis*, prema M. Sudar) (ĐURĐANOVIĆ, 1971).

Upravo navedene spoznaje, ali i trijaska mikrofauna iz kamenoloma kraj sela Jazak, upućuju na donjotrijasku i srednjotrijasku starost metamorfne serije koja je dugo vremena smatrana paleozojskom.

Izvorne naslage su vjerojatno dubukomorski sediment, metamorfoziran tijekom subdukcijsko-kolizijskih procesa zatvaranja Vardar oceana.

Stijene ove serije su intezivno izoklinalno borane, što je popraćeno formiranjem klivaža osne plohe i folijacije.

Trijaski “*schistes lustres*” Fruške gore su često u asocijaciji s jurskim ofiolitima, što prema nekim autorima (GRUBIĆ & PROTIĆ, 1998) ukazuje na zaključak da obje formacije predstavljaju jedan paket obdukcijskih navlaka, koje su nastale zatvaranjem dubokog oceanskog jarka.

Srednjotrijaska (ladinička)-gornjotrijaska (karnijsko-norička) niskometamorfozirana formacija je utvrđena i u nekoliko bušotina u oblasti Srijema i južne Bačke.

Točka 5 – Stop 5

Vrdnik (srednjotrijaski dolomiti) Vrdnik (Middle Triassic Dolomites)

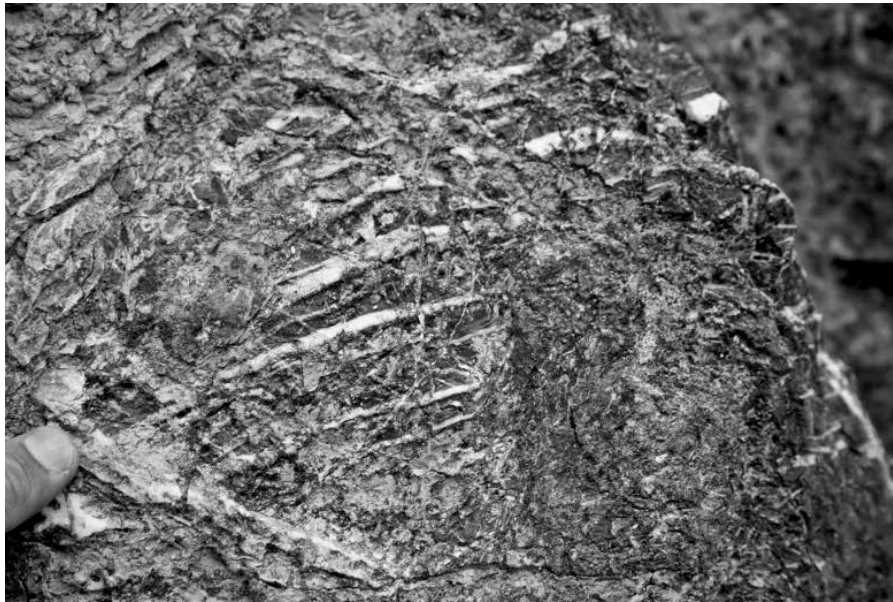
Abstract

*In the quarry, near the Vrdnik village a thick-bedded to massive black bituminous dolomites and dolomitic limestones are outcropping. They are intersected by numerous calcite veins and are very tectonized. They look like the Gutenstein dolomites and, according to rare foraminifer microfauna (*Glomospira* sp., *Geinitzina* sp. *Aeolisaccus dunningtoni*, etc.), they most probably belong to the non-metamorphosed Middle Triassic (Anisian).*



Slika 13. Srednjotrijaski dolomiti u kamenolomu Vrdnik na južnim obroncima Fruške gore.

Figure 13. Middle Triassic dolomites in the Vrdnik Quarry on the southern slopes of Fruška Gora Mt.



Slika 14. Srednjetrijski crni bitumenozni dolomiti s kalcitnim žilicama u kamenolomu Vrdnik (Foto D. Milovanović).

Figure 14. Detail of Middle Triassic black bituminous dolomites with calcite veins in the Vrdnik Quarry (Photo D. Milovanović).

U kamenolomu na kraju sela Vrdnik pronalaze se debelo uslojeni do masivni crni, bitumenozni dolomiti i dolomitični vapnenci (Slika 13). Izrazito su tektonizirani i prožeti bezbrojnim kalcitnim žilicama (Slika 14). Nalikuju na “*Gutenstein*” dolomite i prema rijetkoj mikrofauni foraminifera (*Glomospira* sp., *Geinitzina* sp. *Aeolisaccus dunningtoni* ELLIOTT, itd.) vjerojatno pripadaju nemetamorfoziranom srednjem trijasu (anizik).

Ove naslage, zajedno s donjotrijskim (Crni potok kraj Prnjavor-Jazak sela), sačinjavaju usku tektoniziranu zonu na južnom obodu Fruške gore, između sela Vrdnik (Jazak) i Bešenovački Prnjavor. Slična serija može se pronaći na sjevernim obroncima Fruške gore (sjeverno od srijemskog rasjeda) u selu Paragovo.

Anizički vapnenci sličnog razvoja su također utvrđeni u bušotinama na sjeveru Vojvodine (sjeverna Bačka). Jako su tektonizirani s dobrim rezervoarskim karakteristikama za nakupljanje nafte i plina. Međutim, važnije je napomenuti da “*Gutenstein*” vapnenci bečkog bazena imaju izvrstan naftonosni potencijal te se mogu pratiti na širem prostoru Alpsko-Dinaridsko-Karpatkog luka.

Tamnosivi i crni vapnenci, koji se mogu korelirati sa sekvencama “*Gutenstein*” formacije, dokumentirani i u nekoliko bušotina u oblasti južne Bačke. U ovim bušotinama preko njih je tektonski navučen kompleks proterozojsko(?) - paleozojskih metamorfita Tisza Mega-jedinice, debljine više stotina metara dok im podinu čine stijene jurskog ofiolitskog melangea Vardarske zone.

Točka 6 – Stop 6

Jazak manastir (donjotrijaska bazalna serija) Jazak Monastery (Lower Triassic Basal Sequence)

Abstract

Lower Triassic basal sediments can be best observed in the Bijeli potok valley, behind the Jazak Monastery (on the southern slopes of Fruška Gora Mt.). They are represented by conglomerates and violet and reddish coarse-grained sandstones, a series of reddish and yellowish clayey sandstones, claystones and silty claystones, while the highest horizons consist of thick-bedded sandy limestones.



Slika 15. Donjotrijaska bazalna serija kraj manastira Jazak.

Figure 15. Lower Triassic basal series near the Jazak Monastery.

Donjotrijaski bazalni sediment mogu se promatrati u dolini potoka Beli iza manastira Jazak (na južnim padinama Fruške gore). Predstavljeni su konglomeratima i ljubičastim do crvenkastim krupnozrnastim pješčenjacima, zatim crvenkasto-žučkastim glinovitim pješčenjacima, glincima i siltoznim glincima, dok se najviči horizont sastoji od debelo uslojenih pjeskovitih vapnenaca (Slika 15). Fosilni ostaci nisu pronađeni u ovim naslagama, ali su prisutni na drugim lokalitetima s donjotrijaskom serijom.

Sedimenti mlađeg trijasa su jako tektonizirani (rasjedani, borani itd.) pa debljina bazalne serije donjeg trijasa nije točno određena. Također, podina ove najstarije, bazalne serije donjeg trijasa nije otkrivena na Fruškoj gori. Postoji dvojba da pojedini dijelovi navedene serije pripadaju gornjem permu.

Bazalna serija donjeg trijasa je nabušena u više bušotina na području Vojvodine. U bušotinama Srijema, sjeverne Bačke i sjevernog Banata podina serije je predstavljena paleozojskim stijenama koje u Srijemu predstavljaju ekvivalente facijese Jaderskog bloka, a u sjevernoj Vojvodini pripadaju Tisza Mega-jedinici. Krovinu im čine drugi facijesi trijasa ili različiti neogenski sedimenti. Debljina bazalne serije donjeg trijasa, prema podacima iz bušotina, iznosi od nekoliko desetina metara do max. oko 180 m.

Točka 7 – Stop 7

Jazak (gornjotrijaski metamorfozirani silificirani vapnenci) Jazak (Upper Triassic Metamorphosed, Cherty Limestone)

Abstract

In the quarry at the beginning of Jazak village, dark grey to black thin-bedded to medium bedded Upper Triassic metamorphosed cherty limestones occur.

Pokraj sela Jazak nalazi se kamenolom tamnosivih do crnih, tanko do srednje uslojenih gornjotrijaskih metamorfoziranih silificiranih vapnenaca (Slika 16). Na profilu se zapaža smjenjivanje tankih, djelimično rekristaliziranih i slabometamorfoziranih slojeva vapnenaca s slojevima rožnaca. Gornje dijelove profila čine sivkasti rekristalizirani dolomitični vapnenci.

Ove gornjotrijaske stijene su izrazito borane kao i naslage s prethodne točke Ležimir. U ovim naslagama pored radiolarijske zajednice utvrđena je ikonodontna fauna (*Paragondolella palata* (BENDER), *Pg. navicula* (HUCKRIEDE), *Pg. polygnathiformis* (BUDUROV & STEFANOV), *Cypridodella muelleri* (TATGE) i dr.) (ĐURĐANOVIĆ, 1971). Determinirana asocijacija konodontskih vrsta je karakteristična za gornji trijas, karnijski kat.



Slika 16. Kamenolom gornjotrijaskih metamorfoziranih, silificiranih vapnenaca na lokalitetu Jazak.

Figure 16. Upper Triassic Quarry of metamorphosed, cherty limestones on Jazak locality.

Točka 8 – Stop 8

Petrovaradinska tvrđava

(dijabaz-bazaltne stijene u podnožju tvrđave)

Petrovaradin fortress (diabase-basaltic rock below the fortress)

Abstract

The section is composed of an assemblage of diabase-basaltic blocks sometimes containing abundant lenses and boudinaged intercalations of cherts. Diabase is mostly fine-grained consisting of prismatic to needle-shaped albitic plagioclase laths and interstitial spaces filled by opaque and secondary minerals, predominantly chlorite. This section represents relicts of the upper member of a dismembered ophiolite association, most probably Upper Jurassic in age. Relationship with other units of this ophiolite assemblage is not obvious. The above mentioned diabase-basaltic blocks are cut by up to a few meter thick Eocene latitic dykes.

Profil se sastoji od sklopa dijabazno-bazaltnih blokova koji ponekad sadrže leće i budinaž od čertova (Slika 17). Dijabaz je uglavnom sitnokristalast, sastavljen od prizmatskih do igličastih albitičkih plagioklasa s predominantno kloritnom ispunom međukristalnog prostora (Slika 18). Mogu se pronaći tek relativno rijetki relikti primarnih klinopiroksena. Stijenska masa je često prožeta milimetarskim kalcitnim i kalcitno-epidotnim žilicama.

Ovaj profil predstavlja relikte gornjeg dijela razlomljene ofiolitne asocijacije, najvjerojatnije gornjojurske starosti. Nažalost, odnosi sa susjednim jedinicama ovog najvjerojatnije ofiolitnog kompleksa nisu dostupni istraživanju.

Dijabaz-bazaltni kompleks izpresjecan je s metarskim dajkovima latita. Oštar kontakt s dijabazima koje presjecaju obilježen je sa staklastim rubom radi brzog hlađenja.



Slika 17. Dijabazno-bazaltne stijenske mase ispod Petrovaradinske tvrđave.
Figure 17. Diabase-basaltic groundmass beneath the Petrovaradin fortress.

Generalno, stijene su porfiritne i sačinjene od alteriranih fenokristala plagioklasa i mafičnih minerala, kao i mikrofeno-kristala opakih minerala. Spomenuta parageneza se nalazi u hipohijalinoj osnovi. Fenokristali su pravilna habitusa te djelomice ili u potpunosti izmijenjeni u sekundarne agregate klorita, kalcita, epidota, sericita i minerala glina.

Na osnovu navedenih petrografskih karakteristika može se zaključiti da su dajkovi rezultat eocenskog vulkanizma čija tijela se mogu pratiti duž cijele Fruške gore.

Jurski ofoliti i stijene ofolitnog kompleksa su nabušene u velikom broju bušotina na prostoru Vojvodine (južna Bačka, Srijem, srednji i južni Banat), u podini mlađih mezozojskih formacija ili različitih formacija paleogenskog i neogenskog kompleksa. Prema podacima iz bušotina, max. debljina u Vojvodini im iznosi oko 700 m.



Slika 18. Mikrofotografija sitnokristalastog dijabaza – prema V. Cvetković (horizontalna debljina fotografije je 3 mm, N+).

Figure 18. A photomicrograph of a fine-grained diabase - after V. Cvetković (the horizontal length of the photo 3 mm, N+).

Točka 9 – Stop 9

Stari Rakovac (latiti eocena-oligocena) Stari Rakovac (Eocene-Oligocene Latites)

Abstract

According to the available K-Ar radiometric data, the latites of Fruška Gora Mt. formed at the Eocene/Oligocene transition, roughly around 35 Ma (KNEŽEVIĆ et al., 1991). These rocks belong to the oldest Tertiary igneous rocks in Serbia. The Fruška Gora Mt. latites are porphyritic in texture with phenocrysts of hornblende, augite, andesitic plagioclase (~An_{37%}) and biotite.

Prema raspoloživim podacima apsolutnog datiranja K-Ar metodom latiti Fruške gore formirani su tijekom Eocena/Oligocena, približno oko 35 mil.god. (KNEŽEVIĆ et al. 1991). Ove stijene pripadaju najstarijim magmatskim terciarnim stijenama Srbije, koje su uglavnom oligocensko-miocenske starosti (Slika 19).

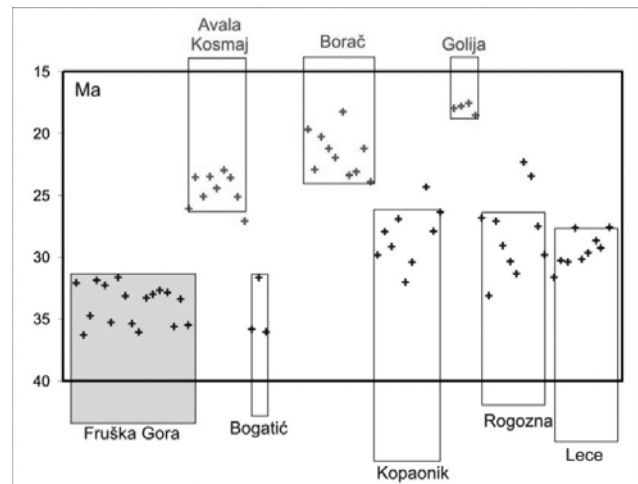
Izdanjuju na četiti lokaliteta koji predstavljaju konkordantna subvulkanska tijela koja intrudiraju u gornjokredne flišne sediment i jurske (?) serpentinite. Stijena domaćin najčešće pokazuje vidljive znakove kontaktnog metamorfizma.



Slika 19. Eocensko-oligocenski latiti na lokalitetu Stari Rakovac.
Figure 19. Eocene-Oligocene latites on Stari Rakovac locality.

Fruškogorski latiti su porfirne strukture sa fenokristalima hornblende, augita, andezina ($\sim \text{An}_{37\%}$), i biotita.

Fenokristali su uloženi holokristalnu osnovnu masu jednakog sastava. Prema SiO_2 vs K_2O odnosu latiti pripadaju šošonitnoj seriji (e.g. PECCERILLO and TAYLOR, 1976) (Slika 20). KNEŽEVIĆ et al. (1991) interpretirao je ove stijene kao rezultat parcijalnog taljenja miješanog plašno-litosferskog materijala kao posljedice stanjivanja kore uzduž južnih rubova Panonskog bazena.



Slika 20. Apsolutna starost (K/Ar) latita Fruške gore u usporedbi sa starošću ostalih vulkanskih provincija Srbije (prema V. Cvetković).

Figure 20. A diagram showing available K/Ar age determinations for the Fruška Gora Mt. latites, compared with the age data of other volcanic provinces in Serbia (after V. Cvetković).

Točka 10 – Stop 10

Stari Ledinci (vapnenci i tufovi badena) Stari Ledinci (Badenian limestones and tuff)

Abstract

At the locality "Stadium" near Stari Ledinci, there are tuffitic marls and sandstones, "Leitha limestones", sandstones and tuffs from the upper level of Lower Badenian. The most apparent lithological member on the geological profile is the dacite tuffs, which are recorded in several localities on the northern slopes of Fruška Gora. Tuffitic sandstones and dacite tuffs appear as thicker or thinner layers inter-stratified in the lower parts of Badenian, or at the boundary of Lower and Upper Badenian.

Sedimenti donjeg badena su zabilježeni na više lokaliteta u selu Stari Ledinci. Na lokalitetu „Stadion“ nalaze se tuftični lapori i pješčenjaci, „Leitha vapnenci“, pješčenjaci i tufovi iz

mlađeg dijela donjeg badena (Slike 21, 22). Jednaka sukcesija zabilježena je i na lokalitetima Bukovac, Stari Rakovac i drugim lokalitetima na sjevernim obroncima Fruške gore.



Slika 21. Vertikalni slojevi dacitnog tufa „Leitha pješčenjak” i pjeskovitih „Leitha vapnenca” na lokalitetu „Stadium” u Starim Ledincima.

Figure 21. Vertical layers of dacite tuff, “Leitha sandstones” and sandy “Leitha limestones” at the locality “Stadium” – Stari Ledinci.



Slika 22. Donjobadenski dacitni tuf u Starim Ledincima.

Figure 22. Lower Badenian dacite tuff in Stari Ledinci.

Tamnosi „Leitha pješčenjaci” pripadaju najmlađem dijelu donjeg badena i razlikuju se od pješčenjaka bazalne serije badena i tufitičnih pješčenjaka svojim grebensko-pri-grebnim karakteristikama. Klastiti predstavljaju lateralne ekvivalente „Leitha vapnenca”. Usporedbom sa sličnom fosilnom zajednicom donjeg badena kraj sela Bukovac, uviđa se veća zastupljenost gastropodnih vrsta, koralja, školjkaša (*Pecten* iz grupe *Amusium corneum*) i detritus lithotamnion-skih algi.

Najznačajniji litološki član ove točke je tuf dacitnog sastava koji je zabilježen na nekoliko lokaliteta na sjevernim padinama Fruške gore. Najznačajniji lokaliteti su Bukovac, Stari

Ledinci, Stari Rakovac. Tufitični pješčenjaci i dacitni tufovi pojavljuju se kao deblji ili tanji proslojci u starijem dijelu badena i na granici donjeg i gornjeg badena.

Vulkanogeno-sedimentne tvorevine donjeg badena su utvrđene i u bušotinama na širem području Vojvodine (Srijem, Banat i Bačka). Predstavljene su tufoznim pefitskim i psamitskim klastitima, tufoznim karbonatnim sedimentima i tufovima u izmjeni s vapnencima i pješčenjacima. U podini ovih tvorevina su utvrđene starije miocenske ili različite mezozojske formacije, dok im krovinu čine mlađi miocenski sedimenti. Prema podacima iz bušotina, max. debljina im iznosi do oko 400 m (bušotine s prostora sjeverne Bačke).

Točka 11 – Stop 11

Bukovac (donji baden) Bukovac (Lower Badenian)

Abstract

The transgressive sediments of Lower Badenian have been recorded in several localities on the northern slopes of Fruška Gora. Among the most interesting localities are the geological sections recorded in village Bukovac. In the transgressive conglomerates, sands and sandstones, there is a rich association of bivalves, sea urchins, gastropods and foraminifers, which determination points to Lower Badenian age.

Transgresivni sedimenti donjeg miocena su zabilježeni na nekoliko lokaliteta na sjevernim padinama Fruške gore. Među najinteresantnijim lokalitetima su geološki profil snim-

ljeni u selu Bukovac. U transgresivnim konglomeratima, pijescima i pješčenjacima pronalazi se bogata fauna školjkaša, ježinaca (Slika 23), gastropoda i foraminifera odredba kojih



Slika 23. *Clypeaster lamberti* Lov. (Donji baden, Bukovac).

Figure 23. *Clypeaster lamberti* Lov. (Lower Badenian, Bukovac).

ukazuje na donji baden. U konglomeratičnim pješčenjacima na izdancima iza kuća otkriveni su ostaci kopnenih sisavaca (*Mastodon angustidens* Cuv.) (Slika 24). Žuti pješčenjaci, pijesci i konglomerati sadrže često dobro očuvane ostatke

morskih ježinaca i školjkaša. Vrste foraminifera su jako brojne; određeni horizonti sadrže dominantno Globigerine, dok Heterosteginae dominiraju u pijescima vršnih dijelova. Palinološkom asocijacijom dominiraju polena paprati, ali mogu se pronaći i poleni kritosjemenjača karakterističnih za tropske u subtropske klimatske pojaseve.

Na izdancima nije vidljiva podina transgresivne krupnoklastične serije donjeg badena. Pretpostavlja se, kao i na drugim lokalitetima, da je donji baden transgresivan na kontinentalne sedimente donjeg miocena koji su utvrđeni u široj okolici sela Bukovac.

Sličan razvoj transgresivnih konglomerata i pijesaka donjeg badena zabilježen je i na prostoru sela Stari Rakovac, Ledinci, kao i u jezgrama naftno-plinskih bušotina Vojvodine.

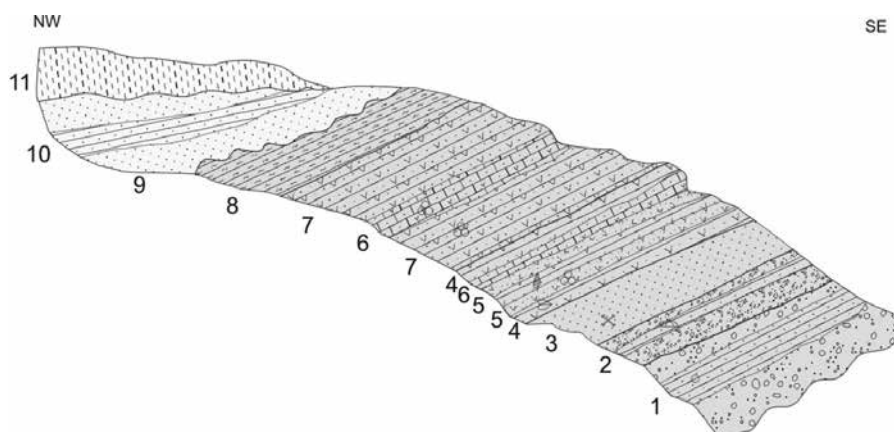
Na lokalitetu Bukovac donji baden je predstavljen sljedećim litološkim članovima (Slika 25):

1. Konglomerat, aglomerati i pješčenjaci s foraminiferama.
2. Konglomerati i pješčenjaci s bogatom zajednicom foraminifera: *Globigerinoides trilobus* REUSS, *Globigerina bulloides* D'ORB., *Globigerina quadrilobata* D'ORB., *Orbulina universa* D'ORB., *Globigerina bilobata* D'ORB., *Cibicides dutemplei* D'



Slika 24. *Mastodon angustidens* Cuv. (Donji baden, Bukovac).

Figure 24. *Mastodon angustidens* Cuv. (Lower Badenian, Bukovac).



Slika 25. Profil donjobadenskih sedimenata u selu Bukovac.

Figure 25. Section of Lower Badenian sediments in Bukovac village.

ORB., *Cibicides ungerianus* D'ORB., *Lenticulina cultratus* MONTF., *Lenticulina inornatus* D'ORB., *Martinottiella communis* D'ORB., *Dentalina consobrina* D'ORB., *Dentalina pauperata* D'ORB., *Dentalina scabra* REUSS, *Sphaeriodina bulloides* D'ORB., *Guttulina problema* D'ORB., *Glandulina laevigata* D'ORB., *Uvigerina pygmaea* D'ORB., *Pullenia bulloides* etc, sea urchins and oysters: *Clypeaster pentadactylus* PER. ET GAUTH., *Echinolampas laurilardi* AGASS., *Ostrea lamellosa* BROCC.

3. Žuti glinoviti pješčenjaci s *Heterosteginae* i pijesci s ostacima *Mastodonta*.

4. Tufitični pješčenjak s velikom raznolikošću školjkaša i gastropoda: *Cardium moeschanum* MAYER., *Chione multilamella* LAM., *Crassatella concentrica* DUJ., *Meretrix pedemontana* AGAS., *Astarte triangularis* MONT., *Tracia vcntriosa*

PHIL., *Anomia costata* BROCK., *Tellina donacina* LIN., *Tellina planata* LIN., *Corbula gibba* OL., *Pycnodonta cochlear* POLLI., *Amussium cristatum* BRONN., *Amussium corneum* SOV. var. *denudata* REUSS., *Arca turonica* DUJ., *Lucina ornata* AGAS., *Cardita partschi* DOUB., *Terebratula hoernesii* SEUSS., *Aporhais pespelicani* LIN., *Turitella* sp.

5. Tuf s fenokristalima biotita.

5a. Tufitični pjeskoviti vapnenac.

6. Tufitični pješčenjak.

7. Kalcitične gline.

8. Žuti pijesak.

9. Željezoviti pješčenjak.

10. Prapor/les.

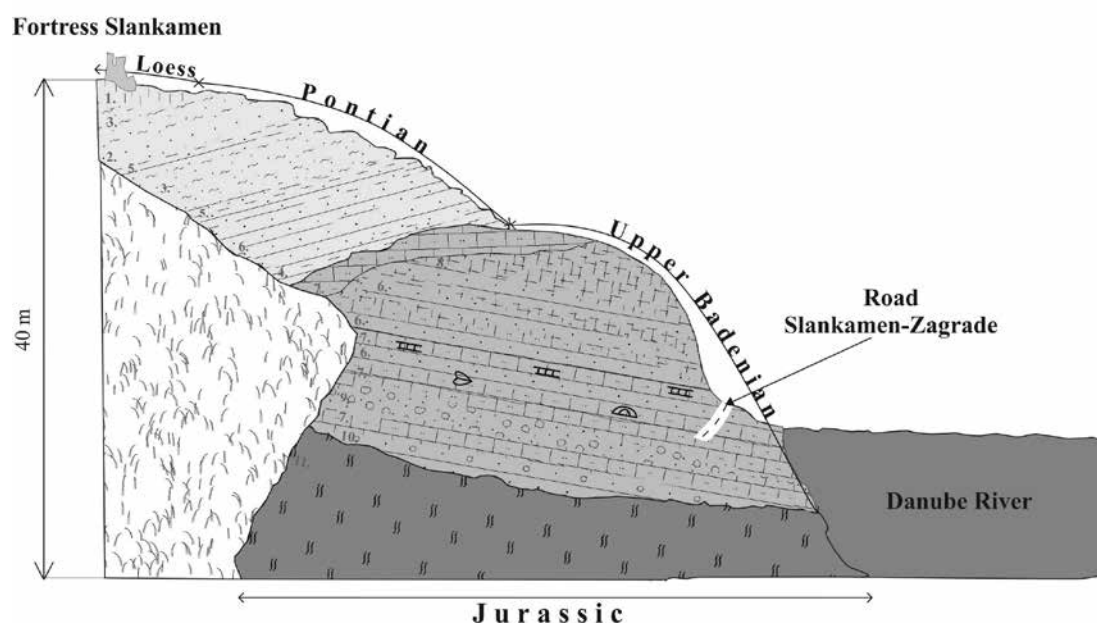
Točka 12 – Stop 12

Stari Slankamen (grebenski kompleks gornjeg badena)

Stari Slankamen (Upper Badenian reef complex)

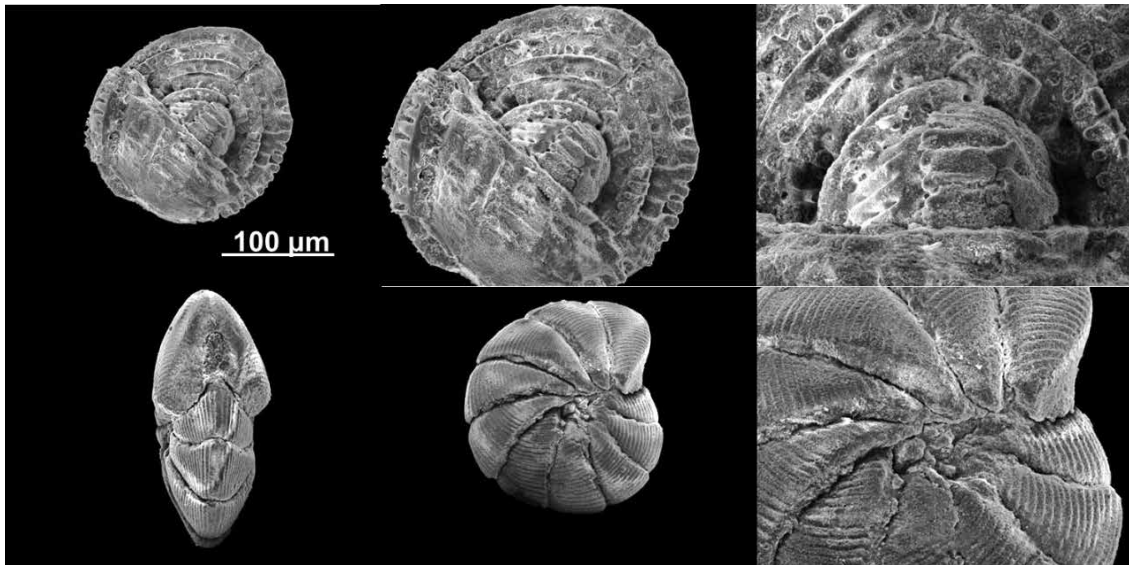
Abstract

In the Stari Slankamen area, Upper Badenian sediments were deposited transgressively over Jurassic serpentinites, Upper Cretaceous pelagic limestones or Lower Miocene conglomerates, sandstones and claystones. Over these sediments, Pliocene sandy sediments or different sequences of Quaternary loess were deposited. Reef and reef-edge limestones and carbonate sandstones (so-called "Leitha limestones and sandstones") of Upper Badenian age, are outcropping from Stari Slankamen to the west.



Slika 26. Geološki profil podno tvrđave u Starom Slankamenu.

Figure 26. Geological cross-section under the fortress in Stari Slankamen.



Slika 27. *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) i *Dendritina haueri* D'ORBIGNY.

Figure 27. *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) and *Dendritina haueri* D'ORBIGNY.

Grebenski, zagrebemski i prigrebenski vapnenci i karbonatni pješčenjaci (tzv. „Leitha vapnenci i pješčenjaci”) gornjeg badena, izdanjuju na pojasu od Starog Slankamena na jugoistoku prema Neštini i Divoš selu na zapadu (Slika 26). Na prostoru Slankamena, gornjebadenski sedimenti su taloženi transgresivno preko jurskih serpentinita, gornjokrednih pelagičkih vapnenaca ili donjomiocenskih konglomerata, pješčenjaka i glinaca. Preko ovih sedimenata talože se pliocenski pjeskoviti sedimenti kao i različite sekvence kvartarnog prapora/lesa.

Na strmoj desnoj obali Dunava, kraj Zagrad zaseoka, izdanjuju bazalni konglomerati u kojima prevladavaju klasti jurskih dubokovodnih glinaca i vapnenaca. Na njima slijede karbonatni pješčenjaci i pjeskoviti vapnenci tzv. „Leitha pješčenjaci” koji sadrže iznimno bogatu makrofaunu kojoj dominiraju školjkaši i gastropodi. Najčešće se pronalaze forme *Pecten latissimus*, *Glycimeris pilosus*, *Venus umbonaria*, *Panopea*

menardi, *Lucina columbela*, kao rodovi *Ostrea* i *Pinna*, dok među gastropodnim vrstama su najzastupljeniji rodovi *Conus* i *Strombus*.

Unutar žutih karbonatnih pješčenjaka koji leže ispod pjeskovitih vapnenaca, ostaci morskog ježinaca su brojni, posebno vrste *Echinolampas* i *Clipeaster*.

Slična makrofauna prisutna je unutar pjeskovitih i grebenskih vapnenaca. Pored koraljne asocijacije, karbonatni greben su dominantno izgrađivale alge *Lithotamnion* i kolonije mahovnjaka.

Alge *Lithotamnion* pojavljuju se u formi grudastih kolonija promjera do 10 cm. Moglo bi se zaključiti da navedene kolonije predstavljaju otkinute fragmente od glavnog grebena. Pored makrofaune u grebenskim vapnencima su utvrđene brojne asocijacije foraminifera s vrstama *Borelis melo* (FICHTEL & MOLL) i *Dendritina haueri* D'ORBIGNY (Slika 27).

Točka 12a – Stop 12a

Stari Slankamen (tektonski kontakt između gornje krede i donjeg miocena i transgresivnog razvoja gornjeg badena) Stari Slankamen (tectonic contact between Upper Cretaceous and Lower Miocene and transgressive development of Upper Badenian)

Abstract

In front of Zagrad, near Stari Slankamen, a geological section was discovered with tectonic contact between Upper Cretaceous pelagic limestones and Lower Miocene freshwater deposits. Transgressively and unconformably over Upper Cretaceous and Lower Miocene sediments lay Upper Badenian limestones.

Uzdruž geološkog profila prije ulaska u Zagrad hamlet mogu se pratiti gornjokredni pelagički vapnenci i donjomiocenske jezerske naslage u tektonskom kontaktu. Recentni tektonski sklop je formiran tijekom posljednjeg pliocenکو-kvartarnog tektonskog ciklusa, koji je vrlo intezivan na prostoru Fruške gore.

Transgresivno i diskordantno preko gornjokrednih i donjomiocenski sedimenata leže gronjobadenski vapnenci.

Donji miocen

Slatkovodne naslage donjeg miocena se na sjevernim obroncima Fruške gore mogu pratiti u uskoj zoni od Sarog Slankamena prema selu Rakovac. Podina slatkovodne serije sastoji se od žutih do crvenkastih konglomerata, koji uključuju uglavnom klaste krednog fliša, jurskih glinaca, kvarcite i škrljavce. Debljina ovih konglomerata je oko 50 metara. Krovinu im sačinjava proslojavanje žutih željezovitih pješčenjaka, sitnozrnastih žučkastih pijesaka, pjeskovitih lapora i sivih pjeskovitih i kalcitičnih glina. Ovi slojevi su fosilno sterilni, dok se sporadično mogu naći tragovi makroflore (*Taxodium* sp.) i tanji slojevi ugljena.

U višim dijelovima ove serije, tanji proslojci tufova dacitnog sastava su prisutni, dok su u blizini Starog Slankame-

na (Zagrad hamlet) utvrđeni nekoliko metara debeli izdanci tamnozelenih dacita. Na dacitima slijede gornjobadenski vapnenci.

S litološkog stajališta ne postoji velika razlika između jezerskih i močvarnih slojeva donjeg miocena Fruške gore. Glavna i osnovna razlika je u debljini ugljenonosnih slojeva koji na južnim padinama Fruške gore u Vrdničkom bazenu dostižu debljinu od 1,5-4 metra.

Gornja kreda

Gornjokredne naslage predstavljaju karakteristični pelagički sediment. Naslage su izgrađene od sivih biomikrita s raznolikom pelagičkom mikrofosilnom zajednicom. Mikroflora je zastupljena s relativno brojnom asocijacijom karbonatnog nanoplanktona (*Stradneria crenulata*, *Cribrosphaera ehrenbergii*, *Cylindralithus nudus*, *Calculites obscurus*, *Watznaueria barnease*).

Mikrofaunu sačinjavaju kalcifere i planktonske foraminifere među kojima dominiraju primitivne planktonske vrste (*Heterohelix globulosa* (EHRENBERG), *Globigerinelloides* sp., *Hedbergella* sp.) dok su globotruncanidne vrste slabo zastupljene (*Globotruncana linneiana* (D'ORBIGNY), *G. bulloides* VOGLER). Na osnovu karbonatnog nanofosilnog sadržaja utvrđena je starost ovih naslaga kampan-mastriht.

Točka 13 – Stop 13

Krčedin (gornja jura-donja kreda) Krčedin (Upper Jurassic-Lower Cretaceous)

Abstract

Upper Jurassic-Lower Cretaceous deep-water sediments are revealed only at the outmost east slopes of Fruska Gora Mt., on the right bank of Dunav in quarry near Krčedin. Tithonian-Valanginian age of these sediments is documented by detail micropaleontological and petrological investigations.



Slika 28. Gornjojurska-donjokredna serija pokraj Krčedina.

Figure 28. Upper Jurassic-Lower Cretaceous sequence near Krčedin.

Gornjojurske-donjokredne dubokovodne naslage izdanjuju isključivo na krajnjim istočnim padinama Fruške gore, na desnoj obali Dunava u kamenolomu Krčedin (Slika 28). Titonvalendis starost ovih naslaga dokumentirana je detaljnom mikropaleontološkom i petrološkom analizom (ČANOVIĆ & KEMENCI, 1974). Prije se smatralo da naslage kamenoloma Krčedin pripadaju gornjokrednoj fliškoj formaciji.

Dubokovodna titonsko-valendijska serija sastoji se od siltova, siltoznih lapora, glinaca, pješčenjaka i kalkarenita i karbonatnih pješčenjaka. Pelitni slojevi sadrže kalpionelide (*Calpionella alpina* LORENZ), kalcisfere (*Stomiosphaera molluccana* WANNER) i ostatke radiolarija. Kalkareniti i karbonatni pješčenjaci sadrže bogatu detritalnu fosilnu zajednicu plitkomorskih organizama, koju predstavljaju karbonatne alge (*Clypeina jurassica* FAVRE, *Bucinella irregularis* RADOIČIĆ, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI)) i bentičke foraminifere (*Protopenneroplis striata* WEYNSCHENK, *Conicospirillina basiliensis* MOHLER). Slični sediment se pronalaze kao podloga Panoskog bazena Vojvodine i može se korelirati s ekvivalentnim sedimentima na Apuzenima u Rumunjskoj.

LITERATURA

- ČANOVIĆ, M. & KEMENCI, R. (1974): Occurrence of Portlandian sediments near Krčedin (Vojvodina).– Bull. Scient., A, 19, 5/6, Zagreb.
- ČANOVIĆ, M. & KEMENCI, R. (1999): Geologic setting of the Pre-Tertiary basement in Vojvodina (Yugoslavia). Part II: The north part of the Vardar zone in the south Vojvodina.– Acta Geologica Hungarica, 42/4, 427–449, Budapest.
- ČIČULIĆ, M. (1977): Miocen Fruške gore.– Geologija Srbije, stratigrafija kenozoik, monografija, 286–294, Beograd.
- ČIČULIĆ, M., ČANOVIĆ, M., KEMENCI, R., MARKOVIĆ, V., JANKOVIĆ, P., MAKSIMČEV, S., STOJADINOVIĆ, P., ŠEĆEROV, P. & ŽIVKOVIĆ, M. (1977): Vodič eskurzije; III godišnji naučni skup sekcije za primenu geologije, geofizike i geohemije.– Znanstveni savjet za naftu JAZU, izd. „Nafta–Gas“, Novi Sad.
- ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ, M. & RAKIĆ et al. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Novi Sad L34–100. Zavod za geološka i geofizička istraživanja (1966–1970). Sav. geol. zavod Beograd.
- ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ et al. (1992): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Indija L34–101. Geološki zavod (1976–1984). Sav. geol. zavod Beograd.
- DE CAPOA, P., DI STASO, A., GIARDINO, S. & RADOIČIĆ, R. (2002): New biostratigraphic evidences in the central-eastern belt of the Vardar Zone (Internal Dinarides).– Mem. Soc. Geol. It., 57, 173–183.
- DIMITRIJEVIĆ, M.D. (1995): Geologija Jugoslavije.– Geoinstitut, 205 st., Beograd.
- DIMITRIJEVIĆ, M.D. (2000): The Dinarides and the Vardar Zone – the eternal conundrum.– In: KARAMATA, S. & JANKOVIĆ, S., (eds.): Proceedings of the International Symposium Geology and metallogeny of the Dinarides and the Vardar zone. The Academy of Sciences and Arts of the Republik of Srpska. Collections and monographs I, The Department of natural mathematical and technical sciences I., Banja Luka, Serbian Sarajevo, 5–13.
- DULIĆ, I., WAGREICH, M., LEIN, R., SUDAR, M., RABRENOVIĆ, D., BANJAC, N., JOVANOVIĆ, D., KIRIN, Ž. & JOVANOVIĆ, R. (2006): 1st International Workshop “Mesozoic Sediments of Carpatho-Balkanides and Dinarides. Field guide, May 25–30 2006, Novi Sad.
- DURĐANOVIĆ, Ž. (1971): Prilog litologiji i stratigrafiji kristalastih stijena Fruške gore (Srem–Jugoslavija).– Bull. scient. sect., A, 16, 5–6, Zagreb.
- GAGIĆ, N. (1968): Stratigraphic importance of Frech-Water Ostracods for the pliocene, Pleistocene Boundary in the Yugoslav Part of the Pannonian Basin.–Proced.– IPN, XXIII Intern. Geol. Congress, Praha.
- GRUBIĆ, A., ĐOKOVIĆ, I. & MAROVIĆ, M. (1998): Prilog poznavanju starije tektonike Fruške gore.– In: ŠUČUR, M. (eds.): Regionalna geologija, stratigrafija i paleontologija, II. XIII kongres geologa Jugoslavije, Herceg Novi, 15–20.
- GRUBIĆ, A. & PROTIĆ, LJ. (2000): Deep-water Triassic sediments of the Vardar Zone and Fruška Gora Mt.– In: KARAMATA, S. & JANKOVIĆ, S. (eds.): Proceedings of the International Symposium Geology and metallogeny of the Dinarides and the Vardar zone. The Academy of Sciences and Arts of the Republik of Srpska. Collections and monographs I, The Department of natural mathematical and technical sciences I., Banja Luka, Serbian Sarajevo, 87–92.
- IGCP 25 Excursion guide, „Marine and brackish neogene of Serbia“, 1981, Belgrade.
- JANKOVIĆ, P. (1970): Paludinski slojevi Vojvodine.– VIII Kongres geologa SFRJ, I, Zagreb.
- JANKOVIĆ, P. (1977): Paludinski slojevi.– Geologija Srbije, stratigrafija kenozoik, monografija, 326–330, Beograd.
- KARAMATA, S., KRSTIĆ, B., DIMITRIJEVIĆ, D.M., DIMITRIJEVIĆ, M.N., KNEŽEVIĆ, V., STOJANOV, R. & FILIPOVIĆ, I. (1997): Terranes between the Moesian plate and the Adriatic sea.– In: PAPANIKOLAOU, D. (coord.): Annales géologiques des pays Helléniques, IGCP Project, 276. Terrane maps and terranes descriptions, Panepistimiopolis, Athines, 157, 429–477.
- KARAMATA, S., OLUJIĆ, J., PROTIĆ, LJ., MILOVANOVIĆ, D., VUJANOVIĆ, L., POPEVIĆ, A., MEMOVIĆ, E., RADOVANOVIĆ, Z. & RESIMIĆ-ŠARIĆ, K. (2000): The western belt of the Vardar Zone – the remnant of a marginal sea.– In: KARAMATA, S. & JANKOVIĆ, S. (eds.): Proceedings of the International Symposium Geology and metallogeny of the Dinarides and the Vardar zone. The Academy of Sciences and Arts of the Republik of Srpska. Collections and monographs I, The Department of natural mathematical and technical sciences I., Banja Luka, Serbian Sarajevo, 131–135.
- KNEŽEVIĆ, V., SZEKY-FUX, V., STEIGER, R., PECSKAY, Z., BORONIHIN, V. & KARAMATA, S. (1991): Petrology of Fruška gora latites – volcanics precursors at the southern margin of the Pannonian basin.– Geodynamic evolution of the Pannonian basin. SANU, Naučni skupovi, 62, Odeljenje prirodno-matematičkih nauka 4, 243–259, Beograd.
- KOCH, A. (1876): Neue Beiträge zur Geologie der Frusca Gora in Ostslavonien.– Jahr. d.k.k.geol. Reichsanst., Wien.
- KOCH, A. (1896): Geologie der Frusca Gora.– Math. Naturwiss., Berichte aus Ungarn, 13, 45–127, Budapest.
- KOCH, A. (1902): Neuere Beiträge zu der geo-paleontologischen Verhältnissen des Beocsiner Cementmergels. Fulut, Kozl. 32, Budapest.
- KRSTIĆ, N. (1981): Novi ostrakodi sa parastratotipova panona.– Radovi Geoinstituta, 14, Beograd.
- MIHAILOVIĆ, D. (2009): Srednjopaleolitsko naselje na Petrovaradinskoj tvrđavi. –Iz. Muzej grada Novog Sada, pp 177, Novi Sad.
- MILOVANOVIĆ, D., MARCHIG, V. & KARAMATA, S. (1995): Petrology of the crossite schist from Fruška Gora Mts. (Yugoslavia).

- via), relic of a subducted slab of the Tethyan oceanic crust.– *Geodynamics*, 20, 3, 289–304.
- PAMIĆ, J., KOVÁCS, S. & VOZÁR, J. (2002): The Internal Dinaridic fragments into the collage of the South Pannonian Basin.– In: *Vijest HGD*, 37, Special Issue, Zagreb.
- PETKOVIĆ, K., ČIČULIĆ-TRIFUNOVIĆ, M., PAŠIĆ, M. & RAKIĆ, M. (1976): Fruška Gora, monografski prikaz geološke građe i tektonskog sklopa.– Izd. „Matica Srpska“, 134, Novi Sad.
- RADOŠEVIĆ, B. & MARKOVIĆ, M. (1987): Flysches of Vojvodina, The Fruška Gora Flysch. In: DIMITRIJEVIĆ, M. & DIMITRIJEVIĆ, M. (eds.): *The Turbidite Basins of Serbia*, Monographs, DLXXVI, Depart. Nat. Math. Sci., 61, 155–159, Beograd.
- ROBERTSON, A., KARAMATA, S. & ŠARIĆ, K. (2009): Overview of ophiolites and related units in the Late Palaeozoic-Early Cenozoic magmatic and tectonic development of Tethys in the northern part of Balkan region.– *Lithos*, 108, 1–36.
- RUNDIĆ, LJ., DULIĆ, I., KNEŽEVIĆ, S., BOGIĆEVIĆ, G., GAJIĆ, V. & CVIJIĆ, P. (2005): The first International Workshop: “Neogene of central and southeastern Europe”. Field guide, May 25–27 2005, Novi Sad.
- SCHMID, S.M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATTENCO, L., SCHEFFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M. & USTASZEWSKI, K. (2008): The Alps-Carpathians-Dinarides-connection: a correlation of tectonic unit.– *Swiss Journal of Geosciences*, 101/1, 139–183.
- STEVANOVIĆ, P. (1977): Facije i horizonti Ponta Fruške gore.– *Geologija Srbije, stratigrafija kenozik, monografija*, 313–318, Beograd.
- STEVANOVIĆ, P. & PAPP, A. (1985): Beočin, Syrmien (Jugoslawien), Chronostratigraphie und Neostatotypen, Miozan der Zentralen Paratethys, M-6, Pannonien (Slavonian und Serbien), bd.VII, 250–255, Budapest.
- SUDAR, M., CVETKOVIĆ, V., DULIĆ, I., DUNČIĆ, M. & BOGIĆEVIĆ, G. (2009): Geological Excursion: Short overview of Mesozoic of Fruška Gora Mt. Field guide, March 26–28, 2009, Novi Sad.

POKROVITELJI – UNDER THE PATRONAGE OF:



Predsjednica Republike Hrvatske gospođa Kolinda Grabar-Kitarović
President of the Republic of Croatia Madam Kolinda Grabar-Kitarović



Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske
Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO GOSPODARSTVA
REPUBLIC OF CROATIA
MINISTRY OF ECONOMY

POTPORA – SUPPORTED BY:



Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske
Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia

DONATORI – DONORS:



šted banka d.d.

KAMEN d.d. PAZIN

52000 PAZIN, HRVATSKA
Trg slobode 2
www.kamen-pazin.hr
Tel: 00385 52 624 242
Fax: 00385 52 624 441

GROŽNJAN KORNERIJA

KIRMENJAK - ORSERA

SELINA - GIALLO d'ISTRIA

KANFANAR - GIALLO d'ISTRIA

VINKURAN

VALTURA

Legend:

- EOCENE Bysch
- EOCENE foraminiferous limestones
- CRETACEOUS upper Albian upper Santon
- CRETACEOUS upper Aptian
- JURASSIC Malm (Kimmeridgian Oxfordian) Dodger (Bathonian)

Scale: 0 10 20 km

SPONZORI – SPONSORS:



Hrvatsko geotehničko društvo
Berislavićeva 6, 10000 Zagreb
www.hgd-cgs.hr



Hrvatsko geotehničko društvo (HGD) osnovano je 27.01.2006. u Zagrebu spajanjem dvije nacionalne udruge koje su do tada samostalno djelovale: Hrvatske udruge za mehaniku tla i geotehničko inženjerstvo i Hrvatske udruge za mehaniku stijena. Osnivanje jedinstvene geotehničke udruge bilo je na tragu svjetskog trenda povezivanja triju međunarodnih sestrinskih udruuga za mehaniku tla (ISSMGE), mehaniku stijena (ISRM), inženjersku geologiju (IAEG) i geosintetike (IGS) u FedIGS (Federation of the Geo-engineering Societies). HGD je dobrovoljna strukovna udruga članova koji se bave geotehnikom i drugim srodnim strukama. Udruga potiče suradnju među inženjerima i znanstvenicima radi unapređenja znanja na polju geotehnike i drugih srodnih struka, osigurava potporu članovima u njihovim strukovnim djelovanjima vezanim za geotehniku i druge srodne struke, bavi se popularizacijom etičkih vrijednosti u struci, služi kao most u suradnji sa srodnim međunarodnim strukovnim udrugama kao što su Međunarodna udruga za mehaniku tla i geotehničko inženjerstvo (**ISSMGE** – International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering), Međunarodna udruga za mehaniku stijena (**ISRM** – International Society for Rock Mechanics) i druge. Udruga se bavi i organizacijom konferencija, simpozija, seminara, radionica i predavanja. Podupire izdavanje stručne literature; osigurava pravnu i stručnu pomoć članovima; sudjeluje u radu na priručnicima, normama i propisima vezanim uz geotehniku i druge srodne struke. Članstvo u udruzi je dobrovoljno. Svatko tko je bio ili je aktivan na području geotehnike i drugih srodnih struka, a prihvaća Statut Udruge i voljan je sudjelovati u njenom radu, može postati član Udruge.

Prof. Ivan Vrkljan
Predsjednik HGD-a
Hrvatsko geotehničko društvo
Berislavićeva 6
10 000 Zagreb