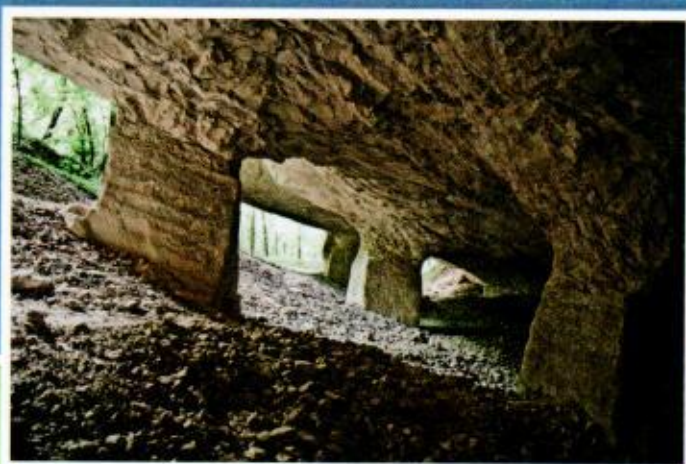


5. HRVATSKI GEOLOŠKI KONGRES  
s međunarodnim sudjelovanjem  
5<sup>th</sup> CROATIAN GEOLOGICAL CONGRESS  
with international participation

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



## 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 Balen<sup>1</sup>, Nenad Sabljak<sup>2</sup> & Darko Tibljaš<sup>1</sup><sup>1</sup> Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 95, 10 000 Zagreb<sup>2</sup> 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-andstones 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 ekscurzije prvi izdanci nalaze se oko kilometar sjevernije od Velike te u obližnjem kamenolomu Tisica. Tipiski 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. Niskometamorfni 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 koje eksploatira poduzeće Radlovac d.d. s lokaliteta na području potoka Radlovac, Pištanske rijeke, Kaptolačkog i Hercegovackog



**Slika 11.1.** Geološki zid (Hercegovac) sa tipičnim stijenama Radlovačkog kompleksa i okolice izgradio 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.

ponoka 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 Slavonskih planina (<http://www.radlovac.hr/drustveno.html#zid>).

Terenski odnosi pokazuju da je niskometamorfni kompleks u diskordantnom kontaktu s kristalnom 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 Pšunjskog 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 μm koje ukazuju na gornjekredne starosti (-100–80 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 niskometamornih 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 klinozoisita s uralitom, kloritom i epidotom.

Termalne promjene uočene pomoću metoda illitnog (IC) i kloritnog (ChC) „kristaliniteta” (Küblerovog i Årkaijevog indeksa) u skladu su s rezultatima mjerenja vitritne refleksije. Metamorfizam se odvijao na temperaturama u rasponu od gornje anhizone (-250 °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 Slavonskih 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. & 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.
- BIŠEVAC, V., KRENN, E., FINGER, F., LUŽAR-OBERITER, 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 (1973–1986)*, 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): Fossil 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 Balen<sup>1</sup> & Zorica Petrinec<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prirodoslovno-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. 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-Ca 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.*