

METALOGENIJA JUŽNE TISIJE - MOSLAVAČKA GORA, PSUNJ, PAPUK, KRNDIJA

IVAN JURKOVIĆ

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Croatia

Ključne riječi: Južna Tisija, Moslavačka gora, Psunj, Papuk, Krndija, S-graniti, migmatiti, pegmatiti, kvarc, grafitit, uran, talk, rezistati rijetkih minerala

Sažetak

Jezgra Moslavačke gore izgrađena je od S-tipa granita i granodiorita. Obavijena je migmatitima, a vanjsku zonu predstavljaju metamorfiti amfibolskog facijesa. Moslavačka gora je produkt regionalnog metamorfizma donjopaleozojskog i starijeg pelitsko-psamitskog protolita. U sva tri tipa stijena mjestimice su uočene jače koncentracije minerala sillimanita, andaluzita, kordijerita, granata i turmalina. U pegma-titskoj fazi formirano je niz lećastih tijela i žila metasomatsko-injekcijskih pegmatita s podređenim turmalinom, granatom i kvarcem čađavcem. Hidrotermalne kvarcne žice sa sulfidima su mineraloškog značaja. Za potrebe građevinarstva bili su otvoreni ili još rade kamenolomi granita, granitgnajsa, amfibolita, gabra i ortognajsa.

Migmatiti i S-graniti izgrađuju središnje dijelove slavonskih planina. Namir-vestfalske su starosti, od 314 do 333 Ma. Metaklastiti nižih metamorfničkih sekvenci sadrže palinomorfe silurske do donjokarbonske starosti. Regionalnim metamorfizmom formirana grafititna ležišta otkapana su u rudnicima Brusnik, Sivornica i Brezovo Polje u Psunju te u rudniku Kaptol u Papuku. Brojne metasomatsko-injekcijske žile i tijela pegmatita otkapane su na lokacijama Veliki i Mali Debeljak, Točak, Bilo, Lom. Kvarcne žile su vađene u Zavlaci i Motičini Gornjoj. Za postkolizijske I-granite vezan je volastonitni skarn u Kišljevačkom potoku. Za dijabaze vezane su mineraloške pojave hematita, bakra, pirita i azbesta. Talk-kloritni škriljavci vađeni su u rudniku Koprivna na Psunju. Višegodišnja intenzivna istraživanja sedimentnih pojava urana u Radlovačkoj formaciji Papuka nisu dala pozitivne rezultate. Najznačajnije pojave nađene su u potocima Kaptol, Cipalovac i Ninkovac. U području slavonskih planina bili su otvoreni ili još rade kamenolomi granita, amfibolita, dijabaza i permotrijaskih kvarcita. U aluvionima brojnih potoka nađene su značajnije količine zlata, šelita, monacita, rutila, cirkona.

Uvod

U radu je dan prikaz magmatskih, metamorfničkih i sedimentnih rudnih ležišta i mineralnih pojava u slavonskim planinama Moslavačka gora, Psunj, Papuk i Krndija. Autor je iznio kritički osvrt na dosadašnje publicirane radove predstavivši svoje stavove o metalogeniji tog područja.

Key words: South Tisia, Moslavačka Mt., Psunj, Papuk, Krndija Mts., S-granite, migmatite, pegmatite, quartz, graphite, uranium, talc, rare minerals

Abstract

Core of the Moslavačka Mt. is built of S-type granite and granodiorite, wrapped up in migmatites. Outer zone is represented with metamorphites of amphibolite facies. The Moslavačka Mt. is a product of regional metamorphism on Lower Paleozoic pelitopsamitic protholite. Numerous quarries exploited granite, amphibolite, gabbro, orthogneiss. Stronger concentrations of sillimanite, andalusite, cordierite, garnet, and tourmaline were observed in different types of rocks. The pegmatite phase generated veins and irregular boddies of metasomatic-injected pegmatites with garnet and tourmaline. Hydrothermal quartz veinlets with sulphides have only mineralogical significance.

Migmatites and S-granites form central parts of the Slavonian Mts. Dating gave age of 314-333 Ma (Namurian-Westphalian). Metaclastites of lower metamorphic sequences contain palynomorphs from Silurian to the Lower Carboniferous. Graphitite deposits generated by regional metamorphism were exploited in the mines Brusnik, Sivornica and Brezovo Polje in the Psunj Mt. and in the mine Kaptol in the Papuk Mt. Numerous metasomatic injected pegmatites were exploited on the locations Veliki and Mali Debeljak, Točak, Bilo, Lom and quartz veins at Zavlaka and Motičina Gornja. Postcollisional I-granites gave a small volastonite skarn deposit in the Kišljevački brook. Mineralogical occurrences of hematite, pyrite, asbestos and copper are genetically bounded with diabases. Talc-chlorite schists were exploited in the mine Koprivna (Psunj). Longlasting investigations of sedimentary uranium occurrences were negative. The best results were obtained in the Kaptol, Cipalovac and Ninkovac brooks. In the alluvium of numerous brooks more significant quantities of gold, monazite, rutile, zircon and scheelite were found.

Metalogenija Moslavačke gore

Osnove geološke građe Moslavačke gore

Osnovne postavke o geologiji Moslavačke gore dali su Kišpatic (1889), Korolija et al. (1985), Pamić (1990), Jurković & Pamić (2001) i Pamić & Jurković (2002).

Jezgra Moslavačke gore površine 100 km² predstavlja granitski pluton pretežno izgrađen od biotit-muskovitskih granodiorita i granita (moncogranita). Jednotinjčasti varijeteti su rijetki. Monciodioriti, dioriti i gabrovi javljaju se kao omanja tijela. Ishodna taljevina je nastala iz kristalnih pelitskih i psamitskih stijena. Radi se o S-granitima sintektonskog porijekla karakteriziranim s $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = 10-13\text{‰}$ i $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$.

Stijene su peraluminijskog tipa. Značajna je prisustnost povišenog sadržaja andaluzita, silimanita, kordijerita, granata i turmalina.

Pluton je obavljen migmatitima, naročito na zapadnoj i jugoistočnoj strani. Granitoidi na svojim marginama pokazuju jasnu folijaciju konformnu s migmatitima i metamorfizacijama. Metateksitni migmatiti dominiraju u vanjskoj zoni migmatita a stromatitni u unutarnjoj zoni. Stupanj migmatizacije je različit što se odražava na odnosu paleosoma, leukosoma i melanosoma.

Metamorfiti amfibolskog facijesa predstavljaju vanjsku zonu Moslavačke gore. Najviše su prisutni na jugoistoku i istoku ali se javljaju kao uske zone u granodioritima (**sl. 1**). Dominiraju biotitski paragnajsevi sa uslojenim amfibolitima i rijetkim tinjčastim škriljancima. Česti su i kordijeritsko-biotitski te andaluzitsko-kordijeritsko-biotitski paragnajsevi. Silimanitski granatski hornblenda tipovi paragnajseva su rjeđi. Pamić (1990) smatra da paragenese sa andaluzitom, silimanitom i kordijeritom klasificiraju te stijene u tzv. Abakuma seriju (niski do srednji metamorfizam).

Moslavačka gora je produkt regionalnog metamorfizma donjopaleozojskog i starijeg pelitsko-psamitskog protolita za vrijeme donjokarbonske kolizije. Formirani su progresivno metamorfizirani kompleksi stijena grinšist i amfibolitnog facijesa Abakuma serije. Dijelovi tih metamorfita zahvaćeni su procesima anateksisa i palingeneze te se formirao sinkematski granodioritski i granitski pluton S-tipa s rudimentarno razvijenom pegmatitsko-pneumatolitskom fazom.

U toku krede i donjeg paleogena (88-43 Ma) odnosno za vrijeme laramijske i pirinejske faze alpske orogeneze moslavački pluton i njegov omotač migmatita i metamorfita doživio je metamorfni overprint. Izdizanje Moslavačke gore kao horsta počelo je u miocenu i nastavilo se u pliocenu i kvartaru.

Metagenetski procesi

Faza regionalnog metamorfizma. U toj fazi formirani su abrazivni minerali **silimanit**, **andaluzit**, **kordijerit** i **granat** koji se pojavljuju kao bitni, sporedni ili akcesorni minerali u S-granitoidima, migmatitima i metamorfizacijama amfibolitnog facijesa u Moslavačkoj gori. Na **sl. 1** označena su područja sa izrazitim povišenjem sadržaja navedenih abrazivnih minerala u granitoidima.

Silimanit (Al_2SiO_5) kao sporedan sastojak izgrađuje stijene amfibolitnog facijesa a pojavljuje se i u određenom broju granitoidnih stijena. Pretežno je podređen sastojak, rjeđe bitan sastojak. Fibroliti silimanita su uklopljeni u kvarcu i feldspatu ili se razvijaju po kristalima biotita, a javljaju se i u nakupinama. **Andaluzit** (Al_2SiO_5) je sastojak u jače metamorfiziranim stijenama amfibolitnog facijesa, ali ga ima i u paragnajsevima, migmatitima i granitoidnim stijenama, rijedak je u tinjčevim škriljancima. Pretežno

je akcesoran sastojak, rjeđe podređen, rijetko kao bitan sastojak. Zbog njegovih idiomorfih kontura Pamić (1990) smatra da je magmatogenog porijekla, a ne ksenomorfan mineral. Česte su mu idiomorfne konture, u feldspatima se vide uklopljeni prizmatički kristali andaluzita. **Kordijerit** [$(Mg, Fe)_2Al_4Si_5O_{18}$] se naročito javlja u šriljancima amfibolskog facijesa, paragnajsevima, rjeđi je u migmatitima, rijedak u granitoidima i tinjčevim škriljancima. Ponekad se nalazi u sekundarnim žilicama s kvarcem. **Granat** (almandin) [$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$] se kao bitan sastojak javlja u nekim varijetetima granitoidnih stijena a naročito u paragnajsevima. U migmatitima je sporedan sastojak, u granitoidima kao akcesorni mineral. U postkinematskoj fazi javlja se kao porfiroblast s uklopcima kvarca. **Turmalin** je nađen kao akcesoran mineral u granitima i migmatitima. U nekim granitima je sporedan ili čak bitan sastojak. U paragnajsevima je akcesoran mineral. Na sjevenom rubnom dijelu moslavačkog plutona u granodioritima, monocgranitima količina turmalina doseže 2-5%, izuzetno i do 25% (Pamić, 1990). Crni turmalin je redoviti sastojak pegmatita Moslavačke gore.

Na pojedinim lokacijama neki od tih minerala postaju bitni sastojci stijena i time sirovina za abrazive. U okolini takvih lokacija trebalo bi ispitati aluvione zbog mogućeg pronalaska rezistata s nekim od tih minerala.

Glavna faza kristalizacije palingene taljevine. U toj fazi kristalizirale su plutonske stijene, mnoge od njih pogodne za otvaranje kamenoloma tehničkog i građevnog kamena.

Tehnički kamen. Najpoznatiji su kamenolomi **granit-gnajseva Garić grad**, **Grabovica**, **Mikleuška**, **granita Mikleuška**, **Gornja Jelenska** (Bolčić, 1949, 1953), **amfibolita Pleterac**, **gabra Podgarić ortognajsa Novo Selo**.

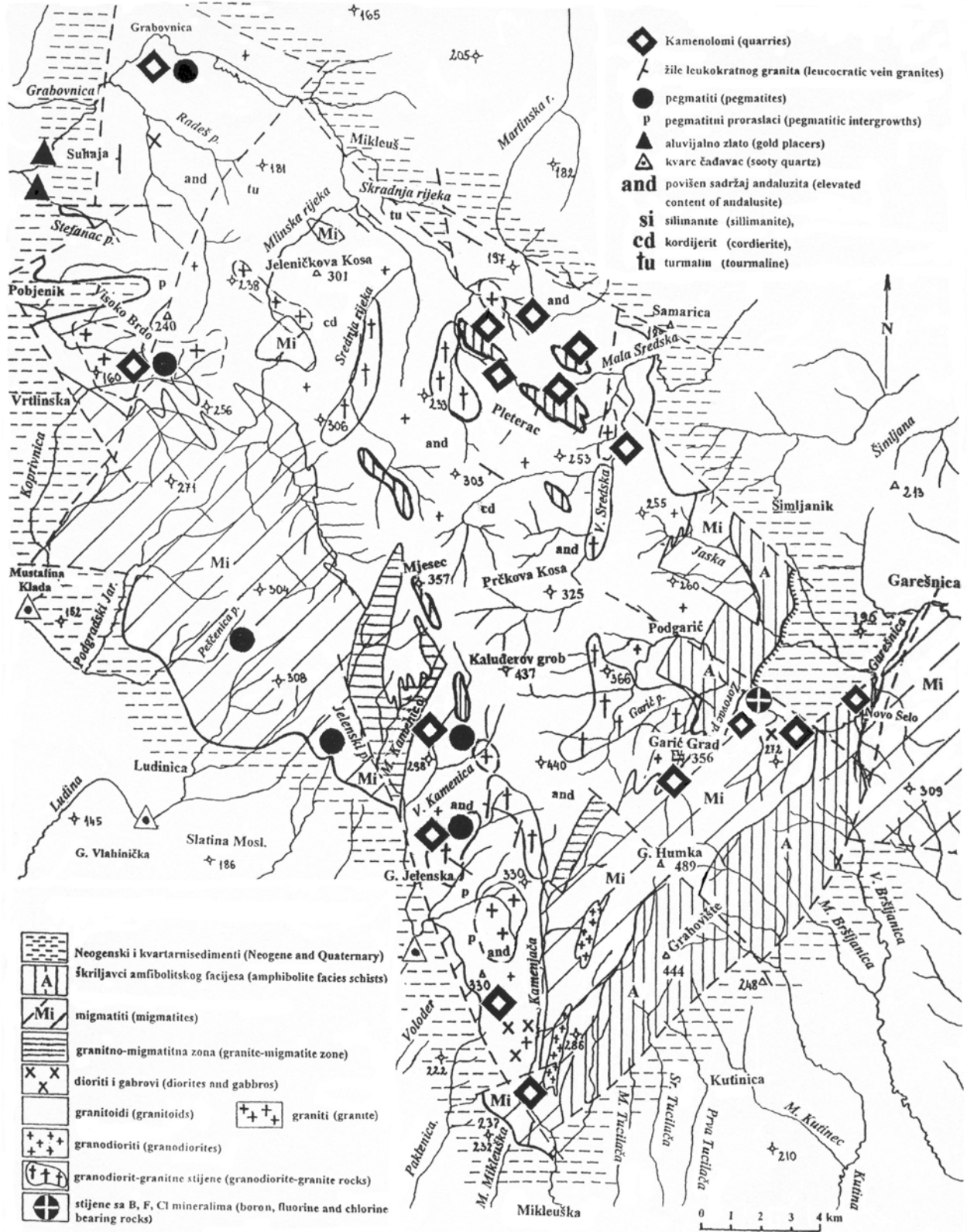
Građevni kamen. Granit na lokalitetu **Kamenica** koriste se u graditeljstvu i kiparstvu (Koch, 1899). Postoje podaci da se u **Mikleuški klesao granit** i da su se izradivale kocke od **granita** u kamenolomu **Zorovac Tajder** (1948a, 1948b), **Tučan** (1949), **Kucelj** (1949a; 1949b). Kasnije je bilo više kamenoloma granita, no kopalo se uglavnom u površinskim rastrošenim dijelovima.

U Moslavačkoj gori ima **kvarcita** koji sadrže malo kordijerita i muskovita (Barić, 1956, Jurković, 1962).

Aplitoidna faza granitskog plutona. Leukogranit i monocgranit javljaju se kao žile debele 1-2 m ili manji budeni (**sl. 1**).

Kasnomagmatska pegmatitsko-pneumatolitska faza. U mramorima **Zorovac potoka** i **Garić potoka**, južno od sela **Podgarića** u jugoistočnom dijelu Moslavačke gore nađene su neuobičajene paragenese koje su duže razdoblje izazivale kontradiktorna genetska shvaćanja.

Tučan (1953) smatra da je mramor iz **Zorovac potoka** (forsteritski kristalasti vapnenac) nastao kontaktnom metamorfizacijom dolomitnog vapnenca. Isto stanovište dijele **Tučan & Barić** (1955). U studiji **Barića**



Slika 1. Rudne pojave i ležišta u Moslavačkoj gori (geološka podloga po Pamić, 1990)

Figure 1. Ore deposits and occurrences in the Moslavačka gora Mt. (geological map by Pamić, 1990).

(1956) opisana su prethodna istraživanja kontaktolitnih stijena Moslavačke gore. Formiranje klinohumita, skapolita i flogopita tumači autor dovodom fluora, klora i vode iz granitne magme. Mramore smatra kontaktnometamorfnim stijenama.

Jurković (1962) u svom radu prenosi mišljenje navedenih autora o pojavama vezanim za pneumatolitsku fazu hercinskog juvenilnog granitskog plutona.

Barić (1972) opisujući mramore iz *potoka Zorovac* i *Garić* smatra da su **klinohumit** $[Mg_9Si_4O_{16}(F,OH)_2]$, **flogopit** $[K(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH,F)_2]$, **skapolit** $[(Na,Ca,K)Al_3(Al,Si)_3Si_6O_{24}(Cl,F,OH,CO_3,SO_4)]$, **turmalin**

$[(Na,Ca)(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Al,Li)_3Al_6(BO_3)_3Si_6OH_{18}(OH)_4]$ nastali kontaktnom metamorfozom iz granitne magme. Prisutnost tih minerala ukazuje na pneumatolitsko djelovanje granitne magme na dolomit ili dolomitični vapnenac kao protolite. Po njegovom mišljenju radi se o kontaktnom metamorfizmu u hornblenda hornfels ili piroksen hornfels facijesu.

Pamić (1990) osporava njihovu identifikaciju kao "hornfelsove" i "skarnove". Hornfelsovi su po Pamiću (l.c.) andaluzitsko-silimanitsko-kordijeritski feldšpatsko biotitski škriljavci koji tvore nekoliko metara uske zone između najviših dijelova stijena amfibolitskog facijesa i najdonjeg dijela migmatita. "Skarnovi" su po njemu mramori s različitim varijetetima amfibolitskih škriljavaca koji prelaze smanjenjem hornblende i većim učešćem granata u hornblenda-feldspat-klinopiroksen škriljavac. Garašić (1993) je također u sivim mramorima *Zorovac potoka* uz ostale minerale identificirala **klinohumit** i **flogopit**. U bijelim mramorima je našla **flogopit**. I ona je smatrala da je protolit glinoviti dolomitični vapnenac. Po njenom mišljenju proces je bio polimetamorf. U prvoj fazi, dinamometamorfnoj, dolomitični vapnenac je prekrystaliziran u mramor. U drugoj, kontaktnometamorfnoj fazi formiran je klinohumit. Treća faza je retrogradna metamorfoza. Sivi mramori su formirani uz $t=573^\circ\text{C}$, sivobijeli uz $t=500^\circ\text{C}$, a faza s klinohumitom kod 460°C .

Elementi fluor, klor, bor i litij karakteriziraju kasnu magmatsku fazu bez obzira da li se radi o juvenilnoj ili palingennoj taljevini pri čemu je palingena oskudnija na tim elementima. Smatram da se radi o rudimentarnoj pojavi **palingenog granitskog skarna** u mramorima *Zorovac* i *Garić* potoka. Za procjenu tzv. hornfelsova nema uvjerljivih dokumenata.

Pegmatiti Moslavačke gore. Prvi nalaz žile "pisanog granita" s turmalinom u granitu Vrtlinske zabilježio je Wolf (1861/1862). Slijede zapisi Kocha o žilama pegmatita u Grabovnici (1899a), te u gnajsu potoka Peščenice s krupnim listovima biotita (1899b). U kamenolomu *Jelenska* Kišpatić (1901) je našao žilu sličnu onoj u Vrtlinskoj. Tučan (1904) je detaljno proučio tada poznate pegmatitske pojave Moslavačke gore, te smatra da su pegmatiti u granitima i gnajsevima po sastavu i strukturi identični. Pegmatiti u tinjčastim škriljalcima su kratke i do nekoliko cm debele žice.

Granat i turmalin su mikroskopskih veličina. Pegmatiti u amfibolitima sadrže dominantno albit, uz njega ima kalcita i epidota, dok su kvarc i muskovit rijetki. Vrlo tanke pegmatitske žilice u olivinskom gabru sadrže albit, kvarc i cirkon. Sve žile imaju pegmatitsku strukturu međusobno sraslih i proraslih minerala. Uočio je i pertitsko i mikropertitsko srastanje mikrokлина i albita. Ortoklas je podređen, najčešće kao ortoklasmikropertit. Tučan (l.c.) tumači postanak moslavačkih pegmatita hidrogenetičkom teorijom lateralne sekrecije. Turina (1937) opisuje pegmatitsku žilu debelu 2 m i dugu 10 m, otkrivenu do 3 m dubine kod sela *Slatine*. Izgrađena je od ortoklasa i kvarca (čadavca) s manjim ili većim gnijezdima muskovita (s listovima dugim 3-6 cm) i granata (crven, neprovidan). Omjer ortoklas: kvarc = 1:1. Rezerve su 100t. Jurković (1962) i Jurković et al. (1970) su mišljenja da uz metasomatsko-injekcione pegmatite postoje i juvenilni pegmatiti. Pamić (1990) tvrdi da su nađene brojne pojave pegmatita, naročito u južnom dijelu Moslavačke Gore. Marković (2002) navodi i novije nalaze pegmatita kod Gornje Jelenske, uz napomenu da nije provedeno istraživanje.

U daljem tekstu navode se bitne karakteristike minerala pegmatita kako ih je opisao Tučan (1904).

Kvarc sadrži obilje fluidnih inkluzija i uklopaka drugih minerala. **Mikroclin** je vrlo krupnokristalast, najčešće kao mikroclin pertit. Molekularni mu je sastav: 50.7% mikroklina, 36.8 % albita, 2.6 % anortita, 7.8 % SiO_2 , 1.8% R_2O_3 . **Albit** je polisintetski sraslac ili u vidu ortoklas ili mikroclin pertita. **Muskovit** i manje čest **biotit** razvijeni su u velikim listićima (do 8 cm dužine). Kemijski sastav **muskovita** (u zagradi je od biotita): SiO_2 44.9 (34.9) %; Al_2O_3 30.4 (9.2); Fe_2O_3 3.8 (23.5); FeO 0.8 (11.3); CaO 1.1 (3.5); MgO 0.6 (2.7); MnO 0 (trag); Na_2O 4.4 (0.4); K_2O 8.7 (10.0); H_2O 5.5 (4.6); Cl 0 (trag). Fluor nije detektiran. **Turmalin** je redovit sastojak moslavačkih pegmatita. Razvijeni je kao crni, oveci zonarno građeni kristali. Unutar kvarca ima oblik sitnih iglica. Sadrži fluidne inkluzije. Sastav (%): SiO_2 37.3; B_2O_3 7.9; Al_2O_3 28.1; Fe_2O_3 1.0; FeO 17.3; MnO 1.9; CaO 0.6; MgO 2.1; Na_2O 2.2; K_2O 0.7; Cl trag, g.ž. 1.1. **Granat** je u vidu sitnih crvenih zrnaca, urasao u kvarcu i feldspatu. Molekularni sastav: 50.05% spesartina, 43.19% hercinita, 3.15% andradita. Neka zrna su optički anomalna. **Cirkon** i **apatit** su akcesorni minerali, a zeleni **klorit** je pseudomorfan po biotitu. Kišpatić (1901) spominje nalaz zaobljena kristala **topaza** veličine 1.5x3 cm koji vjerojatno potječe iz pegmatita.

Prva datiranja biotita iz pegmatita Moslavačke gore od 75 i 57 Ma dao je Pamić (1990). Palinkaš et al. (2000) ispitali su **fluidne inkluzije** u kristalima kvarca pegmatitske žile iz Srednje Rijeke u sjevernom dijelu Moslavačke gore (**sl. 1**) i datirali muskovit u njoj. Žila je izgrađena od mikropertita, mikroklina, ortoklasa, albita, kvarca, turmalina, biotita i muskovita. Obrubljena je aureolom aplita istovjetnog sastava te srednjezmatim dvotinjčastim granitom, bogatim na turmalinu.

Kristali kvarca sadrže velik broj tri tipa inkluzija koje se razlikuju gustoćom i salinitetom. Inkluzije su NaCl-H₂O i NaCl-H₂O-CO₂ tipa. Salinitet je 5-6.2 wt% NaCl equ., a Th_{TOT} od 340-360°C. Muskovit iz pegmatita dao je "**plateau age**" od 73.2 ± 0.8 Ma. Autori smatraju da je navedena vrijednost vrijeme kristalizacije muskovita i/ili "coolinga".

Balen et al. (2001) dobili su loše definiranu Sm-Nd izohronu od 77 ± 3.3 Ma na pegmatitu Srednje Rijeke, a sa Ar-Ar metodom na muskovitu istog pegmatita 74 ± 1.0 Ma što tumače overprintom za vrijeme alpske orogeneze.

Pegmatiti Moslavačke gore su pseudopegmatiti, odnosno homogeni pegmatiti (Guilbert & Park, Jr., 1986), koji su palingenog porijekla. Temperature Th_{TOT} od 340-360°C, izmjerene na inkluzijama kvarca u pegmatitu su temperature overprinta za vrijeme laramijskog (krednog) metamorfizma, a ne temperature formiranja pegmatita koje su znatno više. Pegmatiti Moslavačke gore su nastali u istovremenom ciklusu kad i S-graniti u variscijskoj epohi.

Hidrotermalne pojave. Kvarcne žilice s pirotinom u Moslavačkoj gori zabilježio je Barić (1956).

Rezistati. Na jednom uzorku aluvija iz *Suhajice* dobiveno je 0.3 g/t **zlata**, a na drugom uzorku nepoznatog nalazišta 0.5 i 13.5 g/t zlata. **Kvarc čadavac** porijeklom iz pegmatita je nađen u aluviju *Gornje Jelenske, Mustafine klade i Gornje Vlahiničke*, a **monacit** i **šelit** su nađeni u tragovima. Ortoklas je nađen u nanosu *Suhajice* (Bolčić, 1949a).

Diskusija

Prva metalogenetska razmatranja o Moslavačkoj gori dao je Tućan (1904) koji je postanak pegmatita tumačio hidrogenetičkom teorijom lateralne sekrecije.

Tućan (1953), Tućan & Barić (1955) i Barić (1954, 1972) su determinirali blokove stijena u Zorovac i Garić potoku kao hornfelsove i skarnove genetski vezane na moslavački granit.

Prva metalogenetska razmatranja područja slavonskih planina objavio je Jurković (1962). Dijeli ih na magmatska i metamorfna ležišta. Granitski pluton Moslavačke gore, veže za variscijski orogeni ciklus srednjeg ili gornjeg karbona. Granitski pluton je erozijom zasječen u akrobatolitskom ili epibatolitskom nivou i tako su otvorene kontaktno-pneumatolitske aureole (Moslavačka gora) s pegmatitima i kontaktolitima.

Jurković et al. (1970) smatraju da je pretežan dio pegmatita metasomatsko-injekcionog tipa, a podređeno i juvenilnog karaktera.

Pamić (1990) klasificira stijene koje su Tućan i Barić odredili kao kontaktolite kao normalne članove regionalno metamorfozirane sekvence amfibolitskog facijesa. Na temelju dvokomponentnog dijagrama K₂O:Rb, granitoida Moslavačke gore Pamić smatra da se radi o nespecijaliziranim granitima u smislu

rudonosnosti. Na dvokomponentnom dijagramu K₂O-U-Th točke leže izvan polja izdvojenih kositrenih granita, jedino granit iz bušotine Opeka pada u to polje. Distribucija elemenata iz grupe lantanida ukazuje na kristalno porijeklo magmatske taljevine i na hibridizaciju.

Garašić (1993) smatra da su mramori Zorovac potoka Moslavačke gore polimetamorfne stijene. Prva faza je dinamometamorfna. U drugoj fazi izvršena je kontaktna metamorfoza i stvaranje klinohumita. U trećoj fazi izvršena je retrogradna metamorfoza s različito temperiranim paragenezama.

Jurković & Pamić (2001) smatraju da je metalogenija Moslavačke gore vezana na kasni stadij likvidne faze i pegmatitsko-pneumatolitsku fazu hercinskog sinkinematiskog palingenog granitskog plutona S-tipa. Hidrotermalna faza ima samo mineraloški značaj.

Metalogenija Papuka, Psunja i Krndije

Osnove geološke građe

Metamorfne sekvencije slavonskih planina su barovijenskog tipa sa zonalnim rasporedom indeks minerala, od klorita do silimanita i distena. Stijene višeg stupnja metamorfizma predstavljene su gnajsevima i tinjčastim škrljajcima proslojenim ortoamfibolitima. Stijene nižeg stupnja metamorfizma su zeleni škrljajci, filiti i kloritoidni škrljajci (Raffaelli, 1965; Vragović, 1965; Tajder, 1972; Vragović & Majer, 1980; Jamičić, 1988; Jurković & Pamić, 2001; Pamić & Jurković 2002).

Migmatiti i S-graniti izgrađuju središnje dijelove slavonskih planina. S-graniti su dominantno granodioriti s prijelazom u monocgranite dok su kvarcni dioriti i monocgraniti podređeni. Odnosi ⁸⁷S/⁸⁶Sr od 0.7063 do 0.7075 i δ¹⁸O od 10–11 ‰ dokazuju kristalno porijeklo S-granita i migmatita. Whole-rock izohrone dale su starost od 314 i 317 Ma, tj. namir-vestfalsku starost (Pamić et al., 1988). Ar-Ar datiranje na koncentratima muskovita i biotita iz paragnajseva dalo je vrijednosti od 333 do 324 Ma.

Metaklastiti niže metamornih sekvenci sadrže palinomorfe silurske do donjokarbonske starosti (Jerinić et al., 1994). Pamić & Jurković (2002) smatraju da bi to mogla biti starost protolita barovijenskih metamornih sekvenci.

Vrlo niska metamorfna sekvencija, koju je Jamičić (1988) nazvao Radlovačka formacija, javlja se samo u jugoistočnom dijelu Papuka. Izgrađena je od slejtova, filita i metapješčenjaka kroz koje su probili silovi metadijabaza i metagabra (Pamić & Jamičić, 1986). Navučena je na metamorfite, a u diskordantnom je položaju u odnosu na mezozojske sedimente. U stijenama te formacije nađeni su vrlo zaobljeni vitrinit/internitit klastovi silursko-karbonske (?) starosti karakteristični za priobalne i riječne sedimente. Braun et al. (1984) smatraju da je Radlovačka formacija izgrađena od četiri stratigrafske jedinice. Drugi ciklus

koji je uranonosan predstavlja kontinentalne sedimente lepezastih delti te aluvijalno-jezerske sedimente.

U zapadnim dijelovima Psunja i u Krndiji javljaju se I-granitoidi s podređenim moncodioritima, gabrovima i alpinotipnim ultramafitima (Marci, 1973). Odnos $^{87}\text{S}/^{86}\text{Sr}$ od 0.7040 i $\delta^{18}\text{O}$ od 7–8 ‰ ukazuju na porijeklo iz gornjeg plašta (Pamić & Lanphere, 1991). K–Ar datiranje koncentrata hornblende i biotita iz I-granita dalo je od 339 do 332 Ma, odnosno namir-vestfalsku starost.

Korisni minerali i stijene slavonskih planina

Za vrijeme variscijskog progresivnog regionalnog metamorfizma formirano je niz varijeteta granitoida, zatim amfibolita, mramora i kloritskih škrljavaca, pogodnih sirovina za **građevinski i tehnički kamen**, te su otvarani i napušteni brojni kamenolomi.

U brojnim stijenama amfibolitskog facijesa formirali su se, pretežno kao akcesorni minerali, ali ponekad i kao sporedni sastojci, **abrazivni minerali disten, silimanit, staurolit, kordijerit te granat i turmalin**. Do sada nisu detaljnije ispitivani.

U toku variscijskog regionalnog metamorfizma u stijenama niskog metamorfizma formirana su iz dispergirane organske tvari značajna **grafitna ležišta**. U Psunju su radila tri rudnika: Brusnik, Sivornica i Brezovo polje, a u Papuku rudnik Kaptol.

Aplitske žile, pegmatitske žile i nepravilna tijela formirana su pretežno u migmatitima, podređeno u stijenama amfibolitskog facijesa iz palingene taljevine kao isključivo metasomatsko-inhibicijske tvorbe. Eksploatacija pegmatita izvršena je u području Točak - Bilo Lom i potoku Brzaja (rudnici Veliki i Mali Debeljak). **Kvarcne žile** su otkopavane kod Zavlake (Psunj) i Motičine gornje (Krndija). Pegmatitima i kvarcnim pojavama treba u perspektivi posvetiti veću pažnju. Kvarcne žilice su dijelom sinkinematske, a dijelom postkinematske sekrecije.

Za variscijske postkolizije I-granite vezana je omanja pojava **volastonitskog skarna** na kontaktu s mramorima u Kišeljevačkom potoku sjeverno od Kaptola.

U postvariscijskoj fazi, u Radlovačkoj formaciji formirana su **sedimentna ležišta urana** malih dimenzija i niskih koncentracija uranskih minerala. Najznačajnije pojave su u području potoka Kaptol, Cipalovac i Ninkovac.

Istovremeni dijabazi i spiliti dali su samo mineraloške pojave **spekularita (hematita), pirita, malahita, azbesta**, a u njima je otvoreno i nekoliko kamenoloma **dijabaza**.

Talk-kloritni škrljavci otkapani u rudniku Koprivna (Psunj) i pojave **klorita** u području zapadnog Psunja nisu datirane, ali pripadaju postvariscijskom razdoblju.

Za razdoblje permotrijasa vezan je postanak **kvarcita** u kojima je bilo otvoreno niz kamenoloma: Toplica (sjeveroistočni Papuk), Željnjak kod Sirača,

Velinac (Vučjak kamenski), Košted (Vetovo), Koješin Gaj i Balun-Pjeskovi (Motičina gornja, Krndija).

Ispitivanjem aluviona pronađeni su brojni lokaliteti sa akumulacijama rijetkih minerala: **zlata, monacita, šelita, rutila, cirkona i kvarcnog kršja**.

U središnjem dijelu Psunja, u brojnim pritocima potoka Rašaška i Sivornice izvršeno je ispitivanje geokemijske distribucije **Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Mn i Fe** u težnji pronalaženja primarnih hidrotermalnih pojava

Abrazivni minerali. U stijenama amfibolitskog facijesa središnjih dijelova Psunja značajni su sporedni sastojci **granat i staurolit**, a u južnim dijelovima rijetki su **disten** i igličasti **silimanit**. Kod *Rogolja*, u gnajsevima značajan je sastojak **kordijerit**. U amfibolitima Psunja česti su **granat, ilmenit i titanit** (Jamičić et al. 1989).

Granitoidne stijene Papuka sadrže akcesorni **granat i turmalin**. U području *Ravne Gore* gnajsevi ponekad sadrže **staurolit**, a rijetko i **silimanit**, dok je sporedan **granat**. Kod *Zvečeva* nađeni su granatski amfiboliti (granat-amfibolitski, granat-muskovitski, granat-diopsidski). U gnajsevima sjeverno od *Kutjeva* (Krndija) kao konstituenti identificirani su **staurolit i granat**.

Građevni i tehnički kamen. **Psunj.** Prije 1941. radio je kamenolom **granita** i crnih **amfibolitskih škrljavaca** na lokaciji *Zavlaka-Šeovica* (Bolčić, 1954a,b; Jovanović, 1957), a iza 1945. granit se vadio na jugozapadnoj padini Smreče u *Sedlar-Šeovici*. U *dolini Rogoljice* radila su dva kamenoloma, a četiri u *dolini Rašaške* na I-granitima Omanovca.

U *Bobari, Širincima i Šagovini* (južni dio Psunja) ranije je bilo u pogonu nekoliko manjih kamenoloma **granita i metamorfita**. Sjeverozapadno od *Giletina* vađen je **amfibolit** u *Perčinu, Giletincima i Kopačiću*. Sjeverozapadno od *Koprivne* bio je stari kamenolom **amfibolita**, a sjeverno od *Orljavca* lomljen je **granit** (Jamičić et al., 1989; Marković, 2002).

Papuk-Krndija. Ovdje se nalaze kamenolomi **granita, granodiorita i granitoida**: *Trešnjevica* kod Vočina, *Selački potok* i *Duboki potok* 1.5 km sjeveroistočno od Vučjaka Kamenskog, *Kutjevačka rijeka* sjeverno od Kutjeva, *Kolarište* 3 km sjeverno od Čukure, *Trčinoga* sjeverno od Ljeskovice, *Dragaljevac* sjeverno od Gradilišta; **amfibolita**: *Mladi Gaj* sjeveroistočno od Velike, *Velika* i *Mala Reka* kod Vetova (kamenolom Javor), *Bedenič potok* uz cestu Gradište-Gradac, *Jezerka kosa* i *Stari fatovi* sjeverno Ljeskovice, "Duboka" 3-5 km istočno od Polovaše, *Trčinoga* kod Borovika; **mramora**: jugozapadno od *Gradca*, 1 km od kote +404; **sericit-kloritskih škrljavaca**: 3 km jugozapadno od *Gornje Motičine* u potoku *Marijenta*, te 2 km jugozapadno od Striježevice u potoku *Šamanovica* (Jurković et al., 1948; Jovanović & Šikić, 1954; Jovanović, 1956; Spevec & Crnković, 1962; Raffaelli, 1967; Jamičić, 1983; Pencinger & Lukšić, 1994, 1995).

Slika dva u prilogu

Slika 2. Rudne pojave i ležišta u Psunju, Papuku i Krndiji (geološka podloga po Jamičić et al., 1987,1989)

Figure. 2. Ore deposits and occurrences in the Psunj, Papuk and Krndija Mts. (geological map by Jamičić et al., 1987,1989)

Ukrasni (arhitektonski) kamen. Papuk. Po podacima Markovića (2002) u dolini *Pakre* do Zaila prije 1914. počeo se lomiti **granit** i proizvoditi rubni kamen, kocke i blokovi za piljenje ploča. Pokušaj je obnovljen između 1948-1950, ali se uskoro proizvodilo samo kamen lomljenac i tučenac. Kvalitetni granit u *Jankovom potoku* je u vodozaštitnom području.

Kod *Metle*, 7 km sjeveroistočno od Bučja, započelo je 1987. istraživanje **porfiroblastičnog granita** i **gnajs-granita** (zebrato). Pogodnim načinom piljenja dobiva se trakasta tekstura pogodna za obloge. 1989. i 1990. izvađeno je 155 blokova sa 155 m² površine. Taj kamenolom danas više ne radi (Jovičić et al., 1992).

Metamorfzirana sedimentna ležišta grafitita. Historijat istraživanja. Kišpatić (1878) spominje nalaz crnih grafitonosnih filita i grafitonosnih kloritoidnih škrljavaca u *Brusniku* i *Rogolju* u planini Psunj. Koch (1899) je našao grafit u *Hambarištu* i *Rogolju*.

Jurković (1962) piše o pojavama **grafitita** i grafitičnih škrljavaca u *Brusniku*, *Rakovcu*, *Omanovcu*, *Hambarištu*, *Golom Brdu*, *Kaptolu*, *Sivornici*. Pojave grafitita su prostorno vezane na grafitične škrljavce koji sadrže nekoliko postotaka ugljika. Ležišta grafitita imaju oblike cijevi, slojeva, slojevitih leća nepravilnih oblika. Nakon stvaranja ležišta došlo je do intenzivnih tektonskih poremećaja.

Jurković et al. (1970) pišu da su se u razdoblju od 1951. do 1961. vršila višekratna geološka i rudarska istraživanja pojava grafitita u slavonskim planinama. Osim ranijeg aktivnog rudnika Brusnik otvoreni su novi rudnici Sivornica sa 4.580 t rezervi rovne rude te Kaptol sjeverno od Slavonske Požege sa rezervama od 260 t grafitita.

Jamičić (1983) i Jamičić et al. (1989) pišu da se stariji metamorfni tip grafitnih pojava i to unutar grafitičnih škrljavaca predkambrijske starosti javlja u potoku *Rakovac* (u seriji klorit-sericitskih škrljavaca), u *Omanovcu* i potoku *Rašaška* (u manjim masama gnajseva) i zapadnog dijela Psunja. Pojave su male leće i tanki proslojci. U potoku *Brusnik* (NW Psunj) i u gornjem toku potoka *Sivornica* nalaze se mlađi donjokarbonski resedimentirani grafiti unutar metagrauvaka. Jamičić et al. (1987) navode pojave grafitita na Krndiji kod *Gradišta*, zatim u sjevernom dijelu Papuka, te jugozapadno od *Orahovice*.

Šinkovec & Krkalo (1994) dijele grafitne pojave na Psunju na (1) područje Brusnik (sjeverni dio Psunja); (2) područje Rašaška-Omanovac (zapadni dio Psunja - sl. 2) i (3) područje Brezovo Polje - Sivornica (središnji dio Psunja).

Zona Brusnik je duga 10 km i široka 70-120 m. Izgrađena je od klorit-sericitskih škrljavaca s interkalacijama metakvarcnih pješčenjaka i kvarcita s grafitičnim škrljavcima. Veći broj malih grafitnih pojava i veliko cijevasto grafitno tijelo rudnika Brusnik nalaze se u 20 m debelom paketu grafitičnih škrljavaca i grafitičnih pješčenjaka pružanja E-W sa 10-24% C. Cjevasto tijelo ležišta Brusnik debelo 0.8-2.0 m, lokalno do 5 m, pruža se N-S s padom od 45-70° na zapad dugo je 40-70 m, po padu 100 m. Dalo je 10000 t grafitita sa srednjom analizom prikazanom u tabeli 1. Rudnik **Brusnik** je započeo rad 1946/47., imao je tri etaže i dubinu od 76.5 m, a 1963. je bio zaplavljen i rad obustavljen. U potoku *Rakovac* su nađene oknima dubokim 5-8 m, te u potkopima i niskopima dugim 20-30 m male leće grafitita, debele 15-60 cm sa 31.8% C.

Tablica 1. Kemijske analize grafitita u Psunju i Papuku (u %).

Table 1. Chemical analyses of graphitites at Mt. Psunj and Mt. Papuk (%).

| Lokalitet | C | H | H ₂ O ⁻ | Pepeo | O | S |
|---------------|-----------|----------|-------------------------------|-----------|------|----------|
| 1. Brusnik | 35-88 | 0.96-2.0 | 4.4-6.6 | 26.9-28.0 | n.o | n.o |
| 2. Rašaška - | 33.6 | 4.54 | 5.06 | 49.85 | n.o | n.o |
| 3. Omanovac | 22.1 | 5.13 | 5.13 | 65.39 | n.o | n.o |
| 4. Hambarište | 56.7 | 0.26 | 0.42 | 42.05 | 1.63 | n.o |
| 5. Rašaška | 47.6 | 0.99 | 1.74 | 34.08 | n.o | n.o |
| 6. Kaptol | 45.5-58.5 | n.o | n.o | 65.1-76.3 | n.o | 0.36-0.8 |

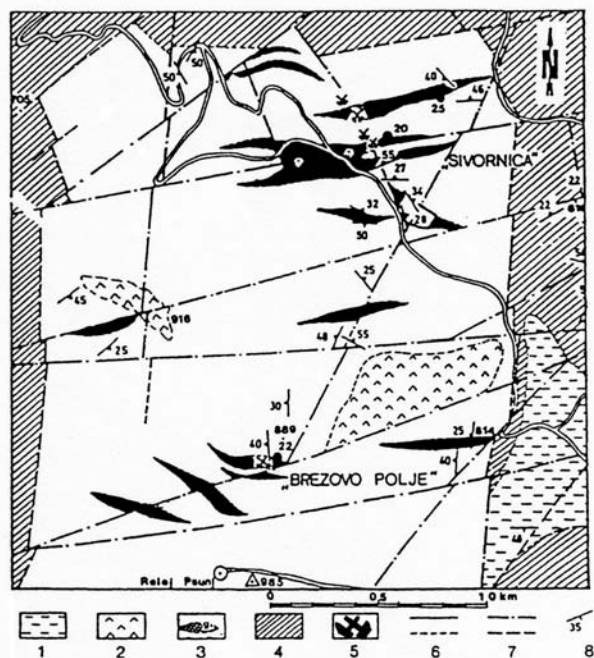
n.o - nije određivano

Zona Rašaška-Omanovac predstavlja uski pojas pružanja N-S uklještena između progresivnog metamorfnog kompleksa na istoku i miocenskih sedimenata na zapadu. Duga je 4 km, izgrađena od pješčenjaka i slejtova sa interkalacijama grafitičnih škrljavaca. Pojava *Omanovac* je otkrivena 1955/56.,

sastoji se od više malih leća različitih debljina. Iz jedne slojevite leće debele 25 cm izvađeno je 60 t rude. Dalje analize te rude prikazane su u tabeli 1. Lokalitet je napušten zbog niskog sadržaja ugljika u rovnoj rudi. Grafitit *Hambarišta* koji se kopao 1892., imao je visok sadržaj ugljika (tabela 1). Na lokaciji *Rašaška*

istraživalo se 1955/56. potkopom od 27 m i oknima dubokim 3-5 m. Nađene su 20-25 cm debele leće grafitita sa sadržajem prikazanim u tabeli 1. Iskopano je 3-4 t grafitita, u stijenskoj masi bilo ga je samo 5 %.

Zona *Sivornica-Brezovo Polje* pruža se N-S u najvišem dijelu Psnuja. Grafitična zona je duga 7 km, široka 3 km i asocirana je sa zelenim škriljalcima. Intrudirana je metadijabazima. Pojave grafitita su brojne, pružaju se E-W i NE-SW, ali znatno su manje od onih u zoni Brusnik. Ležišta grafitita u rudnicima **Sivornica** i **Brezovo Polje** imaju oblike uslojenih izduženih i klinastih leća. Sadržaj ugljika krupnokristalastog grafitita je 50-55% C. U *Sivornici* istraživanje je počelo 1956. i otvorena su dva rudnika grafitita 1957. s maksimalnim sadržajem od 67.5-70.90 % C, u prosjeku 56.22 %. Popratni slojevi sadrže 0.5-24.9 % C (prosjeak 8.45 % C). Oba su rudnika zatvorena 1970 (sl. 4.). Na sjevernoj strani *Kestenjka* nađeni su samo centimetar debeli proslojci grafitita.



Slika 3. Geološka karta grafititnih ležišta Sivornica – Brezovo polje na planini Psnuju.

Legenda: 1 – neogenski sedimenti, 2 – metadijabazi, 3 – grafitni škriljanci (white) s grafititnim ležištima (crno), 4 – metamorfiti, 5 – napušteni grafititni rudnik (po Šinkovec & Krkalo, 1994), 6 – geološke granice, 7 – rasjedi, 8 – položaji slojeva.

Figure 3. Geological map of the graphite deposits of the Sivornica – Brezovo polje area at the Psnunj Mt.
Legend: 1 – Neogene sediments, 2 – metadiabases, 3 – graphite schists (white) with graphite deposits (black), 4 – metamorphites, 5 – abandoned graphite mine (by Šinkovec & Krkalo, 1994), 6 – geological contacts, 7 – faults, 8 – strike and dip.

U planini **Papuk** najveća pojava grafitita nalazi se u *Bistrom potoku* sjeverno od *Kaptola*. Na toj pojavi otvoren je rudnik **Kaptol**. Sastoji se od nekoliko leća grafitita u grafitičnim škriljalcima koje su presječene potkopom dugim 120 m i istražene bušenjem. Najveće leće sadržavale su do 10 t grafitita sa 60% C. 1941. je izvađeno 50 t. Iza 1945. istrage su pronašle dva sloja grafitita. Glavni sloj je deo 0.2-1 m (lokalno 1.6 m) i dug je 100 m. Analize grafita iz rudnika Kaptol nalaze se u tabeli 1. (Marković, 2002). U god. 1956. utvrđene su rezerve od 5000 t te je obnovljena proizvodnja.

U prvoj fazi otkopavanja sadržaj ugljika u rudi bio je 60%, ali se postupno snižavao. Kod sadržaja od 25–35% C u rudi proizvodnja je obustavljena. Okolni grafitični škriljanci sadržavali su od 8 do 13% C. Oko 2 km jugozapadno, u desnom pritoku *Bistrog potoka* postoji neistražena pojava grafitita.

Male pojave grafitita nađene su sjeverno od ceste *Kaptol – Velika*. U potoku *Stražeman* južno od Košteta (+665) i na lokaciji *Biškupec* nalaze se dva sloja, po 1 m debela, grafitične gline istražena plitkim oknom. Pojava grafitita u potoku *Radovanci* (NW od Velike) nije istraživana. U potoku sjeverno od *Golog Brda* istraživane su dvije pojave međusobno udaljene 40 m s potkopima dugim 20 m u tektoniziranoj stijeni, ali je ruda imala nizak sadržaj ugljika, 8.87-11.60 % C (Jurković & Marić, 1947).

U **Krndiji**, u području Vetova u *Maloj* i *Velikoj Reci*, 0.5 km od njihova spajanja kopao se grafitit, u zoni dugoj 100 m, za proizvodnju boja. Sjeverozapadno od sela *Gradac* u Krndiji postoji nekoliko manjih neistraženih pojava grafitita i grafitičnih škriljavaca. Jugozapadno od Orahovice nađene su cm-dm debele grafitične gline unutar metarski debelih naslaga grafitičnih škriljavaca.

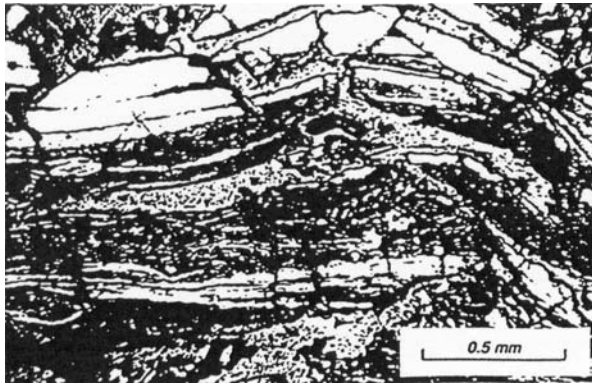
O grafititima Slavonije pisali su Šinkovec (1983), Jurković (1995), Jurković & Pamić (2001).

Marković (2002) napisao je sažet prikaz rudarenja na grafitu Slavonije na osnovi izvještaja u arhivi Instituta geološka istraživanja u Zagrebu: Babić (1949b), Barić (1947), Bolčić & Jovanović (1954), Filipović (1946), Jurković & Marić (1947), Marić (1948), Paskiević (1941a), Šinkovec (1951, 1954, 1957, 1960/61), Tajder (1947, 1948a). Godišnja proizvodnja grafitita bila je između 1000-1500 t, dosegnuvši maksimalnu vrijednost od 1700 t. God. 1971. proizvodnja je obustavljena.

Laboratorijska ispitivanja grafitita. Koch (1899) je na uzorcima grafitične supstance iz *Hambarišta* i *Rogolja* u Psnuju odredio sadržaj od 55% ugljika što je ukazivalo da se ne radi o čistom grafitu. U radu Jurkovića (1962) izneseno je da su rentgenogrami dokazali da se ne radi o grafitu, već o ugljevitij tvari visokog disperziteta, tj. o **grafititu**. Refleksioni pleohroizam i anizotropni efekti su kod grafitita niži nego oni u grafitu. Zbog te činjenice kriptokristalasti grafitit Psnuja i Papuka koriste se samo u ljevarstvu, u industriji boja, kod izrade šuplje cigle, te za pripremu suspenzije za parne kotlove radi sprečavanja pojave kamena kotlova.

Šinkovec & Krkalo (1994) podvrgnuli su uzorke grafitita ispitivanju stupnja kristaliniteta na temelju pozicije i širine pika ($d_{002}\text{\AA}$) na difraktogramu. Koristeći publicirane rezultate Landisa (1971) autori su uzorke grafitita Brezovog Polja i Brusnika pripisali grafitu d_2 , pri čemu je grafit iz Brezovog Polja blizak grafitu d_{1A} , ($d_{002} = 3,466\text{\AA}$), a onaj iz Brusnika je blizak grafitu d_3 ($d_{002} = 3,520\text{\AA}$), odnosno antracitu ($d_{002} = 3,523\text{\AA}$).

Isti autori su izvršili i optička ispitivanja. Struktura grafitita je uglavnom mikrobrečasta (sl. 3a, 3b) pri čemu angularni fragmenti grafitita dominiraju nad



Slika 4a. Mikrobore u slojevitom grafitnom ležištu Kaptol

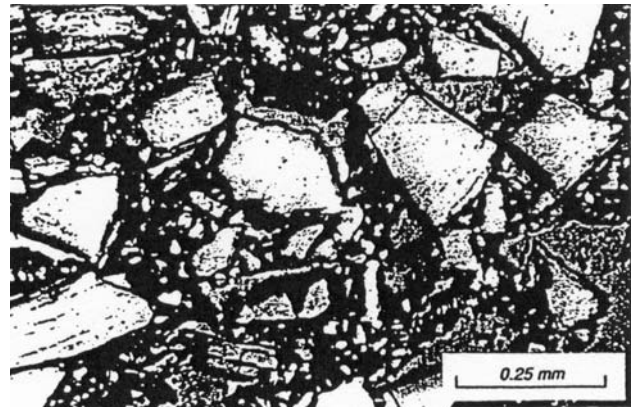
Figure 4a. Microfolds in the bedded graphitite from the Kaptol deposit

Temperature paljenja (Firsova et al., 1988) koje ukazuju na stupanj metamorfizma kod grafitita Psunja variraju od +420 do +480°C (izuzetak je Brezovo polje 22B sa +540°C). Te vrijednosti upućuju da se metamorfizam odigrao uz PT uvjete karakteristične za facijes zelenih škriljavaca.

Geneza grafitita. Jurković (1962) je mišljenja da se radi o regionalno metamorfoziranim bituminoznim, ugljevitim pelitima. Prilikom metamorfoze došlo je do geokemijske preraspodjele ugljika i formiranja lokalnih akumulacija s 10-15 % C, a u posebno pogodnim okolnostima do koncentracije s 40-50 % C. Jamičić et al. (1989) smatraju da postoje dva stratigrafska nivoa u kojima su formirana grafitna ležišta. Stariji stratigrafski nivo je predkambrijske starosti, u kojem su nastala primarna grafitna ležišta regionalnom metamorfozom pelitnih ugljevitih sedimenata, a u mlađem, donjokarbonskom nivou grafit je pretaložen. Šinkovec & Krkalo (1994) su mišljenja da su grafitna ležišta Slavonije nastala iz ugljevite supstance regionalnim metamorfizmom. Ležišta su penekontemporalna i nastala su za vrijeme variscijske orogeneze. Smatraju da preostale rezerve grafitita u zatvorenim rudnicima iznose 50000 t.

Proučavanjem pojava grafitita slavonskih planina Psunja, Papuka i Krndije utvrđeno je da su grafititne pojave strogo vezane za stijene facijesa zelenih š

jalovinom. Mnoga zrna odražavaju primarnu strukturu ugljevite tvari. Refleksijski pleohroizam je vrlo jak, a anizotropni efekti su jasni. Po optičkim svojstvima grafitit Psunja se nalazi između antracita i grafitita sredene strukture. Matriks se sastoji od kvarca s podređenim muskovitom, hidrotinjcem, kloritom i epidotom. Moć refleksije grafitita je umjerena do slaba, i iznosi od 3.57 % (Sivornica) do 5.13% (Brusnik), te 4.45% (Brezovo Polje).



Slika 4b. Mikrobrečasta struktura grafititne rude (bijelo) iz ležišta Sivornica

Figure 4b. Microbrecciated structure of graphitite ore (white) from the Sivornica deposit

škriljavaca, što je u skladu s laboratorijskim ispitivanjem objavljenim u radu Šinkovec & Krkalo (1994). Radi se o formacijama označenim na geološkim kartama 1:100 000 list Orahovica (Jamičić et al. 1989) i Daruvar (Jamičić et al. 1987) sa **Scose** (klorit-sericitski škriljavci), **Sco** (kloritski škriljavci), **D₃** ili **¹C** (devonske metagrauvake, metapješčenjaci I šejlovi). Nejasna je jedino stratigrafska pozicija vrlo malih pojava grafitita na lokacijama Rogolji i Hambarište na zapadnom Psunju.

Činjenica da svi grafititi imaju istovrsne fizikalno-kemijske karakteristike, ukazuje da su pretrpjeli istodobni regionalni metamorfizam u donjem karbonu, što demantira hipotezu o starijim primarnim i mlađim pretaloženim grafititima Jamičić et al. (1987, 1989).

Apliti. Marić i Crnković (Jurković, 1962) nailaze na sitnozmate **aplitske žile** zajedno s pegmatitima i kvarcnim pojavama u porfiroblastičnom gnajsu istočnog Papuka. Jamičić et al. (1987) navode da se apliti javljaju u istočnom Papuku u migmatiziranom gnajsu i granitu kao i pegmatiti. Sitnozrne su strukture, izgrađeni su od **albita** i **kvarca** s malo **muskovita** i rijetko **mikrokлина**. Jamičić (1988) navodi da pojava aplita uz pegmatite ima na sjevernom i srednjem Papuku.

Pegmatiti Papuka, Psunja i Krndije. Raffaelli (Jurković, 1962) je našao u jugozapadnom dijelu Papuka (*Ravna gora*) uz granitske žile i brojne

pegmatitske žile u migmatitima i u biotitskim i muskovit-biotitskim paragnajsevima. Razlikovao je metasomatsko-injekcione pegmatite razvijene kao male leće i nepravilne žile neizraženog salbanda koji se pretežno javljaju u migmatiziranim porfiroblastičnim gnajsovima embrešitskog tipa od juvenilnih pegmatita koji imaju oblik oštro oivičenih žila tanjih od 50 cm pretežno konkordantnih folijaciji biotitskih gnajseva migmatitske zone. Pegmatiti su izgrađeni od **kvarca, mikroklina, mikroklinpertita, biotita, muskovita i granata**. Pretpostavlja se da su akcesorni minerali **šelit, cirkon i monacit** jer su nađeni u nanosima okolnih potoka. Šlihovi s monacitom bili su radioaktivni. Vragović (Jurković, 1962) je u sjevernom i zapadnom Papuku također uočio dva tipa pegmatita. Metasomatske u granitima i gnajsevima s akcesornim granatom turmalinom, šelitom i cirkonom, te žilne pegmatite u amfibolitima, gnajsevima i porfiroblastičnim granitima koji su sadržavali **turmalin i epidot**. U istočnom Papuku su Marić i Crnković (Jurković, 1962) pronašli u *Pušinskoj planini, Velikoj Reki, Pištanskoj Reki, Papučkoj Reki* žile pegmatita, te aplita i kvarca tanje od 50 cm u porfiroblastičnom gnajsu. Mjestimice pegmatiti sadrže **granate ili turmalin**.

Raffaelli & Milošević (1964) opisuju pegmatite koji se istražuju i vade na lijevoj strani ceste Voćin - Zvečevo, na lokalitetima *Mali Debeljak (Breza); Veliki Debeljak (Đukina Kosa)* te *Točak* kraj kote *Bilo* (+830). U tom su području ranije zvečevski staklari vadili feldspat iz pegmatita za proizvodnju stakla. Teren je izgrađen od biotitskog i biotit-amfibolskog gnajsa. Žile pegmatita su debele od nekoliko mm do 50 cm. Deblje žile do 2 m su rijetke, a najveće tijelo je na *Đukinoj Kosi* (Veliki Debeljak) dugo preko 25 m, široko od 3-8 m, a visoko 3-5 m. Nalazi se u uškriljenom sitnozrnatom granit-gnajsu. Iz njega je izvađeno 30 t muskovita, od toga 10 t iz jednog gnijezda. U *Malom Debeljaku* (Breza) 2 km jugozapadno od Velikog Debeljaka pegmatit je deo 2 m, sastoji se od mikroklinpertita s 20 x 20 cm velikim gnijezdima kvarca i muskovita s listovima od 10 x 10 cm. Golub & Šiljak (1965) ispitali su laboratorijski **muskovit** iz pegmatita *Točka*. Kemijskom analizom utvrdili su i sadržaj **fluora** (0.21% F) koji indicira da se radi o metasomatsko-injekcionim pegmatitima. U njemu je nađena i družica 1 cm velikih kristala granata. Na vrhu *Točak* otkrivene su raskopima žile i nepravilna tijela pegmatita istih karakteristika kao oni na Debeljaku. Muskovit je koristilo poduzeće iz Grubišnog Polja za elektroizolacione materijale, a feldspat je slan u Jugokeramiku. Ranije, oko 1910. god., kvarc se koristio u staklari Zvečevo. U istočnom Papuku (*Jankovac, Druma, Razboj, Torinačko brdo te Rusta*) izgrađenom od mikroklinskog porfiroblastičnog gnajsa nalaze se brojne pegmatitske žile, među njima i deblji pegmatiti.

Jurković et al. (1970) pišu o dva tipa pegmatita: metasomatsko-injekcioni i žilni pegmatiti. Kod manjeg broja žila utvrđena je zonarna građa koja se manifestira (a) povećanjem zrna prema sredini ili (b) promjenom granuliteta i količinskih odnosa minerala (rijetki su s

inverzijom strukture). Glavni minerali su **mikroklin i mikroklinpertit**, slijede **kvarc, albit-oligoklas, muskovit i biotit**. Rijetki su pegmatiti s podjednakim udjelom mikroklina i albita. Akcesorni minerali su **granat, turmalin, cirkon, apatit i coisit**. S fluorescentnom svjetiljkom utvrđeni su **šelit i monacit**.

Jamičić et al. (1987) i Jamičić et al. (1989) opisuju nalaz žila i nepravilnih, izduženih gnijezda pegmatita u dolinama potoka *Gudno, Budanica, Vojlovica, Radetina, Krajčinovica*, srednjeg toka *Brzaje* i to u migmatitskim gnajsevima. Sastav pegmatita: **mikroklinpertit, kvarc, muskovit, kiseli plagioklas**, rijedak **biotit**. Kao akcesorni minerali javljaju se, lokalno **granat, turmalin i cirkon**.

Marković (2002) piše da je u Psunju otkopana samo jedna tanja žila pegmatita dok su u Papuku nađene najznačajnije pegmatitske pojave. Osobito brojne su žile pegmatita u srednjim tokovima potoka *Gudno, Budanica, Vojlovica*. Sličnih pegmatita ima u granitima Voćina, kod *Ljutoča*. Neke žile su deblje od 3 m, ali nisu istraživane.

Problem geneze pegmatita. Tučan (1904) zastupa stav da su svi pegmatiti Moslavačke gore nastali lateralnom sekrecijom (hidrogenetska teorija).

Jurković (1962), na temelju diskusija s Raffaellijem i Vragovićem, zastupa stanovište da uz dominantne metasomatsko-injekcione pegmatite vezane na procese metamorfizma postoje i juvenilni pegmatiti koji se javljaju u vidu oštro oivičenih žila tanjih od 50 cm pretežno konkordantnih folijaciji metamorfita. Jurković et al. (1970) također smatraju da su žilni pegmatiti juvenilnog porijekla vezani na I-granite. Postojanje juvenilnih pegmatita zastupaju i Jamičić et al. (1987, 1989) i Marković (2002).

Do sada nisu izvršena specijalna ispitivanja pegmatita na sastav REE, mikroelemente, izotope kisika, fluidne inkluzije. Na osnovi dosadašnjih rezultata ispitivanja pegmatita **može se tvrditi da su svi ili gotovo svi pegmatiti slavonskih planina metasomatsko-injekcioni**. Pojave juvenilnih pegmatita vezanih na I-granite nisu do sada dokazane. Pegmatiti su u slavonskim planinama vezani prvenstveno na S-granite i migmatite.

Kvarcne žile. Malo je podataka o ležištima kvarca u slavonskim planinama i uglavnom se radi o izvještajima u Arhivu IGI-a u Zagrebu. Babić (1949a) i Marković (2002) izvještavaju o kvarcnoj žili debeloj 0.5 do 1.5 m nasuprot kamenolomu gnajns-granita kod *Zavlake Omanovac* na zapadnom dijelu Psunja. Eksploatirao ju je rudnik grafita Pakrac i otkopani kvarc slao u tvornicu ferolegura u Šibeniku. Bolčić et al. (1958) navode da je u bunaru kod lugarnice u *Motičini Gornjoj* u dubini od 4.5 m nađena kvarcna žila debela 1.5 m. Kvarc se koristio u obližnjoj staklari Marienthal. U radovima Jurković (1962) i Jurković et al. (1970) spominju se pojave tankih, do 50 cm debelih kvarcnih žila koje su uložene konkordantno folijaciji stijena niskog metamorfizma i u porfiroblastičnom gnajsu *istočnog Papuka*. Radi se o mliječnobijelom kvarcu s rijetkim listićima muskovita. Jurković & Pamić (2001) smatraju

da su brojne monomineralne kvarcne žile u stijenama barovijenske serije sinkinematske i postkinematske sekrecije. Pamić (oral comm.) navodi 1 m debelu žilu koja je raskopima otvorena na dužini od 1.5-2 km iznad kamenoloma amfibolita u *Vetovu* na glavnom grebenu Papuka. Jurković (1995) smatra kvarcne žile *Vetova* produktom hercinske metalogeneze.

Mineralizacija I-granita

Mlađi I-graniti probijaju metamorfni kompleks slavonskih planina. Njihovi proboji su uočeni u dolini potoka *Rogoljica*, njenih istočnih pritoka i pri vrhu *Omanovca* u zapadnim dijelovima Pšunja. Veća masa tih granita u dolini potoka *Kišeljevac*, sjeveroistočno od Velike probila je metamorfite. Manjih masa ima u migmatitskim gnajsevima Papuka.

I-graniti su srednje do krupnozrnat i sastoje se iz **mikroklina, kiselog plagioklasa, kvarca, malo muskovita, kloritiziranog biotita**. Akcesorni minerali su **apatit i cirkon**. Sekundarni minerali su **coisit i epidot** (Braun et al., 1989).

Pojava **skarna s volastonitom, titanitom, tremolitom i granatom** na kontaktu s mramorom interkaliranim u klorit-sericitskim škriljancima vezana je na granit u *Kiseljevačkom potoku*. U skarnu nema rudnih minerala (Jamičić, 1988). Jurković (1995) smatra da je skarn u *Kiseljevačkom potoku* produkt hercinske metalogeneze. Prema izjavi B. Šinkovca (oral comm., 2003) uspjelo mu je identificirati u tom skarnu oveći listić **grafita** i nekoliko zrnaca **halkopirita**.

Marci (1971) je opisala tzv. "**reakcione skarnove**" u dolinama *Donje Rašaške* i *Roguljice* u zapadnom dijelu Pšunja na kontaktu intrudiranog I-granita i amfibolita. Izvršila se izmjena hornblende u biotit pri čemu je oslobođeni Ca^{2+} reagirao s ilmenitom i stvorio reakcioni rub **titanita** ponekad i u vidu idioblasta. U zoni kontakta je povećan udio Fe^{2+} , Mg^{2+} i Ca^{2+} , a snižen udio Al^{3+} , Si^{4+} i Fe^{3+} , a sadržaj vanadija povećan za 50% na 1500 ppm.

Marković (2002) navodi pojavu **galenita** 1 km sjeverno od *Velike* koja je otkrivena u XIX stoljeću. Pojava je u vezi s nalazom 1.5 grama teških zrnaca **elementarnog olova** u nekadašnjim pralištima zlata. Oko 1.5 km istočnije nalazi se *Olovni potok*. Moja je pretpostavka da je hidrotermalni galenit u genetskoj vezi sa kiseljevačkim I-granitom.

Mineralizacija urana na Pšunju, Papuku i Krndiji

Na planini **Pšunj** Institut za nuklearne sirovine iz Beograda odredio je 1968. sadržaj urana u vodama (fluorometrijskom metodom) do **0.5 ppb**, a u detritusu od **0.1 - 3.5 ppm U**. Radiometrijski premjer nije dao znakove uranske mineralizacije (Braun & Dravec, 1980).

Na **Papuku** je istraživana **Radlovačka formacija** koja se pruža s obje strane *Radlovačkog potoka* preko *Češljakovačkog Visa*, *Dubočanke*, *Veličanke*, *Radovanke* do potoka *Velinac* (24 x 2-5 km²).

Istraživanje urana u Radlovačkoj formaciji trajala su od 1979. do 1983. godine.

Braun et al. (1984) smatraju da je serija izgrađena od 4 stratigrafske jedinice (mezoritmova). **Prvi ciklus** je prema nalazu flore (Brkić et al. 1974) karbonske starosti, a dublji dijelovi i devonske starosti (Jamičić, 1979; Jamičić et al., 1987). Izgrađuju ga crni i sivi glinoviti škriljavci, sivi pješčenjaci, konglomeratni pješčenjaci i konglomerati, završavajući sa sivim do ljubičastim glinovitim šejlovima. **Drugi ciklus** je izgrađen od sivih do ljubičastih pješčenjaka u izmjeni s crvenoljubičastim siltitima, šejlovima i finozrnim pješčenjacima na koje su vezane pojave urana (Braun, 1984a). To su kontinentalni sedimenti lepezastih delta (fan delta) ili aluvijalno-jezerski talozi. **Treći ciklus** je izgrađen od višekratnih subritmova od konglomerata u bazi do siltita i šejlova u vrhu. U tom ciklusu došlo je do proboja dijabaza i spilita. **Četvrti** je ciklus diskordantan, izgrađen je od više ritmova koji su debeli od 1 do 10 metara, a fluvijatilnog su porijekla (kanalski sedimenti) prelazeći u sedimente podvodnih delti, te u trijasko naslage.

Rudni slojevi pripadaju drugom mezoritm sa ritmičkom izmjenom sedimenata od konglomerata do ljubičastih šejlova. Zeleni i ljubičasti klinovi se klinasto ili poput jezika izmjenjuju vertikalno i lateralno. Uran se javlja u sivim pješčenjacima raznog granuliteta, intarkalirani lećasto, predstavljajući dijelove kanalskih sedimenata koji su taloženi u reduktivnim uvjetima. Utvrđen je kontinuitet mineralizacije u dubinu, ali su rudonosni slojevi tanki i ne postoji ravnoteža između urana i njegovih produkata raspadanja.

Mineralizacija urana otkrivena je 1980. (Braun & Dravec, 1981) radiometrijskom prospekcijom. U 1981. je izvršena poludetaljna radiometrijska prospekcija i regionalna geokemijska prospekcija. U 1982. vršena su detaljna istraživanja u potocima *Kaptol*, *Smrdljivac* i *Cipalovac* i to radiometrijska, emanometrijska, geokemija urana u tlu te geološko profiliranje, određivanje sadržaja urana i drugih elemenata, autoradiografija, analiza ravnoteže urana i njegovih razgradnih produkata (Opić et al., 1988, Dravec-Braun, 1984). Tim istraživanjem utvrđena je mineralizacija u desnom pritoku potoka *Cipalovac*, sjeveroistočno od *Bazove glave* (Braun, 1983) na dužini od 200 m, a djelomice i u lijevim pritocima *Kaptol potoka*. Svi izdanci se nalaze u drugom ciklusu sedimenata. Vezani su na identične litostratigrafske jedinice što ukazuje na sedimentni način postanka uranske mineralizacije. Intenzitet orudnjenja je vrlo promjenljiv, lokalna obogaćenja sadrže do 1500 ppm U. Ekonomska vrijednost orudnjenja je vrlo ograničena, ali su autori (Braun et al., 1984) preporučili daljnje istrage zbog genetskog tipa orudnjenja (Braun, 1981, 1984a,b; Braun et al., 1983a,b, Braun et al., 1984; Oreški, 1985).

U lijevom pritoku *potoka Kaptol* najjača anomalija je kod *Ravne Kose*, u lijevom pritoku, u sivim srednjernatim pješčenjacima (**2500 cps**, 30x iznad fona). S X-ray fluorescencijom izmjereno je **19 ppm U**. Sjeverozapadno od *Medvedaljaka Kose* anomalija je od

250 cps, u kvarcnim konglomeratima sa **20 ppm U**. U *slivu Cipalovac potoka*, u desnom pritoku, sjeveroistočno od *Ravnog brda* i južno od *Ravne Kose* dvije su anomalije, jedna sa **4500 cps** (65x više od fona) sa **3 ppm U**. Oko 100 m uzvodno izmjereno je **1000 cps** (15x više od fona) sa **34-156 ppm U**. U lijevom pritoku *Cipalovac potoka*, na sastavku sa *Smrdljivim potokom*, u pješčenjacima je radioaktivnost **250 cps** sa **126 ppm U**. U *Smrdljivom potoku*, južno od Viljevačke Kose dva eratična bloka pokazuju **6000 cps** (75x više od fona) sa maks. sadržajem od **1479 ppm U**. Bušotina SPB-1 izrađena 1985. u Smrdljivom potoku bila je negativna (Oreški, 1985).

U Radlovačkoj seriji kao najpovoljnija pozicija odabrana je ona u desnom pritoku potoka *Cipalovac*, sjeveroistočno od Bazove glave. Jedna bušotina, 75 m duboka, nabušila je prvi orudnjeni sloj između 28,2-28,6 m sa **580 ppm U**, a od 44,95-45,85 (0.9 m) drugi sloj sa **41 ppm U**. Okolne nemineralizirane stijene imaju ispod **10 ppm U**. Ultravioletnom svjetiljkom utvrđena je prisutnost **autunita**. (Oreški, 1985). Pomanjkanje ravnoteže između urana i uranskih razgradnih produkata radioaktivnog raspadanja s migracijom urana ukazuje na infiltracije koje su dovele do lokalnog obogaćenja u srednje-krupnozrnatim pješčenjacima.

U 1980. otkriveno je 7 anomalija, u području *Ninkovačkog potoka*, u zoni dugoj 1.1 km, u pješčenjacima, konglomeratima, siltitima (0.25 km²). Ta litostratigrafska jedinica se nalazi unutar klorit-sericitske serije od *Ninkovačkog potoka* do *Vinkovačke Kose* dalje na istok. Najjače anomalije su Zmago 1 i 2. Sa X-ray fluorescencijom utvrđen je maksimalni sadržaj od **300 ppm U**, dok je γ -spektrometrijskom metodom određeno **150 ppm U**. Radioaktivnost je iznosila **200-600 cps**. Dominantan mineralizirani litološki član je srednje-krupnozrni pješčenjak (lokalno konglomerat) s kloritoidom. Mineralizacija je jako neujednačena, uranosisni horizonti su tanji od 1 m (Braun et al., 1983a, b).

Anomalija greben je duga 200 m, široka 6-10 m. Istražena je emanometrijski i α -tragovima, γ -spektrometrija je dala **375 ppm U**, a X-ray fluorescencija **186 ppm U**. Mineralizirani su krupnozrni pješčenjaci, grafitični škriljavci i siltiti klorit-sericitske serije. *Anomalija Štef* zapadno od Ninkovačke Kose proteže se do Hercegovačkog potoka - γ spektrometrija je dala maksimum od **100 ppm U**, a α -ray fluorescencija **219 ppm U**. Mineralizirani su sitno do krupnozrni pješčenjaci s kloritoidima iz klorit-sericitske serije.

U 1981. istraživano je područje *Petrov vrh* i *Kapovac* (na sjeveru), *Mala rijeka* (na jugu), izvorište *Male rijeke* (na zapadu), *Šankovac* (na istoku). U tom području ispitivan je *Petrov vrh*, *Čaćina Voda* te *Remetska rijeka*. U *Remetskoj rijeci* je nađen maksimum od **834** i **604 ppm U**. Ispitivanje je izvršeno emanometrijom, radiometrijom i γ -spektrometrijom.

U području *Šankovca* i *Čaćine Kose* detaljnim istraživanjem je γ -spektrometrija dala **37.5 ppm U**. Oreški (1985) piše da su u Ninkovači izrađene 4

bušotine, a u Remetskoj rijeci jedna bušotina. U 1985. je izrađeno 6 bušotina NNB 12,13,14,15,16 u Ninkovačkom potoku RRB-1 u Remetskoj Reci i Vranovu (Oreški, 1985). Tri su bile pozitivne. Utvrđen je sadržaj od **100-300 ppm U**; a radioaktivnost od **200-600 cps**.

Identificirani su slijedeći uranski minerali: primarni **kofinit** i sekundarni **autunit**, **uranospinit**, **uranospatit**, **U-Fe-Ti oksidi**, **hidroksidi** i **fosfati**. U toku epigeneze nastala su obogaćenja duž klivaža (Braun et al., 1983a,b).

Mineralizacija genetski vezana na dijabaze (spilite)

U dolinama *Radlovačkog potoka*, *Velinca* te u izvorišnom dijelu potoka *Dubočanka* i na drugim lokacijama javljaju se nepravilne žice, ili nepravilna tijela spilita (dijabaza) ili su interstratificirani u karbopermskim naslagama. Sastav: **albit**, **klorit**, **aktinolit**, **hornblenda**, **relikti klinopiroksena**, **kalcit** i **magnetit** (Jamičić et al., 1987).

Spiliti se javljaju u području *Brezovog Polja* i na hrptovima koji se spuštaju prema *Strmcu* u vidu žila, nepravilnih ili interstratificiranih (Jamičić et al., 1989).

Azbest u vidu vlakana dužine do 10 cm javlja se uzduž ploha jačeg klizanja unutar spilita (dijabaza) (Jamičić et al., 1987, 1989).

Malahit se javlja u subarkoznim metagrauvakama Radlovačke serije. Pojave su samo mineraloškog značaja s maksimalnim sadržajem od 0.47 % Cu. Halkopirit je vjerojatno glavni primarni mineral (Braun et al., 1983).

Spekularit (tinjčasti hematit) je nađen u vidu nekoliko cm debelih i desetke cm dugih žilica u porfiroblastičnim gnajsevima i granitima u okolini *Jankovca*. Jamičić et al. (1987) smatraju da su genetski te pojave vezane na mlađu magmatsku aktivnost. Isti autori našli su **spekularit** s **dolomitom** i **piritom** sjeverozapadno od *Gazije* na dvije susjedne površine veličina 2x2 m na kontaktu filita sa siltitom. Pojave **pirita** su česte u amfibolitima, granitima i gnajsevima sjeverno od Velike kao i manje intenzivno u sericitskim škriljavcima jugozapadno od Orahovice. Marković (2002) navodi pojavu **hematita** kod sela *Rogolji*, uz *potok Čeliju* na Psunju. Piše i o starom šljakištu željezne rude južno od *Bohora* (sjeverna strana Drače), te o fragmentima **magnetita** u aluviju *Cernika*.

Talk-kloritni škriljavci istočnog dijela Psunja

Prve podatke o istraživanju talk-kloritnih škriljavaca zapadno od sela *Orljavac* i *Koprivna* na istočnim padinama Psunja dali su Kišpatić (1891), Jovanović et al. (1956) i Šinkovec (1960,1961), a publicirao ih je Jurković (1962). Naknadne podatke dali su Sila (1962) i Šinkovec et al. (1963). Rudarsko-geološko istraživanje vršeno je od 1959. do 1962. U seriji zelenih škriljavaca pružanja NE-SW, u dužini od 5 km i širini od 1 km uloženi su konkordantno brojni tanji (dm) i deblji (1-4 m) milovkine škriljavci izgrađeni od "milovke" kvarca,

kaolina, kalcita, pirita. Jurković (l.c.) smatra da su rudne pojave nastale u tektoniziranim zonama djelovanjem hidrotermalnih ili pseudohidrotermalnih otopina. Kratak zapis o steatitu dao je Paskiević (1941a, b).

Detaljno laboratorijsko i terensko istraživanje proveli su Ščavničar & Šinkovec (1964). Naročitu pažnju posvetili su glavnom rudnom sloju u *Orasi potoku* debelom 1-10 m, u prosjeku 2-4 m koji je praćen s nekoliko tanjih slojeva. Zona orudnjenja se pruža od

sela *Orljavca* na sjeveroistoku do sela *Šnjegovići* na jugozapadu (7x1.5 km). Rudarski je istražena na dužini od 450 m i dubine od 125 m.

X-Ray, DT, TG, optička i kemijska ispitivanja dala su slijedeći mineraloški sastav: **klinoklor**, **talk**, **kvarc**, **hidrotinjac**, **kalcit**, ± **albit** (tabela 2). Koncentrati dobiveni rudarenjem uspješno su zamijenili talk u nekim industrijskim procesima.

Tablica 2. Mineralni sastav talk-kloritnih škriljavaca iz Orljavca (istočni Psunj)

Table 2. Mineral composition of talc-chlorite schists from Orljavac (eastern part of Mt. Psunj)

| | klinoklor | talk | kvarc | hidro- tinjac | kalcit | albit | vлага |
|---------------------------|-----------|------|-------|------------------|--------|-------|-------|
| Rovna ruda (sr. vr.) | 53.91 | | 28.73 | 4.48 | 7.40 | 4.73 | 0.75 |
| Frakcija <50 μ rovne rude | 66.03 | | 25.18 | 5.55 | 2.20 | – | 1.04 |
| Koncentrat prve etaže | 73.56 | 3.10 | 16.55 | 4.25 | 1.09 | – | 0.85 |

Ščavničar & Šinkovec (1964) su postavili hipotezu o metasomatskom procesu otopinama oslobođenim za vrijeme metamorfizma u dubini. Protolit je bio dolomitični lapor. Otopine su preferirale određene slojeve, koncentrirale Mg^{2+} ione, eliminirale topive komponente i stimulirale kristalizaciju klorita.

Jurković et al. (1970) pišu da je rudnik "talka" sa separacijom proradio 1963. s kapacitetom od 1500 t/god. U pogonu je bio kratko, nepoznato vrijeme. Oplemenjivanjem rovne rude koncentracija klorita i talka je znatno povišena pa se ruda koristila kao punilo u industriji papira i u proizvodnji insekticida.

Jamičić et al. (1987) pišu da u sjevernoj padini *Točka* ima nepravilnih masa i alohtonih blokova peridotit-serpentinita na kojem su uočene promjene u serpentinite ili u serpentin-talk-aktinolitne škriljavce. Marković (2002) pronalazi podatak da je iz nanosa *Kesten potoka* izvađeno 15 t pirofilita i talka u razdoblju od 1937-1939. Kod *Oble glave*, zapadno od sela Koprivna na lokaciji *Čatrnja* otkopano je 150 t "talka" za tvornicu u Borovu. Talk je nađen i u Šnjegoviću. Pamić (oral comm.) smatra da je ležište nastalo iz serpentinita.

Kloritne žice jugozapadnog dijela Psunja. Kloritne žice u dolinama potoka *Jezerine* i *Rašaške* opisali su Marci et al. (1975). Utvrdili su slijedeću paragenezu: **klorit** (dominantan), **kvarc**, **kalcit**, **pirit**, **turmalin**, **adular** i **hornblenda**. Zastupljeni su slijedeći varijeteti klorita: **lavalit**, **Fe-ripidolit**, **delesit** i **piknoklorit**. Klorit i dijabazi na obližnjem brdu *Trešnjica* imaju vrlo sličan sastav mikroelemenata, osobito je karakterističan **kobalt** (B. Ščavničar, 1965). Zbog toga se smatra da su kloriti i dijabaz u genetskoj vezi.

Pojava klorita u Papuku. U zoni niskometamorfnih škriljavaca, u selu *Kamenski Vučjak* B. Ščavničar (1965) je ispitala detaljno gust, kompaktni, monomineralni agregat zelenog **ripidolita**. Nađen je u prvom desnom pritoku potoka *Vranovo*.

Slovenec (1986) je istražio nekoliko tanjih žilica **kvarca** sa štapičastim (1.5 cm dugim) kristalčićima **andaluzita** djelomice rastrošenog u **margarit** i **muskovit**. Nađene su na putu od *Strmca* prema Brezovom Polju (jugoistočni Papuk) u tinjčastim škriljancima. Isti autor je u jezgrama bušotina niskometamorfnih škriljavaca u *Ninkovačkom potoku*, u *Velikom Sankovcu* našao **pirofilit**, a u jezgrama bušotina u *Kaptol potoku* i *Cipalovac potoku* **paragonit**.

Za potrebe građenja otkopavani su spilitizirani **dijabazi**: u potoku *Radlovac*, jugozapadno i sjeverno od *Orahovice* (dobro mehanizirani kamenolom), a sjeverno od Velike nađen je dijabaz pogodan za eksploataciju (Jamičić et al., 1987; Marković, 2002).

Kvarciti kao građevni kamen

Kvarciti planina **Papuka** i **Krndije** su slabo metamorfozirani kvarcni pješčenjaci permotrijaske starosti. Leže iznad filitnih konglomerata i čine prelaz u donjotrijaske naslage, a dijelom vjerojatno pripadaju i donjem trijasu (Jamičić et al., 1987). Protoliti kvarciti su subarkozni pješčenjaci, protokvarciti. Vezivo je sericitno, dijelom kvarcno i karbonatno. Zelenkastosive su boje. Dimenzija zrna je od 0.07-0.170 mm. U mineraloškom sastavu dominantan je **kvarc**, a podređeni su **plagioklas**, **muskovit**, **partikule kvarcovitih stijena**, **čerta**, a akcesorni minerali su **cirkon**, **rutil**, **turmalin**, ± **leukoksen**, ± **ilmenit**, ± **granat**. U tabeli 3 su dane karakteristične kemijske analize kvarciti.

Tablica 3. Kemijske analize kvarcita u Papuku i Krndiji (u %)
 Table 3. Chemical analyses of quartzites at Mt. Papuk and Mt. Krndija (%)

| Lokalitet | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | Na ₂ O + K ₂ O | Gub. žar |
|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|------|-----------------|--------------------------------------|----------|
| Velinac | 85.4 | 5.5 | 0.9 | 1.8 | 0.7 | 2.3 | 1.6 | 1.0 |
| Košted | 90.1 | 5.0 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 0.3 |
| Petrov Vrh | 89.4 | 4.6 | 0.3 | 1.1 | 0.6 | 1.4 | 1.3 | 0.5 |
| JZ Orahovica | 92.32 | 3.0 | 0.45 | 2.1 | 0.7 | | | |
| Gornja Motičina | 88.4 | 6.03 | | 3.3 | 2.03 | | | |

Zapadno od *Motičine Gornje* greben je izgrađen od kvarcita, što je naročito vidljivo na pozicijama *Koješin Gaja* na zapadu, *Balun-Pijeskova* na južnim padinama (debeljina sloja 50-80 m) i *Kopčićevog brda* na sjeveru (Jurković, 1948; Bolčić et al. 1958).

Kamenolom kvarcita (1938-1950.) se nalazio jugoistočno od *Sirača* (Psunj) u predjelu *Mračani*, uz potok *Želinjak*, 3 km od sela Orašje. Služio je za posipanje cesta. Sličan kamenolom kvarcita postojao je u sjeverozapadnom Papuku, južno od potoka *Toplica*.

Kod *Velinca*, desnog pritoka *Dubokog potoka*, jugoistočno od *Zvečeva* je napušteni kamenolom permotrijaskog kvarcita u naslagama debelim 15 m (Babić, 1949a). Radi se o **kvarcvaki** sa zrnima od 0.07 do 0.150 mm. Sporedni sastojci su **plagioklas**, **muskovit** i detritarne partikule kvarcnih stijena. Akcesorni minerali su **cirkon**, **turmalin**, **granat**. Matriks čine obilan mikrokristalast kvarc i lističav sericit. (Krkalo & Šimunić, A., 1979).

Naslage kvarcita debele 40-50 m eksploatirane su kod *Košteda*, sjeverno od *Stražemana*. Metakvarciti su u izmjeni s metagrauvakama. Mineraloški sastav metakvarcita: **kvarc**, malo **feldspata**, rijedak **čert** i **muskovit**. Akcesorni minerali su **cirkon**, **rutil**, **turmalin**, **leukoksen**, **ilmenit**, "**limonit**". Prisutno je vrlo malo matriksa. Zrna su veličine od 0.07-0.17 mm.

U dolini potoka *Veličanka*, 7 km sjeverno od Velike na poziciji *Duboka* nalaze se crvenkastosmeđi manje sivi kvarciti.

Jugozapadno od Orahovice u potoku *Hercegovac*, na lokaciji *Planina* otkriveni su **kvarcni filiti**. Ima ih na brdu *Kapovac* (+792), zatim ispod *Petrovog vrha* (+697), te jugoistočno od sela *Gazija* (Peskovi) (Krkalo & Šimunić, 1979).

U *Petrovom vrhu* postoji napušteni kamenolom kvarcita sjeverozapadno od usjeka ceste Kutjevo-Orahovica. Stijena je kvarcvaka (zrna 0.05 do 0.12 mm). Mineraloški sastav vrlo sličan prethodno opisanim s bogatim matriksom. (Krkalo & Šimunić, A., 1979).

Kod *Petrovca*, 5 km jugozapadno od *Gazija* te kod *Kerekuša*, 3 km južno od *Gazija* otkapali su se permotrijaski kvarciti i konglomerati (Marković, 2002).

Istraživanje permotrijaskih naslaga na uran

U **permotrijaskim naslagama Papuka** nađeni su samo tragovi urana (Oreški, 1985). U dolinskom detritusu

između *Male i Velike Toplice* te *Bastaja* i *Koreničana* nađeno je u prosjeku **1.62 ppm U**, maksimalno **22.3 ppm U**. Najveće su vrijednosti na kontaktu s granitom. Vode uz taj kontakt imaju do 50 puta viši sadržaj radona od fona (max. **2800 cps**). Braun (1984a) smatra da bi uranosne mogle biti starije (neotkrivene) permske naslage kao što su u Žirovskom Vrh (Slovenija) i Meczeku (Mađarska).

Bušotina u *Toplici*, na krajnjem sjevernom dijelu Papuka, istočno od Daruvara prolazeći kroz permotrijaske naslage ušla je u granite, ali nisu bili radioaktivni (Oreški, 1985).

Na 30 km² izvršena je radiometrijska prospekcija i emanometrija izvorskih voda (Rn i Ra u vodi). U granitima je utvrđena povišena radioaktivnost, a u permo-trijaskim stijenama samo na 2 lokacije. U izvorskim vodama povišen je **Rn**, ali **Ra** je vrlo nizak što upućuje na zaključak da je Rn migrirao iz dubljih dijelova granita.

Geokemijska istraživanja aluviona na Psunju

Analizirana je 1968. površina od 50 km² planine Psunj između potoka *Rašaška* na sjeverozapadu, preko izvorišta potoka *Sirovnice* i *Vodostaja* na sjeveru, zatim do potoka *Javornica* na istoku, te do pritoka gornjeg toka *Trnavke* na jugu. Na zapadu od *Rašaškog bunara* do ušća *Prve, Druge i Treće Rašaške potoka*.

Analizirani su uzorci detritusa u potocima južnog dijela Psunja na sadržaje **olova**, **cinka**, **bakra**, **nikla**, **kobalta**, **željeza** i **mangana** (Braun & Dravec, 1981). Analize su vršene aparatom Beckman 485, double beam AAS s autolaminiranim plamenikom.

Nađene su anomalije u slijedećim potočnim nanosima: *Rekavica potok* (Cu,Zn,Mn), *Šibnjački potok* (Cu,Zn,Pb,Co,Mn), *pritoci Šibnjačkog potoka* (Pb,Fe), *Jelen potok* (Cu), *Crnac potok* (Cu), *Gornje Jezerce potok* (Cu,Co,Fe), *Sredelj potok* (Cu, Zn, Pb,Ni,Co), *Bukin potok* (Cu), *Sivornica potok* (Co), *pritok Sivornice* (Ni, Mn), *Crni potok* (Co,Fe), *Šagovina potok* (Fe), *Šapovac potok* (Mn), *Đukin potok* (Zn,Pb), *Stara Reka potok* (Zn,Fe,Mn), *Rašaška Treća potok* (Zn,Pb), *Ribnjački potok* (Pb), *Gradina potok* (Ni), *desni pritok Rekavice* (Fe), *Jezerko potok* (Mn), *Ostružnica potok* (Mn).

Geokemijsko istraživanje je provedeno kako bi se indicirale do sada neotkrivene hidrotermalne pojave na čiju prisutnost upućuju navedene polimetalne anomalije.

Bivarijantni korelacioni odnosi izraženi koeficijentom korelacije pokazuju na dendrogramu dvije grupe elemenata u stohastičkoj vezi (a) Mn, Fe, Cd i (b) Ni, Cu, Zn (slabija veza). Pb je slabo vezan na Zn.

U reliktnoj gornjopermskoj lateritskoj kori trošenja formiranoj na biotit-muskovitskom gnajsu u izvorišnom dijelu *Olovnog potoka* nađeno je 536 ppm **La**, **Ce** i **Nd** (Braun et al., 1983).

Rezistati

Podatke o **zlato**, **šlitu**, **monacitu**, **cirkonu**, **rutilu** nalazimo u radovima Hauer (1852), Kišpatic (1878), Pilar (1883), Kišpatic & Tučan (1914), Tučan (1919, 1953), Jurković (1962), Jamičić et al. (1987, 1989) i Marković (2002). Dodatni podaci se nalaze u izvještajima fonda Instituta za geološka istraživanja u Zagrebu: Bolčić (1949), Šćavničar (1951), Jović (1955), Maksimović & Petrović (1955), Mesić (1956), B. Šćavničar (1951), te Šćavničar & Jović (1955).

Psunj. Zlato je nađeno u *Rogoljici* i potocima sjeverozapadnog Psunja, **šlit** u *Barskom potoku*, *Dubaji* (sjeverozapadni Psunj), gornjem toku *Šumetlice*, *Rašaškoj*, *Sloboštini*, *Rogoljici*, potocima sjevernog Psunja, a **monacit** je nađen u potocima i njihovim pritocima u sjevernom Psunju.

Papuk. Zlato je nađeno u *Šamanovici* (pritoka Brzaje), *Brzaji*, *Veličanki*, kod *Velike*, kod *Kutjeva*, u *Ravnoj gori*; **šlit** u *Šamanovici*, u potocima *Krajna*, *Šeginac*, *Glogovac*, *Pištanska Reka*, *Vojkovačka Reka*, *sjeverna Pakra*, *pritoci Brzaje*; **monacit** u potoku *Luke*, te *pritocima Ravne gore*, *sjeverne Pakre*; **cirkon** je u potocima *Ravne gore* i *Stražemanki*; a **rutil** u *Brzaji*, potoku *Luke*, *Stražemanki*, *Veličanki*, *Radovanki*.

Paleorezistati zlata. U naslagama donjeg miocena kod *Velike*, *Kutjeva* te *Gradišta* nađeno je 1.03, 1.25 i 3.58 g/t **zlata**.

Minerali rezistata potječu iz stijena metamorfih kompleksa slavonskih planina. Dio zlata mogao bi biti iz postpaleozojskih riolita.

Rezistati kvarca. U *Radušinu*, 100 m od sela blizu željezničke pruge *Gazija* postoje naslage **kvarca** od nekoliko tisuća tona (Bolčić et al., 1958).

Kod *Humljana-Kokočaka-Krajne-Gornjeg Pištana* ima mnogo kvarcnog pijeska i šljunka sa feldspatima, tinjcima i glinom. Sirovina bi mogla biti nakon pranja pogodna za proizvodnju stakla (Bolčić et al., 1958).

Krkalo & Šimunić, A. (1979) su našli na poziciji *Točak* sjeveroistočno od Zvečeva (Kota 807) veću količina kvarca sa 99% SiO₂ koji potječe iz eksploatiranih pegmatitskih žica. Kod *Našičkog Gradca*, 400 m od ceste Našice-Kutjevo ima nanosa valutica **kvarca**.

Primljeno: 10.07.2003.

Prihvaćeno: 30.10.2003.

Zahvalnost

Ministarstvu znanosti i tehnologije zahvaljujem za financijsku pomoć kod istraživanja. Posebno se zahvaljujem Dipl. prof. biol. Blanki Celinščak za pomoć pri izradi geološke i metalogenetske osnove Moslavačke gore i slavonskih planina.

Literatura

A. Publicirani radovi

- Balen, D., Schuster, R. & Garašić, V. (2001): A new contribution to the geochronology of Mt. Moslavačka Gora (Croatia). In: PANCARDI 2001. II Abstracts, editors: A. Adam, L. Szarka & J. Szendrői, DP-2, Sopron, Hungary, 19-23,09,2001.
- Barić, Lj. (1954): Biotitno-kordijeritski škriljavac s andaluzitom iz Jaske potoka u Moslavačkoj gori. *Geologija*, 2, Ljubljana.
- Barić, Lj. (1956): Prethodna istraživanja kontaktolita u Moslavačkoj gori., *Ljetopis JAZU*, 61.
- Barić, Lj. (1972): Kontaktno-metamorfni mramori iz okolice Podgarića u Moslavačkoj gori (Hrvatska). VII kongres geologa SFRJ, 2, 1-28.
- Braun, K. (1984a): Istraživanje urana u SR Hrvatskoj (1978-1983). Savj. "Rezultati dosadašnjih i pravci daljih istraživanja nuklearnih sirovina". Zbornik savjet., 62-98, Beograd.
- Braun, K. (1984b): Konceptija daljnjih istraživanja urana na području SR Hrvatske. Savjetovanje "Rezultati dosadašnjih i pravci daljnjih istraživanja nuklearnih sirovina". Zbornik radova, 328-348, Beograd.
- Braun, K., Dravec, J., Slović, V., Crnogaj, S., Valković, V. & Makjanić, J. (1983): Pojave mineralizacije urana na Papuku i Krndiji.- *Geol. vjesnik* 36:111-115, Zagreb.
- Brkić, M., Jamičić, D., & Pantić, N. (1974): Karbonske naslage u Papuku (sjeveroistočna Hrvatska).- *Geol. Vjesnik* 27:53-58, Zagreb.
- Dravec-Braun, J. (1984): Usporedba rezultata regionalne radiometrijske i geokemijske prospekcije urana na području Papuka i Krndije. Savjet. "Rezultati dosadašnjih i pravci daljih istraživanja nuklearnih sirovina". Zbornik savj., 348-358, Zagreb.
- Firsova, S. O., Cipurskij, S. J., Čerkašen, V. J. & Šatskij, G. V. (1988): Rentgenografičeskoe izučenie u glerodistih vešestv i problema grafitovoga termometra.- *Lit. pol. Iskop.* 5, 72-82.
- Garašić, V. (1993): Metamorphic conditions of amphibolite facies rocks from Moslavačka Gora (in Croatian). M. Sc thesis, Univ. of Zagreb, pp. 142.
- Golub, Lj. & Šiljak, M. (1965): Muscovite from Točak (Papuk, Croatia). *Acta geologica*, 4, 333-359, Zagreb.
- Guilbert, M. J. & Park, Jr. F (1986): *The Geology of Ore Deposits*, 1985 pp., W. H. Freeman and company, USA.
- Hauer, F. (1852): Vukotinovich Abhandlung über die Beschaffenheit des Moslaviner Gebirges. *Jhrb. Geol. Reichsanstalt*, I 171, Wien.
- Jamičić, D. (1979): Prilog poznavanju tektonskih odnosa Papuka i Krndije.- Zbornik radova IV god. znanstveni skup Sekcija za primjenu geologije, geofizike i geokemiju znanstvenog Savjeta za naftu, 199-266, Zagreb.
- Jamičić, D. (1983): Strukturni sklop metamorfih stijena Krndije i južnih padina Papuka.- *Geol. vjesnik* 36:51-72, Zagreb.
- Jamičić, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina. Doktorska disertacija. 152 str., Sveučilište u Zagrebu.
- Jamičić, D., Brkić, M., Crnko, J. and Vragović, M. (1987): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Orahovica (2-33-96) s tumačem.- Savezni geološki zavod, Beograd.
- Jamičić, D., Vragović, M., and Matičec, D. (1989): Tumač OGK SFRJ 1:100.000, list Daruvar, pp. 55, Beograd.
- Jerinić, G., Pamić, J., Sremac, J. & Španić, D. (1994): Palynological and Organic-Petrographic Data on Very Low and Low-Grade Metamorphic Rocks in the Slavonian Mountains (Northern Croatia).- *Geologia croatica* 47/2:149-159, Zagreb.

- Jovičić, D., Oreški, E. & Kraljeta, B. (1992): Ležište arhitektonskog kamena granit "zebrato" (Ravna gora-Papuk) Croatia. Rud. geol. naftni zbornik, 4, 127-138, Zagreb.
- Jurković, I. (1962): Rezultati naučnih istraživanja rudnih ležišta Hrvatske.- Geol. vjesnik 15/1, 249-294, Zagreb.
- Jurković, I. (1995): Metalogenija paleozoika Dinarida na području Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Zapadne Makedonije.- I Hrvatski geološki kongres, Opatija 1995. Zbornik radova, knjiga I, pp. 275-280, Zagreb.
- Jurković, I. & Pamić, J. (2001): Geodynamics and metallogeny of Variscan complexes of the Dinarides and South Tisia as related to plate tectonics.- Nafta 52(9), 267-284, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1878): Slike iz rudarstva.- Poučna knjižnica Matice Hrvatske, 2, 8+231, 40 sl., Zagreb.
- Kišpatić, M. (1889): Kristalinski trup Moslavačke gore. Rad JAZU, 95, 24-51, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1891): Kloritoidni škrljnjavac iz Psunja. Rad JAZU, 104, 3-8, Zagreb.
- Kišpatić, M. (1901): Rude u Hrvatskoj. Rad jug. akad. znanosti i umjetnosti, knj. 147, Zagreb.
- Kišpatić, M. & Tučan, F. (1914): Slike iz rudstva. Matica Hrvatska, pp. 381, Zagreb.
- Koch, F. (1899a): Grafit od Hambarišta kod Rogolja u Psunju. Glasnik Hrv. Narav. Društva 10/6:231-234, Zagreb.
- Koch, F. (1899b): Prilog geološkom poznavanju Moslavačke gore. Rad JAZU, 139(27), 1-28, Zagreb.
- Korolija, B., Vragović, M., Crnko, J. & Mamužić, P. (1985): Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ 1:100.000, list Bjelovar, Sav. Geol. zavod, 1-45, Beograd.
- Landis, C. A. (1971): Graphitization of disperse carbonaceous material in metamorphic rocks.- Contrib. Miner. Petrol., 30, 34-45.
- Marci, V. (1971): Metasomatski procesi u kontaktnim zonama granita i amfibolita na području Donje Rašaške (Psunj): Geol. vjesnik, 24:123-131, Zagreb.
- Marci, V. (1973): Petrogenesis of granites from Mt. Psunj (in Croatia). Acta geologica, 7, 179-231, Zagreb.
- Marci, V., Međimorec, S., and Šćavničar, S. (1975): Žilne pojave klorita u jugozapadnom dijelu Papuka.- Geol. vjesnik, 28:217-241, Zagreb.
- Marković, S. (2002): Hrvatske mineralne sirovine, 544 str. Izdanje Inst. geol. istr., Zagreb.
- Opić, L., Oreški, E., and Jamičić, D. (1988): Primjena statističkih metoda kod istraživanja urana na Papuku.- Geol. glasnik, posebna izdanja VI, Zbornik radova VI skupa sedimentologa Jugoslavije, 165-175, Titograd.
- Palinkaš, A. L., Balogh, K., Strmić, S., Pamić, J. & Bermanec, V. (2000): Ar-Ar-dating and fluid inclusion study of muscovite from the pegmatite of Srednja Rijeka, within granitoids of Moslavačka gora Mt., North Croatia. In: "PANCARDI 2000. Special Issue, Abstracts", B. Tomljenović, D. Balen & B. Saftić (Eds), Vijesti 37(3), 95-96, Dubrovnik.
- Pamić, J. (1990): Alpinski granitoidi, migmatiti i metamorfiti Moslavačke gore i okolne podloge Panonskog bazena (Sjeverna Hrvatska, Jugoslavija).- Posebna izdanja JAZU, 10, 7-121, Zagreb.
- Pamić, J., Lanphere, M. & McKee, E. (1988): Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in southern parts of the Panonian Basin.- Acta geologica 18:13-39, Zagreb.
- Pamić, J. & Lanphere, M. (1991): Hercynian granites and metamorphic rocks from the Mts. Papuk, Psunj, Krndija, and the surrounding basement of the Pannonian Basin in Slavonian (Northern Croatia, Yugoslavia). Geologija 34:81-253, Ljubljana.
- Pamić, J. & Jurković, I. (2002): Palaeozoic tectonostratigraphic units of the northwest and central Dinarides and the adjoining South Tisia. International Journal of Earth Sciences, 91, 538-554.
- Pilar, Gj. (1883): Rudarstvo u Hrvatskoj. Rad JAZU, 68, 217-228, Zagreb.
- Raffaelli, P. (1965): Metamorfizam paleozojskih škrljnjavaca u području Ravne gore (Papučko gorje – Slavonija).- Geol. vjesnik 18/1, 61-111, Zagreb.
- Slovenec, D. (1986): Nalazi pirofilita, paragonita, margarita i glaukonita u stijenama slavonskih planina.- Geol. vjesnik 39:61-74, Zagreb.
- Šćavničar, B. (1965): Termičke strukturne i kemijske karakteristike klorita s Papuka.- Geol. vjesnik 18/2: 269-280, Zagreb.
- Šćavničar, S. & Šinkovec, B. (1964): Talk-kloritni škrljnci na istočnim obroncima Psunja.- Geol. vjesnik 17:3-18, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1983): Grafit.- Zbornik radova. III Savjetovanje o nemetalničnim mineralnim sirovinama, 273-283, Bled.
- Šinkovec, B. & Krkalo, E. (1994): Graphite Deposits from Mt. Psunj in Slavonia (Eastern Croatia).- Geologia croatica 47/1, 103-126, Zagreb.
- Tučan, F. (1904): Pegmatiti u kristaliničnom kamenju Moslavačke gore. Rad JAZU, 159, 160-208, Zagreb.
- Tučan, F. (1919): Naše rudno blago. Matica Hrvatska, 218 pp, Zagreb.
- Tučan, F. (1953): Nov prinos poznavanju kristalastih stijena Moslavačke gore. Spomenica Miše Kišpatića, JAZU, 39-83, Zagreb.
- Tučan, F. & Barić, Lj. (1955): Petrografska istraživanja Moslavačke gore u 1953. godini. Ljetopis JAZU, 60, 315-316, Zagreb.
- Vragović, M. (1965): Graniti i gnajsi Papuka. Doktorska disertacija, pp. 232, Sveuč. u Zagrebu.
- Vragović, M. & Majer, V. (1980): Prilozi za poznavanje metamorfnihi stijena Zagrebačke gore, Moslavačke i Papuka (Hrvatska, Jugoslavija). Geol. vjesnik, 31, 295-307, Zagreb.
- Wolf, H. (1861/1862): Bericht über die geologische Uebersichtsaufnahme der Districte des Warasdin-Kreuzer und Warasdin-Georger Grenzregimentes.- Verhandlungen der K. K. Geol. Reichsanstalt, p. 216, Wien.

B. Nepublicirani radovi u arhivima i fondovima

- Babić, B. (1949a): Kremeni pijesci, šljunci i kvarciti u NR Hrvatskoj. Arhiv IGI, br 1597, 1-11, Zagreb.
- Babić, B. (1949b): Grafit u Hrvatskoj. Fond Inst. geol. istr. br. 1598, Zagreb.
- Barić, Lj. (1947): Pregled pojava rudnika grafita Brusnik, Golo Brdo i Kaptol - Fond Inst. Geol. istr. br. 735, Zagreb.
- Bolčić, I. (1949a): O pojavama ortoklasa kod Suhaje, Kotar, Čazma. Fond Inst. geol. istr. br. 1593, Zagreb.
- Bolčić, I. (1949b): Pregled kamenoloma Zorovac (Podgarić - Moslavačka gora). Fond Inst. geol. istr. br. 1616, Zagreb.
- Bolčić, I. (1953): Geološki i tehnički pregled kamenoloma u Moslavačkoj gori kod sela G. Jelenska. Fond Inst. geol. istr. br. 2090, Zagreb.
- Bolčić, I. (1954a): Geološki pregled kamenoloma KNO Pakrac. Fond Inst. geol. istr. br. 2287, Zagreb.
- Bolčić, I. (1954b): Geološki pregled kamenoloma Šeovica-Zavlaka kod Pakraca. Fond Inst. geol. istr. br. 2288, Zagreb.
- Bolčić, I. & Jovanović, D. (1954): Rudna nalazišta na području KNO Slavenska Požega, Fond Inst. geol. istr. br. 2301, Zagreb.
- Bolčić, I., Jovanović, D. i Res, D. (1958): Istraživanje vapnenca, diorita, kvarcita i ugljena na području općine Našice. Arhiv IGI br 3045, pp 1-7, Zagreb.
- Braun, K. (1983a): Istraživanje nuklearnih sirovina na području Papuka. Projekt 14/2. Istraživanje pojava uranske mineralizacije u Radlovačkoj seriji. Arhiv IGI, Zagreb, 027/83.
- Braun, K. (1983b): Projekt izrazito prioritarnih istraživanja 14/2. Istraživanje uranske mineralizacije u "Radlovačkoj seriji" na području Papuka za 1983. god. Arhiv IGI, Zagreb, br. 178/83.
- Braun, K. & Dravec, J. (1981): Radiometrijska i geokemijska istraživanja na području Psunja, pp 1-53, Arhiv IGI, Zagreb.
- Braun, K., Valković, V., and Štrumberger, V. (1981): Detaljna istraživanja u području Ninkovača-Široka Tabla (anomalije Zmago-1 i Zmago-2, Arhiv IGI Zagreb, br 8382.
- Braun, K., Dravec, J., Valković, V. (1983a): Poludetaljna i detaljna istraživanja Papuka u 1982. god. Arhiv IGI, Zagreb, br. 098/83.
- Braun, K., Oreški, E., Dravec, J. and Jovičić, D. (1983b): Sinteza rezultata poludetaljnih i detaljnih istraživanja područja Papuka u 1982. godini. Arhiv IGI, Zagreb, br. 135/83.
- Braun, K., Jelaska, V. and Jamičić, D. (1984): Program sedimentoloških, strukturoloških i geokemijskih

- istraživanja uranonsnih naslaga područja Papuka i Krndije. Arhiv IGI, Zagreb, br. 182/84.
- Braun, K., Dravec-Braun, J., & Jamičić, D. (1989): Metalogenetske karakteristike Papuka i Krndije.- Arhiv IGI, Zagreb.
- Filipović, V. (1946): Pojava grafita u okolici sela Brusnik, Kotar, Pakrac. Fond Inst. geol. istr. br. 430, Zagreb.
- Jamičić, D. (1984): Strukturno-geološka istraživanja Požeške gore, Krndije i Papuka u svrhu obrade postojećih pozajmišta građevnog kamena (devet lokaliteta). Fond Inst. geol. istr. br. 134 Zagreb.
- Jovanović, D. (1956): Geološki pregled kamenoloma "Toplica" kod Daruvara. Fond Inst. geol. istr. broj 2663, Zagreb.
- Jovanović, D. (1957): Rezerve granita u području kamenoloma "Šeovice" kao sirovinke baze poduzeća "Slavonija kamen" u Pakracu. Fond Inst. geol. istr. 2909, Zagreb.
- Jovanović, D. & Šikić, D. (1954): Rudna nalazišta u području KNO Sl. Požega. II dio. Fond Inst. geol. istr. br. 2315, Zagreb.
- Jovanović, D., Siber, A., Rozgaj, S. i Lemaić, F. (1956): Zapisnik o istražnim radovima na milovku kod sela Koprivna, NO Kotara Slavonska Požega. Fond Inst. geol. istr., Zagreb.
- Jović, P. (1955): Prethodni izvještaj o istraživanju rijetkih minerala u KNO Slavonska Požega. Fond Inst. geol. istr. br. 2429, Zagreb.
- Jurković, I. (1948): 1) Pregled kvarcita na poziciji Balun-Pjeskovi kod Motičine Gornje; 2) Kvarcni šljunci i pijesci između Humljana i Gornje Pištane kraj Orahovice i Čužinaca. Arhiv IGG br. 715, 1-4, Zagreb.
- Jurković, I. & Marić, L. (1947): Pojava grafitoidne supstane kod Velike, Golog brda, Kaptola i Vetova, te kaolina kod Backog i Novog Sela (sve u okolici Sl. Požege).- Fond IGI, br. 695, Zagreb.
- Jurković, I., Suić, J. & Tajder, M. (1948): Izvještaj o pregledu kamenoloma Slavonije i Baranje. Fond Inst. geol. istr. br. 757, Zagreb.
- Jurković, I., Braun, K., Šinkovec, B. and Vragović, M. (1970): Studija o sadašnjim i potencijalnim ležištima nemetala u SR Hrvatskoj. Feldspati i muskoviti.- Arhiv IGG Zagreb, pp 1-24.
- Krkalo, E. & Šimunić, A. (1979): Detaljna geološka prospekcija kvarca i kvarcita na području Krndije, centralnog i južnog Papuka te sjeveroistočnih padina Pšunja. Arhiv IGG br. 7240, 1-4, Zagreb.
- Kucelj, Z. (1949a): Geološki pregled kamenoloma TT "Granit", Podgarić. Fond Inst. geol. istr., br. 1617, Zagreb.
- Kucelj, Z. (1949b): O granitu Moslavačke gore. Fond Inst. geol. istr., br. 1618, Zagreb.
- Maksimović, S. & Petrović, J. (1955): Mineraloško ispitivanje nanosa rijeka slavonskih planina. Fond Inst. geol. istr., br. 2519, Zagreb.
- Marić, L. (1948): Izvještaj o grafitoidnoj supstanci Brusnika. Fond Inst. geol. instr. br. 1060, Zagreb.
- Mesić, Lj. (1956): Šlihanje recentnih nanosa potoka Većanke i Brzaje na Papuku. Fond Inst. geol. istr. br. 2677, Zagreb.
- Oreški, E. (1985): Izvještaj o stanju radova na istraživanjima nuklearnih sirovina u području Papuka.- 4 pp. Arhiv IGG, Zagreb.
- Paskiević, K. (1941a): Izvještaj o rudištima grafita, hematita i steatita u požeškom kraju. Fond Inst. geol.istr. br. 74, Zagreb.
- Paskiević, K. (1941b): Izvještaj o nalazištu pirofilita i talka kod Orljavca i Rasne u Kotaru Sl. Požega. Fond Inst. geol. istr., br. 73, Zagreb.
- Pencinger, V. & Lukšić, B. (1994): Elaborat s proračunom rezervi tehničkog građevnog kamena kamenoloma "Giletinci" kod N. Gradiške. Fond Inst. geol. istr., br. 96/94, Zagreb.
- Pencinger, V. & Lukšić, B. (1995): Elaborat o rezervama tehničkog građevnog kamena "Duboka" kod Čaglina. Fond Inst. geol. istr., br. 75/95. Zagreb.
- Raffaelli, P. (1967): Izvještaj o pregledu kamenoloma oko Sirača.- Fond Inst. geol. istr., br. 4243/b, Zagreb.
- Raffaelli, P. & Milošević, F. (1964): Izvještaj o pregledu nalazišta pegmatita u području Papuka, lokalitet Debeljak-Točak, pp. 10.- Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb, br. 198/64 (3770).
- Sila, A. (1962): Istražni radovi na milovkin škrljac u Bukovoj ravni kod Koprivne. Fond Inst. geol. istr., br. 3493, Zagreb.
- Spevec, I. & Crnković, B. (1962): Geološki izvještaj sa procjenom sirovinke baze u kamenolomima industrije "Radlovac", Sl. Orahovica. Centar za unapređenje građevinarstva, 14, 11-20, Beograd.
- Ščavničar, B. (1951): Mineralni sastav kvartarnih sedimenata iz područja Orahovice. Fond Inst. geol. istr., br. 3415, Zagreb.
- Ščavničar, B. & Jović, P. (1955): Istraživanje potočnih nanosa u području Papuka. Fond Inst. geol. istr., br. 2519, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1951): Kartiranje sjevernih obronaka Pšunja radi izdvajanja grafitonosne serije. Fond Inst. geol. istr. br. 1881, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1954): Zapisnik o utvrđivanju rezervi grafita Brusnik. Fond Inst. geol. istr., br. 2341, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1957): Pregled pojava grafita u potoku Sivornica. Fond Inst. geol. istr., br. 2810, Zagreb.
- Šinkovec, B. (1960/1961): Istražni radovi na milovku kod Slavonske Požege (Koprivna) u 1959. i 1960. g. Fond Inst. geol. istr. br. 3617 i 3381, Zagreb.
- Šinkovec, B., Ščavničar, S., Sila, A. & Zajec, B. (1963): Istraživanja ležišta talknog škrljca Koprivne kod Sl. Požege. Fond Inst. geol. istr., br. 3617, Zagreb.
- Tajder, M. (1947): Izvještaj o pojavi grafita u potoku Brusniku kraj sela Brusnik. Fond Inst. geol. istr., br. 690, Zagreb.
- Tajder, M. (1948a): Pregled kamenoloma Moslavačke gore. Fond Inst. geol. istr., br. 814, Zagreb.
- Tajder, M. (1948b): Izvještaj o istražnim radovima u Golom Brdu i Kaptolu. Fond Inst. geol. istr., br. 822, Zagreb.
- Tučan, F. (1949): Pregled kamenoloma Zorovac. Fond Inst. geol. istr., br. 1616, Zagreb.
- Turina, I. (1937): O kamenolomu granita i pegmatitskoj žili u Moslavačkoj gori kod sela Slatine, srez Kutina. Fond Inst. geol. istr. br. 1319, Zagreb.