

*Stručni rad*

*Professional paper*

UDC: 622.322:622.271(497-6 Ugljevik)

DOI: 10.5825/afts.2012.0406.021M

## PALINOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU UGLJEVIČKOG BASENA

Maksimović Miro<sup>1</sup>, Milošević Dimšo<sup>1</sup>, Ječmenica Zlatko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rudnik i Termoelektrana Ugljevik“ a.d. Ugljevik, E-mail: [maksimovicm@telrad.net](mailto:maksimovicm@telrad.net)

### REZIME:

U radu su obrađena palinoloških istraživanja vezana za definisanje tipova i vrsta biljne vegetacije od koje su nastali ugljevi na području Ugljevika, kao i vremena nastanka, vrste i kvaliteta ugljeva na prostoru Ugljevičkog basena. Posebnim naučnim metodama su povezane određene definicije i pojmovi, analizirana projektna dokumentacija, povezane relevantne činjenice i donesen zaključak. Na osnovu palinoloških istraživanja zaključeno je da su ugljevi na području Ugljevika, te Zenice i Kolubare, najvećim dijelom nastali od močvarne vegetacije. Glavni ugljeni slojevi u Ugljeviku su produkt karbonifikacije lišćarskih i četinarskih vrsta drveća (visoko i drveće srednje visine).

Ključne riječi: *palinologija, vegetacija, ugalj*

## PALINOLOGICAL RESEARCH IN BASIN UGLJEVIK

### ABSTRACT:

The paper deals with palinological related research defining the types and species of flora from which the coals occur in Ugljevik, and time of origin, type and quality of coal in the area Ugljevik basin. Specific research methods are associated certain definitions and concepts, analyze project documents related to relevant facts and conclusions adopted. Based palinological research concludes that the coals in the Ugljevik, Zenice and Kolubare, largely resulting from wetland vegetation. The main coal layer in Ugljevik the product of carbonification deciduous and coniferous tree species (high and medium height trees).

Key words: *palynology, vegetation, coal*

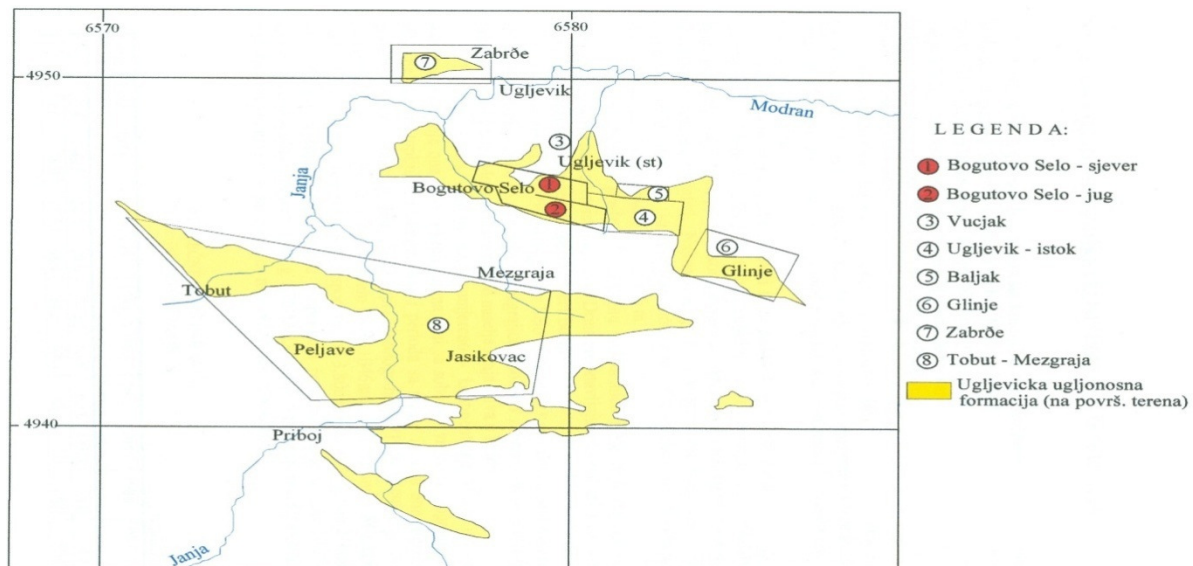
### UVOD

Ugalj se u Bosni i Hercegovini svojim najvećim dijelom formirao u periodu mlađeg Tercijara (vrijeme od početka geološke epohe paleocena do kraja geološke epohe pliocena, sa klimom koja se polako hladila, počevši od paleocena sa tropskom klimom prema umjerenim temperaturama, da bi se završila sa širokim zamrzavanjem na kraju perioda). Tercijarna perioda je u principu najpotpunije rasčlanjena na prostoru čitave zemaljske kugle [1]. U sjeveroistočnoj i sjevernoj Bosni ugljevi se nalaze na velikom prostoru, a vrijeme njihovog nastajanja može se najlakše odrediti istraživanjem ostataka flore i faune ugljenih naslaga u zemljištu.

Palinologija je multidisciplinarna naučna oblast, odnosno biološka, geološka i rudarska disciplina koja se bavi proučavanjem polena (savremenog i fosilnog), palinomorfi (spore, ciste dinoflagelata, akritarhe, hitinozoe i skolekodonte), kao i partikulisanog organskog materijala (ROM) i kerogena iz sedimentnih stijena i minerala. Putem palinoloških istraživanja moguće je definisanje tipova i vrsta biljne vegetacije od koje su nastali ugljevi, odnosno relativno determinisanje vremena nastanka, klime, vrste i kvaliteta ugljeva. Prvo pojavljivanje polena dogodilo se prije 400 miliona godina i smatra se jednom od najvažnijih evolucionih faza u razvoju biljnog svijeta na Zemlji.

## PREDMET ISTRAŽIVANJA I METOD RADA

Ugljevički basen zahvata krajnje sjeveroistočne, blago zatalasane brežuljkaste padine planine Majevice. Glavni greben Majevice dužine oko 60 kilometara u pravcu sjeverozapad-jugoistok, sa nekoliko dominantnih kota preko 800 metara (najviša Stolice 915 m), izgrađen je uglavnom od mezozojskih i paleogenih siliciklastita i podređeno karbonata, a niskobrdovito i brdovito područje sjeverne Majevice (Bosanska Bijela-Jablan Grad) pokriva antiklinalu u paleogenim siliciklastitima. Brdovite terene područja Bogutova Sela, odnosno Ugljevika, izgrađuju raznovrsne neogene formacije sa ugljem.



Slika 1. Karta rasprostranjenja „Ugljevičke ugljonošne formacije“  
(Republički zavod za geološka istraživanja Zvornik, 2009)  
Figure 1 Map of distribution „Ugljevik formation of coal“  
(Republican Institute for Geological Research Zvornik, 2009)

Prelazne niskobrdovite terene grade pliokvartalni sedimenti. U fluvijalno-lakustrijskoj močvari paleogeografski i paleoklimatološki uslovi su većinom u donjem miocenu omogućili razvoj raznovrsne vegetacije [11]. Prilikom sprovođenja istražnih radova na području Ugljevika (ležište „Bogutovo Selo-Sjever“), za potrebe vremenskog datiranja, geneze i paleoklimatologije, palinološki je analizirano devetnaest istražnih bušotina. U sklopu mikropetrografskih istraživanja korišćeno je dvadeset uzoraka uglja [12].

Cilj ovog rada je ukazivanje na značaj palinoloških istraživanja za definisanje promjena klime, tipova i vrsta biljne vegetacije od koje su nastali ugljevi na području Ugljevika, odnosno za determinisanje vremena nastanka, vrste i kvaliteta ugljeva na prostoru Ugljevičkog basena, kao i značaj multidisciplinarnog pristupa istraživačkom procesu prilikom izvođenja neposrednih istraživanja i naučne obrade dobijenih podataka. Predmet rada je palinološka analiza uzoraka iz ležišta na prostoru Ugljevičkog basena, prije svega područja površinskog kopa „Bogutovo Selo“ u Ugljeviku, i

upoređivanje sa sličnim analizama u Zenici i Kolubari. Prema stepenu karbonizacije smatra se da su ugljevi sa područja Ugljevika u stadijumu tvrdih mrkih ugljeva.

Korišćene su posebne naučne metode da bi se realizovali ciljevi rada i izvršila kontrola ispravnosti donošenja zaključaka. Metodom „definisanja i klasifikacije“ preuzete su određene definicije i pojmovi iz stručne i naučne literature. „Normativnom metodom“, kao pomoćnom metodom pri zaključivanju, analizirana je projektna dokumentacija. Metodom „apstrakcije i konkretizacije“ je sagledana sličnost i različitost relevantnih činjenica vezanih za palinološke analize, a metodom „analize i sinteze“ povezane su relevantne činjenice i donesen zaključak.

Determinisanje palinoloških uzoraka izvršeno je mikroskopski nakon pripreme uzoraka metodom azotne kiseline (Thirgatr). U pojedinim slučajevima primjenjivan je poseban postupak obogaćivanja spora i polena. Mikropetrografska istraživanja bazirana su na kvalitativno-kvantitativnoj analizi macerala i minerala gline, pirita i karbonata. Posebna pažnja je posvećena učešću tekstinita i ulminita, a za izradu preparata korišćene su srednje probe svakog uzorka (veličina zrna iznosila je ispod 3 mm).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Po vremenu iz koga potiču i kada su bili šire rasprostranjeni, paleobotanički nalazi mogu biti mezozojski, tercijarni, glacijalni i postglacijalni [4]. Na području Ugljevika, u periodu tercijara veliki dio uglja je nastao od biljnih vrsta koje egzistiraju u močvarama, imajući u vidu da je u geološkoj prošlosti bilo nekoliko perioda povoljnih za razvoj bujne močvarne vegetacije u različitim geološkim sredinama. Na žalost do sada nema namjenskih ispitivanja genetskih karakteristika ovih ugljeva, iako za to postoje svi prirodni (geološki) uslovi, kao i naknadno stvoreni uslovi kroz istražne i eksploatacione radove.

Ugalj koji se eksploatiše na području Ugljevika pripada grupi tvrdih mrkih ugljeva. Glavni ugljeni sloj (GUS), kao najvažniji litostratigrafski član ugljevičke ugljonosne formacije ima maksimalnu debljinu od 58,2 m, registrovanu na bušotini 511 u zapadnom dijelu Sjevernog revira: geološki sloj – 58,2 m, eksploatabilni dio ugljenog sloja - 57,90 m, rovni ugalj – 54,30 i čist ugalj – 51,90 metra [11]. Debljina GUS-a je najčešće između 30-50 metara. Glavni ugljeni sloj ima i najbolji kvalitet uglja sa prosječnom vrijednošću donjeg toplotnog efekta bilansnih rezervi za „rovni ugalj“ od 11.543 kJ/kg (sadržaj pepela iznosi 20,46%). Petrografskom analizom uglja [12] konstatovana je najveća zastupljenost „macerala“ (minerala) iz grupe huminita, sa dominantnom količinom „densinita“ od 35,5%, na uzorku iz bušotine B-511 (134,70-144,00 m). Glavni ugljeni sloj prema Pantić, N. je deponovan u „donjem miocenu – burdigalu“ [7].

Pregledom palinoloških analiza uočeno je da su šumske drvene vrste većih visina registrovane na manjim dubinama, od 14 do 60 metara, kao što su naprimjer: palme i hrastovi na dubini od 14,10 m (B-572/75), borovi, na dubini od 24,80 m (B-560A/75), te borovi, palme, ariši i taksodijumi na dubini od 34,80 m (B-519/75), kao i palme, taksodijumi, i hrastovi na dubini od 58 m (B-544/75). Na dubinama od 61-90 metara pojavljuju se šumske drvene vrste, niske žbunaste drvene vrste i paprati (npr. B-564/75 na dubini 85 m; B-544/75 na dubini 84 m). Na najvećim dubinama, od 90-193 metara, najčešće se nalaze žbunaste vrste i prizemna flora tipa paprati (npr. B-511/75 na dubini 192,60 m; B-552/75 na dubini od 157,40 m; B-550/75 na dubini od 124,50 m).

Istražni radovi na području Ugljevika, ležište „Bogutovo Selo-Sjever“, urađeni su na istražnim bušotinama: B-511, B-519, B-522, B-534, B-537, B-543, B-544, B-550, B-552, B-553, B-560, B-563, B-564, B-569, B-571, B-572, B-574, B-575, a prikupljeno je 30 proba iz krovinskog ugljenog sloja i glavnog ugljenog sloja za palinološka ispitivanja. Izvještaj o palinološkim ispitivanjima uzoraka 1975. godine obradila je Olivera Jovanović, dipl.ing.geol. [3].

Pantić [7] navodi da su ugljevi na području Ugljevičkog basena nastali od šumske vegetacije *Taxodijum*, *Nyssa* i *Gliptostrobis*, i prizemne vegetacije (žbunja) *Myrica* i *Cyrilla*. U dijelovima močvare sa visokom vodom i na prelazu ka suvljoj zoni pronađen je polen šumske vrste *Sciadopytus*.

U fluvijalno-lakustrijskoj močvari paleogeografski i paleoklimatski uslovi su većinom u donjem miocenu omogućili razvoj raznovrsne vegetacije, uglavnom močvarne vegetacije subtropskog karatera, na šta ukazuje prisustvo velikog broja suptropske flore *Taxodijum* i *Nyssa* [11].

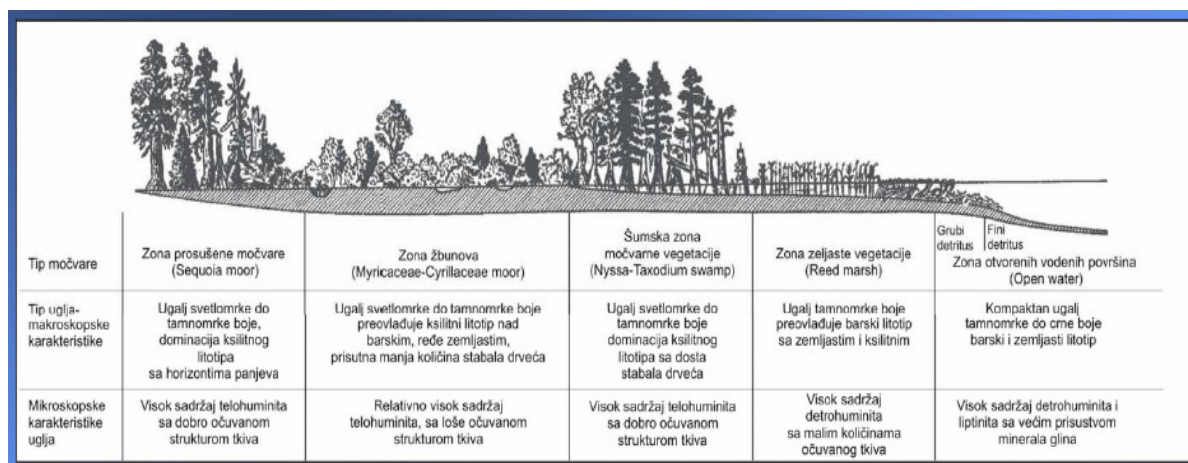
U močvarnoj zoni zemljište je bilo valovito sa nivoom vode mjestimično iznad nivoa zemljišta [3]. To je iniciralo razvoj niske zbnaste šume, te šumolikih biljnih oblika prosušene močvare (*Engelhardtia*, *Tyrica*), kao i brojne papratnjače (*Polypodiaceae*). Istaknute dijelove močvare, odnosno dijelove močvare koja u morfološkom smislu predstavljaju uzvišenja, nastanjuju (u paleoekološkom smislu) suvlji oblici (*Quercus*-zimzeleni hrastovi, *Cupulifere*, *Alnus*) vegetacije. Po obodu močvare, a naročito po okolnim brdskim stranama nalazila se šuma sa umjereno vlažnim oblicima vegetacije (*Palma* i dr.). Više brdske zone nastanjivali su četinari (uglavnom bor, jela i smrča).

## DISKUSIJA

Najveći dio fosilnih ugljeva čini humusni ugalj, koji je sastavljen uglavnom iz celuloze i lignina. Ustanovljeno je da se proces stvaranja uglja svodi na postupnu transformaciju celuloze ( $C_6H_{10}O_5$ ) koja se nalazi nagomilana u smeši biljnih materija deponovanih u sredini bez prisustva vazduha. Hemijski sastojci uglja su uglavnom isti kao i hemijski sastojci drveta, odnosno biljaka. Vasmund, prema Petkoviću [9], u pojasu umjerene klime razlikuje više vrsta jezera kao sredine za stvaranje ugljeva. Prvenstveno navodi „Oligotrofna jezera“ sa prozračnom vodom, malim sadržajem anorganskih (mineralnih) materija čija dubina ne prelazi osamnaest metara.

Evropska flora miocena karakteriše se jačim razvićem biljaka koje danas ulaze u sastav flore Kine, Japana i zapadnog dijela Sjeverne Amerike, te razvićem mediteranskih biljaka. Sem njih, u sastav miocenske flore ulaze i neki oblici iz sjeverne umjerene zone, kao i mnogi četinari. Baruštinsti kiparis (*Taxodium*) gradio je šume koje su se spuštale i širile po baruštinstim predjelima. Od ove vrste su nastale velike mase miocenskih ugljeva. U početku miocena, palme su dopirale do sadašnje teritorije Sjeverne Njemačke. Paleobotaničari smatraju da je tada u Evropi vladala suptropska klima u donjem miocenu, a umjereno topla klima u gornjem miocenu [6].

Šematizovani profil glavnih fitofacija miocenske močvarne vegetacije, odgovarajućih litotipova uglja i njihovih mikroskopskih karakteristika, slika 2, dali su Pantić i Nikolić [8]. Preko barskih litotipova (makroskopski prepoznatljiv sastojak uglja) mrkih ugljeva definisali su promjene uslova deponovanja organske materije u močvari, koji su uobičajeni sastojci mrkih ugljeva tercijarne starosti i izgrađuju ugalj u procentu od 40-70%. U dobre ugljeve ubrajaju se oni ugljevi koji imaju manje od 12% pepela.



Slika 2. Šematizovani profil glavnih fitofacija miocenske močvarne vegetacije (Pantić, Nikolić, 1973)  
Figure 2 Schematic profile major fitofacijes miocene wetland vegetation (Pantić, Nikolić, 1973)

Fridrih Kacer [5] u svojim istraživanjima ugljeva u Bosni i Hercegovini, na prostoru Zenice (nalazište blizu željezničke stanice) napominje da je Egelhardt H. u okviru šireg prostora močvarnog regiona

registrovao sledeću vegetaciju: *Phragmites oeningensis* Al.Br., *Gluptostrobis eurepaeus* Heer., *Myrica hakoafolia* Ung.sp., *Betula brongniarti* Ett., *Alnus ceferasteine* Goepf.sp., *Quercus lonchitis* Ung., *Quercus myrtilloide* Ung., *Castanea satavia* Ung., *Ulmus longifolia* Ung., *Ficus lanceolata* Heer i *Acer trilobarum* Stbg.sp. Na drugoj lokaciji kod sela Podbrežje konstatovana je nešto drugačija vegetacija: *Phragmites oeningensis* Al.Br., *Quercus lopchitis* Ung., *Castanea ungeri* Herr., *Fagus feroniae* Ung., *Ilex ambigua* Ung i *Rhamnus gaudinii* Heer. Ugljevi nastali od navedene vegetacije u doba mlađeg tercijara konstatovani su u dva različita horizonta, od kojih jedan leži iznad, a drugi ispod marinskih srednjemiocenskih naslaga. Toplotna moć mrkih ugljeva u Zenici se kreće od 16.700-21.000 kJ/kg, sa sadržajem pepela od 15%. Na osnovu konstatovane vegetacije na području Bosne i Hercegovine, Kacer smatra da je u BiH i na cijelom Balkanskom Poluostrvu za vrijeme mlađeg tercijara vladala toplija i vlažnija, više tropska klima, nego u isto doba u sjevernim evropskim predjelima, a u kojima se u današnje vrijeme u flori više ispoljavaju karakteri sadašnje vegetacije.

Slična vegetacija u okviru močvarnog regiona, kao i na prostoru Ugljevičkog basena registrovana je na prostoru Kolubarskog basena u Srbiji, na kome se takođe eksploatiše uglj iz grupe „lignitsko-mrkih“ ugljeva (meki mrki ugljevi), nastao taloženjem i karbonizacijom biljne mase u močvarama i jezerima tercijera, sa toplotnom vrijednošću uglja u sušenom stanju od 14.600 kJ/kg, i sadržajem pepela u količini od 8,0%. Dražić [2], prema palinološkim rezultatima istraživanja iz 1998. godine, zaključuje da su na prostoru Kolubarskog basena stvoreni pontijski ugljevi ili ugljevi duboke močvare. Značajnu ulogu imala je vrsta *Conifera* što daje za pretpostavku da se basen u kome je vršena sedimentacija nalazio u centru (ili blizu) planinskog regiona. Ona smatra da je za vrijeme pontia vladao umjeren paleoklimat, na šta ukazuje dominacija vjetrom nanesenog polena bora (*Pinus*) u močvare, u odnosu na umjereno hladne forme (*Larix* i *Abies*). U Kolubarskom basenu najmanje prostora zauzimala je ritaska zona u kojoj se nivo vodenog stuba kretao od 1,5 do 3,0 metra, sa predstavnicima vegetacije kao što su *Monocotiledonae*, *Gramineae* i *Mirophyllum*. Močvarnu vegetaciju (nivo vode od 0,8-1,5 m), koja je dominirala u odnosu na ostalu vegetaciju, predstavljaju *Taxodium* i *Taxodiaceae* i močvarni lišćar *Nyssa*. Zonu žbunasto-močvarne vegetacije na manjem prostoru predstavljala je suvlja vegetacija u vidu žbunova i usamljenih stabala (*Osmunda*-krupna paprat, *Myrica*, *Cyrilla*, *Salix*, *Polypodiaceae*-papрати, *Ericaceae* i *Sapotacea*). Registrovana je i zona prosušene vegetacije na dosta ograničenom pojasu u okviru postojećeg močvarnog regiona sa predstavnicima *Palmae*, *Rhus* i *Sequoia*). U brdskom regionu dominira je zona obodnih šuma na izrazito vlažnim i povremeno plavnim egzistencijalnim uslovima, sa predstavnicima: *Salix*, *Alnus*, *Ulmus*, *Carya*, *Pterocarya* i *Juglans*, dok su zonu padinskih i brdskih šuma predstavljali *Quercus* (zimzeleni hrast), *Cupuliferae* (listopadni hrast), *Fagus*, *Carpinus*, *Betula*, *Castanea*, *Acer* i *Tilia*.

Na osnovu palinoloških analiza proba uzetih iz ugljenih slojeva Ugljevičkog basena, Vrabac, S. [10] navodi mišljenje Pantića da slatkovodne naslage sa ugljem u okolini Ugljevika najvećim dijelom pripadaju donjem miocenu, ne isključujući mogućnost da najniži slojevi serije pripadaju možda "prelaznim slojevima od oligocena ka miocenu". I drugi naučni radnici (Petrović, M., Eremija, M.), zajedno sa Pantićem, smatraju da ugljonosne serije pripadaju starijem miocenu, a da odgovarajući dijelovi ugljonosne serije mogu biti i nešto stariji, odnosno da odgovaraju granici oligocen-miocen. Vrabac je analizirajući otvorene profile kopa "Bogutovo Selo" Ugljevik, kao i istražne bušotine, putem sistematskih palentoloških istraživanja, izdvojio ugljonosne slatkovodne sedimente gornjooligocenske (? donjomiocenske) starosti, kao i krovinske marinske sedimente badenske i donjosarmatske starosti. Ovim je ukazano na još uvijek prisutnu problematiku definisanja starosti ugljeva na prostoru Ugljevika.

## ZAKLJUČAK

Preko palinoloških spektara, odnosno na osnovu florističkog sastava močvarne vegetacije, zaključeno je da su ugljevi na području Ugljevika najvećim dijelom stvarani u donjem miocenu, prvenstveno zbog identifikacije *Spacidiflorae* (tip: *monoparvus*) i borova (*Pinus haproxylon*), koji se često javljaju u donjem miocenu. Najzastupljenija šumska vegetacija je *Taxodijum*, *Nyssa* i *Gliptostrobis*, te *Quercus*, *Cupulifere* i *Alnus*, a od prizemne vegetacije *Myrica*, *Cyrilla* i *Polypodiaceae* (papratnjače).

Glavni ugljeni slojevi su produkt karbonifikacije lišćarskih i četinarskih vrsta, odnosno drveća prvog (visoko drveće) i drugog reda (drveće srednje visine), kao što su palme, borovi, taksodijumi, hrastovi, ariši, smrče i jove.

Potrebno je intenzivnije raditi na daljim palinološkim istraživanjima kako bi se sa većom sigurnošću moglo prosuditi o vremenu nastanka ugljeva, dominantnim šumskim vrstama od kojih su ugljevi nastali, kvalitetu ugljeva i klimatskim uslovima koji su vladali na području Ugljevika, odnosno Ugljevičkog basena, te korelisati sa sličnim u okruženju.

#### LITERATURA

- [1] Anđelković, M., Petrović, M. (1971). Biostratigrafija. Beograd. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [2] Dražić, D. (1998). Proučavanje stanja i funkcionalnosti rekultivisanih odlagališta pošumljavanjem na području Kolubarskog basena u cilju kvalitetnije životne sredine i njenog korišćenja za rekreaciju. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet. Beograd.
- [3] Izveštaj o palinološkim ispitivanjima uzoraka iz ležišta „Bogutovo Selo - Sjever“ Ugljevik. (1975). Sarajevo – Ilidža. Institut za geologiju.
- [4] Jovanović, B. (1991). Dendrologija. Beograd. IDP Naučna knjiga.
- [5] Katzer, F. (1921). Fosilni ugalj Bosne i Hercegovine. Sarajevo.
- [6] Milovanović, B. (1950). Geologija za rudare. Opšta i istorijska geologija. Drugo dopunjeno izdanje. Beograd. Izdavačko preduzeće savjeta za energetiku i ekstraktivnu industriju Vlade FNRJ.
- [7] Pantić, N. (1961). O starosti slatkovodnog tercijara sa ugljem u Bosni na osnovu paleoflorističkih istraživanja. Beograd. Geološki anali Balkana, pol., XXVIII.
- [8] Pantić, N., Nikolić, P. (1973). Ugalj. Beograd. Naučna knjiga.
- [9] Petković, K. (1965). Osnovi opšte geologije. Egzodinamika. Beograd. Zavod za izdavanje udžbenika Socijalističke Republike Srbije.
- [10] Studija – Biostratigrafska istraživanja na površinskom kopu „Bogutovo Selo“ Ugljevik (1989). SOUR „Titovi rudnici uglja“ u Tuzli. RO Rudarsko-Geološki institut i Fakultet. OOUR Rudarsko-Geološki Fakultet u Tuzli.
- [11] Svodni elaborat o klasifikaciji, kategorizaciji i proračunu rezervi uglja u ležištu Bogutovo Selo – Ugljevik sa stanjem 31.12.2008. godine (2009). Zvornik. Republički zavod za geološka istraživanja.
- [12] Izveštaj o rezultatima mikropetrografskih ispitivanja uzoraka uglja iz ležišta „Bogutovo Selo“ ugljevik (2010). Rudarsko-geološki fakultet, OOUR-Grupa za regionalnu geologiju i paleontologiju. Bograd.