

Univerzitet Singidunum u Beogradu
Fakultet za primenjenu ekologiju Futura
Veću Departmana posle diplomskih studija

Predmet: Izveštaj Komisije o oceni izrađene doktorske disertacije Sane Masod Abdulqader, pod naslovom "Karakteristike prirodne i antropogeno izazvane radioaktivnosti Stare planine i njen uticaj na životnu sredinu"

Na 37. sednici Veća Departmana posle diplomskih studija Fakulteta za primenjenu ekologiju Futura Univerziteta Singidunum, održanoj 04. maja 2017. godine, imenovana je Komisija za ocenu izrađene doktorske disertacije doktoranda Sane Masod Abdulqader, mastera fizike iz grada Garjan u Libiji, pod naslovom "Karakteristike prirodne i antropogeno izazvane radioaktivnosti Stare planine i njen uticaj na životnu sredinu", u sastavu: dr Boris Vakanjac, vanredni profesor Fakulteta za primenjenu ekologiju Futura Univerziteta Singidunum, mentor i članovi: dr Dragan M. Marković, redovni profesor Fakulteta za primenjenu ekologiju Futura Univerziteta Singidunum i dr Jovan Kovačević, viši naučni saradnik Geološkog zavoda Srbije.

Komisija, nakon analize doktorske disertacije i procene njene naučne vrednosti i doprinosa nauci i struci, podnosi Veću sledeći

IZVEŠTAJ

SADRŽAJ DOKTORSKE DISERTACIJE

Doktorska disertacija Sane Masod Abdulqader, pod navedenim naslovom, podeljena je u 10 poglavlja, kojima prethode naslovna strana na srpskom i engleskom jeziku, strana sa informacijama o mentoru i članovima Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije, rezime na srpskom i engleskom jeziku, nomenklatura i sadržaj. Disertacija obuhvata 95 strane kucanog teksta, u okviru koga se nalaze 56 slika i 15 tabela. Na kraju se nalazi spisak korišćene literature sa 68 literaturnih jedinica.

Doktorska disertacija Sane Masod Abdulqader obuhvata sledeća poglavlja:

Uvodna razmatranja;

1. Metodologija istraživanja;
 2. Kratak prikaz tipova pojava i ležišta urana i njegovih geohemijskih karakteristika;
 3. Pregled istraživanja urana na prostoru Jugoslavije (1948-1990) i Stare planine;
 4. Lokacija Stare Planine i pregledni prikaz geologije;
 5. Geološke i radiometrijske karakteristike uzoraka granita Janje, lokaliteti - ležišta urana Mezdreja i Gabrovnica;
 6. Geološke i radiometrijske karakteristike uzoraka iz crnih grafitičnih škriljaca Inovske reke;
 7. Geološke i radiometrijske karakteristike uzoraka iz "Šarene serije";
 8. Diskusija i rezultati merenja radioaktivnosti i distribucije pojedinih elemenata u uzorcima;
 9. Karakteristike prirodne i antropogeno izazvane radioaktivnosti litoloških predstavnika;
- Zaključna razmatranja uticaja prirodne i antropogene radioaktivnosti karakterističnih geoloških članova Stare planine na životnu sredinu

ANALIZA DOKTORSKE DISERTACIJE

U **Uvodnim razmatranjima** kandidatkinja ukazuje da je razlog izrade ovog rada je sistematski prikaz karakterističnih geoloških jedinica nosioca prirodne radioaktivnosti poznatih prostora Stare Planine. Ispitani su lokaliteti Mezdreje i Gabrovnice starih rudnika u okviru granita Janje, grafitičnih škriljaca Inovske serije paleozojske starosti i sedimentnih članova donjeg trijasa iz rejonu Dojkinci - Jelovica. Ove pojave su poznate i do sada opisane u radovima, izveštajima i knjigama uglavnom sa aspekta istraživanja ležišta mineralnih sirovina, geneze pojava ili ekologije. Cilj ovog rada je prikaz karakteristika nosioca prirodne radioaktivnosti: pozicija, makroskopske i mikroskopske karakteristike pomenutih geoloških jedinica, hemijski sastav i radiokativnost konkretnog uzorka kako "in situ" u prirodi i izmereno u laboratorijskim uslovima. Takoše ukazuje šta je konkretna geološka jedinica i koje su njene petrološke, mineraloške, geohemijske i radiometrijske karakteristike i kako je nastala kao i koji nivoi radioaktivnosti i uticaja na životnu sredinu imaju prirodne pojave i veštaške (koncentracije iskopanog materijala).

U poglavlju 1. **Metodologija istraživanja** daje se redosled i prikaz metoda primenjenih u izradi ovog rada:

1. Kabinetski radovi koji su uključivali pregled literature i konsultacije sa stručnjacima koji su proučavali problematiku radioaktivnosti Stare planine,
2. Terenski radovi sa uzorkovanjem i kratiranjem prostora od interesa,
3. Laboratorijska ispitivanja hemijskog sastava
4. Laboratorijski merenjima radioaktivnosti.
5. Uspostavljena je GIS baza podataka.
6. Na kraju sintezom podaci su inkorporirani u ovaj rad.

U poglavlju 2. **Kratak prikaz tipova pojava i ležišta urana i njegovih geohemijskih karakteristika** daje se pregled Primarnih magmatskih, ležišta urana, smeštenih u okviru vulkanskih stena i skarnova. Magmatske stene stene kiselog sastava, gniti ili vulkanske sa dosta vulkanskog stakla (lave, tufovi, breče i td), posebno one koje su obogaćene fluoritom ili stene obogaćene organskim materijalom i karbonatima, često imaju visok sadržaj urana i dobre su izvornih (matične) stena urana. Takođe, starija ležišta, deblje kore raspadanja i erodovani granitni tereni predstavljaju dobre izvore primarnog U. To su praktično lokacije gde granitni plutoniti obogaćeni liskunima postaju otkriveni ali plitko erodovani. Uranijum teži da se sakuplja (koncentriše) u poslednjim fazama kristalizacije ovakvih stena i ove nakupine su u gornjem delovima ovih tela sa zaštitnom zonom odmah iznad njih. Sedimentna, ležišta nastala raspadanjem i pretaložavanjem materijala, a u vezi sa mobilizacijom Fe i redox odnosima. Postoje relativno velike količine Fe u mineralima gabroida Zaglavka i njihovo dugotrajno izluživanje i pretaložavanje urana. Tipično, Eh raste ka površini uz raspoloživu vodu i kiseonik iz atmosfere, i dominantni minerali površinskog raspadanja uzimaju mesto kontrolora pH. Sa izuzetkom od ovih profila koji postaju lokalno vodom saturisani (npr paleokanali, slana jezera), gornji profili su generalno oksidirajućeg karaktera. Ankonformna (unconformity sourced – u suštini prekrivena) ležišta su proterozojske starosti i razvijena su u asocijaciji sa važnijim strukturnim dislokacijama starih kratonskih blokova. Slojevitost ležišta smeštena (često ali ne i uvek) u okviru sedimenata bogatih organskim materijama. Ležišta formirana u roll frontovima karakteristična su za aridna kontinentalna okruženja. Ona su generalno vezana za površinski raspadnute tufove ili ostale uranijumom bogate izvore u primarnim stenama a na izdancima koji su izloženi intenzivnom površinskom raspadanju i oksidaciji a terciarne su starosti i mlađe. Ležišta

smeštena u okviru slanih ili alkalnih jezerskih sedimenata i u okviru drenažnih kanala u aridnim kratonskim oblastima. Ležišta smeštena u lateritskim i površinskim korama raspadanja. Ona su uglavnom tecijerne pa do današnje starosti, ali registrovana su i starija. Današnja, najmlađa ležišta urana (starosti manje od milion godina i mnoga pre poslednjeg ledenog doba). Smeštena su u akumulacijama raspadnutog urana od glacijalnih do ležišta i mlađih regolitnih precipitata (zasićenih rastvora) u često organski bogatim uslovima. Pored toga navedeni su geohemijski mehanizmi deponovanja urana

U poglavlju **3. Pregled istraživanja urana na prostoru Jugoslavije (1948-1990) i Stare planine** ukazuje se da su ispitivanja urana na prostoru Stare Planine počela su 1949 godine. Od 1949 do 1956 vrši se intenzivno šlihovska prospekcija i pešačka radiometrijska prospekcija. Urađene su geološke karte 1:50000, a u zonama Aldine reke i Mezdreje geološke karte u razmeri 1:10000. Krajem 1956 se istražuju žična tela na lokalitetu Mezdreja. Od 1957 do 1966 izrađena je geološko-strukturna karta granita Janje, ispitivanja u okviru šarene serije, oreoli rasejavanja Mezdreje i geološko-rudarski radovi na lokalitetima Gabrovnica i Mezdreja. Od ranih 70_tih do 1978 dolazi do zastoja u istraživanju. Od 1978 do ranih 90_tih se uglavnom rade istraživanja na području "šarene serije" kao i ispitivanja razlomnih zona granita Janje. Takoše da se od 2000 do danas vrše se nesistematska tematska ispitivanja uglavnom u smislu ispitivanja radioaktivnosti i distribucije U, Th, K i drugih elemenata na prostoru pojedinih lokaliteta Stare Planine i uticaja na životnu sredinu.

U poglavlju **4. Lokacija Stare Planine i pregledni prikaz geologije** daje se objašnjenje da je područje Stare Planine se može posmatrati sa više aspekata: kao park prirode, geografski, geološki i sa aspekta pojava geodiverziteta. U ovom slučaju daćemo naš prikaz područja Stare planine od interesa za pručavanje radioaktivnosti. Sa istočne (grebenima) i južne strane prostor je oivičen državnom granicom sa Bugarskom. Sa zapadne strane prostor je oivičen (od severa prema jugu) rekama: Beli Timok, Trgoviški Timok, Stanjanskom rekom, Klajčom, Temskom i Nišavom. Generalno, u Srbiji se nalazi manji deo Stare planine, od granice sa Bugarskom sistem se pruža do Crnog mora. Sa severne strane, Stare Planine, sa aspekta područja gde su geološke jedinice razdvojene strukturama, a gde počinje pojavljivanje granitnih i granodioritnih intruzija, prostor je definisan rasedima koji odvajaju gornju juru sa južne strane od donje krede sa severne strane. Prema jugu počinje složen geo-tektonski asemblaž izgrađen od granita: Suvodolski, Janje, Radičevski, Ravno Bučanski), granodiorita i

granit porfirita, gabroidnih intruziva (Zaglavaka); paleozijskih metamorfita: proterozojko-kambrijskih, silursko-devonskih - inovska serija i drugih; permskih crvenih peščara i konglomerata; u južnom delu tvorevina mezozoika: trijasa (Kopren-Gostuša-Dojkinci), jura (Basara, Odorovci), donje krede (Visočka Ržana, Dimitrovgrad). U južnom delu mezozojskog bloka (južno od Visočice) jura i krede su ispresecane strukturama pravcem pružanja sevrozapad - jugoistok. Granica Stare planine sa severne strane nije jasno definisana a na kartama Zaječar i Bor se može pratiti po krednim tvorevinama i intruzijama, dužine, prema severu od oko 30km i dalje preko Brusnika, Brestovca do Negotina. Sve pomenuto je dokumentovano pratećim kartama. Područje Stare Planine je definisano kao "Park prirode" u primeni je od decembra 1997 godine i na tom prostoru nalaze se neki od jedinstvenih primera geodiverziteta. Navode se pored ostalih nekoliko karakterističnih primera geodiverziteta, sa osnovnim prikazom geološke građe: Babin Zub, Arbinje i Rosomački lonci.

U poglavlju **5. Geološke i radiometrijske karakteristike uzoraka granita Janje, lokaliteti - ležišta urana Mezdreja i Gabrovnica** objašnjava se da Janjski granitski masiv nalazi južno od zaglavačkog masiva gabra i zapadno od ravnobučjanskog granita. Masiv je izdužen pravcem sverozapad-jugoistok. Janjski granitski masiv je utisnut u kristalaste škriljce gornjeg proterozoika i kambrijuma. Na kristalastim škriljcima se uočavaju termokontaktne i metasomatske promene. Od primarnih strukturnih elemenata sklopa, prisutne su pukotine zapunjene aplitskim, pegmatitskim i kvarcnim žicama. U okviru granita Janje ispitivani su karakteristični geološki predstavnici, nosioci prirodne radioaktivnosti. Prvenstveno su obrađeni primerci granita, host rock ležišta Mezdreja i Gabrovnica. Pored pomenutog, u okviru lokaliteta Mezdreja osim granita, ispitani su uzorci jalovišta (glinoviti materijal sa fragmentima kataklaziranog granita), silifikovane partije sa limonitiskim skramama i na kraju fragmenti kontaktnog gabroida sa krupnim K-feldspatom. Ležište Mezdreja se nalazi se u južnom delu magmatsko metamorfnog kompleksa Janje između Crnovrške i Debeštičke reke. Ležište je definisano sa dve razlomne zone tzv. 0 i 1. Gabrovnica je slična rudniku Mezdreja. Razlika je što se ležište sastoji od osam razlomnih zona koje se mogu podeliti u dve grupe: 1. dijabaznih dajkova u granitima i mlečnobelom kvarcu i 2. u zdrobljenim granitima. Uraniumova ruda je razvijena u hloritisanim filonitima i zdrobljenim granitima. Čvrste i ne tektonizirane partije su sterilne ili veoma slabo orudnjene. Razlomne zone su intenzivno tektonizirane postrudnom tektonikom. Poreklo urana je u suštini vezano za strukture i kontakte, kao i kod ležišta Mezdreja. Date su vrednosti merenih radioaktivnosti na terenu.

U poglavlju 6. **Geološke i radiometrijske karakteristike uzoraka iz crnih grafitičnih škriljaca Inovske reke** serija leži trasgresivno preko jugozapadnog dela granit-metamornog sistema Janje. U osnovi ovog sedimentno-metamornog paketa su metakonglomerati i metapeščari. Preko njih se razvijeni metapeščari sa argilofilitima, dok su u gornjem delu razvijeni škriljci. Izgrađena je od od hloritsko-filitičkih škriljaca, zelenih škriljaca, amfibolita, grafitičnih škriljaca, grauvaka i konglomerata. Uranska mineralizacija se prisutna u vidu izduženih sočiva razvijenih u pravcu pada prateći slojeve metasedimenata. Rudna tela su izgrađena od karbonatiranog, piritisanog, hloritisanog i sericitisanog mikrokonglomerata do arkozno peščara sa tragovima halkopirita i galenita. Uzeto je više uzoraka, ovde su prikazani podaci uzoraka sa manje i više grafitičnog materijala. Kako su uzorci na relativno bliskom rastojanju i njihove promene variraju na decimetarskom nivou, radioaktivnost je merena u laboratoriji instituta Vinča na homogenizovanom uzorku od oba pomenuta varijeteta grafitičnih škriljaca Inovske serije.

U poglavlju 7. **Geološke i radiometrijske karakteristike uzoraka iz "šarene serije"** iz razloga ispitivanja litoloških i hemijskih karakteristika nosioca epigenteskih koncentracija urana reistražena je poznata zona Jelovica - Dojkinci u "šarenoj seriji" izgrađenoj od donje trijaskih i permskih sedimenata generalno crvene boje sa interkalacijama sive i sivo-zelene boje. Pojava Jelovica se nalazi u klastičnim sedimentima šarene serije tzv. član Dojkinci. Gde su u nižim delovima paketa razvijeni crveni konglomeratični peščar a u gornjoj laporci i krečnjaci. Boja u peščarima varira od crvene u donjem delu serije do zelenkaste u gornjem. Povišeni sadržaji urana konstatovani su kod sivih alevrolita koji nose povišenu radioaktivnost. Uzorak prikazan niže se nalazi na ivici puta i kontinualno se materijal iz ovog izdanka i sličnih se sigurno ocednim vodama i spiranjem prilikom topljenja snega i velikih kiša odnosi u Jelovičku reku koja je pritoka Dojkinačke, a potom u Visočicu. Sa aspekta zaštite životne sredine daćemo kratak osvrt na ispitivanja vode u "šarenoj seriji".

Suština je da i crveni peščari nose male ali ipak merljive koncentracije urana koji se ocedni vodama vodotokovima prenosi dalje u sliv Visočice.

U poglavlju 8 **Diskusija i rezultati merenja radioaktivnosti i distribucije pojedinih elemenata u uzorcima** vrednosti koncentracije U, Th, Pb, kao Sr, Rb i K su date u nivoima od - do jer su merenja bila ponavljana više puta da bi se u suštini dobio opseg kretanja

koncentracija u spršenim i nespršenim uzorcima, a i da bi se proverilo da li su odstupanja velika, pre prikaza rezultata hemijskih XRF analiza data je tabela rezultata merenja radioaktivnosti karakterističnih petroloških predstavnika, urađene u nuklearnom institutu Vinča. Zatim je prikazana distribucija pratećih elemenata Zr, Rb, W, Mo, Sn, Sc, Zn, Cu, As, Sb, Ba, Ni, Cr, V and Ti, a upoređivanja su vršena sa referentnim literaturnim vrednostima kao i sa karakteristikama pojavljivanja elemenata indikatora za geološke sredine i procese.

U poglavlju **9 Karakteristike prirodne i antropogeno izazvane radioaktivnosti litoloških predstavnika** rezultati dobijeni merenjem radioaktivnosti uzorakasu iskorišćeni za izračunavanje sledećih parametara radijacionog rizika: ukupne apsorbovane doze gama zračenja u vazduhu na visini 1 m od tla (D , nGz, h⁻¹), radijumi ekvivalentne aktivnosti (Ra_{eq} , Bq kg⁻¹), indeksa spoljašnjeg hazarda (H_{ex}) i godišnje efektivne doze spoljašnjeg zračenja $AED_{outdoor}$, μSv). Pomoću tih parametara može se izvršiti odgovarajuća procena rizika po ljude koji bi boravili u istraživanom području. Redosled navedenih parametara je dat kao i do sada u radu, od geoloških jedinica vezanih za granite, zatim metamorfita Inovske serije i na kraju sedimenata "šarene serije". Dat je pregled i ranijih istraživanja koja nisu obuhvatala pomenute parametre. Sve ispitane lokacije imaju povećanu, gde je najmanja vezana za crvene pešcare "šarene serije", a najveća je 23 puta od svetskog proseka, na poziciji uzorka sa deponije otkopane rude - glinovitog materijala sa fragmentima izmenjenih granita rudnika Mezdreja. U ostalim sličajevima povećana vrednost apsorbovane doze gama zračenja je 3 do 5,4 puta veća od svetskog proseka. zaključeno je da vrednost manju od limita za radijumu ekvivalentne aktivnosti (Ra_{eq}) imaju samo crveni peščari "šarene serije", dok ostali imaju povećanu vrednost do 2 puta, osim u slučaju glinovitog materijala sa fragmentima granita sa haldišta rudnika Mezdreja gde je vrednost veća za skoro 8 puta. Indeks spoljašnjeg hazarda je manji od referentne vrednosti kod crvenih pešcara "šarene serije", malo je povišen kod uzoraka granita uzetog sa izdnaka rudnika Gabrovnica i kod sivih alevrolita "šarene serije". Kod ostalih je povećan od 0,414 do 0,873 - skoro duplo kod uzorka grafitnog škriljca sa dosta organskog materijala. Najviše vrednosti, skoro 8 puta veće su konstatovane na jalovištu rudnika Mezdreja. Godišnja efektivna doza spoljašnjeg zračenja je najveća na jalovištu rudnika Mezdreja - skoro 24 puta je veća od svetskog proseka, međutim interesantno je da su na svim mestima uzorkovanja povećane vrednosti u odnosu na svetski prosek. Naglasili bi da uzorci silifikovan i limonitisan materijal iz okoline rudnika Mezdreja, grafitični škriljac Inovske serije sa više organsko materijala i uzorak granita sa jalovišta rudnika Gabrovnica imaju vrednosti oko 5,5 puta veće od svetskog proseka.

U 10 Zaključnim razmatranjima uticaja prirodne i antropogene radioaktivnosti karakterističnih geoloških članova Stare planine na životnu sredinu kandidatkinja konstatuje da kod antropogenih koncentracija, razdaljina od vodotoka - Crnovrške reke opservacionih tačaka rudnika Mezdreja iznose od 170 do 360 m, što je veoma malo rastojanje u smislu prenošenja polutanata ocednim vodama. Takođe razdaljina opservacionih tačaka u slučaju rudnika Gabrovnica iznosi 115 do 135 m, pozicije polutanata su vrlo blizu vodotoka - Gabrovničke reke. Svi ostali uzorci su prirodnog porekla, ali je kod nekih konstatovana izrazito povišena radioaktivnost. U ovu grupu spadaju grafitični škriljci, sivi alevroliti i silifikovani-limonitizirani produkti kod rudnika Mezdreja (kojih je jako malo pa nisu specijalno razmatrani). Razdaljina od vodotoka izdanka grafitičnog škriljca (Inovska reka) je 30 do 34 m. Razdaljina izdanka šarene serije od vodotoka (Jelovička reka) je 5 do 7 m. Treba uzeti u obzir i da koncentracije sivih alevrolita nisu homogene, i ne pružaju se kao koherentan sloj određene debljine. Izdanci interkalacija sivih i crvenih alevrolita sa crvenim pršćarima se mogu pratiti u dužini od 1 do uslovno 1,5km. Dakle objekti nastali antropogenom aktivnošću imaju najviše vrednosti pomenutih parametara. Preporuka je da se objekti saniraju i zaštite od transporta radioaktivnog materijala u životnu sredinu. Na kraju konstatovano je da svi vodotokovi u koje pomenute pojave koje svojim ocednim vodama prinose uran i radionukleide prolaze kroz krečnjačke stene koje obaraju uran i radionukleide pre njihovog prinosa u gusto naseljena mesta.

OCENA DOKTORSKE DISERTACIJE

Na osnovu predstavljenog sadržaja i prikazanih rezultata doktorske disertacije doktoranda Sane Masod Abdulqader može da se konstatuje da je kandidat odabrao veoma aktuelni naučni i stručni problem koji je sagledan i proučen sa više aspekata, te da otvara mogućnosti daljih istraživanja u ovoj oblasti.

Disertacija je sistematična i pregledna, a rezultati istraživanja su reproduktivni i repetabilni, te upotrebljivi za primenu u drugim istraživanjima i praksi.

Na osnovu analize svih poglavlja, potpoglavlja i teksta u celini, posebno rezultata istraživanja i mogućnosti njihove primene, komisija konstatuje da doktorska disertacija kandidatkinje Sane Masod Abdulqader predstavlja originalan naučni rad, da je zadatak istraživanja u potpunosti ispunjen, kao i da dobijeni rezultati imaju značajnu naučnu i aplikativnu vrednost.

Kompetentnost kandidata, aktuelnost izabranog problema i značaj sprovedenih istraživanja u okviru doktorske disertacije Sane Masod Abdulqader, potvrđeni su i objavljenim naučnim radom u referentnom časopisu sa SCI liste, pod naslovom:

Natural Radioactivity of Intrusive-Metamorphic and Sedimentary Rocks of the Balkan Mountain Range (Serbia, Stara Planina)

by Sanna Masod Abdulqader, Boris Vakanjac, Jovan Kovačević, Zorana Naunovic and Nevena Zdjelarević
Minerals 2018, 8(1), 6; doi:10.3390/min8010006 (<http://www.mdpi.com/2075-163X/8/1/6>)

Doktorska disertacija kandidatkinje Sane Masod Abdulqader uspešno je prošla proceduru provere na antiplagijarizam koja je sprovedena na Univerzitetu Singidunum.

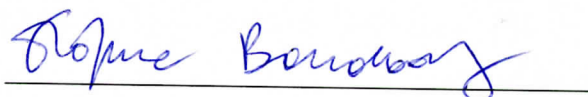
ZAKLJUČAK I PREDLOG

Komisija predlaže Veću departmana poslediplomskih studija Fakulteta za primenjenu ekologiju Futura Univerziteta Singidunum da se izrađena doktorska disertacija Sane Masod Abdulquader, pod naslovom "Karakteristike prirodne i antropogeno izazvane radioaktivnosti Stare planine i njen uticaj na životnu sredinu", usvoji i kandidatkinji odobri javna odbrana.

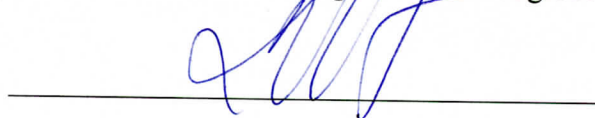
U Beogradu, 20.11.2017.

KOMISIJA:

1. Prof. dr Boris Vakanjac, vanredni profesor, mentor
Fakultet za primenjnu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum u Beogradu



2. Prof. dr Dragan M. Marković, redovni profesor,
Fakultet za primenjnu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum u Beogradu



3. dr Jovan Kovačević, viši naučni saradnik,
Geološki zavod Srbije, Beograd

