

OD VELIKOG PRASKA DO STENE

I VELIKI PRASAK



PREDGOVOR

Poštovani čitaocze,

Sigurno znam, kada si uzeo u ruke ovu debelu knjigu, da si nameran da iz nje nešto saznaš. Zato što ti to treba ili te zanima ili, možda, da je pročitaš celu, jer te sve interesuje što u njoj piše. Nisi je dohvatio zato što je ona debela niti što je u njoj ima lepih, šarenih i zanimljivih slika. Zato tebi, da, da, lično tebi, pišem ovo otvoreno pismo.

Geologija je doživjavala veliku i dramatičnu revoluciju 1968 godine. Umešto stare paradigme o geosinklinalama, koja je devet godina pre toga u zakrpama „proslavila“ svoju stogodišnjicu, stupila je na scenu nova paradigma. Ponela je naziv „Nova globalna tektonika“ ali ne za dugo, pošto ubrzo više nije bila „nova“. Definitivno je nazvana „Tektonika ploča“. Velikom brzinom osvojila je geologe celog sveta i počela da razvija svoje metode rada. Bilo je pokušaja sa „kontrarevolucijom“. Novoj paradigmi suprotstavljane su koncepcije o širenju Zemlje (kori), o okeanizaciji litosfere (Bjelousov), i druge manje ideje. Sve je to bilo uzalud. Tektonika ploča je ostala sama jer je bila najverovatnija.

Važno je još da ti kažem sledeće. U teoriji geosinklinala na prvom mestu je bilo poznavanje sedimenata i njihovog nastanka na kontinentima. O okeanima se nije ni razmišljalo. U novoj paradigmi prvo mesto zauzele su stene i to naročito magmatske i metamorfne, i okeani. Pri tome kontinenti nisu izgubljeni iz vida.

Nekako paralelno i Astronomija je ušla u revolucionarna saznanja. Njena savremena paradigma „Velikog Praska“ ozvaničena je 1965 godine. Ubrzo su počela sistematska osmatranja i snimanja objekata Sunčevog sistema (1968 godine). Pristiglo je i prvo kamenje sa Meseca, prvi svemirski teleskop „Habl“, 1910 godine. Iz Astronomije stizale su neočekivano sve senzacionalnija otkrića o planetama Sunčevog sistema, o njihovim satelitima i Suncu. Šta više, o našoj Galaksiji, drugim Galaksijama, bližem ali i sve daljem Kosmosu. Sve to s velikom radoznalošću pratio je pisac ove knjige. Ne samo pratio, nego i veoma prilježno radio na rešavanju geoloških problema, oslonjen na novu paradigmu.

Najviše je našeg pisca uzбудilo kamenje donešeno sa Meseca. Zamisli, konkretno kamenje koje može da se proučava u mikroskopu a sigurno nije sa Zemlje.

Uzbuđljivo. O svemu pomenutom sa velikim zanosom pričao je pisac svojim studentima i na mnogim popularnim predavanjima. Pričao i razmišljao. Postepeno

se javila ideja o jedinstvenom putu od Velikog praska do kamena koga drži u ruci. Sa idejom razvio je unutrašnji nagon da o tome napiše. Do odluke da se to pojavi u vidu knjige bio je samo jedan korak.

Piscu ovo nije prva knjiga pa je dobro znao šta ga čeka ali ipak odluka je pala. Zatim je sledio dugogodišnji mukotrpan rad i odricanja koga priznaje i sam autor. Vodile su ga ogromna zainteresovanost, ljubav prema poslu, upornost i istrajnost. I, na kraju, knjiga je tu u tvojim rukama.

Ovakve velike, sintezne i sveobuhvatne knjige kod nas u geonaukama nastaju veoma retko. Takva je na primer Cvijićeva „Geomorfologija“. Zato pisac može slobodno da se ponosi sa njom i ne samo on i ceo njegov fakultet i Univerzitet. Takve knjige se zovu monumentalne monografije.

Na kraju, dragi čitaocu, hoću nešto da ti napišem u poverenju: ja se veoma divim i piscu što je sve izdržao, istrajao a još više knjizi koju je složio i iznedrio. Ali, molim te, nemoj to da mu kažeš. Može da pomisli kako ga preterano hvalim.

Pozdravi sve kod kuće a tebe iskreno voli tvoj

prof. Aca Grubić

UVOD

Zemlja, naša draga planeta! Dom u kome lepo živimo, stvaramo, učimo i opstajemo. Događaji koji su se odigrali u istoriji naše planete jesu velika epska priča, koja se na mnogo načina tumači. Tragamo za istinom, željni znanja i saznanja o našem domu, a i sebi samima! Knjiga koja je pred Vama je zapis prošlosti naše planete sačuvan u stenama.

Ljudi oko nas su zainteresovani za stene, geologiju iz mnogo razloga. Neki su zaintrigirani fosilima ili kamenčićima koje sakupljaju na plaži i pitaju se šta oni znače? Drugi žele da znaju više o zemljotresima i vulkanima, o kojima čitaju ili gledaju u vestima i pitaju se da li su takvi događaji verovatni na prostoru na kojem žive. Neki žele da znaju odakle dolazi nafta koja pokreće njihov automobil ili od čega su napravljene cigle od kojih su građene njihove kuće. Ima nas koji smo zadržani veličinom planina ili impresionirani slikama Zemlje i drugih nebeskih tela koja su na nebu iznad nas.

Koji god da je Vaš razlog, nadam se da ćete u ovoj knjizi naći deo odgovora. Ne, ne morate sve čitati, ali odgovori će biti potpuniji ako to učinite petrološki (i geološki) „logičnim” redosledom ispisanih poglavlja.

Petrologija je jedna od disciplina geologije. Naziv potiče od drevnih grčkih reči *petra*, što znači „stena”, i *logos*, što znači „govor, objašnjenje, nauka”, a podrazumeva proučavanje magmatskih, sedimentnih i metamorfnih stena.

Različite vrste stena grade najveći deo „čvrste” Zemlje. Stena je prirodni skup, zajednica jednog ili više minerala određenog hemijskog sastava i sklopa. Zaključci većine istraživanja stena temelje se na terenskom radu, petrografskim podacima (modalni sastav i struktura), hemijskim, izotopskim, eksperimentalnim i teorijskim podacima.

Zemlja je za petrologe najveći „poligon” za sva znanja i saznanja. Procesi formiranja stena, u dinamičkom geološkom sistemu naše planete „zabeleženi” su u njihovom sastavu, strukturi i teksturi, načinu pojavljivanja i smeštaja. Istraživanja najvećim delom imaju cilj da se na osnovu uzročno-posledične korelacije procesa u „suprotnom pravcu” utvrde i objasne koji su najverovatniji, tj. najtačniji uslovi nastanka stena. Prave se i modeli, eksperimenti, „pozivaju” se u pomoć zakoni fizike i hemije, simuliraju petrološki sistemi kako bismo dobili „pravu istinu o kamenu” oko nas.

Petrologija ima „ograničen” prostor istraživanja. Uglavnom je vidljiv ili je dostupan samo deo stena koje se proučavaju. „Pomoć” pružaju erozija, koja razotkriva duboko smeštene stene, ili ksenoliti u magmi, koji dolaze iz velikih dubina Zemlje.

Većina istraživanja stena počinje na terenu. Količina i „kvalitet” opažanja u velikoj meri zavise i od „godina rada” izvan kancelarije, često u bespuću i daleko od kuće. Potrebno je veliko iskustvo i umeće da se prepoznaju minerali, strukture i tekture stena i sagledaju „vidljivi” geološki procesi. Važno je i odabrati i uzeti reprezentativne uzorke, koji će „predstavljati” stene i svu njihovu raznolikost na Vašem, uglavnom „velikom” istražnom prostoru.

Nažalost, rada, učenja i prakse na terenu za studente većine fakulteta širom sveta ima sve manje. Najčešće pominjani razlog su nedovoljna materijalna sredstva (prokleti novac koji se svuda meša!) i nedostatak vremena. Živimo sve brže, jureći u beskraj, koji nas, nažalost, vodi u bespuće. Voleo bih i želim da bude drugačije, bolje. Bez prakse, rada na terenu tokom studija geologije i rudarstva nije moguće naučiti i osposobiti se za uspešno i odgovorno bavljenje istraživanjem stena i ruda.

Podsetimo da je petrologija, a i geologija uopšte, poslednjih decenija u obrazovanju „doživela” i značajna skraćenja ili „isključenja” iz školskog i fakultetskog nastavnog programa, i prilagodila se novim potrebama tržišta rada. „Stari” (tradicionalni) programi su preuređeni, skraćeni, modifikovani, kako bi se studije što „brže” završile i omogućilo „instant” zaposlenje. Zbog toga je veliki broj fakulteta, uključujući i naš, Rudarsko geološki fakultet u Beogradu, ujediniio, ili bolje reći ubrzao, „skratio” kurseve mineralogije i petrologije i sveo ih na jedno ili dvosemestralni kurs, ili ih uključio kao integralni deo drugih geoloških disciplina: geomehanike, hidrogeologije, rudnih ležišta itd. Da li je to dobro? Sumnjam. Ili, bolje reći, nije? Petrologija, sa mineralogijom, treba da bude više zastupljena kako bi omogućila i kvalitetniju i jasniju edukaciju u geološkim, ali i drugim naučnim disciplinama. Smanjenjem važnosti petrologije smanjujemo kvalitet i pouzdanost geoloških podataka za većinu oblasti u geologiji, ali i u građevinarstvu, zaštititi životne sredine, i tako dalje.

Vratimo se petrologiji! Vreme prolazi i nosi sa sobom promene. Petrologija je poslednjih decenija dvadesetog veka „eksplodirala” u široku, višestruku kvantitativnu nauku. Konstantna preispitivanja i dobro dokumentovana kritika utvrđenih istina doprinose boljoj, kvalitetnijoj i „tačnijoj” petrologiji. Pažljivo posmatranje i inovativni načini razmišljanja i istraživanja stena dovode do novih otkrića. Da, još uvek postoje nerešeni problemi i kontroverze, koje će se, nadam se, brzo razrešiti. Neke od njih nisu još ni otkrivene!

„Stari” petrolozi su uglavnom opservacijom otkrivali tajne nastanka stena. Znanje je najvećim delom bilo rezultat akumulacije podataka, vidljivih golim okom, ili pod mikroskopom. Danas je to „malo”. Ide se dalje sa novim analizama, rezultatima, saznanjem, hipotezama, teorijama.

Moderna, savremena tehnologija, elektronika i ostale oblasti omogućile su

petrolozima, kao i ostalim geolozima i rudarima da proučavaju stene i Zemlju koristeći tehniku i analitiku „preuzetu” od fizike i hemije. Zbog toga je značajno prošireno područje njihovog razmatranja i promenjen način istraživanja.

Danas radimo ogroman broj hemijskih analiza minerala i stena sa velikom preciznošću i brzinom. Primenom računara omogućeni su brzo i tačno računanje, obrada analitičkih podataka i dobijanje dijagrama, klasifikacija, statističkih podataka, 3D modela itd. To je otvorilo nova područja i način istraživanja stena.

Pored toga, eksperimentalni podaci na visokim PT uslovima pomogli su u istraživanju stena. Međutim, ti podaci samo delom reprodukuju geološke procese na Zemlji, u Sunčevom sistemu, pa i u univerzumu. Zbog toga su rezultati često interpolacija podataka i empirijskih razmatranja.

Način geoloških istraživanja je oblikovao i usmerio pristup i način pisanja u knjizi koja je pred Vama. Osim postojećih geoloških saznanja, korišćeni su i prikazani, u osnovnim crtama, i pojedini zakoni iz fizike i hemije kako bi se bolje i jasnije objasnili nastanak stena ili geološki procesi i saopštile petrološke (zapravo, geološke) „mudrosti i rasprave” na istraživanom prostoru. Da, u pravu ste: čak i „najbolji” rezultati, modeli, teorije i eksperimenti ako se „ne dokažu” u stenama ili na terenu, verovatno nisu tačni. I na kraju, recimo da svako od nas ima oblast „interesovanja”, što rezultira pristrasnošću. Cilj je, ali i izazov i umeće, da se u svakoj, pa i u ovoj knjizi, „razumno, sažeto i jasno” prikažu postojeća znanja, zakoni i metode istraživanja ali i „veština” da se vrednuju i na „pravi” način objasne.

Knjiga je podeljena u sedam poglavlja:

1. **Veliki prasak**, gde je prikazana „famozna” teorija velikog praska, nastanak i građa univerzuma;
2. **Nastanak i građa Sunčevog sistema**;
3. **Zemlja**, gde su dati nastanak naše planete i građa, jezgro, omotač i kora;
4. **Tektonika ploča**, gde su prikazani osnovni koncept tektonike ploča, riftovi, zone subdukcije, transformna kretanja itd.;
5. **Petrologija magmatskih stena**, koje počinje opisom nastanka magme, a zatim slede klasifikacija, mineralni i hemijski sastav i sklop;
6. **Petrologija sedimentnih stena**, koje prikazuje nastanak sedimenata, podelu i opis stena¹ i
7. **Petrologija metamorfnih stena**, koje opisuje uzroke metamorfizma i završava opisom regionalno i kontaktno metamorfnih stena². Osnova teksta je iz postojećeg kursa petrologije metamorfnih stena koji sam držao na departmanu za Petrologiju i geohemiju Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu. Dopunjen je novim dijagramima, fotografijama i filmovima.

1 Rad na ovom poglavlju je u toku i očekuje se da će biti završen u naredne dve godine.

2 Za finalnu verziju ovog poglavlja potrebno je još oko godinu dana rada.

Za sada je pred Vama prvih pet poglavlja. U njima su prikazani rezultati dobijeni savremenim tehnikama, metodama i analitikom koji su omogućili nova saznanja o stvaranju stena koje se uglavnom nalaze „nadohvat ruke”, tj. na površini Zemlje.

Rezultate velikog broja istraživača, do kojih su došli mukotrpnim radom, razmotrili smo i primenili u našim razmišljanjima i idejama koje Vam saopštavamo. One se svakim danom dopunjavaju, menjaju ili napuštaju. Na pojedinim slikama i dijagramima, zbog bolje preglednosti, korišćene su standardne skraćenice naziva minerala i stena. Neki geološki termini, imena stena i minerala su zbog „nejasnog” izgovora, napisani na engleskom jeziku, tj. onako kao u izvornom dokumentu iz kog su preuzeti. U posebnom poglavlju, literatura, citirane su izvorne publikacije koje sam koristio, sa ciljem da pomognu čitaocu u slučaju da želi više detaljnijih informacija o temi, naslovu koji čita.

U knjizi je, radi boljeg i „lakšeg” razumevanja, prikazan veliki broj ilustracija, dijagrama, fotografija izdanaka i profila stena, vulkanskih erupcija itd. sa ciljem da se na inovativan i vizuelno prihvatljiv način zadovolje potrebe čitalaca za jednu od nauka o Zemlji, petrologiju. Većinu njih, preko 95%, snimio sam, nacrtao ili ilustrovao sam. Fotografije vulkanskih erupcija, pojedinih vrsta stena itd. preuzeo sam sa različitih sajtova. Svaka od njih bila je „slobodna” za prikaz u nekomercijalne svrhe, zbog čega nije bila potrebna saglasnost autora. Adrese sajtova sa kojih sam ih preuzeo u knjizi nisu navedene jer nepotrebno opterećuju tekst slike.

Petrologija je danas globalna nauka, koja pronalazi sve veću integraciju u drugim oblastima nauke o Zemlji, ali i u arheologiji, biologiji, geografiji, građevini, ekologiji itd.

Knjiga je nastala nakon „dugog i mukotrnog rada” i pisana je preko deset godina! Radio sam je sa radošću i podrškom. „Iza mene” je oko 50 godina rada, proučavanja, najvećim delom metamorfnih i magmatskih stena i obilaska većeg dela naše planete, i to više puta. Knjiga je napisana sa željom da „što jednostavnije” objasni nastanak stena na osnovnim petrološkim principima, uključujući mineralogiju, geohemiju, regionalnu geologiju i globalnu tektoniku. Pokušao sam da u knjizi koja je pred Vama omogućim jasan prikaz postojećih znanja i saznanja o stenama. Zahvalan sam kolegama, bivšim studentima, sada cenjenim istraživačima na prostoru bivše Jugoslavije, a i šire, koji su mi, kroz diskusije, predloge, sugestije, pomogli da knjiga izgleda ovako. To su: Damir Slovenec, Danica Srećković-Batoćanin, Bojan Kostić, Rade Jelenković, Aleksandar Grubić, Sonja Vidojević, Dušan Podunavac, Boris Vakanjac, Petar Milanović, Dana Popović, Rodoljub Gajić, Dejan Barjaktarević, Rajko Kondžulović, Ivica Ivandić, Mile Bugarin, Dragana Životić, Marinko Toljić, Slobodan Radosinović, Vladimir Gajić, Predrag Cvijić, Aca Ilić, Elvir Babajić, Hazim Hrvatović, Emin Memović i drugi.

Knjiga je namenjena studentima i kolegama iz oblasti geologije i rudarstva, ali i iz drugih prirodnih i društvenih nauka: arheologije, geografije, biologije, gra-

đevine, arhitekture, etnologije i, naravno, svima onima koji traže odgovore na pitanja „šta je stena”, „odakle dolazi”, i „iz čega se sastoji”. Kada bolje razmislim, knjiga je pre svega namenjena Vama, koji je upravo čitate sa željom da nešto saznate „o kamenu oko Vas” i, naravno, uživate.

Osim knjige, napravio sam i filmove o stenama, koji su takođe dostupni. I oni se mogu modifikovati, prilagoditi Vašim potrebama, obimu i naravno „ukusu”. Knjiga je štampana na recikliranom papiru kako bi se doprinelo boljoj životnoj sredini, a dostupna je i elektronska verzija.

ZAHVALNOST DONATORIMA

Štampanje ove knjige ne bi bilo moguće bez pomoći donatora. Svaki od njih, bez obzira na veličinu svog doprinosa, značajno je omogućio da knjiga **Od Velikog praska do stene** bude ispred nas. To su:

Zlatni donator: INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJA iz Bora dao je najveću donaciju i omogućio ključnu finansijsku podršku za štampanje knjige. Hvala Vam na poverenju.

Srebrni donator: DUNDEE PRECIOUS METALS (DPM Avala) iz Beograda, dao je značajnu finansijsku pomoć koja je pokrila značajan deo troškova štampanja. Zahvaljujem Vam na velikodušnom doprinosu.

Bronzani donator: INSTITUT ZA VODOPRIVREDU “JAROSLAV ČERNI” AD iz Beograda dao je finansijsku pomoć kojim je pokriven deo troškova štampanja knjige. Vaša podrška je bila neprocenjiva.

Specijalni donatori čija je pomoć takođe bila značajna. To su:

GEOMEHANIKA d.o.o, Dobropoljska 21, Beograd
GEOSFERA d.o.o, Jablanička 3, Beograd
GEOING GROUP d.o.o, Kraljice Marije 25, Beograd
PROJECT KOP d.o.o, Pašmanska 12, Beograd
RUDNIK I FLOTACIJA “RUDNIK” d.o.o Rudnik
Miše Mihajlovića 2, Rudnik
HIDROZAVOD DTD, Petra Drapšina 58, Novi Sad
SAOBRAĆAJNI INSTITUT CIP, Nemanjina 4, Beograd

Pomoć donatora nije bila samo u novcu već i verovanje u ideju da zajedno stvorimo nešto vredno. Svaka stranica ove knjige nosi i deo Vas. Hvala Vam što ste omogućili da knjiga **Od Velikog praska do stene** bude u rukama čitalaca.

