HRVATSKO GEOLOŠKO DRUŠTVO
1951
Mente et Malleo

VIJESTI

63/1
GODINA LXIII
ZAGREB, LIPANJ 2026.

HRVATSKOGA GEOLOŠKOG DRUŠTVA

TEMA BROJA

Minerali glina

– mali minerali velikog značaja

RIJEČ UREDNICE

Drage čitateljice i dragi čitatelji,

malo koji materijal prati čovjeka tako dugo kao glina – od prvih figurica iz kamenoga doba do barijera za odlaganje radioaktivnog otpada. Upravo su minerali glina tema ovoga broja. Povod je 25. obljetnica Odsjeka za gline HGD-a, čiji su članovi tom prigodom pripremili opsežan pregledni rad o građi, istraživanju, ležištima i primjeni minerala glina, a donosimo i izvještaj s obilježavanja obljetnice.

Ova je godina posebna i za naše Društvo, koje obilježava 75 godina postojanja i ima novo vodstvo. Donosimo pozdravne riječi nove predsjednice, prof. dr. sc. Marte Mileusnić, i tekst o stručnim ispitima i tituli EuroGeol. Radujemo se i dvama novim članovima HAZU iz naše struke – akademkinji Vlasti Ćosović i akademiku Slobodanu Miki.

Mnogo je pozornosti posvećeno popularizaciji geologije u društvu - održano je prvo pilot natjecanje iz geologije za srednjoškolce i drugi skup Geologija u nastavi, a geolozi su sudjelovali i na Danu i noći na PMF-u, Festivalu znanosti te je održan niz radionica Upoznaj Zemlju – zaviri u mikroskop!. Članovi Društva družili su se na ekskurziji u Ljubljanu i na prvoj Geomaslinijadi.

Obilježeno je 150 godina nastave geologije na Sveučilištu u Zagrebu i 100. obljetnica smrti akademika Mije Kišpatića, a održani su i skupovi posvećeni akademiku Josipu Tišljaru i profesoru Stjepanu Bahunu. Tu su i vijesti s konferencija i projekata – od višestrukih prirodnih hazarda do nove geološke karte NP Brijuni. Kolege su pisali o iskustvima s doktorske škole, studijskog boravka u Mainzu, a posebno mi je draga priča o našim znanstvenicima povratnicima.

U ovom broju opraštamo se od naših dragih kolega, profesora emeritusa Darka Mayera, dr. sc. Gorana Mihelčića i mr. sc. Vladimira Zebeca.

U Osvrtima predstavljamo monografiju Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja, izložbe o akademiku Miji Kišpatiću, Lubanji C i dinosaurima, serijal Na kraju krajeva te dvije priče iz splitskih paleontoloških zbirki.

Ovo je ujedno i prvi broj Vijesti koji pred vas stavljam kao nova urednica. Preuzimajući ovu ulogu od naše drage kolegice Morane Hernitz Kučenjak, kojoj zahvaljujem na svom trudu i posvećenosti za naš časopis, nadam se da ću zajedno s Uredništvom i autorima uspjeti sačuvati i oplemeniti ono što Vijesti već više od pet desetljeća jesu – mjesto na kojem se dijeli ljubav prema geologiji.

S velikim veseljem čekamo vaše još neispričane priče i osvrte na događanja u našoj struci!

Želim vam ugodno čitanje i pozdravljam vas do idućeg broja.

Sanja Bernat Gazibara, vaša urednica

SADRŽAJ

TEMA BROJA

4 Minerali glina—mali minerali velikog značaja

22 Obilježavanje 25. obljetnice Odsjeka za gline Hrvatskoga geološkog društva

AKTIVNOSTI

24 Pozdrav predsjednice HGD-a

25 Presjek članstva Hrvatskoga geološkog društva – rezultati revizije 2026. godine

27 Očuvanje profesionalnih standarda geološke struke – izazovi i koraci naprijed

28 Geolozi, novi članovi HAZU

31 Pilot natjecanje iz geologije za srednje škole

33 Drugi međužupanijski skup Agencije za odgoj i obrazovanje: Geologija u nastavi

34 Upoznaj Zemlju—zaviri u mikroskop!

35 Dan i noć na PMF-u 2026

36 Geološki odsjek PMF-a na Festivalu znanosti 2026

37 Geomaslinijada – Od stijene do ulja

39 Stručna ekskurzija HGD-a u Ljubljani

40 Znanstveno-stručni skup u čast akademiku Josipu Tišljaru

42 150 godina nastave geologije na Sveučilištu u Zagrebu

43 Prigodni znanstveni skup u povodu 100. godišnjice smrti akademika Mije Kišpatića

45 Komemorativni skup u spomen profesoru Stjepanu Bahunu

46 Održana 87. godišnja EAGE konferencija u Aberdeenu

47 *Unraveling clues to the early history of the Alpine-Dinaridic orogen*

48 Istraživački NPOO projekt: Određivanje oblika nestabilnosti i mehanike loma čvrstih debelouslojenih stijena oko podzemnih prostorija (ONMELS)

49 Projekt PRIMIS – integrirana procjena višestrukih hazarda za prilagodbu klimatskim promjenama

50 Osnovna geološka karta Nacionalnog parka Brijuni

54 Likva – novi geološki spomenik prirode u Sutivanu na otoku Braču

56 Korak bliže zaštiti Ogoline Emmanuelle

57 Druga PRO-SLO doktorska škola – nastavak uspješne međunarodne edukacije o društvenoj dozvoli za djelovanje

59 Studijski boravak na Max Planck Institutu za kemiju u Mainzu (MOBDOK-2023)

60 Preko Kanade i Italije do znanstvenika povratnika u Hrvatskoj

62 Dan crvenih haljina na Zavodu za geologiju i geološko inženjerstvo RGN fakulteta: zajedništvo i podrška ženama

63 Studentski dani geologije „Od cementa do soli“

64 **SAŽETCI DOKTORSKIH DISERTACIJA**

IN MEMORIAM

69 Darko Mayer (1945. – 2026.)

72 Goran Mihelčić (1960. – 2026.)

73 Vladimir Zebec (14.7.1944. – 21.6.2026.)

OSVRTI

75 Osvrt na monografiju Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra (2024.) i najava Spomenice Hrvatskog prirodoslovnog muzeja (2028.)

78 Prikaz izložbe „Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“

81 Osvrt na predstavljanje kataloga izložbe „Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“

83 Izložba „Lubanja C – svjetska paleoantropološka baština u Museo d’Antichità J.J. Winckelmann“, Trst

85 Povijest, sastav i preliminarna muzeološka obrada Paleontološke zbirke beskralježnjaka Gasperini–Girometta

87 Preliminarni opis fosilnih ostataka zvjezdača iz zaseoka Čičići u Gornjem Muću

88 Posjet članova HGD-a izložbi „Invazija dinosaura“ u Zagrebu

89 Na kraju krajeva — kako, koristeći katastrofe, popularizirati geologiju na nacionalnoj televiziji

93 **DOGODILO SE...**

Minerali glina – mali minerali velikog značaja

Vinko Baranašić, Ana Čaić Janković, Goran Durn, Anita Grizelj, Zvonka Gverić, Ljerka Hećimović, Michaela Hruškova Hasan, Nikolina Ilijanić, Stanislav Jelavić, Biljana Kovačević Zelić, Jasmina Martinčević Lazar, Slobodan Miko, Marta Mileusnić, Natali Neral, Ivor Perković, Darko Tibljaš i Nenad Tomašić

1. UVOD

Malo koji prirodni materijal prati razvoj ljudske civilizacije tako dugo i u toliko različitih uloga kao glina. Od prvih figurina iz kasnog paleolitika (prije cca. 30 tisuća godina), preko prvih posuda izrađenih u neolitiku, preko opeke i crijepa od kojih su građeni gradovi te porculana koji je stoljećima bio simbol prestiža, do papira, lijekova i zaštitnih barijera za odlaganje otpada, pa čak i onog radioaktivnog, glina je ostala jedna od najvažnijih sirovina. Odlike ovog korisnog materijala danas omogućuju primjenu u nizu različitih područja – od građevinske industrije do medicine.

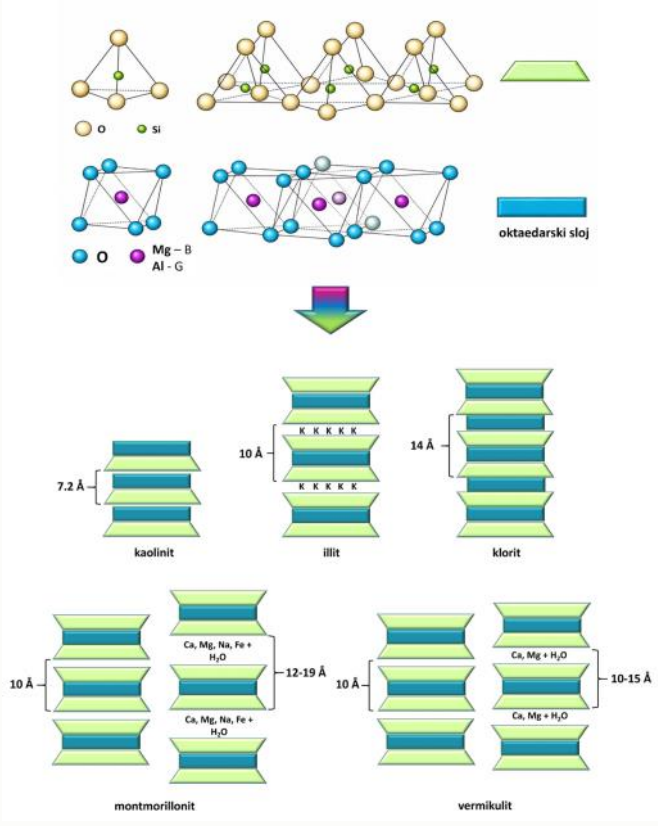
Gline i minerali glina su vrlo zastupljeni u površinskom okolišu. Njihov sastav i raspodjela u tlu i sedimentima omogućuju prepoznavanje podrijetla matičnog materijala, razlikovanje naslijeđenih i pedogenetski/autigeno nastalih faza, rekonstrukciju pedogenetskih i paleookolišnih uvjeta te razumijevanje fizikalno-kemijske reaktivnosti sedimenata i tala. Minerali glina često pružaju ključne informacije u geološkim, geotehničkim i ostalim područjima izučavanja okoliša.

Razvojem istraživanja glina i njihove primjene, kako u svijetu tako i na području Hrvatske, stvorila se potreba za povezivanjem stručnjaka i razmjenom njihova znanja, što je ujedno bio i temelj za osnivanje Odsjeka za gline Hrvatskoga geološkog društva. Ovim preglednim radom, koji je nastao iz želje da se prigodno obilježi 25 godina od osnutka Odsjeka za gline, prikazat će se raznolikost te povijesni i suvremeni pravci istraživanja minerala glina kao i njihova znanstvena, gospodarska i društvena važnost.

2. OSNOVNE MINERALOŠKE KARAKTERISTIKE MINERALA GLINA

Prema Guggenheim i Martin (1995) **glina** je prirodni materijal, sastavljen prvenstveno od sitnozrnastih čestica, koji pri odgovarajućoj količini vode pokazuje plastičnost, dok se prilikom sušenja ili žarenja stvrdnjava. **Minerali glina** su filosilikati, ali i ostali minerali koji doprinose plastičnosti i stvrdnjavanju gline.

Minerali glina tipa filosilikata imaju uslojenu strukturu. Slojeve čine manji kationi u tetraedarskoj koordinaciji s atomima kisika u izmjeni s mrežama kationa u oktaedarskoj koordinaciji s atomima kisika i hidroksilnim skupinama (Slika 1). Postoje 1:1 (T-O) ili 2:1 (T-O-T) filosilikati, ovisno o tome sadržava li strukturni paket po jedan tetraedarski i oktaedarski sloj (1:1) ili pak dva tetraedarska i jedan oktaedarski sloj između njih (2:1). Najmanja strukturna jedinica u oktaedarskom sloju uključuje tri oktaedra, koje sve mogu popunjavati dvovalentni kationi te se tada govori o trioktaedarskim filosilikatima. U slučaju da oktaedre zaposjedaju trovalentni kationi, jedan od tri oktaedra ostaje prazan pa se tada radi o dioktaedarskim filosilikatima. Zbog mogućih zamjena kationa višeg naboja (npr. Si^{4+} ili Al^{3+}) kationima nižeg naboja (npr. Al^{3+}, Mg^{2+} ili Fe^{2+}), paketi poprimaju negativni naboj. Zbog toga u prostor među paketima (međusloj) mogu ući kationi (npr. K^{+}, Na^{+} ili Ca^{2+}), hidratizirani kationi (okruženi molekulama H2O), različite organske molekule, oktaedri hidroksida ili dodatni oktaedarski sloj. Prema sadržaju međusloja (o kojem ovise i fizikalna i kemijska svojstva minerala), filosilikati su klasificirani u grupe: grupa serpentina-kaolina, talka-pirofilita, smektita, vermikulita, pravih tinjaca, krtih tinjaca, tinjaca s manjkom međuslojnog kationa, klorita te grupe pravilno interstratificiranih filosilikata (Tablica 1). Treba imati u vidu da se svi navedeni filosilikati ne smatraju mineralima glina, npr. serpentin i talk, a isto tako ni pravi i krti tinjci.



Slika 1. Shematski prikaz strukturne građe nebubrivih (kaolinit, illit i klorit) i bubrivih (montmorillonit, vermikulit) minerala glina. O – kisik, Si – silicij, K – kalij, OH – hidroksilni ion, Al – aluminij, Mg – magnezij. Za bubrive minerale glina prikazana je struktura i debljina strukturne jedinice u dehidriranom (lijevo) i hidratiziranom stanju (desno)

3. KRATKA POVIJEST ZNANOSTI O GLINAMA*

Neovisno o činjenici da čovječanstvo minerale glina, odnosno različite gline koristi od davnina (vidi sljedeća poglavlja) te činjenici da su minerali glina, kao glavni sastojci tala i sedimentnih stijena, najzastupljeniji minerali na površini Zemlje, znanost koja ih proučava je relativno nova, stara stotinjak godina. Problem je predstavljala činjenica da je riječ o materijalima čije su čestice vrlo sitne, pa primjena standardnih metoda istraživanja, kao što je primjena polarizacijskog mikroskopa koja je u 19. stoljeću dovela do razvoja moderne petrologije, nije bitno pripomogla znanju o glinama. Kako je vrlo često riječ o smjesama različitih minerala, ali sličnog kemijskog sastava, ni metode kemijske analize nisu mogle pomoći za potpuno razumijevanje glina i njihovih karakteristika. Neki autori smatraju da je razvoj znanstvenih istraživanja glina započeo dvadesetih godina prošlog stoljeća kao posljedica široke komercijalne upotrebe bentonita, iako su znanstvenici istraživali gline i ranije. Prvu definiciju glina koja je uključivala njihovu

*Ovaj prilog napisan je korištenjem tekstova Moore i Reynolds (1997), Konta (2000) te Bergaya i sur. (2006) u kojima zainteresirani mogu pronaći mnoge dodatne zanimljive činjenice.

sitnozrnatost dao je već 1546. godine Agricola. Le Chatelier je 1887. godine publicirao rezultate termičkih istraživanja glina u kojima je zapazio da pri njihovom zagrijavanju dolazi do dehidratacije u određenim temperaturnim rasponima te je zaključio da su gline kristalizirane. To je bilo u suprotnosti s tadašnjim shvaćanjem, koje je bilo aktualno i kasnije, da su gline amorfne smjese oksida/oksihidroksida silicija i aluminija. I drugi su istraživači (npr. Schlösing te Atterberg), bez ulaženja u pitanje kristaliziranosti tih materijala, proučavali gline i njihova svojstva, kao što su dimenzije njihovih sastojaka ili plastičnost.

Na pitanje jesu li gline amorfne ili je riječ o mineralima, kristaliziranim materijalima određenog kemijskog sastava i strukture, odgovor je omogućila tek primjena difrakcije rendgenskih zraka (XRD – X-Ray diffraction). Te je zrake otkrio 1895. godine Röntgen. Prvi su difrakcijski eksperiment 1912. godine proveli von Laue, Friedrich i Knipping, a već je sljedeće godine W. L. Bragg primjenom XRD-a riješio prve kristalne strukture (NaCl, KCl, KBr i KI). Kristalne strukture tinjaca i klorita odredio je 1930. godine Pauling, čime je utro put odredbi struktura ostalih minerala glina. Tako je Gruner već 1932. godine odredio strukturu kaolinita, 1934. godine vermikulita, a 1935. godine glaukonita. Ulrich i dr. 1934. godine predložili su danas prihvaćenu strukturu montmorillonita koja je objasnila njegovo svojstvo bubrenja. Hendricks i Teller su 1942. godine postavili teoriju difrakcije na miješanoslojnim (interstratificiranim) mineralima. To su vrlo značajna postignuća jer je poznavanje kristalnih struktura i kemijskog sastava glina preduvjet za razumijevanje njihovog ponašanja i svojstava odnosno za njihovu uspješnu primjenu.

Tablica 1. Podjela filosilikata (modificirano prema Moore i Reynolds, 1997). Tr = trioktaedarski; Di = dioktaedarski; z= naboj na temelju asimetrične jedinice (pola jedinične ćelije) tj. O5(OH)4 za 1:1, O10(OH)2 za

Vrsta paketa	Grupa	Podgrupa	Mineral
1:1	serpentina-kaolina (z~0)	serpentini (Tr)	krisotil, antigorit, lizardit, berthierin, odinit
		kaolini (Di)	kaolinit, dickit, nakrit, halloysit
2:1	talka-pirofllita (z~0)	talk (Tr)	
		pirofilit (Di)	
	smektita (z≈0.2-0.6)	Tr smektiti	saponit, hectorit
		Di smektiti	montmorillonit, beidellit, nontronit
	vermikulita (z≈0.6-0.9)	Tr vermikuliti	
		Di vermikuliti	
	illita (0.6<z>0.9)	Tr illit?	
		Di illit	illit, glaukonit
	tinjaca (z≈1)	Tr tinjci	biotit, flogopit, lepidolit
		Di tinjci	muskovit, paragonit
	krtih tinjaca(z≈2)	Di krti tinjci	margarit
	klorita (z – promjenjiv)	Tr,Tr *	Ime prema dominantom kationu Fe^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Ni^{2+}
		Di,Di	donbasit
		Di,Tr	sudoit, cookeit
		Tr,Di	
2:1 izokrenute vrpce	sepiolita-paligorskita (z promjenjiv)		

2:1, * za klorite prva oznaka odnosi se na oktaedarski sloj u 2:1 paketu, a druga na oktaedarski sloj u međusloju

Difrakcija rendgenskih zraka vrlo se rano (dvadesetih godina 20. stoljeća) počela koristiti i za kvalitativnu faznu analizu, kako općenito tako i u istraživanjima glina, čime je definitivno potvrđeno da tla i sedimenti sadrže više kristaliziranih minerala, kako je to već ranije pretpostavio Le Chatelier. Posljednjih desetljeća se XRD (u pravilu u kombinaciji s drugim metodama) vrlo uspješno koristi i za kvantitativnu analizu glina, koja je postala nužna zbog vrlo raznolikih i specifičnih primjena glina. Ranije to, zbog složenih smjesa sastojaka koji često odstupaju od idealne periodičnosti i zbog amorfnih sastojaka, nije bilo moguće. No, primjena jačih računala u kombinaciji s razvojem računalnih programa, potpunijim bazama podataka i razvijenim matematičkim modelima za neuređene strukture – koje su česte kod nekih minerala glina, npr. smektita – omogućila je kvantifikaciju, bilo primjenom metode usklađivanja cijele difrakcijske slike, bilo Rietveldove metode.

Primjer XRD-a dokaz je da je razvoj znanosti o glinama, kao i drugih prirodnih znanosti, ovisan o razvoju analitičkih metoda. No, koliko god je ta metoda moćna, sama nije mogla odgovoriti na brojna otvorena pitanja. Tridesetih godina prošlog stoljeća razvoj je potaknut i otkrićem diferencijalne termičke analize, koja je omogućila bolje razumijevanje promjena (fizikalnih, kemijskih i strukturnih) koje se događaju pri zagrijavanju glina. Tih je godina izumljen i elektronski mikroskop, što je omogućilo direktna opažanja izgleda vrlo sitnih čestica i odnosa među njima (to su pitanja na koja XRD ne daje odgovor). Među temeljne tehnike spada i infracrvena spektroskopija (IR) koja od šezdesetih godina ne služi samo za identifikaciju minerala nego daje i dodatne podatke o njihovoj strukturi. Jasno, tu spadaju i različite metode kemijske analize. Danas se koristi čitav niz analitičkih metoda koje pridonose sve boljem razumijevanju svojstava minerala glina i njihovoj širokoj primjeni.

Razvoj znanosti o glinama je potaknut i brojnim pitanjima koja su se javljala/javljaju vezano uz gline, njihovo pojavljivanje u prirodi te primjenu kako u izvornom tako i modificiranom obliku. Veliki su doprinos imala istraživanja minerala glina kao bitnih sastojaka tala. Naime, obradivost i plodnost tala ovise o količini i vrsti prisutnih minerala glina. Proučavani su fizički i biološki procesi bitni za nastanak tala i izmjenu nutrijenata u njima. Ističu se i istraživanja (npr. bentonita i kaolina) kao industrijskih minerala i sirovina u različitim granama industrije. Krajem četrdesetih godina prošlog stoljeća započela su vrlo intenzivna istraživanja modificiranih organofilnih glina (engl. *organoclays*) u kojima su prirodni anorganski kationi u strukturama zamijenjeni organskim pa površine minerala glina više nisu hidrofilne nego organofilne što omogućuje njihove brojne primjene. Izučavanje i primjena katalitičkih svojstava glina također je značajno utjecalo na razvoj znanosti. Katalitička svojstva glina korištena su u naftnoj industriji od tridesetih pa do pedesetih godina kada su ih zamijenili sintetski zeoliti. No, od sedamdesetih godina sve je šira primjena modificiranih tzv. *pillared clays* kod kojih se izvorni kation u međusloju smektita zamjenjuje s velikim anorganskim polikationom npr. aluminija, koji se žarenjem prevodi u Al oksid koji podupire slojevitu strukturu, ali s povećanim razmakom slojeva. Dobivena slojevita mikroporozna struktura s velikom aktivnom površinom pogodna je za katalitičke procese. U kontekstu razvoja znanosti o glinama treba istaknuti i geotehnička istraživanja vezana uz izgradnju složenih infrastrukturnih objekata, koja zahtijevaju suradnju građevinskih inženjera i stručnjaka za gline, s ciljem izbjegavanja problema vezanih za deformacije i dugotrajna slijeganja, pojave bubrenja i skupljanja te nisku čvrstoću i pojave nestabilnosti koje gline u određenim uvjetima mogu uzrokovati. Posljednjih desetljeća brojna su istraživanja vezana uz nepropusne barijere na odlagalištima raznih vrsta otpada, a posebno radioaktivnog. Vrlo su značajna i istraživanja u geologiji koja rasvjetljavaju različite geološke procese. Primjerice, istraživanja šejlova u Meksičkom zaljevu sedamdesetih godina nedvosmisleno su ukazala na dijagenetsku transformaciju smektita u illit i riješila dilemu je li prisutnost različitih minerala glina u sedimentnim stijenama samo posljedica trošenja različitih ishodišnih minerala u različitim klimatskim uvjetima ili su neki od njih nastali i dijagenetskim



procesima. Takva istraživanja daju uvid u termalnu prošlost i perspektivnost istraživanih područja za eksploataciju ugljikovodika. Poznavanje minerala glina bitno je i pri samoj eksploataciji nafte kako se krivim izborom postupaka ne bi narušile karakteristike naftnih rezervoarskih stijena. Istraživanja minerala glina važna su i u istraživanju stijena vrlo niskog stupnja metamorfizma, jer se relativno jeftinim istraživanjima mogu dobiti podaci koji pomažu u interpretaciji geotektonske evolucije istraživanih područja.

U razdoblju oko 1950. godine nacionalne udruge u Velikoj Britaniji (1948.), Francuskoj (1949.), Rusiji (1952.) i SAD-u (1955.) počele su izdavati časopise posvećene glinama i mineralima glina. Iz njih su proizašli danas najvažniji časopisi u tom području *Clay Minerals* (1965.), *Clays and Clay Minerals* (1968.) kojima se 1985. godine priključio Elsevierov *Applied Clay Scienc*e. Tih su godina izašle i prve moderne knjige posvećene mineralima glina i stijenama koje ih sadrže. Zbog toga neki autori smatraju da je znanost o glinama zaživjela tek tada.

Posve je razumljivo da su se glinama, kao prirodnim materijalima, u početku intenzivno bavili znanstvenici školovani kao geolozi (mineralozi), a kasnije su se s porastom različitih primjena glina, s ciljem boljeg razumijevanja principa na kojima se njihova primjena temelji, u istraživanja uključivali i stručnjaci iz drugih polja znanosti. Na 18. Međunarodnom geološkom kongresu (IGC) 1948. godine u Londonu sastala se skupina zainteresiranih za međunarodnu suradnju i razmjenu iskustava vezanih uz istraživanje minerala glina te je osnovan Međunarodni odbor za istraživanje glina (*Comité International Pour l'Etude des Argiles - CIPEA*) koji je djelovao unutar IGC-a. Odbor je sve do skupa u Kopenhagenu 1960. godine na IGC-ima organizirao znanstvene sekcije posvećene glinama. Tada je odlučeno da će CIPEA organizirati svoj kongres, pa je 1963. godine u Stockholmu održan prvi ICC (*International Clay Conference*). Na ICC-u održanom u Jeruzalemu 1966. godine osnovana je AIPEA (*Association Internationale Pour l'Etude des Argiles*).

U skladu s navedenim se i pojam „stručnjak za gline“, definiran na engleskom, francuskom i njemačkomu prvom biltenu AIPEA-e (1967.), koristi u najširem smislu, jer obuhvaća vrlo veliku i raznoliku skupinu, s predstavnicima u cementnoj industriji, geologiji, geotehnici, građevinarstvu, gumarskoj industriji, industriji boja, industriji papira, keramičkoj industriji, kozmetičkoj industriji, kristalografiji, ljevaoništvu, medicini, mineralogiji, naftnoj industriji, pedologiji itd.

TEMA BROJA

4. RASPROSTRANJENOST MINERALA GLINA U OKOLIŠU

Minerali glina čine važnu skupinu minerala jer su obilato zastupljeni na površini Zemlje i čine jedan od najvažnijih produkata kemijskog trošenja stijena. Dominantna su komponenta pelitnih sedimenata i tla, ali su prisutni i u ostalim sedimentnim stijenama kao i u metamorfnim stijenama niskog stupnja metamorfizma. Zbog svoje male veličine zrna (< 2 μm) i velike specifične površine, značajno utječu na fizikalna, kemijska, hidraulička i mehanička svojstva sedimenata, a njihovo proučavanje omogućuje rekonstrukciju uvjeta nastanka sedimenta.

Sedimentne gline najčešće nastaju erozijom, transportom i taloženjem materijala nastalog trošenjem stijena i tala na kopnenim površinama. Na vrstu minerala glina koji nastaju utječu brojni čimbenici, među kojima su sastav matične stijene, klima, reljef, vrijeme izloženosti i djelovanje organizama. Kemijsko trošenje dovodi do razgradnje primarnih minerala, pri čemu nastaju sekundarni minerali glina poput kaolinita, illita, smektita i klorita, dok njihova zastupljenost odražava uvjete u kojima su nastali. Minerali glina u tlu i sedimentu mogu biti detritičnog porijekla ili mogu nastati in situ precipitacijom iz otopina ili tijekom dijageneze.

Čestice minerala glina prenose se vodom, vjetrom ili ledenjacima. Zbog vrlo male veličine ostaju dugo suspendirane u vodi, transportirane su na velike udaljenosti od izvorišnog područja te im je sedimentacija vrlo spora. Talože se u okolišima niske energije vode poput jezera, poplavnih riječnih ravnica, laguna, delta te dubokomorskih i oceanskih bazena. Važnu ulogu pri sedimentaciji glina u vodenim okolišima ima proces flokulacije, pri kojem se sitne čestice glina zbog promjene kemizma vode sljepljuju u veće agregate, što ubrzava

njihovo taloženje.

Nakon taloženja, sedimenti prolaze kroz dijagenetske procese tijekom kojih se pod utjecajem promjene temperature, tlaka i kemizma pornih fluida mijenja sastav i struktura minerala glina. Te promjene mogu pružiti informacije o dubini zalijeganja i termalnoj povijesti sedimentnog bazena. Jedna od vrlo čestih dijagenetskih promjena je postupna transformacija smektita u stabilniji illit preko miješanoslojnih illit-smektita. Nastali minerali, odnosno njihova kristalna struktura, odražavaju uvjete zatrpavanja, zalijeganja i termalne evolucije sedimentnog bazena . Stupanj tih promjena može se procijeniti primjenom različitih indeksa, npr. „kristaliniteta illita“ (Küblerov indeks - KI).

Osim što pružaju informacije o dijagenetskoj evoluciji sedimentnih bazena, sastav i raspodjela minerala glina u sedimentnim stijenama i u tlu važni su pokazatelji okolišnih uvjeta, uvjeta taloženja i provenijencije. Tako je poznato da u aridnim i polarnim područjima, gdje je kemijsko trošenje slabije od fizičkog trošenja, kemizam nastalih minerala glina odražava izvorni materijal, dok u humidnim područjima može biti kompletno izmijenjen. Povećani udio smektita može upućivati i na vulkansko podrijetlo sedimenta, dok su autigeni minerali glina poput glaukonita, paligorskita i sepiolita vezani uz plitkomorski, brakični i evaporitni okoliš.

5. MINERALI GLINA U TLU

Uz sedimente, vrlo dinamičan kontaktni prostor između litosfere, atmosfere, hidrosfere i biosfere predstavljaju tla, odnosno paleotla. Tlo je medij u kojem se istodobno odvijaju procesi trošenja stijena, premještanja i nakupljanja tvari, biološke aktivnosti, izmjene vode i plinova te brojne kemijske i mineraloške reakcije.

Minerali glina pri tom imaju dvostruku ulogu: s jedne strane predstavljaju zapis procesa koji su se odvijali tijekom nastanka i razvoja tla (podrijetlo matičnog materijala, intenzitet kemijskog trošenja, promjene pH, odvijanje redoks procesa...), dok s druge strane svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima aktivno određuju ponašanje tla. Zbog male veličine čestica, velike specifične površine, površinskog naboja i sposobnosti vezanja vode, kationa, organskih molekula i potencijalnih onečišćivala, oni bitno utječu na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla. Minerali glina u tlima mogu biti naslijeđeni iz matičnog materijala, nastati transformacijom postojećih silikatnih minerala ili neoformacijom tijekom pedogenetskih procesa, a mogu biti i uneseni eolskim, koluvijalnim ili drugim procesima. Zbog toga interpretacija njihova postanka i značenja zahtijeva povezivanje mineraloških podataka s terenskim opažanjima, mikromorfologijom, granulometrijom, geokemijom i drugim metodama istraživanja. Takav interdisciplinarni pristup omogućuje razlikovanje naslijeđenih i novonastalih mineralnih faza te rekonstrukciju razvoja tla i paleookolišnih uvjeta. Mnogo je takvih primjera istraživanja u

Istraživanje pseudogleja na lesu u panonskom dijelu Hrvatske (Rubinić i dr., 2014). Pseudogleji su hidromorfna tla u kojima se zbog povremenog zadržavanja oborinske vode razvijaju redoksimorfna obilježja, a jedan od važnih procesa njihova nastanka jest lesiviranje, odnosno premještanje glinovitih čestica iz viših u niže horizonte. Istraživanja pseudogleja razvijenih na lesu duž oborinskog gradijenta pokazala su da su mnoga morfološka, fizikalna i kemijska svojstva tla bila u skladu s količinom oborina. Međutim, intenzitet lesiviranja nije slijedio oborinski gradijent jer je vertikalna raspodjela glinovite frakcije u većoj mjeri ovisila o pH-vrijednosti tla i mineralogiji glina nego o samoj količini oborina. Ilitični materijal i kaolinit uglavnom su naslijeđeni iz lesnog matičnog materijala, a smektit je najvjerojatnije također naslijeđen, iako njegovo podrijetlo nije jednoznačno. Miješanoslojni klorit-vermikulit i vermikulit nastaju destabilizacijom i transformacijom klorita tijekom pedogeneze. Vjerojatni slijed trošenja može se prikazati kao prijelaz od klorita preko miješanoslojnih klorit-vermikulitnih faza prema vermikulitu, pri čemu se oslobađa željezo koje može sudjelovati u nastanku Fe-oksida i oksihidroksida.

Istraživanja poligenetskog tla razvijenog na kasnoglacijalnom lesu na otoku Susku (Durn i dr., 2018a). Analize minerala glina, u kombinaciji s mikromorfologijom, geokemijom i luminiscencijskim datiranjem, omogućile su razlikovanje naslijeđenih i pedogenetski nastalih mineralnih faza te rekonstrukciju složenog slijeda taloženja, pedogeneze, pokapanja i naknadnih promjena okoliša. Pritom su klorit, ilitični materijal, kaolinit i smektit prepoznati kao pretežno naslijeđene mineralne faze, dok pojava miješanoslojnog klorit-vermikulita u argičnom horizontu ima pedogenetsko značenje.

Crveno paleotlo i litificirani crvenični paleomaterijali u šupljinama vapnenca na otoku Susku (Durn i dr., 2018b). Novija istraživanja upućuju na to da crveno paleotlo i litificirani crvenični paleomaterijali pripadaju istom širem sustavu alohtonog silikoklastičnog materijala, povezanog s eolskim donosom s emergiranog jadranskog šelfa. Međutim, među njima postoje znatne razlike u stupnju postdepozicijskog trošenja. U glinovitoj frakciji crvenog paleotla dominantan je smektit, uz prisutnost miješanoslojnog klorit -vermikulita, što upućuje na slabije do umjereno trošenje koluvijalnog, pedosedimentnog materijala.
Nasuprot tome, u najzrelijem litificiranom crvenično paleomaterijalu uz kaolinit se pojavljuju gibbsit, boehmit i hematit, odnosno mineralne faze koje upućuju na izrazito dugotrajno kemijsko trošenje, ispiranje i desilikaciju. Mikromorfološka opažanja dodatno su važna jer pokazuju pedogenetsku građu materijala, mrežu pukotina i naknadnu cementaciju, a ne dominaciju prepoznatljivih pretaloženih boksitnih fragmenata. Takva mineralna i mikromorfološka obilježja upućuju na to da se pojava Al-oksihidroksida može tumačiti kao rezultat vrlo dugog razvoja crvenično materijala u uvjetima subaerijske izloženosti i pojačane kemijske alteracije.

Istraživanja crvenice i kalkokambisola u Istri (Durn i dr., 2019). Ovaj primjer pokazuje da minerali glina nisu važni samo kao pokazatelji nastanka tla nego i kao mineralne faze koje, zajedno s Fe-oksidima i organskom tvari, bitno utječu na površinska fizikalno-kemijska svojstva tla i procese agregacije. Istraživanja su pokazala da stabilnost agregata i druga površinska svojstva ovise o međudjelovanju mineralnog sastava, površinskog naboja, specifične površine, Fe-oksida i organske tvari. U crvenici se osobito ističe uloga Fe-oksida, uključujući hematit, dok u kalkokambisolu važnu ulogu ima organska tvar. Ovaj primjer pokazuje da se funkcionalna svojstva tla ne mogu razumjeti bez poznavanja sitnozrnastih mineralnih faza i njihove interakcije s Fe-oksidima i organskom tvari.

svijetu, ali i na području Hrvatske.

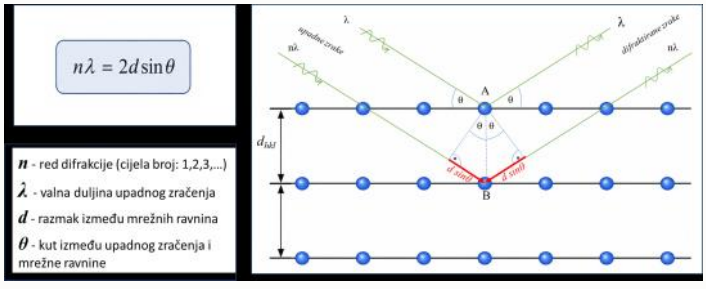
6. NAJČEŠĆE METODE ISTRAŽIVANJA MINERALA GLINA

Identifikacija minerala glina predstavlja izazov zbog njihovih specifičnih fizikalno-kemijskih svojstava, sitnozrnosti (<2 μm) i izraženog polimorfizma. Temeljna analitička metoda za kvalitativnu i kvantitativnu analizu minerala glina je rendgenska difrakcijska analiza. Temelji se na Braggovom zakonu koji opisuje međudjelovanje rendgenskog zračenja određene valne duljine i pravilno raspoređenih atoma u kristalnoj strukturi (Slika 2). Kada rendgenske zrake pogode kristal, raspršuju se na mrežnim ravninama. Pri određenim kutovima dolazi do konstruktivne interferencije raspršenih zraka, odnosno do difrakcije. Položaj difrakcijskih maksimuma ovisi o razmaku mrežnih ravnina (d). Rezultat difrakcije je difraktogram – graf koji prikazuje ovisnost intenziteta zračenja i kuta difrakcije (2θ). Budući da svaki mineral ima karakterističan raspored atoma, stvara jedinstven skup difrakcijskih maksimuma. Usporedbom snimljenog difraktograma s referentnim bazama podataka koje

sadrže difraktograme poznatih minerala, moguće je odrediti koji su minerali prisutni u uzorku.

Za razliku od uobičajene rendgenske difrakcije na prahu (PXRD) u kojoj su mineralna zrna nasumično raspoređena, minerali glina analiziraju se na posebno pripremljenim orijentiranim uzorcima. Paralelno slaganje listićavih minerala rezultira difrakcijskom slikom s pojačanim bazalnim refleksima (00l), a upravo su oni ključ za lakšu i uspješnu identifikaciju, jer se minerali glina prvenstveno razlikuju po debljini strukturne jedinice.

Pouzdana identifikacija minerala glina zahtijeva prethodnu pripremu uzorka koja je zbog njihovih karakterističnih svojstava često dugotrajna i složena (Slika 3.). Minerali glina se gotovo uvijek pojavljuju zajedno s nekim drugim fazama od kojih neke (kao što su karbonati, Fe/Mn oksidi i oksihidroksidi, organska tvar) mogu smetati prilikom pripreme i same identifikacije te ih je potrebno ukloniti iz uzorka. Zatim se izdvajaju frakcije (najčešće frakcija <2 μm ili manje) u kojima se očekuje veći udio minerala glina. Orijentiranost minerala glina postiže se nakapavanjem suspenzije na staklo ili filtracijom pod vakuumom. Rezultat rendgenske difrakcije je difraktogram na kojem se promatraju bazalni refleksi. Njihov položaj ovisi o debljini strukturne jedinice. Određeni minerali glina zbog svoje kristalne građe imaju vrlo slične bazalne reflekse, a kako bi ih mogli razlikovati, potrebno je uzorke dodatno tretirati. Najčešće se koriste saturacije Mg^{2+} ili K^{+} ionima, zatim tretiranje različitim polarnim organskim molekulama (npr. etilen-glikol, glicerol ili dimetil-sulfoksid) te naposljetku žarenje na visokim temperaturama (od 200—550°C). Svaki od navedenih tretmana izaziva promjenu u kristalnoj strukturi, točnije u debljini strukturne jedinice, što se na difraktogramu manifestira kao pomak bazalnog refleksa. Konačna identifikacija temelji se na usporedbi difraktograma dobivenih nakon pojedinih tretmana. Osim promatranjem bazalnih refleksa, dodatne informacije mogu se dobiti i analizom refleksa (060) na neorijentiranom preparatu, kojim se najčešće razlikuju dioktaedarski i trioktaedarski minerali. Razvoj instrumenata za rendgensku difrakciju, koji omogućuju prikupljanje kvalitetnijih podataka veće rezolucije, dostupnost sve bržih računala te razvoj računalnih programa omogućili su kvantitativnu analizu mineralnih faza u nekom uzorku. Danas najpoznatija i vjerojatno najkorištenija metoda kvantitativne XRD analize je Rietveldova metoda utočnjavanja. Temelji se na modeliranju difraktograma materijala poznatih struktura, odnosno usporedbi izračunatog difraktograma s onim dobivenim mjerenjem. Ova metoda zahtijeva specifičnu pripremu uzoraka. Uzorak mora biti homogen, bez preferirane orijentacije i mora imati čestice ujednačene, dovoljno male veličine. Rietveldova analiza daje pouzdane rezultate, ali analitičko neiskustvo i nepoštivanje striktnih analitičkih procedura mogu na njih bitno utjecati.



Slika 2. Shematski prikaz Breggovog zakona. Braggov zakon opisuje uvjet pri kojem dolazi do konstruktivne interferencije rendgenskih zraka difraktiranih na paralelnim mrežnim ravninama. Rendgenske zrake padaju na niz paralelnih atomskih ravnina. Zraka koja se raspršri na dubljoj ravnini prijeđe nešto dulji put od zrake raspršene na gornjoj ravnini. Ta razlika iznosi dsinϑ+dsinϑ=2dsinϑ. Kada je ta razlika jednaka cijelom broju valnih duljina (nλ), dvije zrake izlaze u fazi i međusobno se pojačavaju što se na difraktogramu pojavljuje kao difrakcijski maksimum (pik)

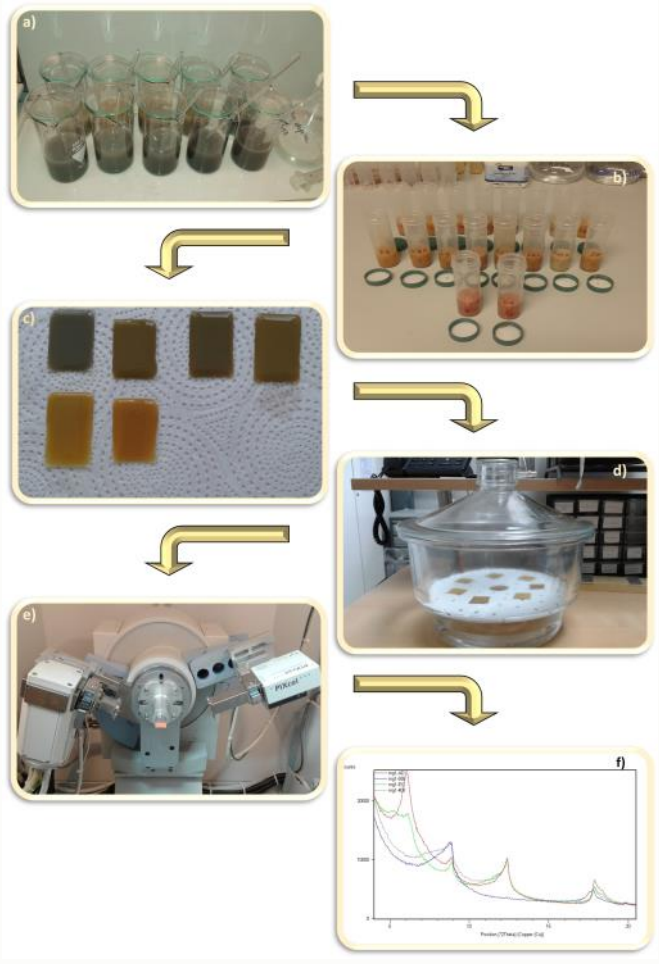
FTIR spektroskopija (infracrvena spektroskopija s Fourierovom transformacijom) je metoda komplementarna rendgenskoj difrakciji i kemijskoj analizi jer daje uvid u strukturu minerala na molekularnoj razini. Dok XRD otkriva kristalnu strukturu i omogućuje identifikaciju mineralnih faza, infracrveni spektar pruža informacije o kemijskim vezama (rastezanje i svijanje polarnih veza) unutar molekula i karakterističnim funkcionalnim skupinama (npr. OH skupina).

Osnova FTIR metode jest mjerenje apsorpcije infracrvenog zračenja. Kada frekvencija infracrvenog zračenja odgovara prirodnoj frekvenciji titranja određene kemijske veze, dolazi do njegove apsorpcije. Kod minerala glina FTIR omogućuje prepoznavanje hidroksilnih (–OH) skupina, molekula vode vezanih u kristalnoj strukturi ili međuslojnom prostoru te vibracija Si–O i Al–O veza koje izgrađuju kristalnu rešetku. Analizom položaja, intenziteta i oblika apsorpcijskih vrpci moguće je razlikovati pojedine skupine minerala glina, procijeniti njihov stupanj kristaliničnosti te pratiti promjene nastale zagrijavanjem, hidratacijom, dehidratacijom ili kemijskim reakcijama. FTIR također omogućuje otkrivanje karbonata, organskih tvari i drugih primjesa koje mogu utjecati na svojstva glina.

IR spektroskopija obuhvaća blisko infracrveno zračenje (engl. *near infrared* – NIR; 11 000–4 000 cm^{-1}) za više tonove i kombinacijske vibracije, srednje infracrveno zračenje (engl. *mid infrared* - MIR; 4 000–300 cm^{-1}) za osnovne molekulske vibracije te daleko infracrveno zračenje (engl. *far infrared* - FIR; 300–10 cm^{-1}) za teže molekule poput halida i sulfida.

U istraživanju minerala glina najčešće se koriste tri tehnike mjerenja:

- **DR(IFTS)** (engl. *Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy*) – metoda difuzne refleksije pogodna za praškaste uzorke koji se najčešće miješaju s kalijevim bromidom (KBr) i pune u kalupe. Infracrvene zrake pod kutom udaraju površinu rasutog uzorka i prodiru u njega. Odbijena difuzna svjetlost se prikuplja i šalje u detektor radi analize apsorbiranog zračenja.
- **Transmisija** – tradicionalna metoda mjerenja u prolaznom svjetlu gdje je uzorak prešan s infracrveno neaktivnom tvari (KBr - MIR, CsI - FIR, PE - FIR) u peletu ili dispergiran u Nujolu (teško



Slika 3. Prikaz nekih od osnovnih koraka u pripremi uzoraka za analizu minerala glina rendgenskom difrakcijom: a) otapanje karbonata, b) izdvajanje frakcije < 2 µm iz suspenzije zaostale nakon centrifugiranja, c) suspenzija s frakcijom < 2 µm nakapana na stakalca, d) saturiranje osušene frakcije manje od 2 µm etilen-glikolom, e) snimanje pripremljenog orijentiranog uzorka na rendgenskom difraktometru, f) serija preklopljenih difraktograma dobivenih snimanjem orijentiranog uzorka nakon više različitih tretmana

TEMA BROJA

mineralno ulje). Ako uzorak stvara tanki film, može se mjeriti i na taj način. Zračenje upada okomito na površinu uzorka i detektirano je propušteno zračenje.

• **ATR** (engl. *Attenuated Total Reflectance*) – metoda prigušene totalne refleksije. Ova tehnika koristi kristal visokog indeksa loma (ZnSe, Ge, Si, C) kroz koji se vodi zračenje na kontakt s uzorkom. Usprkos visokoj unutarnjoj refleksiji dio zračenja prodire preko granice kristala u uzorak te se oslabljeno zbog apsorpcije u uzorku odbija natrag u kristal i vodi u detektor (Smith, 2011).

Interpretacija spektara temelji se na usporedbi dobivenog spektra s referentnim bazama IR spektara i promatranjem područja vibracija karakterističnih funkcionalnih skupina. Položaj, oblik i intenzitet vrpci omogućuju identifikaciju minerala glina te odredbu njihovih strukturnih značajki.

U istraživanju minerala glina koriste se i termičke metode. One omogućuju praćenje fizikalnih i kemijskih promjena u uzorku tijekom kontroliranog zagrijavanja te pružaju informacije o toplinskoj stabilnosti minerala i sadržaju adsorbirane i međuslojne vode, strukturnih hidroksilnih skupina, karbonata i organske tvari. Zbog toga se primjenjuju kao dopuna rendgenskoj difrakciji, a njezini se rezultati interpretiraju u kombinaciji s drugim analitičkim metodama. Najčešće primjenjivane metode termičke analize su termogravimetrijska analiza (TGA), derivacijska termogravimetrija (DTG), diferencijalna termička analiza (DTA) i diferencijalna pretražna kalorimetrija (DSC). Termogravimetrijska analiza omogućuje određivanje promjene mase uzorka tijekom zagrijavanja, derivacijska termogravimetrija prikazuje brzinu promjene mase, dok DTA i DSC bilježe endotermne i egzotermne procese povezane s dehidratacijom, dehidroksilacijom, razgradnjom karbonata i faznim promjenama minerala. Budući da se navedeni procesi odvijaju pri karakterističnim temperaturama, dobiveni termogrami omogućuju razlikovanje pojedinih minerala glina i pružaju vrijedne informacije o njihovu sastavu i termičkoj stabilnosti.

Proučavanje morfologije i teksturnih odnosa vrlo malih čestica glina, važnih u prepoznavanju procesa trošenja, dijageneze i pedogeneze, nije moguće klasičnom optičkom mikroskopijom, već se u tu svrhu koristi elektronska mikroskopija. Najčešće su to pretražna elektronska mikroskopija (SEM) i visokorazlučujuća transmisijska elektronska mikroskopija (HRTEM). SEM omogućuje detaljno promatranje površine uzorka i oblika mineralnih agregata te se često koristi u kombinaciji s energijski razlučujućom rendgenskom spektrometrijom (EDS), kojom se određuje kemijski sastav pojedinih mineralnih čestica. HRTEM, zahvaljujući visokoj razlučivosti, omogućuje proučavanje unutarnje građe minerala glina, njihove kristalne strukture i međuslojnih odnosa, što je osobito važno za identifikaciju i poznavanje miješanoslojnih minerala glina.
Svaka od navedenih tehnika ima svoje prednosti i mane pa se najčešće kombiniraju. Takav integrirani pristup omogućuje cjelovitiju i pouzdaniju karakterizaciju minerala glina i glinovitih materijala te pridonosi boljem razumijevanju njihova sastava, strukture i svojstava.

7. MINERALI GLINA I ŽIVOT

Poznavanje fizikalnih i kemijskih svojstava minerala glina predstavlja važan temelj za istraživanje razvoja života te rekonstrukciju okolišnih uvjeta na Zemlji, ali i drugim planetima.

Prijelaz kemijske evolucije u biološku, koji se često smatra trenutkom nastanka života, jedno je od temeljnih znanstvenih pitanja. Minerali glina imaju važnu ulogu u mnogim modelima koji pokušavaju objasniti kako su jednostavne organske molekule postale dijelom sustava sposobnih za umnažanje, prijenos informacija i evoluciju. Njihova fascinantna struktura i velika reaktivna površina omogućuju im da djeluju poput prirodnih „katalitičkih platformi“; na površinama minerala glina prebiotske molekule su se mogle koncentrirati i međusobno reagirati mnogo lakše nego u vodenom okolišu gdje im je koncentracija nužno manja. Takve su „platforme“ mjesta na kojima su se nukleotidi, građevni blokovi nukleinskih kiselina, mogli povezivati u oligomere, a zatim i u dulje polimere slične današnjim nukleinskim kiselinama (poput RNK i DNK). Fascinantna



struktura minerala glina je također uzrok brojnih strukturnih defekata koje je Cairns-Smith u svojoj knjizi Genetic Takeover and the Mineral Origins of Life iz 1982. godine identificirao kao prve prenositelje nasljedne informacije. Naime, hipoteza glasi da se tijekom rasta kristala minerala glina ili njihovog spregnutog otapanja i precipitacije, strukturne nepravilnosti ili defekti prenose iz jednog sloja u drugi. Nukleinske kiseline su zatim mogle preuzeti taj obrazac „kopiranja (defekata)“ od platformi na kojima su same nastajale. Naposljetku, varijante RNK i DNK koje su bile otpornije na razgradnju tijekom kopiranja imale su veću vjerojatnost opstanka. U tom trenutku, strukturni defekt minerala glina je postao nasljedna informacija nukleinskih kiselina koja im je omogućila preživljavanje. Takvo „genetsko preuzimanje“ s mineralnog na organski sustav je teško eksperimentalno provjeriti zbog spore kristalizacije minerala glina pri temperaturama bliskim onima na površini Zemlje. Pitanje genetskog preuzimanja, a i točne uloge minerala glina u postanku života, prema tome, zasad ostaje neriješeno.

Jednako je zanimljiva uloga minerala glina u kruženju i očuvanju biološke tvari. Kjær i dr. (2022) su pokazali da se DNK koja završi u okolišu može očuvati do 2 milijuna godina. Očuvanost se povezuje sa stabilizacijom integriteta dvostruke zavojnice DNK nakon adsorpcije na površine minerala, ali i njihovom interkalacijom u međuslojne prostore minerala glina. Točni mehanizmi očuvanja drevne DNK kao i okolišni uvjeti koji ih potiču ili ograničavaju još se intenzivno istražuju. Razvoj metoda za analizu drevne okolišne DNK znatno je proširio mogućnosti rekonstrukcije paleookoliša, ali i evolucije. Svi živi organizmi tijekom života šire svoj genetski materijal u okoliš, primjerice putem izlučevina ili dijelova tkiva, a dodatna se DNK oslobađa truljenjem nakon smrti. Dio tog materijala može se vezati za minerale i očuvati u sedimentima ili tlima. Analizom drevne DNK danas možemo rekonstruirati zajednice koje teško ostavljaju vidljive fosilne ostatke, kao što su razni beskralježnjaci, ali i gljive, biljke itd.

Stoga se postavlja pitanje kako minerali glina, koji su već dokazani u sedimentima Marsa, mogu utjecati na mogućnost nastanka, razvoja ili očuvanja tragova života van Zemlje. Istraživanje interakcije minerala glina s organskim molekulama u zemaljskim sedimentima tako pruža metodološku osnovu za potragu o dokazima života na drugim planetima.

TEMA BROJA

8. LEŽIŠTA I POJAVE GLINA U HRVATSKOJ I NJIHOVA EKSPLOATACIJA

Gline predstavljaju jednu od najznačajnijih skupina nemetalnih mineralnih sirovina u Hrvatskoj, a njihova eksploatacija i uporaba prisutne su još od prapovijesnog razdoblja. Glina kao mineralna sirovina može sadržavati jedan ili više minerala glina (filosilikata), uz druge minerale, poput feldspata, tinjaca, kvarca, zeolita i drugih minerala te organsku tvar.

Prema Zakonu o rudarstvu (NN 56/2013, 98/2019, 83/2023), gline su rudno blago u vlasništvu Republike Hrvatske i svrstavaju se u mineralne sirovine za proizvodnju građevnog materijala, što uključuje ciglarsku glinu te u mineralne sirovine za industrijsku preradbu, koje obuhvaćaju bentonitnu, porculansku, keramičku i vatrostalnu glinu.

Ciglarske gline prvenstveno se koriste za proizvodnju opeke, crijepa i blokova te drugih građevinskih proizvoda. Bentonitne gline koriste se u naftnoj i plinskoj industriji (bušaće isplake), metalurgiji i ljevaoništvu, kao adsorbensi, u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji te kao brtveni materijal u sustavima zaštite okoliša. Keramičke i vatrostalne gline upotrebljavaju se u keramičkoj industriji, kao vatrostalni materijal i u kemijskoj industriji.

Ležišta i pojave mineralnih sirovina glina u Hrvatskoj utvrđene su na temelju geoloških podataka sadržanih u Osnovnoj geološkoj karti Republike Hrvatske (OGK RH, M 1:100 000) te Karti mineralnih sirovina Republike Hrvatske (KMS, M 1:200 000). Baza mineralnih sirovina Hrvatskog geološkog instituta sadrži 2941 evidentiranu lokaciju ležišta i pojava svih mineralnih sirovina u Republici Hrvatskoj, od čega je 409 vezano uz

različite vrste glina. Na području Republike Hrvatske evidentirano je 282 ležišta i pojave ciglarske gline, 25 ležišta i pojava bentonitne gline te 102 ležišta i pojava keramičke i vatrostalne gline.

Ciglarske gline kao mineralna sirovina za proizvodnju građevnog materijala definirane su kao nemetalna mineralna sirovina velikoga potencijala i neograničenih rezervi, dok bentonitne gline te keramičke i vatrostalne gline predstavljaju nemetalne mineralne sirovine umjerenog potencijala i ograničenih rezervi (Miko i dr., 2020).

Ciglarske gline predstavljene su lesnim glinama, glinovitim laporima, laporovitim glinama, siltovima, jezerskim sedimentima pleistocena te pjeskovitim siltovima i siltovima povodanjskog facijesa holocenske starosti. Od većeg ekonomskog značaja su lesne gline. Ležišta se uglavnom nalaze na području kontinentalne Hrvatske: u Međimurju; duž sjevernog podnožja Ivanščice, sjeveroistočnog podnožja Varaždinskotopličkog gorja, Bilogore, Papuka i Krndije; na južnim pristrancima Kalnika i Bilogore; u prostoru od Zagreba preko Vrbovca do Garešnice, Požeške kotline te južnih obronaka Dilja do Cvelferije; u području Osijek – Đakovo – Vinkovci; u karlovačkom Pokupju (Slika 4) te rubnim dijelovima Korduna i Banovine nešto južnije od Kupe; Gorskom kotaru i Lici. U južnom dijelu Hrvatske ležišta ciglarske gline pojavljuju se na području istočno od Nina, u Strmici kod Knina i u Ruduši kod Sinja.

Bentonitne gline u Hrvatskoj su otkrivene u naslagama različite starosti: unutar malmskih Lemeš-naslaga u Svilaji (Štikovo, Maovice), u donjomiocenskim naslagama u Hrvatskom zagorju (područje Bednje) i jugozapadnom pribrežju Moslavačke gore (Gornja Jelenska) te u badenskim sedimentima u Hrvatskom zagorju (Poljanska Luka, Radoboj), jugozapadnom pribrežju Moslavačke gore (Ognjilo) i u Baranji (Bansko brdo). Pretpostavlja se da su bentonitne gline u Lici (Divoselo) neogenske starosti. Geneza navedenih bentonitnih glina uglavnom je identična, osim donjomiocenske gline Gornje Jelenske, koja se nalazi unutar slatkovodnih sedimenata, dok se sva ostala ležišta i pojave nalaze unutar sedimenata taloženih u marinskoj sredini. Istraživanjem strukture glina iz najpoznatijih ležišta utvrđeno je da su nastajale in situ, alteracijom piroklastičnih stijena, najčešće vitroklastičnih tufova (Maovice – Štikovo, Poljanska Luka, Gornja Jelenska) ili kristaloklastično-vitroklastičnih lapilnih tufova (Bednja). Pojave glina zabilježene su u Baranji, Banovini i Lici. Najpoznatija ležišta bentonitne gline su Šaša-Bednja i Šeprun u Varaždinskoj županiji.

Najpoznatija i najvrjednija ležišta keramičkih glina nalaze se unutar pliocenskih i pliocensko-pleistocenskih naslaga u Hrvatskom zagorju, Kordunu i Banovini te na obodu Zrinske i Trgovske gore. Poznata su i ležišta prapora u Orahovici, Lici i Istri te ležište kod Privlake kraj Nina. Neke od glina iskazuju i dobra vatrostalna svojstva (u Bedekovčini, Blatuši, Pedlju, kod Pakraca). Kaolinske gline, kao najcjenjenija sirovina za keramičku industriju, pojavljuju se jedino u napuštenom rudniku na Banovini, a pretpostavlja se da bi se mogle pojaviti na području Dugog Sela. Najveća i gospodarstveno najznačajnija ležišta u Hrvatskom zagorju su u Bedekovčini, Dubravi i u okolici Dubravice.

U Republici Hrvatskoj se trenutno eksploatiraju ciglarska glina za proizvodnju građevnog materijala i keramička i vatrostalna glina. Prema registru mineralnih sirovina Jedinstvenoga informacijskog sustava mineralnih sirovina RH (Sektor za rudarstvo, Ministarstvo gospodarstva), tijekom 2026. godine evidentirano je 13 aktivnih eksploatacijskih polja ciglarske gline i jedno za keramičku i vatrostalnu glinu (Slika 5). Iako je eksploatacija glina danas znatno manja nego tijekom druge polovice 20. stoljeća, raspoloživi geološki podaci pokazuju da Hrvatska raspolaže značajnim resursima ciglarskih, bentonitnih te keramičkih i vatrostalnih glina. U kontekstu rastućih potreba za mineralnim sirovinama u zaštiti okoliša i energetici, bentonitne gline predstavljaju sirovinu s najvećim razvojnim potencijalom, dok ciglarske gline zbog rasprostranjenosti, velikih rezervi i kontinuirane eksploatacije i dalje predstavljaju jednu od najvažnijih nemetalnih mineralnih sirovina Republike Hrvatske.



9. GLINA – PRIRODNA SIROVINA S TISUĆLJETNOM PRIMJENOM

Povijest primjene glina zapravo je priča o prepoznavanju i iskorištavanju njihovih svojstava. Od neolitičkih posuda do suvremenih inženjerskih i okolišnih rješenja, svaka nova primjena proizašla je iz boljeg razumijevanja njihove mineralne građe i ponašanja. Upravo zato gline nisu samo jedan od najstarijih materijala koje čovjek koristi, nego i materijal čije mogućnosti još uvijek nisu iscrpljene.



Slika 4. Eksploatacijsko polje ciglarske gline Rečica kraj Karlovca. Prikazan je dio eksploatacijskog polja s ogoljenom i zaravnjenom površinom terena nastalom eksploatacijskim radovima. U prvom planu jasno su vidljive desikacijske pukotine, nastale isušivanjem i skupljanjem glinovitog materijala

Najstarija uporaba glina temelji se upravo na njihovoj plastičnosti. Još tijekom neolitika, odnosno mlađeg kamenog doba, ljudi su prepoznali da se glinoviti materijal pečenjem trajno mijenja i pretvara u nov, čvrst i dugotrajan materijal- keramiku. Upravo je ta mogućnost oblikovanja, a potom i trajnog očuvanja dobivenog oblika, otvorila put širokoj primjeni glina. Od glinovitih materijala izrađivani su različiti keramički predmeti, poput utega za tkanje, pršljenova za predenje i raznovrsnih figurica, a glina je vrlo rano pronašla primjenu i u graditeljstvu, ponajprije u proizvodnji opeke i crijepa, koji su postali važni građevinski materijali. Mnoge su se drevne zajednice, osobito na području Mezopotamije, u velikoj mjeri oslanjale na glinu kao dostupan lokalni resurs za gradnju i izradu različitih predmeta. Među različitim vrstama glinovitih sirovina posebno se ističe kaolin, čija su svojstva omogućila razvoj porculana, jedne od najcjenjenijih vrsta keramike. Ipak, među keramičkim predmetima posebno mjesto zauzima lončarija, odnosno keramičke posude koje su služile za pripremu, pohranu i posluživanje hrane i pića. Upravo je zbog svoje široke i dugotrajne uporabe lončarija danas jedan od najčešćih arheoloških nalaza, koji je vrijedan izvor podataka o tehnologijama i svakodnevnom životu prošlih zajednica.

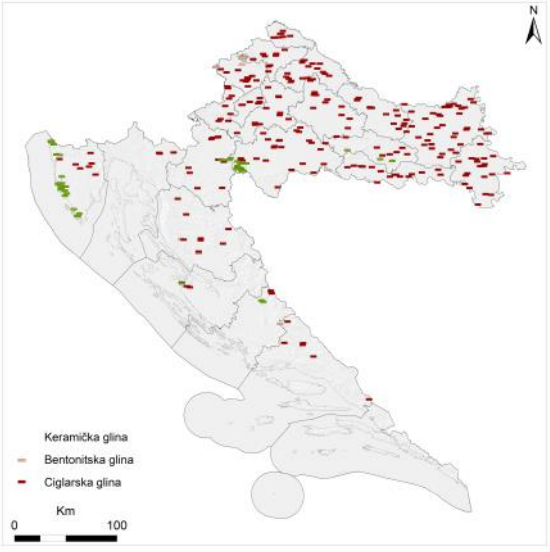
Iako često govorimo o „glini“, lončarska sirovina u stvarnosti obuhvaća širok raspon glinovitih materijala. Dosadašnja istraživanja pokazala su da su lončari koristili različite vrste lako dostupnih sedimenata, od pjeskovitih prahova do prahovitih glina različitog podrijetla. Ono što im je zajedničko jest prisutnost minerala glina, koji materijalu daju plastičnost – sposobnost oblikovanja uz prisutnost vode. Međutim, dobra lončarska sirovina nije nužno i najplastičnija. Materijali visoke plastičnosti, zbog velikog udjela minerala glina i vode koju zadržavaju, tijekom sušenja i pečenja skloniji su skupljanju, deformacijama i pucanju. Iz tog razloga lončari su u sirovinu često dodavali različite primjese, poput usitnjenih stijena, minerala, keramike ili biljnih ostataka. Takvi su dodaci smanjivali plastičnost i poboljšavali ponašanje materijala tijekom proizvodnje, omogućujući uspješnije oblikovanje i pečenje keramičkih predmeta.

Iako sve glinovite sirovine sadrže minerale glina, međusobno se razlikuju po mineralnom sastavu, veličini čestica i drugim fizikalnim svojstvima. Upravo te razlike određuju kako će se materijal ponašati tijekom čitavog proizvodnog procesa te izravno utječu na način pripreme sirovine, oblikovanje predmeta, sušenje i pečenje. Zbog toga je poznavanje lokalnih izvora glinovitih materijala i razumijevanje njihovih svojstava bilo jedno od temeljnih znanja svakog lončara. To se znanje generacijama prenosilo unutar zajednice te je bilo usko povezano

TEMA BROJA

s lokalnim okolišem i dostupnim prirodnim resursima.

Budući da svojstva sirovine u velikoj mjeri određuju cjelokupni postupak proizvodnje keramike, njihovo je proučavanje ključno za razumijevanje drevnih lončarskih tehnologija. Analizom sastava, strukture i drugih obilježja keramike moguće je prepoznati vrste korištenih materijala, utvrditi njihovo podrijetlo te rekonstruirati pojedine faze proizvodnog procesa. Na taj način dobiva se vrijedan uvid u tehnologiju drevnih zajednica, organizaciju proizvodnje te njihov odnos prema prirodnim resursima i okolišu u kojem su živjele. U tu se svrhu danas primjenjuje niz analitičkih metoda, uključujući mineraloško-petrografske, geokemijske i mehaničke analize. Rezultati takvih istraživanja predstavljaju važan izvor podataka o tehnologiji izrade i korištenim sirovinama, a njihova provedba zahtijeva blisku suradnju stručnjaka iz različitih znanstvenih područja i polja, ponajprije arheologije i geologije.



Slika 5. Ležišta mineralnih sirovina glina (bentonitska, ciglarska i keramička glina) prema Karti mineralnih sirovina Republike Hrvatske (Hrvatski geološki institut)

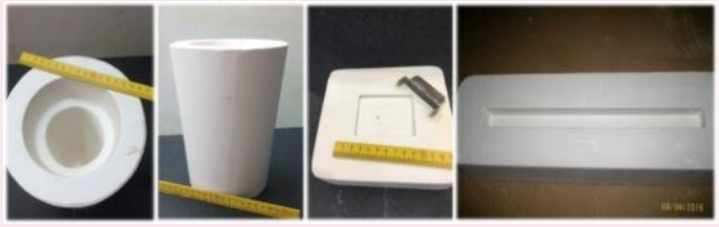
Određivanje keramičkih karakteristika glina (Hećimović, 2019). Gline su važna sirovina u izradi industrijske (uporabne) i kreativne keramike. Kvaliteta gotovih proizvoda ovisi o keramičkim karakteristikama gline, stoga je njihovo ispitivanje važan dio procesa u radu s glinom. Gline je potrebno ispitati u vlastitim uvjetima rada, s vlastitom vodom i pećima.

Najvažnije karakteristike koje je potrebno odrediti su:

- sadržaj vlage,
- stezanje sušenjem,
- osjetljivost na sušenje,
- ukupno stezanje nakon pečenja,
- upijanje vode nakon pečenja,
- sposobnost gline za lijevanje,
- čvrstoća glina u sirovom i pečenom stanju (na aparatu za kidanje).

Za sva ova ispitivanja potrebno je izraditi probne uzorke (minimalno tri probna tijela od iste gline) (Slika 6).
Mogu se razlikovati dva osnovna tipa:

- probna tijela formirana lijevanjem u gipsani kalup
- probna tijela formirana utiskivanjem gline u gipsani kalup



Slika 6. Različiti oblici gipsanih kalupa (foto: Lj. Hećimović)

Dobivenom probnom uzorku, bez obzira na koji je način formiran, potrebno je utisnuti oznake pomoću markera od mesinga ili sličnog nehrđajućeg metala s razmakom od 5 cm.
Odmah nakon vađenja probnog tijela treba ga izvagati.
Nakon sušenja na sobnoj temperaturi potrebno je probna tijela osušiti u sušari na 105°C. Nakon sušenja, probno tijelo se ponovno izvaže i odredi postotak vlage. Također treba izmjeriti razmak između oznaka za stezanje kako bi se odredio postotak stezanja sušenjem.
Probna tijela peku se u peći uz gradijent porasta temperature od oko 5 °C/min (Slika 7).
Nakon pečenja ponovno se važu probna tijela te se izmjeri razmak između oznaka za ukupno stezanje. Uzorci se zatim kuhaju 2 sata u destiliranoj vodi kako bi se odredio postotak upijanja vode.
Osjetljivost gline na sušenje je vrlo bitan podatak jer će loše sušenje izazvati pukotine koje se ne mogu popraviti u daljnjem procesu proizvodnje.
U procesu sušenja dolazi do isparavanja vode pri čemu se probno tijelo skuplja i gubi na težini.
Formiramo probno tijelo u metalnom kalupu debljine oko 20 mm. Probno tijelo stavimo u sušaru i zagrijavamo brzinom 5°C/min (20 min.), uključimo štopericu i pratimo u kojoj minuti će se pojaviti pukotina:

- pojava pukotine do 10. minute ukazuje na glinu vrlo osjetljivu na sušenje,
- pojava pukotine do 15. minute ukazuje na uzorak slabo osjetljivu glinu na sušenje,
- pojava pukotine od 15. do 20. minute ukazuje na glinu vrlo slabo osjetljivu na sušenje,
- izostanak pukotine nakon 20. minuta sušenja ukazuje na glinu neosjetljivu na sušenje.



Slika 7. Probna tijela sedam različitih vrsta glina (foto: Lj. Hećimović)

TEMA BROJA

Kod ispitivanja svojstava gline za lijevanje, dobro je naliti u barem tri tuljca s različitim vremenima formiranja (30, 45 i 60 minuta). Na temelju podatka o debljini formirane stjenke, ukupnom stezanju i upijanju vode moguće je odrediti optimalno vrijeme formiranja željenog keramičkog artikla. Način ispitivanja je jednak načinu ispitivanja kao kod uzoraka koji su dobiveni utiskivanjem u gipsani kalup. Svaka glina se može pripremiti za lijevanje, ali je ovisno o svojstvima gline potrebna različita količina vode u suspenziji. Važna svojstva kod glina za lijevanje su: reologija (tečljivost) i tiksotropija (svojstvo zgušnjavanja). S obzirom na to da višak vode uništava gipsane kalupe, dodaje se voda s elektrolitima (uglavnom spojevi na bazi natrija) koji poboljšavaju tečljivost gline.

S razvojem industrije glina je dobila niz novih primjena. Gline su važna sirovina i u proizvodnji cementa i vatrostalnih materijala te služe kao vezivo pri izradi kalupa za lijevanje metala. Kaolin zbog svojih svojstava najčešće ima gradivnu ulogu te se koristi kao punilo i premaz u proizvodnji papira, boja, gume i plastike te pridonosi bjelini, glatkoći i mehaničkim svojstvima proizvoda. Bentoniti, čija se primjena temelji ponajprije na svojstvima bubrenja i apsorpcije, s druge strane ima pretežno funkcionalnu ulogu kod svoje primjene. Ključna je komponenta bušaćih isplaka koje stabiliziraju bušotine koje se izrađuju s ciljem istraživanja i proizvodnje ugljikovodika i geotermalne energije. Isto svojstvo bubrenja iskorištava se i kao prirodno brtvilo u geotehničkim građevinama (npr. brane, tuneli, odlagališta otpada), gdje sprječavaju migraciju vode i onečišćivala. Uz to se koristi u ljevaonicama, pri bistrenju vina i jestivih ulja te u proizvodima svakodnevne uporabe poput stelje za kućne ljubimce.

Velika specifična površina i sposobnost vezanja različitih tvari otvorile su glinama put i prema medicini, farmaciji te zaštiti okoliša. Pročišćeni glineni minerali koriste se kao pomoćne tvari u lijekovima, nosači djelatnih tvari i adsorbensi, dok se njihova primjena intenzivno istražuje u uklanjanju onečišćivala iz voda i tla te u razvoju novih kompozitnih materijala. Istodobno, bentonit se smatra jednim od ključnih materijala za izradu višestrukih zaštitnih barijera u dubokim geološkim odlagalištima radioaktivnog otpada, što pokazuje da prirodni materijal koji je čovjek upoznao još u prapovijesti i danas ima važnu ulogu u rješavanju najsloženijih tehnoloških izazova.

10. GEOTEHNIČKI ASPEKTI MINERALA GLINA I NJIHOVA VAŽNOST

Iako oku nevidljivi, minerali glina su skupina minerala koja ima izniman utjecaj na prirodne procese u okolišu te ponašanje tla i stijena prilikom različitih inženjerskih zahvata. Minerali glina istovremeno mogu biti prirodni zaštitnici okoliša, ali i uzrokovati značajne geotehničke probleme pri čemu pozitivni i negativni učinci na okoliš, proizlaze iz istih temeljnih geotehničkih svojstava glina.

Minerali glina, odnosno gline kao sitnozrnasti materijal imaju iznimno važnu ulogu u inženjerskoj geologiji i geotehnici zbog svojih specifičnih fiziklano – kemijskih, hidrauličkih i mehaničkih svojstava koja značajno utječu na ponašanje tla tijekom različitih inženjerskih zahvata kao što su temeljenje građevina, izgradnja prometnica, izgradnja odlagališta otpada, sanacija klizišta i slično. U svim navedenim primjerima mehaničko ponašanje glina, odnosno glinovitih tala, može u znatnoj mjeri utjecati na sigurnost, trajnost i isplativost izgrađene infrastrukture. Za razliku od krupnozrnatijih tala, glinovita tla specifična su po svojoj sitnozrnastoj strukturi, velikoj specifičnoj površini čestica te izraženoj sposobnosti adsorpcije vode i drugih tvari. Ta svojstva određuju njihovu plastičnost, stišljivost, posmičnu čvrstoću, propusnost te sklonost bubrenju i skupljanju, što ih svrstava u skupinu tala vrlo kompleksnog ponašanja.

Granulometrijski sastav sam po sebi nije dovoljan za procjenu ponašanja tla, jer se dva tla sličnog granulometrijskog sastava mogu ponašati potpuno različito zbog različitog mineralnog sastava glinovite

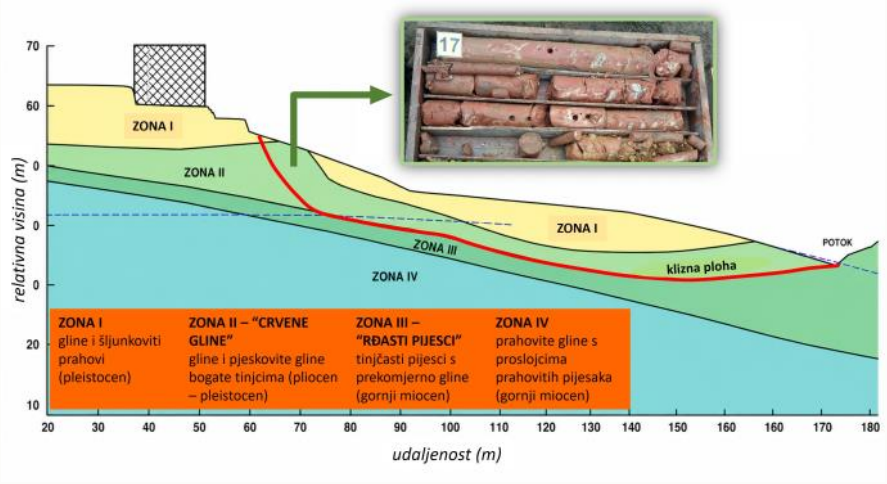
frakcije. Stoga se svojstva glinovitih materijala u inženjerskoj geologiji i geotehnici promatraju kroz njihovu interakciju s vodom koja u velikoj mjeri ovisi o količini glinovite frakcije i vrsti minerala glina koje ta frakcija sadrži. Primjerice, gline u čijem sastavu prevladava mineral kaolinit imaju relativno malu specifičnu površinu i nizak kapacitet izmjene kationa, zbog čega pokazuju nisku plastičnost, malu sklonost bubrenju i skupljanju te relativno dobru posmičnu čvrstoću, osobito u zbijenom stanju. Suprotnost kaolinitnim glinama su tzv. bentoniti, odnosno glinovita tla koja sadrže velike količine smektitnih minerala glina (najčešće montmorillonit). Takvi materijali izrazito plastičnog ponašanja, odlikuju se velikom specifičnom površinom i kapacitetom izmjene kationa, imaju veliku sklonost bubrenju i skupljanju i vrlo nisku posmičnu čvrstoću. Navedena svojstva glinovitih materijala najčešće imaju negativan utjecaj na prirodne procese u okolišu ili na procese izgradnje, no ta ista svojstva mogu imati i pozitivan učinak na okoliš.

Tijekom kišnih razdoblja, volumen glinovitog tla koje sadrži ekspandibilne minerale glina (smektit, vermikulit) se može znatno povećati, a tijekom sušnih razdoblja voda se gubi pa se tlo ponovno skuplja, uzrokujući pojavu desikacijskih pukotina. Taj proces bubrenja i skupljanja jedan je od najvažnijih geotehničkih problema povezanih s glinama jer tijekom, ali i dugo nakon izgradnje, može uzrokovati pucanje temelja i zidova na građevinama, deformacije prometnica i mostova, oštećenja podzemnih instalacija i slično. Nadalje, padine sastavljene od glinovitih tala mogu biti vrlo nestabilne te su podložne procesu klizanja. Naime, s povećanjem vlažnosti glinovitih tala, a osobito onih koji u svojem sastavu sadrže ekspandibilne minerale glina, dolazi do rasta pornih tlakova, čime se smanjuje trenje između čestica, a samim time i posmična čvrstoća što dovodi do formiranja klizne plohe i pokretanja klizišta. U Hrvatskoj su takvi procesi dobro poznati na padinama Podsljemenske zone Grada Zagreba, izgrađenih od glinovitih i laporovitih sedimenata. Veliko klizište Kostanjek, klizište Črešnjevec (Slika 8), nedavno istraživano klizište Pantovčak kao i brojna manja podsljemenska klizišta pokazuju koliko ponašanje glinovitih materijala može biti važno za stabilnost padina.

Svojstva koja mogu nepovoljno utjecati na geotehničko ponašanje glinovitih tala u odgovarajućim inženjerskim primjenama postaju njihove ključne prednosti. Glinoviti materijali, osobito bentonit, imaju neizostavnu ulogu u sustavima za odlaganje otpada zahvaljujući svojoj vrlo maloj propusnosti, velikom kapacitetu sorpcije i sposobnosti bubrenja. Zbog tih svojstava koriste se kao prirodne ili inženjerske barijere koje sprječavaju migraciju procjednih voda i onečišćivala te štite podzemne vode. U dubokim geološkim odlagalištima radioaktivnog otpada kompaktirani bentonit predstavlja važan dio sustava višestrukih zaštitnih barijera jer bubrenjem zatvara pukotine, ograničava cirkulaciju podzemnih voda i usporava prijenos radionuklida. Upravo zbog kombinacije male hidrauličke vodljivosti, visokog kapaciteta izmjene kationa i dugoročne trajnosti, bentonit se smatra standardnim materijalom za ovu namjenu.

11. ZAKLJUČAK

Najnovija literatura iz mineralogije glina i rezultati prezentirani na znanstvenim skupovima dokaz su da je znanost o glinama „živa“ znanost, koja vrlo često, kroz interdisciplinarna istraživanja, svakodnevno odgovara na otvorena pitanja vezana uz same minerale glina, ali i uz sve širu primjenu prirodnih i modificiranih glina i njima srodnih materijala. Minerali glina nisu samo sastavni dio tala i sedimenata; oni su jedan od najosjetljivijih mineralnih pokazatelja njihova nastanka, razvoja i okolišnog značenja. Njihovo proučavanje je stoga nužno interdisciplinarni istraživački pothvat i zahtijeva suradnju stručnjaka različitih profila. Upravo u tome leži i važan doprinos Odsjeka za gline pri Hrvatskom geološkom društvu. Okupljanjem znanstvenika koji istražuju minerale glina u različitim okolišima i s različitih aspekata njihove primjene, kao i povezivanjem s međunarodnim znanstvenicima i stručnim udruženjima, pridonosimo boljem razumijevanju ovih značajnih i nadasve zanimljivih minerala.



Slika 8. Jednostavni shematski prikaz modela klizišta Črešnjevec (Podsljemenska zona grada Zagreba). Klizište je razvijeno u heterogenom geološkom profilu izgrađenom od kvartarnih glinovito-prahovitih naslaga te miocenskih glinovitih i pjeskovitih sedimenata. Glavna klizna ploha formirana je na kontaktu „crvenih glina" i „rđastih pjesaka", odnosno na kontaktu materijala različitih geotehničkih i hidrogeoloških svojstava

12. KORIŠTENA LITERATURA:

Árkai, P., Sassi, F. P., Sassi, R. (1995): Simultaneous measurements of chlorite and illite crystallinity: A more reliable tool for monitoring low- to very low-grade metamorphism in metapelites. A case study from the Southern Alps (NE Italy). European Journal of Mineralogy, 7, 1115–1128.

Badurina, L., Šegvić, B., Mandic, O., Slovenec, D. (2021): Miocene tuffs from the Dinarides and Eastern Alps as proxies of the Pannonian Basin lithosphere dynamics and tropospheric circulation patterns in Central Europe. Journal of the Geological Society, 178/6, jgs2020-262. DOI: 10.1144/jgs2020-262

Bergaya, F., Lagaly, G. i Beneke, K. (2006): History of Clay Science: A Young Discipline. U: Bergaya, F., Theng, B.K.G. i Lagaly, G. (ur.): Handbook of Clay Science. Elsevier, 1163-1181.

Chamley, H. (1989): Clay Sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 623 str.

Cairns-Smith, A. G. (1982): Genetic Takeover and the Mineral Origins of Life. Cambridge: Cambridge University Press. 477 str.

Cleaves II, H. J., Michalkova Scott, A., Hill, F. C., Leszczynski, J., Sahai, N., Hazen, R. M. (2012). Mineral–organic interfacial processes: potential roles in the origins of life. Chemical Society Reviews, 41, 5502–5525.

Durn, G., Rubinić, V., Wacha, L., Patekar, M., Frechen, M., Tsukamoto, S., Tadej, N., Husnjak, S. (2018a): Polygenetic soil formation on Late Glacial Loess on the Susak Island reflects palaeo-environmental changes in the Northern Adriatic area.– Quaternary International, 494, 236–247. DOI: 10.1016/j.quaint.2017.06.072

Durn, G., Wacha, L., Bartolin, M., Rolf, C., Frechen, M., Tsukamoto, S., Tadej, N., Husnjak, S., Li, Y., Rubinić, V. (2018b): Provenance and formation of the red palaeosol and lithified terra rossa-like infillings on the Island of Susak: A high-resolution and chronological approach.– Quaternary International, 494, 105–129. DOI: 10.1016/j.quaint.2017.11.040

Durn, G., Škapin, S. D., Vdović, N., Rennert, T., Ottner, F., Ružičić, S., Cukrov, N., Sondi, I. (2019): Impact of iron oxides and soil organic matter on the surface physicochemical properties and aggregation of Terra Rossa and Calcocambisol subsoil horizons from Istria (Croatia).– Catena, 183, 104184. DOI: 10.1016/j.catena.2019.104184

Grizelj, A., Milošević, M., Miknić, M., Hajek Tadesse, V., Bakrač, K., Galović, I., Badurina, L., Kurečić, T., Wacha, L., Šegvić, B. (2023): Evidence of Early Sarmatian volcanism in the Hrvatsko Zagorje Basin, Croatia – mineralogical, geochemical and biostratigraphic approach.– Geologica Carpathica, 74/1, 59–82. DOI: 10.31577/GeolCarp.2023.02

Guggenheim, S., Martin, R. T. (1995): Definition of clay and clay mineral: Joint report of the AIPEA Nomenclature and CMS Nomenclature Committees.– Clays and Clay Minerals, 43/2, 255–256; Clay Minerals, 30, 257–259.

Gverić, Z., Hanžel, D., Kampić, Š., Pleša, A., Tibljaš, D. (2020): Comprehensive characterization of bentonites from Croatia and

neighboring countries.– Geologia Croatica, 73/1, 29–48. DOI: 10.4154/gc.2020.02
Hećimović, Lj. (2019): Mali priručnik za keramičare. Vlastito izdanje, Zagreb, 94 str.
Karathanasis, A. D. (2008): Thermal analysis of soil minerals.– U: Ulery, A. L., Drees, L. R. (ur.): Methods of Soil Analysis. Part 5: Mineralogical Methods. Soil Science Society of America Book Series, Soil Science Society of America, Madison, 117–160.
Keller, W. P. (1950). The absorption of infrared radiation by clay minerals. American Journal of Science, str. 264 - 273.
Kjær, K. H., Winther Pedersen, M., De Sanctis, B., et al. (2022). A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA. Nature, 612, 283–291. DOI: 10.1038/s41586-022-05453-y
Konta, J. (2000): Clay science at the threshold of the new millennium: A look at the history and present trends.– Acta Universitatis Carolinae – Geologica, 44/2–4, 11–48.
Miko, S., Gizdavec, N., Kruk, B., Dedić, Ž., Ilijanić, N., Kovačević Galović, E. (2020): Nacrt prijedloga Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske. Interni dokument, Fond stručne dokumentacije 65/20, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 423 str.
Moore, D. M., Reynolds, R. C. Jr. (1997): X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. 2. izdanje, Oxford University Press, Oxford, 378 str.
Rubinić, V., Durn, G., Husnjak, S., Tadej, N. (2014): Composition, properties and formation of Pseudogley on loess along a precipitation gradient in the Pannonian region of Croatia.– Catena, 113, 138–149. DOI: 10.1016/j.catena.2013.10.003
Smith, B. C. (2011): Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy. 2. izdanje, CRC Press, Boca Raton, 207 str.
Środoń, J. (2007): Illitization of smectite and history of sedimentary basins. U: Rocha, F., Terroso, D., Quintela, A. (ur.): Invited Lectures, Euroclay 2007, Aveiro, Portugal, 74–82.
Šuha, V. (1996). Laboratórne metódy výskumu nerudných surovín. Bratislava: Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského.
Weaver, C. E. (1989): Clays, Muds, and Shales. Developments in Sedimentology, Vol. 44, Elsevier, Amsterdam, 819 str.
Zakon o rudarstvu. Narodne novine, br. 56/13, 14/14, 52/18, 115/18, 98/19 i 83/23

13. WEB IZVORI:

Ministarstvo gospodarstva. Jedinstveni informacijski sustav mineralnih sirovina: JISMS - WebGis portal (pristupljeno: 22.8.2026.)

TEMA BROJA

Obilježavanje 25. obljetnice Odsjeka za gline Hrvatskoga geološkog društva

Odsjek za gline Hrvatskog geološkog društva (HGD) osnovan je u travnju 2001. godine na inicijativu prof. Dragutina Sloveneca, prvog predsjednika Odsjeka, i prof. Gorana Durna, prvog tajnika Odsjeka. Tijekom 25 godina djelovanja Odsjek je kontinuirano omogućavao istraživačima minerala glina u Hrvatskoj povezivanje s međunarodnom zajednicom mineraloga glina kroz suradnju na zajedničkim projektima, organizaciju znanstvenih skupova te razmjenu stručnih i znanstvenih iskustava.

Povodom 25. obljetnice djelovanja Odsjeka organizirane su prigodne aktivnosti. Stručna ekskurzija održana je 17. travnja 2026. godine, a okupila je 19 sudionika – članova Odsjeka za gline, Hrvatskoga geološkog društva i gostiju. Ekskurzija je organizirana u suradnji s tvrtkom Wienerberger i njezinim proizvodnim pogonom u Karlovcu. Sudionici su tijekom obilaska imali priliku upoznati cjelokupan put sirovine od eksploatacije do finalnog proizvoda. Program je započeo posjetom proizvodnom pogonu Wienerbergera u Karlovcu, gdje je prikazan proces proizvodnje



Detalji sa stručne ekskurzije Odsjeka za gline HGD-a održane 17. travnja 2026. godine u Karlovcu

opeke – od pripreme sirovine, oblikovanja i sušenja do pečenja gotovih proizvoda. Sudionici su imali priliku upoznati suvremene tehnološke postupke te važnost kontrole kvalitete u proizvodnom procesu. Nakon toga uslijedio je posjet glinokopu Rečica, gdje su predstavljene geološke značajke ležišta i način eksploatacije glinovitih sirovina. Stručni dio ekskurzije završio je obilaskom pjeskokopa Brezovi Rebar, tijekom kojeg su sudionici upoznati s karakteristikama ležišta i načinom dobivanja mineralnih sirovina koje se koriste kao dodatak u proizvodnji opeke. Ekskurzija je zaokružena zajedničkim druženjem članova Odsjeka i gostiju na obali Korane te posjetom slatkovodnom akvariju Aquatika, čime je program dodatno obogaćen upoznavanjem prirodne baštine hrvatskih riječnih ekosustava.

Središnji događaj obilježavanja obljetnice bio je svečani sastanak održan 24. travnja 2026. godine na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Program sastanka obuhvaćao je pozdravnu riječ predsjednice Odsjeka dr. sc. Jasmine Martinčević Lazar te dva prigodna predavanja. Prema programu sastanka, prof. dr. sc. Darko Tibljaš održao je predavanje „Odsjek za gline HGD-a (Hrvatska grupa za gline): 25 godina djelovanja" u kojem je prikazao povijest Odsjeka od same ideje i okolnostima osnutka, preko najvažnijih aktivnosti sve do njegova današnjeg djelovanja i uloge u povezivanju hrvatskih istraživača s međunarodnom zajednicom mineraloga glina. Dr. sc. Zvonka Gverić održala je predavanje „Novi istraživački smjerovi: uloga minerala glina u očuvanju drevne DNK", u kojem je predstavila svoje aktualno istraživanje i pokazala kako minerali glina mogu imati ključnu ulogu u očuvanju genetskog materijala kroz geološko vrijeme. Predavanje je istaknulo važnost interdisciplinarnog pristupa te primjenu suvremenih analitičkih metoda u istraživanjima mineralogije glina, naglašavajući kako se tradicionalna znanja o mineralima danas uspješno povezuju s novim područjima istraživanja, poput paleogenomike i istraživanja drevne DNK. Obilježavanje 25. obljetnice zaključeno je prigodnim druženjem članova Odsjeka i gostiju.



Obilježavanje 25. obljetnice Odsjeka za gline HGD-a na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu

Pozdrav predsjednice HGD-a



Drage članice i članovi Hrvatskoga geološkog društva,
veliko mi je zadovoljstvo preuzeti ulogu predsjednice Hrvatskoga geološkog društva. Nakon više od 25 godina članstva i različitih uloga u Društvu, ovu dužnost doživljavam prije svega kao nastavak zajedničkog rada i priliku da, zajedno s vama, dodatno osnažimo našu struku i Društvo. Na samom početku želim zahvaliti dosadašnjem predsjedniku Alanu Vranjkoviću i tajnici Ines Vlahov na velikom angažmanu, uloženom vremenu i energiji. Njihov rad osigurao je kontinuitet aktivnosti Društva i čvrstu osnovu za daljnji razvoj.

Zadovoljna sam što HGD danas ima mnogo toga na što možemo biti ponosni. Dio naših članova iznimno je aktivan i predan, redovne aktivnosti Društva dobro su uhodane, a dvije naše publikacije (Vijesti Hrvatskoga geološkog društva i Geologia Croatica) kvalitetno predstavljaju stručni rad i znanstvene aktivnosti. Svi naši odsjeci doprinose radu Društva kroz stručne, znanstvene, popularizacijske i sportske aktivnosti, čime geologija postaje vidljiva i izvan naše struke. Tijekom svog mandata nastojat ću dodatno poticati inicijative i suradnju među odsjecima. Pred nama su i izazovi, među kojima su nedovoljna vidljivost geologije u obrazovnom sustavu i društvu, pitanja zaštite georaznolikosti i unaprjeđenja zakonodavnog okvira geološke djelatnosti i geoloških istraživanja.

U ovom mandatu želim da se posebno usmjerimo na nekoliko područja. Jedno od njih je rad s mladima i povećanje interesa za geologiju kroz natjecanja iz geologije za srednje škole. Jedna od prvih aktivnosti u ovom mandatu je organizacija pilot-natjecanja, s ciljem njegovog kasnijeg uključivanja u katalog natjecanja Agencije za odgoj i obrazovanje. Drugi važan naglasak je georaznolikost i geobaština. Zakonska osnova postoji, ali provedba je još uvijek nedovoljna. Kroz koordinirani rad Društva i uključenost članova iz svih odsjeka želim da doprinesemo sustavnoj inventarizaciji georaznolikosti i jačanju svijesti o važnosti zaštite prostora. Pred nama su i veliki organizacijski zadaci. Ove godine obilježavamo 75. godišnjicu Hrvatskoga geološkog društva, a sljedeće godine organizirat ćemo 8. hrvatski geološki kongres. Kroz stručne, znanstvene, edukacijske i inovacijske projekte financirane iz međunarodnih programa, Društvo je u prethodnim godinama ostvarilo značajan doprinos, a tijekom mog mandata nastojat ću osigurati da se takve prilike i dalje koriste i da članovi aktivno koriste mogućnosti prijava. Tijekom svog mandata nastavit ću podržavati niz redovnih aktivnosti: stručna predavanja i ekskurzije, Studentske dane geologije, projekte popularizacije geologije „Upoznaj Zemlju – zaviri u mikroskop!“ i „SRETNO!“, dodjelu Nagrade „Hrvoje Posilović“ za najbolje diplomske radove, nogometni turnir „Gjuro Pilar“ te Foto-natječaj GEA.

Nastavit ću poticati Društvo na još aktivnije sudjelovanje u međunarodnim udrugama i mrežama geologa, kako bismo dodatno osnažili stručnu povezanost i razmjenu iskustava na europskoj i globalnoj razini. U ovom mandatu surađivat ću s tajnicom Piom Prašek, kojoj zahvaljujem na spremnosti da preuzme ovu važnu i zahtjevnu ulogu. Vjerujem da Društvo može biti snažno samo ako što veći broj članova aktivno sudjeluje u njegovim aktivnostima, uz podršku Upravnog odbora i svih odsjeka. Stoga vas ovim putem pozivam na suradnju, prijedloge i inicijative.
Veselim se zajedničkom radu.

Marta Mileusnić, predsjednica Hrvatskoga geološkog društva

Presjek članstva Hrvatskoga geološkog društva – rezultati revizije 2026. godine

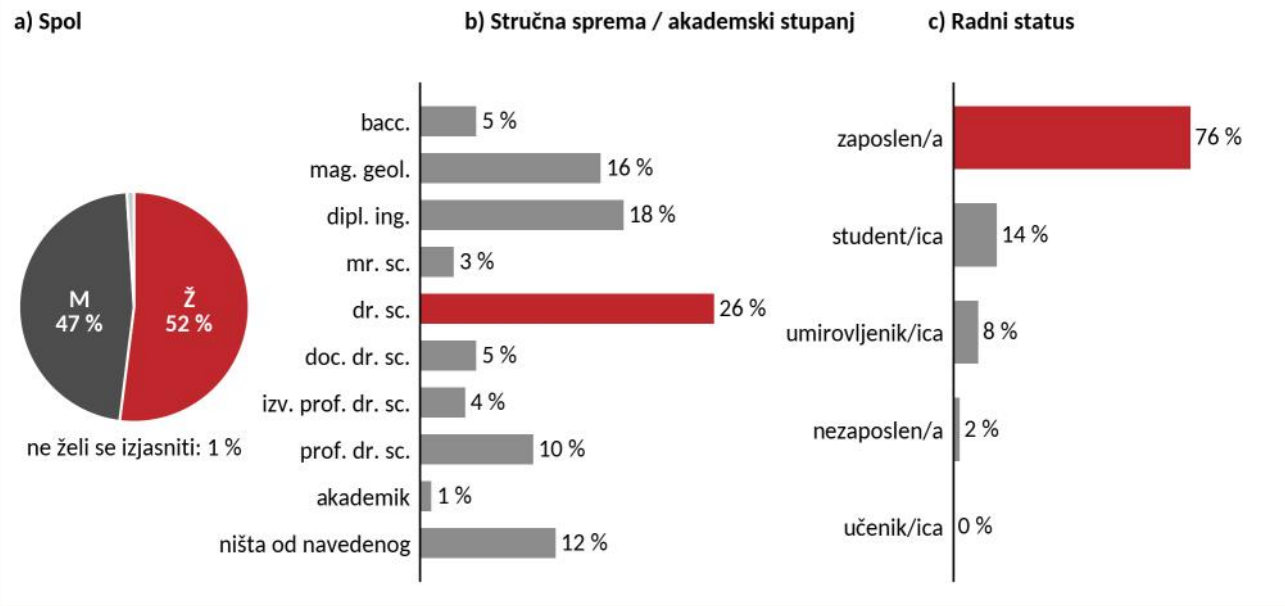
Pia Prašek, Marta Mileusnić i Natalia Smrkulj

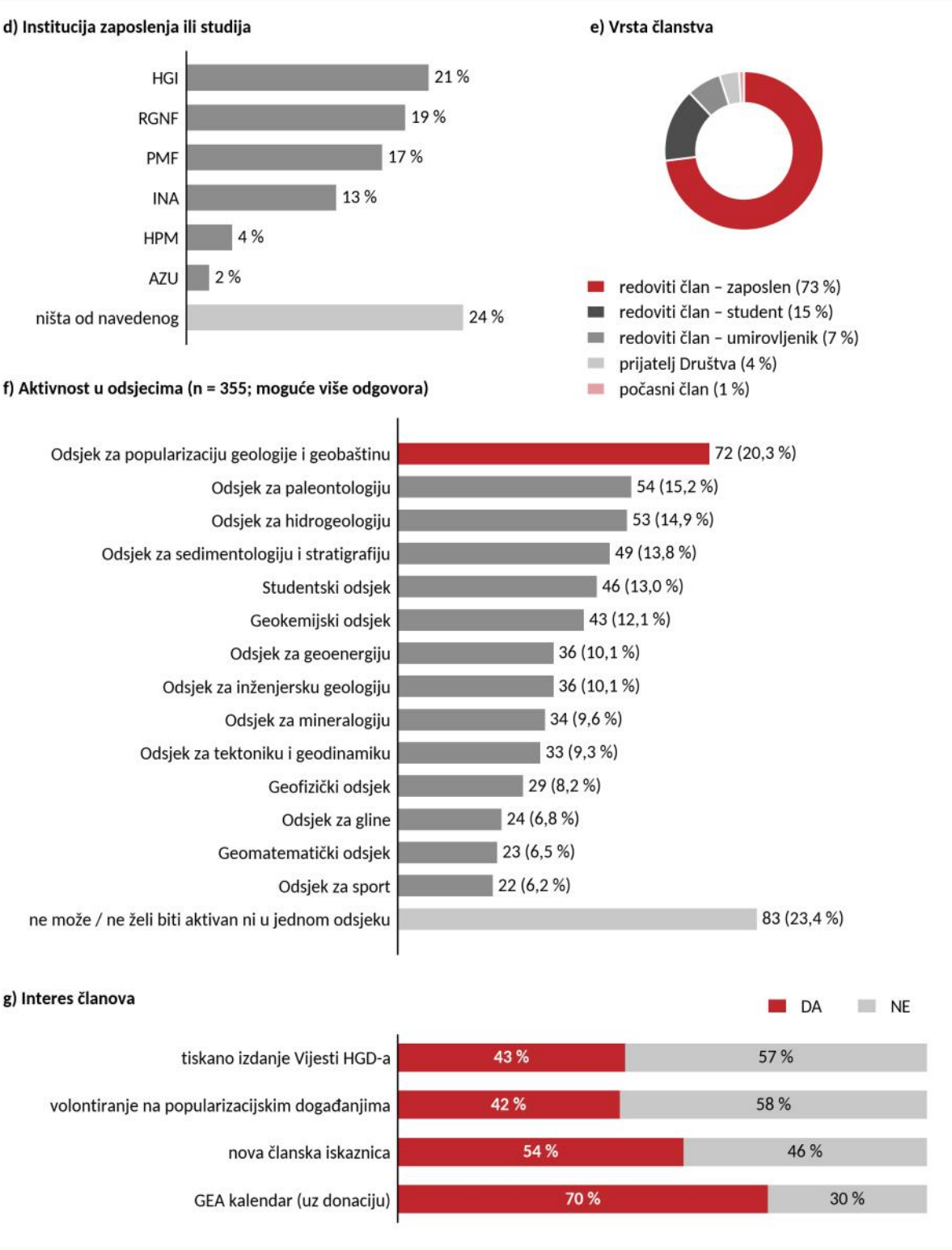
Početkom veljače 2026. godine, na temelju odluke Upravnog odbora Hrvatskoga geološkog društva, pokrenuta je obvezna revizija članstva radi dopune i ažuriranja evidencije članova. Cilj revizije bio je prikupiti nedostajuće i ažurirati zastarjele podatke, utvrditi broj članova s potvrđenim članskim statusom, osigurati točnost podataka za izvještavanje nadležnim institucijama te steći bolji uvid u strukturu, interese i potrebe članstva. Revizija je provedena putem mrežnog upitnika, objavljenog na društvenim mrežama i distribuiranog putem elektroničke pošte Društva.

Društvo razlikuje redovne članove, uključujući počasne članove, te članove prijatelje. Redovni članovi mogu biti studenti, zaposleni, nezaposleni ili umirovljenici, a imaju pravo glasa na Skupštini i pravo na članske pogodnosti. Članovi prijatelji plaćaju umanjenu članarinu i mogu sudjelovati u aktivnostima Društva, ali nemaju pravo glasa ni pravo na određene članske pogodnosti. Članovi koji nisu pristupili obveznoj reviziji ostaju u evidenciji Društva, no do ažuriranja svojih podataka ne mogu glasovati na Skupštini ni sudjelovati u aktivnostima koje financira Društvo.

Revizija je zaključena, ali upitnik ostaje dostupan za naknadno uključivanje u reviziju i ažuriranje podataka. Upravni odbor zahvaljuje svim članovima koji su sudjelovanjem pridonijeli pouzdanijoj evidenciji članstva, ispunjavanju administrativnih obveza Društva i racionalnijem upravljanju njegovim sredstvima.

Na temelju 355 odgovora podnesenih do 15. rujna 2026. godine, prikupljene su sljedeće informacije:




d) Institucija zaposlenja ili studija
HGI 21 %
RGNF 19 %
PMF 17 %
INA 13 %
HPM 4 %
AZU 2 %
ništa od navedenog 24 %
e) Vrsta članstva
redoviti član – zaposlen (73 %)
redoviti član – student (15 %)
redoviti član – umirovljenik (7 %)
prijatelj Društva (4 %)
počasni član (1 %)
f) Aktivnost u odsjecima (n = 355; moguće više odgovora)
Odsjek za popularizaciju geologije i geobaštinu 72 (20,3 %)
Odsjek za paleontologiju 54 (15,2 %)
Odsjek za hidrogeologiju 53 (14,9 %)
Odsjek za sedimentologiju i stratigrafiju 49 (13,8 %)
Studentski odsjek 46 (13,0 %)
Geokemijski odsjek 43 (12,1 %)
Odsjek za geoenergiju 36 (10,1 %)
Odsjek za inženjersku geologiju 36 (10,1 %)
Odsjek za mineralogiju 34 (9,6 %)
Odsjek za tektoniku i geodinamiku 33 (9,3 %)
Geofizički odsjek 29 (8,2 %)
Odsjek za gline 24 (6,8 %)
Geomatematički odsjek 23 (6,5 %)
Odsjek za sport 22 (6,2 %)
ne može / ne želi biti aktivan ni u jednom odsjeku 83 (23,4 %)
g) Interes članova
DA
NE
tiskano izdanje Vijesti HGD-a 43 % 57 %
volontiranje na popularizacijskim događanjima 42 % 58 %
nova članska iskaznica 54 % 46 %
GEA kalendar (uz donaciju) 70 % 30 %

Očuvanje profesionalnih standarda geološke struke – izazovi i koraci naprijed

Marta Mileusnić

Hrvatsko geološko društvo nastavlja se zalagati za rješavanje pitanja provedbe stručnih ispita za samostalno obavljanje geoloških istraživanja u Republici Hrvatskoj, ali istovremeno svojim članovima otvara mogućnosti međunarodnog profesionalnog razvoja kroz titulu EuroGeol.

Jedno od važnih pitanja za budućnost geološke struke u Republici Hrvatskoj jest osiguravanje kontinuiteta sustava kojim se potvrđuje stručna osposobljenost geologa za samostalan rad. Stručni ispit za samostalno obavljanje geoloških istraživanja nije samo formalni postupak. On predstavlja važan mehanizam potvrđivanja stručne osposobljenosti, odgovornosti i kvalitete rada geologa koji preuzimaju samostalno vođenje i potpisivanje stručnih poslova. Prema važećim propisima, provedba ovog ispita u nadležnosti je Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih, a njegovo dugotrajno neprovođenje posljednjih godina stvorilo je ozbiljne poteškoće kolegicama i kolegama koji ispunjavaju uvjete za pristupanje ispitu, ali nemaju mogućnost završiti postupak potreban za samostalan rad u struci.

Hrvatsko geološko društvo je, zajedno s Rudarsko-geološko-naftnim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematičkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatskim geološkim institutom, upozorilo nadležno Ministarstvo na važnost što skorijeg nastavka provedbe stručnih ispita. Upućeni su dopisi i požurnice s prijedlogom da se osiguraju organizacijski i administrativni uvjeti za nastavak postupka koji je godinama uredno funkcionirao.

Nažalost, unatoč nastojanjima institucija geološke struke, do danas nismo dobili konkretan odgovor ni vremenski okvir za ponovno pokretanje ispita. Zbog dugotrajnog zastoja i nemogućnosti funkcioniranja Povjerenstva za stručne ispite, članovi Povjerenstva koji su ujedno i članovi HGD-a odlučili su podnijeti ostavke, čime su dodatno ukazali na potrebu hitnog rješavanja ovog pitanja.

Istovremeno, Hrvatsko geološko društvo nastoji svojim članovima otvoriti mogućnosti za razvoj profesionalne karijere i međunarodno prepoznavanje njihovih kompetencija. Kao punopravni član Europske federacije geologa (EFG), HGD je osigurao mogućnost prijave i polaganja ispita za stjecanje profesionalne titule **Europski geolog (European Geologist – EuroGeol)**.

Titula EuroGeol predstavlja međunarodno priznanje profesionalnih kompetencija geologa i temelji se na odgovarajućem obrazovanju, stručnom iskustvu, profesionalnom integritetu, pridržavanju etičkih načela i kontinuiranom stručnom usavršavanju. Ona geolozima omogućuje veću međunarodnu prepoznatljivost, olakšava mobilnost stručnjaka te predstavlja potvrdu kvalitete rada prema europskim standardima.

Važno je naglasiti da titula EuroGeol ne zamjenjuje nacionalni stručni ispit za samostalno obavljanje geoloških istraživanja u Republici Hrvatskoj. Riječ je o dvama različitim sustavima. Stručni ispit je nacionalni uvjet za samostalno obavljanje djelatnosti u Hrvatskoj, a EuroGeol međunarodna profesionalna potvrda kompetencija. Ipak, smatramo velikim uspjehom što smo uspjeli uspostaviti mogućnost provođenja postupka za stjecanje ove prestižne europske titule i time našim članovima otvoriti dodatne mogućnosti profesionalnog razvoja.

Problematika stručnih ispita dodatno ukazuje na potrebu za cjelovitim uređenjem geološke djelatnosti u Republici Hrvatskoj. Hrvatsko geološko društvo već dulje vrijeme ističe važnost donošenja zakona o geološkoj djelatnosti kojim bi se na suvremen i sustavan način uredili uvjeti obavljanja geoloških poslova, odgovornosti stručnjaka, profesionalni standardi te položaj geologije kao važne struke u upravljanju prirodnim resursima, zaštiti okoliša, prostornom planiranju i održivom razvoju.

Donošenje takvog zakonskog okvira predstavljalo bi važan korak prema većoj pravnoj sigurnosti, jasnijem definiranju odgovornosti i boljem vrednovanju geološke struke u društvu. Vjerujemo da je u interesu i struke i šire zajednice da se pitanje uređenja geološke djelatnosti u Hrvatskoj što prije pokrene i dovede do odgovarajućeg rješenja.

Hrvatsko geološko društvo i dalje će se zalagati za kvalitetan i stabilan sustav profesionalnog razvoja geologa, za očuvanje standarda struke te za stvaranje uvjeta u kojima će sadašnje i buduće generacije geologa moći nesmetano graditi svoju profesionalnu budućnost.

Geolozi, novi članovi HAZU

Mladen Juračić



Akademkinja Vlasta Ćosović i akademik Slobodan Miko

Na izbornoj skupštini Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, održanoj 21. svibnja 2026. godine u Zagrebu, prof. emer. dr. sc. Vlasta Ćosović i dr. sc. Slobodan Miko izabrani su za redovite članove. Time je Razred za prirodne znanosti HAZU pojačan s dvoje eminentnih geologa. **Dr. sc. Vlasta Ćosović**, profesorica emerita Sveučilišta u Zagrebu, istaknuta je geologinja i mikropaleontologinja čiji je znanstveni rad osobito obilježio istraživanja karbonatnih marinskih okoliša, bentičkih foraminifera te njihovu primjenu u biostratigrafiji, paleoekologiji i paleogeografskim rekonstrukcijama. **Dr. sc. Slobodan Miko**, znanstveni savjetnik u trajnom izboru u Hrvatskome geološkom institutu, dao je osobit doprinos geokemiji, paleolimnologiji te paleookolišnim i geomorfološkim istraživanjima podmorja Jadranskoga mora, pri čemu je imao ključnu ulogu u razvoju toga istraživačkog područja u Hrvatskoj. Izbor Vlaste Ćosović i Slobodana Mike za redovite članove Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti predstavlja veliko priznanje njihovim dugogodišnjim znanstvenim postignućima, ali i hrvatskoj geološkoj struci u cjelini. Svatko u svojem području, a zajedno kao istaknuti predstavnici hrvatske geoznanosti, trajno su pridonijeli razvoju struke, obrazovanju novih naraštaja geologa i međunarodnoj prepoznatljivosti hrvatske znanosti.

Akademkinja Vlasta Ćosović rođena je u Puli, gdje je završila osnovnu školu i gimnaziju. Studij geologije, uključujući diplomu, magisterij i doktorat, završila je na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na kojem je bila zaposlena od 1981. do 2024. godine te napredovala od asistentice do redovite profesorice u trajnom izboru. Godine 2024. izabrana je za profesoricu emeritu Sveučilišta u Zagrebu.

Njezina je znanstvena djelatnost ponajprije vezana uz bentičke foraminifere, počevši od doktorske disertacije *Diskociklidne foraminifere Jadranske karbonatne platforme* (*Discocyclinidal Foraminifera of the Adriatic Carbonate Platform*), izrađene 1996. godine pod mentorstvom dr. sc. Katice Drobne i prof. dr. sc. Lukasa Hottingera. Istražuje paleogenske do recentne bentičke foraminifere, njihovu taksonomiju i primjenu u

biostratigrafskim analizama, osobito njihovu ulogu u kolonizaciji praznih niša nakon velikih izumiranja te njihovo paleogeografsko rasprostiranje. U središtu su njezina interesa ponajprije velike bentičke foraminifere iz naslaga Vanjskih Dinarida, ali i drugih područja, poput Kanade i Kariba. One joj služe kao ključni alat za rekonstrukciju paleogenskih plitkomorskih okoliša, praćenje okolišnih promjena povezanih s globalnim kolebanjima morske razine te za razumijevanje utjecaja lokalne tektonike u okviru razvoja Dinarskoga orogena.

Posljednjih desetak godina Vlasta Ćosović sve više proučava raspodjelu recentnih bentičkih foraminifera u Jadranskome moru, s posebnim naglaskom na utjecaj podloge, odnosno geokemijskog i litološkog sastava, na raznolikost i očuvanost zajednica. Posebno su zapaženi rezultati njezinih istraživanja jurskih i paleogenskih plitkomorskih naslaga Vanjskih Dinarida, u prvom redu eocenskih naslaga bogatih velikim bentičkim foraminiferama, osobito ortofragminama. Analizirala je prostornu i vremensku dinamiku plitkomorskih okoliša u odnosu na globalne promjene razine mora i razvoj Dinarskoga orogena. Na temelju sastava i morfotipova ortofragmina predložila je model promjena zajednica koji omogućuje praćenje prijelaza iz plitkomorskoga u bazenski taložni sustav. U okviru dugogodišnje suradnje s dr. sc. Emő Márton na istraživanju paleomagnetizma mezozojskih i kenozojskih naslaga Vanjskih Dinarida povezala je biostratigrafske podatke s paleomagnetskim mjerenjima, što je omogućilo rekonstrukciju kinematike područja tzv. Stabilne Istre, autohtonoga dijela Jadranske mikroploče, i Dinarskoga navlačnog sustava.

Vlasta Ćosović objavila je više od 70 izvornih znanstvenih radova u renomiranim časopisima, uredila jednu knjigu, bila koautorica 21 poglavlja u knjigama i zbornicima skupova te objavila više stručnih radova. Održala je više od 30 izlaganja na znanstvenim skupovima, uključujući 11 pozvanih predavanja.

Treba istaknuti da je Vlasta Ćosović bila, a i dalje jest, vrlo vrlo angažirana u nastavi i obrazovanju mlađih geologa i paleontologa. Predavala je ili još predaje velik broj kolegija, ponajprije iz paleontologije, kao što su *Mikropaleontologija, Mikrofosili, okoliši i vrijeme, Metode paleontoloških istraživanja i Opća paleontologija*, ali i iz šire geološke problematike, primjerice Geologija *mora, Geologija i geokemija nafte i Fizička geologija*. Osmislila je i uvela više kolegija na različitim razinama studija. Osim na matičnome Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, predavala je ili predaje na Fakultetu prirodnih znanosti Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli, Naravoslovnotehniškom fakultetu Sveučilišta u Ljubljani, Fakultetu za znanosti o Zemlji, geografiju i astronomiju Sveučilišta u Beču te na Geološkom fakultetu Jagelonskoga sveučilišta u Krakovu. Pod njezinim je mentorstvom obranjeno 68 završnih, diplomskih i magistarskih radova, od kojih su tri obranjena na Sveučilištu u Trstu, kao i pet doktorskih disertacija, dok su tri disertacije još u izradi. Sudjelovala je i u brojnim povjerenstvima za obranu doktorskih radova na inozemnim sveučilištima, uključujući Sveučilište u Ljubljani, Comenius University u Bratislavi, Sveučilište u Beču, Sveučilište u Modeni i Sveučilište u Ferrari. Bila je i članica povjerenstava za habilitacijske postupke na Sveučilištu u Ljubljani, Comenius University u Bratislavi i University of the Punjab.

U okviru intenzivne međunarodne suradnje treba istaknuti da je Vlasta Ćosović članica *International Subcommission on Paleogene Stratigraphy* UNESCO-IUGS, gdje je savjetnica komisije za definiranje stratigrafskih granica u paleogenu, nakon što je u dva mandata bila voting member.

Naša nova akademkinja dobitnica je Nagrade Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti za najviša znanstvena i umjetnička dostignuća u Republici Hrvatskoj za 2017. godinu, a 2025. godine izabrana je za dopisnu članicu Slovenske akademije znanosti i umjetnosti, čime se pridružila malobrojnim hrvatskim geolozima članovima SAZU: Marijanu Salopeku, Vandi Kochansky Devidé, Milanu Heraku i Ivanu Gušiću.

Akademik Slobodan Miko rođen je u Varaždinu. Diplomirao je geologiju na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, magistrirao na Zajedničkom studiju geologije PMF-a i RGNF-a, a doktorirao 2008. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od 1988. godine bio je zaposlen

na RGNF-u Sveučilišta u Zagrebu kao znanstveni novak, a 1993. godine prešao je u Hrvatski geološki institut, gdje je, među ostalim, obnašao dužnost predstojnika Zavoda za mineralne sirovine u tri mandata, a od 2017. do 2025. godine i ravnatelja Hrvatskoga geološkog instituta u dva mandata. Hrvatski je branitelj i nositelj Spomenice Domovinskog rata.

Tijekom cijele znanstvene karijere geokemijska istraživanja čine temelj znanstvenoga interesa Slobodana Mike. Njegov rad obuhvaća geokemiju okoliša, osobito cikluse elemenata u tragovima u tlima, sedimentima, vodama i vegetaciji, kao i geokemijska istraživanja mineralnih sirovina. Paleolimnološka istraživanja započeo je na Vranskom jezeru na otoku Cresu kako bi, na temelju geokemijskih i mikropaleontoloških analiza datiranih sedimenata, utvrdio kolebanja razine jezera u prošlosti. Nabavio je i konstruirao opremu za istražna bušenja nekonsolidiranih sedimenata, čime je omogućeno uzorkovanje na dubinama većim od 50 metara. Na taj su način provedena i multidisciplinarna istraživanja Vranskog jezera kod Biograda, Visovačkog jezera i Baćinskih jezera, pri čemu su utvrđene paleookolišne promjene, izmjerene brzine sedimentacije, određen mineralni sastav sedimenata i objašnjeni procesi eutrofikacije tijekom holocena.

Posebno treba istaknuti da je Slobodan Miko u Hrvatski geološki institut uveo sustavna paleookolišna i geomorfološka istraživanja podmorja Jadranskoga mora, koja uz raznovrsne analize sedimentnih jezgri uključuju i geofizička istraživanja akustičkim seizmičkim metodama, poput geološkoga i višesnopnoga dubinomjera. Kao voditelj ključnih nacionalnih projekata posvećenih toj problematici te autor njihovih temeljnih znanstvenih koncepata, znanstveno je uobličio i usmjerio razvoj toga istraživačkog područja u Hrvatskoj. Njegova su istraživanja privukla interes niza uglednih inozemnih istraživačkih skupina, a osobito se ističe višegodišnja suradnja sa Sveučilištem u Kopenhagenu i tamošnjim *Globe Instituteom*, u okviru koje su u istraživanja Jadranskoga mora uvedene suvremene interdisciplinarne metode, uključujući analize okolišnoga DNA.

Rezultate svojih istraživanja Slobodan Miko objavio je u više od 80 izvornih znanstvenih radova, uz devet poglavlja u knjigama, jednu uredničku knjigu i jedan patent u koautorstvu. Knjiga Geokemijski *atlas Republike Hrvatske*, čiji je koautor, citirana je do danas više od 250 puta i predstavlja važno referentno djelo za geokemijska istraživanja tala u Hrvatskoj, ali i na krškim terenima u svijetu. Njegov istraživački rad, potvrđen velikim brojem objavljenih radova u visokorangiranim međunarodnim časopisima, međunarodnim suradnjama i značajnim citatnim odjekom, svrstava ga među najistaknutije hrvatske geologe.

Uz znanstvena postignuća, akademik Miko dao je i važan doprinos razvoju institucija i geoznanstvene infrastrukture, osobito vođenjem Hrvatskoga geološkog instituta i provedbu najvećega infrastrukturnog projekta u povijesti hrvatske geoznanstvene zajednice. Od 2016. godine sustavno sudjeluje u pripremi i provedbi projekta „Obnova infrastrukture i nabava instrumenata u Hrvatskom geološkom institutu – Geoznanstveni laboratoriji (GEOLAB), financiranoga bespovratnim sredstvima u okviru Nacionalnoga plana oporavka i otpornosti 2021.–2026“.

Uspostavom i opremanjem danas već velike istraživačke skupine posvećene sustavnim paleolimnološkim i geološkim istraživanjima podmorja, na razini kakva se do tada u Hrvatskoj nije provodila, a s konačnim ciljem izrade geoloških i geomorfoloških karata hrvatskoga dijela jadranskoga podmorja, otvorio je novu stranicu u hrvatskoj geologiji. Njegov dugogodišnji rad u stručnim i znanstvenim povjerenstvima, organizacija znanstvenih skupova, mentorstvo mladim istraživačima i predani doprinos razvoju geološke struke dodatno potvrđuju širinu i kvalitetu njegova djelovanja.

Pilot natjecanje iz geologije za srednje škole

Hana Fajković i Marta Mileusnić

U ponedjeljak, 23. ožujka 2026. godine, u Hrvatskome prirodoslovnom muzeju održano je pilot natjecanje iz geologije za srednjoškolce u organizaciji Hrvatskoga geološkog društva. Natjecanje je provedeno s ciljem jačanja prirodoslovne pismenosti, poticanja interesa učenika za geoznanosti te povezivanja srednjoškolskog i visokoškolskog obrazovanja.



Pisanje testa iz geologije u prostoru Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja

Organizacijski odbor i stručno povjerenstvo natjecanja činili su: Hana Fajković (predsjednica), Sanja Bernat Gazibara, Marija Bošnjak, Karmen Fio Firi, Igor Karlović, Bruno Tomljenović i Domagoj Vukadin, uz podršku predsjednice HGD-a Marte Mileusnić te tajnice HGD-a Pije Prašek. Posebnu ulogu u provedbi imali su i studenti volonteri sa Sveučilišta u Zagrebu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta: Luka Kelava, Paula Krogo, Larisa Lugomer, Ivana Mladinović i Marija Vujeva. Oni su sudjelovali u tehničkoj i logističkoj podršci natjecanju. Tom prilikom studenti su predstavili učenicima i studijske programe geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu i studijske programe Primijenjene geologije i geološkog inženjerstva na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, odgovarali na pitanja učenika te ih upoznali s mogućnostima studiranja i karijernog razvoja u području geoznanosti. Ujedno su učenicima podijeljeni i prigodni promotivni materijali i pokloni fakulteta.

Hrvatski prirodoslovni muzej, kao domaćin natjecanja, omogućio je provedbu svih aktivnosti u svojim prostorima te dao ključan doprinos organizaciji događanja. Uz ustupanje prostora, Muzej je sudionicima omogućio i stručno vođeni razgled stalnog postava, projekciju „Deep Space“, kao i prigodni poklon za učenike, čime je dodatno obogaćen edukativni aspekt natjecanja i stvoreno jedinstveno iskustvo povezivanja znanosti i

javne prezentacije prirodoslovne baštine. Posebno se ističe i doprinos Hrvatskoga geološkog instituta koji je osigurao nagrade za tri najbolje plasirana učenika i njihove škole, te tvrtka INA d.d. koja je osigurala ručak za sve sudionike natjecanja.

Na natjecanju je sudjelovalo 75 učenika iz 20 škola različitih usmjerenja (gimnazije i strukovne škole) iz različitih dijelova Republike Hrvatske (Dubrovnik, Vis, Šibenik, Rijeka, Zagreb, Velika Gorica, Varaždin, Daruvar, Slavonski Brod), što pokazuje velik interes srednjoškolaca za geološke sadržaje, unatoč činjenici da je geologija kao školski sadržaj u kurikulumu zastupljena ograničeno i fragmentirano.

Najbolje rezultate ostvarili su:

1. Josip Krpan (Klasična gimnazija fra Marijana Lanosovića s pravom javnosti, Slavonski Brod)
2. Gušte Cukrov (Gimnazija Antuna Vrančića, Šibenik)
3. Franko Gržinić (Prirodoslovna škola Vladimira Preloga, Zagreb)

Tri najbolje plasirana učenika i njihove škole dobili su novčane nagrade: za prvo mjesto učenik je dobio 150 €, a škola 250 €, za drugo mjesto 100 € i 200 €, a za treće 50 € i 150 €. Škole su svoju novčanu nagradu



Srednjoškolci iz gimnazija i strukovnih škola na prvom natjecanju iz geologije



Objava rang-liste i ostvarenih rezultata na ovogodišnjem srednjoškolskom natjecanju iz geologije



Grupna fotografija svih natjecatelja i njihovih mentora



Pobjednici srednjoškolskog natjecanja iz geologije i njihovi mentori s prof. dr. sc. Martom Mileusnić, predsjednicom HGD-a, i izv. prof. dr. sc. Hanom Fajković, predsjednicom Povjerenstva za školska natjecanja iz geologije

mogle iskoristiti za nabavu edukativnih materijala za nastavu iz geologije.

Istoga dana održan je i sastanak s mentorima učenika, koji je poslužio kao platforma za razmjenu iskustava te predstavljanje dugoročnog koncepta razvoja natjecanja. Poseban naglasak stavljen je na razvoj višerazinskog modela natjecanja te na cilj uvrštavanja Natjecanja iz geologije u Katalog natjecanja i smotri Agencije za odgoj i obrazovanje (AZOO).

Sastanku su, uz mentore, prisustvovale i predstavnice AZOO-a, mr. sc. Ivana Kuhta Bogić, viša savjetnica za geografiju, te Ivana Ivančić Medved, prof., viša savjetnica za natjecanja i smotre, čime je dodatno osnažen stručni i institucionalni okvir rasprave.



Sastanak s mentorima i predstavljanje dugoročnog koncepta razvoja školskih natjecanja iz geologije

Sudionici sastanka dali su niz konstruktivnih prijedloga vezanih uz budući razvoj natjecanja, uključujući uvođenje viših razina natjecanja, jačanje praktičnih i terenskih komponenti te razvoj istraživačkih zadataka za učenike.

Pilot natjecanje iz geologije pokazalo je da među učenicima i mentorima postoji stvaran i značajan interes za geoznanosti. Visoka razina organizacijske uključenosti, snažna podrška partnerskih institucija te pozitivne reakcije sudionika potvrđuju potencijal za daljnji razvoj i institucionalizaciju natjecanja.

Uvrštavanjem Natjecanja iz geologije u Katalog natjecanja i smotri AZOO-a stvorili bi se preduvjeti za dugoročno jačanje prisutnosti geologije u srednjim školama te poticanje novih generacija učenika na upis studija geoznanosti.

Drugi međužupanijski skup Agencije za odgoj i obrazovanje: Geologija u nastavi

Karmen Fio Firi, Katarina Gobo, Frane Marković, Maja Martinuš, Zorica Petrinec i Kristina Pikelj

Na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 26. lipnja 2026. godine održan je drugi međužupanijski skup za 25 učitelja i nastavnika iz različitih dijelova Hrvatske, pod nazivom Geologija u nastavi. Kao i na prošlome skupu, radionice su pripremili i održali nastavnici Geološkog odsjeka: doc. dr. sc. Karmen Fio Firi, doc. dr. sc. Katarina Gobo, doc. dr. sc. Frane Marković, doc. dr. sc. Maja Martinuš, doc. dr. sc. Zorica Petrinec i izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj. Ideja skupa i radionica je nastavnicima u osnovnim i srednjim školama, kroz teoriju i posebice praktični dio, dodatno približiti geološku tematiku i olakšati izvođenje nastave iz predmeta Geologija, ali i ostalih predmeta u kojima se obrađuju različiti geološki sadržaji.

Skup su otvorile pročelnica Geološkog odsjeka, izv. prof. dr. sc. Hana Fajković, i predstavnica Agencije za odgoj i obrazovanje, mr. sc. Ivana Kuhta Bogić, viša savjetnica za geografiju. U sklopu skupa održano je šest različitih radionica: Minerali, Stijene, Strukturni elementi litosfere, Geološke karte, Organizmi kroz geološku prošlost, te Osnovne metode istraživanja u geologiji.

I za ovogodišnji skup prikupljeni su uzorci stijena koje su nastavnici mogli uzeti za popunjavanje školskih zbirki te za praktičan rad s učenicima. Podijeljene su i preostale geološke karte s tumačima koje je donirao

Hrvatski geološki institut, na čemu im još jednom zahvaljujemo.

Svi sudionici i ove su godine izvrsno ocijenili radionice, a najavljeno je održavanje sličnog skupa i sljedeće godine.




Sastanak s mentorima i predstavljanje dugoročnog koncepta razvoja školskih natjecanja iz geologije

Upoznaj Zemlju – zaviri u mikroskop!

Valerije Makarun i David Rukavina

Odsjek za popularizaciju geologije i geobaštinu HGD-a i ove godine nastavio je organizirati interaktivne radionice pod nazivom „Upoznaj Zemlju – zaviri u mikroskop!“ koje služe za edukaciju i popularizaciju geologije među svim zainteresiranim uzrastima. U razdoblju od siječnja do lipnja ove godine održano je ukupno deset radionica. Održali smo radionice u dvijema osnovnim školama za učenike od 1. do 8. razreda: OŠ Sveti Križ Začretje i OŠ Iver. Bili smo u jednoj srednjoj školi, XV. Gimnazija (MIOC), gdje su sudjelovali učenici od 1. do 4. razreda. Radionica je također održana u Dječjem vrtiću Bjelovar. U suradnji s Udrugom Petra, udruga za istraživanje, zaštitu i promociju kulturne i prirodne baštine Republike Hrvatske, održali smo radionicu u Centru za mlade Pula. Sudjelovali smo u sklopu projekta „Zemlja – vatra – voda – zrak“ Udruge Stav i u OŠ Marija Bistrica. Sudjelovali smo na festivalima i manifestacijama: festival dječje knjige „Monte Librić“ u Puli, manifestaciji „Brijuni na dlanu“ u NP Brijuni, te na Festivalu znanosti u Tehničkom muzeju Nikola Tesla u Zagrebu.



Centar za mlade Pula (foto Centar za mlade Pula)



OŠ Marija Bistrica (foto Dina Jagečić)

Izvedbe ovih radionica ne bi bile moguće bez volontera edukatora koji izdvajaju svoje vrijeme kako bi educirali, prenijeli znanje i zainteresirali sve sudionike, te valja istaknuti sve one koji su direktno ili indirektno pomogli u realizaciji: Aleksandar Mezga (PMF), Anamaria Obad (PMF), Ankica Oros Sršen (HAZU), Clea Tunjić (RGNF), Damir Palenik (HGI), Damir Pocrnić (NP Brijuni), David Rukavina (RGNF), Dea

Cindrić, Dina Jagečić (PMF), Eric Hadžić, Fran Vidaković (PMF), Helena Mihalinec (PMF), Ivana Mladinović (RGNF), Karmen Fio Firi (PMF), Katarina Gobo (PMF), Katarina Šprem (Udruga Petra), Larisa Lugomer (PMF), Lea Vojvodić (PMF), Lovro Suić (PMF), Marija Vujeva (PMF), Marina Čančar Lukić (PMF), Nika Žlepalo (PMF), Rahela Šanjek (HGI), Roko Elez (PMF), Valerije Makarun (PMF).

Hvala svima, te u narednom razdoblju nastavljamo u istom tonu.



XV. Gimnazija (MIOC), Zagreb (foto Darko Kanjuh)



Festival dječje knjige Monte Librić, Pula (foto Monte Librić)



OŠ Iver, Sesvete (foto Snježana Nikolić)

Dan i noć na PMF-u 2026

Valerije Makarun

I ove je godine, 17. travnja 2026., održana tradicionalna, ujedno i jedna od najvećih popularno-znanstvenih manifestacija u Hrvatskoj – „Dan i noć na PMF-u“. Zajedno s Institutom Ruđer Bošković i Institutom za fiziku, ova je manifestacija već drugu godinu zaredom uklopljena u zajedničko tematsko događanje pod nazivom *SciHill*. Više od 7000 posjetitelja imalo je priliku na „znanstvenom brdu“ sudjelovati u iznimno bogatom programu koji je obilovao predavanjima, radionicama, izložbama, kvizovima i brojnim drugim interaktivnim sadržajima.

Kao i svake godine, Geološki odsjek dao je svoj doprinos manifestaciji kroz više nego zanimljiva predavanja u izvedbi naših studenata i asistenata. Fran Vidaković održao je predavanje *Vrtlari prapovijesti: kako je naš svijet procvao i zazujao*, dok je dr. sc. Sanja Šuica održala predavanje na temu *Dolijevanje ulja na vatru: što voda čini vulkanu*. Studentice Melani Milinković i Anamaria Obad pripremile su predavanja pod nazivima *Nemiran planet: priča o tektonici ploča* te *Geologija znanstvene fantastike: Planeti, stijene i nemogući krajolici*.

Uz već ustaljene i tradicionalno posjećene radionice, ove godine valja istaknuti i novitete u programu. Održan je *GEO-kviz* za sve ljubitelje i poznavatelje geologije koji su htjeli testirati svoje znanje, kao i radionica *Treasure hunt: Odbjegli T-Rex!* namijenjena onim najmlađima. Velik interes privukla je i radionica *Iza sjaja: Profesionalna procjena dragog kamenja*, na kojoj su posjetitelji mogli donijeti vlastite uzorke dragog kamenja i iz prve ruke provjeriti njihovu autentičnost. Vrijedi spomenuti i uspješno gostovanje I. gimnazije iz Zagreba s kreativnom radionicom *Zemlja i ruke*.

Ove godine zabilježen je vidljiv napredak u posjećenosti i angažmanu posjetitelja, što nam daje optimizam da i sljedeće godine nastavimo u istom, ako ne i još boljem i kreativnijem tonu.








Geološki odsjek PMF-a na Festivalu znanosti 2026

Valerije Makarun, Marina Čančar Lukić i Igor Pejnović

Ovogodišnji Festival znanosti, koji se održavao u razdoblju od 20. do 25. travnja, ponovno je okupio brojne vrtiće, škole, fakultete i druge ustanove u više od 40 gradova u Hrvatskoj kako bi svim zainteresiranima kroz predavanja i radionice približio znanost. Organizator i središte održavanja festivala ponovno je bio Tehnički muzej Nikola Tesla u Zagrebu, a ovogodišnja tema bila je ENERGIJA.

Asistenti Geološkog odsjeka PMF-a, Marina Čančar Lukić, mag. geol., dr. sc. Igor Pejnović i Valerije Makarun, mag. geol., sudjelovali su i ove godine na popularnoj manifestaciji te su za potrebe festivala izradili još jednu igru – *GeoMemory*. Princip je koncipiran kao klasična igra „memory“, no u ovom se slučaju moraju sparivati slike uzoraka fosila (npr. zub mamuta, ljuštura brahiopoda, kućica foraminifere) s rekonstrukcijom, odnosno stvarnim izgledom organizma. Na taj način djeca, uz razvijanje pamćenja, uče o paleontologiji, o različitim dijelovima fosilnih biljaka i životinja te se upoznaju s bogatim fosilnim ostacima iz geološke prošlosti. Fotografije paleontoloških uzoraka korištene u igri prikazuju uzorke i eksponate iz zbirke Geološko-paleontološkog zavoda PMF-a.

Uz *GeoMemory*, posjetiteljima su bile dostupne i igre predstavljene prethodnih godina, koje su i dalje korisne u edukativne svrhe, a to su igre GeoKalendar i Putovanje kroz Zemljinu prošlost.

Sve igre privukle su velik interes posjetitelja, posebice onih predškolske i školske dobi te nastavnika osnovnih i srednjih škola koji su izrazili potrebu za takvim oblikom interaktivnih sadržaja u nastavi.



Posjetitelji Festivala znanosti igraju društvene igre koje su osmislili djelatnici Geološkog odsjeka PMF-a



Posjetitelji Festivala znanosti igraju GeoMemory

Geomaslinijada – Od stijene do ulja

Renata Brezinščak

Neformalno druženje kolega iste struke, koje povezuje i zajednička strast prema maslinarstvu, uz malo natjecateljskog duha i odličnu atmosferu, stvorilo je događaj koji će se još dugo pamtiti. Upravo je to bila Geomaslinijada, održana na Sveučilištu u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu – jedinstveno okupljanje koje je pokazalo da geologija i maslinarstvo imaju mnogo više zajedničkog nego što se na prvi pogled čini. Okupljanje geologa održano je 20. veljače 2026., a uspješno ga je organizirao i vodio prof. dr. sc. Bruno Tomljenović, koji je ovu ideju osmislio zajedno s kolegama dr. sc. Davorom Vrsaljkom i Matom Vujevićem, dipl. inž. geol. Organizaciju i provedbu događaja svojom je nazočnošću podržao i dekan RGNF-a, prof. dr. sc. Vladislav Brkić. Deset geologa, koje uz profesionalno zanimanje za geologiju i stijene povezuje i ljubav prema maslinama, predstavilo je svoja maslinova ulja i iskustva u maslinarstvu. Svaki geolog maslinar predstavio je svoj maslinik – gdje se nalazi, na kakvoj je geološkoj podlozi, koje sorte i koliko stabala maslina uzgaja, tko ga i na koje načine obrađuje, gdje i na koji način ubrane masline prerađuje u ulje. Uz osnovne podatke, sudionici su podijelili i brojne zanimljive priče i male tajne o podizanju maslinika, načinima rezidbe, izazovima koje donose vremenske (ne)prilike, iskustvima s berbom te različitim načinima prerade plodova.



Dekoracija – mali detalji koji doprinose ugađaju manifestacije

Posebno je zanimljiva, naoko nevidljiva, povezanost geologije i maslinarstva upravo preko stijena i tla. Geološka podloga određuje kakvo će se tlo razviti, pa o tome je li riječ o crvenici, flišu, vapnencu ili nekoj drugoj podlozi ovise i sam način uzgoja maslina, njihov rast, razvoj i, naravno, rodnost. Na taj način geološka povijest nekog područja, stara milijune godina, neizravno oblikuje okus, miris i karakter maslinova ulja. To znači da svako maslinovo ulje priča dvije priče – jednu o (ovo)godišnjoj berbi i jednu mnogo stariju, nama geolozima osobito zanimljivu, vezanu uz stijene na kojima je maslinik izrastao. Upravo zato geolozi možda bolje od mnogih razumiju važnost podloge i tla, ali i klime i ljudskog rada, što svakom ulju daje prepoznatljiv identitet.

Posebna gošća Geomaslinijade bila je prof. dr. sc. Dubravka Škevin sa Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, koja je održala iznimno zanimljivo i za geologe maslinare poticajno predavanje pod naslovom „Proizvodnja djevičanskog maslinovog ulja nekad i sad“. Pregledom razvoja



Voditelj i organizator Geomaslinijade prof. dr. sc. Bruno Tomljenović



Pozivno predavanje prof. dr. sc. Dubravke Škevin s Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod naslovom „Proizvodnja djevičanskog maslinovog ulja nekada i sad“



Prof. dr. sc. Dubravka Škevin tijekom degustacija ulja geomaslinara

tehnologije proizvodnje prikazala je put od tradicionalnih kamenih mlinova i preša do suvremenih uljara koje omogućuju očuvanje vrijednih aromatskih spojeva i nutritivnih svojstava ekstra djevičanskog maslinova ulja. Predavanje je potaknulo živu raspravu o različitim tehnologijama prerade, optimalnom vremenu berbe te njihovom utjecaju na kvalitetu ulja. Nakon prezentacija uslijedio je najiščekivaniji dio programa – degustacija ulja svih predstavljenih maslinika. Kušana ulja razlikovala su se po voćnosti, gorčini, pikantnosti, mirisima i nijansama okusa te, naravno, boji. Sva predstavljena ulja bila su visoke kvalitete i vrlo ukusna, a sudionici su ih međusobno razmjenjivali kako bi i kasnije kod kuće nastavili uspoređivati njihove posebnosti.

Rasprava se potom nastavila uz zajedničko druženje, tijekom kojeg su se jednako žustro objašnjavale i uspoređivale metode rezidbe, berbe i prerade, prednosti i nedostaci pojedinih tala te iskustva s različitih terena. Upravo zato ovaj susret nije bio samo klasična degustacija maslinova ulja, nego i lijepa potvrda da geološka znanja imaju primjenu i izvan struke – među maslinicima. Ovo druženje, koje je povezalo geologiju i „tekuće zlato“, pokazalo je da nije slučajno što među geolozima ima toliko uspješnih maslinara. I geologija i maslinarstvo traže znanje i strpljenje jer se najbolji rezultati ne postižu preko noći nego dugotrajnim i napornim radom.

Ova Geomaslinijada pokazala je da se znanje o stijenama može vrlo uspješno povezati s proizvodnjom vrhunskog maslinova ulja te da iza svake dobre kapi ulja stoji spoj prirode, znanja i predanog rada. Sudeći prema odličnoj atmosferi i velikom zanimanju sudionika, prvo ovakvo okupljanje geologa maslinara, nadamo se, tek je početak jedne lijepe tradicije. Tko zna, možda će se na sljedećim Geomaslinijadama, uz kušanje i ocjenjivanje ulja, uspoređivati i petrografski sastav stijena na kojima su masline rasle – jer za geologe uvijek sve počinje i završava sa stijenama.



Sudionici prve održane Gemaslinijade, RGNF, 20. 2. 2026.

Stručna ekskurzija HGD-a u Ljubljani

Renata Brezinščak



Dr. sc. Matevž Novak, Voditelj Geološke šetnje Ljubljanom

U subotu 28. ožujka 2026. godine Odsjek za paleontologiju HGD-a organizirao je stručnu ekskurziju u Ljubljanu. Grad smo razgledali očima geologa zahvaljujući dr. sc. Matevžu Novaku s Geološkog zavoda Slovenije, koji nas je proveo ulicama uz priču o kamenu korištenom u izgradnji grada. Posjetili smo njihov prirodoslovni fakultet (Naravnoslovnotehniška fakulteta) gdje su nas dočekali dr. sc. Petra Žvab Rožič i kustos Tristan Rome te smo uživali u predivnim zbirkama minerala, stijena i fosila. Na kraju smo posjetili i Prirodoslovni muzej Slovenije.

Ulice grada Ljubljane pravi su muzej na otvorenom. U zgradama, spomenicima i tlu skrivaju se čak 21 vrsta slovenskih stijena i brojni fosili. Sama geološka šetnja ima 20-ak točaka koje smo sve obišli, a nekoliko njih nam je bilo posebno zanimljivo pa ih izdvajam. Vrlo je upečatljiva Gradska vijećnica, izgrađena od podpeškog vapnenca, omiljenog kamena slavnog ljubljanskog arhitekta Jože Plečnika. Lijepo su vidljivi fosilni ostaci školjaka litiotida koje su živjele prije oko 190 milijuna godina u plitkom tropskom moru. Zatim poznati Prešernov spomenik u centru grada poseban je jer ima postolje koje predstavlja pravi sastav Zemljine kore: donji, najširi dio je od sivog podpeškog vapnenca, a tamni, gotovo crni blokovi su od gabra dovezenog iz doline Neretve, a svijetli gornji dio je od granita. Križanke, bivši samostan koji je preuredio arhitekt Plečnik, imaju zidove koji su pravi mozaik jer je Plečnik u njih ugradio dijelove starih rimskih nadgrobnih spomenika, ali i različite lokalne stijene. Nakon vrlo zanimljive i poučne geološke šetnje, posjetili smo i geološku zbirku njihovog fakulteta (Oddelek za geologijo, Naravnoslovnotehniška fakultet) koja je najpotpunija i najbogatija geološka zbirka u Sloveniji. Zbirka čuva gotovo 30.000 uzoraka minerala, stijena i fosila iz cijelog svijeta. Razgledavanje zbirke bio nam je izuzetno atraktivan jer smo imali priliku vidjeti prave geološke raritete, i minerale i fosile.



Šetnja gradom uz zanimljivo vodstvo dr. sc. Matevža Novaka s ljubljanskog Geološkog zavoda Slovenije



U posjetu Prirodoslovnom muzeju Slovenije



Sudionici ekskurzije na glavnom ljubljanskom trgu, poznatom Prešernovom spomeniku u centru grada koji je poseban zbog svog postolja koje predstavlja pravi sastav Zemljine kore: donji, najširi dio je od sivog podpeškog vapnenca, srednji dio su tamni, gotovo crni blokovi od gabra dovezenog iz doline Neretve, a svijetli gornji dio je od granita



Naravnoslovnotehniška fakulteta, gdje su nas dočekali dr. sc. Petra Žvab Rožič i kustos Tristan Rome i pokazali nam fakultetske zbirke, koje su uz prethodnu najavu dostupne i javnosti

Znanstveno-stručni skup u čast akademiku Josipu Tišljaru

Dunja Aljinović



Akademik Josip Tišljar u svom uredu na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Sveučilišta u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Akademik Josip Tišljar (1941. – 2009.) bio je profesor na Sveučilištu u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, a svojim je nastavničkim i znanstvenim radom uvelike zadužio geološku zajednicu. Generacije studenata geologije, brojni kolege i suradnici cijenili su ga, poštovali i voljeli. Geologija je bila velika ljubav akademika Tišljara, a petrologija sedimentnih stijena bila je disciplina kojom se bavio čitavog života, koju je razvijao i svojom znanstvenom djelatnošću učinio priznatom u domaćim i međunarodnim okvirima.

Najvažniji i najopsežniji doprinos akademika Tišljara znanosti rezultati su istraživanja platformnih karbonatnih facijesa Vanjskih Dinarida na lokalitetima od Istre do Prevlake. Akademik Tišljar je objavio ukupno 54 znanstvena rada u časopisima s međunarodnom recenzijom, tri pregledna rada, 59 radova i sažetaka u zbornicima znanstvenih skupova, 45 poglavlja u knjigama, pet autorskih knjiga kao i mnogobrojne druge radove (više od stotinu stručnih i znanstvenostručnih studija i elaborata). Isticao se svojom znanstvenom suradnjom, osobito na projektima Hrvatskoga geološkog instituta, INA-Naftaplina, BOKU Sveučilišta u Beču i radom na UNESCO-vim IGCP projektima. Bio je član međunarodnih društava sedimentologa (IAS i SEPM) te Hrvatskoga geološkog društva, čiji je bio tajnik i voditelj Sedimentološke sekcije. Redovitim članom Hrvatske

akademije znanosti i umjetnosti postao je 2004. godine.

Gotovo čitav svoj radni vijek akademik Tišljar proveo je na Sveučilištu u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, gdje se zaposlio 1968. godine najprije kao asistent akademika Vladimira Majera, a na istom je fakultetu ostao zaposlen više od 40 godina u zvanjima od docenta do redovitog profesora u trajnom izboru. Zaslugom profesora Tišljara na studiju geologije RGNF-a iz zajedničkog je petrološkog kolegija izdvojena petrologija sedimentnih stijena, koja se otada predaje kao zaseban kolegij. Nakon osnivanja kolegija „Petrologija sedimentnih stijena" akademik Josip Tišljar uvidio je važnost povezivanja petroloških disciplina s uvjetima postanka sedimenata u taložnom okolišu te je osmislio kurikulum i bio prvi predavač kolegija „Sedimentologija" na RGNF-u. Tijekom profesorske karijere na RGNF-u akademik Tišljar osmislio je još tri kolegija na preddiplomskim i diplomskim studijima te pet kolegija na poslijediplomskim studijima i bio njihov nositelj. Kao samostalni autor objavio je pet udžbenika, od kojih su četiri bila prva na hrvatskom jeziku iz petrologije sedimentnih stijena i sedimentologije. Za svoje je udžbenike dobio Nagradu Grada Zagreba i Nagradu „Josip Juraj Strossmayer".

U čast svojega profesora, akademika Josipa Tišljara, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu održao je 8. travnja 2026. znanstvenostručni skup (organizatori prof. dr. sc. Dunja Aljinović, prof. dr. sc. Uroš Barudžija i akademik Igor Vlahović). Skupu je prisustvovala obitelj akademika Tišljara, supruga, sinovi i unuci, te 40-tak geologa - suradnika, kolega, bivših studenata, iz nekoliko institucija. Skup su pozdravili akademik Igor Vlahović (u ime Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti), dekan RGNF-a prof.dr.sc. Vladislav Brkić te prof. dr. sc. Sibila Borojević Šoštarić (predstojnica Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine).

Na skupu je održano osam zanimljivih predavanja. Sadržaji predavanja obuhvaćali su biografske podatke, pregled respektabilnih postignuća znanstvenog rada akademika Tišljara, ali i rezultate novih istraživanja koja uvelike počivaju na istraživanjima akademika Tišljara. Stoga su njihovi naslovi i autori u potpunosti navedeni.

„Život i rad akademika Josipa Tišljara"
prof. dr. sc. Uroš Barudžija
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

„Sedimentologija i stratigrafija naslaga donjega trijasa okolice Knina"
prof. dr. sc. Dunja Aljinović
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

„Od plitkovodnih karbonatnih ciklusa do Jadranske karbonatne platforme"
akademik Igor Vlahović
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

„Crvenica kao relativna (poligenetska) kronosekvenca krških boksita (Istra i otok Susak)"
akademik Goran Durn[1] i prof. emer. Andrea Mindszenty[2]
[1]Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagreb
[2]Department of Physical and Applied Geology, Eötvös Loránd University (ELTE), Budapest

„Karakterizacija matičnih stijena Murskog i Dravskog bazena"
dr. sc. Tamara Troskot Čorbić, Krešimir Krizmanić, Damir Takač
INA – Industrija nafte, d.d. (umirovljeni djelatnici)

„Neogenska jezera hrvatskog dijela Panonskog bazena“
prof. emer. Davor Pavelić[1], prof. dr. sc. Marijan Kovačić[2]
[1]Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu
[2]Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

„Priča o dolomitu“
dr. sc. Tonči Grgasović
Hrvatski geološki institut

„Subrecentna mikrofauna alogenih sedimenata dna duboke špilje, Njemica (Biokovo, Hrvatska)“
dr. sc. Valentina Hajek Tadesse
Hrvatski geološki institut



Prof. dr. sc. Vladislav Brkić, dekan Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta otvorio je znanstveno- stručni skup posvećen akademiku Josipu Tišljaru, dugogodišnjem profesoru ovog fakulteta

Svi su se predavači sjetno referirali na istraživanja i znanstveni doprinos akademika Tišljara. Ali ne samo to – na ovom smo se skupu prisjetili akademika Tišljara kao dobrog čovjeka, strpljivog učitelja, velikog sedimentologa i vrijednog suradnika, po čemu će ga geološka zajednica zauvijek pamtiti.

150 godina nastave geologije na Sveučilištu u Zagrebu

Hana Fajković

Geološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 23. travnja 2026. godine obilježio je 150. obljetnicu održavanja prvog predavanja iz geoloških predmeta na Sveučilištu u Zagrebu. Riječ je o obljetnici koja svjedoči o dugoj tradiciji obrazovanja geologa u Hrvatskoj, ali istodobno podsjeća na odgovornost koju imamo prema budućnosti struke.



Geomološka zbirka na Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Početci nastave geologije sežu u vrijeme Sveučilišta Franje Josipa I. Na tadašnjem Mudroslovnom fakultetu osnovana je 1875. godine Katedra za mineralogiju i geologiju, dok je prvo predavanje održano u ljetnom semestru 1876. godine. Od tada se geologija na Sveučilištu u Zagrebu kontinuirano poučava kroz različite kolegije i studijske programe. Sedamdeset godina kasnije Matematičko-prirodoslovno odjeljenje izdvojilo se u današnji Prirodoslovno-matematički fakultet, unutar kojega Geološki odsjek nastavlja razvijati nastavnu i znanstvenu djelatnost.

Veliku obljetnicu obilježili smo svečanim događanjem na Fakultetu, kojemu su prisustvovali predstavnici Uprave PMF-a i drugih fakultetskih odsjeka, Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja, Hrvatskoga geološkog instituta, Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Instituta Ruđer Bošković, kao i umirovljeni djelatnici, studenti te članovi Geološkog

odsjeka. Njihovo okupljanje potvrdilo je dobru povezanost geoloških i srodnih institucija te važnost međusobne suradnje za daljnji razvoj struke.

Program je obuhvatio pregled razvoja Geološkog odsjeka i svojevrsni geološki vremeplov koji su predstavili prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović i prof. dr. sc. Dražen Balen. Umirovljena profesorica dr. sc. Jasenska Sremac govorila je o Gjuri Pilaru, geologu i znanstveniku povratniku koji je diplomu stekao u Bruxellesu 1868. godine, dok je doc. dr. sc. Frane Marković predstavio pokušaj rekonstrukcije tijeka prvog predavanja iz 1876. godine. Nakon službenog dijela druženje je nastavljeno uz domjenak.

Obljetnica je bila prilika i za predstavljanje današnjeg Geološkog odsjeka, koji djeluje kroz Geološko-paleontološki i Mineraloško-petrografski zavod te okuplja 43 zaposlenika.

Odsjek izvodi prijediplomski studij Geologija i diplomske studije Geologija i Geologija zaštite okoliša. Upravo se u segmentu osuvremenjivanja nastavnih programa vidi prilagodba trendovima i potrebama društva, pa se od akademske godine 2025./26. izvodi novi prijediplomski studij Geologija, dok je program novog diplomskog studija u postupku uvođenja. Novost je da se, uz tradicionalni geološko-paleontološki i mineraloško-petrografski smjer, uvodi i geologija mora i okoliša.



Izv. prof. dr. sc. Hana Fajković drži uvodnu riječ na skupu povodom 150. obljetnice održavanja prvog predavanja iz geoloških predmeta na Sveučilištu u Zagrebu

O važnosti 150. obljetnice, povijesti nastave i današnjoj ulozi Geološkog odsjeka govorili smo i tijekom gostovanja na Hrvatskom radiju. Bila je to prilika da široj javnosti približimo geologiju i pokažemo kako ona nije okrenuta samo proučavanju prošlosti Zemlje, nego i rješavanju aktualnih pitanja povezanih s prirodnim resursima, okolišem i održivim razvojem.

Ovih 150 godina za sve geologe predstavlja veliku čast, ali i veliku odgovornost. Promjene ne prestaju, pa ne smije prestati ni naša spremnost da im se prilagođavamo, razvijamo struku i obrazujemo nove generacije geologa sposobne odgovoriti na potrebe društva i vremena u kojem živimo. Taj kontinuitet znanja, iskustva i suradnje ono je što nas i danas definira.

Prigodni znanstveni skup u povodu 100. godišnjice smrti akademika Mije Kišpatića

Goran Durn

U organizaciji Razreda za prirodne znanosti Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti 13. svibnja 2026. godine u Knjižnici HAZU održan je prigodni znanstveni skup u povodu 100. godišnjice smrti akademika Mije Kišpatića (1851. – 1926.), jednoga od istaknutih utemeljitelja modernoga hrvatskog prirodoslovlja. Pozdravnu riječ uputio je predsjednik Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti akademik Velimir Neidhardt, a skup je moderirao tajnik Razreda za prirodne znanosti akademik Goran Durn. Skup je zamišljen tako da se Kišpatićevo iznimno široko djelovanje prikaže iz više



Obilježavanje 100. godišnjice smrti akademika Mije Kišpatića

znanstvenih perspektiva. Prof. dr. sc. Dražen Balen govorio je o njegovim terenskim istraživanjima Moslavine, Slavonije, Bosne i Medvednice, prof. dr. sc. Vesnica Garašić o otkriću i vizionarskom tumačenju bosanske serpentinske zone, akademik Marijan Herak o Kišpatićevu dragocjenom doprinosu hrvatskoj seizmologiji, akademik Ferdo Bašić o njegovu mjestu u razvoju tloznanosti, a dr. sc. Iva Mihoci o njegovim djelima iz zoologije i botanike. Upravo je takav izbor tema jasno pokazao koliko je teško Kišpatića svesti na samo jednu znanstvenu disciplinu.



Sudionici i predavači na skupu u čast akademika Mije Kišpatića

Kišpatić pripada naraštaju hrvatskih znanstvenika koji su u drugoj polovini 19. i na početku 20. stoljeća stvarali temelje moderne znanosti u Hrvatskoj. Promatran zajedno sa svojim velikim suvremenicima, poput Spiridiona Brusine, Dragutina Gorjanovića Krambergera i Andrije Mohorovičića, pripada iznimnom naraštaju koji je hrvatsku znanost uključivao u tadašnja europska znanstvena kretanja. Njegov doktorat iz 1881. godine smatra se prvim doktoratom iz prirodnih znanosti na Sveučilištu u Zagrebu, a već 1883. godine, u dobi od samo 32 godine, postao je dopisni, a 1893. godine redoviti član Akademije.

Jedna od osobito važnih poruka skupa bila je da Kišpatićevo značenje ne proizlazi samo iz širine njegova opusa nego i iz njegove sposobnosti da znanstvene probleme promatra na način koji je u pojedinim područjima bio znatno ispred svojega vremena. To se posebno odnosi na njegova petrološka istraživanja i na rad o bosanskoj serpentinskoj zoni. Sustavnim terenskim istraživanjima, detaljnim opažanjima i tumačenjem velikih geoloških cjelina otvorio je pitanja koja će svjetska geologija mnogo kasnije razmatrati u okviru modernih teorija o ofiolitima i oceanskoj litosferi. Na skupu je tako još jednom potvrđeno da Kišpatić nije bio važan samo zato što je istraživao hrvatske i susjedne prostore, nego i zato što je u njima znao prepoznati probleme od znatno šireg znanstvenog značenja.

U tom se kontekstu može povući i zanimljiva misaona poveznica sve do našega vremena. Hrvatska je znanost imala istraživače koji su nas, svaki u svojem vremenu i svojim metodama, učili gledati duboko u Zemlju: Kišpatić kroz stijene i velike geološke cjeline, Andrija Mohorovičić kroz granice u unutrašnjosti Zemlje, a u naše vrijeme Hrvoje Tkalčić kroz istraživanja Zemljine jezgre. Različita su vremena, različite metode i različite razine spoznaje, ali ista je ona temeljna znanstvena radoznalost koja pokreće ozbiljnu znanost i nastojanje da se iz opažanja razumiju građa i razvoj našega planeta.

Jednako je važna činjenica da kod Kišpatića znanstveni rad nije bio odvojen od nastave, obrazovanja i javnosti. Napisao je prvi hrvatski udžbenik pedologije, Zemljoznanstvo obzirom na šumarstvo i gospodarstvo iz 1877. godine, kao i velik broj drugih udžbenika, stručnih i popularno-znanstvenih knjiga. Bio je jedan od najplodnijih autora Matice hrvatske u području prirodoslovlja te je prirodoslovna znanja sustavno približavao

široj publici. Istodobno je pridonosio stvaranju hrvatskoga stručnog nazivlja u vrijeme kada se ono tek uspostavljalo.

Upravo je ta povezanost znanstvenoga rada, obrazovanja, jezika i javnosti jedna od trajno suvremenih sastavnica njegova djelovanja. Kišpatić je pokazivao da znanost ne postaje doista dijelom vlastite sredine samo onda kada se u njoj postižu vrijedni rezultati, nego i onda kada se o njoj može misliti, predavati i pisati na vlastitom jeziku te kada se znanje prenosi izvan uskih stručnih krugova. U tom smislu nije gradio samo znanost nego istodobno i obrazovanje, stručni jezik i znanstvenu kulturu.

Skup je podsjetio i na njegovu osobnost. Suvremenici su ga opisivali kao skromna, samozatajna i radu potpuno predana čovjeka. Njegov je asistent i nasljednik slikovito zapisao da mu je pošlo za rukom „svoju osobu učiniti posve nepoznatom“ – njegova su se djela desetljećima čitala, dok je njihov autor ostajao izvan središta javne pozornosti. Ta crta njegove osobnosti dodatno naglašava zanimljiv raskorak između veličine djela koje je ostavio i relativno skromne javne prepoznatljivosti njegova imena danas.

Prigodni skup stoga nije bio samo podsjećanje na jednoga velikog prirodoslovca i važnu obljetnicu. Pokazao je da je Mijo Kišpatić i danas zanimljiv upravo zbog načina na koji je povezivao ono što često promatramo odvojeno – temeljno znanstveno istraživanje, terenski rad, nastavu, stručni jezik i popularizaciju znanosti. Njegovo djelo svjedoči da znanost nije samo stvaranje novih spoznaja nego i njihovo prenošenje, ugrađivanje u obrazovanje i dijeljenje sa zajednicom.

Zato je završna poruka skupa bila da se obilježavanjem stote godišnjice Kišpatićeve smrti ne prisjećamo samo značajne osobnosti hrvatske znanstvene prošlosti, nego ponovno potvrđujemo i vrijednosti na kojima počiva svako istinsko znanstveno djelo: znanje, predanost, skromnost i odgovornost prema zajednici.

Komemorativni skup u spomen profesoru Stjepanu Bahunu

Igor Felja

Na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, u prostorijama Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka, 25. svibnja 2026. godine održan je komemorativni skup posvećen profesoru Stjepanu Bahunu. Uz članove obitelji, okupili su se njegovi kolege, bivši studenti i prijatelji kako bi se prisjetili njegovog znanstvenog i nastavnog rada, ali i zanimljivog života. O profesoru Bahunu govorili su njegovi kolege i bivši studenti, prof. emer. dr. sc. Vlasta Ćosović, akademik Mladen Juračić i doc. dr. sc. Igor Felja, dijeleći sjećanja u kojima su znanstvene činjenice povezali s osobnim doživljajima profesora i kolege.



Akademik Mladen Juračić dijeli sjećanja na profesora Stjepana Bahuna



Komemoracija za profesora Stjepana Bahuna

Skup je završio druženjem u predavaonici Geološko kartiranje. Teško je zamisliti simboličnije mjesto za oproštaj od profesora, s obzirom na njegov doprinos nastavi tog kolegija.

Održana 87. godišnja EAGE konferencija u Aberdeenu

Tihana Ružić Pernar

Od 8. do 11. lipnja 2026. godine Aberdeen u Ujedinjenom Kraljevstvu bio je domaćin 87. godišnje konferencije Europskog udruženja geoznanstvenika i inženjera (EAGE), jednog od najznačajnijih međunarodnih okupljanja stručnjaka iz područja geoznanosti, geofizike, geologije i energetike. Konferencija je okupila više od 6000 sudionika i oko 200 izlagača iz industrije, akademske zajednice i javnog sektora, među kojima su bili i djelatnici Sektora istraživanja INA-e.

Ovogodišnja konferencija održana je pod temom „Maksimiziranje vrijednosti kroz tehnologiju i suradnju“, naglašavajući važnost tehnoloških inovacija i suradnje u suočavanju s izazovima današnjeg energetskog sektora. Program je obuhvatio više od 1400 tehničkih prezentacija, stručnih predavanja, radionica i panel rasprava posvećenih istraživanju i proizvodnji ugljikovodika, karakterizaciji ležišta, digitalizaciji, primjeni umjetne inteligencije u geoznanostima, projektima skladištenja ugljikova dioksida te razvoju rješenja za energetsku tranziciju.

Na izložbenom dijelu konferencije sudjelovale su vodeće svjetske energetske, geofizičke i tehnološke tvrtke, koje su predstavile najnovija dostignuća u području seizmičkih tehnologija, obrade i interpretacije podataka, modeliranja ležišta te digitalnih rješenja za potporu donošenju odluka. Konferencija je pružila izvrsnu priliku za razmjenu iskustava, usvajanje novih znanja i jačanje međunarodne suradnje među stručnjacima iz cijelog svijeta.

Sudjelovanje petero djelatnika INA-inog Sektora istraživanja omogućilo je praćenje najnovijih trendova i tehnologija relevantnih za istraživanje i proizvodnju ugljikovodika te razmjenu iskustava s kolegama iz vodećih svjetskih kompanija i institucija. Posebno su bile zanimljive teme vezane uz napredne metode seizmičke interpretacije, primjenu umjetne inteligencije u geoznanostima, procjenu ležišnih svojstava i upravljanje nesigurnostima u istraživačkim projektima.

Aberdeen, poznat kao europsko središte offshore energetske industrije, pokazao se izvrsnim domaćinom ovog prestižnog događaja. Grad bogate povijesti i snažne energetske tradicije uspješno je spojio stručni program najviše razine s ugodnim okruženjem za druženje, umrežavanje i razmjenu znanja među sudionicima.



Petero djelatnika INA-inog Sektora istraživanja - Ivana Žanić, Marijana Radovčić, Josipa Havidić, Igor Nagl i Tihana Ružić Pernar na 87. EAGE Annual Conference & Exhibition u Aberdeenu, Ujedinjeno Kraljevstvo

Unraveling clues to the early history of the Alpine-Dinaridic orogen (Razotkrivanje tragova rane povijesti alpsko-dinaridskog orogena)

Sanja Šuica

Predavanja pod zajedničkom temom *Unraveling clues to the early history of the Alpine - Dinaridic orogen* (Razotkrivanje tragova rane povijesti alpsko-dinaridskog orogena) održana su 16. lipnja 2026. godine na Geološko-paleontološkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost *Taložna evolucija gornjokrednih dubokomorskih bazena u Dinaridima (SECret).* Organizacija događaja bila je pod pokroviteljstvom Odsjeka za sedimentologiju i stratigrafiju Hrvatskog geološkog društva. Predavači koji su sudjelovali u ovom događaju bili su dr. sc. István Dunkl s Odsjeka za sedimentologiju i geologiju okoliša Geoznanstvenog centra Sveučilišta Georg-August u Göttingenu, dr. sc. Ana Mladenović sa Sveučilišta u Beogradu Rudarsko-geološkog fakulteta te izv. prof. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter s Geološkog odsjeka Sveučilišta u Zagrebu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Dr. sc. István Dunkl održao je predavanje pod naslovom *U-Pb-He detrital zircon double dating of Cretaceous synorogenic sandstones of the Eastern Alps*. Cilj predavanja bio je približiti publici metodu dvostrukog datiranja te primjenu navedene metode u provenijencijskim studijama na primjeru sinorogenih pješčenjaka u Istočnim Alpama. Dr. sc. Ana Mladenović prikazala je rezultate projekta Fonda za nauku Republike Srbije Recon Tethys u predavanju naslovljenom Rekonstrukcija završnih faza zatvaranja Neotetisa na Balkanu. Prikazana su istraživanja magmatskih i sedimentnih stijena krednih bazena te implikacije njihovih rezultata na regionalno-geološku interpretaciju geodinamskih procesa između Jadranske i Europske ploče. Izv. prof. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter predstavio je rezultate projekta SECret u predavanju *Deciphering the early Dinarides: insights from Cretaceous to Paleocene synorogenic deposits*. Cilj predavanja bio je prikaz istraživanja naslaga sinorogenih bazena Dinarida i Savske zone te s njima asociranih magmatskih stijena. Predavanja su izazvala velik interes publike te su bila popraćena brojnim pitanjima i zanimljivom diskusijom.



Predavanje dr. sc. István Dunkla



Predavanje dr. sc. Ane Mladenović

Istraživački NPOO projekt: Određivanje oblika nestabilnosti i mehanike loma čvrstih debelouslojenih stijena oko podzemnih prostorija (ONMELS)

Zlatko Briševac, Petar Hrženjak, Antonia Jaguljnjak Lazarević, Dalibor Kuhinek, Tanja Mališ, Anja Vrbaški, Nikolina Kovačević, Damir Lazarević i Slavko Vujec

Projekt Određivanje oblika nestabilnosti i mehanike loma čvrstih debelouslojenih stijena oko podzemnih prostorija (ONMELS), koji se provodi u okviru Nacionalnog plana oporavka i otpornosti, usmjeren je na detaljno istraživanje ponašanja čvrstih, debelouslojenih stijena u uvjetima podzemne gradnje. Nositelj projekta je Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet, a u njemu sudjeluju izv. prof. dr. sc. Zlatko Briševac (voditelj projekta), izv. prof. dr. sc. Petar Hrženjak (zamjenik voditelja projekta), prof. dr. sc. Antonia Jaguljnjak Lazarević, prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek, izv. prof. dr. sc. Tanja Mališ, izv. prof. dr. sc. Anja Vrbaški, v. pred. Nikolina Kovačević, prof. dr. sc. Damir Lazarević i prof. dr. sc. Slavko Vujec.



Projekt ONMELS usmjeren je na detaljno istraživanje ponašanja čvrstih, debelouslojenih stijena u uvjetima podzemne gradnje

Glavni cilj projekta je unaprijediti razumijevanje mehanizama nastanka nestabilnosti i procesa loma u čvrstim stijenskim masivima oko podzemnih prostorija te razviti pouzdanije kriterije za procjenu stabilnosti i projektiranje podzemnih objekata. Istraživanja su usmjerena na identifikaciju dominantnih oblika nestabilnosti u debelouslojenim karbonatnim i drugim čvrstim stijenama, određivanje utjecaja geometrije prostorija i rasporeda diskontinuiteta na mehaniku loma te na razvoj numeričkih i eksperimentalnih modela koji mogu opisati stvarno ponašanje stijenskog masiva.

U čvrstim, debelouslojenim stijenama slojevitost često predstavlja primarnu strukturnu slabost koja može utjecati na inicijaciju i propagaciju pukotina te oblikovanje blokova. U uvjetima podzemnih iskopa dolazi do redistribucije naprezanja, što može dovesti do pojave različitih mehanizama loma, uključujući posmično klizanje po slojnicama, odlamanje blokova i progresivno raspucavanje stijenskog masiva. Razumijevanje tih procesa ključno je za sigurnost i dugoročnu stabilnost podzemnih objekata, osobito u složenim geološkim uvjetima kakvi su česti u Dinaridima i širem području jugoistočne Europe.

U okviru projekta ONMELS provode se laboratorijska ispitivanja mehaničkih svojstava stijena, analize strukture i rasporeda diskontinuiteta, kao i numeričko modeliranje ponašanja stijenskog masiva oko podzemnih prostorija. Kombinacijom eksperimentalnih i numeričkih pristupa nastoji se kvantificirati utjecaj slojevitosti, geometrije iskopa i stanja naprezanja na razvoj nestabilnosti. Posebna pozornost posvećuje se razvoju modela koji mogu opisati inicijaciju i širenje pukotina te prijelaz iz elastičnog u lomno ponašanje stijene.

Rezultati projekta trebali bi omogućiti bolje razumijevanje mehanike loma u debelouslojenim stijenskim masivima i pridonijeti razvoju naprednijih inženjerskih pristupa u projektiranju podzemnih građevina. Očekuje se da će rezultati imati primjenu u rudarstvu, tunelogradnji, podzemnom skladištenju i drugim područjima

podzemnog inženjerstva, gdje je pouzdana procjena stabilnosti stijenskog masiva ključna za sigurnost i ekonomičnost zahvata.

Projekt ONMELS pridonosi jačanju istraživačkih kapaciteta u području rudarstva i mehanike stijena te potiče razvoj novih metodoloških pristupa u analizi stabilnosti podzemnih prostorija. Integracijom laboratorijskih ispitivanja, terenskih opažanja i numeričkog modeliranja projekt nastoji unaprijediti postojeća znanja o ponašanju čvrstih stijenskih masiva i omogućiti primjenu tih spoznaja u praksi.

Projekt PRIMIS – integrirana procjena višestrukih hazarda za prilagodbu klimatskim promjenama

Petra Jagodnik

Na Građevinskom fakultetu u Rijeci u travnju 2026. godine započela je provedba projekta PRIMIS – Primijenjena metodologija integrirane procjene višestrukih hazarda za prilagodbu klimatskim promjenama (PK.3.4.17.0018). Nositelj projekta je Građevinski fakultet u Rijeci, a partneri su Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Primorsko-goranska županija i Istarska županija. Projekt traje do ožujka 2029. godine, a vodi ga prof. dr. sc. Igor Ružić s Građevinskog fakulteta u Rijeci.

Projekt PRIMIS usmjeren je na razvoj metodologije za procjenu i upravljanje višestrukim prirodnim hazardima, s naglaskom na geološke hazarde (klizišta, erozijske procese i vrtače), poplave uzrokovane intenzivnim oborinama te obalne hazarde povezane s podizanjem razine mora i ekstremnim morskim pojavama. Za razliku od pristupa u kojima se pojedini hazardi analiziraju zasebno, projekt PRIMIS temelji se na njihovom zajedničkom sagledavanju i analizi međudjelovanja u prostoru. Aktivnosti projekta organizirane su kroz tri tematske radne grupe (RG): RG1 – Geološki hazardi, koju vodi doc. dr. sc. Petra Jagodnik, RG2 – Pluvijalne poplave, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Nina Krvavice, te RG3 – Obalna ranjivost, koju vodi prof. dr. sc. Igor Ružić. Radne grupe razvijaju i unapređuju postojeće metodologije procjene pojedinih hazarda, a njihovi će se rezultati objediniti u integrirani pristup procjeni višestrukih prirodnih hazarda.

U okviru radne grupe za geološke hazarde provode se detaljna kartiranja klizišta, vrtača i erozijskih oblika primjenom visokorezolucijskih LiDAR podataka i drugih prostornih podloga, uz izdvajanje inženjerskogeoloških jedinica kao temelja za interpretaciju procesa i modeliranje podložnosti. Istraživanja pluvijalnih poplava obuhvaćaju analizu oborinskog režima te procjenu podložnosti, opasnosti i rizika od poplava, dok se istraživanjima obalne ranjivosti analiziraju morske razine, djelovanje valova te ranjivost obalnog područja u uvjetima klimatskih promjena.

Jedan od glavnih rezultata projekta bit će izrada niza prostornih podloga, karata i baza podataka za područje Primorsko-goranske i Istarske županije, uključujući i integrirane karte višestrukih hazarda. Dobiveni rezultati namijenjeni su primjeni u prostornom planiranju, upravljanju rizicima i prilagodbi klimatskim promjenama, a projekt uključuje i aktivnosti prijenosa znanja prema stručnjacima, donositeljima odluka i široj javnosti.

Projekt PRIMIS nadovezuje se na dosadašnja istraživanja riječkih i zagrebačkih znanstvenika u području prirodnih hazarda te predstavlja korak prema razvoju integriranih multihazardnih pristupa koji su danas jedan od ključnih izazova suvremene geoznanosti i upravljanja okolišem.

Osnovna geološka karta Nacionalnog parka Brijuni

Damir Pocrnić i Vlatko Brčić

Nacionalni park Brijuni jedan je od osam nacionalnih parkova u Republici Hrvatskoj, proglašen 1. studenoga 1983. godine zbog svojih iznimnih bioloških, geoloških i krajobraznih vrijednosti. Osim po prirodnoj baštini, Brijuni se izdvajaju i bogatom kulturnom baštinom te kontinuiranom prisutnošću čovjeka od mlađeg kamenog doba do danas. Iako je dugi niz godina fokus zaštite i istraživanja bio prvenstveno na biološkim aspektima, Brijuni na svom području obuhvaćaju niz iznimno vrijednih lokaliteta hrvatske geobaštine koje je potrebno dodatno istražiti te odrediti smjernice njihove zaštite i očuvanja.

Prvi geološki opis Brijunskog otočja dali su talijanski geolozi u razdoblju između dvaju svjetskih ratova (DE STEFANI, 1924), kada započinju i paleontološka istraživanja tragova dinosaura na Velikom Brijunu (BACHOFEN-ECHT, 1925). Upravo su fosilni tragovi dinosaura ostali glavnim predmetom geološko-paleontoloških istraživanja sve do danas. Godine 1935. talijanski geolozi izradili su prvu geološku kartu južne Istre u mjerilu 1:100 000 (LIPPARINI, 1935; SOCIN, 1941), no s relativno malo podataka i djelomično pogrešno određenim stratigrafskim jedinicama.

Otočje je preciznije kartirano tijekom izrade Osnovne geološke karte SFRJ (OGK) u mjerilu 1:100 000, lista Pula, 1950-ih i 1960-ih godina, kada su izdvojene dvije kronostratigrafske jedinice – apt i gornji alb (POLŠAK, 1967). U tom kontekstu POLŠAK (1965) daje detaljan opis geološkog sastava i biostratigrafske podjele južne Istre, uključujući i brijunske naslage te pojave unutar njih, poput makrofosila (ljušture rudista, kućice puževa *Nerinea*, tragovi dinosaura) i sedimentacijskih struktura (valni riplovi).

Godine 1986. na Brijunima je održan 5. skup sedimentologa Jugoslavije, nakon kojega VELIĆ & TIŠLJAR (1987) donose prvi detaljan opis sljedova naslaga na Velikom Brijunu, njihovu usporedbu s odgovarajućim naslagama jugozapadne Istre te geološku skicu Velikog Brijuna s razradom litofacijesa i fosilnog sadržaja. Do izrade OGK Brijuni u mjerilu 1:25 000 to je bila najrecentnija geološka karta Velikog Brijuna, dok Mali Brijun i preostalih 12 otoka nisu bili sustavno obrađeni. S obzirom na nova paleoihnološka istraživanja i otkrića dodatnih nalazišta fosilnih tragova dinosaura, planirana interdisciplinarna istraživanja te činjenicu da je od posljednjih kartiranja prošlo gotovo 40 godina, izrada nove geološke karte Nacionalnog parka Brijuni postala je nužnost.

U tu je svrhu 2024. godine s Hrvatskim geološkim institutom sklopljen ugovor o izradi geološke karte cjelokupnog područja NP Brijuni u mjerilu 1:25 000. Budući da je kopnena površina NP Brijuni relativno mala (7,4 km²), omogućena je izrada karte u detaljnijem mjerilu nego što je uobičajeno (1:50 000). Stratigrafske jedinice definirane su litostratigrafski, za razliku od ranijih kronostratigrafskih podjela. Geološko kartiranje proveo je tim stručnjaka Zavoda za geologiju Hrvatskoga geološkog instituta pod vodstvom dr. sc. Vlatka Brčića. Uz kartu su izrađeni i pripadajući tumač, geološki stup te dva dubinska profila. Tijekom 12 mjeseci provedeni su brojni terenski izlasci, snimljeni deseci transekata, određen litostratigrafski slijed, izrađeni mikroskopski preparati te provedene mikropaleontološke i petrografske analize.

Prva faza terenskih istraživanja obuhvatila je detaljne obilaske Velikog Brijuna, dok su u drugoj fazi istraženi i ostali otoci arhipelaga: Mali Brijun, Gaz, Obljak, Supin, Supinić, Galija, Vanga (Krasnica), Vrsar, Pusti otok (Madona), Sveti Jerolim i Kotež (Kozada). Posebna pozornost posvećena je već poznatim paleontološkim lokalitetima poput poluotoka Zelenikovac, rta Barban/Vrbanj, otoka Vange i Svetog Jerolima, ali su pritom zabilježene i neke nove pojave poput malih krpastih grebena (Pusti otok/Madona), tempestita unutar gornjobaremskih naslaga (Gaz), valnih riplova (Veliki Brijun, Vrsar), LLH stromatolita (Mali Brijun, Vanga, Vrsar, Pusti otok, Supin, Obljak), kokina hamoidnih školjkaša (Vanga, Vrsar) i nerinejskih puževa (Zelenikovac, Vanga),

radiolitidnih floutstona (Kotež/Kozada), desikacijskih pukotina (Galija, Vanga), tepee-struktura (Veliki Brijun, Gaz) te potencijalna nova nalazišta ihnofosila kako dinosaura tako i drugih gmazova (kornjača?).

Brijuni predstavljaju iznimno zanimljivo područje za geološko kartiranje, ne samo zbog raznolikih pojava unutar stijena, nego i zbog dobre otvorenosti slojnih ploha, koja je rezultat blage tektonike (horizontalne do subhorizontalne slojevitosti) te višestoljetne eksploatacije kamena - brojni kamenolomi na gotovo svim otocima unutar arhipelaga omogućuju vrlo reprezentativne i pregledne izdanke stijena.

Ukupno je izdvojeno osam litostratigrafskih jedinica – tri kredne i pet kvartarnih – ukupne debljine 265 metara.

Od krednih jedinica izdvojene su:

Litostratigrafska jedinica radnog naziva „Mali Brijun“ starosti starosti mlađi barem, debljine oko 100 metara s prisutnim kontinuiranim izmjenama debljih paketa cijanobakterijsko-algalnih laminita (LLH stromatolita) sa sitnozrnastijim naslagama pločastog habitusa uz povremeni prekid s emerzijskim brečama. Sporadično se javljaju i dolomiti. Biostratigrafska pripadnost određena je nalazima zelenih algi roda *Salpingoporella* (*S. melitae, S. muehlbergii, S. genevensis, S. urlandasi*), a uz njih prisutne su i bentičke foraminifere poput roda *Cuneolina* te vrsta *Praechrysalidina infracretacea*, *Debarina hahounerensis* i drugih. Unutar jedinice Mali Brijun, osim izrazitih i čestih LLH stromatolita, sporadično se mogu naći pojave manjih valnih riplova, paleopukotina isušivanja i fosilnih otisaka stopala dinosaura.

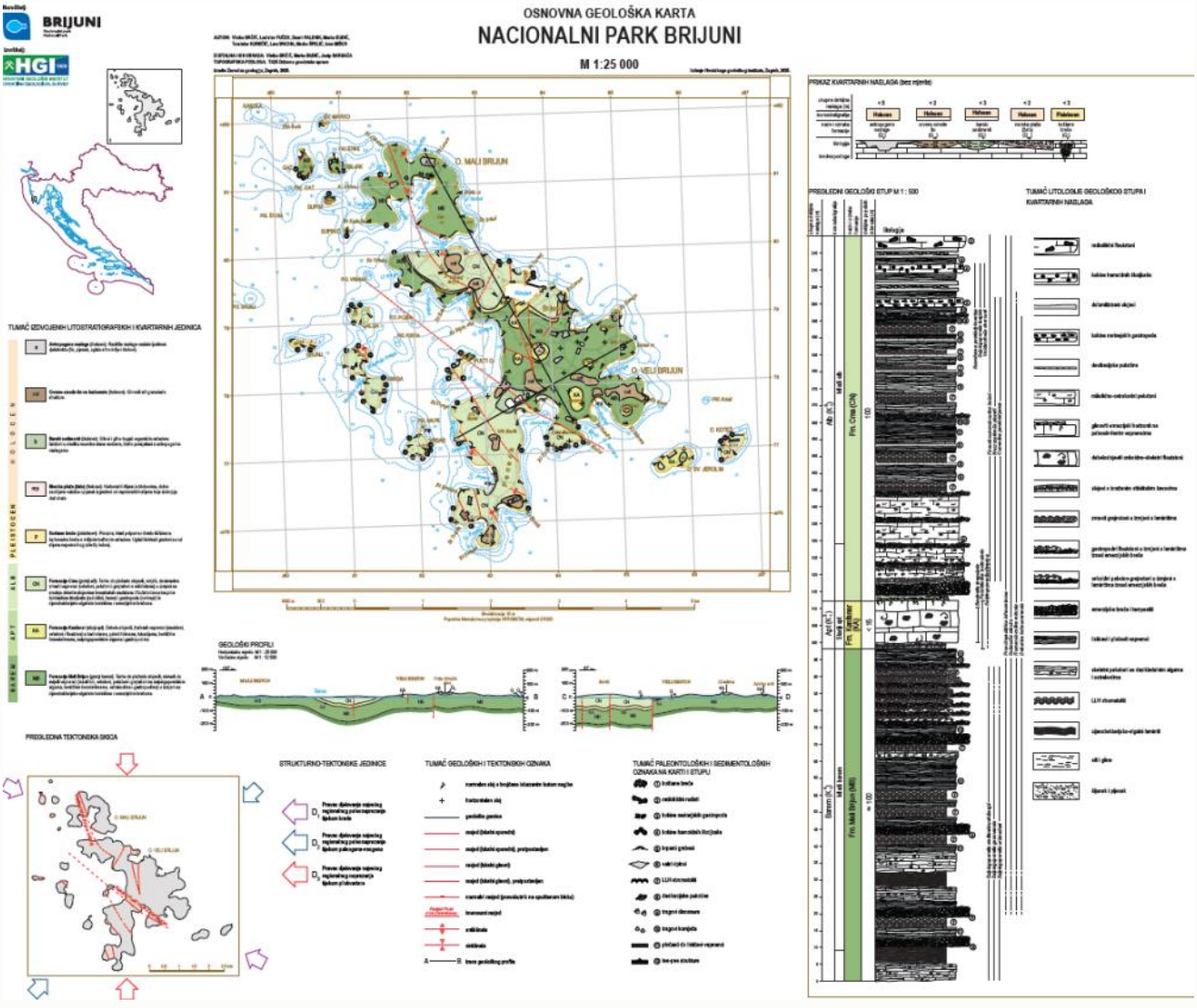
Litostratigrafska jedinica „Kanfanar“ starosti stariji apt s tipom naslaga široko poznatim kao „Istarski žuti“, jednim od najboljih arhitektonsko-građevnih vapnenaca na području Istre koji se na Brijunima intenzivno eksploatirao još od antičkih vremena, osobito na otočiću Sveti Jerolim. Njezina debljina iznosi najviše 15 metara, a na području parka može se naći u vrlo uskim zonama na otoku Veliki Brijun i na dvama otočićima unutar arhipelaga – Svetom Marku i već spomenutom Svetom Jerolimu, gdje je cijeli otok izgrađen od jedinice Kanfanar. Ove naslage karakteristične su po svijetlosmeđim do žućkastim litotipovima s krupnim onkoidnim nakupinama, mikritnom osnovom i ponegdje, u starijim dijelovima naslaga, krupnim presjecima školjkaša. Prijelaz u krovinsku jedinicu „Crna“ obilježen je snažnim diskontinuitetom koji čine emerzijske breče, dolomitizirani horizonti, ali i glinoviti materijal s nekadašnjeg kopna. Od provodnih fosila najznačajnija je vrsta foraminifera *Palorbitolina lenticularis*, dok se karakteristično javljaju i vrste zelenih algi poput *Bacinella irregularis*, *Lithocodium* ili *Thaumatoporella*.

Litostratigrafska jedinica „Crna“ (FUČEK i sur. 2012) starosti mlađi alb na prostoru NP Brijuni debljine je maksimalno 150 metara i diskordantno leži na jedinici „Kanfanar“ . Prostire se na sjeveroistočnom i južnom dijelu Velog Brijuna te na okolnim otocima Vanga (Krasnica), Galija, Vrsar, Kotež (Kozada) i dijelom Pustog otoka (Madone). Prijelaz iz podinske jedinice „Kanfanar“ obilježen je regionalnom aptsko-albskom emerzijom koja je na području NP Brijuni mogla trajati i do 10 milijuna godina. Jedinica „Crna“ sastoji se od krupnozrnastih, gusto pakiranih i dobro sortiranih grejnstona s brojnim presjecima krupnih miliolida u izmjeni s cijanobakterijsko-algalnim laminitima (uz pojavu LLH stromatolita), pločastim zrnatim varijetetima, proslojcima madstona i emerzijskim brečama. Od strukturnih obilježja ističu se horizonti s valnim riplovima velikih dimenzija, kokine gastropoda *Nerinea*, kokine hamoidnih školjkaša, desikacijske pukotine, krpasti grebeni s rudistnim radiolitidnim floutstonima i otisci stopala dinosaura te, moguće, i drugih gmazova (kornjača). Od mikrofosila ističu se *Pseudonummoloculina heimi*, *Nezzazatinella picardi*, *Cuneolina pavonia/parva*, *Scandonea pumila/phoenissa* i *Valdanchella dercourti* (BRČIĆ i sur., 2025). Na Velom Brijunu vrlo reprezentativna pojava jedinice „Crna“ može se pratiti duž poučne staze Zelenikovac na istoimenom poluotoku.

Zbog krupnog mjerila 1:25 000 izdvojeno je i 5 kvartarnih jedinica: koštane breče, crvenosmeđe tlo na karbonatu, barski sedimenti, morska plaža (žalo) te antropogene naslage. Koštane breče mogu se naći na

jugoistočnoj obali poluotoka Zelenikovac u pukotinama litostratigrafske jedinice „Crna“. Radi se o šupljikavim, klast potpornim i čvrsto litificiranim karbonatnim brečama s vidljivim krupnijim ili sitnijim koštanim ostacima, vrlo vjerojatno pleistocenskih kralježnjaka. U literaturi je navedena lokacija koštanih breča i na otoku Vangi, međutim iako je prisutnost breča vidljiva, kosti nisu pronađene.

Prevladavajući tip tla na području NP Brijuni jest crvenosmeđe tlo na karbonatu, koje se može pratiti duž



List Osnovne geološke karte Republike Hrvatske Nacionalni park Brijuni M 1:25 000, autora: Vlatko Brčić, Ladislav Fuček, Damir Palenik, Marko Budić, Tomislav Kurečić, Lara Wacha, Marko Špelić, Ivan Mišur

cijelog otoka Veliki Brijun, od sjevera prema jugu i poluotoku Peneda. Građeno je od glinovitog silta, granulaste strukture, a stratigrafski pripada holocenu. Barski sedimenti prisutni su između uvale Dobrika i uvale Javorika na Velom Brijunu te su izgrađeni od sitnozrnatih naslaga (siltovi i gline) bogatih organskom tvari. Radi se o sedimentima koji su taloženi u okolišu slane močvare u kojoj se od antike pa sve do 17. stoljeća proizvodila i

skupljala sol.

Na preko 20 poligona izvučena je pojava morskih plaža (žala) izgrađenih od karbonatnih šljunaka s blokovima, uglatih valutica te pijeska od usitnjenih stijena podloge i mikro-makrofosila. Nevezani sediment u sebi može sadržavati i dio nasipanog alohtonog materijala. Područje NP Brijuni kroz povijest je bilo pod snažnim antropogenim utjecajem čiji su ostaci vidljivi i danas – kamenolomi, vapnenice, arheološki lokaliteti, gradine, golf tereni, vojne i druge građevine itd. S obzirom na to da je OGK rađen u mjerilu 1:25 000, sve navedene pojave su izdvojene na karti, kao i umjetni materijal koji prekriva prirodne izdanke.

Geološka karta NP Brijuni pruža niz vrlo važnih informacija, kako onih za planiranje prostora, izvođenje radova, stručnih ili znanstvenih istraživanja, distribuciju geoloških materijala i pojava na površini tako i onih vezanih za edukaciju i prezentaciju. Karta će poslužiti u daljnjim istraživanjima kako paleoihnologije dinosaura tako i drugih geološko-paleontoloških pojava te se može nadograđivati u specijalizirane karte poput geomorfološke karte, karte speleoloških objekata i druge. Također, svojim informacijama karta je vrlo korisna za druga znanstvena istraživanja koja nisu geološke tematike, a poboljšat će se upravljanje parkom, osobito prilikom provođenja građevinskih ili infrastrukturnih radova i zahvata. Uz to upotpunit će se baza podataka i obogatiti edukativno-turistička ponuda parka novim sadržajima poput poučnih ploča, paleontoloških brošura, promotivnih materijala i poučnih geoloških staza, a proširit će se i edukativni sadržaj u posjetiteljskom centru.

Ovaj projekt rezultat je vrlo uspješne suradnje Nacionalnog parka Brijuni i Hrvatskoga geološkog instituta. Zajedničkim radom postavljen je temelj za sustavno istraživanje, zaštitu i prezentaciju geobaštine Brijuna.

Reference:

Bachofen – Echt, A. (1925): Die Entdeckung von Iguanodontenfahrten im Neokom der Insel Brioni. Sitzunganz. Akad. Wiss Math. Naturwiss. kl. 12, Wien.

Fučerk, L., Matičec, D., Vlahović, I., Oštrić, N., Prtoljan, B., Korbar, T. & Husinec, A. (2012): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske M 1:50 000: list Cres 2 (417/2). – Hrvatski geološki institut (Zavod za geologiju), 1 list, Zagreb, ISBN 978 – 953-6907 -26-7.

Lipparini, T. (1935): Carta geologica delle tre Venezie folio Pola. 1 : 100 000.

Polšak, A. 1965. Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga.(Geologie de l'Istrie meridionale specialement par rapport e la biostratigraphie des couches cretacees). Geološki Vjesnik 18, 415–509.

Polšak, A. (1967): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Pula L33–112. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1963); Savezni geološki institut, Beograd.

Polšak, A. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ, Tumač za list Pula 1:100.000. I-Inst. geol. istrž., Zagreb, Sav. geol. zavod, 44 str., Beograd.

Socin, C. (1941): Carta geologica delle tre Venezie, foglio Isola di Cherso, 1:100 000, Firenze

Stefano, G. D. (1924): Appunti geologici su Brioni. Boll. Soc. geol. Ital., 43, Roma.

Velić, I. & Tišljar, J. 1987. Biostratigrafske i sedimentološke značajke donje krede otoka Veli Brijun i usporedba s odgovarajućim naslagama jugozapadne Istre. (Biostratigraphic and sedimentologic characteristics of the Lower Cretaceous deposits in SW Istria). Geološki vjesnik 40, 149–168.

Likva – novi geološki spomenik prirode u Sutivanu na otoku Braču

Tvrtko Korbar

Na području Općine Sutivan, na SZ dijelu otoka Brača, nalazi se geološki lokalitet od globalne važnosti, koji je nedavno proglašen geološkim spomenikom prirode. Inicijativa za zaštitu ovog lokaliteta uslijedila je nakon dugogodišnje suradnje Hrvatskoga geološkog instituta (HGI) s općinom Sutivan, pri čemu se najviše angažirao ravnatelj Narodne knjižnice g. Franjo Mlinac. Nakon preliminarnog predavanja na temelju tada još neobjavljenih dokaza 2016., i objave ključnih znanstvenih radova 2017. (vidi popis literature), napravljena je popularno-znanstvena obrada lokaliteta Likva te nekoliko geotočaka na budućoj geostazi Likva-Gomilica. Suradnja je nastavljena izradom prvog geološkog stupa na našim otocima, koji je postavljen 2023. na glavnoj šetnici u Sutivanu (o čemu smo pisali u tadašnjem broju Vijesti HGD-a). Prijavu je, na zahtjev općine Sutivan, u nadležno Ministarstvo poslala JU More i Krš, ispred koje je prijavu doradio Branimir Jukić. Na Zavodu za zaštitu okoliša i prirode, prijavu je završno pripremila Irina Žegar Pleše. Skupština Splitsko-dalmatinske županije u konačnici je prihvatila prijedlog, a Odluka o proglašenju objavljena je Narodnim Novinama krajem 2025. godine, nakon nekoliko godina administrativne procedure, o čemu su izvijestili i brojni mediji (vidi popis mrežnih stranica).



Plakat s pozivom na javno popularno-znanstveno predavanje u Sutivanu 2016. godine

Temelj za pokretanje postupka zaštite nalazi se u stijenama uvale Likva u kojima su sačuvani dobro vidljivi tragovi udara asteroida koji je prije 66 milijuna godina pokrenuo niz kataklizmičkih procesa, a koji su u konačnici izazvali izumiranje dinosaura i obilježili početak dominacije sisavaca na planetu Zemlji. Popularno se ova granica naziva K–Pg (nekad K-T) granicom, a Likva je jedini poznati lokalitet na kojem je unutar slijeda plitkovodnih naslaga nekadašnje karbonatne platforme vidljiv i sačuvan sloj koji sadrži mjerljive ostatke asteroida koji je prije 66 milijuna godina udario u područje današnjeg poluotoka Yucatán u Meksiku.



Fotografija ključnog sloja glinovitog vapnenca i podinskog sloja s bioturbacijama na granici K-Pg u uvali Likva na otoku Braču.

Zbog odlično sačuvane i lako dostupne K-Pg granice, ali i drugih zanimljivih i regionalno jedinstvenih geoloških pojava unutar odlično sačuvanog slijeda karbonatnih naslaga najmlađe krede i najstarijeg paleogena u stijenama uvale Likva, ovaj značajan geološki lokalitet privlačio je pozornost nekoliko grupa istraživača koje su o istima objavili niz znanstvenih radova u proteklih gotovo pola stoljeća (vidi popis znanstvene literature). Za pokretanje postupka zaštite najvažniji je crvenkasto-smeđi, oko 2 cm debeli sloj glinovitog vapnenca koji sadrži sitne dijelove asteroida zbog kojih ima izmjerenu značajno povećanu koncentraciju iridija i ostalih elemenata iz grupe platine, a koji su na površinu Zemlje dospjeli raspršivanjem materijala iz asteroida nakon kataklizmičke eksplozije na Yucatánu, prije 66 milijuna godina. Budući da su posljedice tog udara 2015. godine preliminarno

dokazane na temelju brojnih analiza istodobnih stijena u gradu Hvaru, ova dva lokaliteta na susjednim dalmatinskim otocima sadrže značajne komplementarne dokaze koji omogućavaju interpretaciju posljedica tog globalnog događaja na Jadranskoj karbonatnoj platformi, koja je od mjesta udara asteroida bila udaljena oko 10.000 km.



Info-ploča s detaljnim opisom događaja na granici K-Pg i samih stijena, odnosno njihova sadržaja i načina postanka, postavljena je u Sutivanu na lokalitetu Likva 2017. godine

Lokalitet Likva je od 2017. godine opremljen info-pločom s detaljnim opisom ovog događaja i samih stijena, odnosno njihova sadržaja i načina postanka, koji privlači kako laike tako i znanstvenike. Lokalitet Likva predstavlja izniman znanstveni, edukacijski i geoturistički resurs koji općina Sutivan uspješno iskorištava. Proces zaštite pokrenut je upravo zbog toga kako bi se lokalitet dodatno promovirao i kako bi se spriječila eventualna buduća devastacija te osigurala odgovarajuća zaštita i nadzor ovog novog geološkog spomenika prirode. Za svako daljnje uzorkovanje tog lokaliteta valja pribaviti propisane dozvole, a u arhivi HGI-ja nalaze se pohranjeni ključni uzorci stijena s ovog sada zaštićenog lokaliteta, koji su na raspolaganju zainteresiranim znanstvenicima za razne specijalističke analize.

POPIS MREŽNIH STRANICA:

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2026_01_7_52.html
https://www.sutivan.hr/novosti/novi-spomenik-prirode-na-bracu-geoloski-spomenik-prirode-likva-u-sutivanu/
https://www.dalmacijadanas.hr/brac-dobio-novi-spomenik-prirode-sada-ih-ima-cak-sedam/
https://www.dalmacijanews.hr/clanak/otok-brac-dobio-novi-spomenik-prirode-geoloski-lokalitet-likva/

POPIS ZNANSTVENE LITERATURE:

Cvetko Tešović, B., Martinuš, M., Golec, I., Vlahović, I. (2020). Lithostratigraphy and biostratigraphy of the uppermost Cretaceous to lowermost Palaeogene shallow-marine succession: top of the Adriatic Carbonate Platform at the Likva Cove section (island of Brač, Croatia). Cretaceous Research, 114, 104507, 23, doi:10.1016/j.cretres.2020.104507

De Castro, P., Drobne, K., Gušić, I. (1994). *Fleuryana adriatica* n. gen., n. sp. (Foraminiferida) from the uppermost Maastrichthian of the Brač island (Croatia) and some other localities on the Adriatic carbonate platform. Rasprave IV. razreda SAZU (Ljubljana), 35, 129-149.

Font, E., Keller, G., Sanders, D., Adatte, T. (2017). Comment on "Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous-Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior": Terra Nova, v. 29, p. 329-331.

Gušić, I., & Jelaska, V., 1990. Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme. Djela Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti (Zagreb), 69, 160 pp.

Jelaska, V., & Ogorelec, B. (1983). The Upper Cretaceous depositional environments of the carbonate platform on the Island of Brač (Stop 10). In: Contribution to Sedimentology of Some Carbonate and Clastic Units of Coastal Dinarides (Lj. Babić, and V. Jelaska, eds). 4th I.A.S. regional meeting, Split, Excursion Guide-book, 99-124.

Korbar, T. (2003). Stratigrafija, taksonomija i paleoekologija radiolitida gornje krede Jadranske karbonatne platforme (Stratigraphy, taxonomy and palaeoecology of Upper Cretaceous Radiolitidae of the Adriatic Carbonate Platform).- Doktorska disertacija (Unpublished PhD Thesis), Sveučilište u Zagrebu (University of Zagreb), 242 pp., (in Croatian with English summary).

Korbar, T., McDonald, I., Premec Fuček, V., Fuček, L., Posilović, H. (2017a). Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous–Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior. Terra Nova, 29/2, DOI: 10.1111/ter.12257

Korbar, T., McDonald, I., Premec Fuček, V., Fuček, L., Posilović, H. (2017b). Reply to Comment by Eric Font, Gerta Keller, Diethard

Sanders and Thierry Adatte on „Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous-Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior“: Terra Nova, v. 29, p. 332-334, DOI: 10.1111/ter.12281.

Martinuš, M., Cvetko Tešović, B., Jurić, S. & Vlahović, I. (2024). Patch reefs with scleractinian corals and layered domical and bulbous growth forms (calcified sponges?) in the upper Maastrichtian and lowermost Palaeocene platform carbonates, Adriatic islands of Brač and Hvar (Croatia), Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 639, 112056.

Steuber, T., Korbar, T., Jelaska, V., & Gušić, I. (2005). Strontium-isotope stratigraphy of Upper Cretaceous platform carbonates of the Island of Brač (Adriatic Sea, Croatia): implications for global correlation of platform evolution and biostratigraphy: Cretaceous Research, v. 26, p. 741–756.

Korak bliže zaštiti Ogoline Emmanuelle

Vlatko Gulam i Krešimir Petrinjak

Hrvatski geološki institut pokrenuo je početkom 2024. godine inicijativu za zaštitu Ogoline Emmanuelle kod Kotli u Sivoj Istri, jednog od najreprezentativnijih primjera badland tipa reljefa u Hrvatskoj. Ogolinu obilježavaju izrazito razvijeni erozijski oblici i vrlo intenzivni procesi denudacije, zbog čega predstavlja vrijedan prirodni laboratorij za geološka i geomorfološka istraživanja.

Inicijativa HGI-ja nastavljena je u suradnji s Javnom ustanovom Natura Histrica te Ministarstvom zaštite okoliša i zelene tranzicije. Važan korak prema trajnoj zaštiti lokaliteta ostvaren je izradom Stručne podloge za zaštitu geolokaliteta Ogolina Emmanuelle, u čijoj su izradi sudjelovali i djelatnici HGI-ja. Podlogom se predlaže zaštita područja površine oko 9,9 ha u kategoriji geomorfološko-geološkog spomenika prirode.

Zaštitom Emmanuelle nastoji se sačuvati jedinstveni i izrazito dinamični geomorfološki fenomen, ali i vrijedan istraživački i edukacijski poligon te prepoznatljiv dio geobaštine Sive Istre.



Ogolina Emmanuelle

Druga PRO-SLO doktorska škola – nastavak uspješne međunarodne edukacije o društvenoj dozvoli za djelovanje

Marta Mileusnić

Nakon uspješno provedene pilot PRO-SLO doktorske škole tijekom 2025. godine, u prvoj polovici 2026. održano je drugo izdanje međunarodne PRO-SLO PhD School, inovativnog edukacijskog programa posvećenog temi društvene dozvole za djelovanje (engl. *Social Licence to Operate*, SLO) u sektoru mineralnih sirovina. Škola se provodi u sklopu projekta PRO-SLO *PhD School – Building PROfessional SLO Competence*, financiranog od strane *EIT RawMaterials, inicijative European Institute of Innovation and Technology* (EIT), uz potporu Europske unije. Jedan od partnera na projektu je i Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

Cilj programa ostaje osposobiti doktorande za razumijevanje i primjenu koncepta društvene dozvole za djelovanje, jednog od ključnih preduvjeta održivog razvoja projekata u sektoru mineralnih sirovina. Uz tehnička znanja, naglasak je stavljen na razumijevanje društvenih, okolišnih i etičkih aspekata rudarskih projekata te razvoj komunikacijskih, analitičkih i pregovaračkih vještina potrebnih za rad s različitim skupinama dionika.

Ovogodišnja škola okupila je 35 doktoranada s 19 sveučilišta iz 14 europskih država (Albanije, Austrije, Belgije, Estonije, Finske, Francuske, Grčke, Hrvatske, Mađarske, Njemačke, Poljske, Sjeverne Makedonije, Srbije i Španjolske). Pritom je međunarodni karakter škole bio još izraženiji jer su među sudionicima bili doktorandi različitih državljanstava, uključujući i državljane zemalja izvan Europe, čime je dodatno obogaćena razmjena iskustava i različitih pogleda na izazove društvene dozvole za djelovanje. U provedbi programa sudjelovali su predstavnici devet akademskih institucija i dvaju industrijskih partnera, čime je ponovno osigurana interdisciplinarna razmjena iskustava između akademske zajednice i gospodarstva. Raznolik sastav sudionika omogućio je usporedbu različitih nacionalnih iskustava i pristupa društvenim izazovima s kojima se susreću projekti u sektoru mineralnih sirovina.

Kao i prethodne godine, program je bio organiziran u tri međusobno povezana dijela. Nakon uvodnog sastanka i online nastavnog tjedna održanog u veljači 2026. godine, uslijedio je višetjedni timski rad, tijekom kojega su doktorandi, podijeljeni u pet međunarodnih timova, radili na zajedničkoj studiji slučaja rudarskog projekta Kassandra Mines u Grčkoj. Svaki je tim dobio jednu od tema važnih za razvoj i održavanje društvene dozvole za djelovanje. Istodobno su svakom timu dodijeljene i po dvije skupine dionika čije je interese, očekivanja i moguće zabrinutosti trebalo analizirati i razumjeti prije terenskog rada.

Završni dio škole održan je od 19. do 24. travnja 2026. godine u Stratoniju na poluotoku Halkidiki u Grčkoj, u suradnji s industrijskim partnerom Hellas Gold S.A. Po dolasku su doktorandi predstavili rezultate rada iz prethodne faze škole te dobili povratne informacije od mentora, projektnih partnera, predstavnika tvrtke Hellas Gold i drugih dionika uključenih u projekt.

Program je uključivao radionice o pregovaranju i interkulturalnim kompetencijama, stručne posjete rudnicima Olympias i Skouries, upoznavanje s primjerima zaštite okoliša, rekultivacije prostora i primjene načela kružnog gospodarstva, kao i obilazak Arnaije i antičke Stagire. Sve aktivnosti bile su usmjerene na bolje razumijevanje prirodnog, društvenog i gospodarskog konteksta u kojem djeluje rudarski projekt Kassandra Mines.

Središnji dio terenske škole bili su priprema i provedba intervjua s dionicima. Nadovezujući se na analize izrađene tijekom drugog dijela škole, doktorandi su u međunarodnim timovima osmislili metodologiju intervjua te razgovarali s predstavnicima različitih skupina dionika povezanih s projektom, uključujući predstavnike lokalne zajednice, lokalne i regionalne uprave, kulturnih i okolišnih udruga, gospodarstva, javnih službi te same

tvrtke Hellas Gold. Cilj intervjua bio je provjeriti početne pretpostavke postavljene tijekom online dijela škole, bolje razumjeti različite probleme, interese i očekivanja dionika te prepoznati područja u kojima se njihovi stavovi podudaraju ili razlikuju.



Polaznici i mentori u posjetu pogonu Hellas Gold

Na temelju prikupljenih informacija svaki je tim analizirao stavove dviju dodijeljenih skupina dionika te izradio prijedlog strategije kojom bi, iz perspektive rudarske kompanije, pristupio izgradnji i održavanju društvene dozvole za djelovanje. Završne prezentacije pokazale su da se, polazeći od istog rudarskog projekta, mogu razviti različiti pristupi uključivanju dionika, ovisno o njihovim potrebama, očekivanjima i ulozi u procesu donošenja odluka. Rasprava koja je uslijedila dodatno je potvrdila važnost transparentne komunikacije, međusobnog povjerenja i kvalitetnog uključivanja dionika u razvoj projekata u sektoru mineralnih sirovina.

Drugo izdanje PRO-SLO doktorske škole još je jednom potvrdilo vrijednost ovakvog oblika međunarodnog obrazovanja, koji uspješno povezuje teorijska znanja, timski rad, suradnju s industrijom i neposredan kontakt s lokalnom zajednicom. Kroz projekt je razvijen i uspješno testiran inovativan obrazovni model za područje društvene dozvole za djelovanje, a završetkom ovog ciklusa aktivnosti projekt ulazi u svoju završnu fazu.

Istodobno, partneri već rade na osiguravanju dugoročne održivosti škole. U tijeku su aktivnosti usmjerene na dobivanje oznake kvalitete EIT Label te razvoju modela buduće provedbe programa nakon završetka projektnog financiranja. Cilj je da PRO-SLO doktorska škola nastavi živjeti kao međunarodni obrazovni program koji će i u budućnosti okupljati doktorande i stručnjake zainteresirane za odgovorno i društveno prihvatljivo upravljanje mineralnim sirovinama.



Polaznici i mentori u posjetu arheološkom lokalitetu Stageiri, rodnom gradu Aristotela



Polazinici tima koji je dobio najvišu ocjenu s mentoricom

Studijski boravak na Max Planck Institutu za kemiju u Mainzu (MOBDOK-2023)

Iva Palatinuš

Kao asistentica i doktorandica s Hrvatskoga geološkog instituta boravila sam na Institutu Max Planck za kemiju u Mainzu u sklopu programa odlazne mobilnosti asistenata (MOBDOK-2023), koji provodi Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ). S obzirom da mi je istraživački fokus usmjeren na paleoklimatologiju i istraživanje siga kao prirodnih klimatskih arhiva, šestomjesečni studijski boravak provela sam u istraživačkom timu Odjela za klimatsku geokemiju, pod vodstvom mentora-domaćina dr. Huberta Vonhofa, jednog od vodećih svjetskih stručnjaka u području izotopne geokemije i paleoklimatologije.

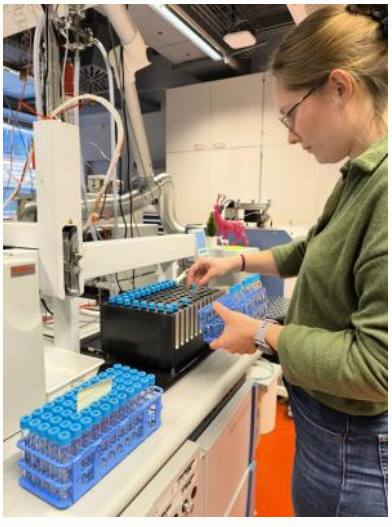
U vrhunskom laboratoriju Max Planck instituta za kemiju, stekla sam opsežna teorijska i praktična znanja o metodi masene spektrometrije izotopnih omjera (IRMS, *Isotope Ratio Mass Spectrometry*), jednoj od temeljnih analitičkih metoda u paleoklimatskim istraživanjima. Usavršavanje je provedeno na uzorcima siga iz Nove Grgosove spilje koji su prikupljeni u okviru projekta UNLOCK-CAVE (HRZZ-UIP-2020-02-7355), pod vodstvom znanstvene savjetnice i mentorice dr. Petre Bajo, u okviru postojeće suradnje s mentorom-domaćinom, dr. Hubertom Vonhofom.

Osim znanstveno-istraživačkog rada, osobito važan aspekt ove mobilnosti bilo je umrežavanje s mladim znanstvenicima i stručnjacima iz različitih područja, čime su ostvareni novi profesionalni kontakti te otvorene mogućnosti za buduću suradnju i razvoj novih istraživačkih ideja.

Stečena znanja, praktične vještine i iskustvo dat će doprinos uspostavi i razvoju IRMS metode u novom laboratoriju Hrvatskoga geološkog instituta uspostavljenom tijekom 2026. godine u sklopu projekta „Obnova infrastrukture i nabava instrumenata u Hrvatskom geološkom institutu – Geoznanstveni laboratoriji (GEOLAB)“, C3.2.R2-I2.04, financiranog izravnom dodjelom bespovratnih sredstava Ministarstva znanosti, obrazovanja i mladih.



Max Planck Institutu za kemiju u Mainzu



Priprema uzoraka sige iz Nove Grgosove spilje za analizu omjera stabilnih izotopa

Preko Kanade i Italije do znanstvenika povratnika u Hrvatskoj

Pia Prašek i Marko Prašek

Kada sam 2012. godine završila diplomski studij kod prof. Palinkaša na PMF-u, u razdoblju kada je u RH bilo iznimno teško pronaći zaposlenje, suočila sam se s pitanjem što dalje. Imala sam visoki prosjek ocjena i osvijestila sam da volim nastavu i znanost (koliko čujem još i nedavno su neke moje skripte kružile među studentima PMF -a). Budući da sam u djetinjstvu živjela u inozemstvu, ubrzo se iskristaliziralo (oprostite na maloj geološkoj šali) da je moj put doktorski studij u inozemstvu.

Od ostvarenih prilika u Njemačkoj, Australiji i Kanadi, odabrala sam potonju, jer sam najbolje „kliknula“ s budućim mentorom, Michaelom D. Higginsom – instinkt je bio na mjestu, budući da i nakon više od 10 godina božićne čestitke redovito nalaze put u oba smjera. Odredište je bilo potpuno nepoznato – Chicoutimi u Québecu – pitoreskni gradić uz fjord s jesenskim bojama lišća kao s razglednice. Znala sam samo da će se život odvijati na francuskom, znanost na engleskom (ali budući da govorim oboje nije me to zabrinjavalo) te da postoji dobra šansa za zaposlenje u struci za supruga Marka, također svježe diplomiranog geologa s PMF-a. Tako smo nas dvoje, svaki s dva kofera, krenuli preko oceana.

Jesensko lišće nije razočaralo, ali prvu zimu sa temperaturama do -48 °C i snijegom na tlu 6 mjeseci u godini je trebalo pregrmjeti. Shvatili smo brzo da je na prognozi najbitnija stavka „wind chill“ jer vjetar spušta temperaturu još dodatnih 10°C te da se na ručak u menzu treba krenuti rano kako bi se uhvatilo jedno od rijetkih mjesta uz prozor te tako dobilo malo prirodnog vitamina D u kratkim zimskim danima.



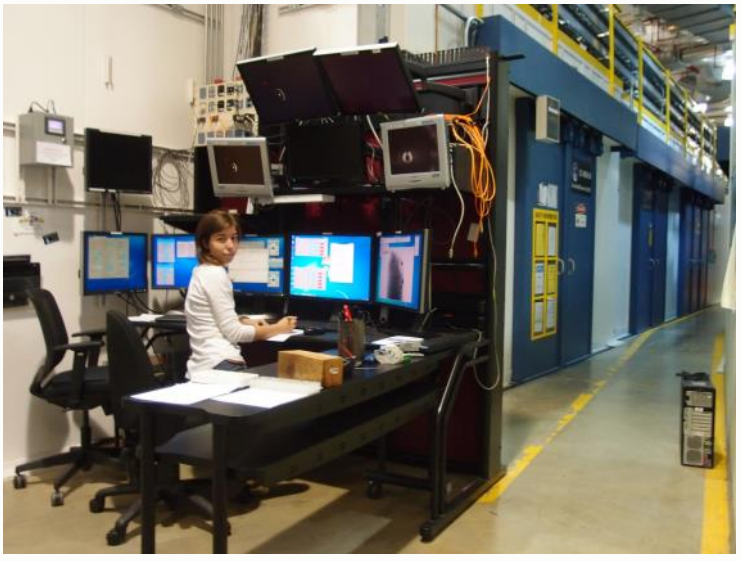
Neiskusni zapinju u snijegu (Chicoutimi, Quebec, Kanada)



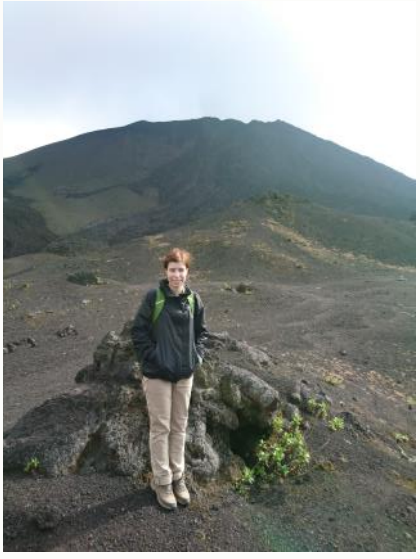
Sunčani dan na plaži, Pia i Marko (Tadoussac, Quebec, Kanada)

Znanstvena strana je bila nešto s čime se uopće nisam imala prilike susresti tijekom školovanja u RH: tema doktorata je bila interakcije između kristala i mjehurića tijekom vulkanskih erupcija silikatnih magmi, s pomoću metoda eksperimentalne petrologije (piston cilindra gdje sam “pečeš“ svoje uzorke na visokoj temperaturi i tlaku). Sintetske i prirodne uzorke smo zatim snimali u 3D s pomoću rendgenskog zračenja na

sinkrotronu. Znanstvena fantastika za mlade geologe iz Hrvatske. Doktorat se odvijao na relaciji Chicoutimi-Montreal gdje je ko-mentor Don R. Baker imao eksperimentalni laboratorij na Sveučilištu McGill. Laboratorij mi je izgledao kao automehaničarska radionica, ali jako dobro podmazana. Kada smo nakon mnogo pokušaja i promašaja pronašli dobar „recept“ i uspješno sintetizirali uzorke (prosječno velike 3 mm^3), krenula je tura po sinkrotronima u Chicagu, Zurichu i Trstu. Na PSI u Zurichu smo čak uspjeli snimiti u 4D (jedna tomografska snimka svakih 0.5 s) i na 1200 °C simulirali proces vulkanskog otplinjavanja. Srećom, osim laboratorija, uspjela sam se popeti i na nekoliko vulkana, zahvaljujući terenima u Čileu i Guatemali. Nismo poštovali baš sve oznake



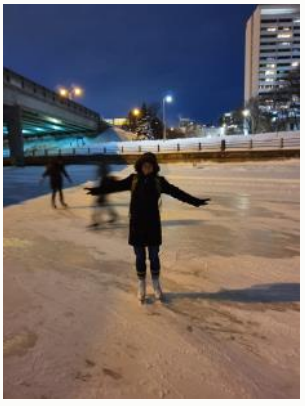
Snimanje uzoraka na sinkrotronu Advanced Photon Source, Pia u dva ujutro (Chicago, Illinois, SAD)



Prikupljanje uzoraka, vulkan Atitlán (Guatemala)

zabranjenog pristupa na vulkanskim padinama, jer teško je spriječiti vulkanologa da dođe do svježeg uzorka.

Marko je po dolasku u Chicoutimi nastavio raditi na fakultetu na projektima iz Hrvatske (magmatizam Jabuke i Brusnika) te ga je ubrzo zamijetila Sarah-Jane Barnes, voditeljica geokemijskog laboratorija i vodeća svjetska stručnjakinja za rudna ležišta platinske grupe elemenata. Dala mu je priliku te je dvije godine bio zadužen za SO i LA-ICP-MS u LabMaTer-u u Chicoutimiu. Tijekom tog vremena, pokazavši potencijal, Don Baker mu je ponudio doktorat na McGillu na temi po njegovom izboru te je Marko osmislio projekt koji povezuje eksperimentalnu petrologiju, geokemiju platinskih elemenata i 3D tomografiju sa sinkrotronskim rendgenskim zrakama. To nam je omogućilo preseljenje u Montreal radi početka njegovog doktorata, negdje kada sam ja bila na pola puta svojega. Uspijevali smo znanstveno pratiti jedno drugo pa smo preko ljeta oboje stažirali na sinkrotronu u Trstu, što nam je dalo priliku i da češće dolazimo u Hrvatsku.



Povratak kući s posla klizanjem po zaleđenoj rijeci Rideau (Ottawa, Ontario, Knada)

Po završetku mog doktorata, dobila sam zaposlenje u na Sveučilištu u Ottawi u rangu docenta te smo se ponovno preselili. Život u Ottawi je nakon 6 mjeseci prekinut COVID pandemijom kada se cijeli posao preselio *online*. Ubrzo se

dogodio zagrebački potres te smo mi preko vikenda zapakirali cijeli stan u skladište te odletjeli u Zagreb pomoći obiteljima. Budući da je COVID trajao dulje od početno predviđenog, odradila sam svoj ugovor u Ottawi potpuno *online*, a Marko je također *online* završio i obranio doktorat.

Taj neočekivani povratak i dulji ostanak u RH je bio katalizator shvaćanju da ne želimo zauvijek ostati u Kanadi. Rođenje dvoje djece je samo pripomoglo odluci. Tražeći prilike u Hrvatskoj, doznali smo za program Ministarstva „Znanstvenik povratnik" koji podupire povratak znanstvenika – ukratko, pun pogodak za nas. Tijekom vremena potrebnog da se administrativno riješi moj status znanstvenika povratnika na mjesto docenta na RGNF-u, Marko je prihvatio mjesto post-doktoranda na sinkrotron Elettra u Trstu što je svojevrsni zgoditak na lutriji za mladog znanstvenika te smo se svi ponovno preselili: ovaj puta u proširenom izdanju; Marko, ja, dvoje djece, moja mama i pas te proveli zadnje dvije godine u Trstu. S kolegama iz Katanije (Sicilija) i Beča, Marko je uspostavio novi projekt KLARA (*Kinetics of lava flows crystallization*) za istraživanje mineralizacije tijekom vulkanskih erupcija. Sada smo se svi vratili u Zagreb – predajem na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, dok će Marko po isteku ugovora s Elettrom i sam zatražiti status znanstvenika povratnika. U međuvremenu i dalje povezujemo vulkanologiju, platinu i tomografiju u jedno novo znanstveno poglavlje.

Dan crvenih haljina na Zavodu za geologiju i geološko inženjerstvo RGN fakulteta: zajedništvo i podrška ženama

Mihaela Jelavić

Dan crvenih haljina, nacionalna kampanja posvećena podizanju svijesti o moždanom udaru kod žena, ove je godine svečano obilježen na Zavodu za geologiju i geološko inženjerstvo Sveučilišta u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta. Ova važna inicijativa obilježava se prvog petka u veljači, a podsjeća na potrebu pravodobnog prepoznavanja simptoma moždanog udara, osobito u žena, u kojih se znakovi često očituju atipično te stoga ostaju nedovoljno prepoznati.



Zajednička fotografija djelatnika Zavoda za geologiju i geološko inženjerstvo RGN fakulteta povodom Dana crvenih haljina

Zavod se s ponosom uključuje u obilježavanje Dana crvenih haljina već četvrtu godinu zaredom, potvrđujući svoju predanost promicanju javnog zdravlja, edukaciji i društvenoj odgovornosti unutar akademske zajednice. Djelatnici su toga dana nosili crvenu odjeću i crvene detalje – simbol kampanje i izraz podrške svim ženama koje su se suočile s posljedicama moždanog udara.

U ozračju zajedništva i institucionalne solidarnosti, djelatnici Zavoda i ove su se godine zajedno fotografirali, nastavljajući tradiciju koja je postala prepoznatljiv dio obilježavanja ovog dana. Svečana fotografija vizualni je zapis kolektivne podrške te podsjetnik na vrijednosti koje Zavod njeguje: brigu, osviještenost i međusobno poštovanje.

Obilježavanjem Dana crvenih haljina Zavod još jednom potvrđuje važnu ulogu znanstvenih i visokoobrazovnih institucija u podizanju svijesti o ključnim zdravstvenim temama te u stvaranju radnog okruženja u kojem se dobrobit pojedinca smatra dijelom akademske i profesionalne etike.

S velikom radošću iščekujemo peto, jubilarno obilježavanje na našem Zavodu.

Studentski dani geologije „Od cementa do soli“

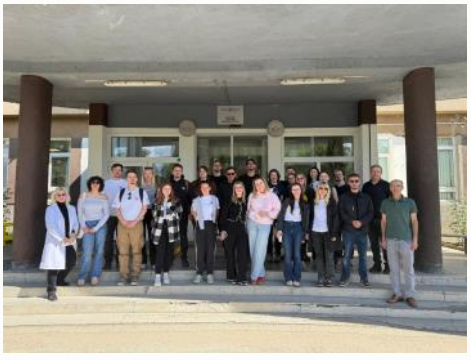
Clea Tunjić i Anamaria Obad

I ove smo godine, od 11. do 13. svibnja, u organizaciji Studentskog odsjeka Hrvatskoga geološkog društva održali Studentske dane geologije pod nazivom „Od cementa do soli“. Cilj nam je bio povezati znanje koje stječemo tijekom studija s praktičnim iskustvom na terenu te upoznati različite načine eksploatacije i prerade mineralnih sirovina.

Na trodnevnoj ekskurziji sudjelovalo je ukupno 27 studenata sa Sveučilišta u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Odsjeka za geologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Ekskurziju su vodile studentice Clea Tunjić i Anamaria Obad, a kroz program su nas vodili profesori i stručnjaci iz Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Iz NEXE cementare sudjelovala je Antonia Serdarušić, mag. ing. min., s Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta Univerziteta u Tuzli prof. dr. sc. Elvir Babajić i prof. dr. sc. Izudin Đulović, dok nam se s Rudarskog fakulteta u Prijedoru pridružio prof. dr. sc. Aleksej Milošević.

Prvoga dana posjetili smo NEXE cementaru u Našicama i površinski kop. Imali smo priliku vidjeti kako izgleda eksploatacija sirovina i proces njihove prerade do konačnog proizvoda – cementa. Posjet nam je omogućio da znanja o mineralnim sirovinama i geološkoj građi povežemo s njihovom stvarnom primjenom u industriji.

Drugi dan proveli smo u Tuzli, gdje smo najprije posjetili Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Univerziteta u Tuzli, a zatim Solanu Tuzla, Rudnik soli i bušotinu Tetima. Tijekom obilaska upoznali smo se s geološkim karakteristikama ležišta soli, načinima njezine eksploatacije te procesima prerade.



Posjet Rudarsko geološko građevinskom fakultetu u Tuzli (fotografija: Clea Tunjić)

Za kraj ekskurzije posjetili smo Nacionalni park Kozara, gdje nam je prof. dr. sc. Milošević približio geološku građu ovog područja. Na terenu smo imali priliku vidjeti različite stijene i geološke jedinice, među kojima su gabro, fliš i ofioliti, upoznati procese njihova nastanka te bolje razumjeti složenu geološku povijest prostora.

Osim stručnog dijela, Studentski dani geologije bili su odlična prilika za druženje, povezivanje studenata i razmjenu iskustava s kolegama i profesorima iz Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Kroz terenski rad mogli smo geologiju sagledati izvan učionice i povezati različita područja – od industrijske proizvodnje cementa i eksploatacije soli do proučavanja prirodne geološke baštine. Ovogodišnji Studentski dani geologije još su jednom pokazali koliko je terenska nastava važna za naše obrazovanje. Neposrednim radom na terenu imali smo priliku teorijsko znanje povezati s konkretnim primjerima i bolje razumjeti ulogu geologije u industriji, gospodarstvu i prirodnom okolišu. Upravo nam je put od cementa do soli omogućio da upoznamo različite aspekte geologije i steknemo iskustvo koje ćemo ponijeti sa sobom nakon završetka studija.



Posjet Solani Tuzla (fotografija: Clea Tunjić)

ANA BRCKOVIĆ GRUIĆ: MACHINE LEARNING IMPLEMENTATION IN THE INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL DATA FOR DEFINING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF UPPER MIOCENE RESERVOIR ROCKS IN THE DRAVA BASIN (IMPLEMENTACIJA STROJNOGA UČENJA U INTERPRETACIJI GEOFIZIČKIH PODATAKA U SVRHU DEFINIRANJA PROSTORNE DISTRIBUCIJE REZERVOARSKIH STIJENA GORNJOMIOCENSKE STAROSTI U DRAVSKOM BAZENU)

Mentori: prof. dr. sc. Jasna Orešković i izv. prof. dr. sc. Marko Cvetković, Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Disertacija obranjena: 15. siječnja 2026. na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, Sveučilište u Zagrebu

Istraživanje prikazuje slijed integrirane interpretacije geofizičkih podataka i geološkog modeliranja razvijen za složene deltne sedimentacijske sustave u gornjomiocenskim naslagama polja Gola (Dravski bazen), smještenog u jugozapadnom dijelu Panonskog bazena. Geološka građa ovoga područja obilježena je heterogenim pješčanim tijelima, koja su taložena u okviru kanalskih deltnih okoliša. Zbog svoje složenosti, ovi taložni okoliši predstavljaju značajan izazov u identificiranju rezervoarskih stijena i modeliranju podzemlja. Istraživanje je imalo tri cilja. prilagođavanje metode strojnog učenja za obradu i interpretaciju geofizičkih podataka, prostorno izdvajanje rezervoarskih sedimentnih tijela na temelju njihovih geofizičkih obilježja te izradu geološkog modela s naglaskom na prostornoj raspodjeli litofacijesa i petrofizičkih parametara.

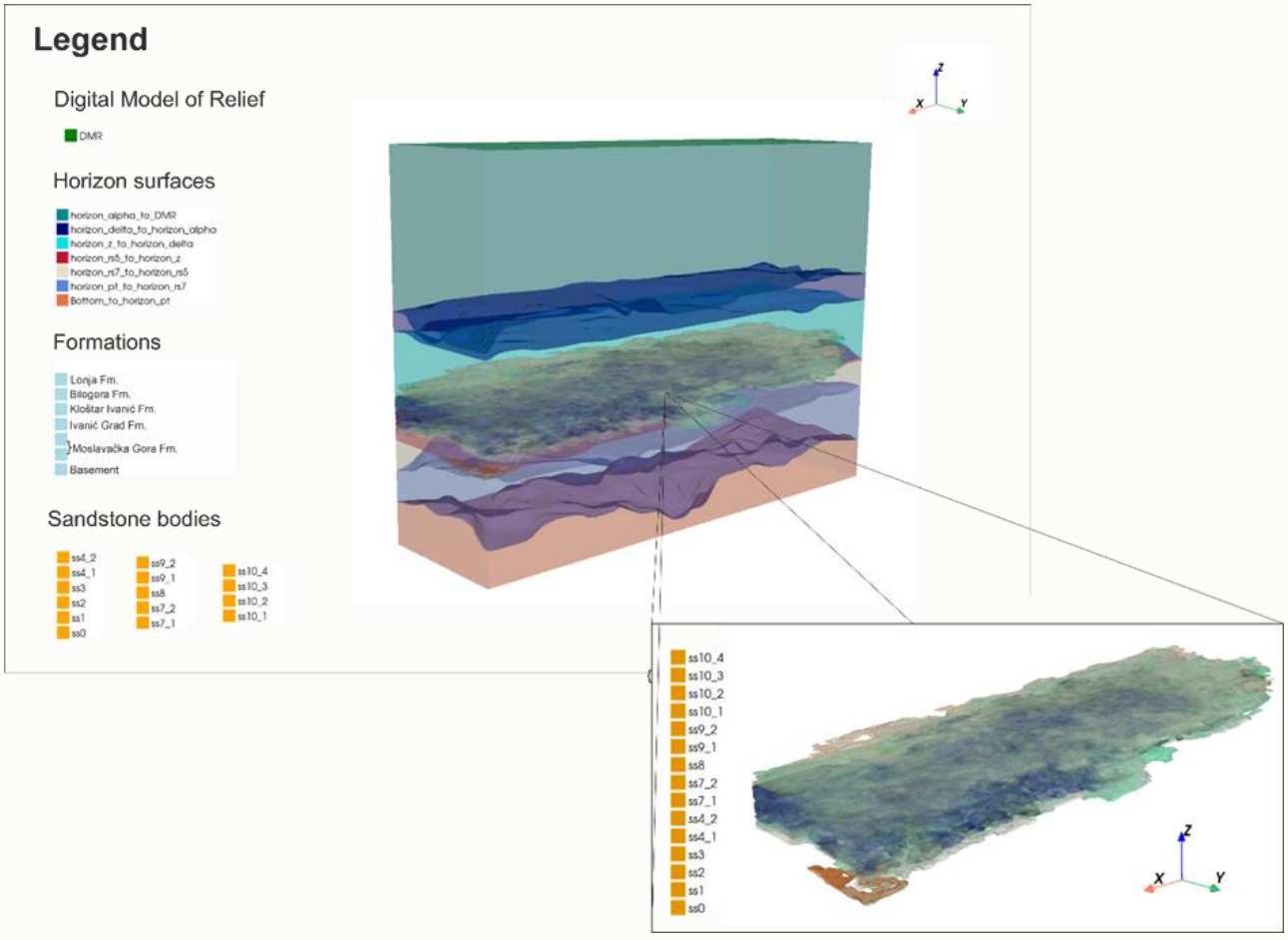
Početna faza istraživanja bila je usmjerena na obradu podataka iz bušotina, gdje su petrofizički bušotinski podaci koji nedostaju rekonstruirani primjenom umjetnih neuronskih mreža (ANN). U daljnjem istraživanju su ANN modeli uspoređeni s klasičnim interpolacijskim metodama kao što su kriging i obrnuto ponderiranje udaljenosti (engl. Inverse Distance Weighting, IDW), pri čemu je zaključeno da ANN omogućuje brzu i učinkovitu procjenu nelinearnih uzoraka, dok kriging i dalje ostaje pouzdana metoda za postizanje geološki konzistentne prostorne interpolacije nakon odgovarajuće variogramske analize. Navedene spoznaje su oblikovale temelje za daljnju primjenu naprednijih metoda strojnog učenja na seizmičkim podacima.

Središnja metodologija se temelji na korištenju algoritma samoorganizirajućih mapa (engl. *Self-Organizing Maps*, SOM) za klasifikaciju litofacijesa unutar višeatributnog seizmičkog volumena. Rezultati klasteriranja (grupiranja) kalibrirani su podacima iz bušotina, a validirani su putem prostornog izdvajanja geoloških tijela i propagacije poroznosti unutar pješčanih tijela. Izdvojena pješčenjačka tijela interpretirana su kao kanalne ispune, volumetrijski su modelirana i obogaćena podacima o poroznosti iz jezgri, čime su pretvorena u geološki smislen model rezervoara.

Završna faza istraživanja uključivala je implementaciju poluautomatskog kartiranja seizmičkih horizonta, kojima su definirane stratigrafske granice bez potrebe za ručnom interpretacijom izdvojenih seizmičkih profila. Na temelju lokalne korelacije seizmičkog uzorka amplitude i nagiba, greedy algoritam je omogućio automatsko kartiranje granica između različitih faza sedimentacije koje su vođene i potvrđene podacima o elektrokarotažnim markerima iz bušotina. Takve površine horizonata su se koristile kao strukturni kostur geološkog modela, koji je omogućio jasno prostorno i stratigrafsko razgraničenje litofacijesa, odnosno pješčenjačkih tijela unutar gornjomiocenskih naslaga polja Gola, unutar seizmičkog volumena.

Kombinacijom ANN predviđanja, SOM klasifikacije, pridodavanja petrofizičkih svojstava, izdvajanja geološki distinktivnih tijela i automatskog praćenja horizonta, izrađen je visoko rezolucijski 3D geološki model, razlučivosti veće od seizmičke, polja Gola unutar Dravskog bazena. Model pouzdano prikazuje raspodjelu pješčenjačkog litofacijesa i njegovih rezervoarskih svojstava unutar složenog deltskog okoliša, poštujući i sedimentološke obrasce i geofizičke podatke, što je potvrđeno usporedbom s bušotinskim podacima. Ova metodologija ne samo što potvrđuje mogućnosti primjene strojnog učenja u složenim i podatkovno

ograničenim geološkim sredinama, nego i postavlja novi metodološki pristup za integrirano tumačenje podzemlja, s potencijalom primjene u naftno-plinskom istraživanju i upravljanju rezervoarima.



Geološki model polja Gola koji uključuje rasprostiranje pridobivenih gornjomiocenskih pješčenjačkih tijela te je podijeljen plohama poluautomatski kartiranih horizonata pomoću prezentirane metodologije u Pythonu.

NOVI DOKTORI ZNANOSTI

TEA MENDEK: PROVENIJENCIJA DONJOMIOCENSKIH I KVARTARNIH SEDIMENATA NA PODRUČJU BILOGORE I KALNIKA

Mentor: izv. prof. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter, Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet

Disertacija obranjena: 30. travnja 2026. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, Sveučilište u Zagrebu

Istraživano područje doktorske disertacije obuhvaća sjeverozapadnu Hrvatsku, odnosno geomorfološke strukture Ivanščice, Kalnika i Bilogore s okolnim područjem, smještene uz jugozapadni rub Panonskog bazenskog sustava. Predmet istraživanja su klastični sedimenti donjomiocenske i kvartarne starosti, a osnovni cilj bio je utvrditi njihovu provenijenciju, odnosno izvorišna područja i vrste stijena iz kojih potječe sedimentni materijal. U tu su svrhu primijenjene suvremene provenijencijske metode koje uključuju petrografsku analizu, analizu teških minerala te geokemijsku analizu i datiranje pojedinačnih minerala, prvenstveno granata i rutila. Ukupno je analizirano 39 uzoraka donjomiocenskih i kvartarnih sedimenata, uz dodatnih 25 recentnih uzoraka pijeska iz rijeke Drave i okolne riječne mreže.

Donjomiocenski pješčenjaci Ivanščice i Kalnika taloženi su tijekom otnanga i karpata u fluvijalno-jezerskim okolišima. Analize teških minerala, geokemija granata i rutila te petrografski sastav ukazuju na dominantno metamorfno izvorište i provenijenciju iz recikliranog orogena, povezanu sa subdukcijskim i kolizijskim zonama. Relativno nizak ZTR indeks upućuje na relativno kratak transport i očuvanje manje stabilnih minerala. Alpe i Karpati isključeni su kao glavna izvorišta zbog njihova geografskog položaja i udaljenosti, dok rezultati ukazuju na značajan lokalni donos materijala. Kao glavna izvorišta donjomiocenskih pješčenjaka Kalnika izdvojene su Motajica i Moslavačka gora, uz mogući doprinos slavonskih gora.

Kvartarni sedimenti Bilogore uglavnom su predstavljeni aluvijalnim pijescima i šljuncima najstarije dravske riječne terase srednjopleistocenske starosti, mjestimično prekrivenima lesom zadnjeg glacijala. Rezultati petrografskih i mineralnih analiza, kao i geokemija granata i rutila te U/Pb starosti rutila, ukazuju na dominantan donos materijala rijekom Dravom iz područja istočnih Alpa. Kao glavna izvorišta izdvojene su Koralpe i Saualpe u Austriji te Pohorje u Sloveniji. Dodatnu potvrdu alpskog podrijetla pružaju starosti cirkona iz tufova lokaliteta Novigrad Podravski, koje odgovaraju vulkanskim stijenama s područja Smrekovca u Sloveniji.

Iako je alpski donos dominantan, rezultati ukazuju i na povremeni lokalni doprinos, osobito u zapadnom dijelu Bilogore. Geokemija vulkanskih valutica upućuje na lokalna izvorišta poput Kalnika, Ivanščice i Kuna gore, dok se Papuk, Moslavačka gora i Medvednica mogu isključiti kao značajnija izvorišta zbog nepodudarnosti u sastavu teških minerala i petrografiji. Usporedba pleistocenskih sedimenata s recentnim holocenskim pijeskom rijeke Drave i okolnih potoka potvrđuje da je rijeka Drava tijekom kvartara dominantno drenirala istočne Alpe, uz manji lokalni doprinos s područja Kalnika i Ivanščice.

NOVI DOKTORI ZNANOSTI

IVA OLIĆ PECO: ***TECTONIC AND THERMOCHRONOLOGICAL EVOLUTION OF THE WIDER ZRINSKA GORA AREA*** **(TEKTONSKI I TERMOKRONOLOŠKI RAZVOJ ŠIREG PODRUČJA ZRINSKE GORE)**

MentorI: : izv. prof. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter, Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet; izv. prof. dr. sc. Bojan Matoš, Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet

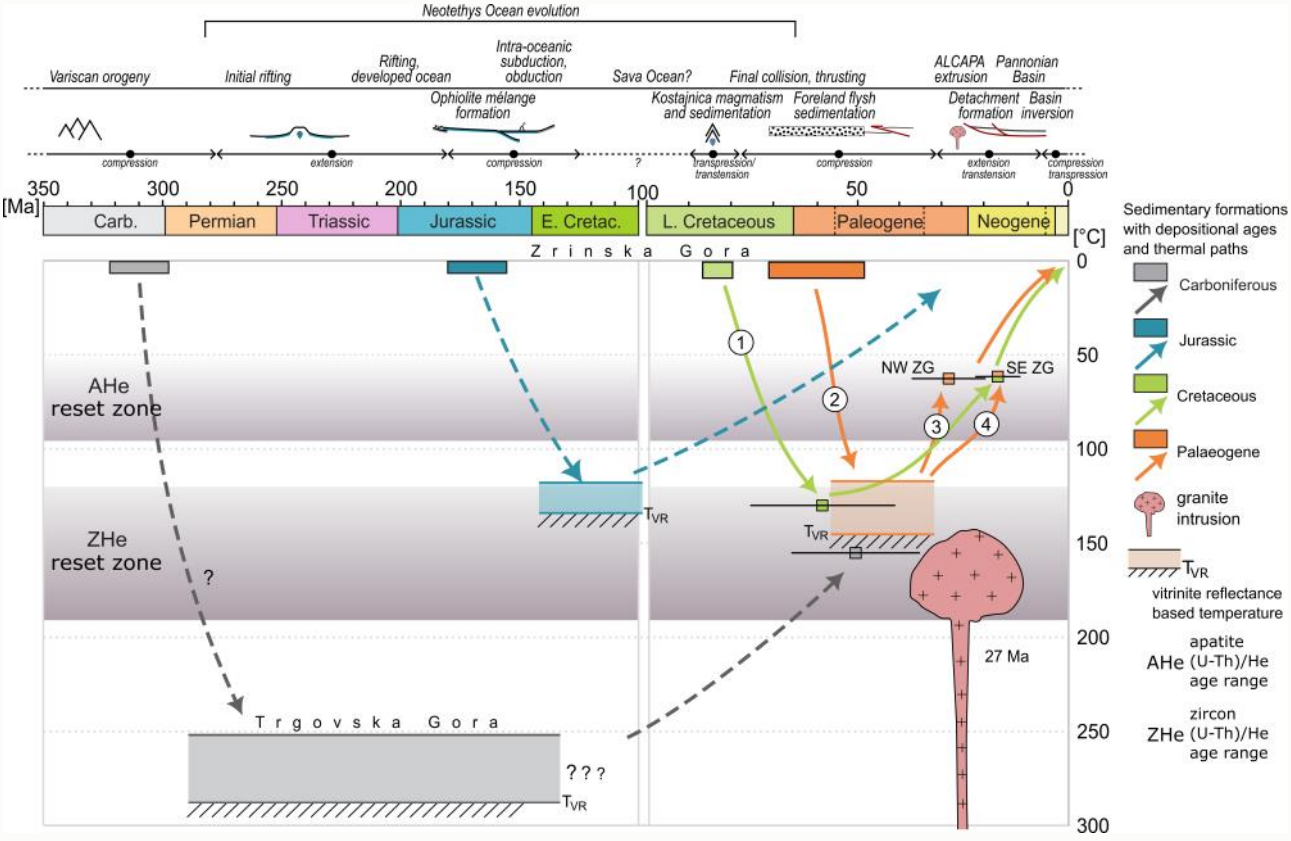
Disertacija obranjena: 15. lipnja 2026. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, Sveučilište u Zagrebu

Doktorsko istraživanje provedeno je u dvije faze s ciljem definiranja biostratigrafske, geokemijske, tektonske i termalne evolucije Zrinske gore i njezina šireg područja. U prvoj fazi istražen je istočni dio Zrinske gore, odnosno Kostajničko područje, s naglaskom na vulkansko-sedimentni kompleks. U drugoj fazi istraživana je tektonska i termalna evolucija šireg područja Zrinske gore i Kozare. Korištene metode obuhvatile su mineraloško-petrografsku i biostratigrafsku analizu, geokemiju magmatskih stijena, analizu refleksije vitrinita, niskotemperaturnu (U–Th)/He termokronologiju apatita i cirkona te interpretaciju površinskih, bušotinskih i 2D seizmičkih podataka.

Vulkano-sedimentni kompleks Kostajničkog područja predstavlja najzapadniji izdanak Savske suturne zone (SSZ). Analizirana foraminiferska zajednica ukazuje na kasni santon do najraniji kampan. Sedimentni slijed u donjem dijelu karakteriziraju Scaglia vapnenci, dok prema gore raste udio siliciklastičnog i vulkanskog materijala. Magmatske stijene klasificirane su kao hidrotermalno alterirani bazalti, odnosno spiliti, s mineralnom asocijacijom karakterističnom za uvjete od zeolitnog do facijesa zelenih škriljavaca. Geokemijski pripadaju E-MORB tipu i upućuju na parcijalno taljenje obogaćenog plaštnog izvora u prijelaznoj zoni spinelskog i granatskog peridotita. Teksturne značajke upućuju na brzo izdizanje i hlađenje magme.

Bazalti Kostajničkog područja pokazuju velike geokemijske sličnosti s bazaltima sjeverne Kozare i Požeške gore, što upućuje na zajednički i relativno uniforman toleiitski obogaćeni plaštni izvor zapadnog dijela SSZ-a. Nasuprot tome, bazične stijene Ripnja i Klepe pokazuju izraženiju HREE frakcionaciju i povišene koncentracije HFSE, što ukazuje na dublje izvore taljenja i potvrđuje geokemijsku varijabilnost duž SSZ-a. Dobiveni podaci upućuju na razvoj magmatizma Kostajničkog područja unutar reduciranog oceanskog prostora zapadnog dijela SSZ-a, interpretiranog kao Savski ocean, u uvjetima gornjokredne kose kolizije.

Termalna evolucija šireg područja pokazuje različit intenzitet termalnog overprinta. Na području Zrinske gore procijenjene maksimalne post-taložne temperature iznose 120–150 °C, dok su na Trgovskoj gori dosezale 250–270 °C. Tektonska i termalna evolucija izdvojena je u četiri glavne faze: (1) kasnokredni niskotemperaturni overprint SSZ-a; (2) paleocensko–ranoeocensko napredovanje navlaka; (3) postkolizijska ekshumacija tijekom kasnog eocena i oligocena, povezana s relaksacijom nakon kolizije, delaminacijom i rollbackom Jadranske ploče; te (4) kasnooligocensko–miocenska reaktivacija starijih navlaka i ekshumacija povezana s lateralnom ekstruzijom bloka ALCAPA i razvojem Panonskog bazena.



Rekonstrukcija T-t dijagrama izrađena na temelju starosti dobivenih metodom (U-Th)/He na apatitima i cirkonima te procijenjenih post-taložnih temperatura na temelju refleksije vitrinita za karakteristične geološke jedinice šireg područja Zrinske gore i Trgovske gore, koje obuhvaćaju: i) karbonatnu jedinicu, ii) jurski ofiolitski melange-kompleks, iii) gornjokredne jedinice vulkanosedimentnog kompleksa Kostajničkog područja i iv) paleogensku predgorsku jedinicu središnjeg dijela Zrinske gore. Isprekidane strelice prikazuju pretpostavljeni termalni put, dok pune strelice prikazuju najvjerojatniji termalni put. Kvadrati označavaju srednje vrijednosti dobivenih starosti, a horizontalne linije raspon starosti. Oznaka NW ZG odnosi se na sjeverozapadni dio Zrinske gore, dok SE ZG označava jugoistočni dio Zrinske gore. Dijagram uključuje i mogući termalni utjecaj granitne intruzije (27 Ma) na pješčenjake Kozare. Brojevi označavaju interpretirane tektonske faze (pogledaj tekst)

NOVI DOKTORI ZNANOSTI

In memoriam: prof. emeritus Darko Mayer (1945. – 2026.)

Zoran Nakić, Kristijan Posavec, Jelena Parlov, Dario Perković, Željko Duić, Zoran Kovač, Laura Bačani



Prof. Darko Mayer

S dubokim poštovanjem i iskrenom zahvalnošću opraštamo se od *profesora emeritusa* Darka Mayera, koji nas je napustio 4. travnja 2026. godine. Bio je umirovljeni redoviti profesor u trajnom izboru Sveučilišta u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftnoga fakulteta, *profesor emeritus* Sveučilišta u Zagrebu, istaknuti znanstvenik i stručnjak u području hidrogeologije, dugogodišnji nastavnik te bivši dekan našega Fakulteta. Njegovim odlaskom hrvatska znanstvena i akademska zajednica, a osobito područje hidrogeologije, vodnoga gospodarstva i zaštite okoliša, izgubila je jednoga od svojih najuglednijih i najutjecajnijih predstavnika.

Profesor Darko Mayer rođen je 6. ožujka 1945. godine u Zagrebu, u kojemu je proveo cjelokupno školovanje i veći dio svojega životnog i profesionalnog puta. Na Rudarsko-geološko-naftnome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirao je 1971. godine, završivši studij na smjeru *Inženjerska geologija, hidrogeologija i tehnička petrografija*. Nakon odsluženja vojnog roka, u siječnju 1973. godine zapošljava se na istom Fakultetu kao asistent, čime započinje njegov znanstveno-nastavni put koji će trajati gotovo četiri desetljeća i biti neraskidivo vezan uz Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

Poslijediplomski studij Sveučilišta u Zagrebu iz područja geologije, smjer *Hidrogeologija*, završio je 1977. godine, a doktorat znanosti stekao je 1980. godine, obranivši disertaciju pod naslovom ***Mogućnost zagađivanja vodonosnih slojeva kao posljedica hidrodinamičkih značajki na području užeg porječja Save u SR Hrvatskoj***. Već u toj ranoj fazi njegova znanstvenog rada jasno su se oblikovale teme koje će obilježiti čitav njegov profesionalni opus: kvaliteta i zaštita podzemnih voda, ranjivost vodonosnih sustava te povezanost hidrogeoloških procesa s prostornim planiranjem i ljudskim djelovanjem.

U znanstveno-nastavnome napredovanju redovito je prolazio sva zvanja: u zvanje docenta izabran je 1981. godine, izvanrednoga profesora 1986. godine, redovitoga profesora 1993. godine, a 1998. godine u trajno zvanje redovitoga profesora. Godine 2010. odlazi u mirovinu, a Sveučilište u Zagrebu 2014. godine dodjeljuje mu počasno zvanje *profesor emeritus*, čime je formalno potvrđen njegov izniman doprinos razvoju Fakulteta, Sveučilišta te hrvatske znanstvene i stručne zajednice u cjelini.

Kao hidrogeolog, profesor Mayer bio je jedan od ključnih i najutjecajnijih stručnjaka svoje generacije u Republici Hrvatskoj. Najveći dio svojega radnoga vijeka posvetio je pitanjima istraživanja podzemnih voda, njihove kakvoće, zaštite i održivoga korištenja. Posebno se isticao u istraživanjima ranjivosti vodonosnika, određivanju zona sanitarne zaštite izvorišta, problematici onečišćenja podzemnih voda te u razvoju koncepata njihove dugoročne zaštite i restauracije. Njegov znanstveni i stručni rad ostavio je trajan pečat u hrvatskoj hidrogeologiji, ali i u praktičnim rješenjima u području vodnoga gospodarstva.

Profesor Mayer bio je voditelj više znanstvenih projekata, među kojima se ističe projekt ***Eksploatacijske zalihe podzemnih voda Hrvatske***, financiran sredstvima Ministarstva znanosti i tehnologije, kao i bilateralni hrvatsko-makedonski projekt ***Određivanje zona sanitarne zaštite oko štipskog izvorišta vode iz aluviona rijeke Bregalnice prema iskustvu zagrebačkih izvorišta podzemne vode iz aluviona rijeke Save***, u kojemu su primijenjena iskustva zagrebačkih izvorišta podzemne vode iz aluvija rijeke Save. Kao suradnik sudjelovao je u realizaciji niza drugih znanstvenih projekata, uključujući: ***Gospodarenje podzemnim vodama, Analiza hidrogeoloških sustava Hrvatske*** te dugogodišnji projekt ***Evidencija i gospodarenje podzemnim vodama Republike Hrvatske***, proveden u suradnji s Hrvatskim vodama. Njegov znanstveni i publicistički opus iznimno je

opsežan i raznolik. Objavio je više od sedamdeset znanstvenih i stručnih radova u domaćim i međunarodnim časopisima, brojne radove u zbornicima znanstvenih i stručnih skupova, veći broj poglavlja u knjigama, kao i velik broj stručnih tekstova i prikaza. Autor je dviju značajnih knjiga: ***Kvaliteta i zaštita podzemnih voda*** (1993.) te ***Voda od nastanka do upotrebe*** (2004.), koje su postale važno referentno štivo ne samo za studente i stručnjake, nego i za širu javnost zainteresiranu za problematiku voda i okoliša.

Osim znanstvenih radova, profesor Mayer ostavio je iznimno vrijedan trag i kroz stručni rad, koji se ogleda u autorstvu ili voditeljstvu više od stotinu raznovrsnih elaborata, studija, projekata i stručnih izvješća. Bio je glavni voditelj i koordinator državne polidisciplinarne studije *Južni tok*, čiji su zaključci s vremenom postajali sve aktualniji, osobito u kontekstu zaštite okoliša i vodnih resursa.

Obnašao je dužnost člana stručne komisije Izvršnoga vijeća Skupštine grada Zagreba za ocjenu *Studije o utjecaju na okoliš sanitarne deponije komunalnog otpada prema prostornome planu grada Zagreba u razdoblju od 1987. do 1991. godine*, kao i dužnost člana i zamjenika predsjednika stručne komisije Izvršnoga vijeća Skupštine grada Zagreba za ocjenu *Studije o utjecaju na okoliš pogona Pliva na lokaciji Kalinovica* 1992. godine. Iste je godine bio i član radne skupine Izvršnoga vijeća Skupštine grada Zagreba zadužene za iniciranje izmjena *Pravilnika o zaštitnim mjerama i uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite izvorišta vode za piće*, čime je izravno pridonio oblikovanju sustava zaštite vodnih resursa u Republici Hrvatskoj.

U nastavku svojega stručnog djelovanja bio je član recenzentske skupine za praćenje rada na izradi *Osnovne inženjerskogeološke karte Hrvatske* te *Osnovne hidrogeološke karte Hrvatske* u razdoblju od 1996. do 1997. godine, kao i član recenzentske skupine Ministarstva znanosti i tehnologije za ocjenu rada javnih instituta 1996. godine. Također je sudjelovao kao recenzent znanstveno-istraživačkih projekata prijavljenih na natječaje Ministarstva znanosti i tehnologije 1997. godine. Bio je član u petnaestak povjerenstava Ministarstva zaštite okoliša, prostornoga uređenja i graditeljstva za ocjenu studija utjecaja na okoliš, član povjerenstva za polaganje stručnoga ispita za samostalno obavljanje geoloških istraživanja pri Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa te član povjerenstva Senata Sveučilišta u Zagrebu za izbor akademika prof. dr. sc. Milana Heraka u počasno zvanje *profesor emeritus*.

Jednako snažan bio je i njegov nastavni doprinos. Profesor Mayer sudjelovao je u osmišljavanju i izvođenju nastave na više studijskih programa Rudarsko-geološko-naftnoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, kao i na zajedničkim i interdisciplinarnim studijima drugih sastavnica Sveučilišta u Zagrebu. Nastavu je izvodio na dodiplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima iz područja geološkog inženjerstva i rudarstva, pri čemu je posebnu pozornost posvećivao povezivanju temeljnih hidrogeoloških znanja s njihovom primjenom u zaštiti okoliša i vodnom gospodarstvu. Na dodiplomskim studijima predavao je kolegije: ***Inženjerska geologija i hidrogeologija*** studentima geologije Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, ***Hidrogeologija i inženjerska geologija*** studentima rudarstva Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (smjer Geotehnika), kao i kolegij ***Inženjerska geologija i hidrogeologija*** na Zajedničkom studiju geologije Sveučilišta u Zagrebu za sve smjerove. Također je izvodio kolegij ***Zaštita podzemnih voda*** na Zajedničkom studiju geologije (smjer Inženjerska geologija i hidrogeologija) te kolegij ***Projektiranje hidrogeoloških istraživanja*** studentima geologije na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na diplomskim studijima Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu nastavu je izvodio na studiju *Geološkog inženjerstva*, smjer *Hidrogeologija i inženjerska geologija*, gdje je predavao kolegije ***Zaštita podzemnih voda***, ***Hidrogeologija krša*** i ***Projektiranje hidrogeoloških istraživanja***. Na diplomskom studiju Rudarstva predavao je kolegij ***Zaštita voda*** na smjeru *Zbrinjavanje i odlaganje otpada* te kolegij ***Hidrogeologija*** na smjeru *Geotehnika*. Na poslijediplomskim studijima profesor Mayer imao je iznimno važnu ulogu u oblikovanju i izvođenju specijalističke i doktorske nastave. Na doktorskom studiju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, smjer *Geološko inženjerstvo*, predavao je kolegije

Identifikacija krških vodonosnih sustava i ***Koncepti zaštite i restauracije podzemnih voda***, dok je na poslijediplomskom specijalističkom interdisciplinarnom studiju *Ekoinženjerstvo* Sveučilišta u Zagrebu izvodio kolegij ***Zaštita podzemnih voda.*** Također je bio nositelj kolegija ***Zaštita podzemnih voda*** na poslijediplomskom studiju geološkog inženjerstva te kolegija ***Kvaliteta i zaštita podzemnih voda*** na poslijediplomskom studiju rudarstva Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Profesor Mayer bio je mentor pri izradi šest doktorskih disertacija, više magistarskih radova te gotovo pedeset diplomskih radova, a kao član povjerenstava sudjelovao je u obrani znatno većeg broja završnih i diplomskih radova. Njegov mentorski rad obilježavali su visoki kriteriji, temeljitost i kontinuirana podrška mladim istraživačima, koje je poticao na samostalno razmišljanje i interdisciplinarni pristup. Osim znanstveno-nastavne djelatnosti, profesor Mayer dao je izniman doprinos institucionalnom razvoju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Sveučilišta. Obnašao je niz odgovornih funkcija: bio je predsjednik Savjeta Fakulteta u dva mandata (od 1984. do 1988. godine), direktor Instituta za geologiju i mineralne sirovine Sveučilišta u Zagrebu u dva mandata (od 1988. do 1991. godine), predsjednik Znanstveno-nastavnoga vijeća *Zajedničkoga studija iz područja geologije* Sveučilišta u Zagrebu i član Senata Sveučilišta u Zagrebu (od 1991. do 1995. godine), predstojnik Zavoda za inženjersku geologiju, hidrogeologiju i geologiju nafte i ugljena (od 1995. do 1996. godine) te dekan Rudarsko-geološko-naftnoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u dva mandata (od 1996. do 2000. godine), uz dodatno razdoblje u ulozi vršitelja dužnosti dekana (2001. godine). U svim je tim ulogama pokazivao odgovornost, staloženost i duboko razumijevanje akademske zajednice.

Bio je iznimno aktivan i u radu strukovnih društava: obnašao je dužnosti tajnika, dopredsjednika i predsjednika Hrvatskoga društva za zaštitu voda i mora, bio dugogodišnji član Hrvatskoga geološkog društva te član uredništva časopisa Hrvatske vode, kojemu je dao snažan urednički i stručni pečat.

Za svoj je rad primio i značajna društvena priznanja, među kojima se posebno ističe odlikovanje **Redom Danice hrvatske s likom Nikole Tesle**, koje mu je 1997. godine dodijeljeno za sveukupni znanstveni, stručni i društveni doprinos, kao i priznanje **Charta Rabuziana** za 1994. godinu, dodijeljeno za poseban doprinos zaštiti prirode i okoliša.

Unatoč impresivnom profesionalnom opusu, profesora Darka Mayera najviše ćemo pamtiti kao iznimnoga čovjeka. Bio je srdačan, jednostavan, pristojan i nenametljiv, uvijek otvoren za razgovor i spreman pomoći studentima i kolegama. Krasili su ga vedrina duha, ljudska toplina i senzibilnost prema svima koji su se nalazili u potrebi. Imao je duboko ukorijenjen osjećaj odgovornosti prema ustanovi kojoj je pripadao i prema ljudima s kojima je radio.

Njegov je život bio neraskidivo vezan uz vodu, ne samo profesionalno, već i kroz njegovu veliku životnu strast – jedrenje. Na moru je pronalazio istinski mir i slobodu, a vještina upravljanja jedrilicom bila je preslika njegova karaktera: staloženost, preciznost i duboko poštovanje prema prirodnim silama. Ti trenuci pod jedrima bili su mu izvor inspiracije i snage, a tu je ljubav rado dijelio s dragim ljudima, prenoseći na njih dio svojega vedrog duha i optimizma. Svoja znanja i iskustva o osnovama jedrenja i krstarenja nesebično je podijelio kroz znanstvenu monografiju: ***Priručnik za rekreacijsko jedrenje i krstarenje Jadranom***, objavljenu 2014. godine.

Svojom iskrenošću, otvorenom komunikacijom, ali i jasnoćom i čvrstoćom karaktera onda kada je to bilo potrebno, profesor Mayer nebrojeno je puta pokazao da se istinski profesionalni i ljudski autoritet temelji na znanju, poštenju i dosljednosti. U tom je smislu bio, u najpunijem značenju riječi, čovjek i gospodin.

Odlaskom *profesora emeritusa* Darka Mayera Rudarsko-geološko-naftni fakultet izgubio je ne samo istaknutoga znanstvenika i dugogodišnjega nastavnika, nego i jednoga od svojih ključnih stvaratelja. Njegovo znanstveno, nastavno i ljudsko nasljeđe trajno je ugrađeno u identitet Fakulteta i hrvatske hidrogeološke struke.

Za sve što je učinio za znanost, struku, studente i naš Fakultet ostajemo mu iskreno zahvalni. S dubokim

poštovanjem čuvamo uspomenu na profesora Darka Mayera, svjesni da njegov doprinos ostaje trajan.

In memoriam: Dr. sc. Goran Mihelčić (1960. – 2026.)

Neven Cukrov



Dr. sc. Goran Mihelčić

S tugom smo primili vijest da nas je 8. travnja 2026. godine, u 66. godini života, nakon teške bolesti napustio naš kolega dr. sc. Goran Mihelčić, geolog i dugogodišnji znanstvenik Instituta Ruđer Bošković, koji je najveći dio svojega profesionalnog života posvetio istraživanju mora, sedimenta i okoliša istočne obale Jadrana.

Goran Mihelčić rođen je 1960. godine u Puli, a od 1966. živio je u Šibeniku, gradu s kojim je ostao snažno povezan tijekom cijeloga života. U Šibeniku je završio osnovnu školu i gimnaziju, nakon čega je 1978. godine upisao studij geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je 1985. godine radom „Geološki odnosi područja Zatona u srednjoj Dalmaciji“.

Profesionalni put započeo je u INA-Naftaplinu, gdje je radio od 1985. do 1990. godine. Godine 1990. prešao je na Institut Ruđer Bošković, u tadašnji Laboratorij za fizičku kemiju tragova Zavoda za istraživanje mora i okoliša pod vodstvom prof. dr. sc. Marka Branice. U svojem znanstvenom radu bio je posebno vezan uz istraživačku postaju Instituta na Martinskoj kod Šibenika, koja mu je omogućila da znanstveni interes za more i okoliš neposredno poveže s prostorom u kojem je živio.

Poslijediplomski studij oceanologije završio je 1994. godine magistarskim radom posvećenim geokemijskim značajkama Zmajeva oka, jednoga od najzanimljivijih anhijalinih sustava na Jadranu. Goran ga je prvi počeo istraživati, a njegova su istraživanja poslije nastavili i drugi znanstvenici. Doktorsku disertaciju obranio je u svibnju 1999. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu, istražujući geokemijske značajke i raspodjelu metala u sedimentima Morinjskog zaljeva. Upravo su sediment, geokemijski procesi i tragovi čovjekova djelovanja u obalnom okolišu postali jedna od glavnih niti njegova znanstvenog rada. Bavio se raspodjelom metala u tragovima i radionuklida, sedimentološkim i geokemijskim procesima u obalnim sustavima te procjenom antropogenih utjecaja na osjetljive morske ekosustave. Među područjima kojima je posvetio posebnu pozornost bili su Zmajevo oko, Morinjski zaljev, Telašćica te područje estuarija rijeke Krke.

Njegova istraživanja nisu ostala ograničena samo na temeljnu znanost. Goran je dobro shvaćao da geologija i geokemija imaju vrijednost onda kada pomažu razumjeti prostor i omogućuju njegovo razumno korištenje i očuvanje. Posebno je prepoznat njegov dugogodišnji interes za peloidno blato Morinjskog zaljeva. U radu objavljenom u časopisu *Environmental Geochemistry and Health* sa suradnicima je detaljno istražio sedimentološke, fizikalno-kemijske i geokemijske značajke peloida Morinjskog zaljeva te mogućnosti njegova korištenja u balneoterapiji. Rezultati su pokazali da je riječ o materijalu čija svojstva opravdavaju daljnje razmatranje njegove zdravstvene i gospodarske valorizacije.

Slično je znanstveni interes povezivao sa zaštitom prirode i u drugim dijelovima Jadrana. U istraživanjima sedimenta uvale Telašćica analizirao je koncentracije Pb, Cr, Ni, Cu i Zn te prirodnih i antropogenih radionuklida. Takva su istraživanja stvarala znanstvenu podlogu za razumijevanje utjecaja turizma, pomorskog prometa i sidrenja na zaštićene morske prostore te za njihovo održivo upravljanje.

Posebno mu je bila bliska geologija šibenskoga kraja i rijeke Krke. Godine 1999. bio je autor zapažene izložbe „Geološke i paleontološke značajke područja rijeke Krke“, a interes za krš, sedru, speleološke objekte i geološku baštinu Krke pratio ga je tijekom velikog dijela profesionalnog djelovanja.

Tijekom znanstvene karijere usavršavao se na Institutu „Jožef Stefan“ u Ljubljani te na Sveučilištu u Lilleu u Francuskoj, gdje je boravio kao stipendist francuskog programa CIES. Svoja istraživanja predstavljao je na međunarodnim znanstvenim skupovima u Hrvatskoj i inozemstvu, a iza sebe je ostavio više desetaka znanstvenih, stručnih i popularno-znanstvenih radova.

Njegov interes za okoliš nije završavao objavljivanjem znanstvenih radova. Bio je uvjeren da znanstvenik mora biti prisutan i u društvu u kojem djeluje. Bio je pročelnik za ekologiju Matice hrvatske u Šibeniku i Stručnog savjeta časopisa „Eco putokaz“, a sudjelovao je i u inicijativi za osnivanje sveučilišta u Šibeniku. Bio je aktivan i u lokalnom javnom i političkom životu.

Gorana ćemo pamtiti i po njegovoj trajnoj povezanosti sa Šibenikom. Iako rođen u Puli, Šibenik je bio njegov grad, a šibenski i srednjodalmatinski prostor bio je istodobno njegov dom, predmet znanstvene znatiželje i područje za čije se očuvanje i razvoj zauzimao.

Odlaskom Gorana Mihelčića Institut Ruđer Bošković i hrvatska znanstvena zajednica izgubili su kolegu koji je geologiju povezivao s oceanologijom, geokemijom i zaštitom okoliša, a Šibenik čovjeka koji je svoje znanje nastojao staviti u službu sredine kojoj je pripadao. Hvala mu na godinama zajedničkog rada, znanju koje je ostavio i doprinosu razumijevanju i očuvanju našega mora i okoliša.

Počivao u miru.

In memoriam: Vladimir Zebec (14. 7. 1944. – 21. 6. 2026.)

Biserka Radanović-Gužvica

Premda smo znali da se posljednjih nekoliko godina borio s ozbiljnim zdravstvenim poteškoćama, u nevjerici smo primili tužnu vijest da nas je napustio naš dragi kolega, suradnik i prijatelj Vlado.



Vladimir Zebec

Vladimir Zebec rođen je 14. srpnja 1944. godine u Budrovcu kraj Đurđevca. Osnovnu školu završio je u Đurđevcu, a gimnaziju u Bjelovaru. Na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu završio je studij geologije, smjer mineralogija i petrografija. Po završetku studija zaposlio se u ondašnjem Mineraloško-petrografskom muzeju, današnjem odjelu Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu. Akademski stupanj magistra prirodnih znanosti stekao je na Sveučilištu u Zagrebu Prirodoslovno-matematičkom fakultetu obranivši magistarski rad pod naslovom „Epidot iz Smilevskog Dola kraj Dunja u Selečkoj Planini (Makedonija)“.

Tijekom dugogodišnjeg rada u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju bio je posvećen i znanstveno-istraživačkoj i muzejskoj djelatnosti. Na mnogobrojnim terenskim istraživanjima po Makedoniji, Kosovu, Bosni i Hrvatskoj prikupljao je mineraloški i petrografsku građu koju je zatim detaljno i sustavno obrađivao, analizirao i determinirao. Takvim pristupom obogatio je brojne postojeće muzejske zbirke minerala i stijena, a neke su i nastale upravo zahvaljujući njemu, kao primjerice Zbirka mineralne parageneze Donjeg Orešja, Medvednica. Sate i sate Vlado je provodio u mraku „crne sobe“ mjereći sitne kristaliće različitih vrsta minerala pomoću goniometra kako bi odredio njihovu preciznu morfologiju i izračunao kristalografske parametre, ili pak

izdvajajući uz pomoć lupe malobrojna zrnca rijetkih minerala koje je tek trebalo determinirati, a neke čak i otkriti kao nove vrste minerala. Posebna specijalnost bila mu je utvrđivanje genetskih odnosa među mineralima koji su se pojavljivali zajedno i precizno određivanje njihovih kristalografskih položaja koji su ukazivali na epitaksije, pseudomorfoze i druge pojave i zakonitosti koje vladaju svijetom minerala. Kao kruna takvog opsežnog sustavnog rada ističe se monografija posvećena mineralnoj paragenezi rudnika olova i cinka Stari Trg (Trepča) na Kosovu.

Vlado je bio izvrstan suradnik, i to ne samo kolegama kustosima, nego je ostvario plodnu znanstvenu suradnju s kolegama mineralozima s Mineraloško-petrografskog zavoda Sveučilišta u Zagrebu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, kao i suradnju s mineralozima iz drugih domaćih i stranih institucija.

Vlado je bio odličan učitelj koji je s lakoćom prenosio svoje bogato znanje i iskustvo iz praktične mineralogije na svoje mlađe kolege Davorina, Marina, Dragana, Biserku, Damira, Snježanu i Ivana. Također, dugi je niz godina predavao kolegij Mineralogija na Sveučilištu u Zagrebu Šumarski fakultet.

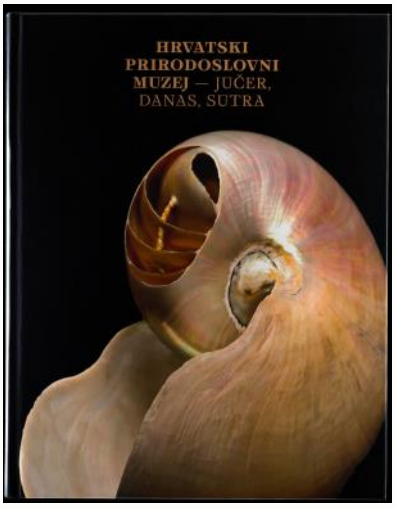
Kao osoba Vlado je bio vrlo pristupačan i jednostavan, uvijek dobronamjeran i spreman pružiti podršku ili nesebičnu pomoć. Volio je prirodu i uvijek se prema njoj odnosio s velikim poštovanjem i razumijevanjem. Uz minerale i stijene posebno ga je zanimala botanika, izvrsno je poznavao vrste drveća i drugog šumskog bilja. U šali je za sebe znao reći da je najbolji botaničar među živućim mineralozima (misleći pritom da je Kišpatić bio bolji) i najbolji mineralog među botaničarima. Na svom imanju u rodnom Budrovcu Vlado je zasadio stotine i stotine raznovrsnog drveća i stvorio vlastiti arboretum. Još i danas mi je pred očima slika Vladinog velikog ruksaka odloženog u uglu radne sobe iz kojega su virile poveće sadnice spremne da petkom poslijepodne otputuju do Budrovca.

Naš dragi Vlado preminuo je 21. lipnja 2026. godine, a tužna vijest do nas je stigla gotovo tri mjeseca kasnije. U međuvremenu sam se nadala da će nas još jednom posjetiti, pogledati izložbu posvećenu Miji Kišpatiću i da ću mu tom prilikom pokloniti katalog izložbe. Danas mi je posebno žao što se taj susret nije dogodio i što tada još nismo znali da više nećemo imati priliku sresti ga. Ostaje nam zahvalnost za godine zajedničkog rada, za znanje i iskustvo koje je nesebično dijelio s nama te, prije svega, za uspomene na čovjeka i kolegu kojeg ćemo pamtiti s poštovanjem i toplinom.

Osvrt na monografiju Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra (2024.) i najava Spomenice Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja (2028.)

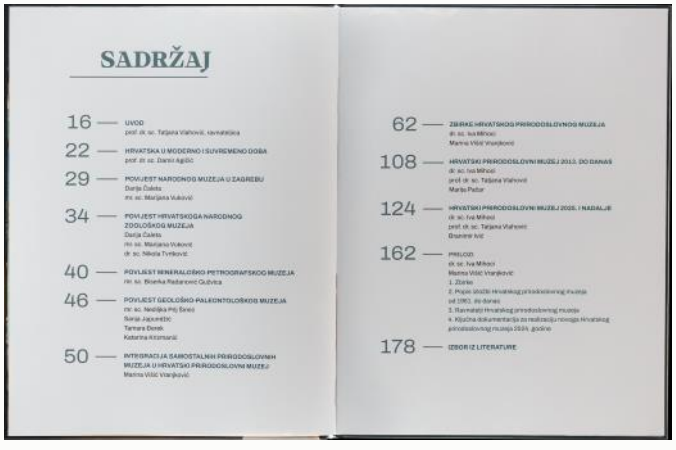
Iva Mihoci i Tatjana Vlahović

Monografija *Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra* jedno je od novijih izdavačkih ostvarenja hrvatske muzejske zajednice. Objavljena povodom završetka cjelovite obnove Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja (2021.-2024.) i otvorenja novoga stalnog postava, ova publikacija nadilazi okvire klasične obljetničke monografije. Ona nije pregled povijesti ustanove, nego sinteza 180 godina razvoja hrvatskoga prirodoslovlja, muzeologije i čuvanja prirodoslovne baštine predstavljena na 184 stranice. Znanstveno i dokumentarno vrijedna i muzeološki promišljena, monografija donosi pregled razvoja Muzeja, njegovih zbirki, znanstvenih postignuća i infrastrukturne transformacije te artikulira njegovu suvremenu misiju i razvojnu viziju.



Naslovnica monografije Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra (Tin Rožman)

Kompozicija monografije vodi čitatelja kroz povijest ustanove kao kroz pažljivo osmišljenu muzeološku cjelinu. Nakon uvodnog poglavlja slijedi prikaz društvenih i povijesnih okolnosti nastanka hrvatskih nacionalnih institucija, razvoj Narodnoga muzeja i njegovih prirodoslovnih sastavnica, proces objedinjavanja samostalnih prirodoslovnih muzeja u današnji Hrvatski prirodoslovni muzej, razvoj pojedinih prirodoslovnih disciplina te pregled zbirki. Završna poglavlja usmjerena su prema suvremenosti i budućnosti – obnovi spomeničke palače Amadeo, realizaciji novoga stalnog postava i strateškom razvoju Muzeja. Dokumentarnu vrijednost imaju prilozi koji donose pregled zbirki, izložbi, ravnatelja te ključne dokumentacije vezane uz realizaciju novoga muzeja, čime publikacija prerasta u trajni referentni izvor za buduća istraživanja.


SADRŽAJ

16 — UVOD
22 — HRVATSKA U MODERNO I SUVREMENO DOBA
29 — POVIJEST NARODNOG MUZEJA U ZAGREBU
34 — POVIJEST HRVATSKOGA NARODNOG ZOOLOŠKOG MUZEJA
40 — POVIJEST MINERALOŠKO-PETROGRAFSKOG MUZEJA
46 — POVIJEST GEOLOŠKO-PALEONTOLOŠKOG MUZEJA
50 — INTEGRACIJA SAMOSTALNIH PRIRODOSLOVNIH MUZEJA U HRVATSKI PRIRODOSLOVNI MUZEJ
62 — ZBIRKE HRVATSKOG PRIRODOSLOVNOG MUZEJA
108 — HRVATSKI PRIRODOSLOVNI MUZEJ 2013. DO DANAS
124 — HRVATSKI PRIRODOSLOVNI MUZEJ 2020. I NADALJE
162 — PRILOZI
178 — IZBOR IZ LITERATURE

Pregled sadržaja monografije Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra (Tin Rožman)

Monografija uspješno povezuje povijest Muzeja s razvojem hrvatske prirodoslovne znanosti. Institucionalna povijest nije prikazana izolirano, nego kao sastavni dio razvoja geologije, paleontologije, mineralogije, zoologije i botanike u Hrvatskoj. Posebno mjesto pripada istaknutim prirodoslovcima poput Ljudevita Vukotinovića, Gjure Pilara, Dragutina Gorjanovića-Krambergera, Mije Kišpatića i Augusta Langhoffera čiji su rad i znanstvena ostavština oblikovali temelje hrvatske prirodoslovne baštine. Na taj način monografija prerasta okvire muzejske publikacije i postaje

vrijedan prilog historiografiji hrvatske znanosti.

Završna poglavlja svjedoče o transformaciji Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja u suvremenu nacionalnu ustanovu koja svoju djelatnost temelji na zaštiti zbirki, znanstvenim istraživanjima, edukaciji, digitalnim tehnologijama, pristupačnosti i aktivnoj komunikaciji s javnošću. Obnova nakon zagrebačkog i petrinjskog potresa te realizacija novoga stalnog postava predstavljeni su ne samo kao zahtjevan građevinski i muzeografski pothvat, nego i kao simbol nove razvojne ere ustanove. Novi stalni postav, koji objedinjuje gotovo pet tisuća izložaka iz više od osamdeset zbirki, uz suvremene multimedijske sadržaje i interpretacijske modele, potvrđuje sposobnost Muzeja da prirodoslovnu baštinu predstavi na način koji je znanstveno vjerodostojan, muzeološki suvremen i komunikacijski privlačan.

Iz muzeološke perspektive monografija je osobito vrijedna jer prirodoslovne zbirke ne promatra kao statičan fundus, nego kao polazište za stvaranje značenja i novih vrijednosti – katalizator razvoja, istraživanja i učenja. Predmeti postaju nositelji priča o nastanku Zemlje, evoluciji života, razvoju znanstvene misli i odnosu čovjeka prema prirodi. Time se jasno potvrđuje suvremeno shvaćanje prirodoslovnog muzeja kao prostora istraživanja, interpretacije i dijaloga s društvom, a ne samo mjesta čuvanja baštine. Muzej postaje mjesto u kojem u dijalogu s društvom nastaju nove vrijednosti.

Vizualno oblikovanje monografije je dojmljivo. Bogat fotografski materijal, suvremen grafički dizajn i vrhunska reprodukcija prirodoslovnih predmeta ne služe samo ilustriranju teksta, nego postaju njegov ravnopravan interpretacijski sloj. Fotografije zbirki, arhivske građe, povijesnih postava i obnovljenoga Muzeja omogućuju čitatelju da razvoj ustanove prati ne samo kroz tekst nego i kroz pažljivo oblikovan vizualni narativ. Vizualni narativ ima okosnicu u 207 impresivnih fotografija.



Bogata fotodokumentarna građa muzejske monografije (Tin Rožman)

Posebnu vrijednost publikaciji daje interdisciplinarni autorski pristup. Monografija okuplja brojne stručnjake različitih znanstvenih područja, čime vjerno odražava složenost djelovanja Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja. Urednice, prof. dr. sc. Tatjana Vlahović i dr. sc. Iva Mihoci, objedinile su različite autorske perspektive u cjelinu, dok je urednica redakcije Jasminka Poklečki Stošić osigurala jasnoću i visoku

razinu jezične i uredničke obrade.

Autorski doprinosi slijede područja stručnosti pojedinih autora. Tatjana Vlahović potpisuje uvodno poglavlje, Damir Agičić donosi društveno-povijesni kontekst razvoja Hrvatske, Darija Ćaleta, Marijana Vuković i Nikola Tvrtković obrađuju povijest Narodnoga muzeja i Hrvatskoga narodnog zoološkog muzeja, Biserka Radanović Gužvica prikazuje razvoj Mineraloško-petrografskog muzeja, dok Nediljka Prlj Šimić, Sanja Japundžić, Tamara Đerek i Katarina Krizmanić obrađuju povijest Geološko-paleontološkog muzeja. Marina Višić Vranjković analizira proces integracije prirodoslovnih muzeja, a suvremeni razvoj ustanove, njezine zbirke i razvojne smjernice zajednički obrađuju Iva Mihoci, Tatjana Vlahović, Marina Višić Vranjković, Marija Pačar i Branimir Ivić. Takav autorski koncept nije samo pregled različitih tema, nego odraz stručnog znanja koje proizlazi iz dugogodišnjega rada na zbirkama i razvoju Muzeja.

Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra stoga nije samo monografija jedne ustanove. Ona je kronika razvoja hrvatskoga prirodoslovlja, svjedočanstvo o ulozi Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u očuvanju prirodoslovne i paleoantropološke baštine i promišljanje njegove buduće društvene uloge. Istodobno ukorijenjena u bogatoj tradiciji i usmjerena prema izazovima 21. stoljeća, ova publikacija pokazuje da prirodoslovni muzej nije tek mjesto čuvanja zbirki, nego prostor u kojem se znanstvena baština neprestano reinterpretira, nadopunjuje i prenosi novim generacijama. Monografija predstavlja trajnu točku hrvatske muzeološke i prirodoslovne literature te reprezentativno izdanje koje dostojno predstavlja Hrvatski prirodoslovni muzej kao nacionalnu središnju ustanovu za prirodoslovlje i suvremeni europski muzej okrenut budućnosti.

Prirodan nastavak monografije *Hrvatski prirodoslovni muzej – jučer, danas, sutra* i njezinu sadržajnu nadogradnju predstavit će **Spomenica Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja**, čije se predstavljanje očekuje krajem 2028. godine. Dok monografija donosi cjelovit pregled gotovo dvostoljetnog razvoja ustanove, njezinih zbirki, znanstvenih postignuća i muzeološke transformacije, *Spomenica* će trajno zabilježiti institucionalno pamćenje Muzeja kroz ljude, događaje, procese i svakodnevni život ustanove. *Spomenica* neće biti samo knjiga o Muzeju, nego knjiga koja će čuvati njegov identitet, stručnu baštinu i vrijednosti koje su oblikovale jednu od najstarijih hrvatskih kulturnih i znanstvenih institucija.

Središnje mjesto *Spomenice* zauzet će ljudi koji su tijekom 180 godina gradili Hrvatski prirodoslovni muzej. Predstavit će profesionalne doprinose kustosa, preparatora, tehničara, knjižničara, dokumentarista, restauratora, edukatora, ravnatelja, administrativnih djelatnika i brojnih vanjskih suradnika koji su svojim znanjem i predanošću oblikovali razvoj Muzeja. Uz kratke stručne biografije, publikacija će sadržavati razgovore i zapise djelatnika koji će približiti svakodnevni život muzeja, njegovu atmosferu i izazove rada sa zbirkama, istraživanjima, izlaganjem i publikom.

Važno mjesto zauzet će priče o nastanku i razvoju prirodoslovnih zbirki. Iza brojnog i raznovrsnog fundusa krije se priča o istraživačima, terenskim ekspedicijama, preparatorskim postupcima, preventivnoj zaštiti, muzeološkoj obradi, znanstvenim otkrićima i dugogodišnjem radu generacija prirodoslovaca. *Spomenica* će dokumentirati okolnosti nastanka i akvizicije najvažnijih zbirki, razvoj i znanstveni značaj zbirki te ulogu pojedinih primjeraka u hrvatskoj i međunarodnoj znanosti. Posebno poglavlje bit će posvećeno izložbama koje su obilježile razvoj Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja. Kroz fotografije, plakate, koncepcije i prikaze najznačajnijih izložaka bit će predstavljen razvoj prirodoslovne muzeologije u Hrvatskoj od prvih stalnih postava do suvremenih multimedijskih interdisciplinarnih izložbi. Time će *Spomenica* postati vrijedan pregled interpretacije prirodoslovne i paleoantropološke baštine tijekom gotovo dva stoljeća. Nezaobilazan dio *Spomenice* činit će bogata fotografska građa muzeja. Arhivske fotografije Muzeja, zbirki, laboratorija, preparatorske radionice, terenskih istraživanja, otvorenja izložbi i svakodnevnoga rada djelatnika omogućit će čitatelju da razvoj ustanove prati kroz autentične vizualne zapise koji će tekstu dati dodatnu dokumentarnu i

emocionalnu vrijednost. Poseban naglasak bit će stavljen na znanstvenu djelatnost Muzeja. Publikacija će donijeti pregled najvažnijih istraživačkih projekata, međunarodnih suradnji, publikacija, doktorskih istraživanja i stručnih dostignuća djelatnika, potvrđujući ulogu Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja kao jedne od vodećih prirodoslovnih istraživačkih ustanova u Hrvatskoj.

Jedna od njezinih cjelina dokumentirat će obnovu Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja nakon zagrebačkog i petrinjskog potresa 2020. godine. Bit će prikazan cjelokupan proces – od evakuacije i preseljenja fundusa, organizacije novih čuvaonica i obnove palače Amadeo do projektiranja i realizacije novoga stalnog postava te ponovnoga otvorenja Muzeja 2024. godine. Fotografije iza kulisa, projektna dokumentacija i misli sudionika trajno će sačuvati jedno od najznačajnijih razdoblja u povijesti ustanove. *Spomenica* će prvi put cjelovito prikazati i nastanak novoga stalnog postava. Dokumentirat će razvoj kustoskih i muzeoloških koncepata, odabir izložaka, izradu modela i rekonstrukcija, razvoj multimedijskih sadržaja te suradnju stručnjaka različitih disciplina. Na taj će način postati vrijedan izvor za buduće kustose, muzeologe i autore izložbi.

Publikacija će sadržavati i vizualno-grafičku kronologiju razvoja Muzeja od njegova osnutka 1846. godine do danas, pregled najvažnijih događaja, zbirki, izložbi, međunarodnih projekata, nagrada i priznanja, kao i izbor najvažnijih arhivskih dokumenata – od prvih inventarnih knjiga i rukopisnih kataloga do projektne dokumentacije obnove i realizacije novoga muzeja. Završni dio *Spomenice* bit će usmjeren prema budućnosti. Predstavit će razvojnu viziju Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja kroz digitalizaciju zbirki, znanstvena istraživanja, virtualnu stvarnost, građansku znanost, međunarodne istraživačke mreže i nove modele interpretacije baštine. Bogata tradicija ustanove povezat će se s izazovima muzeja 21. stoljeća. *Spomenica* Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja bit će trajni zapis institucionalnoga pamćenja i djelo koje će objediniti znanstvenu, muzeološku i kulturnu baštinu Muzeja.

Prikaz izložbe
„Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“

Biserka Radanović-Gužvica, Iva Mihoci i Ivan Razum

U Hrvatskome prirodoslovnom muzeju u Zagrebu je 18. svibnja 2026. godine, na Međunarodni dan muzeja, otvorena izložba „Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“, prva u ciklusu „Velikani hrvatskog prirodoslovlja“. Povod ovoj izložbi su 175. obljetnica rođenja i 100. obljetnica smrti Mije Kišpatića, iznimnog prirodoslovca, znanstvenika, muzealca, učitelja i popularizatora znanosti, začetnika seizmologije i pedologije na našim prostorima.

Autori izložbe, mr. sc. Biserka Radanović-Gužvica, dr. sc. Ivan Razum i dr. sc. Iva Mihoci su kroz osam tematskih izložbenih cjelina dali cjelovit uvid u Kišpatićev znanstveni rad, muzeološki doprinos i ključnu ulogu u popularizaciji znanosti u Hrvatskoj. Izložba pritom posjetiteljima približava samozatajnog čovjeka o kojem se tako malo i tako rijetko govori, a čija je svestrana djelatnost krajem 19. i početkom 20. stoljeća ostavila neizbrisiv trag u prirodoslovlju, znanosti i kulturi našega naroda.

Prva tematska izložbena cjelina predstavlja Kišpatića znanstvenika, jednoga od utemeljitelja hrvatske petrologije i mineralogije. Kišpatić je razvio suvremene metode istraživanja stijena i minerala te sustavnim istraživačkim radom i analitičkim pristupom često preduhitrio tadašnja znanstvena shvaćanja. Iz opsežnog Kišpatićeva znanstvenog opusa izdvojena su četiri jedinstvena znanstvena istraživanja koja ponajbolje ilustriraju Kišpatićevo duboko razumijevanje prirodnih procesa. Prvo od njih je disertacija u kojoj je dokazao da

su poluopali u augit-andezitu iz okolice Gleichenberga u Štajerskoj nastali unutarnjim procesima stijene, čime je osporio tadašnje teorije. Drugo su petrografska istraživanja od Fruške gore do Medvednice, dok je treće istraživanje bosanske serpentinske zone kojim je identificirao ključne dijelove ofiolitne sekvence. Četvrto izdvojeno istraživanje odnosi se na otok Brusnik gdje je Kišpatić pronašao konglomerate s ljušturama recentnih morskih mekušaca, visoko iznad morske razine te zaključio da se radi o nedavnom izdizanju. Uz originalne Kišpatićeve znanstvene radove izloženi su i istraživani primjerci stijena među kojima posebno mjesto zauzima primjerak latit-andezita iz Bad Gleichenberga u Austriji posuđen iz Naturhistorisches Museuma u Beču.



Otvorenje izložbe „Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“ u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju u Zagrebu, fotografirao: Tin Rožman

U drugoj tematskoj izložbenoj cjelini prikazan je Kišpatić kao začetnik seizmologije u Hrvatskoj koji je među prvima na ovim prostorima sustavno bilježio i analizirao potrese. U razdoblju od 1884. do 1907. godine Kišpatić je izradio 24 potresna izvješća u kojima je prikupio i analizirao podatke o čak 1997 potresa, čime je postavio temelj budućim istraživanjima. Pokušavajući razumjeti uzroke potresa, Kišpatić je uspio protumačiti potrese tektonskog podrijetla kao posljedicu dinamičkog razvoja Zemljine kore, oslanjajući se pritom na radove Gjure Pilara. Istaknuto mjesto na izložbi zauzima Karta potresnih pukotina iz Kartografske zbirke Hrvatskog državnog arhiva objavljena 1895. godine. Ta karta rezultat je najvažnijeg Kišpatićeva zaključka o pravilnosti u prostornoj raspodjeli potresa tj. da se potresi javljaju u stalnim područjima duž određenih linija.

Sljedeća tematska izložbena cjelina posvećena je Kišpatiću, začetniku pedologije u Hrvatskoj pa i šire. U vrijeme kad pedologija još nije bila jasno oblikovana, Kišpatić je napisao knjigu „Zemljoznanstvo s obzirom na gospodarstvo i šumarstvo“ u kojoj je tlo promatrao kao prirodnu tvorevinu nastalu dugotrajnim djelovanjem geoloških i bioloških procesa, naglašavajući ulogu matične stijene, klime i organizama u formiranju tla, čime je anticipirao temeljne principe moderne pedologije. Objavljena je 1877. godine, točnije šest godina prije objavljivanja Dokučajevljeve knjige „Ruski černozem“ koja označava formalno utemeljenje pedologije. Uz originalni primjerak Kišpatićeve knjige „Zemljoznanstvo s obzirom na gospodarstvo i šumarstvo“ izložen je i monolit tla - eutrično smeđe tlo iz Lopara na otoku Rabu.

U jednom dijelu izložbe prikazan je Kišpatićev doprinos obrazovanju, od srednjoškolskog, preko sveučilišnog sve do doktorskog studija. U razdoblju od 1873. do 1894. godine Kišpatić je bio učitelj u gimnaziji u Osijeku, zatim u Gospodarskom šumarskom zavodu u Križevcima i naposljetku u Realnoj gimnaziji u Zagrebu. Tijekom svog pedagoškog rada napisao je ili preveo 16 udžbenika iz različitih područja, od biologije, fizike, mineralogije, geologije do geofizike, a neki od njih zauzeli su svoje mjesto na ovoj izložbi. Kao sveučilišni

profesor predavao je 17 kolegija, od petrografije do mineralogije pa čak i kolegij Anatomija i fiziologija bilina. Vrlo je važan i Kišpatićev mentorski rad pri izradi doktorskih disertacija mnogih stručnjaka iz područja geoznanosti.

Posebno je zanimljiva cjelina posvećena Kišpatiću, popularizatoru znanosti. Tijekom svog znanstvenog djelovanja Kišpatić je objavio više od 180 znanstvenih, stručnih i popularnih djela, a od velikog su značaja bila upravo njegova popularna djela iz različitih područja znanosti, od geoznanosti, botanike, zoologije, sve do tehničkih znanosti. Brojni su njegovi popularni članci objavljivani u časopisima onoga vremena, među kojima su Vienac, Dragoljub, Obzor, Smilje, Priroda i mnogi drugi. Među popularnim djelima Mije Kišpatića posebno se ističu njegove opsežne knjige: „Životinje našozemske i njeke tudjozemske“, „Slike iz rudstva“, „Slike iz geologije“, „Iz bilinskoga svieta“, „Kukci“, „Ribe“, „Novovjeki izumi u znanosti, obrtu i umjetnosti“, koje su bile svojevrsni bestselleri onoga doba te su imale veliku prosvjetiteljsku ulogu u narodu. Uz originalne primjerke Kišpatićevih popularnih knjiga izloženi su i odabrani primjerci prirodoslovne muzejske građe iz fundusa Hrvatskog prirodoslovnog muzeja onih vrsta i predmeta čiji su opsežni opisi sadržani u tim knjigama.

U sljedećoj izložbenoj cjelini istaknut je Kišpatićev doprinos arheologiji kroz djelo „Predhistorijsko kamenito orudje iz narodnoga muzeja u Zagrebu” objavljeno 1886. godine. Ono predstavlja jedan od najranijih pokušaja sustavne obrade prapovijesnih nalaza pronađenih na području Hrvatske. Kao vrstan petrolog Kišpatić je izvršio vrlo detaljnu petrološku analizu materijala korištenog za izradu kamenog oruđa koja mu je omogućila da, određujući vrste stijena od kojih je kameno oruđe izrađeno i uočavajući njihove specifičnosti, odredi s kojih nalazišta one potječu. Znajući izvor tih stijena, Kišpatić je zaključio da je morao postojati put kojim je to oruđe putovalo s istoka na zapad i obrnuto, a taj put bila je rijeka Sava. Na izložbi značajno mjesto zauzimaju muzejski predmeti, ulomci sjekira i čekića iz Zbirke nalaza bakrenog doba (eneolitika), posuđeni iz fundusa Arheološkog muzeja u Zagrebu.

Jedan dio izložbe naglašava Kišpatića kao muzealca čija je muzejska djelatnost i ostavština najbolje ilustrirana zbirkama kojima je obogatio fundus ondašnjega Narodnog muzeja. Početkom 20. stoljeća Kišpatić je otkupom pribavio više stotina izuzetno lijepih i vrijednih primjeraka minerala iz najpoznatijih svjetskih nalazišta, među kojima se ističu brojni tipski lokaliteti- lokaliteti iz kojih potječu primjerci na kojima je po prvi put opisana pojedina vrsta minerala ili su upotpunjeni podaci za već poznatu vrstu minerala. Posebno značenje ima i Kišpatićeva Zbirka vezuvskih lava iz 1895. godine, koju je sam prikupio prema naputcima čuvara opservatorija na Vezuvu, vulkanu pokraj Napulja u južnoj Italiji, koji se nalazi unutar velike kaldere nastale erupcijom i urušavanjem starijeg vulkana Somme. Ta zbirka sadrži više od 250 primjeraka lava, tufova i vulkanskih bombi kronološki razvrstanih prema godištima erupcija, od prve zabilježene erupcije 24. kolovoza 79. godine, tijekom koje su uništeni rimski gradovi Pompeji, Herkulanej i Stabije. Izborom primjeraka minerala i stijena iz dviju spomenutih zbirki upotpunjena je ova tematska cjelina.

Posljednja tematska cjelina osvjetljava Kišpatićevu osobnost o kojoj znamo na temelju zapisa njegovih suvremenika ili njegovih sljedbenika bilo da su ga osobno poznavali, ili da su stvorili vlastiti doživljaj proučavajući njegovu bogatu ostavštinu. Brojne poznate osobe iz hrvatskih znanstvenih krugova, poput Frana Tućana, Luke Marića, Vande Kochansky-Devide, Stjepana Šćavničara, Vladimira Majera, Dragutina Skoke, Vladimira Bermanca i drugih, pisale su o Miji Kišpatiću fokusirajući se posebice na pojedini aspekt njegovog djelovanja, bilo geološki, petrografski, mineraloški, seizmološki, pedološki, botanički, zoološki, ili pak u području humanističkih ili tehničkih znanosti. Osim stručnog djelovanja, mnogi su od njih isticali i to da je Kišpatić bio iznimno skroman i samozatajan čovjek te bi se pritom prisjetili nekog detalja iz njegova života koji to potvrđuje. Izložba donosi niz vrlo zanimljivih citata iz članaka o Miji Kišpatiću čiji su autori neki od ranije spomenutih znanstvenika.

Osim pregleda originalnih znanstvenih članaka, knjiga i karata te jedinstvenih primjeraka minerala,

stijena i druge muzejske građe, posjetitelji su mogli „prolistati“ digitalne inačice većine Kišpatićevih objavljenih knjiga i članaka. Time im je bilo omogućeno da se neposredno upoznaju s njegovim izvornim djelima, što predstavlja jednu od posebnih vrijednosti izložbe.

Uz izložbu „Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“ objavljen je istoimeni katalog izložbe čiji sadržaj prati tematske izložbene cjeline predstavljene na izložbi i upotpunjuje ih opsežnim tekstovima koji donose niz dodatnih podataka i objašnjenja za bolje razumijevanje znanstveno-istraživačkih dostignuća, pionirskih pothvata u seizmologiji i pedologiji, pedagoške i muzeološke djelatnosti, doprinosa arheologiji kao i znanstveno -popularnog djelovanja Mije Kišpatića. Autori tekstova u katalogu su mr. sc. Biserka Radanović-Gužvica, dr. sc. Ivan Razum, dr. sc. Iva Mihoci, dr. sc. Igor Boršić i dr. sc. Draško Holcer.

I za kraj treba istaknuti da je izložba jedan od pokušaja da se Mijo Kišpatić otrgne zaboravu i da se istakne njegova važnost koja je dugi niz godina bila potisnuta, ponajprije njegovom samozatajnošću za života, a potom nedovoljnim isticanjem njegova ustrajnog sustavnog rada i genijalnog analitičkog pristupa, koji su rezultirali dubokim razumijevanjem prirode daleko ispred vremena u kojem je živio.

Izložba „Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“ gostovat će, u organizaciji Rektorata Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, u prostoru Fakulteta agrobiotehničkih znanosti. Svečano otvorenje izložbe održat će se povodom Dana grada Osijeka, 2. prosinca 2026., a posjetitelji će je moći razgledati do siječnja 2027. godine.

Osvrt na predstavljanje kataloga izložbe „Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“

Biserka Radanović-Gužvica, Iva Mihoci i Ivan Razum

U Hrvatskom prirodoslovnom muzeju 10. lipnja 2026. godine održano je svečano predstavljanje kataloga izložbe „Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“, u sklopu interpretacijskog programa „Kišpatić u podne“. Događanje je organizirano povodom 175. obljetnice rođenja i 100. obljetnice smrti Mije Kišpatića, prvoga hrvatskog doktora prirodnih znanosti, istaknutog mineraloga, petrografa, prirodoslovca i dugogodišnjeg ravnatelja Mineraloško-petrografskog muzeja u Zagrebu.

Svečanosti su nazočili brojni uglednici iz akademske, znanstvene, kulturne i javne zajednice, među kojima su bili akademik Andrija Mutnjaković, akademik Vitomir Šunjić sa suprugom, akademik Ferdo Bašić, akademik Vjekoslav Jerolimov, akademkinja Katarina Horvat-Levaj, akademik Goran Durn, prof. dr. sc. Mislav Grgić, prof. dr. sc. Damir Zorić, predsjednik Matice hrvatske i veliki meštar Družbe „Braća Hrvatskoga Zmaja“, počasni doktor znanosti Vladimir Šeks, kao i drugi predstavnici znanstvenih, kulturnih i obrazovnih ustanova te prijatelji Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja.

Program je otvorila flautistica Ana Benić Šalinović, izvodeći Hotteterreov Échos za flautu solo, čime je stvorena svečana i dostojanstvena atmosfera primjerena obilježavanju velike obljetnice hrvatske znanstvene baštine.

U ime izdavača okupljenima se obratila prof. dr. sc. Tatjana Vlahović, ravnateljica Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja, naglasivši važnost sustavnog istraživanja, očuvanja i predstavljanja nacionalne prirodoslovne baštine. Istaknula je kako izložba i katalog predstavljaju trajni doprinos valorizaciji hrvatske znanstvene povijesti te boljem razumijevanju Kišpatićeva opsežnog djelovanja. Posebno je naglasila važnost ponovnog otkrivanja lika i djela Mije Kišpatića, znanstvenika čiji su rad, predanost i sustavan analitički pristup

postavili temelje mnogim područjima hrvatskoga prirodoslovlja.

Katalog je predstavila i njegova urednica te autorica brojnih poglavlja mr. sc. Biserka Radanović-Gužvica, izlaganjem pod naslovom „Život i djelo samozatajnog vizionara“. Istaknula je da publikacija donosi cjelovit prikaz Kišpatićeva života i brojnih aspekata njegovog djelovanja, znanstvenog, obrazovnog, muzeološkog, popularizacijskog, temeljen na izvornoj muzejskoj građi, arhivskim dokumentima i suvremenim znanstvenim istraživanjima. Katalog tako nije samo prateća publikacija izložbe, nego i vrijedno znanstveno djelo koje trajno dokumentira doprinos jednoga od utemeljitelja hrvatskih prirodnih znanosti.

Posebno zapaženo bilo je obraćanje akademika Andrije Mutnjakovića, koji je istaknuo važnost očuvanja nacionalne znanstvene baštine te ulogu Mije Kišpatića u oblikovanju hrvatske intelektualne i kulturne povijesti uz osobit naglasak na značaj Mije Kišpatića u rodnom Osijeku. Akademik Mutnjaković u svom je izlaganju predstavio Rondel, spomenički prostor na ulazu u osječku Tvrđu, koji je dio šire zamisli Perivoja hrvatskih velikana. U njemu su postavljene biste četvorice znamenitih učenika osječke gimnazije – Josipa Jurja Strossmayera, Lavoslava Ružičke, Vladimira Preloga i Mije Kišpatića – istaknutih velikana hrvatske znanosti i kulture. Ovaj prostor akademik Andrija Mutnjaković osmislio je kao trajni podsjetnik na bogatu gimnazijsku tradiciju te doprinos njezinih učenika hrvatskoj i svjetskoj znanosti, obrazovanju i kulturi.





Predstavljanje kataloga izložbe „Velikani hrvatskog prirodoslovlja: Mijo Kišpatić – samozatajan vizionar“, fotografirao: Tin Rožman

O Miji Kišpatiću kao znanstveniku govorio je dr. sc. Ivan Razum, istaknuvši njegovu ključnu ulogu u razvoju hrvatske mineralogije i petrografije te doprinos istraživanjima u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Austriji i Italiji. Kao profesor, akademik i jedan od utemeljitelja hrvatske petrologije i mineralogije, Kišpatić je uveo suvremene metode istraživanja stijena i minerala te svojim analitičkim pristupom često bio ispred znanstvenih spoznaja svojega vremena. Posebno su predstavljena četiri njegova istraživanja - poluopala iz Štajerske, magmatskih i metamorfnih stijena od Moslavačke do Fruške gore, bosanske serpentinske zone i izdizanja otoka Brusnika – koja svjedoče o njegovu iznimnom razumijevanju geoloških procesa te trajnom doprinosu razvoju hrvatske i svjetske znanosti.

Nakon drugoga glazbenog intermezza, tijekom kojega je Ana Benić Šalinović izvela Telemannovu Fantaziju br. 2 u a-molu za flautu solo, uslijedilo je izlaganje dr. sc. Ive Mihoci pod naslovom „Kišpatićeva djela iz zoologije i botanike“. U izlaganju je predstavljena širina Kišpatićevih prirodoslovnih interesa te njegov doprinos popularizaciji bioloških znanosti, čime je dodatno osvijetljen interdisciplinarni karakter njegova znanstvenog rada te njegove uloga u razvoju hrvatske znanstvene terminologije.

Stručni dio programa zaključio je akademik Goran Durn predavanjem „Važnost Mije Kišpatića za akademsku zajednicu i širu javnost“. Naglasio je kako Kišpatićevo djelo predstavlja jedan od temelja razvoja hrvatskih prirodnih znanosti te kako njegova ostavština i danas nadahnjuje nova istraživanja i muzeološke interpretacije. Istaknuo je iznimnu širinu Kišpatićevih interesa, od mineralogije i petrografije do različitih

područja prirodoslovlja, kao i dubinu njegovih istraživanja kojima je često nadilazio znanstvene spoznaje svojega vremena. Njegov primjer ostaje trajna inspiracija budućim generacijama znanstvenika, ali i podsjetnik na važnost znatiželje, predanosti i interdisciplinarnog pristupa u istraživanju svijeta koji nas okružuje.

Posebnu umjetničku dimenziju programu dao je glumac Marko Cindrić, koji je interpretacijom odabranih Kišpatićevih tekstova tijekom obilaska odabranih dijelova postava u kojima je istaknut Kišpatićev doprinos fundusu Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja te u samoj izložbi približio posjetiteljima njegov način razmišljanja, znanstveni entuzijazam i doprinos. Takav spoj znanstvene interpretacije, muzejske baštine, interpretacije Kišpatićeve pisane riječi i glazbe omogućio je posjetiteljima cjelovitiji doživljaj izložbe te dodatno naglasio suvremenost Kišpatićevih ideja.

Predstavljanje kataloga pokazalo je kako muzejska publikacija može nadilaziti ulogu pratećega izložbenog izdanja te postati trajni znanstveni izvor o razvoju hrvatske prirodoslovne misli. Velik odaziv uglednih članova Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, predstavnika Matice hrvatske, Družbe „Braća Hrvatskoga Zmaja“ te znanstvenih i kulturnih ustanova potvrđuje trajni interes javnosti za hrvatsku prirodoslovnu baštinu i njezine istaknute predstavnike. Ovim je događanjem Hrvatski prirodoslovni muzej još jednom potvrdio svoju ulogu središnje nacionalne ustanove u istraživanju, očuvanju i popularizaciji prirodoslovne baštine Republike Hrvatske te u predstavljanju velikana koji su svojim radom oblikovali razvoj hrvatske znanosti.

Izložba *Lubanja C – svjetska paleoantropološka baština* u *Museo d'Antichità J.J. Winckelmann*, Trst

Jasminka Poklečki

Može li jedan jedini fosil ispričati priču o podrijetlu čovjeka? Hrvatski prirodoslovni muzej vjeruje da može. Upravo zato izložba *Lubanja C – svjetska paleoantropološka baština* nije posvećena zbirci, nalazištu ili razdoblju, nego jednom jedinom muzejskom predmetu – fosilu poznatom kao Lubanja C (Krapina 3). Riječ je o najpoznatijem i najcjelovitijem fosilnom ostatku iz znamenite Zbirke krapinskog diluvija, jednom od najvrjednijih predmeta hrvatske prirodoslovne baštine i nezaobilaznoj referenci u svjetskoj paleoantropologiji. Ali zašto jedan jedini fosil zaslužuje cijelu izložbu?



Vizual za izložbu Lubanja C – svjetska paleoantropološka baština u Museo d'Antichità J.J. Winckelmann, Trst

Krajem 19. stoljeća, na Hušnjakovu brdu u Krapini, započelo je izuzetno važno paleoantropološko istraživanje. Pod vodstvom Dragutina Gorjanovića-Krambergera između 1899. i 1905. godine otkrivena je najveća zbirka fosilnih ostataka neandertalaca pronađenih na jednom nalazištu. Više od devet stotina koštanih ostataka neandertalaca, nekoliko tisuća kostiju životinja te više od tisuću kamenih izrađevina zauvijek su promijenili način na koji razumijemo naše najbliže evolucijske rođake. Procjenjuje se da ostaci pripadaju između dvadesetak, pa možda i do osamdeset osoba različitog spola i dobi, što znanstvenicima omogućuje uvid u anatomske varijacije unutar te populacije. Nalazi su datirani u razdoblje od prije otprilike 130.000 godina. Između svih tih nalaza, nesumnjivo najpoznatiji nalaz je lubanja koju je Gorjanović nazvao Lubanja C, a danas je

u znanstvenoj literaturi poznata kao Krapina 3. Lubanja C je najcjelovitiji i najreprezentativniji fosil iz krapinske zbirke. Upravo zahvaljujući njezinoj očuvanosti znanstvenici su desetljećima proučavali anatomiju neandertalaca, uspoređivali ih s neandertalcima s drugih europskih nalazišta te razvijali nova saznanja o evoluciji čovjeka. Posebnu pozornost privlače tragovi, odnosno urezi na čeonoj kosti Lubanje C. Već desetljećima oni su predmet znanstvenih rasprava i različitih interpretacija te otvaraju pitanja o ponašanju, međusobnim odnosima, ali i mogućim simboličkim aspektima života neandertalaca. Osim što omogućuje iznimno vrijedan uvid u anatomiju neandertalaca, krapinska zbirka otvara i pitanja o njihovim kognitivnim sposobnostima i društvenom ponašanju. Na čeonoj kosti Lubanje C nalazi se 35 ureza za koje se smatra da su nastali neposredno nakon smrti pojedinca. Budući da se njihovo nastajanje ne može uvjerljivo objasniti postupcima obrade tijela ili kanibalizmom, dio istraživača smatra da bi mogli upućivati na simboličko ili ritualno ponašanje. Ako je ta pretpostavka točna, tada Lubanja C ne govori samo o anatomiji neandertalaca, nego i o njihovu načinu razmišljanja, odnosu prema smrti i složenosti njihova društvenog života. A ta pitanja ne odnose se samo na neandertalce. Ona se odnose i na nas. Zna li suvremeni čovjek da u sebi nosi dio neandertalca? Vjerojatno mnogi ne znaju, no odgovor je – da. Suvremeni čovjek u sebi nosi dio neandertalskoga genetskog naslijeđa. To nije tek zanimljiv podatak, nego jedno od najvećih otkrića moderne paleoantropologije koje nas podsjeća da prošlost nije nestala, nego je doslovno upisana u svakoga od nas. Prijelomni trenutak dogodio se 2010. godine, kada je prvi put uspješno sekvenciran genom neandertalca analizom DNK izdvojene iz kostiju pronađenih u špilji Vindiji. Rezultati su pokazali da ljudi europskog i azijskog podrijetla u prosjeku nose između jedan i četiri posto neandertalske DNK, odnosno da današnje euroazijske populacije sadrže između jedan i četiri posto neandertalske genetske baštine, ovisno o načinu izračuna i analiziranim populacijama. Ovo revolucionarno otkriće pokrenulo je niz novih istraživanja, ubrzalo razvoj metoda analize drevne DNK i otvorilo sasvim novo poglavlje u razumijevanju ljudske evolucije. Danas znamo da je više od polovice neandertalskoga genoma sačuvano u živućim ljudskim populacijama, raspoređeno među milijunima ljudi diljem svijeta. Ako jedan do četiri posto sagledamo u kontekstu cjelokupnoga ljudskog genoma, na prvi pogled može se učiniti da je riječ o zanemarivom udjelu. Međutim, taj mali postotak predstavlja tisuće genetskih varijanti naslijeđenih od neandertalaca koje su preživjele više od 50.000 godina i koje su i danas dio naše genetske baštine. Jesu li ti geni tek nijemi zapis davne prošlosti? Nisu! Oni i danas, kako pokazuju istraživanja, utječu na funkcioniranje našega organizma, sudjeluju u oblikovanju imunološkog sustava, utječu na način na koji reagiramo na pojedine infekcije, povezani su s metabolizmom, građom kože i kose te sa sklonošću određenim bolestima. Drugim riječima, neandertalci nisu nestali bez traga. Njihovo genetsko naslijeđe i danas je prisutno u mnogim ljudima te predstavlja trajni podsjetnik na susrete dviju ljudskih vrsta koji su se dogodili prije više od 50.000 godina.

Upravo je zato Lubanja C postala središnji eksponat izložbe posvećene njezinu znanstvenom i kulturnom značenju. Izložba, čiji su autori prof. dr. sc. Ivor Janković i Dražen Japundžić, dipl. ing., otvorena je krajem prošle godine u Hrvatskome prirodoslovnom muzeju. Tom prigodom istoimeni dokumentarni film, u produkciji kuće 4Film, koji na suvremen i vizualno atraktivan način približava priču o Lubanji C i njezinu značenju u svjetskoj paleoantropologiji, imao je svoju premijeru. Kroz stručna tumačenja autora izložbe te uglednog američkog paleoantropologa prof. dr. sc. Freda H. Smitha, jednog od najboljih svjetskih poznavatelja krapinskih neandertalaca, dokumentarni film pruža uvid kako u najnovije znanstvene spoznaje o ovom jedinstvenom fosilu, tako i u širi kontekst života neandertalaca prije 130.000 godina. U svibnju ove godine izložba *Lubanja C – svjetska paleoantropološka baština* je otvorena u Museo d'Antichità J.J. Winckelmann u Trstu (22.5. - 16.8.2026.) gdje zajedno s dokumentarnim filmom nastavlja svoju priču pred međunarodnom publikom. Prvo je to samostalno predstavljanje Lubanje C međunarodnoj publici. Važno je istaknuti da to nije samo gostovanje jedne muzejske izložbe. To je trenutak u kojem je jedan od najvrjednijih muzejskih predmeta hrvatske prirodoslovne baštine postao dio europskoga znanstvenog i kulturnog dijaloga. Kada danas promatramo

Lubanju C iza zaštitnog stakla muzejske vitrine dizajnirane specijalno za ovaj fosil, lako je zaboraviti da ne gledamo samo kost staru 130.000 godina. Pred nama nije tek fosil. Pred nama je nijemi svjedok jednog davnog svijeta čiji tragovi i danas žive u nama. Upravo zato Lubanja C nije priča samo o neandertalcima. Ona je priča o čovjeku. O njegovu podrijetlu, njegovoj znatiželji i njegovoj trajnoj potrebi da razumije samoga sebe. Priča koja je nastala na Hušnjakovu brdu u Hrvatskom zagorju prije oko 130.000 godina, danas pripada cijelome svijetu. Naime, potraga za odgovorom na pitanje tko smo i odakle dolazimo ne poznaje granice. Jer, koliko god bila hrvatska baština, ona govori o zajedničkom podrijetlu čovječanstva.



Lubanja C u vitrini (foto: Tin Rožman)



Lubanja C - urezi (foto: Tomislav Vujnović)

Povijest, sastav i preliminarna muzeološka obrada Paleontološke zbirke beskralježnjaka Gasperini–Girometta

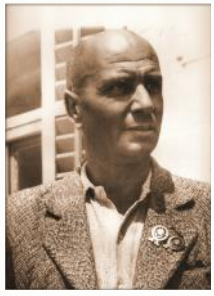
Tino Milat

Početkom 20. stoljeća gradu Splitu darovano je nekoliko vrijednih prirodoslovnih zbirki, a neke su i otkupljene. Profesor Riccardo Gasperini prije Prvoga svjetskog rata poklonio je svoju bogatu zbirku fosila splitskoj Gradskoj biblioteci, sa željom da posluži kao temelj budućega prirodoslovnog muzeja u Splitu.

Nedugo nakon Prvoga svjetskog rata u Splitu je umro liječnik i entomolog Eduard Karaman. Njegova je udovica ponudila na prodaju veliku zbirku dalmatinskih kornjaša s nekoliko desetaka tisuća primjeraka. Zalaganjem profesora Dušana Mangera, tadašnjega upravitelja Ženske realne gimnazije i Gradske biblioteke, splitska gradska općina otkupila je zbirku. Zahvaljujući doniranim i otkupljenim zbirkama te potpori tadašnjega gradskog načelnika dr. Ive Tartaglie, Gradski prirodoslovni muzej otvoren je 19. ožujka 1924. godine u nekoliko prostorija Općinskoga doma. Priprema, organizacija i upravljanje Muzejom povjereni su profesoru Umbertu Girometti. Riccardo Gasperini rođen je u Splitu 18. siječnja 1853. godine Osnovnu i srednju školu završio je u rodnom gradu, a prirodne znanosti studirao je u Beču. Godine 1874. zaposlio se kao profesor prirodnih znanosti u splitskoj Velikoj realci, gdje je radio do umirovljenja 1905. godine Umro je u Splitu 23. svibnja 1939.



Riccardo Gasperini



Umberto Girometta

godine u dobi od 86 godina.

Umberto Girometta rođen je u Splitu 16. srpnja 1883. godine Osnovnu i srednju školu završio je u Splitu, a prirodne znanosti i geografiju studirao je u Beču. Školske godine 1908./1909. dobio je profesorsko mjesto u Velikoj realci, a školske godine 1912./1913. prešao je u splitsku Klasičnu gimnaziju, u kojoj je radio do smrti.

Paleontološka zbirka beskralježnjaka Gasperini–Girometta oblikovana je krajem 19. i početkom 20. stoljeća. Najveći dio fosilne građe prikupio je Riccardo Gasperini na području Dalmacije, od otoka i priobalja do Dalmatinske zagore. Manji dio građe potječe s lokaliteta koji se danas nalaze u Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Srbiji.

Od ukupno 382 inventarne jedinice, samo su tri jedinice, označene inventarnim brojevima 1756, 1757 i 1758, povezane s istraživanjima Umberta Girometta. One obuhvaćaju sedam subrecentnih primjeraka mekušaca prikupljenih 1920. i 1921. godine u neolitičkim slojevima Grapčeve špilje na Hvaru.

Zbirka sadržava 2726 primjeraka evidentiranih pod 382 inventarna broja. Najviše primjeraka potječe iz Splita (919), zatim iz Sinja (778), Lišana Ostrovičkih (279), Vrlike (117) i s Promine (108). S navedenih pet područja potječe ukupno 2201 primjerak. Od preostalih 525 primjeraka, njih 377 potječe s drugih poznatih lokaliteta, uglavnom u Dalmaciji, a manjim dijelom u današnjoj Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori i Srbiji. Za 148 primjeraka lokalitet nalaza nije poznat.

Prema postojećim inventarnim podatcima, u zbirci je evidentirano 100 naziva na razini roda i 158 naziva na razini vrste. Evidentirani taksoni su raspoređeni u 12 viših taksonomskih skupina. Najviše rodova pripada puževima (37) i školjkašima (30). Slijede glavonošci i ježinci s po devet rodova te koralji sa šest rodova. Najviše evidentiranih vrsta također pripada puževima (64) i školjkašima (49). Navedene brojke temelje se na postojećim inventarnim oznakama i povijesnim determinacijama te ne predstavljaju nužno konačan broj danas valjanih taksona. Zbirka obuhvaća skupine različitih taksonomskih rangova, a tradicionalno uključuje i foraminifere, koje se u suvremenoj sistematici ne ubrajaju među životinje.

Ova preliminarna muzeološka obrada treba biti polazište za daljnju stručnu i znanstvenu reviziju zbirke. Revizija treba obuhvatiti provjeru postojećih determinacija, usklađivanje naziva sa suvremenom nomenklaturom, provjeru podataka o lokalitetima i stratigrafskom položaju nalaza te procjenu stanja očuvanosti primjeraka i izvornih etiketa. Budući da zbirka obuhvaća brojne skupine fosilnih organizama, njezina će cjelovita obrada zahtijevati suradnju sa specijalistima i znanstvenim ustanovama koje se bave pojedinim taksonomskim skupinama.



Fosilni krednjak Assilina sp., Sinj, Ruda, eocen, inv. br. 5



Fosilni puž Natica patula (Sowerby, 1824), lokalitet nepoznat, inv. br. 63



Fosilni glavonožac Ptychites oppeli Mojsisovics 1882, lokalitet nepoznat, inv. br. 1872



Fosilni ježinac Toxaster sp., Metković, eocen, inv. br. 66

Preliminarni opis fosilnih ostataka zvjezdača iz zaseoka Čičići u Gornjem Muću

Tino Milat

Krajem travnja 2020. godine u zaseoku Čičići u Gornjem Muću pronađena je stijenska ploča s više zvjezdastih fosilnih ostataka koji se na temelju peterokrake radijalne simetrije preliminarno pripisuju razredu Asteroidea de Blainville, 1830. Nalaz predstavlja rijedak primjer očuvanja zvjezdača u donjotrijaskim naslagama šireg područja Muća. Fosile je pronašla Antonija Jelavić Čičić. Nalaz je najprije fotografski dokumentiran na izdanku, nakon čega je fosilonosna stijenska ploča pažljivo izdvojena čekićem i dlijetom. Ploča dimenzija 25 × 21 cm zaštićena je tijekom transporta i dopremljena u Prirodoslovni muzej i zoološki vrt Split. Pohranjena je u Paleontološkoj zbirci V. Golubić, B. Kokan i N. Ževrnja pod inventarnim brojem 2064.

U laboratoriju je proveden makroskopski pregled i osnovna morfometrijska analiza fosilnih ostataka. Mjerenja su provedena pomičnim mjerilom razlučivosti 0,02 mm. Prosječna najveća dimenzija očuvanih primjeraka iznosi približno 35 mm, a prosječna duljina krakova 14,4 mm. Prosječna širina krakova pri njihovoj bazi iznosi 4,9 mm, dok je prosječna širina u distalnom dijelu 1,7 mm. Na površini fosila nisu uočeni dijagnostički skeletni elementi koji bi omogućili pouzdano određenje ispod razine razreda. Očuvani su pretežno reljefni obrisi tijela, dok pojedinačne skeletne pločice nisu jasno razlučive. Zbog toga zasad nije moguće pouzdano utvrditi je li riječ o prirodnim odljevima, otiscima ili drugom obliku fosilnog očuvanja. Reakcija matriksa s 10-postotnom otopinom klorovodične kiseline potvrdila je prisutnost karbonatne komponente. Na temelju položaja nalazišta i usporedbe s geološkim podacima za šire područje Muća pretpostavlja se da fosilonosna stijena pripada donjotrijaskim, vjerojatno sajskim naslagama. Preciznije litostratigrafsko i kronostratigrafsko određenje potrebno je potvrditi detaljnijom



Fosilizirane zvjezdače in situ



Oznaka lokaliteta

Serija/Epoha	Kat	Vremenski raspon
Gornji/Kasni trijas (Tr3)	Ret	(208,5 – 201,3 ± 0,2 mil. god.)
	Norik	(227 – 208,5 mil. god.)
	Karnik	(237 – 227 mil. god.)
Srednji trijas (Tr2)	Ladinik	(242 – 237 mil. god.)
	Anizik	(247,2 – 242 mil. god.)
Donji/Rani trijas (Skit)	Olenekij	(251,2 – 247,2 mil. god.)
	Induan	(251,902 ± 0,024 – 251,2 mil. god.)

Podjela trijasa

petrografskom, sedimentološkom i biostratigrafskom analizom.

Zvjezdače se u fosilnom zapisu razmjerno rijetko očuvaju kao cjelovita tijela jer se njihov skelet nakon ugibanja lako razdvaja na brojne pojedinačne pločice. Relativno cjeloviti obrisi primjeraka iz Čičića upućuju na brzo zatrpavanje i ograničeno naknadno premještanje ostataka. Za pouzdaniju rekonstrukciju taložnog okoliša potrebno je analizirati sedimentne strukture, teksturu i mineralni sastav matriksa te stratigrafski položaj sloja.

Nalaz je vrijedan doprinos paleontološkom fundusu Prirodoslovnog muzeja i zoološkog vrta Split. Daljnje istraživanje trebalo bi obuhvatiti detaljnu fotodokumentaciju, mikroskopski pregled, petrografsku analizu matriksa, preciznu dokumentaciju lokaliteta i usporedbu sa srodnim donjotrijaskim nalazima iz Europe i svijeta.

Posjet članova HGD-a izložbi „Invazija dinosaura“ u Zagrebu

Renata Brezinščak

Kada se pojavi neka prilika za susret s dinosaurima, paleontolozi je teško mogu propustiti. Tako su članovi Hrvatskoga geološkog društva, u organizaciji Odsjeka za paleontologiju, 11. veljače 2026. godine posjetili izložbu „Invazija dinosaura“ na Zagrebačkom velesajmu. Iako je izložba prvenstveno osmišljena kao atrakcija za djecu i obitelji, s izrazito naglašenom estetikom koja favorizira spektakl i vizualni efekt, nama je bila zanimljiva iz sasvim drugog razloga – željeli smo vidjeti koliko se uspješno spajaju znanost, edukacija i zabava. Pozivu na zajedničko razgledavanje i stručnu evaluaciju odazvala su se 23 člana Društva, a dojmove možemo sažeti u jednu rečenicu: bilo je to ipak sasvim zgodno putovanje kroz mezozoik. Izložbu smo promatrali ne sa stajališta zabave i atrakcije nego iz perspektive struke – koliko je uspješna u predstavljanju paleontologije široj publici te koliko vjerno prenosi znanstvene spoznaje. Posjet nam je pružio zanimljiv uvid u suvremene načine popularizacije prapovijesnog života s pomoću impresivnih animatroničkih modela dinosaura u prirodnoj veličini.



Grupna fotografija članova Odsjeka za Paleontologiju prilikom posjeta izložbi

Riječ je o gostujućoj izložbi londonske produkcijske kuće *World Touring Exhibitions*. Posjetitelje dočekuju raskošne scenografije s više od 40 pokretnih dinosaura, vulkanske erupcije, umjetni slapovi i virtualne simulacije koje stvaraju dojam ulaska u mezozoik. Takav spoj spektakla i edukacije uspješno približava geološku prošlost široj publici te pokazuje da paleontologija može biti jednako uzbudljiva kao i filmske avanture koje su dinosaure učinile globalnim ikonama pop-kulture. Posebno veseli što spektakl nije ostao samo na dojmljivim efektima. Realistični modeli izrađeni su prema znanstvenim predlošcima te uz pokrete, zvučne efekte i pažljivo osmišljenu rasvjetu stvaraju vrlo uvjerljiv dojam svijeta kakav je postojao prije više od 200 milijuna godina – i to usred Zagreba.

Predstavljeni su karakteristični dinosauri iz svih razdoblja mezozoika, među kojima su brojni „stari znanci“ koje djeca već odavno prepoznaju. Svaki model popraćen je informativnim pločama s osnovnim podacima o geološkim razdobljima, evoluciji i načinu života pojedinih vrsta, čime izložba uspješno spaja atraktivan vizualni doživljaj s edukativnim sadržajem. Posebnu zanimljivost predstavljaju interaktivne VR-zone koje posjetiteljima omogućuju još intenzivnije iskustvo.

Ono što ovu izložbu čini posebno vrijednom za našu struku jest

uključivanje hrvatskoga geološkog i paleontološkog konteksta. Postav je realiziran u suradnji s Nacionalnim parkom Brijuni i Seizmološkom službom PMF-a, čime je osigurana znanstvena utemeljenost sadržaja. Osobito je vrijedno što su istaknuti stvarni paleontološki lokaliteti u Hrvatskoj, ponajprije mezozojske naslage Istre s poznatim otiscima stopala sauropoda i teropoda. Na taj se način posjetiteljima pokazuje da fascinantni tragovi dinosaura nisu rezervirani samo za daleke kontinente i filmska platna – oni se nalaze i u Hrvatskoj.



Animatronički modeli dinosaura u prirodnoj veličini

Za paleontologe ovakve manifestacije imaju mnogo širu vrijednost od same zabave. One potiču zanimanje javnosti za geobaštinu, približavaju proces znanstvenih istraživanja te naglašavaju važnost očuvanja fosilnih nalazišta. Istodobno pokazuju da se paleontološka baština može uspješno pretvoriti u kvalitetan obrazovni i kulturni, ali sve više i turistički sadržaj. Ako nakon obilaska barem dio posjetitelja poželi saznati više o geologiji i fosilima, posjetiti stvarne lokalitete poput Brijuna ili istarskih nalazišta otisaka dinosaura ili pak Hrvatski prirodoslovni muzej, u kojem se mogu razgledati raznovrsni mezozojski fosili i muzejska atrakcija – model istarskog dinosaura u prirodnoj veličini, izložba je ispunila vrlo važan cilj: probudila je znatiželju i zanimanje za Zemljinu davnu prošlost, fosile i paleontologiju.

Na kraju krajeva — kako, koristeći katastrofe, popularizirati geologiju na nacionalnoj televiziji

Petar Varat

Uvod



Postoji li prirodna katastrofa koja može u potpunosti ili barem djelomično uništiti čovječanstvo ili čak cijeli planet? To je pitanje koje otvara svaku epizodu serije *Na kraju krajeva*, i pitanje od kojega je krenula cijela ideja - da geologiju, astronomiju i prirodne znanosti općenito ne treba predstavljati publici kao suhoparnu školsku lekciju, nego kao odgovor na nešto što je, u ovom ili onom obliku, prošlo kroz glavu gotovo svakome.

Osobni motiv za pokretanje serije proizlazi izravno iz vlastitog obrazovnog i profesionalnog puta. Studirao sam geologiju na zajedničkom studiju Rudarsko-geološko-naftnog i Prirodoslovno-matematičkog

fakulteta u Zagrebu, u vrijeme dok su još dijelili program. Paralelno s tim, astronomijom se bavim još od osnovne škole (sudjelovao sam na državnim natjecanjima), a s upisom na fakultet ta se sklonost pretvorila u aktivan rad: radio sam na ljetnim školama astronomije, držao predavanja u Zagrebu i Kutini te radio s mladima na popularizaciji te discipline. Ta kombinacija, formalno obrazovanje iz geologije i dugogodišnje neformalno bavljenje astronomijom, dala mi je uvid u to koliko su teme prirodnih katastrofa znanstveno bogate, ali i koliko rijetko dopiru do šire publike na način koji je istovremeno točan i zanimljiv.

Iz tog je uvida nastala ideja serije *Na kraju krajeva*: šest epizoda posvećenih mogućim scenarijima globalne katastrofe (udaru asteroida, potresu, erupciji vulkana, eksploziji Sunca, poplavi i klimatskim promjenama), u kojima etablirani hrvatski stručnjaci, od astronoma i nuklearnih fizičara do geologa i paleontologa, na razumljiv i opušten način objašnjavaju što se doista zna, a što je mit.

Koncept i pristup

Format serije osmišljen je tako da izbjegne dvije uobičajene zamke popularno-znanstvenih emisija, a to su pretvaranje u predavanje s jedne strane i banalizaciju teme radi zabave s druge. Rješenje je pronađeno u strukturi razgovora: voditeljica u svakom segmentu postavlja pitanje ili iznosi sumnju, strah ili zabrinutost, onu vrstu pitanja koju bi postavio i sam gledatelj, čime uvodi temu i usmjerava pažnju na ono što slijedi. Stručnjaci na to ne odgovaraju u klasičnom smislu intervjua, nego iznose činjenice povezane s onim što je rečeno, a njihovi se iskazi isprepliću: dio slike o temi čujemo od jednog stručnjaka, dio od drugog, dio od trećeg. Tim se postupkom gradi cjelovita, slojevita priča, umjesto niza odvojenih izjava.

Duljina pojedinih odgovora pažljivo je odmjerena, odnosno dovoljno duga da prenese suštinu, a dovoljno kratka da ne izazove zamor ili gubitak pažnje, što je osobito važno kod publike koja temu prati kao zabavu, a ne kao obavezno gradivo.

Poseban naglasak stavljen je na odabir sugovornika. Stručnjaci se ne ponavljaju iz epizode u epizodu, već u svakoj epizodi gostuju upravo oni koji o danoj temi znaju najviše. U epizodi o udaru asteroida, uz astronome sa zagrebačke i višnjanske zvjezdarnice, sudjeluju i stručnjaci s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, koji objašnjavaju kako se posljedice takvih događaja, poput onog prije 66 milijuna godina koji je pokrenuo proces izumiranja dinosaura, očitavaju u stijenama i sedimentima, te zašto taj događaj, unatoč razmjerima, nije bio ni najjači poznati udar u povijesti planeta.

Ovakav pristup cilja na širok raspon gledatelja: primarno stariju, radoznalu HTV-ovu publiku koja se barem jednom zapitala "što bi bilo kad bi...", ali jednako je pristupačan i mlađima, srednjoškolcima i studentima, kojima je jednostavan, razgovorni ton bliži od klasičnog dokumentarističkog naracijskog stila.

Objašnjenja stručnjaka dodatno su potkrijepljena animacijom i grafikom koja vizualizira ono što je izrečeno, čime apstraktni geološki podaci postaju zorni i pamtljivi. Primjer takvog pristupa je vizualizacija opsega permskih vulkanskih erupcija: kada bi se sva lava koju su te erupcije izlile razvukla po površini Europe, dobio bi se sloj debljine 400 metara. Taj je podatak ilustriran usporedbom s nadmorskim visinama hrvatskih gradova, a dio njih, poput Zagreba, Splita, Rijeke, Velike Gorice, Varaždina ili Osijeka, ostao bi potpuno prekriven tim slojem lave, dok bi tek rijetki, poput Gospića, Vrbovskog ili Delnica, svojom nadmorskom visinom nadvisili taj hipotetski sloj.

Uz vizualne alate, sugovornici pridonose pristupačnosti serije i vrlo opuštenim stilom pripovijedanja, koji uključuje neočekivane, gotovo anegdotalne poveznice, poput toga da je vulkanska erupcija "pomogla" napisati knjigu o Frankensteinu i napraviti bicikl, ili da su upravo poplave potaknule razvoj astronomije i matematike. Takve digresije ne udaljavaju gledatelja od teme, nego je čine pamtljivijom, povezujući suhoparne geološke činjenice s pričama koje imaju neočekivan, ljudski kontekst.

Geologija kao okosnica serije

Iako serija tematski obuhvaća širok raspon prirodnih pojava, od astronomskih do meteoroloških,

geološka je perspektiva ta koja povezuje gotovo sve epizode, jer većina obrađenih katastrofa ostavlja trag upravo u geološkom zapisu Zemlje.

Epizoda o potresima oslanja se na kombinaciju seizmologije i geologije: stručnjaci s Prirodoslovno-matematičkog i Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, uz akademika i profesore građevine, objašnjavaju zašto potresi, a unatoč strahu koji izazivaju i broju žrtava koje mogu odnijeti u pojedinim regijama, nikada nisu poprimili razmjere globalne kataklizme te što je zapravo ono što u potresima najčešće ugrožava ljudski život.

U epizodi o vulkanima sugovornici su isključivo geolozi s Prirodoslovno-matematičkog fakulta i Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, uz gostovanje hrvatske vulkanologinje koja radi u Francuskoj, a također je završila RGN fakultet. Kroz njihova objašnjenja gledatelj saznaje da su, iako lokalno mogu djelovati poput "pakla na Zemlji", obični vulkani daleko od toga da ugroze cijeli planet. Tu je ulogu, barem hipotetski, mogao odigrati samo supervulkan, poput onoga čije su erupcije u permu ostavile trag debljine stotina metara lave.

Geološka je perspektiva prisutna i u epizodi o poplavama, gdje stručnjaci RGN-a, zajedno s hidrolozima Državnog hidrometeorološkog zavoda, objašnjavaju zašto su poplave, unatoč mitološkom statusu globalnog potopa u gotovo svim religijskim tradicijama, zapravo lokalne i mnogo češće korisne nego razorne pojave.

Konačno, upravo se u zaključnoj epizodi o klimatskim promjenama okupljaju gotovo svi dosadašnji sugovornici, geolozi, astronomi, fizičari, hidrolozi, jer se pokazuje da je klima ta koja povezuje sve prethodno obrađene teme: klima, čije su promjene nekad uzrokovale masovna izumiranja, danas se, ubrzano ljudskim djelovanjem, ponovno mijenja pred našim očima.

Poanta serije — klimatske promjene

Iako je svaka epizoda zamišljena kao samostalna cjelina posvećena jednom mogućem scenariju katastrofe, cijela je serija strukturirana tako da postupno vodi prema jednom zaključku. Nakon što gledatelj prođe kroz udare asteroida, potrese, vulkanske erupcije, solarne katastrofe i poplave, u posljednjoj epizodi postaje jasno da sve te pojave dijele jedan zajednički nazivnik - klimu, i njezinu promjenu.

Stručnjaci u seriji naglašavaju da su klimatske promjene, u geološkoj povijesti, gotovo redovito bile posljedica neke velike prirodne katastrofe, npr. udara, erupcije supervulkana, promjene u Sunčevu zračenju. Ono što epizodu o klimi izdvaja od svih prethodnih je spoznaja da nam ovaj put vanjski, katastrofalni okidač nije bio potreban: ubrzavanje promjene klime uzrokuje sam čovjek, svojom svakodnevnom djelatnošću, bez potrebe za asteroidom, supervulkanom ili solarnom bujicom.

Upravo je to središnja poruka cijele serije, dok su scenariji poput udara asteroida ili erupcije supervulkana statistički toliko rijetki da razloga za svakodnevnu brigu doista i nema, klimatske promjene nisu hipotetski scenarij za daleku budućnost, nego proces koji se odvija ovdje i sada, mjerljivo i vidljivo iz godine u godinu. Serija namjerno ne ostavlja gledatelja u sigurnosti "ionako se ništa loše neće dogoditi", naprotiv, upravo suprotstavljanjem malo vjerojatnih, spektakularnih katastrofa i jedne posve stvarne, već aktivne promjene, jasno se pokazuje gdje leži pravi rizik. Ne treba nam dodatna prirodna katastrofa da bismo shvatili da trenutačni smjer nije dobar, dovoljno je pogledati podatke koje nam već sada nudi sama klima.

Zaključak — vrijednost popularizacije znanosti

Projekti poput *Na kraju krajeva* pokazuju da geologija i srodne prirodne znanosti ne moraju ostati zatvorene unutar stručnih krugova ili sveučilišnih predavaonica da bi zadržale svoju ozbiljnost. Naprotiv, kada se stručno znanje prenese kroz format koji poštuje inteligenciju gledatelja, ali ne inzistira na akademskom tonu, ono postaje pristupačno upravo onoj publici koja inače rijetko dolazi u doticaj sa znanstvenim sadržajem: široj, starijoj televizijskoj publici, ali i mladima kojima je razgovorni, gotovo opušten ton bliži od klasičnog dokumentarističkog pristupa.

Sudjelovanje stručnjaka s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, uz kolege iz područja astronomije, seizmologije, fizike i hidrologije, u ovakvom je formatu dvostruko vrijedno. S

jedne strane, gledateljima nudi znanje iz prve ruke, izravno od ljudi koji se temama bave u struci, umjesto posredno, preko senzacionalističkih naslova. S druge strane, samoj struci donosi vidljivost i priliku da javnosti pokaže kako izgleda znanstveno razmišljanje kada se suoči s pitanjima koja ljude doista zanimaju i plaše, a bez potrebe za pretjerivanjem ili tabloidnim tonom kojim se teme prirodnih katastrofa inače često obrađuju.

Možda je najvažniji doprinos ovakvih projekata upravo rušenje straha utemeljenog na neznanju. Kada gledatelj sazna da je vjerojatnost katastrofalnog udara asteroida statistički zanemariva, ili da potresi rijetko ubijaju izravno svojom snagom, a da je stvarna prijetnja nešto sasvim drugo, mnogo bliže i mnogo manje spektakularno, dobiva alat za racionalnije razumijevanje svijeta oko sebe. U tom je smislu *Na kraju krajeva* pokušaj da se popularizacija znanosti ne svede na pojednostavljivanje radi pojednostavljivanja, nego da posluži kao model kako geološka i srodne struke mogu, kroz mainstream medije, aktivno sudjelovati u oblikovanju javnog razumijevanja znanosti, i u konačnici, u ozbiljnijem shvaćanju izazova poput klimatskih promjena koji nas, za razliku od hipotetskih katastrofa, već stvarno pogađaju.

Dogodilo se...

11. veljače 2026., gostovanje na HRT-u

Obilježen Međunarodni dan žena i djevojaka u znanosti

Povodom Međunarodnog dana žena i djevojaka u znanosti, koji se obilježava 11. veljače, u emisiji Intervju Studija 4 na HRT-u gostovale su znanstvenice s PMF-a i Instituta Ruđer Bošković. Među njima sudjelovala je i doc. dr. sc. Karmen Fio Firi s Geološkog odsjeka PMF-a, uz izv. prof. dr. sc. Ninu Kamčev te dr. sc. Kristinu Tomić Luketić. U emisiji emitiranoj 14. veljače 2026. godine razgovaralo se o položaju žena u znanosti i izazovima rada u različitim znanstvenim područjima.

6. ožujak 2026., Hrvatski sabor

Proglašen Park prirode Zagorske gore

Hrvatski sabor je 6. ožujka 2026. godine službeno proglasio Park prirode Zagorske gore, čime je Hrvatsko zagorje dobilo svoje prvo veliko zaštićeno područje u ovoj kategoriji. Park obuhvaća 300,87 km2 i povezuje geomorfološki iznimno zanimljive masive Ivanščice, Strahinjščice, Maceljske i Ravne gore. Za geološku struku ovo područje predstavlja neprocjenjiv poligon, s obzirom na to da skriva dokaze pradavnog vulkanizma, složenu tektonsku građu te svjetski poznata paleontološka i arheološka nalazišta poput špilje Vindije. Proglašenje parka otvara nova vrata sustavnom istraživanju, interpretaciji i zaštiti bogate geobaštine Hrvatskog zagorja.

28. travnja 2026., Vijećnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Zagreb

Dan odobrenih nacrta doktorskih radova na RGNF-u

Odobrene nacrte doktorskih radova prezentirali su doktorandi Josipa Maslač Soldo, mag. ing. geol. s temom „Neotectonic investigations of active faults in the area of Vukomeričke Gorice and Žumberak-Samobor Hills“, Darko Matešić, mag. geol. s temom „Litološke značajke i strukturno-tektonski položaj tektogenih karbonatnih breča na južnom dijelu otoka Krka i Dabarskim kukovima na Velebitu“ te Nikolina Račić, mag. geol. s temom „Spatio-temporal analysis and source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons and metals in airborne particulate matter and soil using machine learning“.

Nakon prezentacija doktoranada, održana je panel rasprava pod nazivom „Procjena i upravljanje rizikom od klizišta: od geoloških podataka do mjera“ koju je moderirala prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas. U raspravi su kao panelisti sudjelovali Mirjana Pintar, dipl. ing. arh., ravnateljica Javne ustanove Zavoda za prostorno uređenje Međimurske županije, Davorin Oršanić, dipl. ing. arh., do mirovine predsjednik Stručnog povjerenstvo za procjenu opasnosti i rizika od klizišta i utvrđivanje mjera ublažavanja rizika Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, Ozren Ilijaš, mag. ing. admin. chris., voditelj Odsjeka za izradu planskih dokumenata, Gradski ured za mjesnu samoupravu, promet, civilnu zaštitu i sigurnost, Sektor za civilnu zaštitu i sigurnost, Grad Zagreb i izv. prof. dr. sc. Martin Krkač, predstojnik Zavoda za geologiju i geološko inženjerstvo, Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet.



29.lipnja 2026., INA d.d., mezanin

Predavanje Geološke zanimljivosti Zapadnog Sibira

Član Hrvatskog geološkog društva, dr. sc. Ivan Dulić, održao je 29. lipnja 2026. godine predavanje pod nazivom „Geološke zanimljivosti Zapadnog Sibira“. Predavanje je obuhvatilo rezultate višegodišnjih istraživačkih ekspedicija na području Zapadnog Sibira te pružilo uvid u niz fascinantnih geoloških fenomena koji svjedoče o složenoj geološkoj i klimatskoj povijesti ovog prostranog područja. Tijekom izlaganja predstavljene su teme povezane s razvojem života na Zemlji, tragovima holocenskog vulkanizma te brojnim geomorfološkim i paleookolišnim zapisima sačuvanima u sibirskim sedimentima. Posebna pozornost posvećena je spektakularnim katastrofalnim događajima koji su obilježili kraj posljednjega ledenog doba, a čiji se tragovi i danas mogu prepoznati u reljefu i geološkoj građi regije. Predavanje je, uz prikaz najnovijih znanstvenih spoznaja i terenskih opažanja, sudionicima približilo geološku posebnost Zapadnog Sibira te istaknulo njegov značaj za razumijevanje evolucije okoliša, klimatskih promjena i procesa koji su oblikovali današnji izgled Zemlje. Posebnu vrijednost i atraktivnost izlaganju dao je format predavanja koji je uključivao 3 tematska filma čiji sadržaj je predavač s velikim entuzijazmom prenosio na sudionike i omogućio im da barem malim dijelom sami dožive prostranstva Sibira na velikom platnu.

Geoznanstveni sat, Hrvatski geološki institut

U prvoj polovici 2026. godine održano je ukupno 9 predavanja u sklopu Geonanstvenog sata, s ciljem popularizacije znanosti, razmjene znanja i predstavljanja različitih znanstvenih tema. Popis održanih predavanja naveden je u nastavku:











- Dr. sc. Viktoria Baranyi - ***Terrestrial record of hyperthermal events in the Mesozoic: a review and insights from the WEGETA project*** (28. 1. 2026.)
- Dr. Corrado Camera & dr. Francesco La Vigna - ***From Data to Map: Developing the CII500K, the new Hydrogeological Map of Italy at 1:500,000 Scale*** (11. 2. 2026.)
- Dr. sc. Ozren Hasan - ***Određivanje paleookoliša rijeka Jadra i Cetine tijekom posljednjeg glacijalnog maksimuma*** (25. 3. 2026.)
- Dr. Francesca Bulian - ***Gateway Restriction and Environmental Change Before and After the Messinian Salinity Crisis in the Alboran Basin*** (8. 4. 2026.)
- Dr. Manuel Rigo - **A Newly Recognized Oceanic Anoxic Event at the Norian–Rhaetian Boundary: Insights into Late Triassic Environmental Change** (22. 4. 2026.)
- Iva Palatinuš, mag. geol. - ***Studijski boravak na Max Planck institutu za kemiju – iskustva i rezultati (MOBDOK-2023)*** (6. 5. 2026.)
- Dr. sc. Kristijan Rajič - ***Tracing sources of serpentinization fluids in the Mariana Forearc using stable and radiogenic strontium isotopes*** (13. 5. 2026.)
- Dr. sc. Jan Hinkelman - ***Subfosilne chironomide i njihova primjena u paleoekološkim istraživanjima slatkovodnih ekosustava*** (20. 5. 2026.)
- Dr. István Dunkl - **The *tales of soils on karst peneplains – long-term record of regional volcanic activities*** (17. 6. 2026.)

U ovom broju surađivali su:



prof. dr. sc. Dunja Aljinović
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
dunja.aljinovic@rgn.unizg.hr



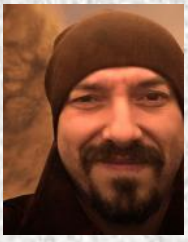
dr. sc. Laura Bačani
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
laura.bacani@rgn.unizg.hr



Vinko Baranašić, dipl.ing.
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
vinko.baranasic@rgn.unizg.hr



dr. sc. Ana Brcković
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geofizička istraživanja i rudarska mjerenja
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
ana.brckovic@rgn.unizg.hr



dr. sc. Vlatko Brčić
Hrvatski geološki institut
Zavod za Geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
vbrcic@hgi-cgs.hr



dr. sc. Renata Brezinščak
Hrvatski prirodoslovni muzej
Demetrova 1, 10 000 Zagreb
renata.brezinscak@hpm.hr

izv. prof. dr. sc. Zlatko Briševac
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
zlatko.brisevac@rgn.unizg.hr



dr. sc. Neven Cukrov
Institut Ruđer Bošković
Zavod za istraživanje mora i okoliša
Bijenička 54, 10 000 Zagreb
neven.cukrov@irb.hr



Marina Čančar Lukić, mag. geol.
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
marina.cancar.lukic@geol.pmf.hr



Ana Čaić Janković, mag.chem.
Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
acaic@hgi-cgs.hr



prof. dr. sc. Željko Duić
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
zeljko.duic@rgn.unizg.hr



Akademik prof. dr. sc. Goran Durn
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
goran.durn@rgn.unizg.hr





izv. prof. dr. sc. Hana Fajković
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
hanaf@geol.pmf.unizg.hr

dr. sc. Anita Grizelj
Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
agrizelj@hgi-cgs.hr





doc. dr. sc. Igor Felja
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
igorfelja@geol.pmf.unizg.hr

Ljerka Hećimović, umirovljenica
Anina 29, 10 000 Zagreb
ljerkahecimovic9@gmail.com





doc. dr. sc. Karmen Fio Firi
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
karmen.fio@geol.pmf.hr

dr. sc. Michaela Hruškova Hasan
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
michaela.hruskova@rgn.hr





dr. sc. Zvonka Gverić
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
zgveric@geol.pmf.hr

prof. dr. sc. Petar Hrženjak
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
petar.hrzenjak@rgn.unizg.hr





dr. sc. Vlatko Gulam
Hrvatski geološki institut
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
vgulam@hgi-cgs.hr

dr. sc. Nikolina Ilijanić
Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralne sirovine i marinsku geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
nilijanic@hgi-cgs.hr





doc. dr. sc. Katarina Gobo
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
katarina.gobo@geol.pmf.hr

doc. dr. sc. Petra Jagodnik
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
Katedra za geotehniku
Trg braće Mažuranića 10, 51000 Rijeka
petra.domlija@uniri.hr





prof. dr. sc. Antonia Jaguljnjak Lazarević
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
antonia.jaguljnjak-lazarevic@rgn.unizg.hr

v. pred. Nikolina Kovačević
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za matematiku, informatiku i nacrtnu geometriju
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
nikolina.kovacevic@rgn.unizg.hr





Mihaela Jelavić
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Adiministrativni referent
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
mihaela.jelavic@rgn.unizg.hr

prof. dr. sc. Biljana Kovačević Zelić
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
biljana.kovacevic-zelic@rgn.unizg.hr





Stanislav Jelavić, PhD
Institut des Sciences de la Terre, CNRS
Grenoble, Francuska
stanislav.jelavic@univ-grenoble-alpes.fr

prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
dalibor.kuhinek@rgn.unizg.hr





Akademik prof. dr. sc. Mladen Juračić
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
mjuracic@geol.pmf.hr

prof. dr. sc. Damir Lazarević
Građevinski fakultet
Zavod za tehničku mehaniku
Kačićeva 26, 10 000 Zagreb
damir.lazarevic@grad.unizg.hr





dr. sc. Tvrtko Korbar
Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
tkorbar@hgi-cgs.hr

Valerije Makarun, mag. geol.
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
vmakarun@geol.pmf.hr





izv. prof. dr. sc. Zoran Kovač
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
zoran.kovac@rgn.unizg.hr

izv. prof. dr. sc. Tanja Mališ
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb





doc. dr. sc. Frane Marković
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
frane.markovic@geol.pmf.hr



dr.sc. Jasmina Martinčević Lazar
Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
jmartincevic@hgi-cgs.hr



doc. dr. sc. Maja Martinuš
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
majamarti@geol.pmf.hr

dr. sc. Tea Mendek
Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja (NCVVO)
Ul. Damira Tomljanovića 11, 10020, Zagreb
tea.mendek@ncvvo.hr



dr. sc. Iva Mihoci, muzejska savjetnica
Hrvatski prirodoslovni muzej
Zoološki odjel
Demetrova 1, 10 000 Zagreb
iva.mihoci@hpm.hr



Akademik dr. sc. Slobodan Miko
Zavod za mineralne sirovine i marinsku geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
smiko@hgi-cgs.hr

Tino Milat, viši kustos
Prirodoslovni muzej i zoološki vrt
Kolombatovićevo šet. 2, 21 000 Split
tino.milat@prirodoslovni.hr



prof. dr. sc. Marta Mileusnić
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
marta.mileusnic@rgn.unizg.hr



prof. dr. sc. Zoran Nakić
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
zoran.nakic@rgn.unizg.hr



dr. sc. Natali Neral
Institut za arheologiju
Jurjevska ul. 15, 10 000 Zagreb
nneral@iarh.hr



Anamaria Obad, studentica
Rudarsko-geološko-naftni fakultet



dr. sc. Iva Olić Peco
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
iva.olic@geol.pmf.unizg.hr





Iva Palatinuš, mag. geol.
Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralnse sirovine i marinsku geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
ipalatinus@hgi-cgs.hr

dr. sc. Krešimir Petrinjak
Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
kpetrinjak@hgi-cgs.hr





izv. prof. dr. sc. Jelena Parlov
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
jelena.parlov@rgn.unizg.hr

izv. prof. dr. sc. Kristina Pikelj
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
kpikelj@geol.pmf.hr





Igor Pejnović, mag. geol.
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb
igor.pejnovic@geol.pmf.hr

Damir Pocrnić, mag. geol.
Nacionalni park Brijuni
Brijuni, 52100 Pula
damir.pocrnic@np-brijuni.hr





prof. dr. sc. Dario Perković
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
dario.perkovic@rgn.unizg.hr

Jasminka Poklečki, muzejska savjetnica
Hrvatski prirodoslovni muzej
Demetrova 1, 10 000 Zagreb
jasminka.poklecki@hpm.hr





dr. sc. Ivor Perković
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
ivor.perkovic@rgn.unizg.hr

prof. dr. sc. Kristijan Posavec
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
kristijan.posavec@rgn.unizg.hr





doc. dr. sc. Zorica Petrinec
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 95, 10 000 Zagreb
zorica.petrinec@geol.pmf.hr

dr. sc. Marko Prašek
SYRMEP beamline
Elettra Sincrotrone Trieste
34149 Basovizza, Trieste, ITALY
marko.prasek@elettra.eu





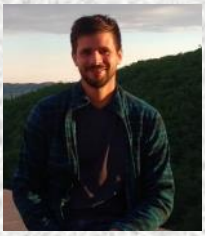
doc. dr. sc. Pia Prašek
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
pia.prasek@rgn.unizg.hr



mr. sc. Biserka Radanović-Gužvica
Hrvatski prirodoslovni muzej
Mineraloško-petrografski zavod
Demetrova 1, 10000 Zagreb
biserka.guzvica@hpm.hr



dr. sc. Ivan Razum
Hrvatski prirodoslovni muzej
Mineraloško-petrografski odjel
Demetrova 1, 10 000 Zagreb
Ivan.razum@hpm.hr



doc. dr. sc. David Rukavina
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
david.rukavina@rgn.unizg.hr



dr. sc. Tihana Ružić Pernar
INA-Industrija nafte, d.d.
Istraživanje i proizvodnja nafte i plina
Avenija V.Holjevca 10, 10000 Zagreb
tihana.ruzic@ina.hr



dr. sc. Natalia Smrkulj
Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralne sirovine i marinsku geologiju
Sachsova 2, 10 000 Zagreb
nsmrkulj@hgi-cgs.hr

dr. sc. Sanja Šuica, kustosica
Hrvatski prirodoslovni muzej
Demetrova 1, 10 000 Zagreb
sanja.suica@hpm.hr



prof. dr. sc. Darko Tibljaš
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 95, 10000 Zagreb
dtibljas@geol.pmf.hr



prof.dr.sc. Nenad Tomašić
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 95, 10 000 Zagreb
nenad.tomasic@geol.pmf.hr



Clea Tunjić, studentica
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
cleatunjic@gmail.com



Petar Varat
Penx Media
Siget 20A, 10000
petarvarat@gmail.com



prof. dr. sc. Tatjana Vlahović
Ravnateljica
Hrvatski prirodoslovni muzej
Demetrova 1, 10 000 Zagreb
tatjana.vlahovic@hpm.hr





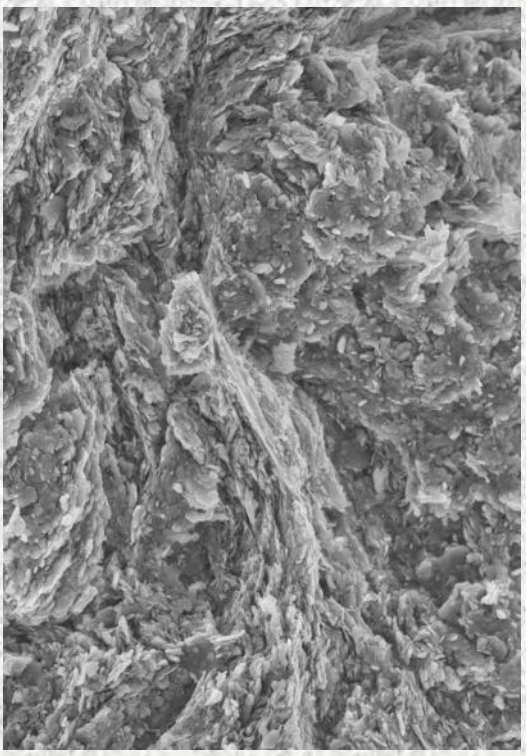
izv. prof. dr. sc. Anja Vrbaški
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za matematiku, informatiku i nacrtnu geometriju
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb
anja.vrbaski@rgn.unizg.hr

Akademik prof. dr. sc. Slavko Vujec
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za matematiku, informatiku i nacrtnu geometriju
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb



Naslovnica:
Iluvijalne glinovite prevlake i autigeni nanokristali kaolinita u crvenici iz Istre
(prof. dr. sc. *Goran Durn*)

FE-SEM mikrofotografija mikroagregata iz iluvijalnog horizonta 3Btb3 crvenice (Rhodic Lixisol) s lokaliteta Koreniki u sjeverozapadnoj Istri. Na snimci se ističu povijene glinovite prevlake izgrađene od paralelno do subparalelno orijentiranih čestica gline te brojne čestice pedogenog (autigenog) kaolinita nanometarskih dimenzija (pretežito manje od 200 nm). Prevladavaju subhedralne pločaste čestice kaolinita, među kojima se izdvajaju pojedini euhedralni kristali pseudoheksagonskog habitusa. Prikazana mikrostruktura odražava procese iluvijacije fine gline i pedogene neogeneze kaolinita tijekom dugotrajne evolucije crvenice na karbonatnim stijenama.
Mjerilo: Širina snimljenog područja je 7,5 µm.



Kratke upute autorima članaka:
Preporučujemo pisanje teksta u fontu Calibri 11, a naslov Calibri 14. Slikovni prilozi za tisak u digitalnom obliku trebali bi biti dovoljne rezolucije (preporuka je 300 dpi, jpg format) te imati tekstualni opis. Molimo Vas da ih šaljete kao zasebne datoteke. Ukoliko po prvi put pišete članak za Vijesti, ljubazno Vas molimo da nam pošaljete i svoju fotografiju te kontakt podatke (institucija, adresa, e-mail).

Svoje tekstove i priloge šaljite na: sanja.bernat@rgn.unizg.hr

Izdavač:
HRVATSKO GEOLOŠKO DRUŠTVO
Zagreb, Sachsova 2; info@geologija.hr
Za izdavačicu:
prof. dr. sc. Marta Mileusnić
Glavna urednica:
doc. dr. sc. Sanja Bernat Gazibara (RGNF)
Tehnička urednica:
dr. sc. Natalia Smrkulj (HGI)
Uredništvo:
dr. sc. Morana Hernitz Kučenjak
Katarina Krizmanić, dipl. ing. geol. (HPM)
dr. sc. Ana Majstorović Bušić (INA)
Nika Milović, studentica
Dr. sc. Iva Olić Peco, mag. geol. (PMF)
Josipa Perić, mag. geol. (INA)

Naklada: 180 primjeraka
Tisak:
Kerschoffset d.o.o.
Ježdovečka 112, 10250 Lučko-Zagreb

Za sadržaj priloga
odgovaraju potpisani autori

Vijesti Hrvatskoga geološkog društva objavljene su uz financijsku potporu
Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske

Dana 25. srpnja 2001., odlukom Ureda za odnose s javnošću Vlade Republike Hrvatske Vijesti Hrvatskoga geološkog društva prijavljene su na temelju članka 18. stavka 4. i 5. Zakona o javnom priopćavanju (NN br. 83/96)

UDK 55 CODENVHGDEJ ISSN 1330-1357

U sljedećem broju pročitajte...

Obilježavanje 75. godišnjice osnivanja HGD-a

Obilježavanje 170 godina od rođenja i 90 godina od smrti Dragutina Gorjanovića-Krambergera



EuGeN 2026: godišnje druženje mladih geologa u Grčkoj

Terenska nastava u Čileu u organizaciji Society of Economic Geologists (SEG)




INA
Svaki put uz vas