



VIJESTI

58/1
GODINA XLVIII
ZAGREB, LIPANJ 2021.

HRVATSKOGA GEOLOŠKOG DRUŠTVA



TEMA BROJA

KRITIČNE MINERALNE SIROVINE

RIJEČ UREDNICE



*Poštovane kolegice i kolege,
drage čitateljice i čitatelji,*

Iako nas potresi i posljedice potresa i dalje prate, i bit će riječi i o njima, u ovom ćemo se broju kroz temu broja posvetiti kritičnim mineralnim sirovinama o kojima nam piše skupina autora iz naših različitih geoloških institucija.

Prikazujemo vam i drugi dio aktualnih projekata, posebice onih koji su financirani od strane Hrvatske zaklade za znanost. Djelatnici Hrvatskoga geološkog instituta s ponosom nam prikazuju nove web stranice i dostupnost geoloških karata i tumača koji će mnogima biti od pomoći. Unatoč epidemiji koronavirusa COVID-19 koja i dalje traje, mnogobrojne aktivnosti su se i dalje odvijale online, no pomalo se vraćamo i na „staro normalno“ pa ćete moći pročitati i o mnogobrojnim drugim aktivnostima na kojima su sudjelovali naši kolege, ali i uvijek aktivni studenti.

U ovom broju predstavljamo i tri nove doktorice znanosti koje svjedoče marljivosti i ustrajnosti i u ovom pandemijskom razdoblju.

U prvoj polovici 2021. godine opraštamo se od cijenjenog nam kolege, muzejskog savjetnika Darka Rukavine, koji nas je napustio neposredno prije svog 77. rođendana.

U osvrtima donosimo tekst Damira Takača o našem prekrasnom Velebitu te se kroz tekst Kristine Novak Zelenike prisjećamo pokretača moderne naftne industrije Antuna Lucića, uz 100. godišnjicu njegove smrti.

Pozivam vas da nas i dalje redovito čitate i pratite te vas sve srdačno pozdravljam do sljedećeg broja Vijesti, u kojem ćemo ponosno slaviti 70. godišnjicu našega Društva.

Karmen Fio Firi, urednica

S A R Ž A J

TEMA BROJA

4 KRITIČNE MINERALE SIROVINE

AKTIVNOSTI

23 KOSEIZMIČKI PROCESI NA ŠIREM PODRUČJU PETRINJE UZROKOVANI POTRESNOM SERIJOM KOJA JE ZAPOČELA 28. 12. 2020. GODINE

27 PROJEKTI HRVATSKE ZAKLADE ZA ZNANOST

- GEOSEKVA
- PYROSKA
- QMAD
- SEDBAS
- TRANITAL
- WIANLAB
- DFAULT



44 NOVITETI NA NOVIM MREŽNIM STRANICAMA HGI-A

45 EGU 2021

49 METODA MAGNETOTELURSKOG ISTRAŽIVANJA

51 OTVORENI DAN GEOLOGIJE 202(0)1. NA PMF-U

52 RGN ZNANOSTI U OBNOVI POTRESOM POGOĐENIH PODRUČJA – 2. OKRUGLI STOL U SKLOPU DANA DOKTORANADA RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNOG FAKULTETA

53 JUBILARNI 5. SIMPOZIJ STUDENATA DOKTORSKIH STUDIJA PMF-A

54 16. CASH&CARRY – DAN OTVORENIH VRATA UMJETNOSTI U SURADNJI S RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNIM FAKULTETOM

55 „CARSTVO MINERALA“ U SKLOPU PROGRAMA RUKSAK (PUN) KULTURE

57 SEIZMA – EPICENTAR ZNANJA!

59 AKTIVNOSTI STUDENTSKOG ODSJEKA

- ONLINE STUDENTSKI DANI GEOLOGIJE 2021.
- ISKUSTVA STUDENATA NA STRUČNOJ PRAKSI
- 13. SPELEOLOŠKA ŠKOLA SPELEOLOŠKOG KLUBA OZREN LUKIĆ
- SUDJELOVANJE U VOLONTERSKOM PROGRAMU NACIONALNOG PARKA MLJET



66 XXIII. MALONOGOMETNI TURNIR „GJURO PILAR“ 2020.

68 **SAŽETCI DOKTORSKIH DISERTACIJA
IN MEMORIAM**

71 U SPOMEN DARKU RUKAVINI (8. LIPNJA 1944. – 1. LIPNJA 2021.)

OSVRTI

75 KAD VEĆ POSTOJI PLANINA...

77 STOTA OBLJETNICA SMRTI ANTUNA LUČIĆA

Kritične mineralne sirovine – europski i svjetski tokovi sirovina u službi ubrzanog tehnološkog razvoja

Nenad Tomašić, Andrea Čobić, Hana Fajković, Sibila Borojević Šoštarić, Iva Kolenković Močilac,
Marta Mileusnić, Uroš Barudžija, Dalibor Kuhinek, Marko Cvetković,
Nikola Gizdavec, Nikolina Ilijanić i Željko Dedić

Kritične mineralne sirovine – uvjet razvoja industrije i tehnološkog napretka

Suvremeni razvoj raznih grana proizvodne djelatnosti kao i napredak tehnologije zahtijevaju odgovarajuću opskrbu mineralnim sirovinama. Pojedine sirovine posebno su tražene u proizvodnji i razvoju novih proizvoda, a njihova ograničena opskrba ili čak prekid dobave mogu ozbiljno ugroziti proizvodnju i daljnji razvoj, ugroziti sigurnost radnih mjesta te poljuljati lokalno gospodarstvo. Stoga je zadovoljavajuća i pravovremena opskrba ključnim sirovinama nužan preduvjet svakodnevnog funkcioniranja suvremenih gospodarskih tokova, a time i bitna odrednica strateškog planiranja svake države. Nedovoljna dostatnost pojedine sirovine na tržištu može biti posljedica nedostatne domaće proizvodnje i ovisnosti o uvozu s udaljenih tržišta, ali i prekida opskrbe uslijed ekonomskih, prirodnih i geopolitičkih faktora. Ti čimbenici također utječu na čestu fluktuaciju cijena sirovine, koja se dalje odražava na planiranje proizvodnje, cijenu konačnog proizvoda, kao i na poremećaje u proizvodnji ako volatilitet cijena ugrožava zacrtane proizvodne i razvojne ciljeve, a svakako može utjecati i na smanjenje konkurentnosti pojedinih industrija na tržištu. Sirovine nužne za proizvodnju, a nedostatne na domaćem tržištu, podložne čestim promjenama u dostupnosti i cijeni te povećanog rizika u opskrbi, smatraju se kritičnim sirovinama (*European Commission Communication, 2011*). Često se kod ove problematike naizmjenice koristi izraz „kritične sirovine“ i „kritične mineralne sirovine“, budući da mineralne sirovine svojom brojnošću i obujmom proizvodnje čine najveći dio kritičnih sirovina.

Kritične sirovine – preduvjet razvoja Europske unije

Povremena oskudica i nagle promjene cijena pojedinih sirovina nagnale su Europsku uniju na strateško promišljanje povezano sa stabilnom opskrbom nužnih (kritičnih) sirovina na europskom tržištu, prije svega onih koji se na europsko tržište dobavljaju značajnim dijelom, ponekad i u potpunosti, uvozom iz udaljenih vaneuropskih izvora. U razmatranju takve opskrbe, Europska unija je pokrenula financiranje niza projekata s ciljem procjene poznatih, ali i potencijalnih europskih primarnih i sekundarnih izvora kritičnih sirovina. Prije desetak godina prepoznata je nužnost adekvatne opskrbe pojedinim sirovinama, posebice imajući u vidu nadolazeću eru zelene energije i e-mobilnosti, koja će povećati potražnju za pojedinim kritičnim sirovinama. U proteklom gotovo dvadesetogodišnjem razdoblju, neke vaneuropske države su se iz dobavljača mineralnih sirovina promakle u njihove velike potrošače, ponajprije Kina, čime se situacija na tržištu dodatno usložnila. Potražnja za mineralnim sirovinama je uvišestručila ulaganja u tržište sirovina potičući veliki rast u sektoru koji je usporen financijskom krizom 2008. godine. Uz oporavak ekonomije daljnja investicijska ekspanzija je nastavljena, postavljajući razvoj tržišta sirovina u usku povezanost s financijskom sektorom.

Imajući to u vidu, Europska komisija je 2008. godine prepoznala stratešku važnost mineralnih sirovina, pokrećući s time povezanu inicijativu (*European Commission Communication, 2008*). Započelo se s



- opskrba tim sirovinama vrlo je rizična sa stajališta mogućih nestašica u sljedećih 10 godina,
- takve sirovine su iznimno važne u lancu vrijednosti roba i dobara.

Pri tome, Europska komisija ažurira popis svake tri godine, tj. do sada postoje popisi iz 2011., 2014., 2017. i 2020. godine (*European Commission Communication*, 2011, 2014, 2017 i 2020). Pretposljednje i posljednje ažuriranje ovog popisa uzimalo je prethodno navedene kriterije za petogodišnje razdoblje za članice EU (EU 27, bez Ujedinjenog Kraljevstva), a promatrana su ukupno 83 siroviniska materijala.

Takav popis kritičnih sirovina Europska komisija koristi pri sklapanju novih ugovora o opskrbi kao i za korekcije poremećaja na tržištu. Također, koriste se za prepoznavanje potrebnih investicija, kao i ulaganje u inovacije i istraživanje u okviru raznih projekata obuhvaćenih Horizon 2020, Horizon Europe te nacionalnim istraživačkim programima. Taj popis je od početnih 14 iz 2011. godine narastao na popis od 30 kritičnih siroviniskih materijala 2020. godine (tablica 1). Pored navedenih, Europska komisija pažljivo prati kretanje drugih mineralnih sirovina na tržištu, npr. nikla, zbog njihove moguće značajnije uporabe u skorije vrijeme. U opskrbi pojedinim kritičnim mineralnim sirovinama trenutno je problematična opskrba koja je ovisna isključivo o jednom izvoru, npr. REE se dobavljaju gotovo u potpunosti iz NR Kine, borati u cijelosti dolaze iz Turske, dok platina gotovo preko 70 % ima porijeklo iz Južnoafričke Republike. Također, opskrba pojedinim kritičnim sirovinama se u pravilu odvija isključivo posredstvom jedne tvrtke.

Mogući uzroci povećanog rizika prepoznati su u koncentraciji proizvodnje u samo nekoliko država kao i u niskoj ekonomsko-političkoj stabilnosti dobavljača.

Danas je pridobivanje i opskrba kritičnim mineralnim sirovinama povezano i s recikliranjem krajnjih proizvoda te sa sveukupnom gospodarskom i razvojnom politikom vezanom za klimatske promjene i razvoj novih tehnologija koje ih prate. Zbog jasnog definiranja kritičnih mineralnih sirovina, nužno je kvalitetno prikupljanje podataka o njihovim izvorima, stvarnoj i mogućoj proizvodnji, kao i praćenje razvoja tehnologija, a kako bi se na vrijeme uočila potreba za pojedinim sirovinama te osigurala nesmetana opskrba.

Stručni i znanstveni podaci o izvorima i korištenju mineralnih sirovina u svrhu kvalitetne opskrbe tržišta prati i aktivna gospodarska politika kao i gospodarska diplomacija. Europska komisija od 2008. godine aktivno radi na uspostavi bilateralnih i multilateralnih sporazuma o trgovini i izvozu mineralnih sirovina s udaljenih tržišta, a posebno su u žarištu izvozne kvote, carine i izvozne dozvole. Potaknuto je financiranje projekata u EU, ali i financiranja vaneuropskih projekata (npr. europsko-afrički infrastrukturni fond), krediti Europske investicijske banke za rudarske projekte kao i FP7 te kasnije H2020 i Horizon Europa projekti.

Strategija Europske unije za poticanje istraživanja, inovacija i razvoja u sektoru mineralnih sirovina

Saznanja o trenutnim i budućim izvorima mineralnih sirovina nužna su za razvoj i odgovarajuće planiranje proizvodnje mineralnih sirovina, stoga Europska unija kroz različite programe financira projekte prikupljanja podataka i istraživanja starih i novih ležišta, kao i iskorištavanje sekundarnih izvora mineralnih sirovina. Tako je već razvijen *Raw Materials Information System*. Europska komisija namjerava osnažiti svoje djelovanje s ciljem održivog osiguranja mineralnih sirovina pomoću mreže strateškog predviđanja (*Strategic Foresight Networks*) s ciljem planiranja raznih scenarija opskrbe, potražnje i upotrebe mineralnih sirovina u ključnim sektorima. Osobito je to značajno u svrhu osiguravanja mineralnih sirovina za budući razvoj Unije, a koji se zasniva na ostvarivanju scenarija klimatske neutralnosti do 2050. godine.



Tablica 1. Pregled kritičnih sirovina obuhvaćenih kriterijima Europske komisije prema godini objavljivanja Komunikacije o kritičnim sirovinama (jače istaknuta boja u pojedinoj godini upućuje na sirovinu koja je te godine prvi puta uključena u popis kritičnih sirovina) (podaci prema European Commission Communication, 2011, 2014, 2017 i 2020.)

Kritična mineralna sirovina	Godina objavljivanja Komunikacije Europske komisije			
	2011.	2014.	2017.	2020.
Antimon				
Barit				
Berilij				
Bizmut				
Boksit				
Borati				
Fluorit				
Fosfati				
Fosfor				
Galij				
Germanij				
Hafnij				
Helij				
HREE				
Indij				
Kobalt				
Krom				
Litij				
LREE				
Magnezij				
Magnezit				
Niobij				
PGE				
Prirodna guma				
Prirodni grafit				
Silicij (metal)				
Skandij				
Stroncij				
Tantal				
Titanij				
Ugljen za kuhanje				
Vanadij				
Volfram				



Više je primjera potrebe za takav pristup sektoru mineralnih sirovina, npr.:

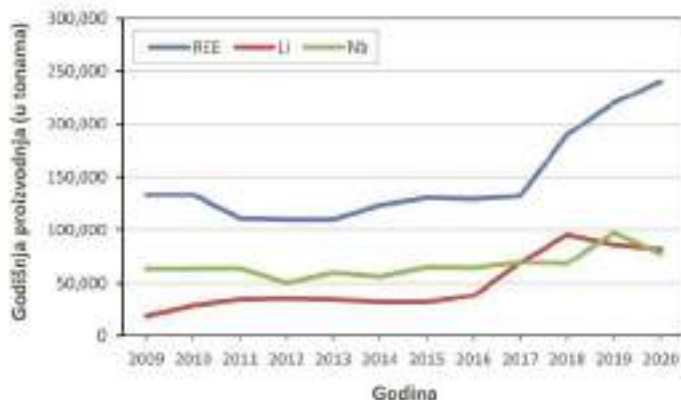
- EU će u 2030. godini trebati 18 puta više litija i pet puta više kobalta nego što je to potrebno danas za proizvodnju baterija ugrađivih u električne automobile i druge različite potrebe pohranjivanja električne energije. Do 2050. godine to će se povećati na do 50 puta veće potrebe za litijem i 15 puta veće potrebe za kobaltom.
- Do 2050. bit će potrebno 10 puta više REE za proizvodnju permanentnih magneta koji se koriste u motorima električnih vozila, digitalnim tehnologijama ili vjetroturbinama.

Već tijekom proteklog desetljeća uočen je značajan porast potražnje i proizvodnje pojedinih mineralnih sirovina (slika 3).

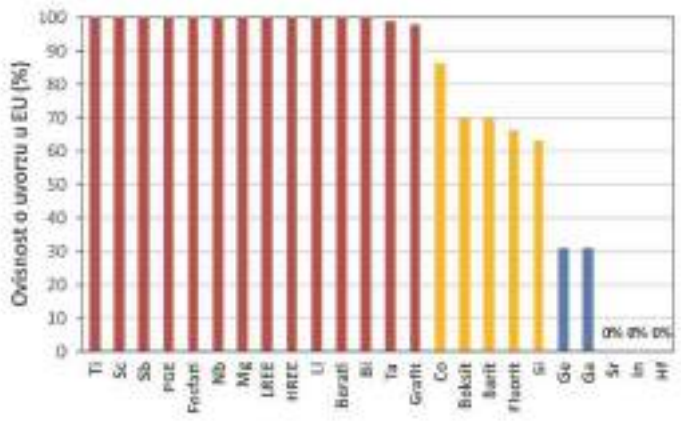
Svjetska banka također predviđa ubrzani porast potražnje za metalima i mineralima u svjetlu prilagodbe industrije i tehnologije klimatskim promjenama. Osobiti porast bi mogli zabilježiti metali značajni u proizvodnji električnih vozila (Al, Co, Fe, Pb, Li, Mg, Ni), čija bi potražnja mogla porasti 10 puta u slučaju povećanja prosječne temperature za manje od 2°C.

Sve su to značajna povećanja koja treba gledati ne samo u okviru europskog tržišta, već i u globalnom kontekstu, a posebno je kritičan podatak da Europska unija uvozi 75 – 100 % većine potrebnih metala. K tome, treba uzeti u obzir opasnost da se pojačana potražnja za mineralnim sirovinama zbog novih tehnologija u svrhu postizanja klimatske neutralnosti ne odrazi negativno u područjima pridobivanja primarnih mineralnih sirovina uslijed pojačane eksploatacije, čime bi se stvorili novi okolišni i socijalni problemi.

Zbog toga se potiče razvoj i inovacije u tehnologiji pridobivanja i ekstrakcije mineralnih sirovina, kao i istraživačka i inovacijska integracija istraživačkog, edukacijskog i industrijskog sektora. Želi se postići povećana učinkovitost iskorištavanja resursa te povećati udjel recikliranih sirovina iz sekundarnih izvora.



Slika 3: Proizvodnja nekih kritičnih mineralnih sirovina u razdoblju 2009. – 2020. (podaci prema USGS, 2009. – 2021.)



Slika 4: Ovisnost o uvozu pojedinih kritičnih sirovina u Europskoj uniji. IR (engl. import reliance) = (uvoz – izvoz)/(domaća proizvodnja + uvoz – izvoz)[%] (podaci prema European Commission, 2020)



- b) iskorištavanje mineralnih sirovina usklađeno s prostornim planiranjem, izrada baza podataka o mineralnim sirovinama, jasna metodologija utvrđivanja mineralnih sirovina, dugoročno definiranje potreba za mineralnim sirovinama, očuvanje mineralnih resursa i okoliša;
 - c) definiranje administrativnih postupaka odobravanja dozvola za eksploataciju i koncesije.
3. Povećanje učinkovitosti iskorištavanja i recikliranja, jer se recikliranjem smanjuje potreba za opskrbom iz primarnih izvora, smanjuje se količina otpada kao i količina energije potrebna za eksploataciju i preradu primarnih sirovina. Pristup ovakvoj strategiji podrazumijeva tehnološku prilagodbu prerade i ponovno iskorištavanje sekundarnih mineralnih sirovina, a također u skladu s dosizanjem planiranog smanjenja emisije CO₂ u trenutnom i nadolazećim desetljećima. Posebno se ističe „urbano rudarenje“ mineralnih sirovina iz komunalnog otpada, koje može biti značajan dotok sekundarnih sirovina.

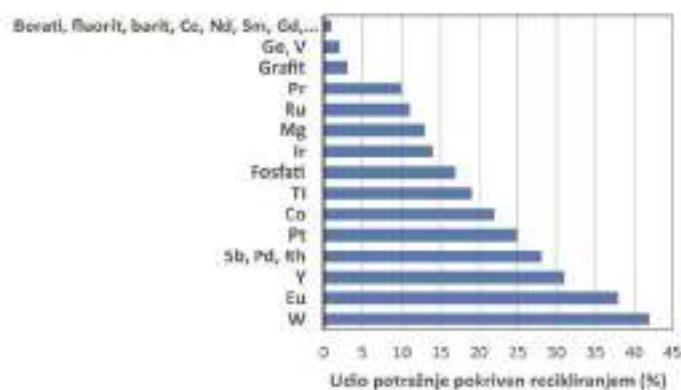
Glavni zadaci u svrhu postizanja većeg obujma recikliranja i povećanja udjela sekundarnih izvora u pridobivanju kritičnih mineralnih sirovina su:

- a) povećanje učinkovitosti prikupljanja i obrade otpada štetnog za okoliš kao i onog koji je moguć izvor kritičnih sirovina;
- b) podupiranje istraživanja i inicijativa za povećanje učinkovitosti sekundarnih izvora sirovina;
- c) unaprjeđenje i ujednačavanje zakonodavstva vezanog za otpad u državama članicama EU;
- d) reevaluacija plana održive proizvodnje i potrošnje, a kako bi se utvrdili nužni koraci u daljnjem planiranju politike recikliranja;
- e) promocija ekodizajna – utvrđivanje ekonomske održivosti upotrebe mineralnih sirovina, njihove ponovne upotrebe i razvoja tehnologija u industriji za korištenje sekundarnih sirovina;
- f) povećanje konkurentnosti europske industrije u sektoru recikliranja;
- g) sprječavanje nelegalnog transporta i odlaganja otpada u trećim zemljama.

Danas se u Europskoj uniji već značajan dio mineralnih sirovina koristi iz recikliranja (slika 5).

4. Jačanje inovacija u sektoru mineralnih sirovina smatra se ključem razvoja potencijala EU u tom sektoru, a nužno je u svim elementima opskrbnog lanca.

Nadoknađivanje manjka i europske ovisnosti u opskrbi mineralnim sirovinama iziskuje strateško planiranje i njime obuhvaćanje svih dionika u opskrbnom lancu. Nova industrijska strategija podrazumijeva stvaranje novih industrijskih saveza, a mineralne sirovine bitan su čimbenik i nužan dio takvih saveza. Tako je u rujnu 2020. godine osnovana ERMA (European Raw Material Alliance), u okviru akcijskog plana Unije u sektoru mineralnih



Slika 5: Udio recikliranja u zadovoljavanju potražnje za pojedinim kritičnim sirovinama (iskazan kao postotak ukupne potražnje koji se može zadovoljiti sekundarnim sirovinama; podaci iz European Commission, 2020)



sirovina. Taj savez otvoren je svim dionicima iz industrijskog sektora, državama članicama EU, trgovačkim udrugama, civilnom društvu, istraživačkim i tehnološkim organizacijama te investitorima. Ta zajednica želi identificirati prepreke, mogućnosti i investicije u sektoru mineralnih sirovina, te učiniti Europu ekonomski otpornom i prilagodljivom u opskrbi mineralnim sirovinama. Cilj je do 2030. godine aktivnostima ERMA povećati proizvodnju mineralnih sirovina i naprednih materijala kroz cirkularnu ekonomiju, potičući pridobivanje i recikliranje kritičnih mineralnih sirovina, posebice kroz:

- a) podupiranje inovacija i infrastrukture koji su okolišno održivi i socijalno pravedni;
- b) primjenu načela kružne ekonomije u proizvodnji složenih proizvoda poput električnih vozila, čistih tehnologija i opreme za iskorištavanje vodika;
- c) potporu europskoj industriji mineralnih sirovina u ekstrakciji, osmišljavanju, proizvodnji i recikliranju materijala;
- d) promociju inovacija, strateških investicija i industrijske proizvodnje kroz pojedine opskrbe lance.

Istraživački projekti vezani za kritične mineralne sirovine u Republici Hrvatskoj

Kako u cijeloj Europskoj uniji, tako se i u Republici Hrvatskoj trenutno provode razni projekti vezani za istraživanje mineralnih sirovina kao i unaprjeđenje tehnologija njihovog pridobivanja i obrade. Dobar broj projekata financijski je potpomognut programima Europske unije, a svakako prednjače projekti potpomognuti Europskim institutom za inovacije i tehnologiju (EIT), tijelom Europske unije osnovanom 2008. godine s ciljem jačanja inovacijskog potencijala EU. Područje mineralnih sirovina obuhvaćeno je inovacijskom zajednicom EIT *Raw Materials* (EIT RM). EIT RM je osnovan 2014. godine, a dio je programa Horizon 2020, odnosno Horizon Europe. U Hrvatskoj su partneri te zajednice Sveučilište u Zagrebu i Hrvatski geološki institut. Do sada je bilo ukupno osam poziva za prijavu projekata. U ovom poglavlju bit će kratko prikazani svi dosadašnji i trenutni projekti vezani za mineralne sirovine.



DIM ESEE (*Dubrovnik International ESEE Mining School*) je projekt koji je trajao od 2017. do 2020. godine te je dobio titulu „uspješne priče“ EIT *RawMaterials*-a. Radilo se o petodnevnoj školi rudarstva koja se održavala jednom godišnje u listopadu, u Inter-University Centru Dubrovnik, a bila je namijenjena stručnjacima i istraživačima, diplomantima, doktorandima i nastavnicima u sektoru mineralnih neenergetskih sirovina istočne i jugoistočne Europe (ESEE) (slika 6). Ovaj edukativni projekt pod vodstvom Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu okupljao je sedam sveučilišta (AGH *University of Science and Technology* (AGH) iz Poljske, *University of Mining and Geology „Sv. Ivan Rilski“* (MGU) iz Bugarske, *Montanuniversität Leoben* (MUL) iz Austrije, *Dnipro University of Technology* (NTU) iz Ukrajine, Rudarsko-geološki fakultet (RGF) Sveučilišta u Beogradu iz Srbije te *Technical University of Košice* (TUKE) iz Slovačke)





Slika 6: Sudionici DIM ESEE škole u Dubrovniku

i jedan istraživački institut (*Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG)*). Cilj projekta bio je prijenos teorijskog i praktičnog znanja sudionicima od strane renomiranih stručnjaka i stvaranje otvorenog dijaloga između studenata, istraživača, stručnjaka i šire javnosti, kao i jačanje inovativnih kapaciteta u rudarstvu, recikliranju i sektoru upravljanja otpadom. U projekt su bili uključeni i industrijski partneri iz ESEE regije koji su jednom godišnje popunjavali upitnik kao iskaz interesa i prijedloga za nadolazeće izdanje Škole, a tijekom proljetnih radionica raspravljali su o suvremenim izazovima i mogućnostima u sektoru mineralnih sirovina. Osim prijenosa znanja i umrežavanja, cilj Škole je edukacija i postizanje društvenog razumijevanja i prihvaćanja važnosti ekstrakcije i procesiranja sirovina te jačanja održivih rudarskih aktivnosti, s dugoročnim ciljem ostvarenja veće zapošljivosti u sektoru rudarstva i ekonomskog rasta u svim uključenim zemljama. Tijekom četverogodišnje provedbe projekta, obrađivale su se sljedeće teme: *Zero waste management* (2017.), *Deep intelligent mining* (2018.), *Small mining sites – Innovation in mining* (2019.) te *Small mining sites – Innovation in processing and recycling* (2020.).

DIM ESEE-2 (*Dubrovnik International ESEE Mining School – Implementing innovations*) projekt je cjeloživotnog učenja usmjeren na povećanje inovativnosti među stručnjacima za mineralne sirovine u regiji istočne i jugoistočne Europe (ESEE regija), a zasnovan je na pozitivnim rezultatima DIM ESEE projekta (2017. – 2020.). Projekt se provodi od 2021. do 2025. godine pod vodstvom Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta uz još 13 partnerskih institucija iz Albanije, Austrije, Belgije, Bosne i Hercegovine, Bugarske, Crne Gore, Grčke, Mađarske, Sjeverne Makedonije, Slovenije, Slovačke, Srbije i Ukrajine. Temeljem detaljne analize trenutnog sustava visokog obrazovanja u ESEE regiji, konzorcij je utvrdio kontinuirani nedostatak tečajeva cjeloživotnog učenja za profesionalce u sektoru mineralnih sirovina u ESEE regiji te posljedično nižu stopu inovativnosti diplomanata i budućih inženjera u tom području. Cilj nam je promijeniti prepoznate negativne trendove u regiji: 1. održavanjem trodnevnih inovacijskih radionica za profesionalce

u sektoru mineralnih sirovina u Inter-University Centru Dubrovnik te 2. održavanjem *spin-off* radionica za studente diplomskih i doktorskih studija na sveučilištima ESEE regije u području mineralnih sirovina. Za vrijeme trajanja projekta, više od 120 stručnjaka proći će cjeloživotno obrazovanje pohađajući inovacijske radionice na sljedeće teme: Inovacije u geološkoj prospekciji (*Innovation in exploration – 2021.*), Inovacije u procesnoj karakterizaciji mineralizacije (*Innovation in process-oriented orebody characterization – 2022.*), Inovacije u eksploataciji (*Innovation in extraction – 2023.*), Inovacije u preradi mineralnih sirovina (*Innovation in ore processing – 2024.*). Sveučilišta iz ESEE regije pripremit će zajedničke sekundarne, tzv. *spin-off* radionice za svoje doktorande i studente diplomskih studija, koristeći pripremljene materijale iz primarnih inovacijskih radionica. Projekt će također imati i snažnu diseminacijsku mrežu, usmjerenu na profesionalce, studente i akademske stručnjake te nacionalne kreatore politika u području mineralnih sirovina u svih 14 zemalja. Više o projektu na <https://dim-esee.eu/>.



INVEST RM (*Multifactor model for investments in the raw material sector, case study Bosnia and Herzegovina*) je projekt u trajanju od 2018. do 2021. godine pod vodstvom Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu i u suradnji s četiri institucije iz Bosne i Hercegovine (Rudarski institut Tuzla, Rudarski institut Prijedor, Institut Kemal Kapetanović u Zenici, Rudarski institut Banja Luka) te tvrtkom Cemex iz Hrvatske i

sveučilištem *Montanuniversität Leoben* iz Austrije. Glavni cilj projekta bila je izrada kompleksne online aplikacije koja mapira 120 nalazišta kritičnih mineralnih sirovina u Bosni i Hercegovini: boksita, antimonita, fluorita i magnezita, zajedno s detaljnim informacijama o pravnoj, socijalnoj i ekonomskoj strukturi pojedinog entiteta. Aplikacija je namijenjena potencijalnim stranim investitorima u Bosnu i Hercegovinu, ali i tamošnjim geološkim i rudarskim institutima, državnim tijelima, tvrtkama iz sektora mineralnih sirovina, nevladinim organizacijama, tehničkim fakultetima i sl. Također je izrađena i brošura u suradnji s agencijom FIPA (Agencija za unaprjeđenje stranih investicija u Bosni i Hercegovini) u kojoj je detaljnije opisano 14 najperspektivnijih ležišta, što je otvorilo mogućnost za povezivanje bosanskohercegovačkih koncesionara pojedinih ležišta sa stranim investitorima preko FIPA-e. Aplikacija je promovirana i testirana na ukupno četiri nacionalna Info dana u Bosni i Hercegovini (uživo u Banjoj Luci i Zenici, online u Prijedoru i Tuzli), s ciljem približavanja projekta široj publici i stvaranja suradnje s bosanskohercegovačkim tvrtkama. Razvijeni će se model moći koristiti i implementirati u druge zemlje, regije i tipove ležišta mineralnih sirovina. U sklopu projekta odrađena su terenska istraživanja na tri ležišta fluorita (Žune, Hrmza, Meovršje) te su provedene mineraloške i geokemijske analize mineralizacije, a rezultati će biti prikazani u diplomskim radovima petero diplomanata iz Zagreba, Zenice, Tuzle i Prijedora koji trenutno surađuju na projektu, te u nekoliko znanstvenih članaka. Više o projektu i aplikaciji na <https://investrm.eu/>.



REEBAUX (*Prospects of REE recovery from bauxite and bauxite residue in the ESEE region*) je projekt koji je trajao je od 2018. do 2020. godine, a uključivao

je partnere iz Hrvatske (Prirodoslovno-matematički fakultet kao voditelj projekta, Rudarsko-geološko-





Slika 7: Bušački radovi na ležištu Mamutovac u okviru projekta REEBAUX

naftni fakultet i Hrvatski geološki institut), Mađarske (Sveučilište *Eötvös Loránd*, Sveučilište u Miškolcu), Austrije (*Montanuniversität Leoben*), Njemačke (DMT grupa), Slovenije (*Zavod za gradbeništvo Slovenije*) i Crne Gore (Geološki zavod Crne Gore). Boksit i crveni mulj dugo se smatraju mogućim izvorom elemenata rijetkih zemalja (REE), a u svjetlu nedostatka europskih izvora tih kritičnih sirovina dragocjenih za industriju i razvoj tehnologije, REEBAUX je inventarizirao podatke o REE u boksitu i crvenom mulju u partnerskim državama, koji su prikupljeni iz prethodnih studija kao i terenskim istraživanjima i analitičkim radom provedenim u okviru projekta (slika 7). Definirane su mogućnosti pridobivanja REE na osnovu prikupljenih podataka, a načinjena je i preliminarna procjena životnog ciklusa (LCA, *Life Cycle Assessment*) za pridobivanje REE iz crvenog mulja na osnovu nekoliko dostupnih tehnologija. Cilj projekta bio je i jačanje inovacijskog potencijala u istraživanju i iskorištavanju boksitnih sirovina kroz uključivanje studenata u projektne istraživanja kao i kroz organizaciju dviju studentskih radionica 2019. (uključujući i terenski obilazak) i 2020. godine. Održan je i okrugli stol projektnih partnera i zainteresiranih dionika o rezultatima projekta, tekućim problemima opskrbe tržišta kritičnim mineralnim sirovinama te o mogućnostima buduće valorizacije boksitnih sirovina u pridobivanju REE. Svake projektne godine objavljeni su rezultati istraživanja u obliku godišnjeg i završnog izvještaja. Načinjena je i projektna knjižica koja obuhvaća trenutno stanje na svjetskom i europskom tržištu vezano za proizvodnju i iskorištavanje REE, značajne rezultate projekta REEBAUX kao i procjenu perspektive pridobivanja REE iz boksitnih sirovina na istraživanom području istočne i jugoistočne Europe (ESEE). Više o projektu na <http://reebaux.gfz.hr>.

TEMA



TRAINESEE v.2 (*Training Trainers in East and Southeastern Europe*) je dvogodišnji projekt započet u 2020. godini. Riječ je o projektu jačanja kapaciteta usmjerenom na šest sveučilišta Istočne i Jugoistočne Europe, posebno na poboljšanje određenih generičkih vještina, sukladno nedostacima kurikuluma utvrđenima tijekom provedbe pilota ESEE S – Train ESEE (2017. – 2018.).

Pod koordinacijom Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu, projekt okuplja četiri sveučilišta čiji se kapaciteti jačaju, eng. *trainees* (AGH *University of Science and Technology* iz Poljske, *Technical University of Košice* iz Slovačke, *University of*

Mining and Geology „Sv. Ivan Rilski“ iz Bugarske, *Dnipro University of Technology* iz Ukrajine), pet institucija s isključivom ulogom „trenera“, eng. *trainers* (*Aalto University* iz Finske, *KGHM Cuprum Ltd.* iz Poljske, *Montanuniversität Leoben* iz Austrije, *Tecnalia* iz Španjolske, *Technical University of Vienna* iz Austrije), te dva sveučilišta s dvojakom ulogom (*National Technical University of Athens* iz Grčke i *University of Miskolc* iz Mađarske). Glavni ishodi projekta su četiri obrazovna modula: Metodologija podučavanja, Razvoj i upravljanje projektima, Inovacijski i poduzetnički modul te modul Znanost i poslovanje, koji će se u obliku višednevnih radionica provesti za osoblje šest sveučilišta. Temeljem tih modula, za ista će se sveučilišta izraditi i trogodišnji akceleracijski programi, kako bi se ostvarila održivost projektnih rezultata. Provedbom TrainESEE v.2, ostvarit će se višestruke koristi za sveučilišta i akademsko osoblje te predavače na studijskim programima vezanima uz sektor mineralnih sirovina, ali i za same studente – prvenstveno kroz povećanje razine njihove inovativnosti i poduzetničkih vještina, a time i konkurentnosti na tržištu rada.

U smislu koristi koje će ostvariti sama sveučilišta, očekuje se kako će porasti broj projektnih prijedloga podnesenih u svrhu dodjele nacionalnog/međunarodnog financiranja te će se postupno i dugoročno poboljšati opći rang pojedinih sveučilišta uključenih u projekt.

Više informacija o projektu dostupno je na poveznici <https://trainesee2.eu/>.



RIS-RESTORE (*Evaluation of Red Mud Tailings in the ESEE region*) projekt je započeo 2020. te će trajati do kraja 2022. godine. Projekt uključuje 19 partnera iz 12 država, a vodi ga *Zavod za gradbeništvo Slovenije*, dok s hrvatske strane kao partner sudjeluje Prirodoslovno-

matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. U djelokrug projekta pripada uspostava mreže zainteresiranih dionika unutar aluminijske vrijednosne lanca za ponovnu obradu crvenog mulja i ekstrakciju vrijednih metala, zatim procjena postojećih najpogodnijih tehnika gravitacijske i magnetske separacije koje se mogu koristiti za ekstrakciju teških metala te posljedično, povećanje konkurentnosti i smanjenje ovisnosti o uvozu kritičnih sirovina. Uz to predviđeno je održavanje ljetnih škola za studente, kao i radionica za zainteresirane dionike. Više o projektu na <http://ris-restore.zag.si>.



iTARG3T – *Innovative targeting & processing of W-Sn-Ta-Li ores: towards EU's self-supply*, projekt je koji je započeo 2019. godine, a trajat će do kraja 2021. godine. Nositelj projekta je *Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Cientificas M.P., CSIC* (*Spanish National Research Council*), a u projekt je uključeno 12 partnera iz osam zemalja, među kojima i Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Cilj projekta jest razvoj europske održive proizvodnje i opskrbe kritičnim mineralnim sirovinama – W-Sn-Ta-Li. To će se ostvariti otkrivanjem i razvojem novih ležišta W-Sn-Ta-Li, odnosno jačanjem istraživačke komponente u tehnički zahtjevnijim okruženjima te razvijanjem

novih rješenja za obradu minerala koja će doprinijeti ekonomičnosti rudarenja. Teži se boljoj efektivnoj iskoristivosti resursa Europe primjenom inovacija i tehnoloških nadogradnja u lancu vrijednosti mineralnih sirovina. iTARG3T kombinira istraživanje, predviđanje geometalurškog ponašanja ruda i inovativni pristup, uz istovremeno jačanje svijesti o društvenoj prihvatljivosti rudarskih aktivnosti.



U sklopu projekta napravljena je terenska prospekcija planina Motajice i Prosare u Bosni i Hercegovini, Cera u zapadnoj Srbiji te područja Blagojevog Kamena u istočnoj Srbiji. Petrografska i geokemijska analiza uzoraka prikupljenih na granitnom masivu Motajice rezultirala je završnim radom i radom nagrađenim Rektorovom nagradom 2019./2020. godine te ustanovljenom značajnom anomalijom litija. Trenutno su u izradi četiri diplomska rada koja obuhvaćaju ostala prospekcijska područja.



MINERS (*Mine Emergency Response and Rescue School*), projekt kojeg financira EIT, a započeo je 2018. te je trajao do ožujka 2020. godine. Projekt je uključivao 12 partnera iz četiri države, voditelj je Sveučilište u Leobenu, a s hrvatske strane kao partner sudjeluje Rudarsko-geološko-naftni fakultet.

MINERS projekt razvio je međunarodni edukacijski program za procedure spašavanja iz rudnika, upravljanje kriznim situacijama i zaštitu sigurnosti rudara, koji će biti integriran u postojeće sveučilišne diplomske i doktorske studijske programe. U sklopu programa kombiniraju se iskustva i vještine s različitih sveučilišta, kompanija i od strane stručnjaka, a studenti su, osim teoretskih znanja o nacionalnim i međunarodnim sigurnosnim standardima te spasilačkim procedurama, stjecali i praktično iskustvo u stvarnim uvjetima. Na programu su bili okupljeni studenti s različitih sveučilišta (Leoben, Freiberg i Zagreb), koje su osposobljavali međunarodni treneri s iskustvom u provođenju operacija spašavanja na različitim kontinentima.



MineHeritage (*Historical Mining – tracing and learning from ancient materials and mining techniques*). Svrha trogodišnjeg projekta MineHeritage je upoznavanje šire zajednice s potrebama za mineralnim sirovinama, njihovim trgovinskim rutama te razvojem rudarskih tehnologija u različitim regijama Europe kroz povijest s posljedičnim utjecajem na razvoj europskog društva. U

projektu sudjeluje 13 partnera iz 11 europskih zemalja. Rezultati projekta su: (1) baza podataka o povijesnim rudarskim lokalitetima, napuštenim rudnicima i klasificiranom rudarskom baštinom u zemljama EU koje sudjeluju u projektu; (2) Popularno-znanstveni materijali (knjižice i videozapisi o odabranim povijesnim rudarskim lokalitetima); (3) mobilna aplikacija za kulturni turizam koja uključuje europske povijesne rudarske lokacije; (4) promotivne aktivnosti vezane uz povijesne rudarske lokalitete (predavanja, izleti, znanstveno-popularni članci, aktivni profili na društvenim mrežama); (5) suradnja s lokalnom upravom, turističkim uredima, školama i muzejima na promociji rudarske i s njom vezane geološke baštine. Hrvatski tim je s RGNF-a i predvodi ga prof. dr. sc. Marta Mileusnić. Tim je izradio četiri edukativna videa i četiri brošure o značajnim povijesnim rudarskim lokalitetima (Trgovska gora, Radoboj, Rude i Minjera kod Sovinjaka) te je sudjelovao u brojnim događanjima popularizacije u suradnji s lokalnom zajednicom, osobito muzejima i turističkim zajednicama. Rezultati projekta predstavljeni su i na nekoliko domaćih i međunarodnih skupova. Više o projektu možete naći na <https://mineheritage-project.eu>.



reSEERve (*Mineral potential of the ESEE region*). Glavni cilj projekta reSEERve bio je razviti bazu podataka o primarnim i sekundarnim mineralnim sirovinama, kao početnu točku za integriranje područja istočne i jugoistočne Europe (ESEE) u širu pan-europsku mrežu podataka o mineralnim sirovinama (*pan-European Minerals Intelligence Network*). Kako je ESEE područje u dokumentu *EIT Strategic Innovation Agenda*

definirano kao područje od strateškog interesa za razvoj europskog sektora mineralnih sirovina, projekt reSEERve nastoji proširiti geografski doseg *EIT RawMaterials* u ESEE području, diseminirati znanja i tehničke vještine EIT zajednice te olakšati razvoj tržišta za nove tehnologije, startupove i poduzeća. Šira EU zajednica projektom je dobila jedinstven i opsežan registar za primarne i sekundarne sirovine, a investitori konkretne podatke, nacionalne kontakte i mogućnost umrežavanja u regiji. Konzorcij čini 14 partnera iz 12 zemalja, a dolaze iz istraživačkih institucija, sveučilišta i industrije. Hrvatska je predstavljena s dva tima, jedan s RGNF-a i jedan s HGI-a. Glavna zadaća hrvatskog tima s RGNF-a je vođenje radnog paketa 2 *Community buildings*. U sklopu radnog paketa organizirano je sedam nacionalnih tematskih radionica u zemljama regije (Albanija, Bosna i Hercegovina – Federacija i RS, Crna Gora, Hrvatska, Makedonija i Srbija) na kojima su se povezali dionici iz industrije, istraživačkih institucija te sveučilišne zajednice razgovarajući o gorućim temama u sektoru mineralnih sirovina s naglaskom na zemlju domaćina. Pritom su razrađene SWOT analize sektora mineralnih sirovina pojedine zemlje. Rezultati radionica korišteni su u radnom paketu 6 „SWOT/GAP analysis and businesses opportunities in the ESSEE region“. Hrvatski tim s HGI-a je bio zadužen za prikupljanje i prilagodbu podataka o primarnim i sekundarnim mineralnim sirovinama Hrvatske. Više o projektu možete naći na <https://reserve.eu/>.



ENGIE projekt (*Encouraging Girls to Study Geosciences and Engineering*) započeo je 2020. godine te će trajati do kraja 2022. godine. Projektni konzorcij okuplja šest partnera – Sveučilište u Miškolcu (koordinator projekta), Luleå Sveučilište iz

Švedske, Nacionalno istraživačko vijeće Italije, La Palma istraživački centar iz Španjolske, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu te Europsku federaciju geologa preko koje je u implementaciju projekta uključeno još 20 geoloških društava iz cijele Europe, uključujući Hrvatsko geološko društvo. Projekt ENGIE je pokrenut jer postoji značajna neravnoteža spolne zastupljenosti u geoznanostima i geološkom inženjerstvu te srodnim disciplinama, prvenstveno rudarstvu, a posebno u sektoru istraživanja i iskorištavanja mineralnih sirovina. Dokazano je da su spolno uravnoteženi timovi kreativniji i inovativniji te postižu bolje poslovne rezultate. Zbog toga je bitno utjecati na povećanje udjela ženskih zaposlenika, osobito u industrijama povezanim s mineralnim sirovinama. U tom smislu projekt ima za cilj da se različitim aktivnostima doprinese stvaranju interesa za studiranjem geoznanstvenih i srodnih inženjerskih disciplina kod djevojaka u dobi od 13 do 18 godina. Detaljne informacije o projektu mogu se pročitati na mrežnoj stranici:

<https://www.engieproject.eu/>.





MOBI-US (*Structured mobilities for ESEE raw materials master programs* (<https://eitmobius.eu/>)). Cilj projekta MOBI-US (trajanje od 1. 1. 2020. – 31. 7. 2021.) je ojačati umrežavanje sveučilišnih diplomskih programa koji se odnose na mineralne sirovine, stvaranjem skupa strukturiranih opcija mobilnosti za studente između *Eastern-South Eastern Europe* (ESEE) partnerskih sveučilišta: *University of Miskolc* (HU), AGH Krakow (PL), Sveučilište u Zagrebu – RGNF (HR) i *Wroclaw University of Science and Technology* (PL). Svaki diplomski

program ima specifične sadržaje, koji nedostaju ili su manje zastupljeni na partnerskom sveučilištu. Planiranim mogućnostima studentske mobilnosti, domaći programi mogu se nadopuniti specijalizacijama na partnerskom sveučilištu, u oba smjera. Preko ove mreže studenti će se imati priliku premjestiti jedan semestar – koristeći tzv. „prozor mobilnosti“ (*mobility window*) – na partnersko sveučilište, uz drugačiju specijalizaciju u usporedbi s matičnim programom. Obrazovni programi za mineralne sirovine u ESEE regiji smatraju se manje atraktivnim u usporedbi sa zapadnoeuropskim. Jedan od razloga za to je slabija zastupljenost suradnje između sveučilišta i industrije, te slabiji razvoj „mekih“ vještina – poput komunikacije, kreativnosti, učenja/rada u grupi i interkulturalne osjetljivosti. Drugi je razlog slaba cjelokupna suradnja između ESEE institucija. Čvršće veze, bolje razumijevanje i intenzivnija suradnja pomogle bi da ovi programi izađu iz izoliranosti i da se razvije njihova konkurentnost. MOBI-US projekt ima namjeru pružiti opciju za otklanjanje spomenutih slabosti sveučilišnih diplomskih programa vezanih uz mineralne sirovine u ESEE regiji, koristeći pri tome koordiniranu studentsku mobilnost. Mreža mobilnosti temeljit će se na postojećim programima partnerskih sveučilišta, koja imaju desetljećima dugu tradiciju visokoškolskog obrazovanja. Umjesto kreiranja novih združenih programa, cilj projekta je poboljšati postojeće, ponekad izolirane diplomatske programe. Suradnja između umreženih institucija pružit će priliku za nove specijalizacije unutar izvornog programa koji je slabije razvijen, ili koji pak nedostaje u obrazovnoj ponudi pojedine zemlje.

EIT RawMaterials Hub – Regional Center Adria (RCA) (www.eitrawmaterials-rcadria.eu) je regionalni centar financiran od Europskog instituta za inovacije i tehnologiju (EIT), osnovan 2018. godine i vođen od strane Geološkog zavoda Slovenije, Zavoda za gradbeništvo (Slovenija) i Sveučilišta u Zagrebu – Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta.

Osim na Sloveniju i Hrvatsku, djelovanje RC ADRIA usmjereno je na Albaniju, Bosnu i Hercegovinu, Crnu Goru, Kosovo, Sjevernu Makedoniju, Srbiju, a dijelom i Italiju.

Aktivnosti RC ADRIA usmjerene su na sektor mineralnih sirovina, a uključuju:

- povezivanje i umrežavanje (*Matchmaking and Networking*), što podrazumijeva organizaciju događaja *Adria Innovation Day* i radionica industrijske simbioze, kao i prezentaciju vlastitog djelovanja na različitim događajima;
- učenje i edukaciju (*Learning and Education*), što se odnosi na provedbu programa RIS Internship (<https://www.eitrawmaterials-rcadria.eu/rcadriainternship/internship-news>), koji omogućava provedbu strukturirane plaćene stručne prakse za studente završnih godina diplomskih studija, kao i suradnju sa *Junior Achievement programom* u Sloveniji;



- podršku poslovnom sektoru (*Business Creation and Support*), u okviru čega djeluje ADRIA Raw Materials Incubator (<https://www.eitrawmaterials-rcadria.eu/events/adria-raw-materials-incubator-hackathon>) te se ostvaruje suradnja s drugim projektima i industrijskim partnerima;
- diseminaciju, komunikaciju i marketing, kao grupu aktivnosti usmjerenu na postizanje društvenog učinka, promociju vlastitog djelovanja i rada EIT-a, te pružanje raznih informacija važnih za aktere u sektoru mineralnih sirovina.

U provedbu svojih aktivnosti RC ADRIA uključuje značajan broj partnera iz javnog i privatnog sektora.



Funded by the
European Union

Ostali projekti financirani iz EU programa

U okviru programa financiranja Horizon 2020 ERA-Net Europske unije, Hrvatski geološki institut (HGI-CGS) je zajedno sa 45 nacionalnih i regionalnih znanstveno-istraživačkih instituta, zavoda i organizacija iz 32 europske zemlje uključen u 30 milijuna eura vrijedan program naziva **GeoERA** (*Establishing the European Geological Surveys Research Area to deliver a Geological Service for Europe*).



Glavni cilj programa **GeoERA** je znanstveni doprinos optimalnom korištenju i upravljanju površinom Zemlje. U 2018. godini započelo je 15 istraživačkih projekata koji podržavaju integriranije i učinkovitije gospodarenje potpovršinskim dijelom Zemlje, te odgovorniju i društveno prihvaćenu eksploataciju tog dijela. Završetak projekata predviđen je za kraj 2021. godine. Projekti obuhvaćaju primijenjene geoznanosti obrađujući

sljedeće četiri teme: GEO-ENERGY, GROUNDWATER, RAW MATERIALS i INFORMATION PLATFORM. U grupi projekata iz područja mineralnih sirovina tako su financirani sljedeći projekti: **EuroLithos**, **Frame** i **Mintell4EU**.



Projekt **EuroLithos** (*European Ornamental stone resources*) temelji se na pretpostavci da povećano znanje o geološkoj kvaliteti i povijesnoj uporabi prirodnog kamena u Europi može potaknuti održiviju upotrebu ovog resursa, što će zauzvrat donijeti korist

različitim dionicima, promovirati kulturnu baštinu i doprinijeti razvoju učinkovite prakse gospodarenja prostorom (slike 8–10).

Cilj projekta je povećanje uporabne vrijednosti i proizvodnje europskog kamena, što pridonosi povećanoj svijesti, održavanju i očuvanju kulturne baštine. Ciljevi će se ostvariti kroz uspostavu





Slika 8: Pogled na dio površinskog kopa arhitektonsko-građevnog kamena u Pučišćima, koji predstavlja područje istraživanja u nekoliko različitih studija koje se realiziraju kroz projekt EuroLithos



Slika 9: Grupna fotografija istraživačke skupine sa sastanka u Ateni iz ožujka 2019. godine prilikom posjeta eksploatacijskom polju mramora Dionyssomarble u neposrednoj blizini Atene

pripadajuće baze podataka, izrada atlasa prirodnog kamena na europskoj i državnoj razini, identifikaciji i procjeni vrijednosti kulturnog nasljeđa (baštine) te širenje informacija među relevantnim dionicima.



Slika 10: Grupna fotografija istraživačke skupine sa sastanka u Trondheimu u srpnju 2019. godine prilikom posjeta rudarskim tvrtkama Oppdal Sten i Minera skifer te njihovim eksploatacijskim poljima škriljevaca u blizini Trondheima u oppdalskom području Norveške (projekt EuroLithos)

Konzorcij **EuroLithos** projekta okuplja 15 partnera iz 14 zemalja, koji zajedno čine jaku i inovativnu istraživačku skupinu. Voditelj projekta je *Norges Geologiske Undersøkelse* (NGU) iz Norveške. Projekt je u finalnoj fazi te će nakon njegovog završetka svi podaci biti dostupni široj javnosti.



Projekt **FRAME (Forecasting and Assessing Europe's Strategic Raw Materials Needs)** je osmišljen za istraživanje strateških mineralnih sirovina povećavajući znanja o novijim tehnologijama, recikliranju, obogaćenju ruda niske kvalitete, smanjenju stvaranja rudarskog otpada i velikih jalovišta pretvarajući ih u iskoristive resurse kao i primjenom zdravih strategija i partnerstva između onih koji imaju navedene resurse.

Kroz uspješan timski rad razvija se stručnost i baza znanja koja će pružiti značajan inovativni doprinos znanju o potencijalnim primarnim ležištima, predviđanju novih ciljanih područja/ležišta i prepoznavanju potencijala u sekundarnim ležištima.

FRAME se sastoji od osam radnih paketa (WP) namijenjenih prikupljanju, izdvajanju i diseminaciji podataka o strateškim mineralnim sirovinama kako bi se popunili postojeći nedostaci u znanju iz ovog područja.

Na radnim paketima ukupno je uključeno 20 partnera iz isto toliko zemlja, većinom iz Europske unije i Ukrajine. Voditelj projekta je *Norges Geologiske Undersøkelse* (NGU) iz Norveške.

Završetkom projekta identificirat će se i definirati minerali i metali, izradit će se metalogenetska karta bazirana na trenutnom popisu strateških mineralnih sirovina te će se steći nova znanja o mineralizaciji određenih ležišta primarnih mineralnih sirovina. Za sekundarne resurse skupit će se podaci o povijesnom i suvremenom otpadu koji nastaje odvijanjem rudarske djelatnosti, kao i za mogućnost njegove uporabe.





Glavni cilj projekta **Mintell4EU (Mineral Intelligence for Europe)** je poboljšati Europsku bazu znanja o mineralnim sirovinama ažuriranjem elektroničkoga „Godišnjaka minerala“ te proširiti prostornu pokrivenost i kvalitetu podataka koji se trenutno nalaze u „Inventaru minerala“.

Projekt je imao za cilj povećati stupanj usklađenosti, komunikacije i interakcije između postojećih podatkovnih platformi, s ambicijom postizanja potpuno operativnog i pouzdanog sustava upravljanja znanjem podataka, ispunjavajući europske potrebe i uzimajući u obzir Informacijski sustav sirovina (RMIS) Europske unije. U suradnji s projektom *GeoERA Information Platform* integrirat će se elektronički „Godišnjak minerala“ u bazu podataka *Minerals4EU*, osiguravajući buduću održivost kao dio Europske infrastrukture geoloških podataka pod upravljanjem *EuroGeoSurveys*-a (EGDI). Do kraja projekta, svi će rezultati biti integrirani u EGDI, koji će diseminirati europski sustav mineralnih sirovina do krajnjih korisnika putem web portala. Konačno, testirat će se primjenjivost UNFC-ovog klasifikacijskog sustava za pridobivanje točnijeg „Inventara“ o paneuropskim mineralnim sirovinama. Uključena su 32 projektna partnera iz 25 zemalja, većinom iz Europske unije, ali i Albanije, Švicarske, Ujedinjenog kraljevstva (UK) i Ukrajine. Voditelj projekta je *De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland* (GEUS) iz Danske.

Literatura:

- European Commission (2018): EU Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy. Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-79-94627-1, European Union.
- European Commission (2020): Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report. Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-76-21049-8, European Union.
- European Commission Communication (2008): Communication from the commission to the European Parliament and the Council – The raw materials initiative – meeting our critical needs for growth and jobs in Europe. Brussels, 4. 11. 2008 COM(2008) 699 final.
- European Commission Communication (2011): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials. Brussels, 2.2.2011, COM(2011) 25 final.
- European Commission Communication (2014): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materials Initiative. Brussels, 26. 5. 2014, COM(2014) 297 final.
- European Commission Communication (2017): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - On the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU. Brussels, 13. 9. 2017, COM(2017) 490 final.
- European Commission Communication (2019): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – The European Green Deal. Brussels, 11. 12. 2019, COM(2019) 490 final.
- European Commission Communication (2020): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability. Brussels, 3. 9. 2020, COM (2020) 474 final.
- USGS (2009-2021): Mineral commodity summaries – Annual publications (US Geological Survey) (<https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>) (dohvaćeno 9. lipnja, 2021.).





Slika 3: Klizište na području Gornje Mlinoge



Slika 4: Primjeri pukotina u tlu nastalih uslijed bočnog širenja: a) na području Gline, b) na području Siska

Također, u bazi su evidentirane i koseizmičke pukotine podijeljene na one koje su nastale u tlu te one vidljive na prometnicama. Te su pukotine najčešće usko povezane s pojavom likvefakcije koja je praćena procesima bočnog širenja te slijeganjem tla (slika 4a i b).

Osim već opisanih koseizmičkih procesa, potres je ujedno potaknuo nagli razvoj urušnih vrtača (slika 5) u selima udaljenima oko 20 km udaljenih od epicentra potresa, Mečenčanima i Borojevićima. Pojava urušnih i sufozijskih vrtača na ovom području poznata je kroz prošlost zbog specifične geološke građe ovog



Slika 5: Primjeri urušnih vrtača na području Mečenčana (foto: Tihomir Frangen): a) usporedba zračne i terenske fotografije vrtače između kuća, b) vrtača formirana ispod temelja objekta



područja, no pojave zabilježene od 29. 12. 2020. godine razvijaju se vrlo brzo te zbog broja registriranih slučajeva i blizine objekata ozbiljno ugrožavaju lokalno stanovništvo.

Navedeno područje izgrađeno je od okršene vapnenačke podloge visoke poroznosti, s učestalim pukotinama i kavernama. S obzirom da se sufozijskim procesima materijal odnosi u te postojeće podzemne prostore, u jednom trenutku pokrovne deluvijalno-proluvijalne naslage ostaju bez podloge zbog čega dolazi do postupnog slijeganja površine Zemlje (slučaj sufozijskih vrtača) ili naglog sloma tla popraćenog urušavanjem (primjer urušnih vrtača).

U travnju 2021. godine Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu objavio je prezentaciju s predloženim mjerama sanacije urušnih vrtača te se više detalja o spomenutoj temi može naći na poveznici https://gabion-usluge.hr/wp-content/uploads/2021/05/GF-Geotehnika_UV.pdf.

S obzirom da istraživanja i dalje traju htjela bih iskoristiti ovu priliku te još jednom zahvaliti svim kolegama s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Građevinskog fakulteta u Zagrebu, istraživačkoj skupini iz *Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Envi (CEREGE)* iz Francuske, *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)* iz Italije, *Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN)* iz Francuske, Geološkog zavoda Slovenije te Hrvatskoga geološkog instituta na ovoj uspješnoj i ugodnoj suradnji koja će u budućnosti zasigurno postići još znanstvenih rezultata.

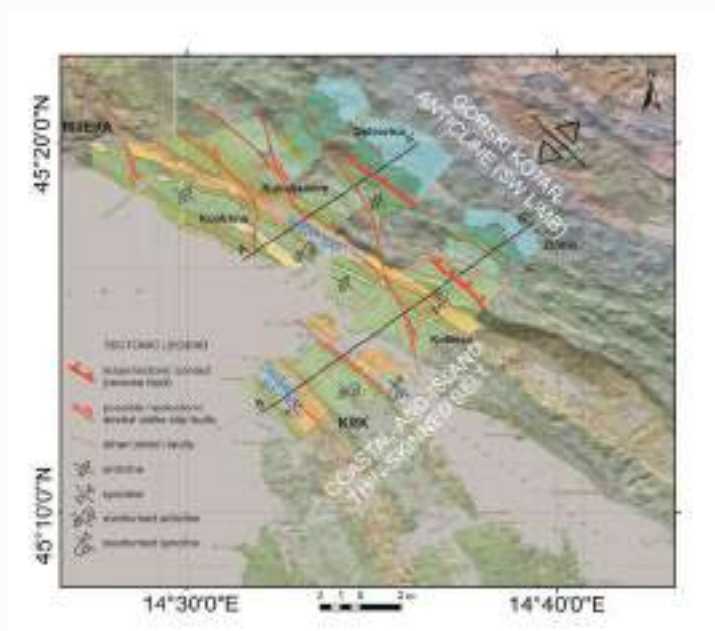
Korištena literatura:

- Kranjc, A. (2013): Classification of closed depressions in carbonate karst. U: Shroder, J. (gl. ur.), Frumkin, A. (ur.): *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA, Vol. 6, *Karst Geomorphology*, 104–111. doi: 10.1016/B978-0-12-374739-6.00125-1
- Markušić, S., Stanko, D., Penava, D., Ivančić, I., Bjelotomić Oršulić, O., Korbar, T., Sarhosis, V. (2021): Destructive M6.2 Petrinja Earthquake (Croatia) in 2020—Preliminary Multidisciplinary Research. *Remote Sens.*, 13, 1095. <https://doi.org/10.3390/rs13061095>
- Mraz, V. (2005): Vodoistražni radovi „Pašino vrelo“ Arhiv HGI 88/05
- Pollak, D., Gulam, V., Novosel, T. i sur. (2021): The preliminary inventory of coseismic ground failures related to December 2020 – January 2021 Petrinja earthquake series. *Scientific note. Geologia Croatica*, 74/2, doi: 10.4154/gc.2021.08
- Williams, P. (2004): Dolines. U: Gunn, J. (ur.): *Encyclopedia of Caves and Karst Science*.— Fitzroy Dearborn, New York, NY, London, 304–310.

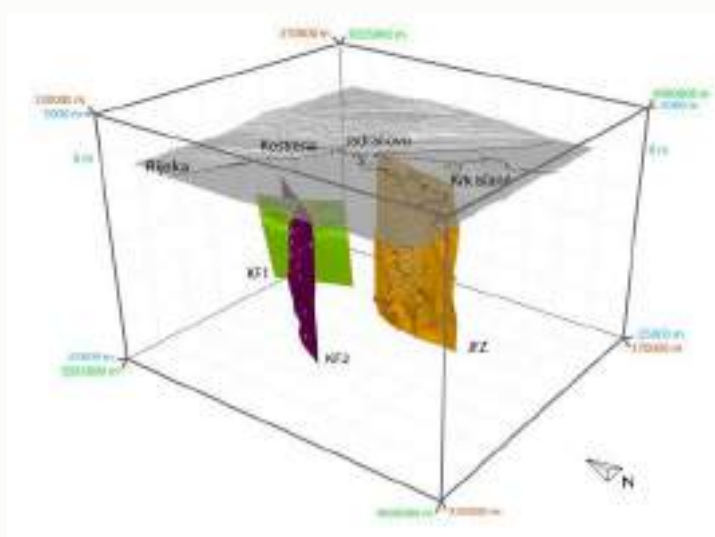
Web izvori:

- https://gabion-usluge.hr/wp-content/uploads/2021/05/GF-Geotehnika_UV.pdf
- <https://www.hgi-cgs.hr/potres-procesi-wms/>
- <https://www.rgn.unizg.hr/hr/izdvojeno/2790-izvjesce-o-zabiljezenim-pojavama-koseizmickih-povrsinskih-deformacija-na-podrucju-pokuplja-i-banovine-nastalih-potresnom-serijom-od-28-12-2020-do-5-01-2021>





*Nova geološka karta područja Bakra i Krka
(pripremio L. Fuček, iz Korbar i sur., 2020,
Frontiers in Earth Sciences)*



*3D model potencijalnih aktivnih rasjeda u podzemlju Bakra
i sjevernog dijela Krka izrađen na temelju seizmoloških
podataka
(pripremio N. Belić, iz Korbar i sur., 2020,
Frontiers in Earth Sciences)*

kupljena je licenca za program *Midland Valley Move* koji je predviđen za izradu 3D modela odabranih struktura na kopnu i u podmorju. Za potrebe interpretacije dubokih seizmičkih podataka i izrade 3D modela nabavljena je akademska licenca za program *Schlumberger Petrel* s ciljem mogućeg prostornog i vremenskog definiranja ključnih rasjeda u podzemlju. Podmorje odabranih dijelova Kvarnera istraživano je pomoću plitke geoakustične seizmike. Ciljano su istraživane kvartarne naslage na otoku Krku sa svrhom utvrđivanja taložnog okoliša i starosti te slučajni nalazi recentnih olujnih blokova na Kamenjaku. Napravljena je djelomična geomorfološka analiza pojedinih lokaliteta, a preliminarno je na temelju dostupnog DEM-a napravljena pregledna karta reljefa te je zaključeno da je za relevantnu geomorfološku analizu aktivnih rasjeda potreban LIDAR većih dijelova terena s potencijalno aktivnim rasjedima, a za nabavku kojeg nisu dovoljna predviđena sredstva na projektu. Na početku projekta instaliran je novi seizmograf u Baški na otoku Krku koji je povezan u mrežu seizmografa Republike Hrvatske za koju je odgovorna Seizmološka služba. Baza seizmoloških podataka uvelike je korištena za interpretaciju aktivne tektonike na području Kvarnera, osobito za interpretaciju 3D modela aktivnih rasjeda u podzemlju. Primijenjena je nova metodologija 3D modeliranja koja je razvijena tijekom analize odličnih seizmoloških podataka dobivenim nakon potresa u Zagrebu iz ožujka 2020. godine. Veliki dio istraživača iz projektnog tima uvelike je bio angažiran i na istraživanju potresa u Petrinji koji se dogodio u prosincu 2020. godine. Tijekom istraživanja javnost je

redovito bila informirana o rezultatima i aktivnostima na projektu kroz nastupe i objave u medijima. Suradnici su sudjelovali na nekoliko kongresa, a većina rezultata već je objavljena u znanstvenim radovima (<https://geosekva.wordpress.com/publications/>). Do završetka projekta i u postprojektnom razdoblju u planu je objavljivanje još nekoliko radova.

Uspostavni istraživački project HRZZ-a UIP-2019-04: Miocenska sin-riftna evolucija Sjevernohrvatskog bazena (Karpatsko-Panonska regija): *multi-proxy* pristup, korelacija i integriranje sedimentnog i vulkanskog zapisa (PYROSKA), voditelj projekta Mihovil Brlek

Mihovil Brlek



Vulkanogeno-sedimentni kompleksi Sjevernohrvatskog bazena (NCB) sadrže vrijedne informacije o evoluciji Karpatsko-Panonske regije (CPR, Alpsko-Karpatsko-Dinaridski orogenetski sustav) i Središnjeg Paratetisa. Međutim, mnoga su pitanja još uvijek otvorena. Petogodišnji uspostavni istraživački projekt PYROSKA koji financira Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ), a čiji je nositelj Hrvatski geološki institut (HGI), započeo je s provođenjem 30. 12. 2019. godine. Projekt okuplja desetoročlanu međunarodnu istraživačku

grupu čiji je glavni cilj primjena najsuvremenijeg „multi-proxy“ pristupa u svrhu utočnjavanja miocenske sin-riftne evolucije NCB-a. Članovi istraživačke grupe s HGI-a su Mihovil Brlek (voditelj), Nina Trinajstić, Vlatko Brčić, Ivan Mišur, Duje Kukoč, Monika Milošević i Viktória Baranyi, te iz INA-e Sanja Šuica, dok su Julie Belo (GEOMAR, Kiel, Njemačka) te Simon Richard Tapster (BGS, Nottingham, UK) inozemni članovi.

Tijekom veljače 2020. uspostavljena je istraživačka grupa nakon održanog dvodnevnog *kick-off* sastanka u prostorijama HGI-a. U sklopu sastanka i Geoznanstvenog sata održana su i dva pozvana predavanja članova istraživačke grupe: Julie Belo: *Tephra – the answer is blowing in the wind* te Simona Tapstera: *More than just a date: linking high-precision magmatic timescales to petrogenetic processes with the zircon record*, kojima su prisustvovali brojni geolozi iz HGI-a te drugih geoloških institucija. Doktorandica Nina Trinajstić, čija će tema doktorske disertacije biti vezana uz vulkanološke, geokronološke, mineraloške i geokemijske značajke vulkanoklastičnih naslaga istraživanih u sklopu projekta, zaposlena je tijekom srpnja 2020. godine.

Nakon definiranja kabinetskih, terenskih i laboratorijskih metoda te terenskih lokacija na području Kalnika u sklopu prve godine projekta izvršena su sva terenska istraživanja na području Kalnika. Terenska istraživanja vršena su od kraja svibnja do sredine studenog 2020. godine, te je terenski zabilježeno i determinirano 18 točaka, od kojih je devet s vulkanoklastičnim naslagama. Uz utvrđivanje točnih lokacija vulkanoklastičnih naslaga vršena je i geološka prospekcija šireg područja pojave vulkanoklastičnih naslaga Kalnika s ciljem utvrđivanja njihovih međusobnih te stratigrafskih odnosa s krovinskim i podinskim naslagama. Lokalitet KNOL nametnuo se kao najperspektivniji lokalitet za snimanje, definiranje i uzorkovanje donjomiocenske vulkanoklastične sukcesije koja je na istraživanom lokalitetu debljine 10 metara.





Panoramski prikaz istraživanih vulkanoklastičnih naslaga na lokalitetu KNOL



Interval KNOL 3B – masivni lapilni tuf/masivni ignimbrit s plovučima cm- do dm-dimenzija

Detaljno snimanje geološkog stupa KNOL s terenskim odredbama i uzorkovanjem čini izvrsnu i neophodnu bazu za aktivnosti daljnje laboratorijske pripreme i analize uzoraka KNOL (petrografija, geokemijski te Sr-Nd-Pb-Hf izotopni sastav vulkanskog stakla, minerala te cijelostijenskih uzoraka, kao i petrokronologija na cirkonu; u sklopu ostvarivanja rezultata i ciljeva projekta PYROSKA. U suradničkim institucijama gdje se neke od navedenih priprema uzoraka i analiza trenutačno odrađuju (GEOMAR, Kiel, Njemačka; BGS, Nottingham, UK), tijekom druge polovice 2021. godine odvijat će se i usavršavanje članova istraživačke grupe (Nina Trinajstić, Ivan Mišur) pod vodstvom Julie Belo (GEOMAR) i Simona Tapstera (BGS).

Ovakav će integriran pristup primijenjen na vulkanoklastične naslage stupa KNOL omogućiti utvrđivanje karaktera i stratigrafije istraživanih naslaga (primarni ili sekundarni vulkanoklastiti), vremena i kronologije erupcije(a), petrogeneze (uključujući rekonstrukciju porijekla i evolucije riolitne magme) te tefrokronoloških odnosa istraživanih naslaga s drugim regionalnim vulkanoklastitima. Ovim će pristupom biti omogućeno objavljivanje znanstvenog članka u odgovarajućem znanstvenom časopisu (npr. *Contributions to Mineralogy and Petrology*) krajem 2021. ili početkom 2022. godine.

Prilikom pregleda literature te obavljanja terenskih istraživanja na području Kalnika tijekom 2020. godine uočena je potreba dodatnih istraživanja tako da je voditelj projekta u dogovoru s članovima istraživačke grupe donio odluku o terenskom istraživanju dodatnih lokaliteta. S obzirom na postojeću situaciju uzrokovanu epidemijom COVID-19, neke od aktivnosti predviđenih izvornim radnim planom projekta nisu provedene, što je omogućilo dodatna terenska istraživanja. Dodatne lokacije su smještene u bližoj okolini Kalnika, Sinja te u



Zrno euhedralnog magmatskog cirkona s mnoštvom inkluzija (KNOL-3B)

Hrvatskom zagorju. Terenskom i daljnjom analizom omogućit će se utvrđivanje odnosa vulkanoklastičnih naslaga na navedenim lokalitetima s glavnim lokalitetom KNOL.

Također, zbog postojanja pred-projektne suradnje sa suradničkim institucijama, pojačan je angažman pri završetku pred-projektne istraživanja usko povezanih s ciljevima projekta PYROSKA. Navedeni pristup omogućio je ostvarivanje rezultata koji nisu bili planirani originalnim radnim planom prve godine provođenja projekta, tj. objavljivanjem jednog originalnog znanstvenog članka (Brlek i sur. 2020) te prijavom drugog znanstvenog članka vezanog uz korelaciju nastanka boksita na području središnje Dalmacije s miocenskim klimatskim optimumom.

Literatura

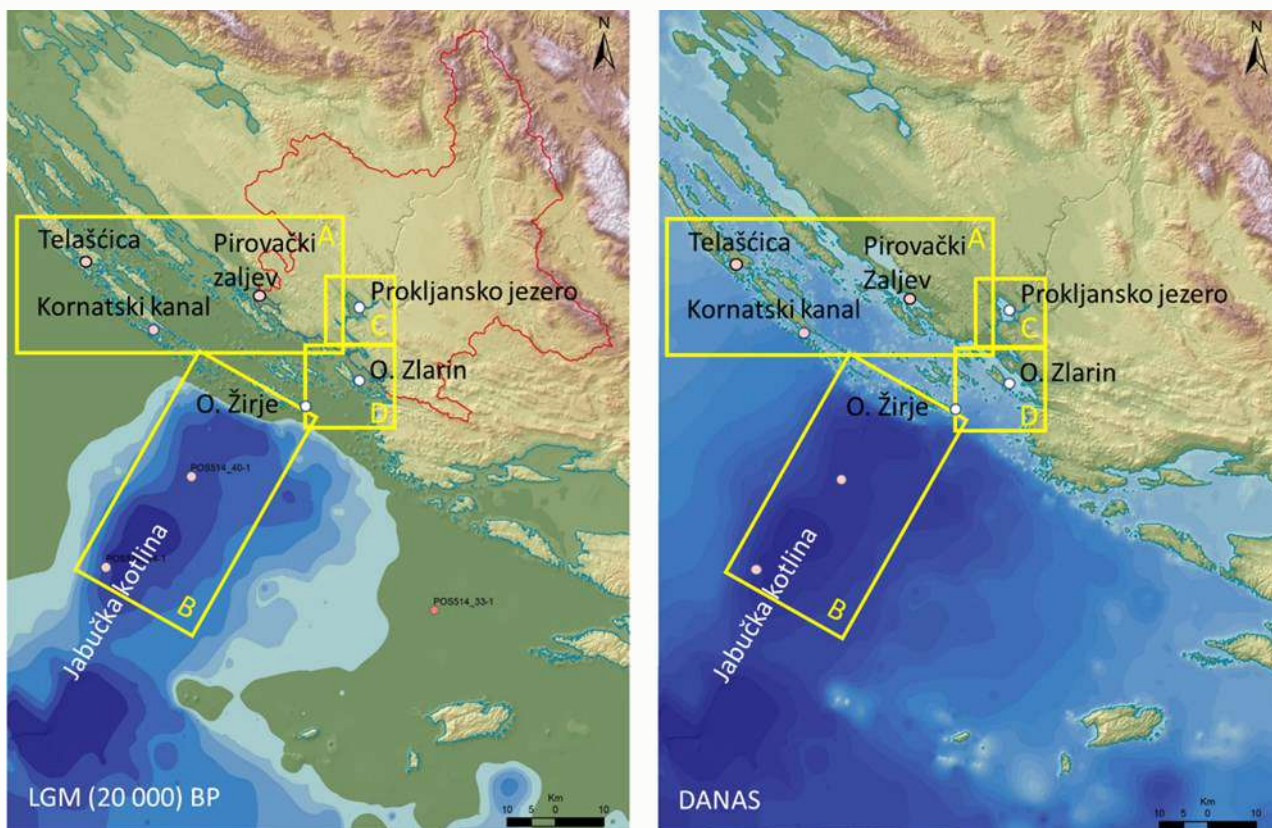
Brlek, M., Kutterolf, S., Gaynor, S., Kuiper, K., Belak, M., Brčić, V., Holcová, K., Wang, K.-L., Bakrač, K., Hajek -Tadesse, V., Mišur, I., Horvat, M., Šuica, S., Schaltegger, U. (2020): Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin (Carpathian-Pannonian Region): new constraints from Mts. Kalnik and Požeška gora volcanoclastic record with regional implications. 109, 2775–2800.

Istraživački projekt HRZZ-a IP-2019-04- 8505: Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline (QMAD), voditelj projekta Slobodan Miko

Slobodan Miko, Ozren Hasan i Dea Brunović

Multidisciplinarni projekt QMAD omogućit će rekonstrukciju paleookolišnih promjena na istočnoj obali Jadrana tijekom kasno-kvartarnih eustatskih promjena razine mora. Ovaj tip istraživanja je izuzetno važan za procjenu promjena morske razine i klime u budućnosti. Projekt će se temeljiti na znanju istraživačke grupe okupljene tijekom projekta LoLADRIA. Također je izuzetno važno dati kontekst za razumijevanje ljudskih migracija i njihovog naseljavanja na istraživanom prostoru u periodima niske morske razine. Stoga će svi rezultati, dobiveni upotrebom niza posrednih pokazatelja, u konačnici biti ujedinjeni u sveobuhvatnu i datiranu rekonstrukciju promjena okoliša i klime duž dalmatinske obale tijekom kasnog pleistocena i holocena. Paleookolišne promjene bit će interpretirane u smislu utjecaja morskih i kopnenih procesa u okršenom području u blizini relativno visokih planina, koje su tijekom posljednjeg glacijalnog maksimuma (LGM) pokazale tragove glacijacije. Ovaj projekt će dati nove podatke paleoklimatološkoj, paleookolišnoj i arheološkoj zajednici koja se bavi istraživanjima najsjevernijeg dijela središnjeg Mediterana. Sav terenski rad bit će napravljen s postojećom opremom HGI-a (višesnopni dubinomjer, oprema za jezgrovanje) i opremom Sveučilišta u Patrasu (geološki i panoramski dubinomjer). Mineraloške analize, određivanje veličine čestica, mjerenje magnetskog susceptibiliteta, odredba organskog i anorganskog ugljika i dušika te mikropaleontološke analize bit će napravljene u laboratoriju HGI-a. Na Sveučilištu u Cambridgeu bit će napravljene analize drevne DNA, a u IMI mjereni radionuklidi. MikroXRF, ICP-MS, izotopne analize, OSL i odredba starosti ^{14}C metodom bit će napravljene u vanjskim laboratorijima. Glavni ciljevi QMAD projekta će upotpuniti postojeće praznine u poznavanju klimatskih i okolišnih promjena uslijed izdizanja morske





Prostor obohvaćen istraživanjima u sklopu QMAD projekta s lokacijama bušenja (krugovi), prikaz kopna danas i prije 20 000 godina (LGM). A. Područje potpljenih krških polja/bazena: Pirovački zaljev, Uvala Telašćica i Kornatski kanal; B. Jabučka kotlina; C. Prokljansko jezero, estuarij rijeke Krke, potopljivi sustav sedrenih barijera ranog holocena, D. Kasno pleistocenska delta rijeke Krke (između O. Zlarina i O. Žirje te kasno pleistocenski estuarij u paleokanjonu rijeke Krke uz istočnu obalu O. Zlarina

razine i njihov utjecaj na migraciju ljudi uzduž istočno-jadranskog šelfa tijekom eustatskog ciklusa od holocena kroz posljednji glacijalni ciklus, moguće do posljednjeg interglacijala (MIS 5). Projekt će težiti sljedećim ciljevima:

C1. Koristiti geofizičke podatke za rekonstrukciju geomorfologije paleokrajolika pri čemu će prostorni podaci biti pohranjeni i vizualizirani GIS alatima (ESRI ArcGIS) i povezani s postojećim batimetrijskim podacima niske razlučivosti te novo snimljenim batimetrijskim podacima višeslopnog dubinomjera;

C2. Identificirati i sakupiti najbolji mogući sedimentni slijed koji predstavlja zapis značajnih promjena u taložnom sustavu;

C3. Uspostaviti kronološki okvir promjena u okolišu, koje mogu biti lokalne (u izoliranim bazenima – zaljev Telašćica, Kornatski kanal, Pirovački zaljev, holocenski estuarij i delta rijeke Krke, Prokljansko jezero) i regionalne iz MAD-a (razlikovanje utjecaja rijeka Po i Krke tijekom niske razine mora za LGM);

C4. Rekonstruirati odraz (hidro)klimatskih prilika u smislu globalnih promjena graničnih klimatskih uvjeta i izraditi kompletni razvoj vegetacije u posljednjih 20 000 godina. Koristiti aDNA kako bi dobili bolji uvid u postglacijalnu prostornu raspodjelu biljaka na temelju genetskog materijala očuvanog u sedimentima na području MAD-a i sustava rijeke Krke;

C5. Razmotriti lokalne utjecaje za naseljavanje ljudi tijekom kopnenih faza MIS 3 i vjerojatno MIS 4 sve do holocena te usporediti s regionalnim klimatskim zapisima (na Alpskom, Apeninskom, Dinarskom i Balkanskom području);

C6. Povezati arheološke podatke s datiranim promjenama razine mora i okoliša radi rekonstrukcije mogućeg ljudskog kontakta tijekom padajućeg, niskomorskog ili transgresivnog sustavnog trakta i ulogu rijeke Krke koja dijeli istočnu obalu Jadrana, a mogla je u kopnenoj fazi ili fazi naplavne ravnice biti poveznica koja je omogućavala migraciju ljudi;

C7. Koristiti rezultate geokemijskih i izotopnih analiza i brzinu sedimentacije iz datiranih jezgara kako bi se procijenili tokovi potencijalno toksičnih elemenata u MAD kroz estuarij rijeke Krke. Izvor potencijalno toksičnih elemenata može biti industrijska proizvodnja u gradu Šibeniku;

C8. Svi prostorni podaci će biti dio GIS projekta u koji će se uvesti podaci različitih hidrografskih i geoloških analiza te alata za modeliranje. Koristit će se neki od dostupnih programa: BeamworX, Fledermaus, Kingdom, GeoSuite, Move.

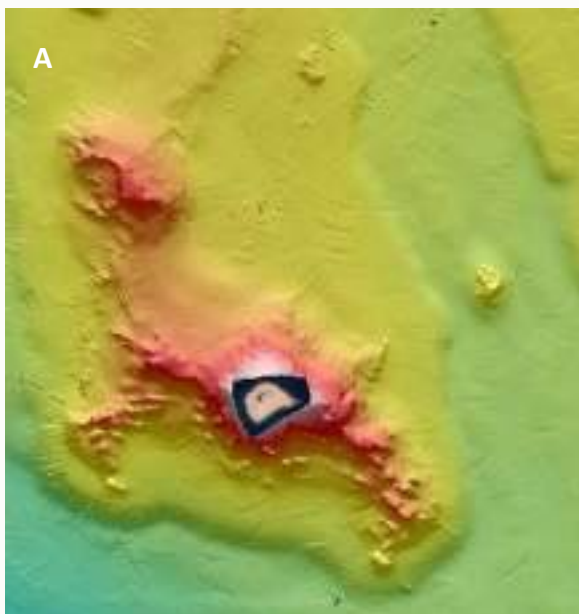
Svi rezultati dobiveni brojnim prethodno opisanim analizama bit će korelirani, te će se na temelju niza posrednih pokazatelja napraviti paleookolišna i paleoklimatska rekonstrukcija krajolika koji su postojali na istraživanom prostoru tijekom kasnog kvartara. Multidisciplinarnost QMAD projekta očituje se kroz primjenu geofizičkih metoda visoke rezolucije (višesnopni, panoramski i geološki dubinomjeri), u kombinaciji sa sedimentološkim, petrofizičkim, geokemijskim (elementi u tragovima i izotopi), mikropaleontološkim i aDNA analizama jezgara sedimenata. Navedena metodologija omogućit će praćenje paleookolišne evolucije istraživanog prostora od riječnih/jezerskih do dubokomorskih okoliša, duž profila od 100 km (Prokljansko jezero u estuariju rijeke Krke – istočni dio Srednjojadranske kotline). Bit će utvrđeni klimatski i okolišni pokazatelji, a prikupljeni podaci će dati uvid u migraciju ljudi tijekom kasnog kvartara duž istočne obale Jadrana gdje je vjerojatno kratko vrijeme postojala deltna ravnica rijeke Krke. Multidisciplinarni pristup će stoga kombinirati GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA (A.1. Prikupljanje seizmičkih podataka (seizmički profili u visokoj razlučivosti) – G.

Papatheodorou, M. Geraga; D. Christodoulou; O. Hasan; D. Brunović, N. Šenolt; A.2. Podaci višesnopnog dubinomjera (geomorfologija podmorja) – O. Hasan; D. Brunović, S. Miko, N. Šenolt; A.3. Arhivski geofizički podaci – T. Durn i N. Šenolt) s ANALIZOM JEZGARA SEDIMENATA (B. Bušenje sedimenata i analiza jezgara – svi članovi QMAD grupe;



Priprema za snimanje višesnopnim dubinomjerim; odlazak brodom „Luca“ iz Murtera na područje Kornatskog kanala (Natalia Šenolt i Dea Brunović)



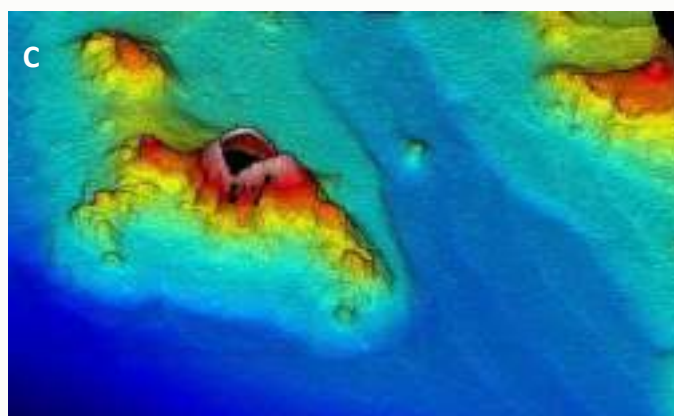


A – Batimetrijska karta dobivena višesnopnim dubinomjerom oko otočića Blitvenica. Jasno se uočavaju pleistocenske paleoterasa na dubinama od 135 m, 95 m, 70 m i 50 m, koje su indikatori stabilnih razina mora kroz duža razdoblja

C.



B – Svjetionik na otočiću Blitvenica na sjeveroistočnoj padini Jabučke kotline



C – Morfologija podmorja potopljenog dijela otočića Blitvenice i izraženi tragovi paleoobale na 95 m dubine (svjetlo plavo)

Prikaz rezultata snimanja višesnopnim dubinomjerom šireg područja od Samogradskih vrata do Jabučke kotline na primjeru otočića Blitvenica (A, B, C)

Geokemija sedimenata: C.1. Mikro-XRF (μ XRF) skeniranje jezgara – O. Hasan, N. Ilijanić, D. Brunović, S. Mesić, N. Šenolt; C.4. Analize organskog i anorganskog ugljika i dušika (TOC/TN/TIC) – M. Šparica Miko; C.5. Izotopni sastav organske tvari ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$), C.6. Izotopni sastav karbonata ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$) – P. Bajo, S. Miko, I. Baniček; C. Analiza mikrofacijesa: C.2.1. Mineralogija (XRD), C.2.2. Teški minerali, C.3. Granulometrija - N. Ilijanić i I. Razum. D. Biološki pokazatelji: D.1. Palinološke analize – K. Bakrač; B. Mitić; D. Hruševar; I. Baniček; D.2. Ostrakodi (Ijuskari) – V. Hajek Tadesse; D.3. Foraminifere – D. Brunović i H. Schulz; E. Drevna DNA (aDNA) – E. Willerslev, A. Prohaska. F. Kronologija: F.1. Odredba starosti primjenom metode radioaktivnog ugljika (^{14}C) – N. Ilijanić, P. Bajo; F.2. Odredba starosti optički stimuliranom luminiscencijom (OSL) – P. Bajo; F.3. Analize tefre – I. Razum; F.4. Radionuklidi – B. Petrincec). Arheološki kontekst prostora interpretirat će I. Karavanić i I. Radić Rossi.

Svi rezultati dobiveni brojnim prethodno opisanim analizama bit će korelirani, te će se na temelju niza posrednih pokazatelja napraviti paleookolišna i paleoklimatska rekonstrukcija krajolika koji su postojali na istraživanom prostoru tijekom kasnog kvartara. Podaci će se koristiti za izradu doktorskih disertacija Natalie Šenolt i Ivone Baniček iz Hrvatskoga geološkog instituta.



Istraživački projekt HRZZ-a IP-2019-04-7042: Taložni paleobazeni, vodeni prolazi i migracije biote (SEDBAS), voditelj projekta Marijan Kovačić

Marijan Kovačić i suradnici projekta



Taložni bazeni i do sada su bili predmet znanstvenog interesa iz različitih, najčešće sedimentoloških i paleontoloških gledišta, a oni su ujedno i okoliši nastanka važnih mineralnih sirovina kao što su, primjerice ugljen i ugljikovodici. Naslage u takvim bazenima sadrže brojne zapise o geološkoj prošlosti Zemlje poput promjena u rasporedu kontinenata, odnosu kopna i mora, razvoju živog svijeta i klimatskih promjena. Njihov je dodatni značaj registriranje geoloških hazarda kao što su vulkanske erupcije. U novije vrijeme u svijetu se intenzivno istražuju vodeni bazeni kao i poveznice kojima živi svijet migrira iz jednog prostora u drugi, ili pak ograničavajući čimbenici u migraciji biote. Osim toga, u izoliranim taložnim bazenima, u kojima se najčešće razvija endemska biota, posebna se pozornost posvećuje određivanju starosti naslaga korištenjem različitih metoda radiometrijskog datiranja minerala i stijena, kako bi se utvrdilo vrijeme pojave, razvoja i izumiranja biote. Na prostoru Republike Hrvatske rasprostranjene su naslage akumulirane u različitim taložnim bazenima i okolišima, od oceanskih, preko epikontinentalnih morskih do bočatih ili slatkovodnih jezerskih i kopnenih. Upravo su te naslage predmet interesa u ovome projektu.

Glavni ciljevi projekta su: 1. Utvrđivanje stratigrafskog okvira razvoja i karakteristika biote taložnih bazena oceanskog tipa iz razdoblja kraja paleozoika i početka mezozoika; 2. Rekonstrukcija razvoja i



Članovi istraživačke skupine projekta SEDBAS na kickoff sastanku



Snimanje naslaga epikontinentalnog morskog tipa na lokalitetu Bukova Glava, Našice



međusobne povezanosti epikontinentalnih morskih taložnih okoliša i njihove biote tijekom razdoblja miocena na prostoru sjeverne Hrvatske; 3. Utvrđivanje vremenskog slijeda i ključnih intrabazenskih i ekstrabazenskih čimbenika na razvoj neogenskih izoliranih jezersko-kopnenih okoliša i njihove endemske biote na prostoru sjeverne Hrvatske. Osim toga, cilj je ovoga projekta edukacija mladih znanstvenika te znanstveno i stručno usavršavanje suradnika u inozemstvu.

Očekuje se da će petnaesteročlani tim znanstvenika iz inozemstva i vodećih geoznanstvenih i privrednih institucija u Republici Hrvatskoj (PMF, HGI, RGNF, HPM, INA) multidisciplinarnim pristupom istraživanjima doći do brojnih novih spoznaja. Tako se očekuje da će istraživanjem taložnih bazena oceanskog tipa biti prošireno znanje o manje poznatim skupinama paleozojskih organizama, prepoznati uzroci stresnih događaja i definiran slijed događaja i ponašanja biote te nadopunjene stratigrafske klasifikacije paleozojskih naslaga. Od istraživanja naslaga epikontinentalnog morskog razvoja očekuje se da će proširiti znanje o manje poznatim skupinama miocenskih organizama, paleookolišnim uvjetima i taložnim bazenima te da će omogućiti definiranje miocenskih transgresivno-regresivnih ciklusa, smjerova migracije biote i vodenih prolaza te dovesti do usklađivanja biostratigrafskih podataka s podacima o radiometrijskoj starosti. Istraživanja naslaga jezersko-kopnenog razvoja trebala definirati karakter i porijeklo piroklastičnog materijala te starost slojeva piroklastita, stratigrafski kalibrirati endemsku faunu, proširiti spoznaje o provenijenciji klastičnog detritusa te u konačnici omogućiti rekonstrukciju modela taloženja sedimenata u jezerskim i kopnenim okolišima.

Više o ovom projektu možete pronaći na web stranici projekta <https://sedbas-hrzzproject.weebly.com/> ili web stranicama Geološkog odsjeka PMF-a.

Istraživački projekt HRZZ-a IP-2016-06-5365: Podrijetlo, ponašanje i modeliranje transporta nitrata u varaždinskom aluvijalnom vodonosniku (TRANITAL), voditeljica projekta Tamara Marković

Tamara Marković

Projekt Podrijetlo, ponašanje i modeliranje transporta nitrata u varaždinskom aluvijalnom vodonosniku (akronima TRANITAL te engl. *Origin, fate and TRANsport modelling of Nitrate in the Varaždin ALLuvial aquifer*) financiran je od Hrvatske zaklade za znanost u sklopu poziva HRZZ-IP-2016-06. Projekt je započeo 1. 3. 2017., a završio 28. 2. 2021. godine. Glavni prijavitelj projekta je Hrvatski geološki institut, a voditeljica dr. sc. Tamara Marković, dok su partneri Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske vode – Glavni vodogospodarski laboratorij. Tijekom provedbe projekta uspostavljene su suradnje sa sljedećim ustanovama: VARKOM d.o.o, HEP Proizvodnja – Proizvodno područje HE Sjever, Državni hidrometeorološki zavod – DHMZ, Institut Ruđer Bošković – IRB, Institut Jožef Stefan – IJS, Britanska geološka služba – BGS.

Glavna okosnica projekta je istraživanje ponašanja i podrijetla dušikovih spojeva odnosno nitrata u aluvijalnom vodonosnom sustavu rijeke Drave. Naime, nitrat je spoj dušika koji se javlja u prirodi te se pojavljuje u umjerenim koncentracijama u brojnim vodenim sustavima. Antropogene aktivnosti, kao što su





Priprema za crpljenje piezometra PDS-6 potopnom crpkom



Priprema uzoraka za izotopne analize dušika i kisika u nitratima

uporaba mineralnih gnojiva i/ili gnojnice u poljoprivrednoj proizvodnji, kanalizacijski sustavi i druge otpadne vode uzrokuju porast koncentracije nitrata u podzemnim i površinskim vodama. Visoke koncentracije nitrata dovode do narušavanja kakvoće podzemnih i površinskih voda što predstavlja ozbiljan problem za zalihe pitke vode (npr. visoke koncentracije mogu izazvati zdravstvene probleme djece i životinjama) te doprinosi procesu eutrofikacije površinskih voda. Kao odgovor na probleme s visokim koncentracijama nitrata, Europska unija provodi politiku zaštite okoliša, te u zakonodavstvo uključuje Nitratnu direktivu 91/676/EEC i Direktivu o podzemnim vodama 2006/118/EU kojima se zabranjuje da koncentracije nitrata u podzemnim vodama prelaze maksimalno dozvoljenu koncentraciju od 50 mg/L i zahtijevaju da se poduzmu potrebite akcije kako bi se koncentracije nitrata smanjile te spriječilo narušavanje postojećeg stanja. Područje uzvodno od grada Varaždina je gusto naseljeno s intenzivnom industrijskom i poljoprivrednom proizvodnjom te nedostatnom kanalizacijskom mrežom. Poljoprivrednici proizvode velike količine poljoprivrednih proizvoda, kao što su kukuruz, kupus, krumpir i sl. Peradarska proizvodnja je također intenzivna, posebno tov pilića i uzgoj kokoši nesilica. Područje istraživanja zahvaća slivna područja crpilišta „Varaždin“ i „Vinokoščak“. Razmatrani vodonosnik je izgrađen od šljunka i pijeska s izmjenama silta te se formira tijekom pleistocena i holocena kao rezultat procesa taloženja rijeke Drave. Prihranjivanje vodonosnika odvija se putem infiltracije padalina i infiltracijom vode iz rijeke Drave i akumulacije HE Varaždin. Smjer toka podzemne vode je SZ–JI i paralelan je s rijekom Dravom. Pokrovne naslage vodonosnika nisu kontinuirano razvijene. Na području istraživanja, debljina pokrovnih naslaga rijetko prelazi 0,5 m, a često i u potpunosti nestaju. Takvi uvjeti su povoljni ako se promatra s aspekta prihranjivanja vodonosnika, ali ako je pokrovni sloj tanak ili ne postoji kao što je u ovom slučaju, ili se sastoji od čestica glina, silta i pijeska pomiješanih s organskom tvari, tada vodonosnik postaje prilično ranjiv.

Upravo u ovom području gdje su zabilježene visoke koncentracije nitrata u podzemnim vodama, razvijen je interdisciplinarni pristup za istraživanje prostorno-vremenske raspodjele koncentracija nitrata, njegovog ponašanja i podrijetla. Pristup se sastojao od određivanja fizikalnih i kemijskih značajki aluvijalnog vodonosnog sustava pomoću hidrauličkih, kemijskih, izotopnih, mineraloških i mikrobioloških



pokazatelja; određivanja podrijetla nitrata i procesa koji mogu dovesti do poboljšanja/pogoršanja kakvoće podzemne vode pomoću izotopnih i mikrobioloških pokazatelja; te izrade modela toka podzemne vode i transporta nitrata uzimajući u obzir nove spoznaje.

Istraživački projekt HRZZ-a IP-2019-04-8054: Zapadnoistarska antiklinala kao idealni prirodni laboratorij za proučavanje regionalnih diskordancija u karbonatnim stijenama (WIANLab), voditelj projekta: Goran Durn

Goran Durn



Jadranska karbonatna platforma jedna je od najbolje očuvanih Perimediteranskih platformi, nastala na stabilnom dijelu Adria mikroploče, obilježene gotovo kontinuiranim taloženjem karbonata još od razdoblja srednjega perma. Tako dugotrajna plitkomorska karbonatna sedimentacija rezultat je kombinacije (i) stabilne subsidencije, (ii) relativne izolacije od kontinentalnih utjecaja i (iii) paleogeografskog položaja između ekvatora i 30° N širine sve do kraja krede, tj. u klimatskom pojasu idealnom za masovnu produkciju karbonata. Tijekom jure i krede Istra je predstavljala sjeverozapadni dio Jadranske karbonatne platforme (AdCP – vidi Vlahović i

sur., 2005 i reference u tom radu), koja je potom bila prekrivena eocenskim naslagama pretežito u svome sjevernom i sjeveroistočnom dijelu, a potom i tankim prekrivačem kvartarnih naslaga. Zbog specifičnog paleogeografskog položaja današnje Istre uz sjeverozapadni rub Jadranske karbonatne platforme koji je bio obilježen sporom subsidencijom, jurski, kredni i paleogeni slijedovi istarskih naslaga ukazuju na općenito sporiju sedimentaciju i tanje debljine naslaga, a sadrže i izraženije epizode okopnjavanja u odnosu na istodobne naslage u drugim dijelovima Jadranske karbonatne platforme. Karbonatne naslage Istre sadrže brojne površine subaerskog izlaganja obilježene pojavom različitih kontinentalnih naslaga (npr. boksiti, paleotla, crvenice, pedosedimentni kompleksi, sekvencije les–paleotlo). Te su naslage povezane s dugotrajnim subaerskim izlaganjima na glavnim regionalnim diskordancijama ili s intraformacijskim kontinentalnim naslagama koje se pojavljuju u cikličkim sekvencijama, gdje je marinska sedimentacija opetovano prekidana kraćim ili dužim epizodama netaloženja i subaerskog izlaganja. Općenito, slijed naslaga u Istri može se podijeliti na četiri velike sekvencije (megasekvencije), koje se uglavnom sastoje od karbonatnih naslaga (pretežito od vapnenaca, a samo u nekim dijelovima i dolomita; Velić i sur., 2003): (1) megasekvencija bat–najniži kimeridž, (2) megasekvencija gornji titon–donji/gornji apt, (3) megasekvencija gornji alb–gornji cenoman/gornji santon, i (4) eocenska megasekvencija. Te su megasekvencije ograničene regionalnim diskordancijama obilježenim dugotrajnim stratigrafskim hijatusima, tijekom kojih su nastale kontinentalne naslage u različitim uvjetima. Te četiri dugotrajne emerzije glavna su istraživačka tema ovoga projekta.

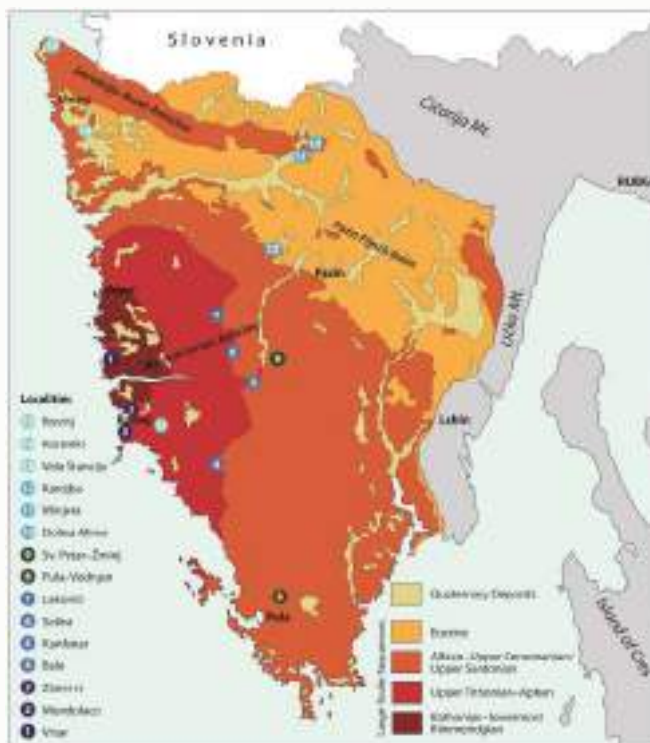
Erozijske diskordancije u karbonatnim stijenama najčešće predstavljaju duga razdoblja subaerskog trošenja koja su obilježena nedostatkom stijenskog zapisa, vadoznim dijagenetskim i/ili pedogenetskim



promjenama te površinskim i potpovršinskim okršavanjem (Alonso-Zarza i Wright, 2010). Ovisno o uzroku (npr. uzdizanje uslijed tektonike i/ili relativni pad morske razine), klimi i trajanju subaerskog izlaganja, diskordancije u plitkovodnim karbonatnim sljedovima mogu biti praćene različitim pojavama i/ili materijalima. Uslijed formiranja površinskog i potpovršinskog krša, diskordancije mogu biti obilježene različitim krškim pojavama (šupljinama, dolinama, ponikvama, špiljama, kanjonima i sl.). Diskordancije u plitkovodnim karbonatnim sljedovima mogu pored drugih taloga sadržavati i različita paleotla, tla te sedimente nastale iz tala i/ili pedosedimentnih kompleksa.

Specifični geotektonski položaj Zapadnoistarske antiklinale, koja predstavlja najveći dio istraživanog područja ovoga projekta kao nedeformiranog dijela Adria mikroplače rezultirao je vrlo blagom naknadnom tektonskom deformacijom i zbog toga vrlo dobrim očuvanjem izvornih međusobnih odnosa, što omogućava proučavanje gotovo potpunog zapisa emerzijskih intervala na krilima antiklinale. U okviru WIANLab-a istražiti će se: (1) Donjekimeridžko–gornjotitonska emerzija koja je trajala razmjerno dugo (najmanje 6 milijuna godina – Velić i sur., 2003), i rezultirala je vrlo razvedenim reljefom, u čijim dubljim dijelovima ima boksita/paleotala; (2) Gornjoaptsko–gornjoalbska emerzija koja u Istri ima različito trajanje (11 – 19 milijuna godina) (Vlahović i sur., 2005), a zastupljena je zelenkasto-sivim glinama, većinom u paleokrškim udubljenjima i grubo brečiranim regolitima (Durn i sur., 2003); (3) Gornjocenomansko/gornjosantonska – donjoeocenska emerzija s boksitima/paleotlima koja je trajala vrlo dugo (od 25 milijuna godina u južnoj Istri i na Učkoj pa do 40 milijuna godina u sjevernoj Istri; u zapadnoj Istri su na nekoliko lokaliteta pronađeni erozijski ostatci srednjoeocenskih foraminiferskih vapnenaca na donjokrednim vapnencima, što ukazuje na mogući stratigrafski hijatus trajanja i do 87 milijuna godina), (4) Emerzija od mlađeg eocena pa sve do danas zastupljena s različitim sedimentima i tlima/paleotlima, među kojima dominiraju terra rossa, sekvencije lesa i paleotla te pedosedimentni kompleksi i (5) Silicijski dijagenetski sedimenti unutar gornjoalbskih karbonata.

Cilj projekta, koji je započeo 1. 4. 2020., a trajat će do 31. 3. 2024. godine, je istražiti navedene



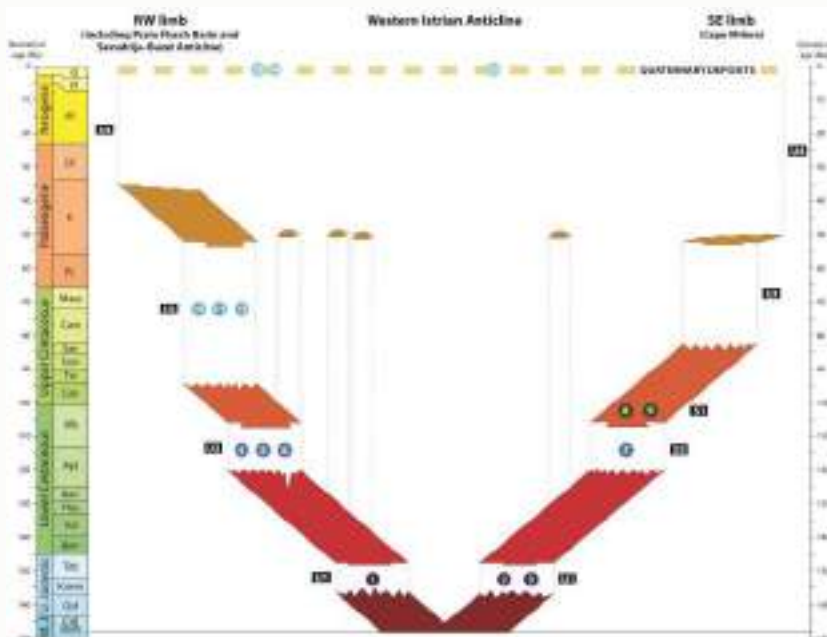
Schematska karta istraživanoga područja pokazuje naslage četiri megasekvencije i veće izdanke kvartarnih naslaga (prikazane različitim bojama na karti) te poziciju deset lokaliteta planiranih za istraživanje značajnih diskontinuiteta (1–7 i 10–12), dva lokaliteta za istraživanje silicijskih dijagenetskih sedimenata (8 i 9) i tri lokaliteta za proučavanje kvartarnih naslaga (13–15). Slika preuzeta iz prijave projekta.



materijale kao indikatore paleookoliša, paleoklime i provenijencije. Najveći dio tih materijala su tijekom svojeg postanka predstavljali tla (boksite, sezonska močvarna tla ili permanentno vodom saturirana tla, crvenice), a jedino je u emerziji koja je trajala od mlađeg eocena pa sve do danas prepoznat jasan unos eolskoga materijala (formiranje sekvencija les–paleotlo) te utjecaj erozijskih i taložnih procesa u krškim terenima, potpomognut klimatskim promjenama, tektonikom i/ili deforestacijom (formiranje pedosedimentnih kompleksa). Hipoteza je da su dobro definirani stratigrafski hijatusi dugoga trajanja i vrlo blaga naknadna tektonika u području Zapadnoistarske antiklinale omogućili nastanak idealnoga prirodnog laboratorija za istraživanje važnih dugotrajnih diskordancija u karbonatnim stijenama. Ovo istraživanje je relevantno iz dva razloga: (1) zbog jedinstvenosti Zapadnoistarske antiklinale i njezinog geotektonskog položaja unutar Jadranske karbonatne platforme i (2) zbog važnosti kontinentalnih naslaga/paleotala pri rekonstrukciji paleookoliša i paleoklime (sa sve većim brojem geokemijskih paleoklimatskih pokazatelja) te uspostavljanja geokronologije terestričkih sedimenata.

Kvalitetna interpretacija geneze kontinentalnih naslaga/paleotala povezanih s regionalnim diskordancijama u plitkomorskim karbonatnim sukcesijama bazira se i na istraživanju njihove paleookršene podine te neposredne krovine. Svaka regionalna diskordancija zastupljena je s tri do četiri lokaliteta na kojima će se obaviti detaljno uzorkovanje (ukupno 13 lokaliteta). Dvije od četiri dugotrajne emerzije bit će predmet istraživanja doktoranda i to donjokimeridžko–gornjotitonska regionalna diskordancija (lokaliteti 1, 2 i 3) i gornjocenomansko/gornjosantonska–donjoeocenska regionalna diskordancija (lokaliteti 10, 11 i 12). Obje diskordancije zastupljene su boksitima (a moguće i drugim paleotlima).

Istraživačka skupina projekta WIANLab sastoji se od 13 suradnika i jednog doktorskog studenta s četiri hrvatske institucije (Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatski prirodoslovni muzej) i tri inozemne institucije (*Texas Tech University, Jožef Stefan Institute, Italian National*



Schematski geološki stup istraživanoga područja pokazuje naslage četiri megasekvencije i veće izdanke kvartarnih naslaga (prikazane različitim bojama na karti) u vremenskoj skali te stratigrafsku poziciju deset lokaliteta planiranih za istraživanje značajnih diskontinuiteta (1–7 i 10–12), dva lokaliteta za istraživanje silicijskih dijagenetskih sedimenata (8 i 9) i tri lokaliteta za proučavanje kvartarnih naslaga (13–15). Za geografski položaj lokaliteta i tumač megasekvencija pogledati prethodnu sliku u tekstu. Slika preuzeta iz prijave projekta.



Kamenolom Kanfanar u kojem se nalaze naslage vezane za gornjoaptsko–gornjoalbsku emerziju (zelenkasto-siva paleotla) i najmlađu emerziju (crvenice)

Research Council). WIANLab skupinu sačinjavaju: Uroš Barudžija, Blanka Cvetko Tešović, Goran Durn, Maja Martinuš, Marta Mileusnić, Ivan Razum, Vedran Rubinić, Stanko Ružičić, Nadia Sabatino, Ivan Sondi, Branimir Šegvić, Srećo Škapin, Igor Vlahović i doktorand Ivor Perković. Istraživanju kontinentalnih naslaga/paleotala pristupit će se visokorezolucijski, što uključuje detaljne analize: 1) morfoloških značajki, 2) mikromorfoloških značajki, 3) fizikalnih značajki, 4) kemijskih značajki, 5) ukupnog mineraloškog sastava, 6) mineralogije glina, 7) strukturnih i morfoloških značajki mineralnih zrna, 8) teške i lake mineralne frakcije, 9) mineraloških indikatora provenijencije, 10) glavnih elemenata i elemenata u tragovima, 11) izotopne geokemije sumpora, 12) redoks pokazatelja, 13) geokemijskih indikatora trošenja i provenijencije, 14) paleoklime (paleoprecipitacije i paleotemperature i 15) kronometrije (K–Ar datiranje). Paleotla će biti klasificirana i njihov postanak će biti interpretiran prema rezultatima analiza 1–15. Detaljno proučavanje paleookršanih podinskih naslaga i neposrednih krovinskih naslaga kao i kvarcnih dijagenetskih sedimenata obuhvatit će: 1) analize facijesa, 2) mikropaleontološke/biostratigrafske analize, 3) analize stabilnih izotopa i 4) mineraloške analize netopivog ostatka.

Rezultati istraživanja (ovisno o diskordanciji) mogu imati dobar potencijal za buduća, pretežito primijenjena istraživanja (npr. REE u boksitima, sekundarne poroznosti u karbonatnim stijenama povezana sa subaerskim izlaganjem, koncept *terroira* i dr.)

Informacije o projektu dostupne su na stranicama:

<https://www.rgn.unizg.hr/en/western-istrian-anticline-as-an-ideal-natural-laboratory-for-the-study-of-the-regional-unconformities-in-carbonate-rocks>

<https://www.researchgate.net/project/Western-Istrian-Anticline-as-an-ideal-natural-laboratory-for-the-study-of-the-regional-unconformities-in-carbonate-rocks-WIANLab>

<https://www.facebook.com/WIANLab>

Osnovna literatura:

Alonso-Zarza, A.M., Wright, V.P. (2010): Calcretes. U: Alonso-Zarza, A.M., Tanner, L.H. (ur.), *Developments in Sedimentology*. Elsevier, Oxford, pp. 225–267.

Durn, G., Ottner, F., Tišljar, J., Mindszenty, A., Barudžija, U. (2003): Regional subaerial unconformities in



shallow-marine carbonate sequences of Istria: sedimentology, mineralogy, geochemistry and micromorphology of associated bauxites, palaeosols and pedo-sedimentary complexes. U: Vlahović, I., Tišljarić, J. (ur.), Evolution of Depositional Environments from the Paleozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija, September 17–19, 2003, Field Trip Guidebook, 207–254.

Velić, I., Tišljarić, J., Vlahović, I., Matičec, D., Bergant, S. (2003): Evolution of Istrian part of the Adriatic Carbonate Platform from the Middle Jurassic to the Santonian and formation of the flysch basin during the Eocene: main events and regional comparison. U: Vlahović, I., Tišljarić, J. (ur.), Evolution of Depositional Environments from the Paleozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija, 17–19 rujna, 2003, Field Trip Guidebook, 3–18.

Vlahović, I., Tišljarić, J., Velić, I., Matičec, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: palaeogeography, main events and depositional dynamics. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 220, 333–360.

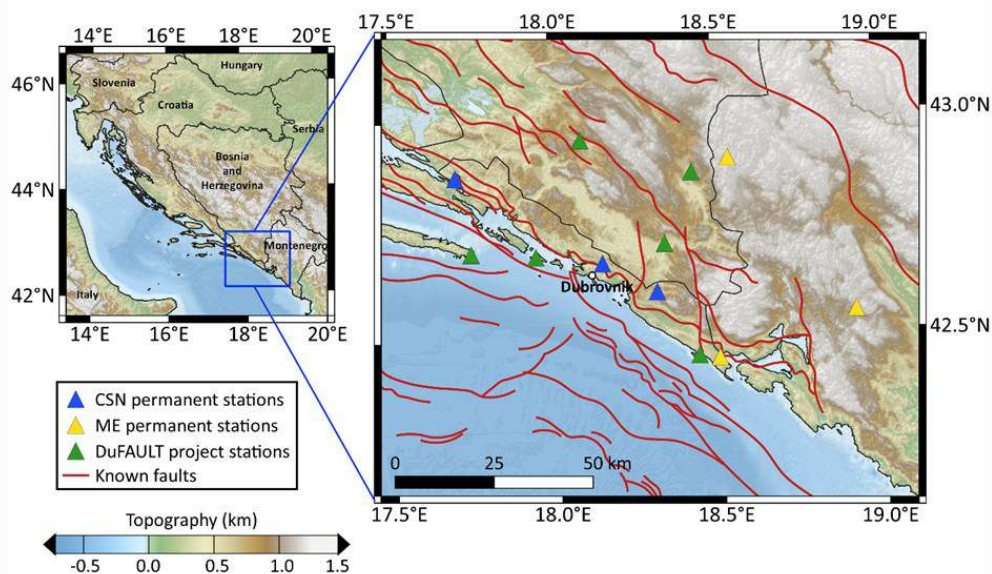
Istraživački projekt Hrvatske zaklade za znanost IP-2020-02-3960: Karakterizacija i monitoring rasjednog sustava šireg dubrovačkog područja – DuFAULT, voditelj projekta Josip Stipčević

Iva Dasović, Josip Stipčević i Helena Latečki



Najjužni dio Hrvatske, šire dubrovačko područje, seizmički je jedno od najaktivnijih područja u Hrvatskoj i jedno od aktivnijih područja u Europi. Razoran potres iz 1667. godine, koji se dogodio u tom području, jedan je od najjačih potresa koji su se dogodili u Hrvatskoj, a mnogi se još sjećaju i potresa 1996. godine koji je pogodio područje Stona i Slanog. Kako bi se što bolje procijenila potresna opasnost nekog područja, potrebno je dobro poznavati aktivne i seizmogene rasjede na kojima može doći do jakih potresa, precizno odrediti žarišta i vrlo slabih potresa te koristiti dobar model koji što realnije odražava građu Zemlje i svojstva stijena. Upravo to je motivacija da se na ovom području provede detaljno znanstveno istraživanje.

Cilj ovog projekta je istražiti šire dubrovačko područje primjenom suvremenih seizmoloških i seizmotektonskih metoda. Postavljanjem guste privremene mreže seizmografa Du-Net tijekom prve i druge godine projekta te primjenom suvremenih metoda u lociranju izvora potresa, poboljšat će se preciznost lokacija potresa, posebno dubine žarišta. Analizirat će se detaljno recentna seizmička aktivnost i važni povijesni potresi kako bi se bolje upoznala seizmičnost ovog područja. Analize prethodnih geofizičkih i geoloških istraživanja te primjena novih seizmoloških i geoloških metoda, omogućit će upoznavanje rasjednih sustava i strukturu brzina P-valova. Određivanje i analiza faznih i grupnih brzina površinskih valova omogućit će stvaranje 3D modela brzina S-valova u kori. Analizom mikrosezmičkog



Prikaz šireg dubrovačkog područja koje je obuhvaćeno istraživanjem s prikazom lokacija postojećih seizmoloških postaja Hrvatske mreže seizmografa (plavi trokuti), postojećih seizmoloških postaja Zavod za meteorologiju i seizmologiju Crne Gore (žuti trokuti) te predviđenim lokacijama privremenih seizmoloških postaja koje će se postaviti u okviru projekta DuFAULT (zeleni trokuti). Sve postaje činit će privremenu seizmografsku mrežu Du-Net.

nemira pratit će se moguće promjene u elastičkim svojstvima kore. Sve ove metode rezultirat će stvaranjem strukturnog modela litosfere velike rezolucije za šire dubrovačko područje. To će pomoći u razumijevanju širenja seizmičkih valova kroz ovo područje i u konačnici omogućiti računanje simulacije potresne trešnje koja će ukazati na lokacije ugrožene jakom trešnjom. Postojeća i buduća saznanja suradnici na projektu podijelit će s javnosti kroz znanstvene publikacije te kroz javna predavanja građanima na području Dubrovačko-neretvanske županije kako bi se povećala svijest o potresnoj opasnosti te na taj način utjecalo na smanjenje seizmičkog rizika.

Projekt je započeo 15. veljače 2021. godine i trajat će četiri godine. Voditelj je doc. dr. sc. Josip Stipčević, seizmolog s Geofizičkog zavoda Andrije Mohorovičića Geofizičkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Suradnici s istog Zavoda su prof. dr. sc. Marijan Herak, prof. dr. sc. u m. Davorka Herak, doc. dr. sc. Iva Dasović, dok iz Seizmološke službe istog Odsjeka u projektu sudjeluju dr. sc. Marija Mustać i Helena Latečki, mag. phys.-geophys. Istraživačkoj grupi početkom srpnja 2021. godine pridružio se i dr. sc. Marin Sečanj kao poslijedoktorand zaposlen upravo u okviru ovog projekta. Važan suradnik na projektu je i prof. dr. sc. Bruno Tomljenović sa Zavoda za geologiju i geološko inženjerstvo Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Dio istraživačke skupine je i mr. sc. Snježana Cvijić-Amulić iz Sektora za seizmologiju Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske, partnera ovog projekta. Uz njih, ostali partneri su Agencija za ugljikovodike, Dubrovačko-neretvanska županija te Zavod za meteorologiju i seizmologiju Crne Gore.



U ovih nekoliko mjeseci trajanja projekta održana su dva radna sastanka, započelo je prikupljanje podataka i prve analize, pripremaju se postojeći instrumenti i nabavljaju novi, a u svibnju su suradnici bili na terenskom izviđanju kako bi pronašli prikladna mjesta za nove seizmološke postaje. U lipnju 2021. god. HRZZ je odobrio i financiranje doktoranda u okviru Projekta razvoja karijera mladih istraživača – izobrazba novih doktora znanosti pod mentorstvom doc. dr. sc. Josipa Stipčevića.

Više detalja i aktivnosti na projektu DuFAULT možete pratiti na: <https://projectdufault.geof.pmf.unizg.hr/>.

Noviteti na novim mrežnim stranicama HGI-a

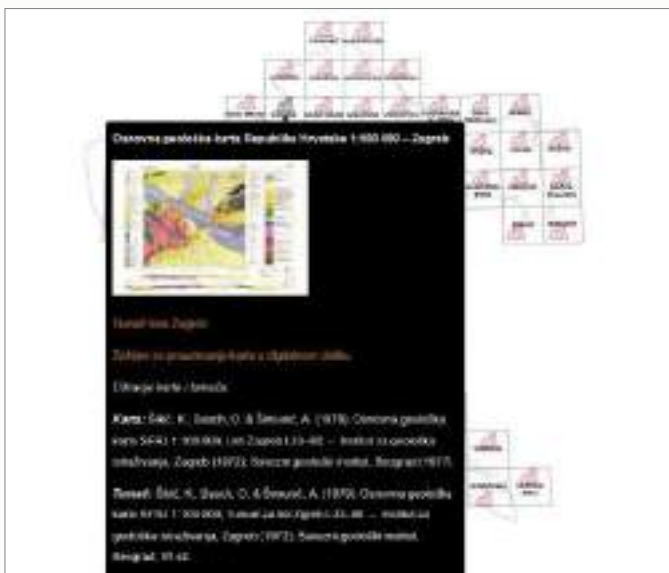
Tea Fluksi i Jasminka Martinjak

Hrvatski geološki institut (HGI) najveći je istraživački institut u području geoznanosti i geološkog inženjerstva u Republici Hrvatskoj, a pred kraj 2020. godine u rad je puštena nova verzija njegovih mrežnih stranica. Cilj novih mrežnih stranica bio je modernizacija i veća pristupačnost široj javnosti.

Uz postojeći WMS (*Web Map Service*) na kojem se može pregledavati Geološka karta Republike Hrvatske u mjerilu 1:300.000, stranice sada nude niz noviteta kojima javnost do sada nije imala pristup, a jedan od najvažnijih su sve do sada izrađene geološke karte dostupne za besplatno preuzimanje (Osnovna geološka karta RH u mjerilima 1:100.000 i 1:50.000, Osnovna hidrogeološka karta RH, Inženjerskogeološka karta RH, Karte mineralnih sirovina). Potrebno je samo ispuniti zahtjev za preuzimanje pojedinog lista na stranici i poslati ga. Nakon toga korisnik na svoju e-mail adresu dobiva poveznicu za preuzimanje željenog lista. Svi listovi su u .jpg formatu, rezolucije 300

dpi. Uz svaku kartu dolazi i njegov pripadajući tumač, tj. knjižica u kojoj je opisana geološka građa terena prikazanog na karti. Vrlo smo ponosni što je ovaj novitet izazvao velik interes javnosti iz geološke i srodnih struka pa je do sada preuzeto preko 2000 karata.

Još jedan od noviteta novih stranica Hrvatskoga geološkog instituta su i *online* katalozi knjižnice i fonda stručne dokumentacije koji su pretraživi po više parametara (naslov, autor, lokalitet itd.). U katalogu knjižnice moguće je pretraživati knjige i časopise, a katalog fonda stručne dokumentacije nudi uvid u preko 15.000 elaborata i izvještaja od kojih je 7130 dostupno i u .pdf formatu. Zanimljivo je napomenuti da najstariji elaborat dostupan u .pdf formatu datira iz 1844. godine.



Shema OGK RH 1:100.000 sa
Zahtjevom za preuzimanje karata

Ponukani potresima koji su pogodili Hrvatsku 2020. godine, grupa znanstvenika s Instituta objavila je članak u sklopu kojeg je objavljen Katastar koseizmičkih slomova tla i vezanih procesa (WMS) što je također dostupno na novim stranicama.

Na stranicama sada možete pratiti i rad naših znanstvenika i pronaći najnovije objavljene radove u poznatim inozemnim i domaćim časopisima, a u rubrici „Mediji“ mogu se pronaći informacije o gostovanjima naših znanstvenika i djelatnika u našim i stranim medijima.

Moramo napomenuti kako su nove stranice napravljene tako da osiguravaju pristupačnost u skladu sa „Zakonom o pristupačnosti mrežnih stranica i programskih rješenja za pokretne uređaje tijela javnog sektora Republike Hrvatske (NN 17/19)“ od 23. rujna 2019. godine, kojim se u nacionalno zakonodavstvo preuzima Direktiva (EU) 2016/2102 Europskog parlamenta i Vijeća o pristupačnosti internetskih stranica i mobilnih aplikacija tijela javnog sektora, što omogućuje lakši pristup stranici osobama s posebnim potrebama i poteškoćama.

Osim sadržajnih noviteta valja spomenuti i tehničke. Stranice su novim izgledom prilagođene pregledu s pokretnih uređaja (pametnih telefona i tableta).

Uz novitete je, naravno, zadržana postojeća struktura podataka o Institutu (povijest, struktura, djelatnosti, popis zaposlenika, javni dokumenti, popis projekata, objavljene publikacije te najvažnije, obavijesti i događanja), a važno je napomenuti i da se s novim izgledom stranica znatno povećao i opseg sadržaja, prvenstveno zbog uvođenja niza spomenutih noviteta te, su tako mrežne stranice Hrvatskoga geološkog instituta i dalje zadržale status njegove najveće publikacije.

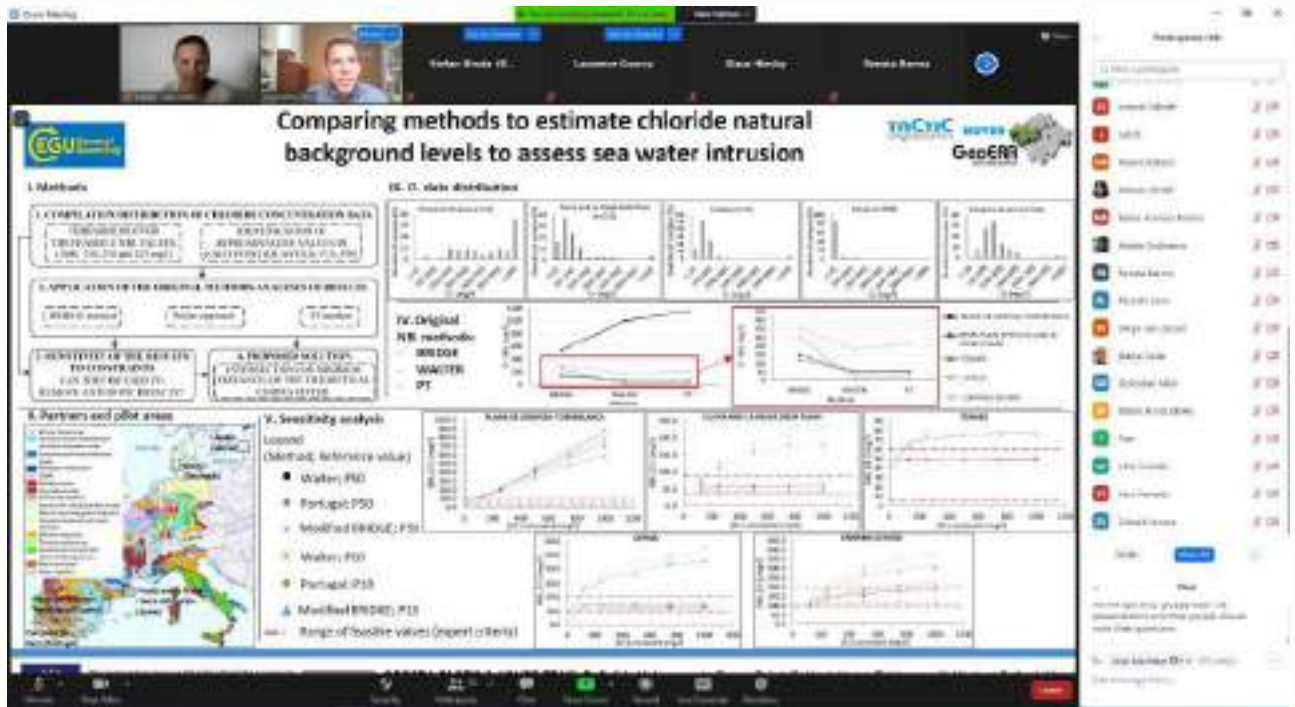
EGU 2021

**Staša Borović, Ozren Hasan, Tvrtko Korbar, Branko Kordić, Matko Patekar,
Mirja Pavić, Matija Vukovski i Lara Wacha**

EGU (European Geoscience Union) General Assembly 2021 ove je godine, u razdoblju od 19. do 30. travnja, održan u *online* formatu. Sudjelovalo je 18.172 znanstvenika iz 135 zemalja, a moglo se uključiti u čak 13.643 izlaganja unutar 642 znanstvene sekcije. Znanstvenici iz Hrvatskoga geološkog instituta sudjelovali su, kao glavni autori ili koautori, s brojnim izlaganjima te su vodili i pojedine sekcije.

Nakon glavnog potresa u Petrinji 29. prosinca 2020. godine počele su stizati brojne vijesti, između ostalog i one o pojavama mnogih koseizmičkih površinskih deformacija. Drugi dan nakon potresa geolozi Hrvatskoga geološkog instituta započeli su s obilaženjem užeg epicentralnog područja u zoni seizmogenog rasjeda, pritom noseći prijeko potrebne namirnice koje su nedostajale ljudima u okolnim naseljima. S obzirom da su ova preliminarna terenska opažanja ukazivala na to kako u užem epicentralnom području gotovo da i nema novih potencijalnih geoloških ugroza za lokalno stanovništvo, ubrzo su organizirana terenska istraživanja s vodećim europskim stručnjacima iz područja seizmotektonike, paleoseizmologije, strukturne geologije, tektonske geomorfologije itd. koji dolaze iz Zagreba, Slovenije, Italije i Francuske. Tijekom detaljnih terenskih istraživanja koja su uz povremene prekide trajala do kraja ožujka ove godine,





Jedno od izlaganja na online EGU 2021

zabilježene su sljedeće pojave: primarna površinska pukotina uzrokovana rasjedanjem, likvefakcije s pratećim pješčanim vulkanima i pukotinama bočnog širenja, odroni, klizišta, promjene razine podzemnih voda te brojne štete na infrastrukturi.

Tako su u naknadno prijavljenoj tematskoj sekciji o potresu u Petrinji krajem 2020 (Baize i suradnici) radove predstavili brojni istraživači koji su sudjelovali u istraživanjima uzroka i posljedica tog potresa. Branko Kordić bio je suvoditelj zasebne sekcije na temu Petrinjskog potresa. Sekcija je održana u sklopu *TS4.0 Seismicity and deformation* programske grupe pod nazivom *Late-Breaking Session: The December 2020 earthquake sequence in Petrinja, Croatia, and its seismotectonic and geodynamic environments*. Cilj sekcije bio je okupljanje istraživača kako bi se razvila diskusija o sekvenci potresa u blizini Petrinje, kao i njegov učinak na ljude i okoliš. Prezentirani su radovi koji se odnose na seizmološki, geodetski te geološki pogled na potres, kao i regionalne rasjede, njihovu povijesnu seizmičnost i geološku aktivnost. Prezentiranim radovima dobiven je uvid u geodinamiku ovog seizmički aktivnog, ali slabo istraženog područja.

Tvrtko Korbar (HGI) i Snježana Markušić (Geofizički odsjek PMF-a), prezentirali su preliminarne geološke i seizmološke podatke o potresu. Podatci su uglavnom prikupljeni daljinskim metodama u prvim danima nakon potresa (objave u medijima, analiza ortofoto snimaka, preliminarno obrađeni podatci s postojeće mreže seizmografa Seizmološke službe i sl.), ali i terenskom inspekcijom trasa aktiviranih rasjeda od kojih su neki prikazani i na Osnovnoj geološkoj karti 1:100.000, list Sisak (Pikija, 1987). Bjelotomić Oršulić i suradnici u okviru sekcije prezentirali su preliminarne geološke interpretacije koseizmičkog

pomaka tla dobivene na temelju analize satelitskih snimaka (Sentinel-1) prije i nakon potresa. Svi navedeni podatci su, zajedno s preliminarnim podatcima o štetama na građevinama i utjecaju sastava geološke podloge na učinke potresa, objavljeni u znanstvenom časopisu *Remote Sensing* (Markušić i sur., 2021) 45 dana prije same konferencije. Budući da je navedeni rad u otvorenom pristupu, ovo je bila prigoda da se čuju komentari i druga mišljenja kolega koji su na ovoj sekciji sudjelovali.

U okviru iste tematske sekcije Hrvatski geološki institut sudjelovao je i prezentacijom preliminarnih rezultata multidisciplinarnih terenskih istraživanja sekvence potresa na području Petrinje. Terenski radovi, obrada podataka te analiza rezultata izvedeni su u suradnji s već spomenutom skupinom znanstvenika. Branko Kordić i Matija Vukovski prezentirali su rezultate istraživanja radne grupe. Osnovu za procjenu seizmičke opasnosti predstavlja jedinstvena baza s prikupljenim detaljnim podatcima koseizmičkih površinskih manifestacija, zajedno s povijesnim i nedavnim potresima koji su neophodni za uspostavu pouzdanih empirijskih odnosa između geoloških učinaka i fizičkih karakteristika potresa (magnituda, dubina žarišta). Stoga je cilj izlaganja kolege Vukovskog bio prikazati vrstu i distribuciju zabilježenih koseizmičkih površinskih deformacija, a detaljni opisi svake od pojava dani su u zasebnim izlaganjima kolega međunarodne istraživačke skupine. Branko Kordić prezentirao je rad pod nazivom *Geodetic benchmark displacement measurements following the 2020 Petrinja earthquake in Croatia* koji se odnosi na predstavljanje trenutnih rezultata terenskih istraživanja pomaka geodetskih točaka na području pogođenom površinskom deformacijom.

U sklopu sekcije GM6.7 kolega Ozren Hasan s koautorima (S. Miko, D. Brunović, N. Šenolt, M. Šparica Miko, N. Ilijanić) održao je predavanje na temu „Geomorfologija dna Prokljanskog jezera i estuarija rijeke Krke na jadranskoj obali (Dalmacija)“. Tijekom posljednjeg ledenog doba veliko područje jadranskog šelfa bilo je izloženo dok je morska razina bila niska. To je omogućilo formiranje jezera, riječnih dolina i naplavnih ravnica koje su potom potopljene za vrijeme holocenske transgresije mora. Ove promjene utjecale su i na rijeku Krku, čiji se estuarij danas proteže u duljini od 23 km od Šibenskog kanala, preko Prokljanskog jezera, sve do sedrenih barijera Skradinskog buka. Korištenje akustičnih metoda visoke rezolucije, koje uključuju geološki dubinomjer (*sub-bottom profiler, SBP*), višesnopni dubinomjer (*multibeam echosounder, MBES*) i panoramski dubinomjer (*side-scan sonar, SSS*), omogućilo nam je istraživanje potopljenog sustava riječne doline i jezera na području današnjeg Prokljanskog jezera i gornjeg dijela estuarija koje je postojalo prije holocenskog izdizanja morske razine. Na istraživanom području ukupne površine od 6,2 km² snimljeno je 70 km profila pomoću SBP, te je pomoću MBES izrađen oblak podataka s gotovo 242.000.000 točaka. Radi kvalitetnije geomorfološke i geološke karakterizacije dna izrađena je i mreža uzorkovanja sedimentata na 36 lokacija na kojima su sedimenti uzorkovani *Van Veen* grabilom i gravitacijskim jezgrilom te je okoliš sniman podvodnom kamerom. Na sedimentima je izmjerena veličina čestica, gustoća, magnetni susceptibilitet, udio ugljika i dušika, te su provedene mineraloške analize. Rezultati SBP-a ukazuju na postojanje tri sedimentne jedinice ukupne debljine do 15 m. Geomorfologija dna istraživanog područja karakterizirana je brojnim potopljenim sedrenim barijerama koje su građom slične recentnim barijerama. One su tijekom rasta omogućile formiranje sustava jezera i slapova, ali i sprječavale prodor mora prilikom izdizanja morske razine. Visina svake barijere, koje su na današnjim dubinama 4,5 do 17 metara, zajedno s geofizičkim podatcima, mogu se koristiti kao indikatori izdizanja morske razine. Prikupljeni podatci korišteni su za izradu GIS klasifikacije dna radi izrade precizne karte podmorja metodom *Object Based Image Analysis*. Veličina čestica varira na istraživanom području, a potopljene barijere karakteriziraju najkrupnije čestice veličine pijeska, dok su zaravnjena područja



izgrađena od sedimenata veličine silta. Ova istraživanja izrađena su u sklopu projekta „Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline“ (QMAD, HRZZ IP-04-2019-8505).

Rasprostranjenost lesa i stvaranje sekvenci les-paleotlo kontrolirani su paleoklimom, reljefom i udaljenošću od potencijalnih izvorišnih područja, najčešće velikih riječnih sustava. Pritom važan utjecaj imaju i dinamika kontinentalnog ledenog pokrivača te promjene na izloženom šelfu Sjevernog mora. Razlike između naslaga u šest europskih lesnih područja rezultat su složenih i promjenjivih paleoekoloških uvjeta, kao i vezanih geomorfoloških procesa na cijelom kontinentu. Nova karta rasprostranjenosti lesa Europe (Lehmkuhl i sur., 2021a) pomaže nam da razumijemo složenu interakciju između navedenih procesa. Karta kao konceptualni model lesnih okoliša (Lehmkuhl i sur., 2021b) u sklopu sekcije GM8.2 „Drylands: paleoenvironmental and geomorphic perspectives and challenges“ predstavljena je radom „Eurasian drylands and the conceptual model of loess landscapes“ u čijim je istraživanjima sudjelovala i kolegica Lara Wacha.

Kao suvoditeljica Ekspertne grupe za geoenergiju pri Udruženju europskih geoloških službi (*EuroGeoSurveys*), Staša Borović bila je zadužena za moderiranje sekcije o pogramu GeoERA – trogodišnjem programu putem kojeg Europska komisija financira 15 projekata iz četiriju tema: geoenergija, podzemne vode, mineralne sirovine i informacijska platforma. U programu GeoERA sudjeluje 45 geoloških službi iz 32 europske države. Budući da projekti završavaju tijekom 2021. godine, prikazani su rezultati postignuti tijekom prethodnih triju godina koji će, zahvaljujući uspostavljenoj zajedničkoj informacijskoj platformi s otvorenim pristupom, biti dostupni svim zainteresiranim korisnicima. U sekciji je predstavljeno 16 postera, uz uvodnu prezentaciju koordinatora programa, dr. sc. Joopa Hasselmana. Sekciji je prisustvovalo ukupno 38 sudionika, a nakon izlaganja konstruktivna se diskusija putem videokonferencije nastavila u tri tematske sekcije.

DOKTORANDI

Doktorandica Mirja Pavić prezentirala je poster izrađen u suradnji s kolegicama i kolegama iz istraživačke grupe projekta HyTheC: Borović, S., Briški, M., Frangen, T. i Urumović, K. Poster pod nazivom: „HyTheC – Multidisciplinary Approach to Conceptual Modelling of Hydrothermal Systems in Croatia“ pronašao je svoje mjesto među 40 znanstvenih izlaganja u sekciji koja se bavila istraživanjem, korištenjem i praćenjem konvencionalnih i nekonvencionalnih geotermalnih resursa. Ovim je putem široj znanstvenoj zajednici predstavljen petogodišnji uspostavni istraživački projekt HyTheC – Multidisciplinarni pristup izradi konceptualnih modela hidrotermalnih sustava koji financira Hrvatska zaklada za znanost. Više informacija o projektu možete pronaći na mrežnoj stranici (<https://hythec.wordpress.com>).

Doktorand Matko Patekar predstavio je poster na temu mogućnosti primjene sustava umjetnog prihranjivanja vodonosnika na otoku Visu. Umjetno prihranjivanje krških vodonosnika je zahtjevan zadatak, stoga su provedena opsežna interdisciplinarna istraživanja (geofizička istraživanja, terenska i laboratorijska hidrokemijska ispitivanja, strukturno-geološko kartiranje) kako bi se nesigurnosti svele na što nižu razinu. Sljedeći su koraci prije konačne procjene pogodnosti primjene umjetnog prihranjivanja vodonosnika usmjereni na izradu hidrološke bilance otoka Visa, 3D hidrogeološkog modela, analize troškova i koristi te procjene utjecaja na okoliš. Istraživanja se provode u sklopu projekta DEEPWATER-CE, sufinanciranog od strane programa transnacionalne suradnje Interreg Srednja Europa.

Doktorand Matija Vukovski predstavio je izlaganje naslova „An overview on Structural position of



Mesozoic succession of distal Adriatic continental margin on Ivanščica Mt. (NW Croatia)“ unutar podsekcije *The Alps and neighbouring mountain belts (Pyrenees, Apennines, Dinarides, Carpathians): a multidisciplinary vision* kao dio *Convergent tectonic settings* sekcije. Izlaganje donosi prve preliminarne rezultate terenskih istraživanja odrađenih tijekom jeseni 2020. godine u svrhu izrade doktorskog rada u okviru HRZZ projekta *GOST* (<https://projectgost.wordpress.com/>). S obzirom da je Ivanščica najveća gora na području istraživanja, u njoj su regionalne tektonsko-stratigrafske jedinice najcjelovitije otkrivene na površini, ali u međusobno vrlo kompleksnim i do danas dijelom nerasvijetljenim geološkim odnosima. Stoga je upravo ona odabrana kao područje koje će se detaljno istražiti s aspekta strukturno geološke građe, a novi podatci, zajedno s postojećima, koristit će se u rekonstrukciji tektonskog razvoja ovog dodirnog područja za vrijeme mezozoika i kenozoika. Na taj bi način rezultati ovog istraživanja trebali doprinijeti boljem shvaćanju lokalnih geoloških odnosa, kao i boljem razumijevanju geodinamskih procesa u ovom području kroz geološku prošlost.

Literatura:

Lehmkuhl, F., Nett, J.J., Pötter, S., Schulte, P., Sprafke, T., Jary, Z., Antoine, P., Wacha, L., Wolf, D., Zerboni, A., Hošek, J., Marković, S.B., Obreht, I., Sümegi, P., Veres, D., Zeeden, C., Boemke, B., Schaubert, V., Viehweger, J., Hambach, U. (2021a): Loess landscapes of Europe – Mapping, geomorphology, and zonal differentiation. *Earth-Science Reviews*, 215, 103496. doi:10.1016/j.earscirev.2020.103496

Lehmkuhl, F., Hambach, U., Nett, J. J., Schulte, P., Jary, Z., Sprafke, T., Antoine, P., Wacha, L., Zerboni, A., Hošek, J., Marković, S. (2021b): Eurasian drylands and the conceptual model of loess landscapes, EGU General Assembly 2021, online, 19–30 Apr 2021, EGU21-8586, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-8586>, 2021.

Markušić, S., Stanko, D., Penava, D., Ivančić, I., Bjelotomić Oršulić, O., Korbar, T., Sarhosis, V. (2021): Destructive M6.2 Petrinja Earthquake (Croatia) in 2020—Preliminary Multidisciplinary Research. *Remote Sensing*, 13(6), 1095. <https://doi.org/10.3390/rs13061095>

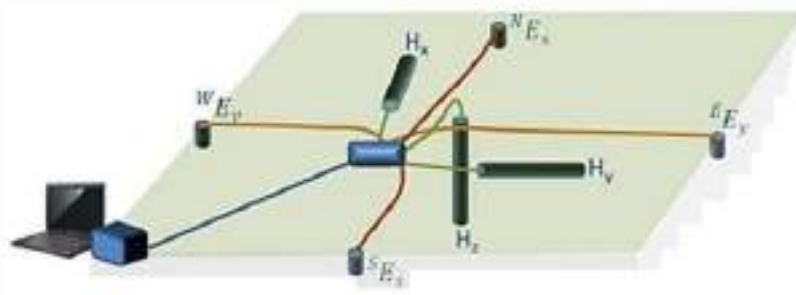
Pikija, M. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ, 1: 100 000: List Sisak, L 33-93. hgi-cgs.hr

Metoda magnetotelurskog istraživanja

Ivana Žanić

Prilikom istraživanja područja koncesije Dinaridi-14 (DI-14), u svrhu izrade specijalističkih geoloških studija, provest će se magnetotelurska (MT) mjerenja. Takva mjerenja svrstavaju se u geoelektrične metode koje se temelje na mjerenjima električnih svojstava stijena. Mogu se podijeliti na metode koje opažaju već postojeća, odnosno prirodna električna polja kao što su npr. metoda vlastitog potencijala ili spontanog potencijala, telurska i magnetotelurska metoda. U metode koje koriste umjetnim načinom izazvana električna polja ubrajamo metodu električne otpornosti i metodu inducirane polarizacije. Na temelju mjerenih otpornosti, tj. njihove promjene s dubinom moguće je dobiti saznanja o litologiji naslaga i njihovom stanju (kompaktnosti, raspucalosti, šupljikavosti), ali i kakvoći vode (mineralizaciji i zaslanjenosti).





Skica mjerenja MT metodom

Magnetotelurska metoda je elektromagnetska geofizička metoda za određivanje električne vodljivosti stijena iz mjerenja komponenti prirodnog magnetnog i električnog polja na Zemljinoj površini. Dubina prodiranja kreće se od nekoliko metara korištenjem viših frekvencija, do 10 000 m ili dublje koristeći niže frekvencije. Razvijena neovisno u različitim

državama od strane Tikhonova (1950), Rikitakea (1950) i Cagniarda (1953), MT metoda počela se koristiti za istraživanja podzemlja diljem svijeta. Komercijalna upotreba uključuje istraživanja ugljikovodika (nafte i plina), geotermalna istraživanja kao i istraživanje podzemnih voda. Različite stijene i geološke strukture imaju širok raspon električne otpornosti. Mjerenjem otpornosti omogućava se razlikovanje materijala te poznavanje tektonskih procesa i geoloških struktura. Osnovna prednost ove metode u odnosu na ostale električne tehnike je postizanje velike dubine prodiranja bez razvlačenja dugačkih kabela.

Metoda se temelji na mjerenju omjera vodoravnih komponenti prirodnog električnog (telurnog) i magnetnog polja na površini, koji je za danu frekvenciju konstantan za konstantnu otpornost. Ovaj omjer se naziva impedancijom, a ovisi o električnoj otpornosti i frekvenciji. Vrijednost električnog polja dobije se mjerenjem napona pomoću depolarizirajućih elektroda, dok vrijednost magnetnog polja možemo dobiti na dva načina. Prvi, pomoću magnetometara koji opažaju intenzitet magnetnog polja, a drugi, pomoću zavojnice s velikim brojem namotaja koje daju informaciju o magnetnoj indukciji. Veliki broj namotaja kod zavojnice nužan je zbog korištenja frekvencija između 1 i 0,001 Hz, jezgra mora biti izgrađena od materijala velikog permeabiliteta, a uređaj mora imati odgovarajuća pojačala s malim šumovima.

Dubina prodiranja ovisi o otpornosti stijena i frekvenciji i definirana je dubinom na kojoj amplituda elektromagnetnog polja opadne na određeni udio svoje vrijednosti na površini. Uporabom postupno sve nižih frekvencija zahvaćaju se sve veće dubine (analogno električnom sondiranju dobije se magnetotelursko sondiranje). Površinska električna i elektromagnetna polja međusobno su okomita. Na odabranom pravcu 0-X opaža se npr. električno polje, odnosno napon E_x , a na okomitom pravcu 0-Y, npr. intenzitet elektromagnetnog polja H_y .

Prilikom obrade snimljenih terenskih podataka filtriraju se šumovi nastali od dalekovoda, željeznica, udara groma i sl. Razni softverski paketi koriste se za interpretaciju (inverziju) MT podataka, gdje se prividna otpornost koristi za stvaranje modela podzemlja. Dobiveni podaci komplementarni su seizmičkim informacijama, te se u kombinaciji s drugim geofizičkim mjerenjima, poput magnetizma i gravitacije, koriste u multidisciplinarnim interpretacijama.

Korštena literatura:

Christopherson, K.R. (2001): Magnetotellurics (MT) – Technique, Interpretation, and Application; Search and Discovery Article #40025

Šumanovac, F. (2007): Geofizička istraživanja podzemnih voda. Rudarsko-geološko-naftni fakultet,

Sveučilište u Zagrebu, Pauk Cerna.

Šumanovac, F. (2009): Geofizička istraživanja u dolini Glogovnice kod Apatovca. Fond struč. dok. Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta.

Žanić, I. (2017): Magnetotelurska istraživanja na području Apatovca. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Otvoreni dan geologije 202(0)1. na PMF-u

Katarina Gobo

Unatoč pandemiji koronavirusa i uvjetima #novonormalno, 26. ožujka 2021. godine održana je manifestacija Dan i noć na PMF-u, u okviru koje je i Geološki odsjek tradicionalno sudjelovao sa svojim Otvorenim danom geologije. Manifestacija, koja se s originalnim programom inspiriranim Olimpijskim igrama u Tokiju trebala održati 2020., ostala je jednako aktualna s obzirom i na odgađanje same Olimpijade na 2021. godinu. Zbog epidemiološke situacije, pregršt zanimljivih predavanja i radionica koje su osmislili zaposlenici i studenti bilo je moguće pratiti u virtualnom okruženju putem *YouTube* kanala PMF-a (<https://www.youtube.com/channel/UCVwENn4b0NDs4YBeampM71g/playlists>).



Isječci nekih od aktivnosti održanih na Otvorenom danu geologije 2021. (izvor: YouTube)



U sklopu Otvorenog dana geologije je, shodno okolnostima, održano nekoliko atraktivnih znanstveno-popularnih predavanja i radionica. Zbog virtualnog održavanja, broj volontera i aktivnosti je bio nešto manji nego prijašnjih godina, ali to ne znači da su ponuđene aktivnosti bile manje atraktivne – sasvim suprotno! Od održanih predavanja treba svakako izdvojiti ona koja su imala „olimpijski“ štih, poput predavanja prof. dr. sc. Vlaste Ćosović „Trenutni poredak u olimpijskoj maratonskoj utrci „Život na Zemlji“ (tko vodi, tko je na zečelju?)“, prof. dr. sc. Jasenke Sremac „Fosili na pobjedničkom postolju“ i dr. sc. Frane Markovića „Kako nastaju olimpijske medalje?“. Osim njih, doc. dr. sc. Karmen Fio Firi je prezentirala projekt ENGIE – promocija geoznanosti za učenice i učenike srednjih škola, a studenti Ana Brajša i Marko Bermanec su prezentirali društvenu svijest o geologiji i studijskim programima u svom izlaganju „Što je geologija i što proučavaju geolozi?“. Kako bi geologiju učinili još atraktivnijom, pogotovo osnovnoškolcima, snimljene su i dvije radionice: doc. dr. sc. Karmen Fio Firi i doc. dr. sc. Kristina Pikelj pokazale su način izrade „fosila“ od gipsa, a studenti izradu papirnateg dinosaura u tehnici origamija. Od interaktivnih događanja, održan je i Geološki kviz kojeg su osmislili i vodili studenti Damir Pocrnić, Eric Hadžić i Matej Plavac, a najbolje plasirane ekipe nagrađene su prigodnom diplomom.

Glavni cilj Dana i noći na PMF-u, pa tako i Otvorenog dana geologije, jest promicanje prirodnih znanosti široj javnosti, a posebice djeci predškolskog uzrasta, kao i učenicima osnovnih i srednjih škola. Na sam dan manifestacije, *YouTube* predavanja i druge aktivnosti u sklopu Otvorenog dana geologije pregledani su nešto više od 1000 puta. Gotovo tri mjeseca kasnije taj je broj udvostručen, što je nepobitan dokaz o interesu za ponuđene teme i svakako poticaj da nastavimo nuditi kvalitetne i atraktivne sadržaje i ubuduće, i nadamo se, uživo. A ako ste propustili neke od tih aktivnosti ovdje je i poveznica na održane sadržaje Otvorenog dana geologije:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLCx3x60Kez6m2C5tAlqwVPf5MJjvYPhHE>. Ugodno gledanje! :)

RGN znanosti u obnovi potresom pogođenih područja – 2. okrugli stol u sklopu Dana doktoranada Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Sanja Bernat Gazibara, Martin Krkač, Jelena Parlov i Snježana Mihalić Arbanas

Dana 6. svibnja 2021. godine održan je 2. okrugli stol RGNF-a u sklopu manifestacije Dan doktoranada. Tema 2. okruglog stola „RGN znanosti u obnovi potresom pogođenih područja“ bila je doprinos znanstvenika s RGN fakulteta u projektima obnove na potresom pogođenom području. Osim studenata poslijediplomskih, diplomskih i preddiplomskih studija RGNF-a, sudjelovali su znanstvenici iz istraživačkih i akademskih institucija iz Hrvatske i BiH, bivši studenti RGN struka i srodnih struka iz državnih i regionalnih uprava i javnih ustanova, kao i iz gospodarstva. Moderatorice su bile prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas i izv. prof. dr. sc. Jelena Parlov. Uvodničari su bili znanstvenici i nastavnici s RGNF-a koji su bili uključeni u znanstvene i stručne aktivnosti provođene vezano uz Petrinjsku potresnu seriju 2020. – 2021., a to su prof. dr. sc. Mario Dobrilović s predavanjem „Kontrolirano rušenje tornja katedrale i dimnjaka ciglane“, prof. dr. sc. Bruno Tomljenović s predavanjem „Seizmogeni rasjedi i koseizmički efekti potresa“, doc. dr. sc. Martin Krkač s predavanjem „Inženjerskogeološke karte seizmički induciranih pojava“, izv. prof. dr. sc.



Jelena Parlov s predavanjem „Posljedice promjena razina podzemne vode izazvanih potresom“ i prof. dr. sc. Franjo Šumanovac s predavanjem „Geofizička istraživanja u upravljanju katastrofama“

Svrha Okruglog stola bila je prezentacija primjene RGN znanosti nakon prirodnih katastrofa. Okvirni prijedlog tema za diskusiju bio je: (i) primjena temeljnih geoloških i seizmotektonskih istraživanja na Petrinjskom potresnom području nakon glavnog potresa 29. 12. 2020. godine; (ii) primjena inženjerskogeoloških znanstvenih istraživanja nakon glavnog potresa M 6,2 od 29. 12. 2020.; (iii) primjena hidrogeoloških znanstvenih istraživanja nakon glavnog potresa M 6,2 od 29. 12. 2020.; (iv) primjena geofizičkih istraživanja nakon glavnog potresa M 6,2 od 29. 12. 2020.; i (v) projekti miniranja nakon potresa u Zagrebu i Petrinji 2020. godine.

Neki od zaključaka Okruglog stola su da je nakon katastrofalnih potresa 2020. godine bilo nužno provođenje cijelog niza znanstvenih istraživanja iz domene RGN znanosti: seizmotektonska istraživanja na Petrinjskom potresnom području, temeljna geološka istraživanja na području Mečenčana i Borojevića ugroženih vrtačama, inženjerskogeološka i hidrogeološka znanstvena istraživanja na Petrinjskom potresnom području, znanstveni projekti miniranja.

Projekti miniranja za uklanjanje potresom oštećenih građevina tornja Zagrebačke katedrale, dimnjaka željezare u Sisku te dimnjaka ciglane u Zagrebu, iziskivali su inventivni znanstveni pristup, jer standardni inženjerski pristup nije bio primjenjiv zbog jedinstvenosti uvjeta izvođenja.

U fazama reagiranja tijekom i neposredno nakon katastrofe nužno je bilo provođenje seizmotektonskih, geoloških, inženjerskogeoloških, hidrogeoloških i geofizičkih istraživanja, u svrhu izrade kartografskih podloga za procjenu stanja i kontinuiranu podršku civilnoj zaštiti za izradu mjera u odnosu na seizmički inducirane geohazarde (likvefakciju, vrtače i klizišta). U fazama rekonstrukcije i obnove i dalje su nužne inženjerskogeološke karte koje prikazuju područja ugrožena geohazardima, za razvoj hitnih provedbenih i planskih mjera za prostorno planiranje i gradnju.

Jubilarni 5. simpozij studenata doktorskih studija PMF-a

Kristina Pikelj

Za razliku od prva četiri Simpozija studenata doktorskih studija Prirodoslovno-matematičkog fakulteta održanih obično u veljači, peti jubilarni Simpozij održan je 24. i 25. travnja 2021. godine. Pomicanju vremena održavanja kumovala je nezavidna situacija nastala uslijed epidemije s kojom se borimo već skoro godinu dana.

Organizacijom ovog Simpozija primijetili smo kontinuirano povećanje broja sudionika, kako izlagača, tako i onih koji su bili nazočni kao slušači, ukopno njih preko 250. Jedan od razloga za to je sve veći interes doktoranada za prezentiranjem svojih rezultata istraživanja, a velikom broju sudionika pridonijela je već spomenuta epidemija, zbog koje mnogi doktorandi nisu bili u mogućnosti sudjelovati na drugim planiranim skupovima i kongresima. Kako god bilo, ovim Simpozijem smo nastojali sve ono negativno pretvoriti u pozitivno, pa je prvo pozvano predavanje bilo posvećeno recentnim istraživanjima potresa u Zagrebu i Petrinji tijekom prošle i ove godine. Održao ga je prof. dr. sc. Marijan Herak (PMF), a slijedila su



još tri vrlo interesantna pozvana predavanja. Dr. sc. Iva Tolić (IRB) održala je predavanje o mehanobiologiji diobenog vretena, prof. dr. sc. Josip Tambača (PMF) nam je pojasnio matematičko modeliranje stentova, a prof. dr. sc. Vernesa Smolčić (PMF) nam je približila daleki svemir prezentirajući evoluciju galaksija kroz svemirsko vrijeme.

Kroz dva dana, koliko je Simpozij trajao, doktorandi su usmenim predavanjima, mikro-predavanjima i posterskim priopćenjima vješto pokazali do kakvih su otkrića došli u svom

istraživačkom radu, a obzirom na sudjelovanje studenata s doktorskih studija Biologije, Fizike, Kemije, Matematike, Geofizike, Geografije, Geologije i Oceanologije, oni koji nisu sudjelovali mogu samo zamisliti kakvu rapsodiju tema smo mi nazočni mogli poslušati i pri tome obogatiti svoje znanje.

Kako je Simpozij održan u hibridnom obliku, dio sudionika je osobno došao na matični nam Fakultet, dok se dio priključio online. Harmonija prebacivanja s predavanja uživo u virtualno okruženje ne bi bila moguća bez kontinuirane i snažne podrške naših mahom studentica doktorskih studija, od kojih su neke s nama u organizaciji već nekoliko godina. Iskreno se nadamo da će nam doktorandice biti spremne pomoći i naredne 2022. godine, također u travnju, kad planiramo organizirati 6. simpozij. Konačno, vrijeme travnja nam se silom prilika nametnulo 2021. godine kao vrijeme održavanja Simpozija, ali mi smo ga objeručke prihvatili. Stoga pozivamo sve doktorande na sudjelovanje na Simpoziju u travnju 2022. godine. Također pozivamo i njihove mentore, suradnike i druge interesente da ih podrže.



Na Simpoziju studenata doktorskih studija PMF-a

16. Cash&Carry – Dan otvorenih vrata umjetnosti u suradnji s Rudarsko-geološko-naftnim fakultetom

Sanja Bernat Gazibara, Snježana Mihalić Arbanas i Martin Krkač

U sklopu ovogodišnje manifestacije „16. Cash&Carry – Dan otvorenih vrata umjetnosti“ koju organizira Akademija likovnih umjetnosti u Zagrebu te uz suradnju studenata i nastavnika Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta pripremljena je izložba na temu potresa i karata pod nazivom 'Geohazard'. Manifestacija je održana 15. svibnja 2021. u prostorima Akademije likovnih umjetnosti na Jabukovcu u





Dio izložaka u sklopu
16. Cash&carry – Dan otvorenih vrata umjetnosti

Zagrebu. Izloženi su edukativni poster i na temu potresa, vrtača, likvefakcije i klizišta koje su izradile studentice diplomskog studija Geološkog inženjerstva Josipa Maslač (2. godina) i Katarina Mišić (1. godina). Također su izloženi i odabrani isječci karata inventara i karata podložnosti na vrtače, likvefakciju i klizanje koje su izradili znanstvenici s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci u okviru

projekta „Geološka, inženjerskogeološka, hidrogeološka i geofizička istraživanja za potrebe definiranja djelotvornoga koncepta organizirane obnove na područjima pogođenim potresom“ za Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine Republike Hrvatske.

Izložbene panoe je moguće pogledati u prostorima Zavoda za geologiju i geološko inženjerstvo na RGN fakultetu.

„Carstvo minerala“ u sklopu programa Ruksak (pun) kulture

Petra Šparica

Hrvatski prirodoslovni muzej se krajem 2019. godine prijavio na natječaj „Ruksak (pun) kulture“ Ministarstva kulture i medija (<https://min-kulture.gov.hr/aktualno/ruksak-pun-kulture-16272/o-programu/9250>) s radionicom pod nazivom „Carstvo minerala“. Ruksak (pun) kulture program je koji već osam godina omogućava dostupnost i približavanje umjetnosti i kulture djeci i mladima koji žive u sredinama s ograničenom dostupnosti kulturnim i umjetničkim sadržajima. Od 2013. do 2020. godine u programu je sudjelovalo gotovo 35.000 djece i mladih, a umjetničko-edukativne programe „Ruksak“ je donio u više od 250 gradova i općina koji pripadaju tzv. potpomognutim područjima, s niskim indeksom razvijenosti. Kao dopunski program kurikulumu u dječjim vrtićima, osnovnim i srednjim školama, program su zajednički organizirali Ministarstvo kulture i medija i Ministarstvo znanosti i obrazovanja, a u ovoj sezoni im se pridružio i Središnji državni ured za demografiju i mlade.

Radionica je inspirirana izložbom „Carstvo minerala“ koja je bila dio stalnog postava Hrvatskog prirodoslovnog muzeja s prikazom Sistemske zbirke minerala te najznačajnijih i najljepših specijalističkih





Detalji s radionica „Carstvo minerala“

mineraloških zbirki. Uz tu izložbenu cjelinu tiskana je i publikacija „Vodič kroz carstvo minerala“, koja je ponajprije bila namijenjena posjetiteljima muzeja kao vodič kroz istoimenu izložbenu cjelinu. Vodič su priredili muzejski savjetnik Dragan Bukovec i viša kustosica mr. sc. Biserka Radanović-Gužvica (2011). Cilj radionice „Carstvo minerala“ je upoznati djecu s osnovnim pojmovima u geologiji, mineralogiji, s različitim vrstama minerala, njihovim svojstvima, načinom postanka, primjenom u znanosti i tehnologiji te gdje ih pronaći u domovini. Program je prepoznat i uvršten, a realizacija je bila pred nama. Bar smo tako mislili. Tijekom prvog dijela epidemije koronavirusa, sve planirane aktivnosti otkazane su, te se čekalo dopuštenje Ministarstva znanosti i obrazovanja da se dopusti ulazak programa u odgojno-obrazovne ustanove. Čekanje je potrajalo do veljače 2021. godine kada nam je javljeno da privremeno obustavljeni „Ruksak“ kreće, ali kao poseban program, za djecu i mlade potresom pogođenih područja Banovine u Lječilištu Topusko. Provedba programa počela je 8. ožujka 2021., a provodit će se do listopada 2021. godine.



Neki od sudionika radionica „Carstvo minerala“

Programske aktivnosti sastoje se od tri dijela: u prvom se dijelu polaznike upoznaje s Hrvatskim prirodoslovnim muzejem, što muzej prikuplja, čuva, izučava i prezentira te se daje uvod u temu radionice. Uvodni dio obuhvaća i upoznavanje s geologijom i mineralogijom, te odgovor na pitanje što je geološka baština. U drugom dijelu učenike dijelimo u četiri skupine koje kružno prolaze kroz četiri edukativne stanice. Na prvoj stanici oni postaju mineralni detektivi, gdje su im prikazani minerali (gips, pirit, zlato, sumpor, kremen, ametist, ahat, kalcit, sfalerit, galenit, malahit, azurit, muskovit, opsidijan...). Objašnjena su im

njihova svojstva, te koja je njihova primjena. Njihov zadatak bio je prepoznati određena svojstva (boju, tvrdoću, sjaj, težinu, kalavost). Minerale su proučavali makroskopski, te pomoću povećala. Osim toga, na edukativnom panou prikazana je Mohsova skala tvrdoće minerala, s fotografijama minerala te predmeta koji imaju približnu tvrdoću kao određeni mineral. Na drugoj stanici učenici imaju priliku zaigrati *Memory* s mineralima – igru pamtilicu s fotografijama minerala iz našeg stalnog postava. Treća stanica, kojoj se učenici posebno vesele je velika podna igra „Prirodoslov“, u kojoj kretanjem kroz igru uče o našem bogatom fundusu. Na četvrtoj stanici za učenike smo pripremili dva radna lista i križaljku. Posebno smo ponosni u trećem, završnom dijelu radionice, kada organiziramo mali kviz znanja, i učenici spremno, samouvjereno i točno odgovaraju na naša pitanja.

Cijeli je program zamišljen interaktivno, realizira se kroz aktivno sudjelovanje sudionika i razgovor. Na kraju radionice svaki sudionik dobiva prigodni poklon HPM-a (prirodoslovnu pamtilicu, *bookmark* geološka razdoblja, rođendanski kalendar te naljepnicu).

Na radionicama je sudjelovalo više od 300 učenika i odgojno-obrazovnih djelatnika iz 14 škola Sisačko-moslavačke županije i još ih je nekoliko pred nama. Program Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Topuskom provode muzejska pedagoginja Petra Šparica, muzejska savjetnica Renata Brezinščak i dokumentaristica Marina Višić Vranjković.

Literatura

Bukovec, D., Radanović-Gužvica, B. (2011): Preuređenje i proširenje postojećega stalnog postava mineraloško-petrografskih zbirki – cjeloviti muzeološki program. IM 42 (1–4). Iz muzejske teorije i prakse, 80–81.

SEIZMA – Epicentar znanja!

Renata Lukić, Karlo Mateša, Ivan Podolšak, Iva Vrabac, Ivana Vrkić,
Katja Mužek, Andreja Ladišić i Ema Malešević



SEIZMA – Epicentar znanja! projekt je nastao studentskom inicijativom čiji je cilj edukacija šire populacije o potresima, s naglaskom na djecu školske dobi. Potaknuti razornim potresima koji su zadesili Hrvatsku, projekt su pokrenuli studenti diplomskog studija Geologije i Geologije zaštite okoliša na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Projekt sufinancira Studentski zbor Sveučilišta u Zagrebu, a službeno je započeo s radom 16. svibnja 2021. godine.

SEIZMA se primarno temelji na edukaciji učenika o osnovnim mehanizmima djelovanja potresa i načinima zaštite uslijed hazardnog događaja uzrokovanog seizmičkom aktivnošću na području teritorija RH. Također, jedan od ciljeva je i popularizacija geoznanosti radi stjecanja šire slike o mogućnostima same struke te suzbijanje lažnih vijesti koje kruže medijima i društvenim mrežama, a povezane su s potresima. Organizacijski odbor, koji se trenutno sastoji od desetak studenata, održavat će interaktivne radionice u osnovnim i srednjim školama





Radionica za niže razrede osnovne škole; pokus sa stabilnošću građevina u PŠ Belaj



Mini provjera znanja na kraju radionice – slaganje puzzle u PŠ Belaj



Mini provjera znanja na kraju radionice – opremanje sigurnosnog ruksaka u PŠ Belaj

te vrtićima, a nadamo se da će nam se na jesen pridružiti i nove snage – naši volonteri. Za vrijeme trajanja projekta, u planu nam je posjetiti dvadesetak škola u nekoliko hrvatskih gradova.

Do sada smo održali radionice u dvije škole, OŠ Barilović i PŠ Belaj u Karlovačkoj županiji, u kojima smo posjetili četiri razreda – dva druga i dva treća. Iznimno nam je drago što su se naše radionice svidjele i djelatnicima škole, ali prvenstveno učenicima koji su nas pozvali da se vratimo i na jesen!

Budući da su školarci ciljana skupina ovog projekta, većina radionica će se održati tijekom prvog polugodišta sljedeće školske godine. Interaktivne radionice, odnosno metodološko-pedagoška priprema istih, s pažnjom je odrađena u suradnji sa studentima Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta, a s ciljem što bolje izvedbe u školama. Posjeti osnovnoškolcima, prvenstveno djeci nižih razreda osnovne škole, temelje se na vizualizaciji i što slikovitijem prikazu sadržaja. Na primjer, pomoću Oreo keksa objašnjava se nastanak potresa kao i granice litosfernih ploča. Dio programa za srednjoškolce odnosi se i na informiranje i popularizaciju geoznanosti. Šira



Dio SEIZMA tima na sastanku sa savjetnicom za znanost i kulturu, gospođom Jadrankom Žarković

- Željko Arbanas: Petrinjski potres 29. 12. 2020. i likvefakcija

Seizmotektonskim istraživanjima utvrđen je točan položaj seizmogenog rasjeda s posljedičnim površinskim manifestacijama u obliku štete, interpretacijom refleksijskog seizmičkog profila na kojemu su projicirana žarišta potresa Petrinjske serije. Na području Mečenčana i Borojevića kombinacijom temeljnih geoloških i geofizičkih istraživanja utvrđena je građa i zone opasnosti od urušavanja novih vrtača. Inženjerskogeološka istraživanja rezultirala su kartama podložnosti likvefakciji, klizištima i vrtačama sa svrhom analize preduvjeta i zona potencijalnih opasnosti.

Drugoga dana, u srijedu 12. svibnja održana su studentska predavanja:

- Ana Ercegovac, Eric Hadžić i Rahela Šanjek: Zagrebački potres 2020.
- Josipa Maslač: Mjerenje tektonskih pomaka i primjena geodetskih metoda

Nakon studentskih predavanja uslijedila je radionica izrade žarišnog mehanizma jednog od potresa pod vodstvom docentice Ive Dasović s Geofizičkog odsjeka pod nazivom „Kako odrediti žarišni mehanizam potresa pomoću orijentacije prvog nailaska P-vala?“ i brzog kviza znanja s vrijednim nagradama pod pokroviteljstvom INA-e i PSP-a.

Nažalost terenski izlet u Petrinju nije bilo moguće održati s ovako velikim brojem sudionika, ali studenti su se ipak uspjeli okupiti i dogovoriti za buduće izlete o kojima ćete moći čitati u nekom od sljedećih brojeva.



Neki od sudionika Studentskih dana geologije 2021



Nositelj projekta Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet provodi projekt „Provedba i unapređenje stručne prakse na PMF-u – ProSPer PMF“ UP.03.1.1.04.0049 financiran iz Europskog socijalnog fonda u ukupnoj vrijednosti bespovratnih sredstava 3.992.473,37 kn. Projektne aktivnosti provode se od 9. 3. 2020. i traju do 9. 11. 2022.

Iskustva studenata na stručnoj praksi

Na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu je u sklopu projekta „Provedba i unapređenje stručne prakse na PMF-u - ProSPer PMF“, UP.03.1.1.04.0049, financiranog iz Europskog socijalnog fonda, omogućeno upisivanje kolegija Stručna praksa, kojom studenti sami nalaze mjesto gdje će obavljati praksu te kroz obavljanje prakse dobivaju značajna znanja i iskustva vezano uz struku kojom se bave. Iskustva nekih od studenata Geološkog odsjeka možete pročitati u nastavku...

Studentica treće godine Preddiplomskog studija geologija – Ivona Alibegović

Stručnu praksu sam odrađivala na Institutu Ruđer Bošković u laboratoriju za anorgansku geokemiju okoliša i kemodinamiku nanočestica. Tijekom provedenih 90 sati na Institutu, mogla bih reći da sam naučila puno toga te da sam imala priliku vidjeti neke stvari koje bih tek mogla vidjeti na kasnijim godinama studija.

U prvim terminima određivala sam udjele organske tvari u uzorcima tla. Metoda kojom smo radili naziva se *Loss on ignition* (LOI). Kod takve metode prvo se važe uzorak, koji se zatim pri određenoj temperaturi zagrijava kako bi voda isparila te se uzorak ponovno važe. Podatci su zatim, uz pomoć nadležne osobe, preračunati i međusobno interpretirani. Rad na ovoj metodi bio je jako dobar početak te sam već samim time znala kako sam dobro odabrala gdje ću odrađivati praksu.

Nakon LOI metode, sljedeći zadatak su bile analize uzoraka tartufa, kora i tla gdje su tartufi pronađeni. Tartufi su bili sušeni te ih je zajedno s korom bilo potrebno usitniti u automatskom ahatnom tarioniku. Nakon što bismo ih usitnili, uzorke bismo vagali te popisivali u tablice. S obzirom na različita tla u kojima su bili tartufi bilo je iznimno važno odrediti im pH. On je određivan tako što bi se uzorak tla dobro pomiješao s vodom te bi se pH mjerio prije nego što bi se tlo uspjelo slegnuti na dno staklene čaše. Mjereno je tri puta kako bi se mogla odrediti aritmetička sredina. Prije bilo kakvog mjerenja i računanja,



važno je bilo kalibrirati pH-metar sa standardnim vrijednostima od 4,0 i 7,0. Ostatak tla se dalje prosijavao te se određivala granulometrija.

Nekoliko termina bilo je rezervirano i za razgradnju uzoraka karbonata u klorovodičnoj kiselini te izdvajanje njihovih ostataka iz karbonata.

Jedan od meni osobno najdražih termina bio je kada smo radili lasersku difrakciju u suspenziji. Bilo je potrebno analizirati raspodjelu veličine čestica uzoraka muljeva. Prvi korak je bilo razrjeđenje uzoraka mulja u vodi te miješanje pomoću magneta u čaši. Nakon toga, uzorak bi se u točno određenoj količini dodao u instrument za detekciju laserske difrakcije. Kada bi se dobio rezultat, stručna osoba bi s nama komentirala i objašnjavala kako obraditi podatke.

Osim tartufima, na praksi smo se najviše bavili pripremom uzoraka za ICP-MS analizu. Uzorci bi se prvo morali razgraditi te bi se morala odraditi alikvotizacija i na samome kraju razrjeđivanje 10x.

Zadnji termin prakse bio je posvećen samoj analizi. Većinu tog vremena smo gledali i slušali stručnu osobu, ali smo svejedno puno toga uspjeli naučiti.

Odlučila sam upisati Stručnu praksu kako bih naučila raditi sve ono što sam na fakultetu naučila u teoriji te kako bih iskusila rad u laboratoriju. Za mene je ovo bilo jedno prekrasno iskustvo koje bih uvijek mogla ponoviti. Izuzev svega što sam naučila, također sam upoznala krasne ljude zaposlene na Institutu koji su mi prirasli k srcu. Također, bolje sam se uspjela upoznati s kolegama Geološkog odsjeka, kako iz svoje generacije tako i s viših godina. No, osim s Geološkog odsjeka, upoznala sam i nekoliko kolega sa drugih odsjeka PMF-a. Smatram da je stručna praksa jedna odlična ideja za sve studente kako bi mogli skupiti malo iskustva, stvoriti određene veze za budućnost te čak sklopiti i prijateljstva.

Studentica treće godine Preddiplomskog studija geologija – Lea Majetić

Stručnu praksu odradila sam u tvrtki Geoaqua iz Zagreba. Jedan dio prakse provela sam u Zagrebu gdje sam se pripremala za teren. Čitala sam starije radove vezane uz područje Raše, proučavala geološku građu terena, strukturne, hidrološke i hidrogeološke značajke te analizirala grafove i dobivene podatke kako bih znala kakve podatke trebamo očekivati. Osim toga upoznavala sam se s opremom koju ćemo koristiti na terenu. Na terenu koji je slijedio, upoznala sam se sa svim pojmovima koje sam do tad znala jedino u teoriji zbog odslušanog predmeta Hidrogeologija. Tek kada sam uživo vidjela piezometre, zdence, loggere, vrpce za mjerenje razine podzemne vode, programe za unošenje svih podataka u laptop, svo teorijsko znanje „sjelo je na svoje mjesto“. Na prvom piezometru kolege su mi pokazivali kako treba mjeriti razinu podzemne vode (pomoću ručnog mjerača „fučkaljke“), što raditi s loggerima, dok sam već na idućem sve sama radila.

Nakon odrađenog terena uslijedila je analiza podataka koje smo prikupili na terenu. Uspoređivali smo dobivene podatke s očekivanim podacima te su, ukoliko je bilo velikih odstupanja, obavljene korekcije podataka pomoću onih prikupljenih prijašnjih godina na tom mjestu ili pomoću loggera koji su bilježili promjene razine podzemne vode koje nisu uzrokovane crpljenjem vode iz zdenaca. Nakon unašanja svih podataka u računalo i korekcija gdje su bile potrebne, u programu Excel izrađeni su grafovi RPV-vrijeme, tlak-vrijeme i temperatura-vrijeme, koji su nam neophodni za izvođenje zaključaka te



13. speleološka škola Speleološkog kluba Ozren Lukić

Karla Štiberc

Od 18. ožujka do 25. travnja 2021. godine održana je speleološka škola u organizaciji Speleološkog kluba Ozren Lukić. Među polaznicima koji su završetkom škole stekli naziv speleološkog pripravnika, našlo se samo dvoje studenata geologije, student naftnog rudarstva, studentica biologije te još troje polaznika različitih struka. Vrlo raznolik i ispunjen program škole obuhvatio je više od 20 različitih predavanja, dva jednodnevna terena te četiri dvodnevna vikend terena. Nakon uvodnih predavanja o speleologiji, upoznali smo se s uzlovima te njihovom primjenom u speleologiji. Slijedila su predavanja o orijentaciji i bivakiranju u prirodi, kartografiji, rekognosciranju, topografskom snimanju, opremanju i zaštiti speleoloških objekata te opasnostima u prirodi i prvoj pomoći. Kako smo se približavali kraju škole predavanja su bila usmjerena na teme poput geomorfologije i geologije krša, speleomorfologije, speleogeneze, biospeleologije, arheologije i paleontologije u speleološkim objektima i sličnom.

Terenski dio škole odmah nas je potaknuo na korištenje naučenog znanja. Prvi vikend posjetili smo špilju u kamenolomu Tounj dugačku više od osam kilometara, ali i znatno oštećenu zbog radova u kamenolomu iznad nje. Svjetski poznate posebnosti ove špilje su freatske sige i jedina podzemna slatkovodna spužva *Eunapius subterraneus* koja u njoj živi. Idući vikend škole bili smo u mjestu Špehari u blizini Bosiljeva gdje smo posjetili dvije manje jame, djelomično potopljene zbog rada hidroelektrane Lešće. Treći vikend smjestili smo se na Kordun, u blizinu mjesta Krnjak. Obišli smo mali dio špiljskog sustava Jopićeva špilja-Bent dugačkog više od šest kilometara, a naš je glavni zadatak bio izrada speleološkog nacрта. U mračnim i hladnim podzemnim uvjetima, na milimetarskom papiru crtali smo

AKTIVNOSTI



Unutrašnjost špilje u
kamenolomu Tounj



Izrada speleološkog nacрта



Spuštanje u Jopićevu špilju

tlocrt i profil špiljskog kanala, a kao mjerni uređaj koristili smo laserski daljinomjer.

Najdublji posjećeni speleološki objekt je Rokina bezdana kod mjesta Jezerane u koju smo se spustili do dubine od 102 metra. Najljepši prizor nalazi se na dnu gdje teče velika podzemna rijeka u kojoj su tijekom speleoroničarskih akcija prepoznate endemska podzemna slatkovodna spužva i čovječja ribica.

Zadnji teren bio je ujedno i ispit, a održan je u Kojinoj jami na samoj granici Hrvatske s Bosnom i Hercegovinom. Nakon uspješno položenih ispita posjetili smo špiljski sustav Matešićeva-Popovačka špilja poznat po svom stalnom vodenom toku kroz koji smo morali proći. Taj sustav ima čak tri ulaza, a dugačak je 1246 metara što ga čini najdužom traverzom u Hrvatskoj.

Zadivljeni ljepotom speleoloških objekata u Hrvatskoj i ponosni na završenu speleološku školu, sedam novih pripravnika spremno je za nastavak edukacije u speleologiji te istraživanja špilja i jama. S obzirom na to da je 2021. godina proglašena Međunarodnom godinom špilja i krša, ovo je zasigurno bilo i pravo vrijeme za stjecanje znanja i vještina u speleologiji.

Sudjelovanje u volonterskom programu Nacionalnog parka Mljet

Maja Marinić

Kao studentica Diplomskog studija geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, ovoga proljeća odlučila sam spojiti ugodno s korisnim i prijavila sam se na volonterski program Nacionalnog parka Mljet. U mnoštvu volonterskih programa koji su ponuđeni (graditelj planinarskih puteva, restaurator suhozida, njegovatelj tradicijskog bilja...) odlučila sam se na program pod nazivom „Čistač mljetskih uvala“. Naime, plaže i obala parka neprestano su izloženi velikim količinama otpada iz mora i čišćenje smeća velik je posao koji zahtijeva mnogo ljudi. Volonteri dolaze u grupama i minimalno trajanje volontiranja je tjedan dana. Bila sam tamo u periodu od 22. 5. do 29. 5. 2021. godine s još 11 volontera iz cijele Hrvatske. Naš zadatak kao čistača uvala bio je čišćenje uvala i plaža od smeća te vođenje evidencije o masi prikupljenog otpada. Radilo se šest dana u tjednu (od ponedjeljka do subote) po otprilike šest sati dnevno. Smještaj i hrana su bili osigurani, uz predivan smještaj malo udaljen od grada na samoj obali. Moja volonterska grupa svaki dan je bila transportirana u određenu uvalu, u dogovoru s koordinatorom volontera Damjanom Aljinovićem. Nekoliko dana smo radili u uvalama do kojih nije moguće pristupiti s kopna, tako da su nas djelatnici parka u takve uvale prevozili brodom u grupama. Svaki dan nakon odrađenog posla, volonteri su bili slobodni provesti ostatak dana kako žele. Mi smo se uglavnom odlučili na planinarenje, kupanje, bicikliranje i obilazak ostalih gradova po otoku. Čišćenje uvala može biti itekako naporno, pogotovo za toplijih dana, a i zbog izrazito oštih i stjenovitih plaža, što zahtijeva i spretnije kretanje i bolju obuču. No na kraju dana, i nakon odrađene evidencije prikupljenog smeća, svaki trud se isplati. Volonteri u parku godišnje prosječno sakupe oko 12 tona smeća (!). Moja grupa skupila je u tjedan dana oko tonu i pol smeća. Kako je i za očekivati, prevladava plastična ambalaža (vrećice, stiropor, najlon, boce, slamke...), staklena ambalaža (uglavnom staklene boce), pa čak i dijelovi glomaznijeg otpada (gume/kotači od automobila, komadi namještaja, drvene grede s brodova, motorističke kacige, ribarske vrše i sl.). Na naše iznenađenje, bilo je i puno medicinskog otpada (igle, šprice, lijekovi) te je s time trebalo opreznije



rukovati. Park svim volonterima na korištenje daje par radnih rukavica i po potrebi ručne hvataljke. Čitav program itekako podiže svijest pojedinca o problemu morskog otpada, što je i jedan od glavnih ciljeva programa. Uz Nacionalni park Mljet, većina hrvatskih nacionalnih parkova ima volonterske programe koji uglavnom traju kroz proljeće i ljeto. Smatram da bi se svatko trebao odvažiti i pomoći u održavanju prirode, jer kako ona brine o nama, trebali bi i mi o njoj!

Za kraj bih zahvalila Damjanu Aljinoviću i ostalim djelatnicima Nacionalnog parka Mljet koji su naš boravak učinili prekrasnim iskustvom.

XXIII. Malonogometni turnir „Gjuro Pilar“ 2020.

Damir Takač



Poštovani sudionici XXIII. Gjуре, ali i oni koji iz bilo kojeg razloga to nisu mogli biti. Ovogodišnji, tj. prošlogodišnji turnir će biti zapamćen po nizu bizarnosti koje su pratile ovaj događaj. Prvo je COVID-19 odradio svoje, pa zbog epidemioloških mjera nismo mogli igrati oko Božića 2020. godine kao i inače. Onda smo turnir prebacili za sljedeću, tj. ovu godinu u proljetnom terminu kada se igra na otvorenom. Pa tako imamo prošlogodišnji nadnevak turnira u ovoj godini. No, tada su se upele nebeske sile koje su nam s neba poslale toliko vlage da se turnir prolongirao iz tjedna u tjedan u iščekivanju malo sunca i suhog vremena. No, kad se i to napokon dogodilo, dobili smo suho vrijeme, ali i previše sunca po kojem bi samo luđaci igrali. No, kako

smo mi ipak iz geološke struke, sve je moguće, pa i igra usred dana, kada se zvijezda odlučila iskazati u punom sjaju. No, nije samo zvijezda, i mi smo pokazali da nas ništa ne može iznenaditi. Napominjem da ova posljednja tvrdnja nema nikakve veze s nekim prošlim vremenima iz bivše države. Nismo dozvolili da se tradicija prekine, već smo hrabro ušli u izvedbu turnira, čak i po cijenu života. Ova je izjava vrlo blizu istine s obzirom na uvjete koji su bili gotovo nehumani i uzevši u obzir datum proizvodnje ekipe veterana.

Ovdje bizarnostima nije kraj. Zbog datuma odigravanja turnira, neke ekipe se nisu mogle okupiti. Tako su izostale standardne ekipe HGI-a i INA-e II, dok je ekipa RGNF-a imala nedovoljan broj igrača što je pokrpano igračima CROSCO-a kojih je bilo u suvišku. Tako su ekipe dobile legitimitet od minimalno šest igrača. No, jedna od većih bizarnosti, bila je igra Silvana koji je u nedostatku svoje ekipe INA-e II odabrao ekipu Veterana što su ovi prihvatili s oduševljenjem. Konačno da postoji netko tko može trčati u toj ekipi. Problem je što je dečko malo premlad za boravak u Veteranima, ali prije ili poslije, tu će ionako stići. Pa recimo da je ovo samo uvod u Silvanovu budućnost.

Ni tu bizarnostima nije kraj. To što je ekipa RGNF-a

Ekipe		Rezultat	
INA I	HGDV	2	3
RGNF	CROSCO	0	4
HGDV	CROSCO	0	6
INA I	RGNF	5	2

Tablica s rezultatima



Ekipe – CROSCO, HGDV, RGNF i INA I

bila zadnja nije nikakva novost. Bili su i prije. To što ekipa INA-e I nije ušla u finale, niti to nije neka novost. Nisu niti prije, a kad će... ne zna se. To što je CROSCO prvi, to je već postao standard, tako da niti to nije nešto vrijedno spomena. Ali to što su Veterani bili u finalu, e to je tek najveća bizarnost. Em što je ekipa stara koliko sve ekipe zajedno, em što su stoički podnijeli Sunčeve izljeve topline dostojne nuklearnog reaktora, em se nitko nije ozlijedio usprkos pozamašnim godinama. I još dodatno, upravo je Silvano bio autor svih golova Veterana, s posebnim osvrtom na njegov četvrti gol, kada je lijepo zakucuo svome golmanu dokazujući time da nije bio oduvijek u Veteranima. No, ipak su to njegovi prvi veteranski koraci pa mu se može oprostiti. U svakom slučaju, osvajanje velikog 2. mjesta za Veterane bit će uklesano u kamen. Prvi puta u povijesti turnira, a najvjerojatnije i zadnji. No, život je kratak i treba iskoristiti svaku prigodu.

Prema svemu spomenutom, sve je već rečeno... S obzirom na izvanredne okolnosti, nećemo spominjati niti golmane, niti strijelce, niti igrače. Svi koji su istrčali na teren toga dana, u subotu 26. lipnja 2021. godine na XXIII. malonogometnom turniru „Gjuro Pilar“ 2020., zaslužuju priznanje za ustrajnost i neuništivost duha turnira. Stoga je i ovo izvješće ponešto drugačije od svih dosadašnjih. No, da rezimiramo. Odigrane su ukupno četiri utakmice: dvije polufinalne i dvije finalne. Veterani su dobili INA-u I, a CROSCO je dobio RGNF. Onda su u finalu igrali pobjednici, dok su poraženi igrali za prestiž. CROSCO je očekivano „raskantao“ Veterane, a INA I je očekivano sredila RGNF. Rekli bi, na zapadu ništa novo.

Dakle, pobjednik ovog neobičnog turnira bio je CROSCO.

Nakon turnira nije bilo uobičajene terevenke. Samo piće s nečime za prigrist. Podijeljeni su i pehari, jedan prelazni i jedan za osvajanje turnira. Simbolično.

No duh turnira živi i dalje. Uz malo sreće, XXIV. Gjuro bi se trebao odigrati u standardno vrijeme, dakako, ako nam to ove godine dozvoli COVID-19 ili već neka od njegovih izvedenica. Za sada smo tu gdje jesmo... u očekivanju starog normalnog.

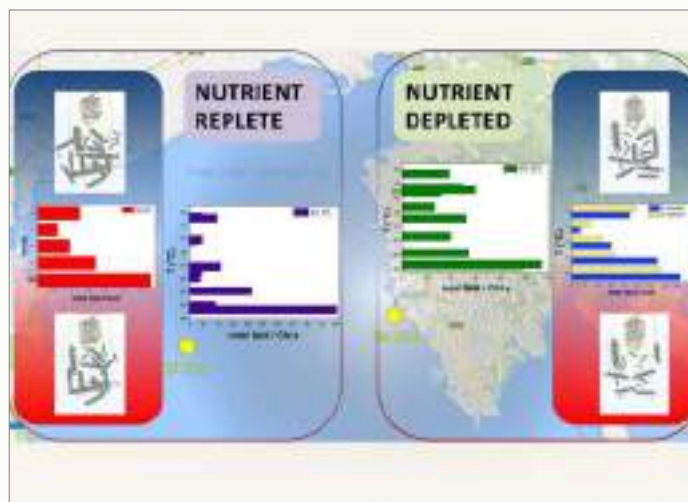
Do tada vas pozdravljam uz „SRETNO!“.



Tihana Novak: PROMJENA SASTAVA FITOPLANKTONSKIH LIPIDA KAO ODGOVOR NA OKOLIŠNI STRES**Mentor: dr. sc. Blaženka Gašparović, znanstvena savjetnica, IRB**

Disertacija obranjena: 15. siječnja 2021. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu

Cilj ove disertacije je ispitati kako promjene u okolišu utječu na sastav i kvantitetu proizvedene organske tvari fitoplanktona. Po prvi puta su sistematski ispitane lipidne klase kao markeri stresa u laboratorijski uzgojenim kulturama dijatomeje *Chaetoceros pseudocurvisetus* te okolišnim uzorcima vode različitih trofičkih statusa, Jadranskog mora i estuarija rijeka Wengchang, Kina, i Krke, Hrvatska. Od okolišnih čimbenika stresa istraženi su utjecaji promjene temperature i saliniteta te nedostatak hranjivih soli. Za analizu lipida korištene su metode tankoslojne kromatografije i masene spektrometrije. Dobiveni rezultati laboratorijskog uzgoja i terenskih uzoraka uspoređeni su te su pokazali da se u stresnim uvjetima stanice fitoplanktona sporije dijele, nakupljaju više lipida i izlučuju više otopljenih organskih tvari uključujući lipide. Zamijećena je promjena omjera fosfolipida i glikolipida u nedostatku fosfata, te nakupljanje triglicerida u nedostatku nitrata. Promjena saliniteta dovela je do promjena u sastavu masnih kiselina fosfolipida. Rod dijatomeja *Chaetoceros* pokazao se kao dobar modelni organizam za razumijevanje prilagodbe fitoplanktona na globalne promjene.



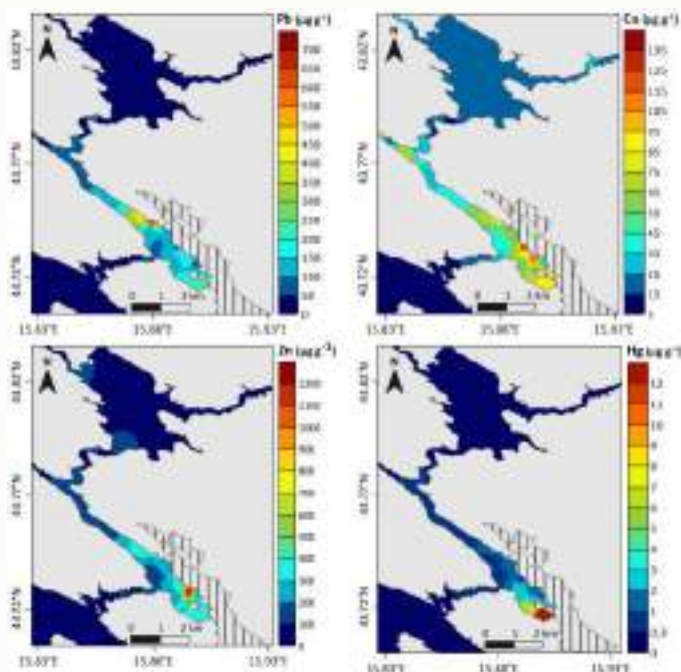
*Grafički prikaz promjene koncentracije lipida po temperaturi u području bogatom hranjivim solima (eutrofnom) i siromašnom hranjivim solima (mezo do oligotrofnom). Uzorkovanje je provedeno u sjevernom Jadranu na eutrofnoj postaji (SJ 101) te mezo do oligotrofnoj postaji (RV 001). Prikazane su i promjene veličine stanica i sastava lipida uzgajane kulture *Chaetoceros pseudocurvisetus* u eutrofnim uvjetima (replete), te u nedostatku dušikovih soli (N deplete) i fosfata (P deplete) pri različitim temperaturama*

Nuša Cukrov: DINAMIKA METALA U SEDIMENTIMA ESTUARIJA RIJEKE KRKE**Mentor: dr. sc. Neven Cukrov, IRB**

Disertacija obranjena: 15. ožujka 2021. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu (uživo pred povjerenstvom, online za javnost)

U estuarijima, sedimenti mogu biti krajnje odredište metala, ali i njihov sekundarni izvor zbog djelovanja različitih bioloških i fizikalno-kemijskih procesa koji kontroliraju dinamiku metala u sedimentu i na granici faza sediment-vodeni stupac. Kako bi se procijenilo onečišćenje sedimenta metalima i odredili glavni izvori

onečišćenja, površinski sediment je uzorkovan na 40 lokacija duž estuarija rijeke Krke koji je smatran relativno čistim okolišem. Kako bi se istražila dinamika metala u estuarijskom okolišu te kvantificirala izmjena metala na granici faza sediment-vodeni stupac, jezgre sedimenta su uzorkovane na sedam lokacija u estuariju. Za postizanje ciljeva istraživanja, primijenjen je sveobuhvatni pristup koji je uključivao geokemijsku karakterizaciju krute frakcije sedimenta i dijela frakcije koje je prešao u otopinu (porna voda) te vodenog stupca, određivanje mineraloškog i granulometrijskog sastava sedimenta, mjerenje fizikalno-kemijskih parametara u sedimentu i vodenom stupcu te datiranje jedne sedimentne jezgre. Na temelju rezultata, estuarij se može podijeliti na dva područja; gornji, nezagađeni tok i donji tok, gdje udio metala u sedimentnim jezgrama odražava povijest antropogenog utjecaja grada Šibenika na okoliš. Tri su glavna izvora onečišćenja:



Prostorna raspodjela Pb, Cd, Zn i Hg u površinskom sedimentu (0–5 cm) estuarija rijeke Krke

bivša tvornica elektroda i ferolegura (TEF), Luka Šibenik i nautička marina/remontno brodogradilište. Mobilnost metala u sedimentu uglavnom je kontrolirana procesima razgradnje organske tvari, bilo primarnim redoks reakcijama u sedimentu, poput reduktivnog otapanja Fe i Mn oksihidroksida u suboksičnoj zoni sedimenta pri čemu se metali oslobađaju u pornu vodu, bilo kroz sekundarne reakcije koje mogu ukloniti metale iz porne vode stvaranjem autigenih minerala ili povećati topivost metala stvaranjem kompleksa metal-DOM, metal-(poli)sulfid ili metal-sulfid-DOM u anoksičnom sedimentu. Prema izračunatim difuznim tokovima, sedimenti u estuariju rijeke Krke većinom predstavljaju izvor metala za pridneni sloj vodenog stupca.

Jasmina Martinčević Lazar: UTJECAJ MINERALA GLINA NA FIZIČKA SVOJSTVA SITNOZRNASTIH TALA PODSLJEMENSKE ZONE GRADA ZAGREBA

Mentori: prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas, RGNF; prof. dr. sc. Goran Durn, RGNF

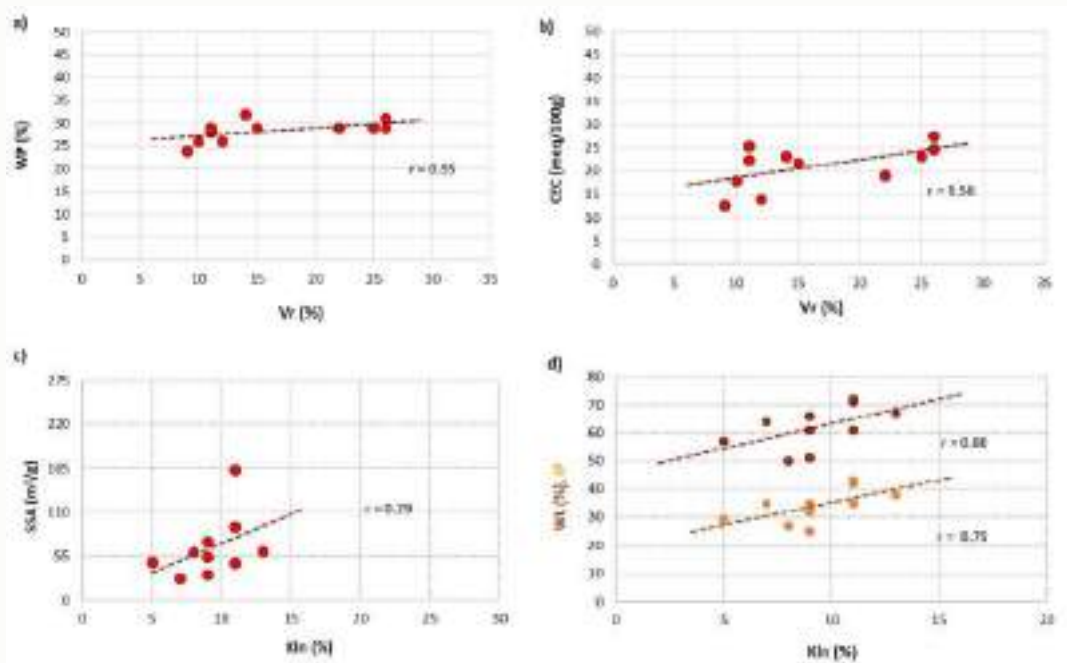
Disertacija obranjena: 30. ožujka 2021. na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

Istraživanje je provedeno na pliokvartarnim i gornjomiocenskim naslagama s podsljemenske zone grada Zagreba koje se međusobno razlikuju prema porijeklu, a posljedično i mineralnom sastavu. Prema geomehaničkoj klasifikaciji to su uglavnom sitnozrnasta tla, tj. nisko i visokoplastični prahovi (ML, MH) te nisko i visokoplastične gline (CL, CH) u kojima su izraženi različiti inženjerskogeološki problemi, a od kojih

je svakako najčešći problem klizanje.

Cijelo istraživanje temeljeno je na pretpostavci da fizička svojstva sitnozrnastih tala u podsljemenskoj zoni koja utječu na geomehanička svojstva tla, ovise o količini glinovite frakcije i njezinom mineralnom sastavu te vrsti i relativnom udjelu minerala glina. Na ukupno 59 uzoraka prikupljenim iz istražnih bušotina na četiri lokacije (Črešnjevci, Krematorij, Sjeverna ulica i Dobrodol breg), određen je detaljni mineralni sastav, kapacitet kationske izmjene (CEC), granulometrijski sastav, Atterbergove granice i indeks plastičnosti te je izračunata vanjska specifična površina cjelovitih uzoraka (SSA). Jednostavnim statističkim testovima (t-test i analiza varijance), multivarijatnom diskriminantnom analizom te jednostavnom korelacijskom analizom pokazalo se kako se pliokvartarna i gornjomiocenska tla razlikuju u vrstama tla prema geomehaničkoj klasifikaciji, fizičkim svojstvima, mineralnom sastavu te zastupljenosti i udjelima minerala glina. Isto tako, korelacijskom analizom pokazalo se kako i na koji način pojedine vrste minerala glina (ekspandibilni i neekspandibilni) utječu na karakteristična fizička svojstva sitnozrnastih tala podsljemenske zone grada Zagreba.

Ovim radom ostvaren je doprinos u definiranju i poznavanju mineralnog sastava sitnozrnastih tala pliokvartarne i gornjomiocenske starosti u podsljemenskoj zoni grada Zagreba, interpretaciji utjecaja pojedinih vrsta minerala glina i udjela glinovite frakcije kao i razvoju metode za definiranje ovisnosti fizičkih svojstava i mineralnog sastava sitnozrnastih tala podsljemenske zone grada Zagreba na temelju statističkog pristupa.



Korelacijski dijagrami utjecaja vermikulita i kaolinita na fizička svojstva visokoplastičnih glina pliokvartarne starosti: a) zavisnost granice plastičnosti (WP) o sadržaju vermikulita, b) zavisnost kapaciteta kationske izmjene (CEC) o sadržaju vermikulita, c) zavisnost specifične površine (SSA) o udjelu kaolinita, d) zavisnost granice tečenja (WL) i indeksa plastičnosti (IP) o udjelu kaolinita

U spomen Darku Rukavini (8. lipnja 1944. – 1. lipnja 2021.)

Katarina Krizmanić i Nediljka Prlj Šimić



Umro je naš dragi kolega i prijatelj, muzejski savjetnik, mr. sc. Darko Rukavina.

Ta vijest sve nas je zatekla, iznenadila, rastužila...

Darko Rukavina rođen je 8. lipnja 1944. godine u Gospiću. Osnovnu i srednju školu završio je u Zagrebu. Diplomirao je 1970. godine na Geološkom odjelu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Magistarski rad pod nazivom „Paleoklimatološki procesi i njihova uloga u stratigrafskoj interpretaciji gornjeg pleistocena Jugoslavije“ obranio je na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1982. godine.

Još za vrijeme studija pokazivao je iznimnu sklonost i interes za struku kojom će se kasnije aktivno baviti tijekom cijelog radnog vijeka. Tako je već kao student u nekoliko navrata sudjelovao na terenskim istraživanjima, zajedno s kolegama iz Instituta za geološka istraživanja, prilikom izrade Osnovne geološke karte SFRJ. Prvo službeno zaposlenje Darko Rukavina dobiva 1973. godine na mjestu asistenta u Geološko-paleontološkoj zbirici i laboratoriju za krš (od 1974. godine Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara) tadašnje Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti.

Radeći u Zavodu često je provodio i po nekoliko mjeseci na terenima koje je predvodio voditelj Zavoda, akademik Mirko Malez, istražujući kvartarne taložine u brojnim špiljama i na otvorenim lokalitetima diljem Hrvatske (od Vindije u Hrvatskom zagorju, preko Baračevih špilja u Lici, do Šandalje u Istri...) u nastojanju rješavanja kompleksne problematike geologije kvartara. S obzirom da se dobro služio francuskim jezikom, boravio je i na studijskom usavršavanju u Francuskoj, u sklopu međunarodne suradnje.

Darko Rukavina bio je aktivan i dugogodišnji član različitih strukovnih udruženja: Hrvatskoga geološkog društva, Hrvatskog antropološkog društva, Hrvatskog speleološkog društva i Hrvatskog muzejskog društva.

Sudjelovao je s izlaganjima na brojnim kongresima i simpozijima koji su problematizirali teme vezane uz geologiju i paleontologiju kvartara.

Geolog i paleontolog po obrazovanju i muzealac u najcjelovitijem značenju te riječi, većinu je svoga radnog vijeka, ipak, proveo u Geološko-paleontološkom muzeju, odnosno Geološko-paleontološkom odjelu Hrvatskoga prirodoslovnog muzeja, gdje se zapošljava početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća. U gotovo trideset godina svog radnog vijeka u Muzeju Darko Rukavina ostavio je doista neizbrisiv trag. Predanost muzejskom poslu ogledala se u svim aspektima njegova djelovanja. S jednakom je privrženosti, stručno i savjesno, pristupao radu na zbiricama, kao i njihovoj prezentaciji kroz brojne nadahnute izložbe koje će se još dugo spominjati u muzejskim krugovima, a zasigurno i živjeti u sjećanju muzejske publike. Osteološka zbirka sisavaca i gmazova, čiji je bio voditelj, pod njegovim je stručnim nadzorom bila pažljivo i brižno čuvana, vođena iznimnim poznavanjem predmetne građe i, dakako, jednom posve posebnom ljubavlju prema pleistocenskim životinjama.

Darko je posjedovao i onu osobitu, istančanu vrstu kreativnosti koja je posebice dolazila do izražaja u njegovim izložbama. Prisjetimo se bile su to: „Doba dinosaura“ (1994.), „Ledeno doba“ (1996.), „Nemirna Zemlja“ (2004.), „Morski psi: Megalodon“ (2007.). Te su izložbe, dakako, bile stručno i znanstveno utemeljene, ali i redovito donosile nešto novo, atraktivno, dopadljivo, bila to neka, za tu svrhu pomno izrađena rekonstrukcija ili pak neobična instalacija koja je privlačila posjetitelje.

Katalozi, pak, njegovih izložaba, ne samo da su obilovali informacijama i plijenili zanimljivostima, oni su bili i vizualno dopadljivi, a većinu ilustracija za kataloge izrađivao je sam, provodio je veliki dio slobodnog vremena nastojeći crtežima prikazati neku ledenodobnu životinju u svom karakterističnom okruženju.

Pored brojnih radova, stručnih i znanstvenih članaka koje je objavljivao u raznim časopisima, posebno valja istaknuti nekoliko muzejskih publikacija, primjerice Kataloge fosilnih kralježnjaka i beskralježnjaka pohranjenih u Hrvatskome prirodoslovnom muzeju, u šest tomova, te vrlo koristan Priručnik za prepariranje i zaštitu fosila, kojega je objavio zajedno s Hrvojem Malinarom.

Koliko je Darko bio privržen Muzeju svjedoči i činjenica da je zadnjih mjeseci svog života, kada je očito bio pritisnut zdravstvenim problemima, u dugim telefonskim razgovorima tu temu potpuno zaobilazio svodeći gotovo cijeli razgovor na propitkivanje o aktualnim događanjima u Muzeju.

Darko će nam svima u Muzeju beskrajno nedostajati. Nedostajat će nam njegov miran i mudar stav prema događanjima, nedostajat će nam mnogi njegovi nenametljivi, ali nezamjenjivi komentari...



Bibliografija:

- Rukavina, D., Radovčić, J. (1972): Fosilni ljudi u pećini Šandalja kod Pule. *Vjesnik*, 33, 9117 od 6. 7. 1972, str. 8, Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D., Slišković, T. (1972): Eine neue paläontologische Fundstelle in Westbosnien. *Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl.*, (A), 17/7–8, 229–231, 3 sl., Zagreb.
- Rukavina, D. (1973): Prilog poznavanju gornjopaleozojskih školjkaša Like i sjeveroistočnog podnožja Velebita. (A contribution to the information about Upper Paleozoic Bivalves of Lika and the north east foot of Velebit (central Croatia). *Geol. vjesnik*, 26 (1972), 319–323, Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D., Crnolatac, I. (1974): Discovery of the Pleistocene „Hyena cave“ in northern Istria. *Bull. sci. cons. Acad. Yougosl.*, 19/1–2, 8–9, 3 sl., Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D., Slišković, T., Kapel, A. (1974): Two new sites of Pleistocene fauna and of the Palaeolithic in Bosnia. *Bull. sci. cons. Acad. Yougosl. (A)*, 19/3–4, 80–83, 4 sl., Zagreb.
- Rukavina, D. (1975): Najveći speleološki objekti na svijetu. *Speleolog*, 20–21, /1972–1973/, 17–18, Zagreb.
- Rukavina, D. (1975): Tragovi prethistorijskog čovjeka na području Like. *Lički kalendar*, 1976, 142–148, Gospić.
- Malez, M., Radovčić, J., Rukavina, D., Jalžić, B. (1975): Discovery of upper Pleistocene fauna in the cave on Mt. Klek (Croatia). *Bull. sci. cons. Acad. Yougosl.*, 20/7–8, 209–210, 2 sl., Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D. (1975): Krioturbacijske pojave u gornjopleistocenskim naslagama pećine Vindije kod Donje Voće u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. (Kryoturbate Erscheinungen in Ablagerungen des Oberen Pleistozän der Höhle Vindija bei Donja Voća in Nordwestkroatien). *Rad Jugosl. akad. znan. umjet.*, 371, 245–265, 6 sl., 1 tab., Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D., Šercelj, A. (1975): Paläontologische Merkmale des Villafranchium der Lokalität Dronjkova Glavica in Norddalmatien. *Bull. sci. cons. Acad. Yougosl. (A)*, 20/3–4, 69–71, 1 sl., Zagreb.
- Malez, M., Poje, M., Rukavina, D. (1977): Naseljavanje Požeške kotline u paleolitiku. *Monografija „Požega 1227–1977“*, 76–83, 17 sl., Slavenska Požega.
- Malez, M., Poje, M., Rukavina, D. (1977): Naseljavanje Požeške kotline u paleolitiku. *Vjesnik Muzeja Požeške kotline*, 1, 15–42, 13 sl., Slav. Požega.
- Rukavina, D. (1978): Paleoklimatološki i paleoekološki odnosi u gornjem pleistocenu Hrvatskog zagorja. (Paläoklimatologische und Paläoökologische Verhältnisse während des Oberen Pleistozän in Hrvatsko Zagorje). *Krapinski pračovjek i evolucija hominida. Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 319–330, 2 sl., Zagreb.
- Rukavina, D. (1978): Pojave krioturbacija u spiljskim sedimentima. *Slijed spiljske sedimentacije. Vodič ekskurz. 3. skupa sediment. Jugosl.*, 43–45, 3 sl., Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D., Slišković, T. (1978): Kvartargeološki i paleontološki odnosi u pećini Rastuša kod Teslića. (Quartärgeologische und paläontologische Verhältnisse in der Höhle Rastuša bei Teslić). *Glasnik Zemalj. muz. B. i H. Prir. nauke N.S.*, 16 (1978), 5–22, 5 sl., 6 tab., Sarajevo.
- Rukavina, D. (1978–1979): Iskopavanje spilja i osobitosti koje susrećemo (Bez sažetka). *Speleolog*, 16–17, 26–29, 7 sl., Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D. (1979): Položaj naslaga spilje Vindije u sustavu članjenja kvartara šireg područja Alpa. (Lage der Höhlenablagerungen von Vindija im System der Quartären Vollgliederung des Alpengebietes). *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 383, 187–218, 3 sl., 1 tabela, 4 tab., Zagreb.
- Rukavina, D. (1980): Spiljski sedimenti i rekonstrukcija klimatskih oscilacija za vrijeme gornjeg pleistocena. (Cave sediments and reconstruction of climatic oscillations within the upper Pleistocene). *7. Jugosl. speleol. kongr. Herceg Novi (1976)*, 395–402, Titograd.
- Malez, M., Smith, F.H., Radovčić, J., Rukavina, D. (1980): Upper Pleistocene Hominids From Vindija, Croatia, Yugoslavia. *Current anthropology*, 21, 3, 365–367, Chicago.
- Poje, M., Rukavina, D. (1980): Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara. *Vijesti Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 1/2, 16–17, Zagreb.
- Rukavina, D. (1981): Sedimenti istarskog podzemlja i rekonstrukcija klime tijekom pleistocena. (Istria cave sediments

- and the reconstruction of the Pleistocene period climate). *Liburnijske teme (Prirodna podloga Istre)*, 4, 149-155, 4 sl., Opatija.
- Wolpoff, M.H., Smith, F.H., Malez, M., Radovčić, J., Rukavina, D. (1981): Upper Pleistocene Human remains from Vindija Cave, Croatia, Yugoslavia. *Amer. Jour. Phys. Anthropol.*, 54, 499–545, Chicago.
- Rukavina, D. (1982): Paleoklimatološki procesi i njihova uloga u stratigrafskoj interpretaciji gornjeg pleistocena Jugoslavije. Magistarski rad, PMF Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Rukavina, D. (1983): Biokovo i klimatska zbivanja u pleistocenu (Sažetak na engl. j.). *Acta biokovica*, 2, 111–122, 3 sl., Makarska.
- Rukavina, D. (1983): O stratigrafiji gornjeg pleistocena s osvrtom na topla razdoblja i njihov odraz u naslagama na području Jugoslavije. (On the stratigraphy of the Upper Pleistocene with special reference to warm periods and their marks on some profile in Yugoslavia). *Rad Jugosl. akad. znan. umjetn.* 404, (Razr. prir. znan. knj. 19), 199–221, 5 sl., Zagreb.
- Rukavina, D. (1985): Spiljski sedimenti i njihov paleontološki i kulturni značaj. *Speleološki priručnik*, 1, 34–46, Zagreb.
- Rukavina, D. (1986): Paleontološki i kulturni sadržaj spiljskih sedimenata. *Speleološki priručnik*, 1. svezak. Naše planine, 3-4, 60–64. Planinarski savez Hrvatske, Zagreb.
- Malez, M., Rukavina, D. (1988): Stratigraphy of the Krapina Site. Abstracts 12. Intern. Congr. Anthropol. Ethnol. Sci., (Collegium Antropologicum 12) Suppl., str. 347, Zagreb.
- Rukavina, D. (1989/90): Životinje ledenog doba. *Priroda*, 4-5, 10-14, sa sl., Zagreb.
- Rukavina, D. (1993): "Zagrebački kit" – *Mesocetus agrami*. *Priroda*, 794, str. 28, Zagreb.
- Rukavina, D. (1994): Doba dinosaura. Katalog izložbe, (ilustrirao Kržič, B.) 17 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. /autor teksta i ilustracija/ (1996): Ledeno doba. Katalog izložbe, 60 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (1998): Podno brda gdje podrtina susedgradska stoji. *Naš Museum: zbornik radova sa znanstvenog skupa „150 godina od utemeljenja hrvatskog Narodnog muzeja u Zagrebu 1846.–1996.“* (Ur.: Balabanić, J., Krizmanić, K., Vuković, M.), 101–109, Arheološki muzej u Zagrebu, Hrvatski povijesni muzej, Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (1999): *Carcharodon Megalodon* – gospodar tercijarnih mora. *Priroda*, 862-4, str. 14, Zagreb.
- Rukavina, D. (2000): Pomozite zagrebačkom kitu, *Vjesnik*, 1. 4. 2000.
- Rukavina, D. (2003): Katalog fosilnih kralježnjaka pohranjenih u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju. 192 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2004): Katalog fosilnih beskralježnjaka I. pohranjenih u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju: Anthozoa, Brachiopoda, Cephalopoda, Echinoidea, Foraminifera, Graptolithina, Hydrozoa, Insecta, Trilobita. 240 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2004): Nemirna zemlja. *Deplijan izložbe*. 14 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2005): Katalog fosilnih beskralježnjaka II.1 pohranjenih u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju: Lamellibranchiata (paleozoik, trijas, jura, kreda, eocen, oligocen, miocen). 280 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2005): Katalog fosilnih beskralježnjaka II.2 pohranjenih u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju: Lamellibranchiata (pliocen). 200 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2006): Katalog fosilnih beskralježnjaka III.1 pohranjenih u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju: Gastropoda (paleozoik, mezozoik, eocen, oligocen, miocen i pliocen). 404 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2006): Katalog fosilnih beskralježnjaka III.2 pohranjenih u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju: Gastropoda (miocen i pliocen) (Zbirka Brusina). 295 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D., Malinar, H. (2006): Priručnik za prepariranje i zaštitu fosila. 56 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- Rukavina, D. (2007): Morski psi. *Megalodon*. Katalog izložbe, 47 str., Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.

Kad već postoji planina...

Damir Takač

*Kad već postoji planina treba se penjati
Strpljivo i dugo do samoga vrha
Kad već postoji planina treba je upoznati
Srcem i uhom ko materinsku riječ
Kad već postoji planina treba je osvojiti
Polako i mudro kao jedinu ljubav
Kad već postoji planina treba je zavaljeti
Predano i nježno kao dijete rođeno
Zato i postoji planina
Da bismo otkrili pute neprohodne
I vratili ljepotu daljinama*

Ovi uvodni stihovi Ljerke Car Matutinović (1976), hrvatske pjesnikinje, rođene Crikvenčanke, na najbolji mogući način opisuju sve atribute velebnne planine... i one lijepe, kao i one surove... i one zatajne kao i one ponosne. Sve je to Velebit. Planina koja se stvarala milijunima godina, od morskih plićaka iz prapovijesti pa sve do danas. I tako...malo po malo... zrno po zrno... sloj na sloj, neumorno gradeći svoj identitet tijekom 320 milijuna godina, putujući s dalekog juga prema sjeveru, da bi se nakon 6000 km skrasila na našim prostorima i ukazala u punom sjaju prkoseći svim prirodnim silama koje su je pokušavale razoriti. I kako sama pjesma kaže: „Kad već postoji planina treba je upoznati...“, pa hajdemo je konačno i upoznati.

Još od stoljeća sedmog Hrvati su je štovali i divili joj se. Bila je istovremeno i prepreka, ali i put razvoja civilizacije. Oduvijek je bila mistična čuvajući tajne svoga postanka. Te tajne postoje još i danas. Mnogo je radova napisano o Velebitu, o kulturi ljudi koji tamo obitavaju, o prirodnim ljepotama koje krase ovu planinu, o iskorištavanju njenih prirodnih resursa. Snimani su i filmovi, reportažni, putopisni, igrani. Planina je opjevana i u pjesmama, ispričana u pripovijetkama, snimana sa svih strana iz zraka, s kopna i s mora. Ali jedna strana je i dalje ostala netaknuta – ona podzemna, ona dubinska, ona strana koju je nemoguće vidjeti. Pokušavali su znanstvenici i to dokučiti. Napisali su gomilu radova o njenoj geološkoj građi. Površina je relativno dobro poznata, ali je njena nutrina i dalje ostala zatajena. Prava istina se neće nikada saznati, ali to nas ne sprječava da zamislimo što se sve događa ispod naših nogu. Na temelju poznatih i dostupnih podataka izrađuju se geološki modeli koji prikazuju geološku građu Velebita. Tih modela ima onoliko koliko i ljudi koji su se okušali u dubinskom istraživanju. To samo govori o složenosti geološke građi i napose, o vrlo malom broju dubinskih podataka, onoliko koliko dosežu jame i špilje. Dubinski odnosi geoloških jedinica pokušavaju se prepoznati na temelju njihovih površinskih odnosa te se projekcijom u dubini pokušava dobiti ukupna slika podzemlja. Jedan od takvih pokušaja prikazan je u Nacionalnom parku Sjeverni Velebit. Preciznije rečeno, na dvije lokacije mogu se naći modeli geološke građi Velebita koji se mogu i „opipati“. Prvi se nalazi u podnožju Zavižana, a drugi je prikazan u Centru za



posjetitelje (CZP) u Krasnom Polju gdje se i nalazi uprava Nacionalnog parka Sjeverni Velebit.

U podnožju Zavižana, točnije na prilazu planinarskom domu „Zavižan“ nalazi se geološki blok koji na trodimenzionalan način prikazuje geološku građu Nacionalnog parka, ali i šireg područja. Osnovna ideja izrade bloka je bila iskorak u gradnji geoloških stupova nekog područja. Stupovi načelno prikazuju litološki sadržaj i njihovu vertikalnu distribuciju. Geološki blok na Zavižanu ne samo da prikazuje sukcesiju već i prostorne odnose i geometriju odnosnih litoloških jedinica uključujući i strukturne elemente kao što su bore i rasjedi. Gornja ploha bloka prikazuje topografiju. Blok simulira stijensku masu dužine 14 km, širine 3,5 km i zahvaća dubinu do 3,2 km. Blok je izrađen u horizontalnom mjerilu 1:5000 i vertikalnom mjerilu 1:2000. Izgrađen je od stijena originalne starosti koje se mogu naći u okruženju Nacionalnog parka. Detaljan opis izrade samog bloka prikazan je u Vijestima HGD-a objavljenim u prosincu 2012. godine. Premda je blok star gotovo jedno desetljeće i potrebna mu je obnova, još uvijek plijeni pažnju zainteresiranih putnika namjernika i strukovnjaka.



Geološki blok u podnožju PD Zavižan

U Centru za posjetitelje u Krasnom Polju nalazi se geološki postav koji prikazuje geološku građu i hidrogeološke značajke Nacionalnog parka uz nezaobilazne jame po kojima je Velebit nadaleko poznat. Od kada je CZP otvoren 2017. godine, geološki postav se periodički nadopunjava i oplemenjuje. Najnoviji biser u geološkoj niski je gotovo 4,5 m dugačka lenta koja prikazuje šest razdoblja geološke prošlosti s obuhvatom od 320 milijuna godina: karbon–perm, trijas, jura, kreda, paleogen i neogen. Svako razdoblje popraćeno je s nekoliko slika s prikazom flore i faune. Tekst svakog razdoblja na hrvatskom i engleskom jeziku opisuje paleogeografiju, paleoklimu, život na kopnu i u moru, taložni prostor pra-Velebita s osvrtom na događaje izumiranja koja su se događala u geološkoj prošlosti. Nalazi se na pultu ispred platna na kojem je projekcija animiranog filma „Povijest Velebita“ te tekstualno i slikovno podupire najvrjedniji eksponat geološkog postava. Da podsjetimo, film je postavljen 2018. godine i o tome je već pisano u [Vijestima HGD-a](https://www.vijestima-hgd.hr) iz prosinca 2018. godine. Opisuje 32 milijuna godina taloženja permsko–trijaskih klastita praćenih vulkanizmom, šest do osam kilometara mezozojske karbonatne platforme, zatim prati dezintegraciju te iste platforme, izdizanje mladog Velebita, boranje naslaga, stvaranje dugootočnog bazena uz taloženje fliša te konačno stvaranje velebitskih breča. Sve je to praćeno Scotese-ovim pomicanjem kontinenta uz brojevi pravac i oznakom položaja Velebita u određenom vremenu. Geološki blok i animirani film već su objavljeni u Vijestima HGD-a. Lenta je nešto novo u geološkom postavu CZP-a. No, treba naglasiti da je na osvježnim web stranicama Nacionalnog parka postavljen taj isti animirani film koji se može pogledati uz glazbu koja inače nedostaje u CZP-u. Glazba daje popratni ugođaj opuštanja uz gledanje filma. Riječ je o prilagođenoj verziji Bolera od Mauricea Ravela iz 1928. godine (<https://np-sjeverni-velebit.hr/www/hr/priroda-i-kulturna-ba%C5%A1tina/neziva-priroda-2/geologija>). Geološki blok kao i animirani film „Povijest Velebita“ jedinstveni su u Hrvatskoj, ali i šire. Ne postoje niti u jednom Nacionalnom parku, čak i izvan Hrvatske. Nastali su na temeljima Geološkog vodiča kroz Nacionalni park Sjeverni Velebit „Od morskih pličaka do planine“ autora Ive Velića i Josipe Velić iz 2009. godine.

Pozivamo članove Hrvatskoga geološkog društva, ali i sve druge kojima je priroda u srcu da posjete





Dio lente koji opisuje događaje po geološkim razdobljima

stranice Nacionalnog parka Sjeverni Velebit i da ostave komentare radi popularizacije ukupne geološke baštine i približavanja geologije putniku namjerniku, a napose mlađim naraštajima.

Pozdrav svima i ako vas put makar i slučajno navede, posjetite Nacionalni park uživo!

Stota obljetnica smrti Antuna Lučića

Kristina Novak Zelenika

Rođenje naftne industrije vezano je za brežuljak nastao izdizanjem solne dome u jugoistočnom Teksasu. Za domu je postojalo nekoliko imena, no najpoznatije je *Spindletop*. Vodeća zemlja SAD-a u proizvodnji nafte u drugoj polovici XIX. stoljeća bila je Pennsylvania, no dana 10. siječnja 1901. godine to se promijenilo...

U drugoj polovici XIX. stoljeća Teksas je proizvodio manje količine nafte. Prvo veliko proizvodno polje u istočnom Teksasu bila je Corsicana. Polje je otkriveno kada je lokalni poduzetnik bušio duboku bušotinu u potrazi za vodom. U to vrijeme, na ovom području naftne zone smatrane su neugodnostima, međutim, otkrićem polja Corsicana osnovana je tvrtka *Corsicana Oil Development Company*. No već 1896. godine zbog slabe proizvodnje vlasnici su prodali tvrtku i krenuli na istok, smatrajući da Teksas nema naftnog potencijala (<https://www.tshaonline.org/handbook/entries/corsicana-oilfield>). Nastavak proizvodnje na polju ukazivao je da su u krivu.

Samouki geolog, jedan od malobrojnih koji je vjerovao da će se moderna industrija okrenuti s ugljena prema nafti bio je Pattillo Higgins. Vjerovao je da se značajna količina nafte nalazi u zamci vezanoj za solnu domu na brežuljku Spindletop. Iako su brojni članovi strukovne zajednice smatrali Higginsove





Antun Lučić,
izvor: [http://
www.croatianhistory.net/etf/
et22a2.html](http://www.croatianhistory.net/etf/et22a2.html)

ideje nerealnim, 1892. godine osnovao je tvrtku te je objavio oglas u lokalnim novinama, a jedan čovjek, kapetan Anthony F. Lucas je odgovorio (https://en.wikipedia.org/wiki/Pattillo_Higgins).

Kapetan Lucas imao je iskustva kao inženjer i rudar u solnim ležištima Louisiane. Prve bušotine koje je radio za Higginsa bile su negativne. Kako nitko od geologa nije vjerovao u postojanje ležišta nafte uz solne dome, Lucas je odlučio razgovarati s kolegama Guffey i Galey, koji su tri godine prije napustili Teksas kao naftno neperspektivno područje (https://en.wikipedia.org/wiki/Pattillo_Higgins). Uvjerio ih je u povratak te je godine 1900. John Galey odredio lokaciju bušotine, čije je bušenje započelo 27. listopada 1900. godine. Bušenje je bilo teško. Na dubini od 60 m nabušili su sloj pijeska koji je znatno otežao nastavak bušenja, a na dubini od 275 m došlo je do urušavanja kanala bušotine. Problem je riješen revolucionarnom idejom da se umjesto vode, kao fluid prilikom bušenja koristi glinena isplaka. Iscrpljeni bušači nakon dva mjeseca napornog rada zatvorili su postrojenje na tjedan dana tijekom Božićnih blagdana. Nakon povratka, u roku od tjedan dana dosegli su

dubinu od 370 m. Uslijedio je manevar zbog izmjene alata, a 17 sati nakon prestanka bušenja uočili su mjehuriće u isplaci. Nekoliko sekundi kasnije bušača šipka izletjela je velikom silom, a tada... ništa se nije dogodilo... Nakon nekog vremena, zbunjeni i frustrirani odlučili su vidjeti može li se nešto od alata spasiti, kada se iznenada začula buka poput pucanja topova. Iz bušotine je izletjela isplaka, a u samo nekoliko sekundi slijedio ju je prirodni plin i nafta. Nafta je bila zelenkasto-crne boje, a šiktala je u dvostrukoj visini bušačeg tornja. Anthony Lucas se ponadao da bi takva bušotina mogla proizvesti pet barela nafte na dan, međutim erupcija je trajala 10 dana, izbacujući dnevno količinu od 80.000 do 100.000 barela nafte, što je bilo više nego sve druge proizvodne bušotine zajedno tada u SAD-u (<https://en.wikipedia.org/wiki/Spindletop>).

Nastalo je ogromno naftno jezero prije nego što je Lucas uspio „ukrotiti“ izvor izumom protu-erupcijskog uređaja (preventera). To je ujedno bilo i prvo veliko otkriće nafte u Teksasu, kasnije poznato pod nazivom Lukasova erupcija (*The Lucas gusher*). Oko 50.000 ljudi došlo je vidjeti rijeku nafte koja se slijevala prema Meksičkom zaljevu. Bio je to početak prve masovne eksploatacije nafte u svijetu. Do konca 1902. izgrađeno je čak 285 bušotina na području Spindletop Hilla. Osnovano je više od 600 naftnih kompanija, a broj stanovnika Spindletopa skočio je s 8000 godine 1901. na 60.000 u 1902. godini. S pojavom Lukasove erupcije započela je groznica za crnim zlatom, a lovci na brzu zaradu slijevali su se u Teksas iz cijeloga svijeta (<https://www.hkv.hr/hkvpedija/znanost/2580-antun-lui.html>).



Erupcija nafte iz Lučićeve bušotine
([https://en.wikipedia.org/wiki/
File:Lucas_gusher.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lucas_gusher.jpg))



Uspjeh u Spindletopu uzrokovao je izradu programa pomorskog snabdijevanja koji je prihvatila vlada SAD-a 1901. godine. Odredila je da svi brodovi moraju imati opremu za sagorijevanje naftnih goriva. Sve veći broj željeznica počeo je koristiti naftno gorivo, a proizvođači su napuštali ugljen. Istodobno, automobilska industrija tek je počela sa svojim razvojem, a Lucasovo otkriće bilo je od iznimne važnosti (<http://www.croatianhistory.net/etf/et22a2.html>).

Tko je bio Anthony F. Lucas?

Kapetan Franjo Stjepan Lučić, otac Antuna Lučića, bio je brodovlasnik i brodograditelj na otoku Hvaru. Mladost je proveo na otoku, ali su uskoro nakon ženidbe on i njegova supruga Ivana preselili u Split.

Tamo je 9. rujna 1855. godine rođen njihov sin Antun Franjo. Sa 20 godina završio je Politehničku visoku školu u Grazu te je postao inženjer mehanike. Prijavio se u Austro-Ugarsku mornaricu i postao mornarički časnik. Godine 1879. otišao je u SAD u posjet ujaku, a živeći u SAD-u, amerikanizirao je svoje ime u Anthony Francis Lucas. Godine 1893. Lucas je počeo raditi na iskapanju soli u Louisiani. Radio je na raznim lokacijama (Grand Cote, Anse la Butte i Belle Isle) do 1896. godine. Godine 1899. Lucas je postao izvođač bušenja za naftnog istraživača Pattilla Higginsa (https://en.wikipedia.org/wiki/Anthony_Francis_Lucas).

Antun Lučić bio je inovator i imao je brojne izume, a među njima su nadzemna metoda vađenja soli iz rudnika soli, površinsko istraživanje podzemnih mineralnih ležišta, primjena hidrauličkog rotacijskog bušenja, konstrukcija i primjena protu-erupcijske opreme, upotreba bušaće isplake na bazi gline te konstrukcija ušća proizvodne naftne bušotine tzv. božićno drvce (*Christmas tree*) (<http://www.croatianhistory.net/etf/et22a2.html>).

Premинуo je u Washingtonu 2. rujna 1921. godine.

U Americi su mu dodijeljena brojna priznanja. Kao stručnjak za rudarstvo bio je izabran doživotnim predsjednikom Američkog komiteta za naftu i plin (*American Committee for Oil and Gas*). Godine 1936. je Američki institut za geološka i metalurška istraživanja ustanovio godišnju nagradu koja se njemu u čast zove Zlatna medalja Antuna Lučića. U čast Antunu Lučiću je na mjestu njegovog prvog bušačkog tornja podignut granitni obelisk visine 18 m. U podnožju obeliska izgrađenog od ružičastog tekosaškoga granita nalazi se ovaj zapis: „Na ovom je mjestu desetog dana dvadesetog stoljeća započela nova era u povijesti civilizacije“ (*On This Spot on the Tenth Day of the Twentieth Century a New Era in Civilization Began*). Na istom je mjestu također postavljen granitni Lučićev spomenik visine 1,5 m s natpisom: „Njegovo je otkriće revolucionariziralo industriju i transport i promijenilo život ljudi u cijelom svijetu“ (*His discovery revolutionarized industry and transport and changed lives of people in the whole world*). Cijelo područje Spindletopa, kao i sam spomenik, proglašeni su od vlade SAD-a kao Nacionalna povijesna znamenitost (*National Historic Landmark*). Izgrađena je i impresivna replika Lučićevog bušačkog tornja koji za posjetitelje izbacuje vodu umjesto nafte, skladana je koračnica nazvana *Lucas Geyser March Song*, Lučićev sin i snaha osnovali su 1943. godine dobrotvornu zakladu u njegovo ime, postoje ulica i osnovna škola u gradu



Šuma bušačkih tornjeva nakon Lučićevog otkrića
(McBeth, 1918)



Beaumontu u Teksasu, koje nose njegovo ime (Žubrinić, 2012; Novak Zelenika i Malvić, 2014).

Što se tiče Lučićeve nacionalnosti, često ga se pogrešno naziva Austrijancem, ponekad Nijemcem, pa čak i Talijanom. Antun Lučić u jednom svojem intervjuu koji je dao nekoliko godina prije svoje smrti izrjekom spominje svoj hrvatski identitet. Njegova hrvatska nacionalnost je također spomenuta i na samom početku monografije McBeth-a iz 1918. g., a sam je izrazio želju da mu na nadgrobnom spomeniku piše da je ilirskog podrijetla, što je tada bio sinonim za hrvatsko (<http://www.croatianhistory.net/etf/et22a2.html>).

Antun Lučić je jedna od najznačajnijih osoba u povijesti svjetske energetike dvadesetoga stoljeća, a u SAD-u smatran ocem naftne industrije. Njegova su otkrića potpuno promijenila život milijuna ljudi širom svijeta, a u Hrvatskoj je do danas ostao skoro potpuno nepoznat. Jedina postojeća monografija o Antunu Lučiću objavljena je u SAD-u još za njegova života 1918. godine autora McBeth-a, koju je 1998. objavila na hrvatskom i engleskom jeziku INA-Industrija nafte d.d.

Za kraj ovog osvrt na život i djelo Antuna Lučića navodim dva citata koji najzornije opisuju njegovu važnost:

„Petrolej je revolucionarizirao industriju i transport; stvorio je neopisivo bogatstvo, izgradio gradove, omogućio zapošljavanje stotina tisuća ljudi, i doprinio milijarde dolara poreza koji su poduprli vladine institucije. Tijekom nekoliko godina on je promijenio čovjekov način života diljem svijeta“ (Sorić, 1947).

„Danas možemo s ponosom tvrditi da je otac naftne industrije Amerike, ako ne i čitavog svijeta, bio hrvatski iseljenik kapetan Anthony F. Lucas. On je pokrenuo modernu naftnu industriju, koja je do vremena Lucasova otkrića bila smatrana potpuno beskorisnom“ (Sorić, 1947).

Literatura:

- McBeth, R.S. (1998): [Pioneering the Gulf Coast; a story of the life and accomplishments of Capt. Anthony F. Lucas](#) (Antun Lucic, Zacetnik traganja za naftom na obali meksickog zaljeva). New York 1918; reprinted and revised by INA Naftaplin in Zagreb. ISBN 953-96949-4-9
- Novak Zelenika, K., Malvić, T. (2014): Antun Lučić, začetnik novog doba naftne industrije, Matica hrvatska, Zagreb, pozvano predavanje.
- Sorić, B. (ur.) (1947): Centennial 1847-1947, The life and Work of the Croatian People (Pittsburgh: Privately printed), The Croatian Historical Research Bureau, Allegheny County, Pennsylvania.
- Žubrinić, D. (2012): Antun Lučić – Anthony F. Lucas, otac svjetske naftne industrije, Zbornik radova EIS 2012., 24. međunarodni simpozij ; "Elektroinženjerski simpozij", Dani Josipa Lončara / Srb, D. (ur.). Zagreb: Elektrotehničko društvo Zagreb, 13–23.

Web izvori:

<https://www.tshaonline.org/handbook/entries/corsicana-oilfield> (4. ožujka 2021.)

https://en.wikipedia.org/wiki/Pattillo_Higgins (4. ožujka 2021.)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Spindletop> (4. ožujka 2021.)

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lucas_gusher.jpg (4. ožujka 2021.)

<https://www.hkv.hr/hkvpedija/znanost/2580-antun-lui.html> (4. ožujka 2021.)

<http://www.croatianhistory.net/etf/et22a2.html> (4. ožujka 2021.)

https://en.wikipedia.org/wiki/Anthony_Francis_Lucas (4. ožujka 2021.)



U ovom broju surađivali su:



Ivona Alibegović, studentica
*Prirodoslovno-matematički fakultet
III god. Preddipl. studij Geologija*

dr. sc. Dea Brunović
*Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralne sirovine
Sachsova 2, 10000 Zagreb
dea.brunovic@hgi-cgs.hr*



prof. dr. sc. Uroš Barudžija
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i
mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
uros.barudzija@rgn.hr*

dr. sc. Nuša Cukrov
*Institut Ruđer Bošković
Zavod za istraživanje mora i okoliša
Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb
cukrov@irb.hr*



dr. sc. Sanja Bernat Gazibara
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
sbernat@rgn.hr*

izv. prof. dr. sc. Marko Cvetković
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
mcvetkov@rgn.hr*



prof. dr. sc. Sibila Borojević Šoštaric
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
sibila.borojevic-sostaric@rgn.hr*

doc. dr. sc. Andrea Čobić
*Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 95, 10000 Zagreb
acobic@geol.pmf.hr*



dr. sc. Staša Borović
*Hrvatski geološki institut
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku
geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
sborovic@hgi-cgs.hr*

doc. dr. sc. Iva Dasović
*Prirodoslovno-matematički fakultet
Geofizički odsjek
Horvatovac 95, 10000 Zagreb
dasovici@gfz.hr*



dr. sc. Mihovil Brlek
*Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
mbrlek@hgi-cgs.hr*

dr. sc. Željko Dedić
*Enhydro d.o.o.,
Marina Getaldića 17, 21000 Split*





prof. dr. sc. Goran Durn
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i
mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
goran.durn@rgn.hr*

Nina Hećej, mag. geol.
*Hrvatski geološki institut
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku
geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
nhecej@hgi-cgs.hr*



doc. dr. sc. Hana Fajković
*Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 95, 10000 Zagreb
hanaf@geol.pmf.hr*

dr. sc. Nikolina Ilijanić
*Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralne sirovine
Sachsova 2, 10000 Zagreb
nilijanic@hgi-cgs.hr*



Tea Fluksi
*Hrvatski geološki institut
Stručne službe
Sachsova 2, 10000 Zagreb
tfluksi@hgi-cgs.hr*

doc. dr. sc. Iva Kolenković Močilac
*Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
iva.kolenkovic@rgn.hr*



Nikola Gizdavec, dipl. ing. geol.
*Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralne sirovine
Sachsova 2, 10000 Zagreb
ngizdavec@hgi-cgs.hr*

dr. sc. Tvrtko Korbar
*Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
tkorbar@hgi-cgs.hr*



doc. dr. sc. Katarina Gobo
*Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102a, 10000 Zagreb
katarina.gobo@geol.pmf.hr*

Branko Kordić, mag. geod. i geoinf.
*Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
bkordic@hgi-cgs.hr*



dr. sc. Ozren Hasan
*Hrvatski geološki institut
Zavod za mineralne sirovine
Sachsova 2, 10000 Zagreb
ohasan@hgi-cgs.hr*

prof. dr. sc. Marijan Kovačić
*Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 95, 10000 Zagreb
mkovacic@geol.pmf.hr*





Katarina Krizmanić, dipl. ing. geol.
Hrvatski prirodoslovni muzej
Demetrova 1, 10000 Zagreb
katarina.krizmanic@hpm.hr

Lea Majetić, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
III god. Preddipl. studij Geologija



doc. dr. sc. Martin Krkač
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
martin.krkač@rgn.hr

Ema Malešević, studentica
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet
I god. dipl., studija
emamalesevic26@gmail.com



prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
dalibor.kuhinek@rgn.hr

Maja Marinić
Prirodoslovno-matematički fakultet
II god. Dipl. studij Geologija



Andreja Ladišić, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
II god. Dipl. studij geologija
andreja.ladistic@gmail.com

dr. sc. Tamara Marković
Hrvatski geološki institut
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku
geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
tmarkovic@hgi-cgs.hr



Helena Latečki, mag. phys.geophys.
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geofizički odsjek, Seizmološka služba
Horvatovac 95, 10000 Zagreb
hlatecki@gfz.hr

dr. sc. Jasmina Martinčević Lazar
Hrvatski geološki institut
Zavod za geologiju
Sachsova 2, 10000 Zagreb
jmartincevic@hgi-cgs.hr



Renata Lukić, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
II god. Dipl., studij Geologija
renatalukic7@gmail.com

Jasminka Martinjak, dipl. ing. geol.
Hrvatski geološki institut
Stručne službe
Sachsova 2, 10000 Zagreb
jmartinjak@hgi-cgs.hr





Josipa Maslač, studentica
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
 II god. dipl. studija

dr. sc. Tihana Novak
Institut Ruđer Bošković, Zavod za
istraživanje mora i okoliša,
Lab. za biogeokemiju mora i atmosfere
Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb
tihana.novak@irb.hr



Karlo Mateša, student
Prirodoslovno-matematički fakultet
 II god. Dipl. studij Geologija i zaštita
 okoliša
karlo.matesa@gmail.com

dr. sc. Kristina Novak-Zelenika
INA Industrija nafte d.d.
Istraživanje i proizvodnja nafte i plina
Razrada podzemlja i polja
Avenija V. Holjevca 10, 10000 Zagreb
kristina.novakzelenika@ina.hr



prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
smihalic@rgn.hr

prof. dr. sc. Jelena Parlov
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
jelena.parlov@rgn.hr



dr. sc. Slobodan Miko
Hrvatski geološki institut
Stručne Službe
Sachsava 2, 10000 Zagreb
smiko@hgi-cgs.hr

Matko Patekar, mag. geol.
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku
geologiju
Sachsava 2, 10000 Zagreb
mpatekar@hgi-cgs.hr



prof. dr. sc. Marta Mileusnić
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za mineralogiju, petrologiju i
mineralne sirovine
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb
marta.mileusnic@rgn.hr

Mirja Pavić, mag. ing. geol.
Hrvatski geološki institut
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku
geologiju
Sachsava 2, 10000 Zagreb
mpavic@hgi-cgs.hr



Katja Mužek, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
 II god. Dipl. studij Geologija
katjamuzek611@gmail.com

doc. dr. sc. Kristina Pikelj
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek
Horvatovac 102a, 10000 Zagreb
kpikelj@geol.pmf.hr





Ivan Podolšak, student
Prirodoslovno-matematički fakultet
 II god. Dipl. studij Geologija
 ivan.podolsak@gmail.com

prof. dr. sc. Nenad Tomašić
Prirodoslovno-matematički fakultet
 Geološki odsjek
 Horvatovac 95, 10000 Zagreb
 ntomasic@geol.pmf.hr



mr. sc. Nediljka Prlj Šimić
Hrvatski prirodoslovni muzej
 Demetrova 1, 10000 Zagreb
 neda.prlj@hpm.hr

Iva Vrabac, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
 I god. Dipl. studij Geologija zaštite
 okoliša
 ivavrabac05@gmail.com



doc. dr. sc. Josip Stipčević
Prirodoslovno-matematički fakultet
 Geofizički odsjek
 Horvatovac 95, 10000 Zagreb
 jstipcevic@gfz.hr

Ivana Vrkić, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
 I god. Dipl. studij Geologija zaštite
 okoliša
 ivanavrksy@gmail.com



Petra Šparica, dipl. ing. geol.
Hrvatski prirodoslovni muzej
 Demetrova 1, 10000 Zagreb
 petra.sparica@hpm.hr

Matija Vukovski, mag. geol.
Hrvatski geološki institut
 Zavod za geologiju
 Sachsova 2, 10000 Zagreb
 mvukovski@hgi-cgs.hr



Karla Štiberč, studentica
Prirodoslovno-matematički fakultet
 III god. Preddipl. studij Geologija

dr. sc. Lara Wacha
Hrvatski geološki institut
 Zavod za geologiju
 Sachsova 2, 10000 Zagreb
 lwacha@hgi-cgs.hr



Damir Takač, dipl. ing. geol.
 INA Industrija nafte d.d.
 Istraživanje i proizvodnja nafte i plina
 Istraživanje
 Avenija V. Holjevca 10, 10000 Zagreb
 damir.takac@ina.hr

Ivana Žanić, mag. geol.
 INA Industrija nafte d.d.
 Istraživanje i proizvodnja nafte i plina
 Istraživanje
 Avenija V. Holjevca 10, 10000 Zagreb
 ivana.zanic@ina.hr



Izdavač:
HRVATSKO GEOLOŠKO DRUŠTVO
Zagreb, Sachsova 2; info@geologija.hr

Za izdavača:
prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Glavna urednica:
doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

Tehnička urednica:
dr. sc. Morana Hernitz Kučenjak

Uredništvo:
dr. sc. Koraljka Bakrač
Ana Kamenski, mag. geol.
Nina Kovačić, dipl. ing. fiz.
Katarina Krizmanić, dipl. ing. geol.
doc. dr. sc. Ana Maričić
dr. sc. Ana Majstorović Bušić,
Agata Poganj, studentica

Naklada: 400 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

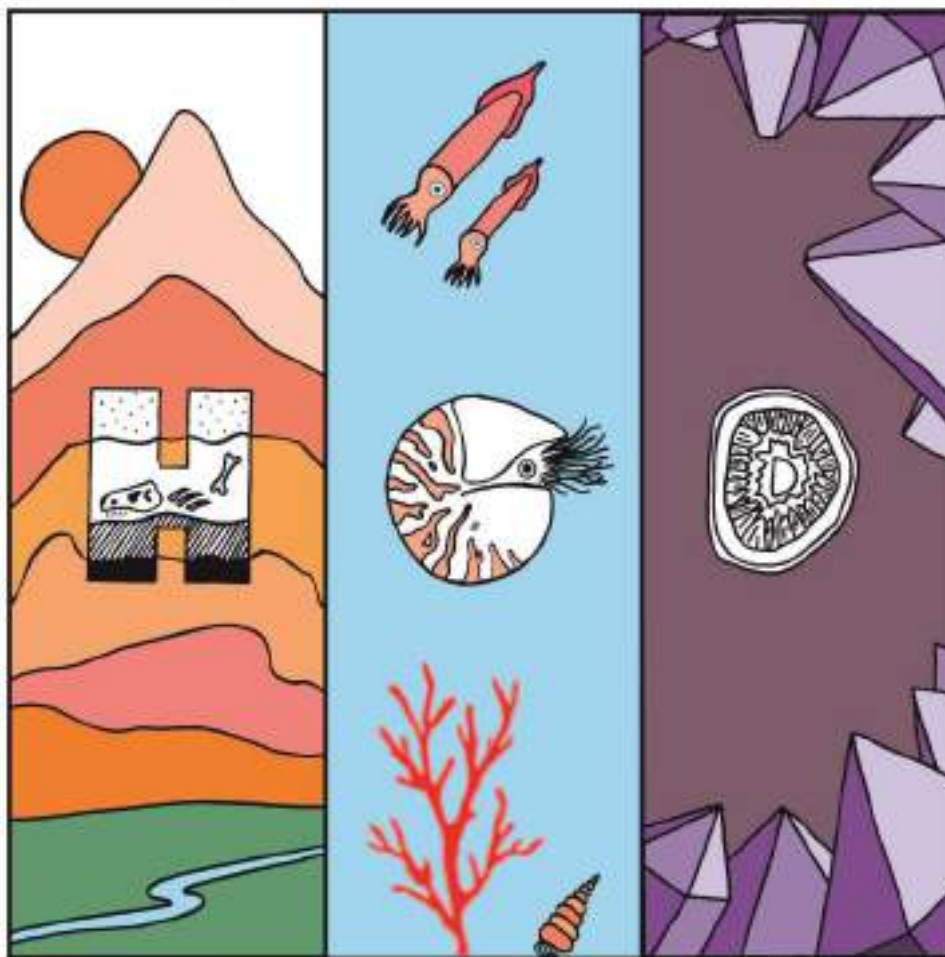


Naslovnica:
*Eksploatacijska polja škriljevaca u blizini
Trondheima u oppdalskom području Norveške
(projekt Eurolithos).*

Svoje priloge za Vijesti HGD-a šaljite na:
karmen.fio@gmail.com ili
morana.hernitz-kucenjakk@ina.hr

U sljedećem broju pročitajte...

70. OBLJETNICA



**HRVATSKOG
GEOLOŠKOG DRUŠTVA**



Naša poslovna izvrsnost rezultat je energije naših ljudi.

Od istraživanja i proizvodnje, preko prerade pa sve do maloprodajne djelatnosti, naša najjača snaga su ljudi. Zahvaljujući njihovoj energiji INA je već pola stoljeća lider u svim segmentima poslovanja. Zato je svaki poslovni uspjeh naše kompanije prvenstveno uspjeh naših zaposlenika.

INA - vi ste naša energija.

INA
www.ina.hr

