



GODIŠNJE IZVJEŠĆE | ANNUAL REPORT



2020

NAKLADNIK PUBLISHER	Hrvatski geološki institut – <i>Croatian Geological Survey</i> Sachsova 2, HR-10000 Zagreb, Hrvatska (<i>Croatia</i>)
ZA NAKLADNIKA FOR THE PUBLISHER	Ravnatelj (<i>Director</i>) Slobodan MIKO
UREĐNICA EDITOR	Staša BOROVIĆ
TEHNIČKO UREĐIVANJE TECHNICAL EDITING	za LASERplus d.o.o. Igor VRESK
UREĐNIČKI ODBOR EDITORIAL BOARD	Koraljka BAKRAČ Staša BOROVIĆ Željka BRKIĆ Nikolina ILIJANIĆ Slobodan MIKO Josip TERZIĆ
NASLOVNA STRANICA COVER	Urušna ponikva u Mečenčanima snimljena bespilotnom letjelicom / Collapsed sinkhole in Mečenčani registered by UAV (Tihomir FRANGEN)
PRIJEVOD NA ENGLESKI JEZIK ENGLISH TRANSLATION	Zoran PEH
LEKTURA ENGLESKOGA JEZIKA ENGLISH LANGUAGE EDITING	Online: Elsevier Language Editing
REALIZACIJA REALIZATION	LASERplus d.o.o.
NAKLADA EDITION	100 primjeraka (<i>copies</i>)

ISSN 1846-629X

HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT
CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY

GODIŠNJE IZVJEŠĆE 2020. ANNUAL REPORT 2020

Zagreb, 2021.

Sadržaj / Content

Uvodnik ravnatelja / Introduction by the Director Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	4
1. ■ HGJ: organizacija, brojke i činjenice / CGS: Organisation, Numbers and Facts Organizacijska struktura, zaposlenici i proračun / Organizational Scheme, Employees and Budget Mrežna stranica Hrvatskog geološkog instituta / Website of the Croatian Geological Survey Autor / Author: Jasmina MARTINJAK	7 8 10
Zavod za geologiju / Department of Geology Autor / Author: dr. sc. Koralja BAKRAČ	12
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju / Department of Hydrogeology and Engineering Geology Autor / Author: dr. sc. Josip TERZIĆ	15
Zavod za mineralne sirovine / Department of Mineral Resources Autor / Author: dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ	17
HGJ: organizacija, brojke i činjenice / Geološka služba / Geological Survey Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	20
Infrastruktura / Infrastructure Autor / Author: dr. sc. Iris BOSTJANČIĆ et al.	22
2. ■ Program geoloških karata / Geological mapping programme Program geoloških karata / Geological Mapping Programme Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO et al.	26 28
3. ■ Projekti / Projects Projekti programa Obzor 2020 / Projects from Horizon 2020 programme Projekti Hrvatske zaklade za znanost / Projects funded by the Croatian science foundation Projekti fondova Europske unije / Projects funded by the European union Projekti u suradnji s privredom / Commercial projects	35 36 36 37 37
4. ■ Odabrani projekti programa Obzor 2020 / Selected projects from Horizon 2020 programme Izgledi za pridobivanje elemenata rijetkih zemalja iz boksita i crvenog mulja u IJU Europi Prospects of REE recovery from bauxite and bauxite residue in the ESEE region Autori / Authors: dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ, dr. sc. Slobodan MIKO	40 42 42
EMODnet-Geologija 4 / EMODnet-Geology 4 Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	44
5. ■ Odabrani projekti Hrvatske zaklade za znanost / Selected projects funded by the Croatian science foundation Vulkano-sedimentne sukcesije sjeverozapadne Hrvatske i njihova uloga u razumijevanju geodinamike Paleotetisa tijekom srednjeg trijasa / Revealing the Middle Triassic Paleotethyan geodynamics recorded in the volcano-sedimentary successions of NW Croatia Autor / Author: dr. sc. Damir SLOVENEC	47 48
Miocenska sin-riftna evolucija Sjevernohrvatskog bazena (Karpatsko-Panonska regija): "multi-proxy" pristup, korelacija i integriranje sedimentnog i vulkanskog zapisa / Miocenska sin-riftna evolucija Sjevernohrvatskog bazena (Karpatsko-Panonska regija): "multi-proxy" pristup, korelacija i integriranje sedimentnog i vulkanskog zapisa Autor / Author: dr. sc. Mihovil BRLEK	50
Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline / Sediments between source and sink during a Late Quaternary eustatic cycle: The Krka and the Mid Adriatic Deep System Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	52

Multidisciplinarni pristup izradi konceptualnih modela hidrotermalnih sustava / Multidisciplinary Approach to Conceptual Modelling of Hydrothermal Systems	54
Autor / Author: Mirja PAVIĆ	
6. Odabrani projekti fondova Europske unije / Selected projects funded by the European union	57
Upravljanje krškim priobalnim vodonosnicima ugroženima klimatskim promjenama / Managing coastal karst aquifers endangered by climate change	58
Autor / Author: dr. sc. Josip TERZIĆ	
Ekspertni tim za identifikaciju i analizu lijekova i proizvoda za osobnu njegu u vodi za piće - jačanje kapaciteta za upravljanje vodama u Srednjoj Europi / Board for Detection and Assessment of Pharmaceutical Drug Residues in Drinking Water – Capacity Building for Water Management in Central Europe	60
Autori / Authors: dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI et. al.	
Razvoj integriranog okvira za provedbu koncepta umjetnog prihranjivanja vodonosnika sa ciljem zaštite resursa pitke vode ugroženih klimatskim promjenama i sukobima korisnika u Srednjoj Europi / Development of an integrated implementation framework for managed aquifer recharge solutions to facilitate the protection of central European water resources endangered by climate change and user conflict	62
Autor / Author: Matko PATEKAR	
Multihazardni okvir za upravljanje vodnim rizicima / Multihazard framework for water related risks management	64
Autori / Authors: dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI, Ivana BOLJAT	
7. Odabrani projekti u suradnji s privredom / Selected commercial projects	67
Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske / Strategy of mineral resources management of the Republic of Croatia	68
Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	
Geološka studija spomenika prirode Kamenolom Fantazija – Cava di Monfiorazzo / Geological research of nature monument Fantazija Quarry – Cava di Monfiorazzo	70
Autor / Author: Ladislav FUČEK	
Magnetotelurska istraživanja u hidrogeologiji i geotermiji / Magnetotelluric investigations in hydrogeology and geothermics	72
Autor / Author: dr. sc. Staša BOROVIĆ	
8. Događanja / Events	75
Geoznanstveni sat / Geoscience hour	76
Autori / Authors: dr. sc. Mihovil BRLEK et al.	
Obilježavanje dana sv. Barbare i dodjela nagrada i priznanja / St. Barbara festivity and annual awards	78
Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	
9. Publikacije / Publications	81
Znanstveni časopis Geologia Croatica / Scientific journal Geologia Croatica	82
Bibliografija / Bibliography	83
Stručne publikacije i tehnička izvješća / Professional publications and technical reports	88
10. Doktorske disertacije / Doctoral theses	91

Uvodnik ravnatelja

Introduction by the Director

Dr. sc. **Slobodan MIKO**

Ravnatelj / Director

tel: (+385 1) 6160 749

fax: (+385 1) 6144 718

e-mail: slobodan.miko@hgi-cgs.hr



Dragi prijatelji,

Godina 2020. donijela je Hrvatskome geološkom institutu (HGI-CGS) brojne izazove, kako zbog globalne pandemije, tako i zbog dvaju katastrofalnih potresa koji su pogodili Zagreb i Petrinju i njihovu širu okolicu. Iako su okolnosti povremeno ograničavale pristup HGI-CGS-u, zaposlenici su reagirali na odgovarajući način. Odmah su provedena sva bitna istraživanja, te smo se prilagodili na adekvatni način i uspješno završili godinu.

U ovoj smo godini ostvarili značajan napredak u objavljivanju znanstvenih radova iz svih područja geologije i geološkog inženjerstva, pri čemu je četvrtina radova objavljena u časopisima prvoga kvartila. Tijekom godine započela su četiri nova projekta Hrvatske zaklade za znanost što je rezultiralo zapošljavanjem četiriju novih doktoranada pa se trenutno u HGI-CGS-u izrađuje 16 doktorskih disertacija. Nastavljena su istraživanja i rad na više od 15 projekata financiranih putem EU fondova i izrađene su brojne stručne studije. Također je putem nove mrežne stranice osiguran pristup geološkim kartama i uvid u naš arhiv cijeloj zainteresiranoj zajednici.

HGI-CGS nastavlja razvijati nove projekte, partnerstva i suradnička istraživanja s akademskom zajednicom, privrednim organizacijama i državnim institucijama. Kao rezultat toga protekla je godina bila najuspješnija u desetljeću u finansijskom i znanstveno-istraživačkom smislu.

I dalje ćemo učiti iz ove godine izazova, koristeći te lekcije kako bismo povećali operativnu fleksibilnost i otpornost. Sa ciljem kontinuiranog razvoja, znatna smo sredstva uložili u znanstvenu infrastrukturu i opremu, vodeći se idejom kako su temeljna geološka istraživanja ključna za predviđanja prostora potenci-

Dear friends,

The year 2020 brought numerous challenges to the Croatian Geological Survey (HGI-CGS), owing to the global pandemic and the two catastrophic earthquakes that hit the cities of Zagreb and Petrinja and their wider surroundings. Although circumstances occasionally restricted access to HGI-CGS, employees responded appropriately. All relevant research work was carried out immediately; we adapted as needed and successfully brought the year to its end.

This year, we have made significant progress in publishing scientific papers in all areas of geology and geological engineering, with one-fourth of the studies being published in first-quarter journals. Four new projects of the Croatian Science Foundation were launched, involving the employment of four new doctoral students. As a result, 16 doctoral dissertations are currently being prepared at HGI-CGS. Investigations and work on more than 15 projects financed through EU funds have continued, while experts have conducted numerous studies. In addition, the new website now provides access to geological maps as well as to our archive for the entire community.

HGI-CGS continues to develop new projects and partnerships, while carrying out cooperative research with the academic community, business organisations, and government institutions. As a result, the past year has been our most financially and scientifically successful in the last decade.

We will continue to gain knowledge from the challenges we have faced this year by using these lessons to increase operational flexibility and resilience. To support continuous development, we have invested significant resources in scientific infrastructure and equipment, guided by the belief that basic geological research is

jalno ugroženih različitim hazardima i za osiguravanje mineralnih sirovina i geoenergije. Stoga očekujemo da će se današnja ulaganja u razvoj višestruko vratiti u narednim desetljećima. Važeću Strategiju razvoja donesenu 2019. godine provodimo u skladu s finansijskim mogućnostima, a zahtjevna godina dovela je tek do manjih zastoja u provedbi.

Zbog svega navedenog, zadovoljstvo mi je predstaviti Godišnje izvješće Hrvatskoga geološkog instituta za 2020. godinu.

Slobodan Miko

crucial for predicting areas at risk from various hazards and for safeguarding mineral resources and geo-energy. Therefore, we expect that such investment will pay dividends in the coming decades. After a slight delay due to the challenging year, we have now implemented the 2019 Development Strategy in accordance with our financial possibilities.

Here, I am pleased to present the Annual Report of the Croatian Geological Survey for 2020.

Slobodan Miko



Napušteno ležište boksita u području Drniša (foto N. Ilijanić)

Abandoned bauxite deposit in the area of Drniš (photo by N. Ilijanić)

L

**HGl: organizacija,
brojke i činjenice**

**CGS: *Organisation,
Numbers and Facts***



Organizacijska struktura, zaposlenici i proračun

Organizational Scheme, Employees and Budget

RAVNATELJ | DIRECTOR:

Dr. sc. Slobodan MIKO
 tel: (+385 1) 6160-749
 fax: (+385 1) 6144-718
 e-mail: slobodan.miko@hgi-cgs.hr

Tajnica HGI | Secretary of the CGS:

Mladenka JURČIĆ, dipl. iur.

UPRAVNO VIJEĆE | GOVERNING BOARD

Dr. sc. Dragan KRASIĆ (MINGO*), predsjednik - Chair
 Dr. sc. Staša BOROVIĆ (HGI-CGS)
 Prof. dr. sc. Vlasta ČOSOVIĆ (PMF*)
 Akademik prof. dr. sc. Goran DURN (RGNF*)
 Dr. sc. Ozren LARVA (HGI-CGS)

ZNANSTVENO VIJEĆE | SCIENTIFIC COUNCIL

Dr. sc. Željka BRKIĆ, predsjednica – Chair
 Dr. sc. Tamara MARKOVIĆ, zamjenica predsjednice – Chair deputy
 Dr. sc. Dea BRUNOVIĆ, tajnica – Secretary
 Dr. sc. Ivan MIŠUR, tajnik – Secretary
 Dr. sc. Radovan AVANIĆ
 Dr. sc. Petra BAJO
 Dr. sc. Koraljka BAKRAČ
 Dr. sc. Adriano BANAK
 Dr. sc. Mirko BELAK
 Dr. sc. Staša BOROVIĆ
 Dr. sc. Vlatko BRČIĆ
 Dr. sc. Maja BRIŠKI
 Dr. sc. Mihovil BRLEK
 Dr. sc. Renato BULJAN
 Dr. sc. Ines GALOVIĆ
 Dr. sc. Lidija GALOVIĆ
 Dr. sc. Tonći GRGASOVIĆ
 Dr. sc. Anita GRIZELJ
 Dr. sc. Vlatko GULAM
 Dr. sc. Valentina HAJEK-TADESSE
 Dr. sc. Ozren HASAN
 Dr. sc. Marija HORVAT
 Dr. sc. Nikolina ILLJANIĆ
 Dr. sc. Tvrtko KORBAR
 Dr. sc. Branko KORDIĆ
 Dr. sc. Duje KUKOČ
 Dr. sc. Tomislav KUREČIĆ
 Dr. sc. Ozren LARVA
 Dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI
 Dr. sc. Saša MESIĆ
 Dr. sc. Slobodan MIKO
 Dr. sc. Davor POLLAK
 Dr. sc. Damir SLOVENEC
 Dr. sc. Andrej STROJ
 Dr. sc. Ajka ŠORŠA
 Dr. sc. Josip TERZIĆ
 Dr. sc. Kosta URUMOVIĆ
 Dr. sc. Lara WACHA

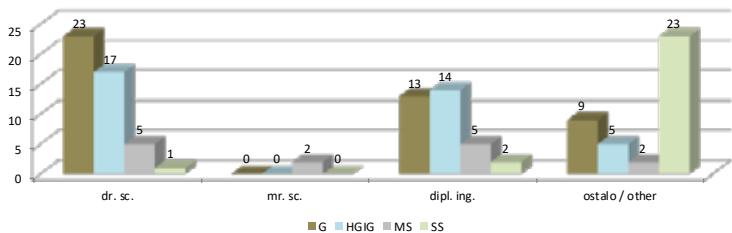
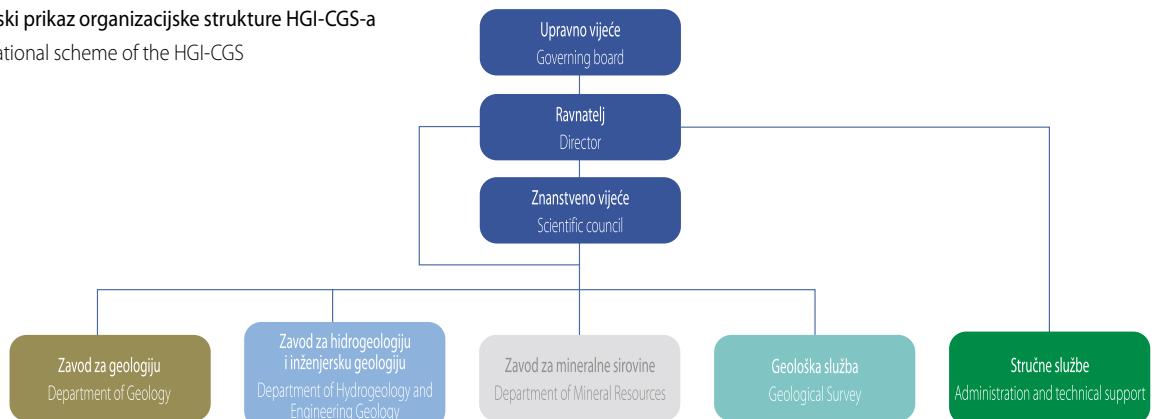
*MINGOR – Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske / Ministry of Economy and Sustainable Development of the Republic of Croatia

PMF – Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Science, University of Zagreb

RGNF – Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

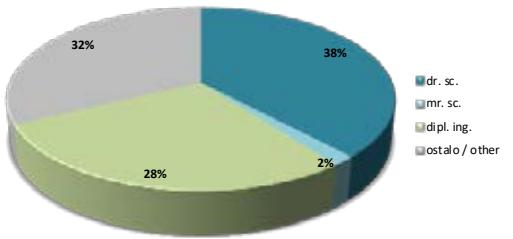
Shematski prikaz organizacijske strukture HGI-CGS-a

Organizational scheme of the HGI-CGS



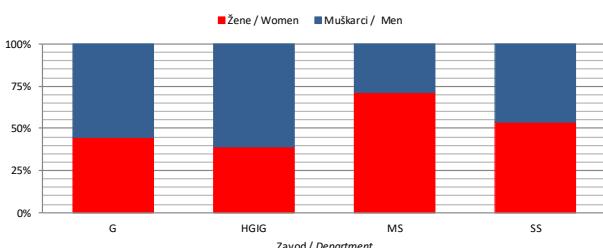
Struktura zaposlenika prema stručnoj spremi po zavodima 2020. godine

Structure of employees according to professional qualifications per department in 2020



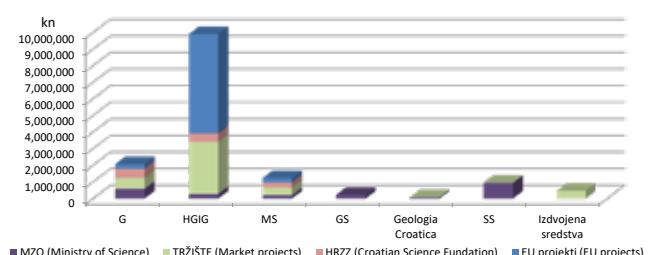
Obrazovna struktura zaposlenika HGI-CGS-a 2020.

Educational structure of the HGI-CGS employees in 2020



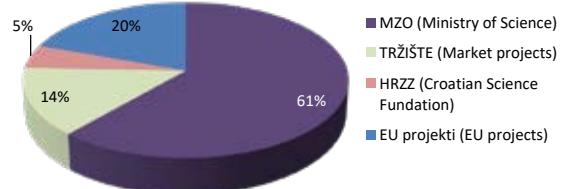
Spolna struktura zaposlenika HGI-CGS-a 2020.

Sex composition of the HGI-CGS employees in 2020



Godišnji prihodi organizacijskih jedinica u 2020.

Annual revenue of organizational units in 2020



Godišnji prihodi HGI-CGS-a, ukupno 33,5 milijuna kn

HGI-CGS Annual revenue, total of 33.5 million kn

Mrežna stranica Hrvatskog geološkog instituta

Website of the Croatian Geological Survey

Urednica mrežne stranice HGI-CGS-a / Editor of the HGI-CGS website: **Jasminka MARTINJAK**
<http://www.hgi-cgs.hr/>

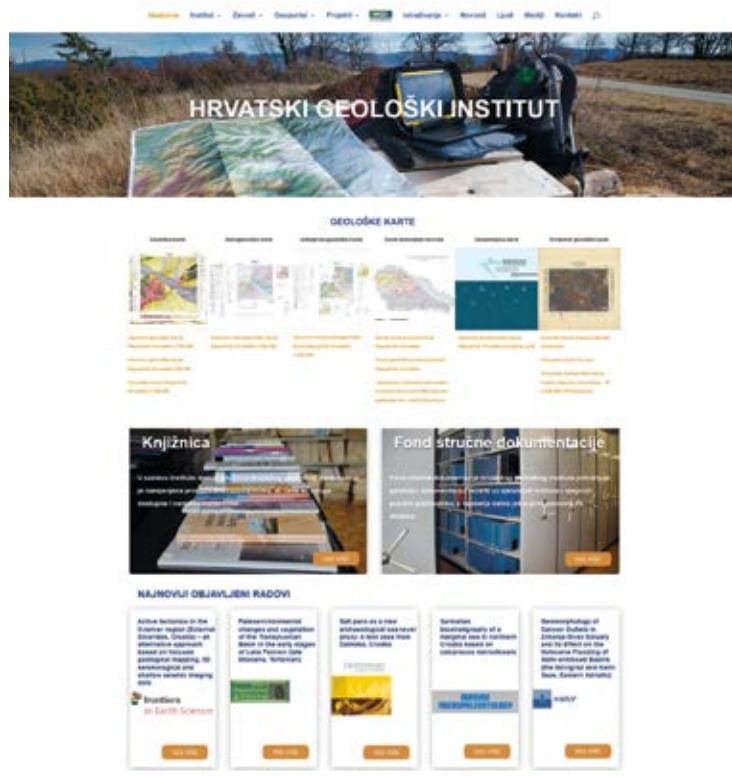
Mrežna stranica Hrvatskog geološkog instituta zadržala je u 2020. godini svoj status glavnog elektroničkog medija instituta.

U drugoj polovici 2020. godine stranica je zaživjela u novom, modernijem ruhu te je uveden niz noviteta i informacija koje prije nisu bile dostupne. Uz to je, naravno, zadržana struktura podataka o institutu (povijest, struktura, djelatnosti, popis zaposlenika, javni dokumenti, popis projekata, objavljene publikacije te obavijesti i događanja). Jedan od najvažnijih elemenata novog izdanja stranice je da su sada sve izdane geološke karte i njihovi tumači dostupni za besplatno preuzimanje (<https://www.hgi-cgs.hr/geoloske-karte/>). Osim besplatnog preuzimanja karata, omogućeno je i pretraživanje Stručnog fonda HGI-CGS-a s više od 15.000 elaborata, studija i izvješća (<https://www.hgi-cgs.hr/fond-strucne-dokumentacije/>) te pretraživanje Kataloga knjižnične građe (<https://www.hgi-cgs.hr/knjiznica/>). Na stranici se može pratiti i rad naših znanstvenika pa se najnoviji objavljeni radovi u eminentnim časopisima mogu pronaći na sljede-

The website of the Croatian Geological Survey (HGI-CGS) remained the main electronic resource representing the survey in 2020.

In the second half of the year, the new site went 'live' in a more contemporary guise, introducing a number of new features and resources whilst retaining the original structure of HGI-CGS information (i.e., history, structure, activities, list of employees, public documents, list of projects, publications, and notices and events).

One of the most significant new features of the website is that all issued geological maps and their explanatory notes are now available to download for free (<https://www.hgi-cgs.hr/geoloske-karte/>). It is also possible to search the HGI-CGS Professional Library, which contains more than 15,000 professional studies and reports (<https://www.hgi-cgs.hr/fond-strucne-dokumentacije/>), as well as the library material catalogue (<https://www.hgi-cgs.hr/knjiznica/>). Our most recently published papers in eminent journals can also be found at the following link: <https://www.hgi-cgs.hr/>.



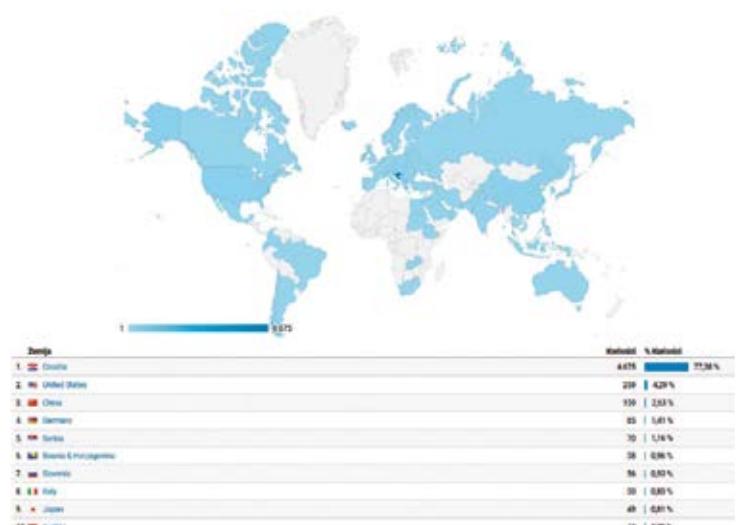
Noviteti na mrežnoj stranici HGI-CGS-a
 New features of the HGI-CGS website



čoj poveznici: <https://www.hgi-cgs.hr/najnoviji-objavljeni-radovi/>. Gostovanja naših djelatnika u domaćim i stranim medijima mogu se pronaći u rubrici *Mediji*.

Nova je stranica napravljena na način da osigurava pristupačnost u skladu sa „Zakonom o pristupačnosti mrežnih stranica i programskih rješenja za pokretne uređaje tijela javnog sektora Republike Hrvatske (NN 17/19)”, što omogućuje lakši pristup stranici osobama sa posebnim potrebama i poteškoćama.

Kako je 2020. godina bila specifična po mnogo čemu, to se odrazilo i na posjećenost mrežne stranice. Budući da su našu državu tijekom godine pogodila dva jaka potresa (Zagreb, 22. ožujka te Petrinja, 29. prosinca), stranica je bila značajan izvor podataka o potresima i njihovim posljedicama te je u to vrijeme bila znatno jače posjećena, što se posebno odrazilo na Ako-tualno, Medije, Novosti te Geološke karte. U novije vrijeme stranici se sve više pristupa s pokretnih uređaja (tableta, pametnih telefona) u odnosu na računala. Najviše posjeta stranici zabilježeno je iz Hrvatske i susjednih zemalja. Od ostalih zemalja najveća je posjećenost iz Sjedinjenih Američkih Država. S novim se izgledom stranice znatno po-većao i opseg sadržaja, te je stranica i dalje najveća publikacija instituta.



Posjećenost stranice po državama
Page traffic by country

hr/najnoviji-objavljeni-radovi/. Appearances of our employees in national and international media are also listed in the media section.

The new site is designed to ensure accessibility in accordance with the "Act on the Accessibility of Websites and Software Solutions for Mobile Devices of Public Sector Bodies of the Republic of Croatia (OG 17/19)", which ensures easier access for people with special needs and other difficulties.

Given that 2020 was unique in many ways, website traffic was inevitably affected. In response to the strong earthquakes hitting Zagreb (March 22nd) and Petrinja (December 29th), the website proved a significant source of information on earthquakes and their consequences, with a greater number of visits to the media, news, and geological maps pages. Also, the site has been increasingly accessed from mobile devices (tablets and smartphones) as opposed to computers. Most visits to the site were recorded from within Croatia and neighbouring countries.

Internationally, the site was most commonly visited by viewers in the United States. In accordance with the new look, the scope of the website content has significantly increased, remaining the largest publication of the Survey.

Zavod za geologiju

Department of Geology

Predstojnica Zavoda / Head of Department: dr. sc. **Koraljka BAKRAČ**
 tel: (+385 1) 6160 710
 fax: (+385 1) 6160 799
 e-mail: koraljka.bakrac@hgi-cgs.hr



U Zavodu za geologiju zaposleno je 45 djelatnika, od toga 19 na znanstvenim radnim mjestima, 13 na stručnim radnim mjestima, pet na suradničkim radnim mjestima te 8 na tehničkim radnim mjestima. Tradicionalna temeljna djelatnost zavoda vezana je za regionalna geološka istraživanja na području Republike Hrvatske. Svi geolozi u zavodu uključeni su u rad jednog od dvaju temeljnih projekata instituta: Osnovna geološka karta RH 1:50.000, OGK (voditelj T. Korbar) i Osnovna geokemijjska karta RH, OGkK (voditeljica A. Šorša). Tijekom 2020. godine objavili smo list OGK Rovinj 2 (S. Bergant i sur.) te nastavili rad na tumaču za list OGK Požeška gora, kao i na listu PP Biokovo u suradnji s PP Biokovo (N. Belić i sur.). U zadnjih nekoliko godina bavimo se i geoškim modeliranjem važnim za dobivanje detaljnog uvida u geološke odnose i procese.

Proteku godinu obilježile su tri katastrofe: COVID-19 i dva potresa koji su imali velik utjecaj na naše poslovanje. Unatoč tome, bili smo uspješni na znanstvenom planu i objavili 60 % više znanstvenih radova nego prethodne godine, 26 u časopisima citiranim u bazi WoS. Tijekom 2020. znanstvena istraživanja provodila su se

The Department of Geology has 45 employees, of which 19 are in scientific positions, 13 in professional positions, five in associate positions, and eight in technical positions. The basic activity of the Department is related to regional geological research in the territory of the Republic of Croatia. All geologists in the Department are involved in one of two core projects: (1) the Basic Geological Map of the Republic of Croatia 1: 50,000, OGK (principal investigator: T. Korbar), and (2) the Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia, OGkK (principal investigator: A. Šorša). In 2020, we published the sheet OGK Rovinj 2 (S. Bergant et al.) and continued working on the explanatory notes for the sheet OGK Požeška gora, as well as the sheet NP Biokovo in cooperation with NP Biokovo (N. Belić et al.). In the last few years, we have also been undertaking geological modelling, which is essential for acquiring detailed insights into geological relationships and processes.

The last year has been marked by three disasters—COVID-19 and two earthquakes, having a major impact on our business. Despite these circumstances, we published 60% more scientific papers than in the previous year, of which 26 are cited in the WoS database. In 2020, scientific research



Fotogrametrijsko snimanje kamenoloma bespilotnom letjelicom (foto T. Grgasović)

UAS photogrammetry mapping of quarry (photo by T. Grgasović)



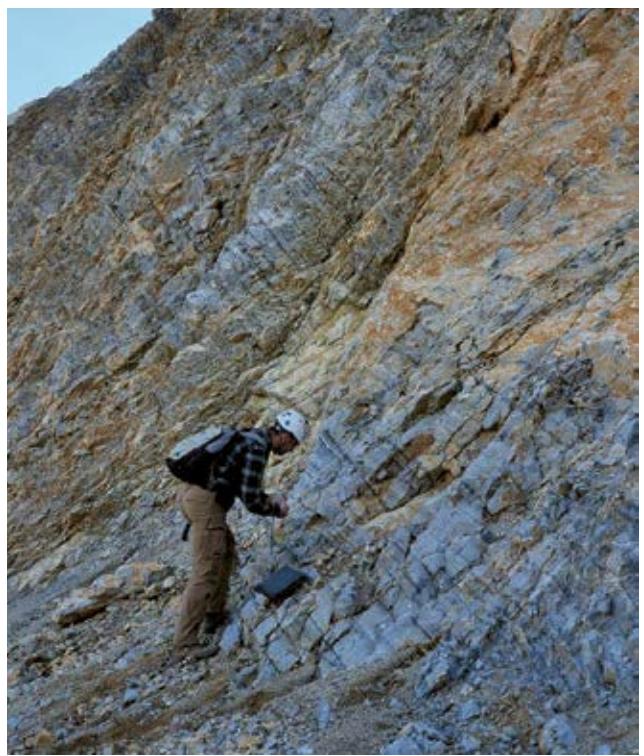
Terenska istraživanja piroklastičnih naslaga Kalnika (foto K. Bakrač)

Field survey of pyroclastic deposits of Kalnik (photo by K. Bakrač)

prvenstveno kroz projekte financirane od Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ) akronima GEOSEKVA (voditelj T. Korbar) na kojem sudjeluje 11 djelatnika zavoda; GOST (voditelj D. Slovenec) na kojem sudjeluje šest znanstvenika, PYROSKA (voditelj M. Brlek) na kojem sudjeluje sedam znanstvenika, QMAD na kojem sudjeluju dvije znanstvenice te TRANITAL i ISSAH s po jednom znanstvenicom iz zavoda. U sklopu dva novoodobrena HRZZ projekata zaposlena su u zavodu dva doktoranada (N. Trinajstić i M. Vukovski). Sudjelujemo i na nekoliko HRZZ projekata koje vode druge institucije u RH (BREEMECO, SEDBAS, GEODEP, MOPRENS). Krajem godine odobren je još jedan HRZZ projekt ACCENT (voditeljica L. Galović) koji kreće u travnju 2021. godine te predviđa zapošljavanje još jednog doktoranda. Osim toga, sudjelovali smo na EU Obzor2020 projektima, među kojima je najvažniji Twinning projekt GeoTwinn na kojem sudjeluju svi zavodi i koji je već do sad doprinio podizanju kvalitete naših istraživanja, posebice vezano uz 3D modeliranje. U okviru programa Obzor2020 GeoERA smo sudjelovali u provedbi projekata u tematskom području geo-energije GeoConnect³d (M. Šepelić) i informacijske platforme GIP-P (P. Ferić). Nastavljen je rad na Interreg DTP projektu SIMONA (voditeljica A. Šorša), a započela je suradnja na INTERREG IPA-CBC projektu RESPONSA.

Tijekom 2020. godine zaposlen je u zavodu i znanstveni suradnik geodet, specijalist za daljinska istraživanja, čije znanje i iskušto je ubrzo u velikoj mjeri uključeno u tekuća geološka istraživanja. Odmah je uključen u projekt GEOSEKVA te rad na analizi zagrebačkog i, krajem godine, petrinjskog potresa.

was conducted primarily through several projects funded by the Croatian Science Foundation (HRZZ) with the following acronyms: GEOSEKVA (principal investigator: T. Korbar) with the participation of 11 employees of the Department; GOST (principal investigator: D. Slovenec) with the participation of six scientists; PYROSKA (principal investigator: M. Brlek) with the participation of seven scientists; QMAD with the participation of two scientists; and TRANITAL and ISSAH, with one scientist from the Department. Within the scope of two newly approved HRZZ projects, two doctoral students (N. Trinajstić and M. Vukovski) were employed. We also participate in several HRZZ projects run by other institutions in the Republic of Croatia (i.e., BREEMECO, SEDBAS, GEODEP, and MOPRENS). At the end of the year, another HRZZ project, ACCENT (led by L. Galović), was approved to start in April 2021, and will employ a further doctoral student. In addition, we participated in EU Horizon2020 projects, among which the most important is the 'GeoTwinn' twinning project, in which all departments participate, which has already contributed to raising the quality of our research, especially relating to 3D modelling. Within the Horizon2020 'GeoERA' pro-



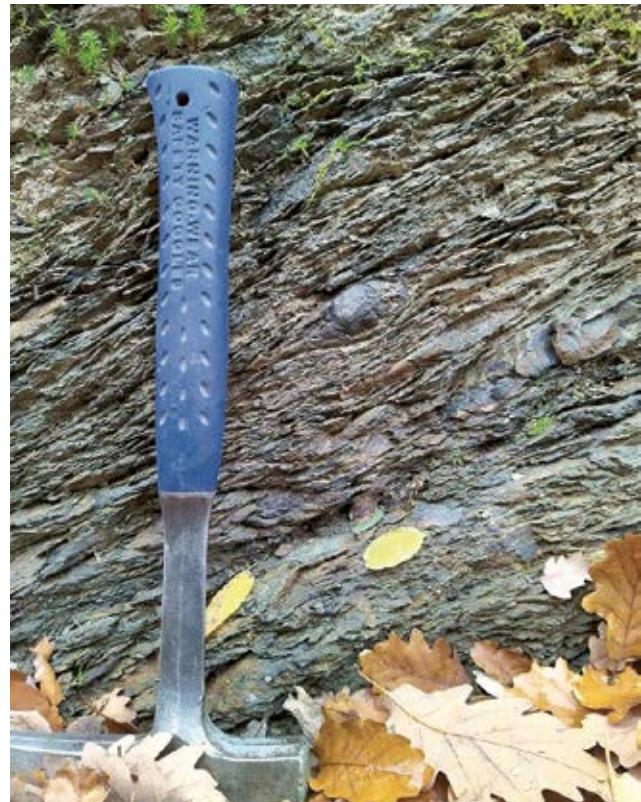
Mjerenje orijentacije slojevitosti trakastih dolomita u kamenolomu Očura (foto T. Grgasović)

Measuring the bedding orientation of banded dolomites in the Očura quarry (photo by T. Grgasović)

Obranjene su dvije doktorske disertacije, a u izradi je još osam, među kojima se očekuje obrana dviju tijekom 2021. godine. Unatoč pandemiji sudjelovali smo na nekoliko konferencija. Neke su se održale online što je omogućilo sudjelovanje i na konferencijama s potencijalno visokim putnim troškovima.

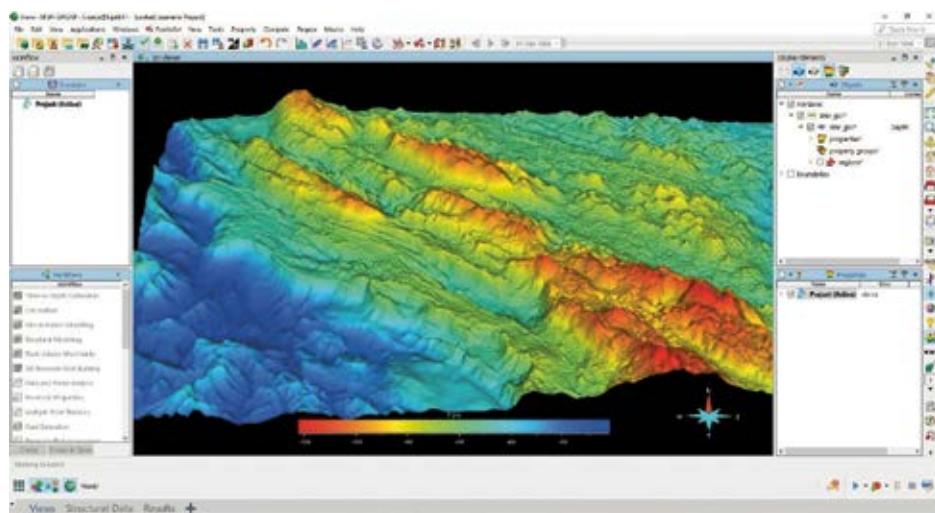
U zavodu su se izvodila i primijenjena istraživanja, pa smo tako završili Studiju valorizacije prirodne baštine otoka Biševa i Geološku studiju spomenika prirode Kamnolom Fantazija i izradu pripadajućeg geološkog stupa te nekoliko manjih projekata.

Potpisani je Sporazum o znanstvenoj i stručnoj suradnji s PMF-om, a pred potpisivanjem je i Sporazum o suradnji vezano za "Provedbu i unapređenje stručne prakse na PMF-u - ProSPer PMF".



Melanž s bazaltnim Φ -klastima uloženim u šejlno-siltitni matriks (foto M. Vukovski)

Melanage with basalt Φ -clasts in the shaly-silty matrix (photo by M. Vukovski)



Uvoz podataka za modeliranje šireg prostora Ćićarije (digitalni model reljefa, SKUA-GOCAD, GeoTwin 2020) (priredio V. Brčić)

Data import for 3D modeling of a wider area of Ćićarija (DMR, SKUA-GOCAD, GeoTwin 2020) (prepared by V. Brčić)

gramme, we are involved in the implementation of 'GeoConnect^{3d}' (M. Špelić) in the geo-energy and GIP-P information platform thematic areas. In addition, work has continued on the Interreg DTP project 'SIMONA' (principal investigator: A. Šorša), and our involvement in the Interreg IPA-CBC project 'RESPONSA' began.

In 2020, a research associate specialising in remote sensing was employed in the Department, whose knowledge and experience have since been widely employed in our on-going research. He was immediately involved in the GEOSEKVA project and activities concerning the analysis of both the Zagreb and Petrinja earthquakes in March and at the end of the year, respectively.

Two doctoral dissertations have been successfully defended, and eight more are currently in preparation of which two are expected to be completed during 2021. Despite the pandemic, we have participated in several conferences. Some of these were held online, which allowed more researchers to participate and avoided potentially high travel costs.

Applied research was also conducted including a study of the valorisation of the natural heritage of the island of Bišev, and a geological study of the Fantazija Quarry natural monument and the construction of the associated geological column and the implementation of several smaller projects.

An agreement on scientific and professional cooperation with the Faculty of Science was signed, and an Agreement on Cooperation relating to the "Implementation and improvement of professional practice at the Faculty of Science - ProSPer PMF" will be signed in the near future.

Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Department of Hydrogeology and Engineering Geology

Predstojnik Zavoda / Head of Department: dr. sc. **Josip TERZIĆ**

tel: (+385 1) 6160 700

fax: (+385 1) 6144 713

e-mail: josip.terzic@hgi-cgs.hr



Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju (ZHIG) bavi se primijenjenim, odnosno tehničkim aspektom geoloških znanosti – geološkim inženjerstvom. U zavodu je tijekom 2020. radoilo 36 zaposlenika. Stalna radna mjesta ima ukupno 25 djelatnika: 11 na znanstvenim radnim mjestima, osmoro radi na stručnim radnim mjestima u sustavu znanosti, uz šestero tehničko-administrativnih kolega. Od ostalih zaposlenika u zavodu je radoilo dvoje poslijedoktoranada, dvoje doktoranada na projektima Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ), te sedmero kolega zaposlenih izravno na projekte Europske unije (EU). Među svim zaposlenima imamo 17 doktora znanosti, a sedmero kolega rada na doktorskim disertacijama.

Svi stalno zaposleni geolozi su uključeni u jedan od dvaju temeljnih projekata, a u zavodu se aktivno radi na tri znanstvena projekta HRZZ-a: TRANITAL (dr. sc. Tamara Marković), ISSAH (dr.

The Department of Hydrogeology and Engineering Geology (ZHIG) is concerned with the applied technical aspects of geological sciences and geological engineering. In 2020, the department had 36 employees with 25 holding permanent positions—11 in scientific positions and eight in professional positions along with six technical-administrative employees. Two postdoctoral students were hired for projects funded by the Croatian Science Foundation (HRZZ), and seven were employed directly for European Union (EU)-funded projects. Among all our employees, 17 have Doctoral degrees and seven are currently working on their doctoral dissertations.

All fulltime geologists in the department are involved in one of the two basic projects, and several participate in the following three projects funded by the Croatian Science Foundation: TRANITAL (Tamara Marković, PhD), ISSAH (Kosta Urumović, PhD), and



Snimanje bespilotnom letjelicom na zapadnom Papuku u sklopu projekta HyTheC (foto M. Pavić)

Data acquisition by UAV on the western slopes of Papuk Mt. in the scope of HyTheC project (photo by M. Pavić)



Srušeni objekt u tijelu klizišta u Kravarskom (foto L. Podolszki)

Collapsed object in the landslide body in Kravarsko (photo by L. Podolszki)

sc. Kosta Urumović) i HyTheC (dr. sc. Staša Borović). Uz ostale vrste projekata (EU projekti, nacionalni znanstveni projekti i tržišni projekti), radna je aktivnost zavoda na maksimumu, a tijekom 2020. radilo se na ukupno 47 raznovrsnih projekata. Usprkos tome, i dalje se nastavlja trend rasta objavljivanja znanstvenih radova, te smo ih ove godine objavili najviše do sada: 19 (Scopus), odnosno 15 (WoS-CC), uz brojne konferencijske radove i druge vrste znanstvenih komunikacija.

U zavodu postoje četiri laboratoriјa, a važno je napomenuti kako su gotovo u cijelosti financirani zavodskim i projektnim novcima. To su naši „stariji“ hidrokemijski i inženjerskogeološki laboratoriј, nešto noviji laboratoriј za geofizička istraživanja, i najnoviji laboratoriј za daljinska istraživanja. Svi su laboratoriјi u potpunosti integrirani u svakodnevni rad zavoda i naše brojne hidrogeološke, inženjerskogeološke i geotermalne projekte.

Uz znanstvene projekte HRZZ i EU znanstvene projekte (Obzor2020), radimo na drugim nacionalnim znanstvenim (strukturni fondovi) i stručnim (tržišnim) projektima. EU projekti (najviše Interreg) i dalje su jedan od najvažnijih vidova rada u ZHGIG. U zavodu je trenutno zaposleno čak sedmero mladih inženjera na projektima EU, a neki od njih izrađuju doktorske disertacije koje financira zavod (odnosno projekti). Ovi projekti značajno unaprjeđuju zavod i kroz (1) financiranje kompleksnih istraživanja koja se inače ne bi mogla provoditi, (2) kupnju informacičke i istraživačke opreme, (3) veliku vidljivost zavoda i cijelog instituta, i (4), posljedično, povećanje znanstvene produkcije.

Iako se zavod sve više usmjerava na znanstvene projekte i velike EU projekte, tržišni projekti nisu zanemareni, te smo tijekom 2020. radili za brojne investitore, među kojima se ističu: Hrvatske vode, Zagorski vodovod d.o.o., Grad Slavonski Brod, HEP-Proizvodnja d.o.o., Javna ustanova "Park prirode Velebit", Tempus projekt d.o.o., Koprivničke vode d.o.o., Elka d.o.o., Grad Križevci, Kamen d.d., Geotehnički studio d.o.o., Enhydro d.o.o. i Vodovod-Hidrogeološki radovi d.o.o.



Megabreča vulkanogeno-sedimentno-evaporitnoga kompleksa dijapira u Komiži na otoku Visu, pokušnom području projekta DEEPWATER-CE (foto S. Borović)

Megabreccia in volcanic-sedimentary-evaporitic complex of Komiža diapir on the island of Vis, pilot area of DEEPWATER-CE project (photo by S. Borović)

HyTheC (Staša Borović, PhD). Along with other types of projects (EU projects, national scientific projects, and market-oriented projects), work in ZHGIG was intensive, including a total of 47 projects in 2020. Despite this workload, we published our maximum number of scientific papers so far: 19 (Scopus) and 15 (WoS-CC), along with numerous conference papers and other types of scientific communications.

There are four laboratories in our department, which are almost entirely funded by the

Department and project money. These include our ‘older’ hydrochemical and engineering geological laboratory, a newer laboratory for geophysical research, and the most recent laboratory for remote sensing. All laboratories are fully integrated into the daily work of the Department and numerous hydrogeological, engineering geological, and geothermal projects.

In addition to scientific projects of the Croatian Science Foundation and EU scientific projects (Horizon 2020), we are currently working on other national scientific (structural funds) and professional (market-oriented) projects. EU projects (mostly Interreg) are still one of the most important forms of activity in ZHGIG. The Department currently employs as many as seven young engineers on EU projects, some of whom are preparing their doctoral dissertations funded by the Department (i.e., through the related research projects). These projects significantly improve the Department by (1) funding complex research that could not otherwise be carried out, (2) purchasing IT and research equipment, (3) increasing the visibility of the Department and the Survey as a whole, and (4) supporting increased scientific output.

Although the Department is increasingly focussing on scientific projects and large EU projects, market-oriented projects have not been neglected. In 2020, we worked for numerous investors including the following: Hrvatske vode, Zagorski vodovod Ltd., City of Slavonski Brod, HEP-Proizvodnja Ltd., Public Institution 'Velebit Nature Park', Tempus Projekt Ltd., Koprivničke vode Ltd., Elka Ltd., City of Križevci, Kamen JSC, Geotehnički studio Ltd., Enhydro Ltd., and Vodovod-Hidrogeološki radovi Ltd.

Zavod za mineralne sirovine

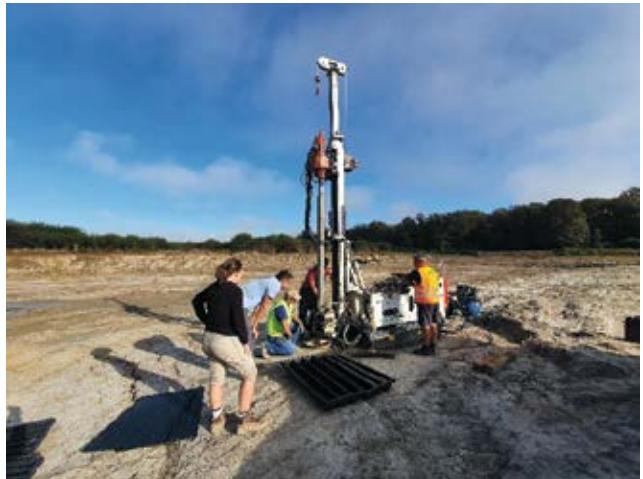
Department of Mineral Resources

Predstojnica Zavoda / Head of Department: dr. sc. **Nikolina ILLJANIĆ**
 tel.: 358 1 6160 745
 fax.: 385 1 6144 716
 e-mail: nikolina.iljanic@hgi-cgs.hr



Zavod za mineralne sirovine (ZMS) provodi istraživanja mineralnih sirovina, geološka istraživanja podmorja, geokemijska istraživanja okoliša, paleolimnološka i istraživanja siga. U zavodu je trenutno zaposleno 14 djelatnika (4 znanstvenika, 7 stručnjaka, poslijedoktorandica, asistentica i tajnica zavoda). Djelatnici zavoda uključeni su u temeljne projekte programa izrade geoloških karata OGK, KMS i GKP. Znanstvena istraživanja tijekom 2020. god. provodila su se kroz projekte Hrvatske zaklade za znanost QMAD (voditelj S. Miko), GEOSEKVA (O. Hasan, D. Brunović), TRANITAL (M. Šparica Miko), NECEM (S. Miko).

U 2020. god djelatnici ZMS objavili su čak 16 znanstvenih rada (više od 3 znanstvena rada po znanstveniku) što smatramo izuzetnim doprinosom povećanju broja publiciranih radova Instituta. Tijekom 2020. god. djelatnici ZMS su aktivno sudjelovali u provedbi ukupno 23 projekta.



Bušenje glinenih naslaga u gliništu Rečica te fotodokumentiranje jezgri u laboratoriju (foto N. Ilijanić).

Drilling of clay sediments in the Rečica clay deposit and photo documentation of the cores in the laboratory (photo by N. Ilijanić)

The Department for Mineral Resources (ZMS) conducts research in the field of mineral raw materials, marine geology, environmental geochemistry, palaeolimnology, and research on stalactites and stalagmites. The ZMS currently has 14 employees (four scientists, seven professionals, one postdoctoral fellow, one assistant, and one secretary) involved in basic projects from the programme of the geological maps OGK, KMS, and GKP. Scientific research in 2020 was implemented through the following projects of the Croatian Science Foundation: QMAD (principal investigator: S. Miko), GEOSEKVA (O. Hasan, D. Brunović), TRANITAL (M. Šparica Miko), and NECEM (S. Miko).

In 2020, ZMS employees published 16 scientific papers (more than three per scientist), which we consider an exceptional contribution to publications across the entire Survey. In 2020, ZMS employees actively participated in the implementation of 23 projects.





Bušenje i uzorkovanje jezerskih sedimenata u području Prološkog blata te u polju Rupe, NP Krka (foto N. Ilijanić).

Drilling and sampling of lake sediments in the Prološko blato area and in Rupe karst polje, Krka National Park (photo by N. Ilijanić)

U području istraživanja mineralnih sirovina radili su na 9 projekata (5 međunarodna projekta iz programa Geoera Eranet i EIT RM, Strategiji gospodarenja mineralnim sirovinama RH te 3 ostala gospodarstvena projekta). U sklopu EIT RM projekata objavljena je brošura o boksitima s osvrtom na njihov potencijal prema udjelu REE te registar primarnih i sekundarnih mineralnih sirovina JI Europe dostupan na web pregledniku (<https://reseerve.eu/results>). Nastavljen je rad na istraživanju mineralnih sirovina (elaborati, studije), čime se osigurava kontinuitet suradnje s gospodarstvom. Obrađeni su prostorni podaci geološke potencijalnosti mineralnih sirovina RH u suradnji s Ministarstvom gospodarstva i održivog razvoja, za potrebe izrade Državnog plana prostornog razvoja. Kroz izradu Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama RH, Institut se pozicionirao kao središnji autoritet u području geoloških istraživanja i istraživanja mineralnih sirovina u Hrvatskoj.

U području geokemijskih istraživanja okoliša, marine geologije, paleolimnologije i siga radili su na 14 projekata, od toga na 2 međunarodna projekta (EMODnet-Geologija



Bušenje i uzorkovanje jezerskih sedimenata u području Prološkog blata te u polju Rupe, NP Krka (foto N. Ilijanić).

Drilling and sampling of lake sediments in the Prološko blato area and in Rupe karst polje, Krka National Park (photo by N. Ilijanić)

In the field of mineral resources research, we worked on nine projects (five international projects from the GeoERA and EIT RM programmes, the Management Strategy for Mineral Resources of the Republic of Croatia, and three other market-oriented projects). As part of the EIT RM projects, a brochure on bauxites was published with a review of their potential according to their content of rare-earth elements (REE) as well as an online register of primary and secondary mineral resources of SE Europe (<https://reseerve.eu/results>). Research on mineral raw materials (reports and studies) continues to safeguard the stability of cooperation with industry. Spatial data concerning the geological potential of the mineral resources of the Republic of Croatia in cooperation with the Ministry of Economy and Sustainable Development were further processed to draft the National Spatial Development Plan. Through the development of a management strategy for mineral resources in Croatia, the Survey has also positioned itself as a central authority in the field of geological research and exploration of mineral resources in Croatia.



Snimanje georadarom (GPR-om) u području Prološkog blata (foto N. Ilijanić)

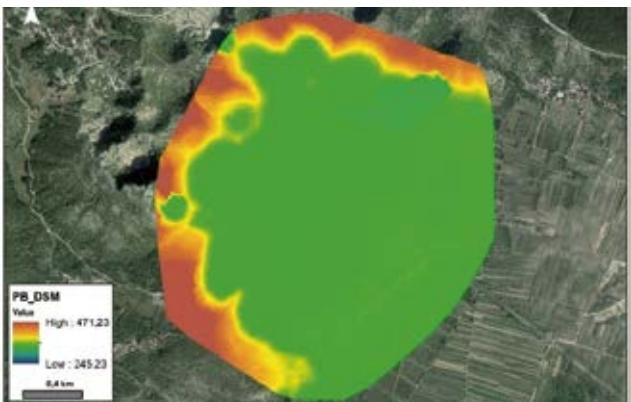
Georadar survey (GPR) in the Prološko blato area (photo by N. Ilijanić)

In the field of geochemical environmental research, marine geology, palaeolimnology, and speleothem re-



Snimanje bespilotnom letjelicom u području Prološkog blata.

Remote sensing by UAV in the Prološko blato area



4, GeoTwinn), 1 HRZZ projektu kao voditelji (QMAD) i 3 HRZZ projekta u suradnji s drugim znanstvenicima (GEOSEKVA, TRANITAL, NECEM), potom na 2 projekta u suradnji s gospodarstvom (Visovačko jezero i Prološko blato), u suradnji s drugim znanstvenicima u sklopu projekta UKV (Europski strukturni i investicijski fond), preko kontinuirane suradnje s gospodarstvom (tvrtka Geomar) te u sklopu 4 znanstvene suradnje s drugim znanstvenicima i institucijama (D. Sivan i B. Bechor sa Sveučilišta u Haifi, K. Jerbić, HPM, Sveučilište u Mainzu). Uspostavljena je suradnja sa Sveučilištem u Innsbrucku (M. Strasser) za XRF analize jezgri sedimenta te su D. Brunović i N. Šenolt boravile tamo na geokemijskim snimanjima jezgri iz Prokljanskog jezera. Ugovoren je 1 novi projekt u suradnji s gospodarstvom te je odobren 1 uspostavni HRZZ projekt čiji se početak očekuje početkom 2022. godine, dok je nekoliko projektnih prijedloga na evaluaciji (OFF-SOURCE, Usluga kartiranja morskih staništa područja obalnog mora i epikontinentalnog podjasa).

search, our researchers were involved in 14 projects including two international projects (EMODnet-Geology 4, GeoTwinn), one HRZZ project as leaders (QMAD), and three HRZZ projects in collaboration with other scientists (GEOSEKVA, TRANITAL, and NECEM). Furthermore, our researchers were included in two projects in collaboration with industry (Visovac Lake and Prološko blato), and in cooperation with other scientists within the scope of the UKV project (European Structural and Investment Fund). This involves on-going cooperation with industry (Geomar company) and four collaborations with other scientists and institutions (D. Sivan and B. Bechor from the University of Haifa, and K. Jerbić from HPM, University of Mainz). Cooperation was also established with the University of Innsbruck (M. Strasser) for XRF analyses of sediment cores, including a research visit by D. Brunović and N. Šenolt to carry out XRF core-scanning of cores from Prokljansko Lake. One new project has been contracted in cooperation with industry and one HRZZ project was also approved that is expected to start in early 2022. Several project proposals are also currently under evaluation (OFF-SOURCE, Coastal Sea, and Continental Shelf Mapping Service).



Željezna ruda ležišta Tuk u području Pađena pored Knina, te fotografija presjeka šljake/žgure iz područja arheološkog nalazišta Burnum u NP Krka (foto S. Miko i I. Trbojević).

Iron ore of the Tuk deposit in the Pađene area near Knin, and a photograph of the cross-section of slag from the Burnum archaeological site in the Krka National Park (photo by S. Miko and I. Trbojević)



Geološka služba

Geological Survey

Voditelj službe / Head of the survey: dr. sc. **Slobodan MIKO**

Osnovni poslovi Geološke službe (GS) su prikupljanje i obrada podataka geoloških istraživanja koje provode zaposlenici Hrvatskog geološkog instituta te podataka koji se institutu dostavljaju na temelju Zakona o rudarstvu (NN 56/13, 14/14, 52/18), Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika (NN 52/18, 52/19) i Zakonu o geološkim istraživanjima (NN 34/86). Novi Zakon o geološkim istraživanjima nažalost zbog epidemioloških uvjeta nije izrađen, mada je radna skupina imala dva radna sastanka početkom 2020. godine pod voditeljstvom MINGOR-a i MZO-a. Geološka služba će moći u potpunosti ispunjavati svoju ulogu po donošenju novog Zakona o geološkim istraživanjima koji će možda biti donesen tijekom sljedećih godina. Kako bi GS bila funkcionalna i u skladu s vremenom u

The main tasks of the Geological Survey Department (GS) are the gathering and processing of geological research data conducted by employees of the Croatian Geological Survey as well as data submitted to the Survey on the basis of the Mining Act (OG 56/13, 14/14, 52/18), the Act on the Exploration and Production of Hydrocarbons (OG 52/18, 52/19), and the Geological Survey Act (OG 34/86). Unfortunately, due to the global pandemic, the new Geological Survey Act was not drafted, although the working group had two working meetings in early 2020 under the leadership of the MINGOR and MZO ministries. The GS will be able to fulfil its role in its entirety following the enactment of the new Geological Survey Act, which we hope will be endorsed in the coming years. For GS to function in line with the current times, the IT infrastruc-



Istraživači HGI-CGS-a i međunarodni istraživački tim prije polaska na teren na područje pogodjeno potresom u Petrinji
HGI-CGS researchers and the international research team before a field trip to the area affected by the Petrinja earthquake

kojem živimo, kontinuirano se posljednje tri godine prišlo obnavljanju IT infrastrukture Hrvatskog geološkog instituta koja se provodi dijelom i proračunskim sredstvima dobivenim za rad Geološke službe. Uobičajene aktivnosti vezane za putovanja i radne sastanke u sklopu Europskog udruženja geoloških službi (EuroGeoSurveys) ove godine su izostale zbog ograničenja koja su na snazi radi suzbijanja širenja bolesti COVID-19, te su održane virtualnim putem. U razdoblju 2021. poslije katastrofalnog potresa na području Sisačko-moslavačke županije geolozi HGI-CGS-a kroz geološku službu angažirani su na utvrđivanju geoloških posljedica potresa i njegovih površinskih manifestacija (klizišta, likvefakcije, deformacije terena uslijed stvaranja/otvaranja ponikvi). Ova aktivnost obavlja se u koordinaciji sa Stožerom civilne zaštite i rezultat će biti karte stabilnosti za ugroženo područje. Ovu aktivnost provodit će 20-ak geologa iz HGI-CGS-a. U sklopu snimanja koseizmičkih i postseizmičkih površinskih manifestacija kao posljedica petrinjskoga potresa, timovima Hrvatskog geološkog instituta, koji su od samog početka na terenu, pridružili su se i kolege iz inozemnih institucija: Institut za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost (IRSN, Francuska), Sveučilište Chieti (Italija), Geološka služba Slovenije (GeoZS) i Sveučilište Aix-en-Provence (CEREGE, Francuska). Nastaviti će se ažuriranje i rad na bazi geoloških podataka i informacija i rad za potrebe Nacionalne infrastrukture prostornih podataka (NIPP) koja će biti sastavni dio europske infrastrukture prostornih podataka definirane INSPIRE direktivom. Važna aktivnost GS-a kroz EGS biti će aktivno sudjelovanje u pripremi projekta Horizon Europe vezanih za djelatnost GS-a kroz "Coordination and Support Action: Support to the activities of the European Geological Services".

ture of the entire HGI-CGS has been continuously renewed over the last three years, which has been partly carried out using budget funds granted for the work of the GS.

The usual activities associated with travel and working meetings within the scope of the European Geological Surveys (EGS) could not continue this year due to COVID-19, and were instead held virtually. At the beginning of 2021, after the catastrophic earthquake in Sisak-Moslavina County, geologists from HGI-CGS have been engaged in activities related to clarifying the geological consequences of the earthquake and its surface manifestations (i.e., landslides, liquefaction, and terrain deformation due to the formation/opening of sinkholes). These activities are carried out in coordination with the Civil Protection Headquarters of the Republic of Croatia, the result of which will be stability maps constructed for the area at risk. This work will involve approximately 20 HGI-CGS geologists. During the recording of co-seismic and post-seismic surface manifestations as a result of the Petrinja earthquake, the HGI-CGS teams, who were in the field early on, were joined by colleagues from the Institute for Radiation Protection and Nuclear Safety (IRSN, France), Chieti University (Italy), the Geological Survey of Slovenia (GeoZS), and the University of Aix-en-Provence (CEREGE, France). Updates and other activities on the geological database to meet the needs of the National Spatial Data Infrastructure are also on-going, which forms an integral part of the European Spatial Data Infrastructure defined by the INSPIRE Directive. An important activity of the GS through the EGS is participation in the preparation of the Horizon Europe project related to the activities of the GS through 'Coordination and Support Action (CSA): Support to the activities of the European Geological Services'.

Infrastruktura

Infrastructure

Autori / Authors: **dr. sc. Iris BOSTJANČIĆ, Ana ČAIĆ JANKOVIĆ, dr. sc. Ozren HASAN**

U Zavodu za geologiju (ZG) djeluju tri laboratorijske postrojbe: Laboratorijski uređaj za pripremu mineraloško-petrografske i paleontološke analize, Mineraloško-petrografska postrojba te Geokemijska postrojba. U 2020. g. Laboratorijski uređaj za pripremu mineraloško-petrografske i paleontološke analize opremljen je instrumentom Mlin drobilica BB 50 za fino i brzo drobljenje uzoraka te brušnom pločom. U sklopu Geokemijskog laboratorijskog nabavljeni su dva instrumenta: Tresilica roller 6 digital te uređaj Technical 10 Plus. Zavod je iz vlastitih sredstava nabavio opremu za fotogrametrijsku izmjjeru koristeći bespilotne zrakoplovne sustave (Sensefly Ebee plus i DJI Phantom 4 Advanced) te Trimble R8 GNSS RTK rover, 10 licenci za CorelDRAW, fotogrametrijsku obradu podataka (Pix4D) te prijenosno računalo za potrebe obrade podataka daljinskih istraživanja i fotogrametrije.

There are three laboratories in the Department of Geology (ZG)—the laboratory for the preparation of mineralogical-petrographic and palaeontological analyses, the mineralogical-petrographic laboratory, and the geochemical laboratory. In 2020, the first of these was equipped with a BB 50 crusher mill for fine and fast crushing of samples, as well as a grinding wheel. A Roller 6 digital shaker and a Technical 10 Plus device were also procured for the geochemical laboratory. The Department also procured equipment for photogrammetric surveying from its own funds: unmanned aerial vehicles (Sensefly Ebee plus and DJI Phantom 4 Advanced) and a Trimble R8 GNSS RTK rover along with 10 licenses for CorelDRAW, photogrammetric data processing (Pix4D), and a laptop for remote data-processing and photogrammetry.



Novi laboratorijski uređaji Zavoda za geologiju: mlin drobilica i tresilica te bespilotna letjelica i GNSS stanica (foto: A. Čaić Janković i B. Kordić)

New laboratory devices in the Department of Geology: a jaw crusher, a shaker and unmanned aerial and GNSS rover (photo by A. Čaić Janković and B. Kordić)



Repozitorij za jezgre sedimenata (foto: N. Ilijanić)

Repository for sediment cores (photo by N. Ilijanić)

Tijekom 2020. g. obavljeno je više stotina priprema te značajan broj drugih analiza. Izrađeno je 787 preparata, 110 priprema separacija teške i lake mineralne frakcije, 178 palinoloških, 64 nano te 48 priprema za radiolarije, 30 šlemova te 52 granulometrijske analize s areometriranjem. Na rendgenskom difraktometru provedeno je 167 semikvantitativnih analiza na praškastim uzorcima i 31 analiza minerala glina te 33 granulometrijske analize na laserskom difraktometru, 109 analiza kalcimetrije prema Scheiblerovoj metodi i više stotina bojanja preparata. Analize su bile uglavnom namijenjene znanstvenim projektima, a rezultati su objavljeni u 26 znanstvenih radova, 26 stručnih publikacija te OGK RH List Rovinj 2.

U Zavodu za mineralne sirovine djeluju dva laboratorijska: Geo-kemijski laboratorijski i Mineraloško-petrografske laboratorijske. Tijekom 2020. g. otvoren je Hrvatski repozitorij za jezgre sedimenata. U sklopu repozitorija se u prostoriji s kontroliranim hlađenjem okolišem čuvaju jezgre sedimenata uzorkovane u plitkim morima i jezerima duž istočne jadranske obale, a do sada je pohranjeno 300 m jezgara. Jezgre su arhivirane u dužini do 150 cm u plastičnim cijevima („d-tubes“) ili su vakumirane. Izrađena je i prostorna baza podataka o prikupljenim sedimentima.

Tijekom 2020. g. provedeno je 1156 analiza ugljika i dušika u tlu. Na rendgenskom difraktometru izrađeno je 430 mineraloških analiza. Laserski difraktometar korišten je za mjerjenje veličine čestica 276 uzoraka sedimenata dok je na magnetometru izvedeno 1564 mjerjenja magnetskog susceptibiliteta. U pripremnom laboratoriju je obrađeno 130 metara jezgara. Za potrebe istraživanja podmorja nabavljen je novi panoramski dubinomjer.



Snimanje višesnopnim dubinomjerom, Šibenski kanal (foto: O. Hasan)

Multi-beam echo-sounder recording, Šibenik Channel (photo by O. Hasan)

In 2020, hundreds of pre-treatments were made together with a significant number of other analyses. A total of 787 thin-sections were prepared; 110 pre-treatments for the separation of heavy and light mineral fractions; 178 palynological, 64 nannofossil, and 48 pretreatments for radiolarian analyses; 30 micro-and macrofauna analyses; and 52 granulometric analyses with areometry. Using the X-ray diffractometer, 167 semi-quantitative analyses of pulverised samples and 31 analyses of clay minerals were performed; 33 granulometric analyses were performed using our laser diffractometer; 109 calcimetry analyses were performed according to the Scheibler method; and hundreds of thin-section dyeing treatments were carried out. These procedures were mainly performed for the purposes of scientific research projects, with results published in 26 scientific papers, 26 professional publications, and the OGK RH sheet Rovinj 2.

There are two laboratories in the Department of Mineral Resources—the Geochemical Laboratory and the Mineralogical-Petrographic Laboratory. In 2020, the Croatian core repository (CCR) for sediment cores was established. As part of this repository, sediment cores sampled in shallow seas and lakes along the eastern Adriatic coast are stored in a cold room storage, and 300 m of cores have been stored so far. Cores up to 150 cm in length are archived in plastic tubes ("d-tubes") or vacuumed. A spatial database of the collected sediments has also been developed.

In 2020, 1,156 soil carbon and nitrogen analyses were carried out; 430 mineralogical analyses were performed using an X-ray diffractometer; laser diffractometry was used to measure the particle size distributions of 276 sediment samples; 1,564 measurements of magnetic susceptibility were performed; and 130 m of cores were processed in the preparatory laboratory. To meet the needs of underwater research, a new side-scan sonar (Humminbird He-



Snimanje bespilotnom letjelicom eBee Plus (foto: T. Frangen)
Recording by eBee Plus UAV (photo by T. Frangen)



Seizmička istraživanja, otok Vis (foto: M. Patekar)
Seismic surveys, island of Vis (photo by M. Patekar)

nomjer Humminbird Helix 10 CI SI+ DI+, koji će omogućiti izradu mozaika dna na većim dubinama od dosad korištenog, koji i dalje ostaje u upotrebi. Višesnopni dubinomjer je tijekom godine korišten za snimanje morfologije dna područja estuarija rijeke Krke i prostora od Šibenskog kanala do otoka Žirje, čime su pokrivena 63 km² podmorja. Većina analiza u laboratorijima bila je namijenjena znanstvenim projektima, a rezultati su objavljeni u 16 znanstvenih radova i 20 stručnih publikacija.

U Zavodu za hidrogeologiju i inženjersku geologiju provode se različite analize i snimanja u sklopu hidrokemijskog i inženjerskogeološkog laboratorija, te laboratorijskih za geofizička i daljinska istraživanja. U 2020. g. hidrokemijski laboratorij opremljen je polarografom 884 Professional VA, za što su sredstva osigurana iz EU projekta MUHA. Iz vlastitih sredstava zavoda nabavljena je bespilotna letjelica Anafi.

Tijekom 2020. g. provedene su 983 analize stabilnih izotopa kisika i vodika u vodi, 840 analiza osnovnih aniona i kationa, 449 analiza ukupnog organskog ugljika i 308 analiza detekcije umjetnih trasera. Provedeno je određivanje poroznosti tehnikom saturacije za 150 uzoraka i areometriranje za 2 uzorka, granice plastičnosti i tečenja određene su za 36 i 29 uzorka, a 36 uzoraka podvrgnuto je ultrazvuku. U sklopu geofizičkih istraživanja korištene su metode geoelektrične tomografije (10 profila ukupne duljine 3668 m), seizmike (6 profila ukupne duljine 644 m) i magnetotelurike (24 sonde). ShapeMetrix3D sustav korišten je za mjerjenje hrapavosti ploha diskontinuiteta. Bespilotnim letjelicama snimljena je ukupna površina od oko 30 km². Najveći broj analiza i snimanja održano je u sklopu

lix 10 CI SI + DI +) was procured, which will enable the construction of seafloor mosaics at greater depths than previously used model. The multi-beam echo-sounder was used during the year to record the bottom morphology of the Krka estuary area and the area from the Šibenik Channel to the island of Žirje, covering 63 km² of the seabed. Most of the analyses in our laboratories were intended for scientific projects, and the results were published in 16 scientific papers and 20 professional publications.

The Department of Hydrogeology and Engineering Geology conducts various analyses and recordings within the hydrochemical and engineering geological laboratory, as well as the laboratory for geophysical and remote sensing research. In 2020, the hydrochemical laboratory was equipped with an 884 Professional VA Polarograph, funded by the EU project MUHA. An Anafi drone was also procured using the department's own funds.

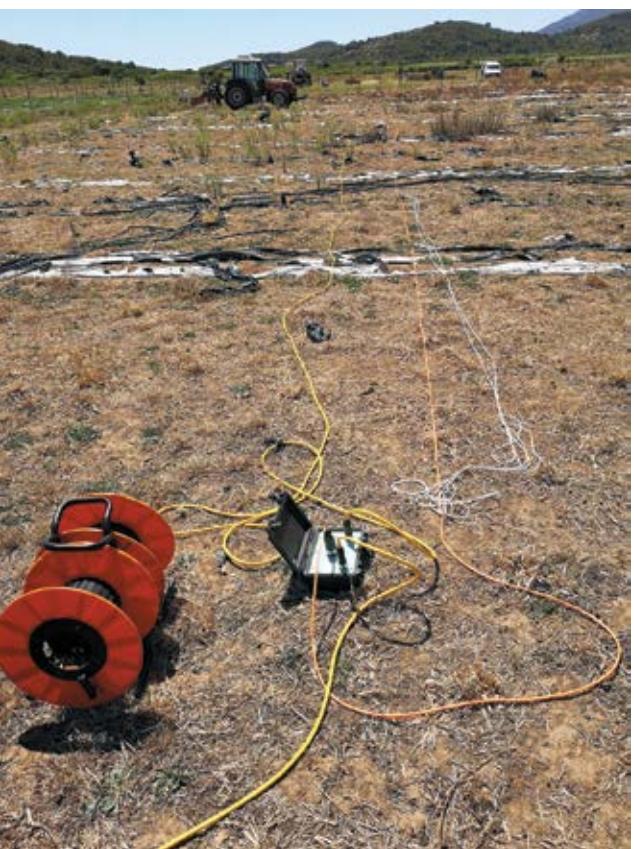
During the year, 983 analyses of stable isotopes of oxygen and hydrogen in water, 840 analyses of basic anions and cations, 449 analyses of total organic carbon, and 308 analyses of artificial tracer detection were performed. Porosity was determined for 150 samples using the saturation technique and areometry in the case of two samples; plasticity and flow limits were determined for 36 and 29 samples, respectively, and 36 samples were subjected to ultrasound treatment. As part of geophysical research, electrical resistivity tomography (10 profiles with a total length of 3,668 m), seismic refraction (6 cross-sections with a total length of 644 m), and magnetotellurics (24 probes) were employed. The ShapeMetrix3D system was used to measure the roughness of discontinuity surfaces, and unmanned aerial vehicles (drones) were used to survey a total area of approximately 30 km². The largest number of analy-

EU i HRZZ projekata, a manji dio za potrebe tržišnih projekata, vanjskih naručitelja te izrade diplomskog rada. Rezultati su objavljeni u jednom znanstvenom radu i šest elaborata, a većina će se koristiti za izradu doktorskih disertacija i objavljivanje znanstvenih radova.

Epidemiološke mjere zbog pandemije bolesti COVID-19 i potresi koji su nas pogodili u ovoj godini promijenili su način rada knjižnice HGI-CGS-a, kao i samog instituta te mnogih drugih knjižnica. Zbog epidemioloških je mjerama smanjen broj posjeta knjižnici te je većina komunikacije s knjižnicom obavljana e-mailom ili telefonom.

Nastavljeno je s nabavkom knjiga i časopisa koji su uglavnom pribavljeni razmjenom sa časopisom Geologia Croatica u izdanju instituta, a određena je količina literature nabavljena i u suradnji s kolegama i kolegicama iz srodnih knjižnica te Nacionalne sveučilišne knjižnice. Knjižnica je i ove godine sudjelovala u radu na časopisu Geologia Croatica te su izdana tri redovita broja, a primjerici su poslani na adrese razmjene. Također, započet je proces revizije i otpisa građe koji će se nastaviti u sljedećoj godini.

Tijekom 2020. godine u bazu podataka Arhiva HGI-CGS-a unesen je 71 novi izvještaj, pa baza sada sadrži ukupno 15.778 izvještaja. Do danas je ukupno skenirano 7.007 izvještaja. Izvještaji se skeniraju od najnovijih prema starijima pa su u digitalnom obliku trenutno dostupni izvještaji od 1974. godine do danas. Na skeniranje čeka još 8765 izvještaja, međutim, neki više nisu dostupni u fizičkom obliku.



Primjena geoelektrične tomografije, otok Vis (foto: I. Kosović)

Application of geoelectric tomography, island of Vis (photo by I. Kosović)

ses and airborne recordings were performed under the EU and HRZZ projects compared to other market-oriented projects, jobs for external clients, and the preparation of Master's theses. Results from these activities have been published in one scientific paper and six studies, and will also be used in the preparation of the doctoral dissertations and publication of associated scientific papers.

Restrictions due to the COVID-19 pandemic and the earthquakes that hit us this year have changed the way the HGI-CGS library operates; the number of visits to the library was reduced and, for the most part, communication with the library has involved e-mail or telephone.

The procurement of books and journals obtained through exchange with the journal Geologia Croatica (published by

HGI-CGS) continued, and a certain amount of literature was procured in cooperation with colleagues from both related libraries and the National University Library. This year, the library also participated in the publication of three regular issues of Geologia Croatica, while a number of copies were sent to exchange partners. In addition, a process of revision and writing-off of some items has begun, and will continue in the next year.

In 2020, 71 new reports were entered into the HGI-CGS archives, which currently contains a total of 15,778 reports, of which 7,007 have been digitalised. The reports are scanned from newest to the oldest, so that the reports available in digital form currently cover the period from 1974 to the present day. 8,765 reports remain to be scanned, although some of these are no longer available in physical form.

2

*Program geoloških
karata*
*Geological mapping
programme*





Izoklinalne bore u kalkarenitima (foto M. Vukovski)
Isoclinal folds in calcarenites (photo by M. Vukovski)

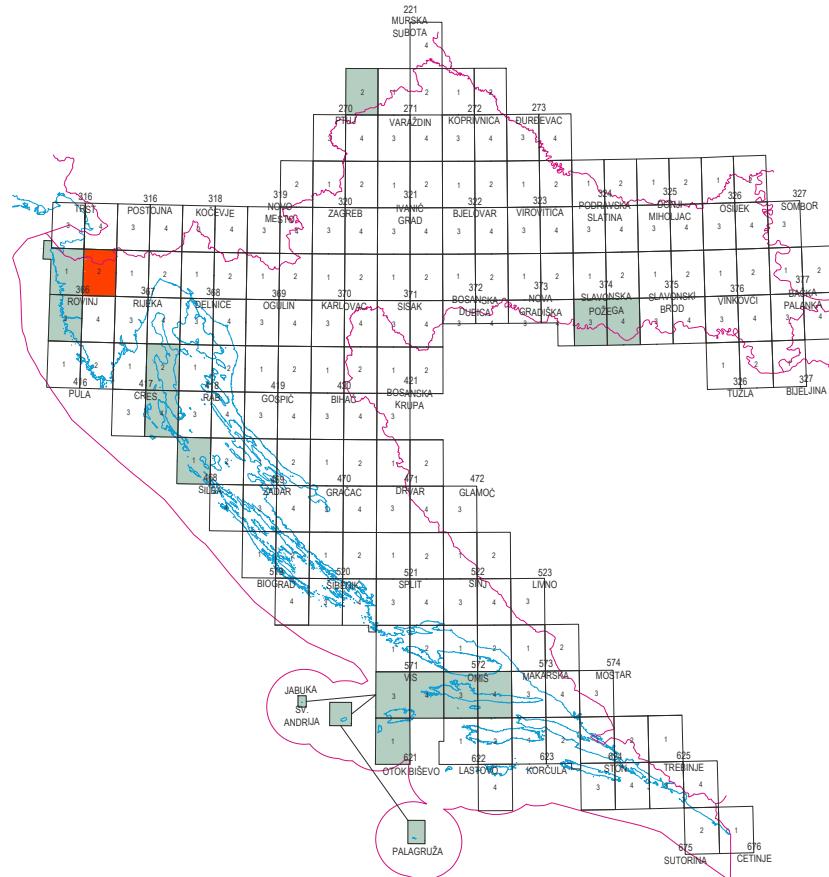
Program geoloških karata

Geological Mapping Programme

Autori / Authors: dr. sc. Slobodan MIKO, Nikola GIZDAVEC, dr. sc. Ozren HASAN, dr. sc. Tvrko KORBAR, dr. sc. Davor POLLAK, dr. sc. Ajka ŠORŠA, dr. sc. Josip TERZIĆ

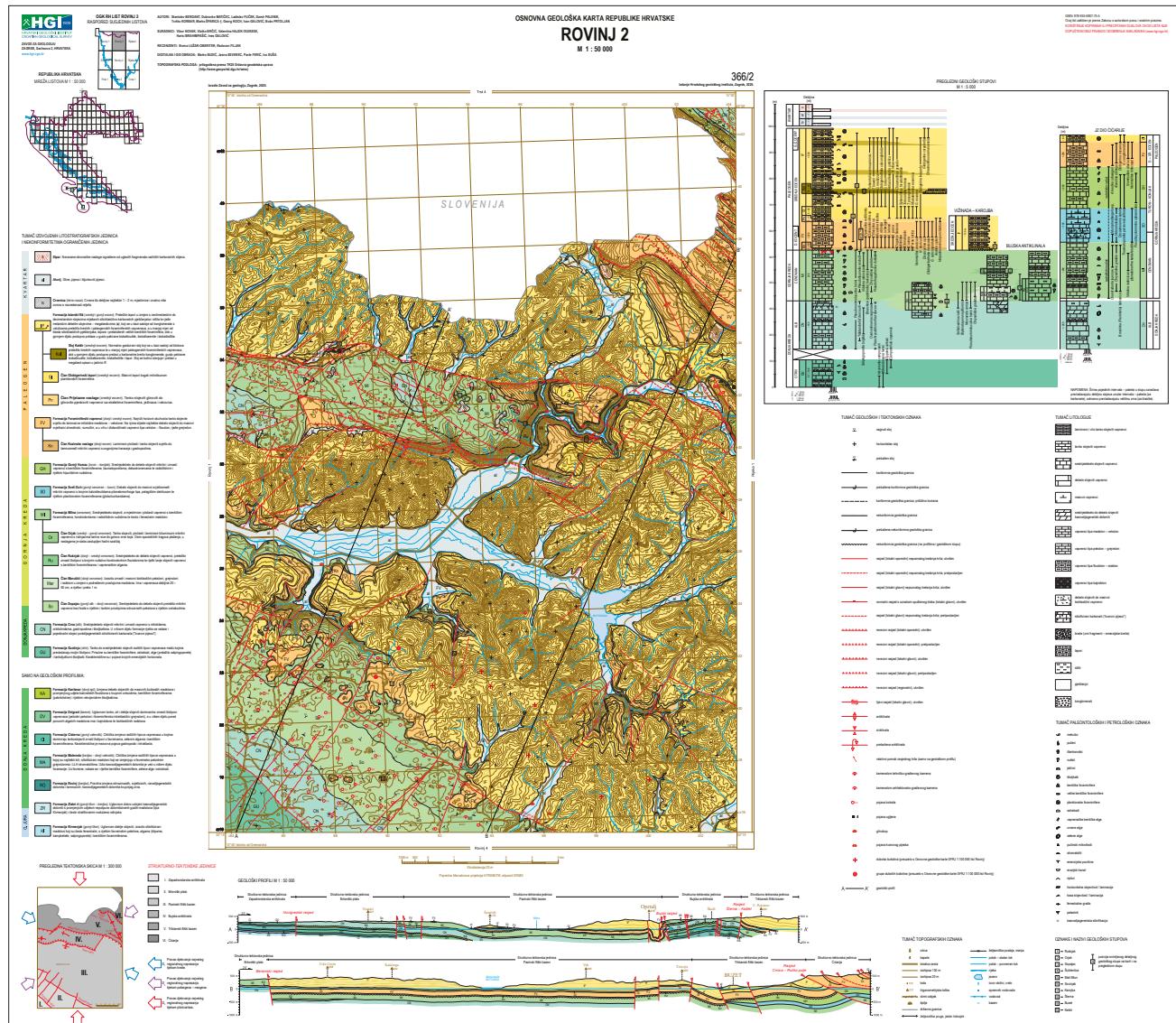
Projekti geoloških karata izrađuju se u sklopu Programa geoloških karta Republike Hrvatske (RH) i uglavnom su podijeljeni u dvije glavne regije RH: panonsko područje i dinaridsko (jadransko) područje, u okviru kojih su organizirane regionalne istraživačke skupine. Program se sastoji od osam tematskih cjelina od kojih su šest višegodišnji projekti, dok su dvije tematske

Geological maps were prepared within the Program of Geological Maps of the Republic of Croatia (RH) and are mainly divided into two main regions—the Pannonian area and the Dinaric (Adriatic) area, within which regional research groups are organised. The programme consisted of eight thematic units, of which six were multi-annual projects, while two thematic units were at the pilot stage.



Shema listova OGK RH s ranije objavljenim listovima prema topografskoj podjeli karata RH M 1:50.000 (označeno zelenom bojom) i novim listom „Rovinj 2“ (označeno crvenom bojom)

Scheme of the OGK RH sheets with previously published sheets according to the topographic distribution of Croatian maps M 1: 50.000 (marked in green) and the new sheet 'Rovinj 2' (marked in red)



Prikaz lista OGK RH „Rovinj 2“ (Bergant i sur., 2020).

Representation of the Appearance of the OGK RH 'Rovinj 2' (Bergant et al., 2020)

cjeline u fazi pilot projekata. Izrada geoloških karata važan je dio identiteta Hrvatskoga geološkog instituta i strateška aktivnost koja se provodi, bez obzira na ograničeno neposredno financiranje, kroz razne znanstvene i privredne projekte koji omogućuju prikupljanje podataka za izradu karata. Karte u sklopu programa su:

1. Osnovna geološka karta RH M 1:50.000 (glavni istraživač: dr. sc. Tvrko Korbar)
2. Osnovna hidrogeološka karta RH (glavni istraživač: dr. sc. Josip Terzić)
3. Osnovna inženjerskogeološka karta RH (glavni istraživač: dr. sc. Davor Pollak)

The production of geological maps is an important part of the identity of the Croatian Geological Survey and represents a strategic activity, which, regardless of limited direct funding, is carried out through various scientific and economic projects that facilitate the accumulation of data needed for the production of maps. The maps included in the programme were as follows:

1. Basic geological map of the Republic of Croatia M 1:50,000 (principal investigator: Tvrko Korbar, PhD).
2. Basic hydrogeological map of the Republic of Croatia (principal investigator: Josip Terzić, PhD).
3. Basic engineering geological map of the Republic of Croatia (principal investigator: Davor Pollak, PhD).

4. Osnovna geokemijska karta RH (glavni istraživači: dr. sc. Ajka Šorša i dr. sc. Ozren Hasan)
5. Karta mineralnih sirovina RH (glavni istraživač: Nikola Gisdavec)
6. Geološka karta jadranskog podmorja RH (glavni istraživač: dr. sc. Slobodan Miko)
7. Strukturno-geomorfološka karta RH (pilot projekt - u razradi)
8. Geotermalna karta RH (pilot projekt - u razradi)

S obzirom na dosadašnji učinak istraživanja, aktualne potrebe društva i strateške interdisciplinarnе teme na koje se orijentira djelatnost HGI-CGS-a, izrada geoloških karata usmjerava se na prioritetna područja (gradovi u seizmički aktivnim zonama, područja zaštite strateških zaliha vode, područja s potencijalno visokim stupnjem geohazarda, područja s potencijalom za eksploataciju mineralnih sirovina, područja nacionalnih parkova i parkova prirode te geoparkova. Program izrade geoloških karata temelji se na suvremenim dosezima raznih geoloških disciplina. Istraživanjem državnoga teritorija kroz izradu geoloških karata, geologija dobiva značajnu nacionalnu (i regionalnu) komponentu jer za rješavanje geološke problematike u RH ne postoji mogućnost uvoza znanja ili kadrova. Tijekom 2020. godine u sklopu projekta **Osnovna geološka karta RH M**

4. Basic geochemical map of the Republic of Croatia (principal investigators: Ajka Šorša, PhD and Ozren Hasan, PhD).
5. Map of mineral resources of the Republic of Croatia (principal investigator: Nikola Gisdavec).
6. Geological map of the Croatian Adriatic Sea (principal investigator: Slobodan Miko, PhD)
7. Structural-geomorphological map of the Republic of Croatia (pilot project - under development).
8. Geothermal map of the Republic of Croatia (pilot project - under development).

Given the current impact of research work, societal needs, and strategic interdisciplinary topics to which the activities of HGI-CGS are oriented, the development of geological maps focusses on the following priority areas: cities in seismically active zones; areas of protection of strategic water resources; areas with a high degree of potential geohazard; areas with potential for exploitation of mineral resources; and national parks, nature parks, and geoparks. The geological map programme is based on modern achievements in various geological disciplines. By exploring the state territory through the production of geological maps, geology acquires a significant national (and regional) component because there is no possibility of acquiring knowledge or personnel to solve geologi-



Panoramska fotografija dijela Pazinskog flišnog bazena i masiva Ćićarije. Pogled s Učke prema sjeverozapadu (foto D. Palenik)

Panoramic photo displaying part of the Pazin flysch basin and Ćićarija Mt. massif. View from Učka Mt. to the northwest (photo by D. palenik)

1:50.000 na području Dinarida objavljen je list „Rovinj 2“ (Bergant i sur., 2020), a terenska istraživanja bila su usmjerenja na snimanje stupova u području istarskog fliša. Obranjena je doktorska disertacija Damira Palenika „Geološka građa i rekonstrukcija tektonogeneze središnjega dijela Čićarije“. Na području Panona intenzivno se radio na tumaču lista „Požeška gora“. U tijeku je izrada nekoliko doktorskih disertacija. Istraživanja su finansirana djelomično iz programske ugovore od strane MZO-a, a djelomič-

no iz vlastitih sredstava Zavoda za geologiju. U 2021. u području „Dinaridi“ planira se nastavak geološkog kartiranja PP Biokovo, a u području „Panon“ se nastavlja rad na tumaču lista „Požeška gora“. Svi objavljeni listovi OGK RH mogu se preuzeti na Geoportalu HGI-CGS-a (www.hgi-cgs.hr/geoloske-karte/).

U izradi **Osnovne hidrogeološke karte RH** (OHGK) sudjeluje 11 istraživača podijeljenih u dvije glavne tematske skupine – krški Dinaridi i Panonski bazen, zbog izrazito različitih pristupa istraživanjima ovih dviju prirodnih cjelina naše države. Iako je bilo planirano tijekom 2020. objaviti dva recenzirana lista OHGK M 1:100.000 (Krapina i Otočac), oni još nisu završeni zbog ostalih prioritetnih aktivnosti i nepostojanja financiranja. Aktivnosti koje se mogu povezati s OHGK baziraju se na prikupljanju velikog fonda podataka koji će se, po eventualnom dobivanju sustavnog financiranja karte, moći relativno brzo uklopiti u publikacije projekta (listove i tumače). Svi su istraživači nastavili raditi na područjima u kojima su istraživanja započela ranije, pa su tako u različitim fazama izrade OHGK Istre, dijela južne Dalmacije, fluviokrškog područja, te dijela sljevova Drave i Baranje. Rad će se u sljedećem razdoblju uglavnom iz formata listova nekadašnjih OGK100 usmjeravati prema logičnim hidrogeološkim cjelinama.

U radu na **Osnovnoj inženjersko-geološkoj karti RH** (OIGK) sudjeluje osam istraživača. Aktivnosti su uglavnom bazirane na prikupljanju podataka koji će se u slučaju eventualnog sustavnog i stabilnog financiranja moći koristiti za izradu osnov-



Tipičan slijed istarskog fliša na lokalitetu Šterna: izmjena slojeva siliciklastičnih pješčenjaka i lapora te debelih karbonatnih normalno graduiranih slojeva (breča, krupno do sitnozrnati kalkarenita i siltita), tzv. megaslojeva (foto K. Petrinjak)

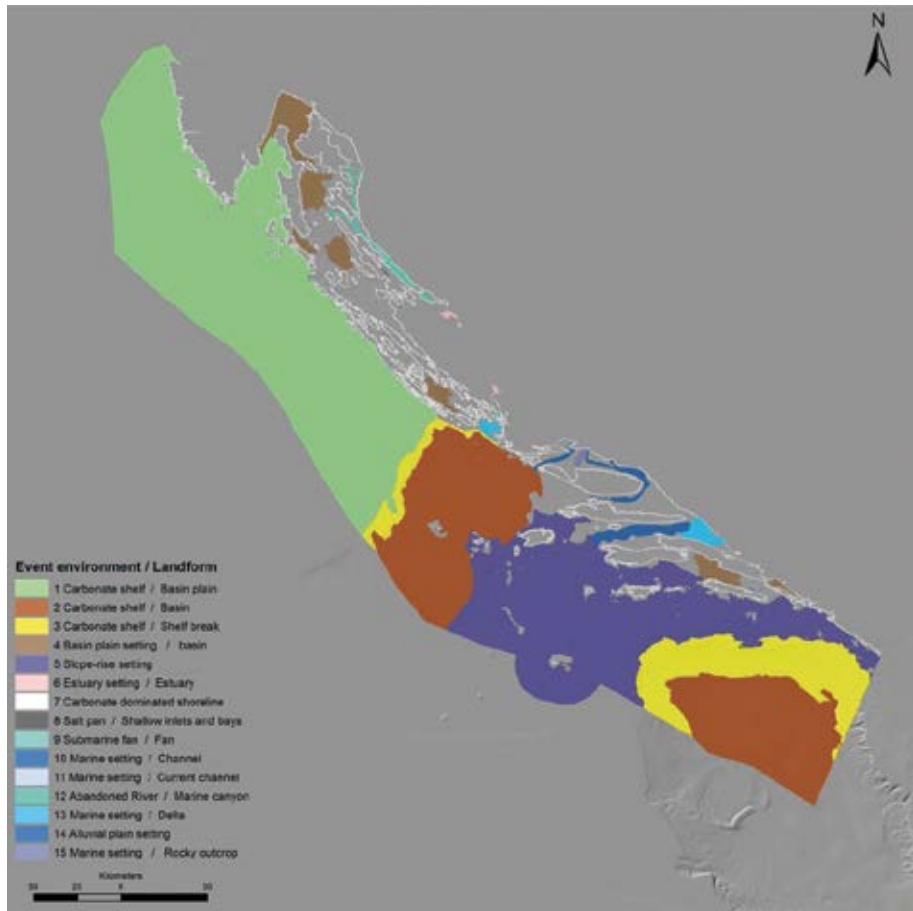
Typical sequences of the Istrian flysch at the Šterna site: alternating layers of siliciclastic sandstones and marls with thick carbonate normally graded bedding (breccia, coarse-to-fine-grained calcarenites and siltites), so-called megabeds (photo by K. Petrinjak)

cal problems in the Republic of Croatia. In 2020, as part of the **Basic geological map of the Republic of Croatia** M 1: 50,000 the Dinaric area, sheet 'Rovinj 2', was published (Bergant et al., 2020). Field research focussed on recording geological columns in the area of Istrian flysch. Damir Palenik defended his doctoral dissertation "Geological structure and reconstruction of tectogenesis of the central part of Čićarija Mt." In the area of 'Pannon', intensive work was done on the explanatory notes for the sheet 'Požeška gora'.

Several doctoral dissertations were also prepared. This research was financed partly from programme contracts by the Ministry of Science, Education, and Sports, and partly from funds of the Department of Geology. In 2021, in the Dinaric area, geological mapping of the Biokovo Nature Park is scheduled, while in the Pannonian area, research will continue on the explanatory notes for the sheet 'Požeška gora'. All published OGK RH sheets can be downloaded from the HGI-CGS geoportal (www.hgi-cgs.hr).

Owing to the very different approaches required, 11 researchers participate in the construction of the **Basic hydrogeological map of the Republic of Croatia** (OHGK) divided into two main thematic groups (Karst Dinarides and the Pannonian Basin). Although the publication of two peer-reviewed OHGK M 1: 100,000 sheets was planned in 2020 (Krapina and Otočac), this has not yet been completed due to other priority activities and a lack of funding. Activities that can be linked to the OHGK are based on the acquisition of a large amount of data, which, after obtaining systematic financing, will fit relatively quickly into the project publications (sheets and explanatory notes). Work has continued on existing areas of research, including different stages of development of the OHGK of Istria, a part of southern Dalmatia, area of fluvial karst, and parts of the Drava Basin and Baranja area. In the next period, research will be redirected from the sheet format of the former OGK100 toward logical hydrogeological units.

Eight researchers are participating in work on the **Basic engineering geological map of the Republic of Croatia** (OIGK). This



Geomorfološka karta podmorja izrađena za potrebe projekta EMODnet-Geologija 4 na temelju batimetrijskih podataka i raspoloživih geofizičkih profila dobivenih snimanjem geološkim dubinomjerom (autor O. Hasan)

Geomorphological map of the seabed produced under the EMODnet-Geology 4 project based on bathymetric data and geophysical cross-sections obtained using a sub-bottom profiler (author: O. Hasan)

nih inženjerskogeoloških karata. Prikupljaju se i pohranjuju podatci iz različitih projekata o karakterističnim i specifičnim IG značajkama jedinica i kompleksa te izrađuju katastri IG procesa i pojava koji mogu poslužiti za izradu OIGK. Primjerice, nastavljeno je popunjavanje katastra klizišta na mrežnom portalu „Prijavi klizište“ (<https://arcg.is/1v41GD>).

Rad na **Karti mineralnih sirovina RH** (KMS) se tijekom 2020. godine provodio kroz sistematizaciju baze podataka mineralnih ležišta i geološke potencijalnosti u sklopu izrade Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama RH. U sklopu strategije su detaljno prikazana istraživanje mineralnih sirovina, eksploracija mineralnih sirovina, nelegalna / protupravna eksploracija mineralnih sirovina, prostorno-planska ograničenja za istraživanje i eksploraciju mineralnih sirovina i gospodarsko značenje mineralnih sirovina te trendovi u gospodarenju u idućih 30 godina.

U sklopu **Osnovne geokemijske karte RH** brojni geokemijski podatci o tlima uspoređeni su prostorno s geološkom građom,

mainly involves data collection that, with systematic and stable financing, will be fit for use through the production of basic engineering geological maps. Data from various projects on the characteristics and specific IG characteristics of units and complexes are collected and stored, and cadasters of IG processes and phenomena are performed, which can be used for the construction of the OIGK. For example, the completion of landslides cadastre has continued through the ‘Report a Landslide’ web portal (<https://arcg.is/1v41GD>).

The map of mineral resources of the Republic of Croatia (KMS) was carried out in 2020 through the systematisation of the database of mineral deposits and geological potential within the framework of the development of the strategy for the management of mineral resources of the Republic of Croatia. The strategy presents, in detail, the exploration of mineral resources, exploitation of mineral resources, illegal exploitation of mineral resources, spatial planning restrictions for exploration and exploitation of mineral resources, and the economic significance of mineral resources and management trends over the next 30 years.

regionalnim smještajem i načinom korištenja zemljišta (Corine Land Cover) kako bi se utvrdila povezanost geokemijskih znacajki s trima navedenim čimbenicima. Podaci su obrađeni diskriminantnim statističkim metodama i GIS analizama za tri modela. Kako bi se prikazali dominantni geokemijski procesi, izrađene su karte vjerojatnosti za *a posteriori* vjerojatnosti i eksplicitnu diskriminantnu funkciju. Danijel Ivanišević je obranio doktorsku disertaciju „Geokemijske anomalije i trendovi u vodotočnom sedimentu drenažnih bazena Psunja“.

Rad na izradi **Geološke karte jadranskog podmorja RH** provodio se tijekom 2020. godine prvenstveno kroz projekte QMAD i EMODnet-Geologija 4 te će se nastaviti u 2021. na područjima istraživanja navedenih projekata. Tijekom 2020. izrađen je digitalni model batimetrije hrvatskoga dijela Jadranskog mora koji je korišten za izradu geomorfološke karte podmorja te je ujedno poslužio i za potrebe projekta EMODNet-Geologija (autor O. Hasan). Strukturno-geomorfološka karta RH i Geotermalna karta RH su pilot projekti čija se razrada očekuje u narednim godinama.

As part of the **Basic geochemical map of the Republic of Croatia**, numerous geochemical data on soils were compared spatially with the geological setting, regional setting, and land-use (Corine Land Cover) to determine their relationships with geochemical characteristics. The data were processed using discriminant analysis and GIS analysis for the three models. To show the dominant geochemical processes, probability maps for posterior probabilities and explicit discriminant functions were created. Danijel Ivanišević successfully defended his doctoral dissertation titled "Geochemical anomalies and trends in the stream sediment of the Mt. Psunj drainage basins".

Work on the development of the **Geological map of the Croatian Adriatic Sea** was carried out during 2020 primarily through the QMAD and EMODnet-Geology 4 projects, and will continue in 2021. In 2020, a digital model of the bathymetry of the Croatian part of the Adriatic Sea was developed, which was used to create a geomorphological map of the Croatian seabed to serve the needs of the EMODNet-Geology project (author: O. Hasan). The structural-geomorphological map of the Republic of Croatia and the Geothermal map of the Republic of Croatia are additional pilot projects, which will be further developed in the coming years.





3.

Projekti *Projects*

Izvor Slunjčice (foto P. Živković)

The spring of Slunjčica river (photo by P. Živković)

Projekti programa Obzor 2020

Projects from Horizon 2020 programme

EuroLithos: European Ornamental stone resources, EU H2020 GeoERA, Ž. Dedić, 2018.-2021., <https://www.eurolithos.org/>

FRAME: Forecasting and Assessing Europe's Strategic and Raw Materials Needs, EU H2020 GeoERA, Ž. Dedić, 2018.-2021., <http://geoera.eu/projects/frame/>

GeoConnect3d: Cross-border, cross-thematic multiscale framework for combining geological models and data for resource appraisal and policy support, EU H2020 GeoERA, M. Špelić, 2018.-2021., <https://geoera.eu/projects/geoconnect3d6/>

GeoTwinN: Strengthening research in the Croatian Geological Survey: Geoscience-Twinning to develop state-of-the-art subsurface modelling capability and scientific impact, EU H2020 Twinning, D. Pollak, 2018.-2021., <http://geotwinn.eu>

GIP-P: GeoERA Information Platform Project, EU H2020 GeoERA, P. Feric, 2018.-2021., <https://geoera.eu/projects/gip-p/>

HotLime: Mapping and Assessment of Geothermal Plays in Deep Carbonate Rocks – Cross-domain Implications and Impacts, EU H2020 GeoERA, S. Borović, 2018.-2021., <https://geoera.eu/projects/hotlime6/>

HOVER: Hydrological processes and geological settings over Europe controlling dissolved geogenic and anthropogenic ele-

ments in groundwater of relevance to human health and the status of dependent ecosystems, EU H2020 GeoERA, O. Larva, 2018.-2021., <https://geoera.eu/projects/hover8/>

Mintell4EU: Mineral Intelligence for Europe, EU H2020 GeoERA, Ž. Dedić, 2018.-2021., <http://geoera.eu/projects/mintell4eu/>

MUSE: - Managing Urban Shallow geothermal Energy, EU H2020 GeoERA, 2018.-2021., S. Borović, <https://geoera.eu/projects/muse3/>

REEBAUX: Prospects of REE recovery from bauxite and bauxite residue in the ESEE region, EU EIT Raw Materials, S. Miko, 2018.-2021., <http://reebaux.gfz.hr/>

RESEERVE: Mineral potential of the Eastern and South-Eastern Europe region, EU EIT Raw Materials, Ž. Dedić, 2018.-2021., <https://reseerve.eu/>

RESOURCE: - Resources of groundwater harmonized at cross-border and pan-European scale, EU H2020 GeoERA, A. Stroj, 2018.-2021., <https://geoera.eu/projects/resource9/>

TACTIC: - Tools for Assessment of ClimaTe change Impact on groundwater and adaptation Strategies, EU H2020 GeoERA, A. Stroj, 2018.-2021., <https://geoera.eu/projects/tactic9/>

Projekti Hrvatske zaklade za znanost

Projects funded by the Croatian science foundation

GEOSEKVA: Geološki i seizmološki aspekti geodinamike Kvarnera - razotkrivanje kvarnerskog rasjeda, HRZZ, T. Korbar, 2017.-2021., <https://geosekva.wordpress.com/>

GOST: Vulkano-sedimentne sukcesije sjeverozapadne Hrvatske i njihova uloga u razumijevanju geodinamike Paleotetisa tijekom srednjeg trijasa, HRZZ, D. Slovenec, 2019.- 2023., <https://projectgost.wordpress.com>

HyTheC: Multidisciplinarni pristup izradi konceptualnih modela hidrotermalnih sustava, HRZZ, S. Borović, 2020.-2025., <https://hythec.wordpress.com>

ISSAH: Utjecaj specifične površine oplošja čestice na hidrogeološka svojstva praporja i na njima razvijenih tala istočne Hrvatske, HRZZ, K. Uromović, 2018.-2023., <http://issah.org/>

PYROSKA: Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin (Carpathian-Pannonian Region): a multi-proxy approach, correlation and integration of sedimentary and volcanic record, HRZZ, M. Brlek, 2019.- 2024., <https://pyroska.wordpress.com/>

QMAD: Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvarternih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjoja-

dranske kotline”, HRZZ, S. Miko, 2019.-2023., <http://qmad.hgi-cgs.hr/>

TRANITAL: Podrijetlo, ponašanje i modeliranje trasporta nitrata u varaždinskom aluvijalnom vodonosniku, HRZZ, T. Marković, 2017.-2021., <http://tranital.eu/>

Projekti fondova Europske unije

Projects funded by the European union

boDEREC-CE: Board for Detection and Assessment of Pharmaceutical Drug Residues in Drinking Water - Capacity Building for Water Management in CE), Interreg Central Europe, J. Terzić, 2019.-2022., <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/boDEREC-CE.html>

DEEPWATER-CE: Developing an integrated implementation framework for Managed Aquifer Recharge solutions to facilitate the protection of Central European water resources endangered by climate change and user conflict, Interreg Central Europe, S. Borović, 2019.-2022., <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/DEEPWATER-CE.html>

EMODnet Geologija-4: The European Marine Observation and Data network, EU EASME DG MARE, S. Miko, 2019.-2021., <https://www.emodnet-geology.eu/>

FloodSmart: Razvoj IT platforme za upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje štetnih posljedica po okoliš, Europski strukturni i investicijski fondovi u finansijskom razdoblju 2014.-2020., T. Frangen, 2017.-2020., <https://gdi.net/ensemble/ensemble-floodsmart/>

MUHA: Multihazard Framework for Water Related Risks Management, Interreg Adriion, J. Lukač Reberski, 2020.-2022., <https://muha.adriioninterreg.eu/>

Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjivanja i onečišćenja, Europski strukturni i investicijski fondovi u finansijskom razdoblju 2014.-2020., Ž. Brkić, 2020.2023.

RESPONSA: Response to landslide and flash flood risk with early warning system design, Interreg – IPA CBC Hrvatska – Bosna i Hercegovina – Crna Gora, V. Gulam, 2020.-2023., <https://www.interreg-hr-ba-me2014-2020.eu/project/responsa/>

SIMONA: Sediment-quality Information, Monitoring and Assessment System to support transnational cooperation for joint Danube Basin water management, Interreg Danube Transnational Programme, A. Šorša, 2018.-2021., <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/simona>

UKV: Upravljanje krškim priobalnim vodnosnicima ugroženima klimatskim promjenama, Europski strukturni i investicijski fondovi u finansijskom razdoblju 2014.-2020., J. Terzić, 2020.-2022.; <https://www.hgi-cgs.hr/ukv/>

Projekti u suradnji s privredom

Commercial projects

Analiza aktivnog ugljena na prisutnost uranina, GeoAqua d.o.o, T. Marković, 2020.

Analiza podzemnih trasiranja na području krša južno od Zrmanje, Hrvatske vode, M. Kuhta, 2019.-2020.

Analiza stabilnih izotopa ^{18}O i ^2H , ELKE A.P.TH, Thessaloniki, T. Marković, 2020.

Analice uzroka povećanja otjecanja i mutnoće vode na slivovima rijeke Mrežnice i Korane, Hrvatske vode, R. Buljan, 2020.

Definiranje biološko-ekološki prihvatljivih protoka Gacke i Like - hidrološke i hidrogeološke podloge, Hrvatske vode, A. Stroj, 2018.-2020.

Delineacija i karakterizacija tijela goetermalnih podzemnih voda u Republici Hrvatskoj, Hrvatske vode, T. Marković, 2019.-2020.

Elaborat o površinskim geofizičkim istraživanjima u svrhu identifikacije goetermalnih vodonosnika na području Grada Slavonskog Broda, Grad Slavonski Brod, S. Borović, 2019.-2020.

Elaborat o rezervama ciglarske gline na eksploatacijskom polju „Rečica“ – Druga obnova, WIENERBERGER d.o.o. Karlovac, N. Gisdavec, 2020.-2021.

Geofizička istraživanja magnetotelurskom metodom pomoći dvije sonde, te analiza i interpretacija rezultata geofizičkih mjerjenja i izrada izvještaja, Zagorski vodovod d.o.o., O. Larva, 2020.

Geološka studija spomenika prirode Kamenolom Fantazija – Cava di Monfiorenzo, Natura Histrical, L. Fuček, 2020.

Hidrogeološka procjena, Elka d.o.o., K. Urumović, 2020.

Hidrogeološki (hidrokemijsko-izotopni) monitoring i analiza rezultata u sljevovima pod utjecajem hidroelektrana ogulin-skog područja za potrebe GHE Gojak, HEP – Proizvodnja d.o.o., J. Terzić, 2019.-2020.

IG istražni radovi za potrebe izrade stručnog mišljenja o geotehničkim uvjetima stabilnosti i potrebnim rudarskim radovima na sanaciji površinskih i podzemnih kopova ležišta boksi-ta Foča u općini Promina, Enhydro d.o.o., D. Navratil, 2020.-2021.

Istraživanja za utvrđivanje "zatečenog" stanja podzemnih voda i površinskih voda za potrebe izrade glavnih projekata SN Vransko polje - I. faza - Podsustav Malo Blato i Podsustav Gorčine, Hrvatske vode, J. Terzić, 2020.-2021.

Izotopne analize D, ^{18}O u uzorcima vode, Geotehnički fakultet u Varaždinu, T. Marković, 2020.

Izrada geološke karte i inventarizacija geološke baštine na području parka prirode Biokovo, PP Biokovo, N. Belić, 2019.-2022.

Izrada i postavljanje geološkog stupa u kamenolomu Fantazija – Cava di Monfiorenzo, Natura Histrical, V. Brčić, 2020.

Izrada izvješća verifikacije rada crpilišta Lipovec u Koprivnici, Koprivničke vode d.o.o., Ž. Brkić, 2020.

Izrada studije o rudarsko-geološkom potencijalu podzemne eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena u nastavku

eksploatacijskog polja Kanfanar-jug i njenog utjecaja na prostor i okoliš - geološki / inženjerskogeološki istražni radovi, Kamen d.d., D. Navratil, 2020.-2021.

Laboratorijska ispitivanja uzorka vode na prisustvo natrijeva fluoresceina, Winner Project d.o.o Sarajevo, T. Marković, 2020.

Mjerenje toplinske vodljivosti na uzorku sedimenta ili stijene, Geotehnički studio d.o.o., S. Borović, 2020.

Monitoring starosti podzemne vode za potrebe definiranja učinkovitosti mjera zaštite, Hrvatske vode, Ž. Brkić, 2019.-2020.

Nastavak hidrogeološkog i hidrološkog monitoringa na području Ivančice, s ciljem definiranja bilance i dinamike istjecanja podzemnih voda, Zagorski vodovod d.o.o, O. Larva, 2019.-2020.

Nastavak hidrogeološkog i hidrološkog monitoringa na zapadnom dijelu Ivančice, s ciljem definiranja bilance i dinamike istjecanja podzemnih voda, Zagorski vodovod d.o.o., O. Larva, 2020.-2021.

NATURAVITA - Aktivnost 7.2. projekta - Provedba istražnih radova, uspostava sustava i provedba monitoringa, s interpretacijom rezultata - Analize jezgre iz istražno-piezometarskih bušotina na području PP Kopački rit, Hrvatske vode, K. Urumović, 2020.-2021.

NATURAVITA - Terensko ispitivanje vodopropusnosti na plitkim istražno-piezometarskim bušotinama - Pneumatic Slug Test, Vodovod - Hidrogeološki radovi d.o.o., K. Urumović, 2020.

Obrada geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom i granulometrijska mjerjenja i interpretacija uzorka morskih sedimenata na lokacijama Lovište i Trstenik na poluotoku Pelješcu, GEOMar d.o.o. Split, O. Hasan, 2020.

Obrada geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom i granulometrijska mjerjenja i interpretacija uzorka morskih sedimenata na lokaciji Sveta Nedjelja na otoku Hvaru, GEOMar d.o.o. Split, O. Hasan, 2020.

Obrada i interpretacija geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom na lokaciji Makarska, GEOMar d.o.o. Split, O. Hasan, 2020.

Paleolimnološka istraživanja u NP Krka - Visovačko jezero, Javna ustanova Nacionalni park Krka, N. Ilijanić, 2019.-2021.

Provodenje hidrogeološkog vještačenja - utjecaj slijevanja voda sa susjednih zemljista na nastanak klizišta, Općinski sud u Novom Zagrebu, T. Novosel, 2020.

Pružanje usluge specijalističkog nadzora: geološko-geomorfološko-speleološko-biospeleološkog nadzora, Javna ustanova PP Velebit, M. Kuhta, 2019.-2020.

Regionalna istraživanja potencijalnih ležišta kremenih pijesaka u RH, QUARZWERKE GmbH, Ž. Dedić i B. Kruk, 2019.-2021.

Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, S. Miko, 2019.-2021.

Studija o mogućnostima pronalaženja geotermalne vode, Grad Slavonski Brod, S. Borović, 2019.-2020.

Sustavno speleološko rekognosciranje prostora u obuhvatu planiranog golf igrališta Matalda na području Punta Križa na otoku Cresu, Tempus projekt d.o.o., M. Kuhta, 2020.

Testiranje scenarija iz kriterija za izradu analize utjecaja ne-izravnog ispuštanja otpadnih voda u podzemne vode (za područja s međuzrnskom poroznošću), Hrvatske vode, O. Larva, 2018.-2020.

Usluga analize sedimenata Velog i Malog blata te Kolanskog blata na otoku Pagu, JU Natura - Jadera, N. Ilijanić, 2020.-2021.

Usluga geofizičkog istraživanja metodom magnetotelurike i izrada višedimenzionalne studije, Grad Križevci, S. Borović, 2020.

Utvrđivanje zone onečišćenja ugljikovodicima desne obale Zrmanje nizvodno od Obrovca, Hrvatske vode, M. Kuhta, 2020.

4

**Odabrani projekti
programa Obzor 2020**
*Selected projects
from Horizon 2020
programme*



Boksitno ležište Crveni klanac (foto N. Trinajstić)
Bauxite deposit Crveni klanac (photo by N. Trinajstić)

Potencijal za pridobivanje elemenata rijetkih zemalja iz boksita i crvenog mulja u IJI Europi

Prospects of REE recovery from bauxite and bauxite residue in the ESEE region

Koordinatori za HGI-CGS / Coordinators for HGI-CGS: **dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ, dr. sc. Slobodan MIKO**

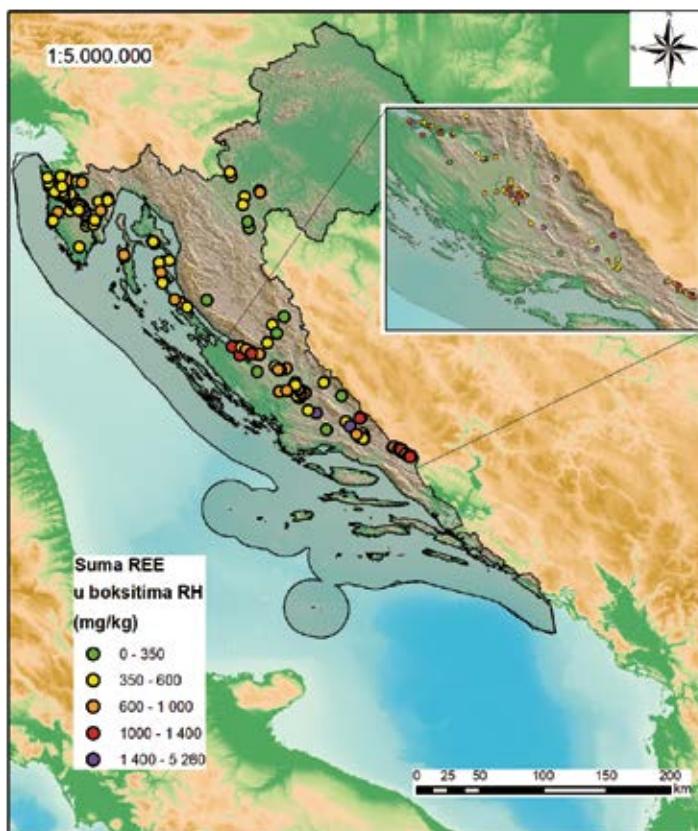
Suradnici / Collaborators: **Nikola GIZDAVEC, Erli KOVAČEVIĆ GALOVIĆ, Ivona IVKIĆ FILIPOVIĆ**

<http://reebaux.gfz.hr/>

U sklopu projekta akronima REEBAUX istraživan je potencijal boksita i crvenog mulja u istočnoj i jugoistočnoj Europi kao izvora elemenata rijetkih zemalja (REE). Uzorkovanje je provedeno na određenim nalazištima boksita i lokacijama crvenog mulja u Hrvatskoj, Mađarskoj, Crnoj Gori i Sloveniji. U Hrvatskoj je prikupljeno oko 250 uzoraka boksita. Srednja vrijednost koncentracije REE u hrvatskim boksitima je 700 mg/kg. Najviše udjele REE imaju boksiti srednjeg i gornjeg eocena (400 do 1400 mg/kg), dok niže udjele imaju gornjotrijaski, gornjokredni i neogenski boksiti (<600 mg/kg). Od REE prevladavaju laki elementi rijetkih zemalja (LREE). Jezgra boksita izbušena u ležištu Mamutovac-1A pokazuje relativno obogaćenje ukupne vrijednosti REE s dubinom. Tijekom 2020. interpretirani su dobive-

As part of the REEBAUX project, the potential of bauxite and red mud in Eastern and South-Eastern Europe as a source of rare-earth elements (REE) was explored. Sampling was carried out at certain bauxite deposits and red mud basins in Croatia, Hungary, Montenegro, and Slovenia. Approximately 250 bauxite samples were collected from Croatia, with a mean REE concentration of 700 mg/kg.

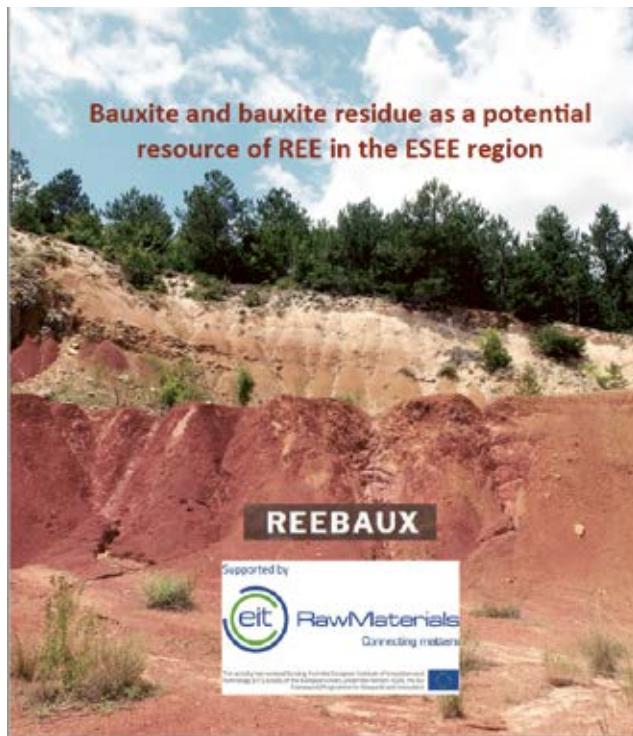
Middle and Upper Eocene bauxites have the highest REE content (400–1,400 mg/kg), while Upper Triassic, Upper Cretaceous, and Neogene bauxites have the lowest REE content (< 600 mg/kg). Light rare-earth elements (LREEs) predominate in these samples. The bauxite core drilled in the Mamutovac-1A deposit shows a relative enrichment in REE with depth. In 2020, the data obtained from these samples were interpreted, and a booklet on bauxite was compiled. Project results were also disseminat-



Karta ukupne koncentracije REE u ležištima boksita Hrvatske obrađenih u sklopu REEBAUX projekta (N. Gizdavec, N. Ilijanić)

Map of the total REE concentrations in Croatian bauxite deposits processed within the REEBAUX project (N. Gizdavec and N. Ilijanić)

ni podaci te je sastavljena brošura o boksitima (bočklet), kao jedan od rezultata projekta. Rezultati projekta prezentirani su na virtualnoj radionici projekta održanoj u listopadu 2020. god., koja se trebala održati u Budimpešti. Održan je i virtualni Okrugli stol u prosincu 2020. god., u sklopu kojeg je prikazan sadržaj brošure o boksitima. Urednik brošure istog naslova kao i naziv projekta, jest N. Tomašić s UNIZG, a na ukupno 88 stranica opisana je važnost boksita kao jedne od „kritičnih mineralnih sirovina“ (CRM), stratigrafsko pojavljivanje ležišta boksita, karakteristike crvenog mulja i ekonomska vrijednost REE u istraživanim boksitima.



Naslovica brošure o boksitima kao jedan od rezultata projekta REEBAUX
Cover of the bauxite brochure as one of the outputs of the REEBAUX project

ed at a virtual workshop held in October 2020, originally planned to be held in Budapest. A virtual round table was also held in December 2020, at which the results were presented as well. N. Tomašić (UNIZG) is the editor of the 88-page brochure, which outlines the importance of bauxite as a ‘critical mineral’ (CRM), the stratigraphic occurrence of bauxite deposits, the characteristics of red mud, and the economic value of the REE present in investigated samples.



Logotip projekta
Project logo

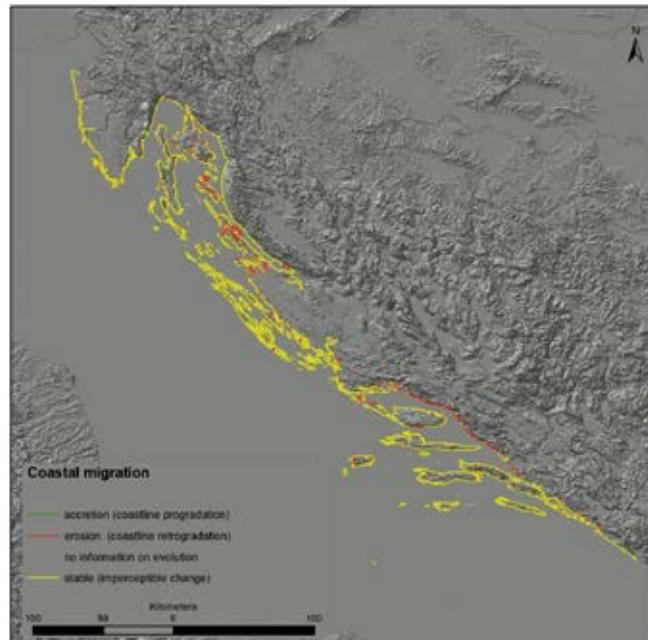
EMODnet-Geologija 4

EMODnet-Geology 4

Koordinator za HGI-CGS / Coordinator for HGI-CGS: **dr. sc. Slobodan MIKO**
 Suradnici / Collaborators: **dr. sc. Nikolina ILJANIĆ, dr. sc. Ozren HASAN, dr. sc. Dea BRUNOVIĆ**
<https://www.emodnet-geology.eu/>

Projekt EMODnet (European Marine Observation and Data Network) Geologija je u četvrtoj fazi trajanja (2019.-2021.) te je planirano da budu dostupni još detaljniji podaci i karte europskih mora. Harmonizirani podaci i karte dostupni su na središnjem EMODnet portalu i dostupni su za slobodno preuzimanje. U sklopu EMODnet Geologija (koji je jedan od sedam EMODnet projekata) prikupljaju se postojeći podatci o povezanim evropskim morima te će se pripremiti, gdje je to moguće, uskladene karte granulometrijskog sastava morskog dna u mjerilima 1:250.000 i 1:100.000, brzina sedimentacija, geoloških granica i rasjeda, geoloških hazarda, pojave mineralnih sirovina i potopljenih krajolika. U ovoj fazi projekta izrađena je karta tipova obale i erozije obale za cijelokupnu obalu hrvatskog dijela Jadranskog mora.

Ovo je ujedno i prva digitalna karta ovog tipa izrađena za hrvatsku obalu.



Karta tipova obale i erozije obale za cijelokupnu obalu Hrvatskog dijela jadranskog mora mjerila 1:100 000 (autor O. Hasan)

Maps of coastal types and coastal erosion for the entire coast of the Croatian part of the Adriatic Sea at a scale of 1:100,000 (author: O. Hasan)

The European Marine Observation and Data Network (EMODnet) Geology project is now in its fourth phase (2019–2021), and the plan is to create even more detailed data and available maps of the European seas as a result. Harmonised data and maps can be found on the central EMODnet portal and are available for free. EMODnet Geology, which is one of the seven EMODnet projects, collects existing data on interconnected European seas and harmonises maps of seabed granulometric composition at scales of, where possible, 1:250,000 and 1:100,000, together with data on sedimentation rates, geological boundaries and

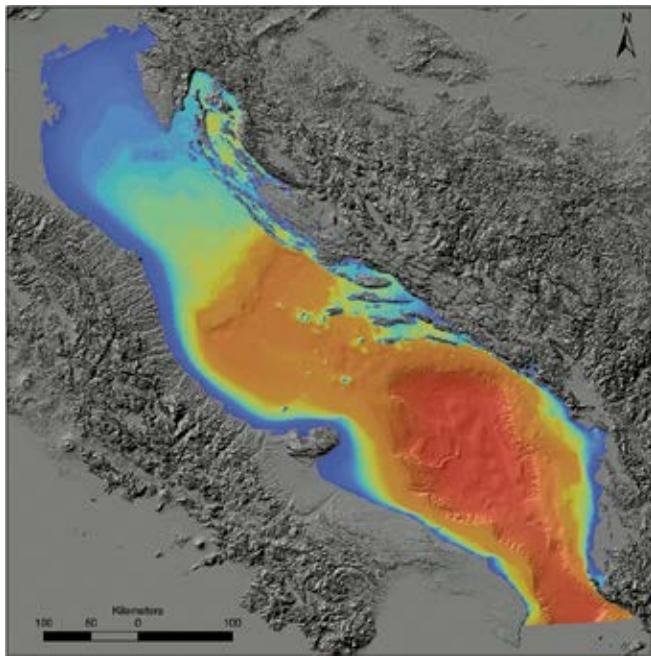
faults, geological hazards, the occurrence of mineral resources, and submerged landscapes. In this phase of the project, a map of coastal types and coastal erosion has been created for the entire coast of the Croatian part of the Adriatic Sea. This is the first digital mapping of its type undertaken for the Croatian coast.



Logotip projekta
Project logo

Za potrebe izrade geomorfološke karte i karte kvartara morskoga dna za hrvatski dio podmorja pripremljena je detaljna batimetrijska karta digitalizacijom javno dostupnih karata s ukupno 73.000 točaka i 14.000 linijskih podataka. Geološki podatci za hrvatski dio Jadran-skog mora obuhvaćaju ukupno morsko područje od 55.349 km². U sklopu radnog paketa vezanog za potoplje-ne okoliše pripremljena je obalna linija tijekom posljednjeg ledenog doba (oko 18.000 godina prije sadašnjosti).

Podatci će biti ključni ne samo za geologe, već i za izrađu karata morskih staništa, upravljanje morskim okoli-šem i za arheološka istraživanja. Podatci i karte su dostupni na mrežnoj stranici projekta.

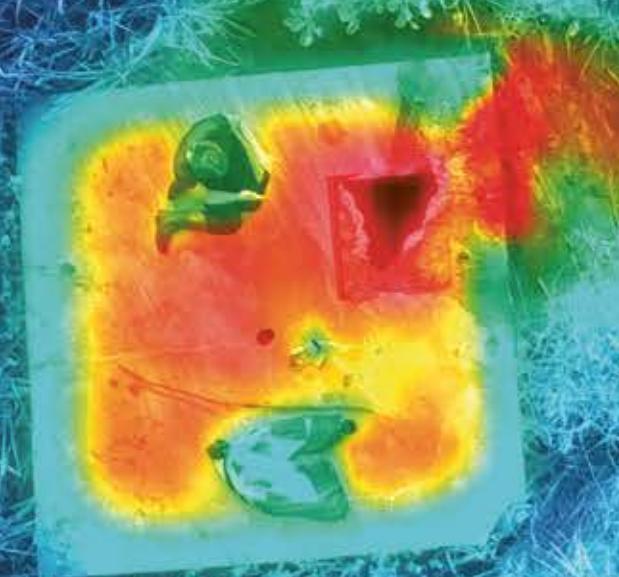


Batimetrijska karta izrađena u HGI-u na temelju javno dostupnih podataka rezolucije 25 m (autor O.Hasan)

Bathymetric map produced by HGI-CGS based on publicly available data with a resolution of 25 m (author: O. Hasan)

A detailed bathymetric map was prepared to create a geomorphological and seabed sediment maps for the Croatian part of the Adriatic Sea. Bathymetric map was produced by digitising publicly available maps with a total of 73,000 points and 14,000 lines, covering a total sea area of 55,349 km². As part of a work package associated with submerged environments, the coastline was reconstructed as it existed during the Last Glacial Maximum (approximately 18,000 years before the present).

These data are crucial not only for geologists but also the mapping marine habitats for the purpose of managing the marine environment and archaeological research. The data and maps are made available on the project website.



Livadsko vrelo u Topuskom snimljeno bespilotnom letjelicom s termalnom kamerom (foto T. Frangen)

Livadsko vrelo in Topusko imaged by UAV with thermal camera (photo by T. Frangen)

5

Odabrani projekti
Hrvatske zaklade
za znanost

*Selected projects
funded by the Croatian
science foundation*



Vulkano-sedimentne sukcesije sjeverozapadne Hrvatske i njihova uloga u razumijevanju geodinamike Paleotetisa tijekom srednjeg trijasa

Revealing the Middle Triassic Paleotethyan geodynamics recorded in the volcano-sedimentary successions of NW Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: **dr. sc. Damir SLOVENEC**
<https://projectgost.wordpress.com/>

U zapadnom dijelu Alpsko-karpatsko-dinaridskog područja Paleotetisa u srednjem trijasu duž kontinentalnih rubova karbonatne platforme odvijala se intenzivna magmatska aktivnost. Stoga je istraživanje vulkano-sedimentnih (VK) sukcesija od iznimnog značaja za rekonstrukciju geodinamike zbivanja. Područje istraživanja uključuje niz gora SZ Hrvatske.

Istraživanje je usmjereni na efuzive/vulkanoklastite udružene sa srednjotrijaskim marinskim sedimentima. Cilj je sustavno proučiti VK asocijacije iz perspektive integriranja mineraloških,

In the western part of the Alpine-Carpathian-Dinaric area of the Palaeotethys, intense magmatic activity occurred along the continental edges of the carbonate platform in the Middle Triassic. Therefore, the study of volcanic-sedimentary (VK) successions is of great importance for geodynamic reconstructions, including the formation of a number of mountains in NW Croatia. This research focusses on volcanic/volcanoclastic rocks associated with Middle Triassic marine sediments. The objective of the work is to systematically study the VK associations based on integrated min-



Područje istraživanja uključuje niz gora sjeverozapadne Hrvatske (Ivančica, Strahinjčica, Kuna gora, Desinić gora, Ravna gora, Žumberačka gora)
The area of investigation includes a number of mountains in north-western Croatia (Ivančica Mt., Strahinjčica Mt., Kuna gora Mt., Desinić gora Mt., Ravna gora Mt., and Žumberačka gora Mt.)



Centimetarski proslojak srednjotrijaskog sitnozrnatog vitrokristaloklastičnog tufa u radiolarijskom rožnjaku (lokalitet Cerina, Ivanščica)

Centimetre-thick layer of Middle Triassic fine-grained vitrocristalloclastic tuff in the radiolarian chert, Cerina, Ivanščica Mt.

petroloških, geokemijskih, paleontoloških, sedimentoloških, izotopnih i strukturnih podataka, kako bi se razjasnila tekton-ska povijest područja. Sintezom rezultata razjasnit će se geneza, karakter, podrijetlo i vrijeme kristalizacije primarnih magmi, rekonstruirati geotektonski okoliši nastanka vulkanita/vulkanoklastita, te pružiti uvid u fizikalno-kemijske uvjete u kojima se zbivalo postkonsolidacijsko trošenje i diagenetski procesi. Sedimentološkim analizama definirat će se okoliši i uvjeti taloženja naslaga, a biostratigrafskim podacima i izotopnim datiranjem odredit će se stratigrafski raspon vulkanske aktivnosti. Analizom strukturno-tektonskih značajki stijena rekonstruirat će se paleogeografski i geodinamski položaj VK sukcesija za vrijeme od srednjeg trijasa do danas. Rezultati će omogućiti spoznaje o načinu, uvjetima i vremenu postanka istraživanih VK sukcesija SZ Hrvatske. Kronološkom rekonstrukcijom tektonomagmatske evolucije tijekom donjeg mezozoika predložit će se jednoznačni petrogenetsko-sedimen-tološki model razvoja geoloških zbivanja tijekom razdoblja srednjeg trijasa.

eralogical, petrological, geochemical, palaeontological, sedimentological, isotopic, and structural data, to clarify the tectonic history of the area. This will clarify the genesis, character, origin, and time of crystallisation of primary magmas, helping to reconstruct geotectonic environments of the volcanic/volcaniclastic association and provide insight into the physicochemical conditions in which post-consolidation weathering and diagenetic processes have occurred.

Sedimentological analyses will define the environments and conditions of sediment deposition, while biostratigraphic data and isotopic dating will determine the stratigraphic range of the volcanic activity. The analysis of the structural-tectonic characteristics of the rocks will further help reconstruct the paleogeographic and geodynamic positions of VK successions during the period from the Middle Triassic to the present day. The results aim to provide insights into the mode, conditions, and timing of the investigated VK successions in NW Croatia. A chronological reconstruction of the tectonomagmatic evolution during the Lower Mesozoic will help derive an unambiguous petrogenetic-sedimentological model of the evolution of geological events during the Middle Triassic.



Hektometarski izdanci srednjotrijaskih bazičnih do neutralnih vulkanskih stijena i sitnozrnatih piroklastita (lokalitet Vudelja, Ivanščica)

Hectometre-thick outcrops of Middle Triassic, basic-to-neutral volcanic rocks and fine-grained pyroclastics, Vudelja, Ivanščica Mt.

Miocenska sin-riftna evolucija Sjevernohrvatskog bazena (Karpatsko-Panonska regija): "multi-proxy" pristup, korelacija i integriranje sedimentnog i vulkanskog zapisa

Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin (Carpathian-Pannonian Region): a multi-proxy approach, correlation and integration of sedimentary and volcanic record

Glavni istraživač / Principal investigator: **dr. sc. Mihovil BRLEK**

<https://pyroska.wordpress.com>

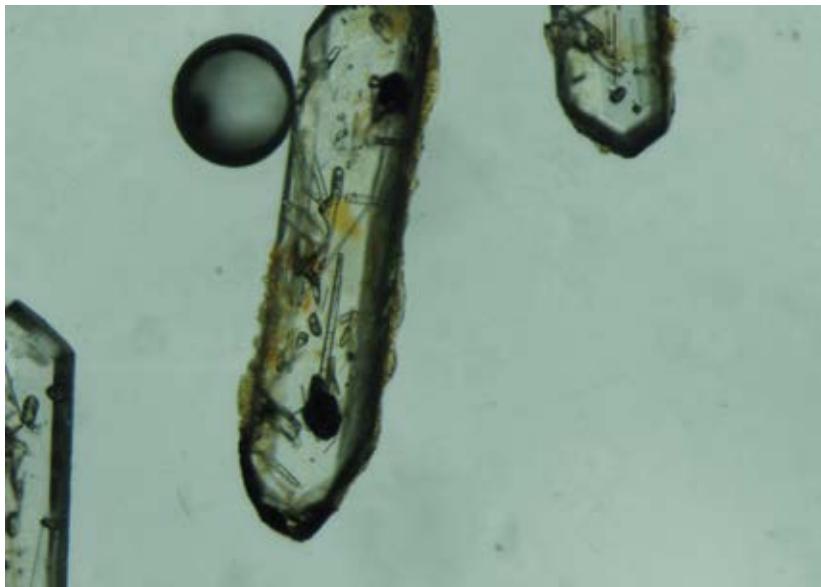
Vulkanogeno-sedimentni kompleksi Sjevernohrvatskog bazena sadrže vrijedne informacije o evoluciji karpatsko-pannonске regije i središnjeg Paratetisa. Petogodišnji uspostavljeni istraživački projekt PYROSKA okuplja deseteročlanu međunarodnu istraživačku grupu čiji je glavni cilj primjena najsvremenijeg "multi-proxy" pristupa u svrhu utočnjavanja miocenske sin-riftne evolucije Sjevernohrvatskog bazena. Članovi istraživačke grupe iz HGI-CGS-a su Mihovil Brlek (voditelj), Nina Trinajstić, Vlatko Brčić, Ivan Mišur, Duje Kukoč, Monika Milošević te Viktória Baranyi. Članovi istraži-

The volcanic-sedimentary complexes of the North Croatian Basin contain valuable information on the evolution of the Carpathian-Pannonian region and the central Paratethys. The five-year installation research project PYROSKA brings together a ten-member international research group whose main goal is to apply a 'multi-proxy' approach to clarify the Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin. Members of the research group from HGI-CGS are Mihovil Brlek (leader), Nina Trinajstić, Vlatko Brčić, Ivan Mišur, Duje Kukoč, Monika Milošević, and Viktória Baranyi; members of



Panoramski prikaz istraživanog slijeda vulkanoklastičnih naslaga na lokalitetu KNOL (Kalnik)

Panoramic view of the investigated sequence of volcanoclastic deposits at the KNOL site (Kalnik)



Zrno euhederalnog magmatskog cirkona koje će biti podvrgnuto petrokronološkoj analizi (uzorak KNOL-3B, Kalnik)

Grain of euhedral magmatic zircon to be subjected to petrochronological analysis (sample KNOL-3B, Kalnik)

vačke grupe iz drugih institucija su Sanja Šuica (INA), Julie Belo (GEOMAR, Njemačka) te Simon Richard Tapster (BGS, UK). Tijekom prve godine provedbe projekta uspostavljena je istraživačka grupa, te je zaposlena doktorandica Nina Trinajstić, čija će doktorska disertacija biti vezana uz vulkanoklastične naslage istraživane u sklopu projekta. Izvršena su terenska istraživanja vulkanoklastičnih naslaga na području Kalnika, Sinja, Hrvatskog zagorja te Medvednice. Detaljna terenska istraživanja te poslijedične laboratorijske pripreme i analize uzoraka omogućit će objavljivanje dvaju znanstvenih radova do početka 2022. godine. Tijekom 2020. godine je u sklopu projekta objavljen jedan znanstveni rad (Brlek et al. 2020) te je drugi predan u postupak recenzije.

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 volcaniclastic record with regional implications. International Journal of Earth Sciences 109:2775–2800.

Brlek M, Gaynor SP, Mongelli G, Bauluz B, Sinisi R, Brčić V, Peytcheva I, Mišur I, Tapster S, Trinajstić N, Laita E, Yuste A, Šuica S, Grizelj A, Kukoč D, Schaltegger U. Karst bauxite formation during Miocene Climatic Optimum (central Dalmatia, Croatia): mineralogical, compositional and geochronological perspectives. International Journal of Earth Sciences, u postupku recenzije.

the research group from other institutions are Sanja Šuica (INA), Julie Belo (GEOMAR, Germany), and Simon Richard Tapster (BGS, UK). During the first year of project implementation, the research group was established and a doctoral student, Nina Trinajstić, was employed, who is researching volcaniclastic deposits within the bounds of the wider project. Field research on the volcaniclastic deposits in the Kalnik Mt., Sinj, Hrvatsko Zagorje, and Medvednica Mt. was performed. Detailed field research and associated laboratory preparation and analyses will enable the publication of two scientific papers by the beginning of 2022. In 2020, one scientific paper (Brlek et al., 2020) was published as part of the project and the other was submitted for review.

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 volcaniclastic records have regional implications. International Journal of Earth Sciences 109:2775–2800.

Brlek M, Gaynor S.P., Mongelli G., Bauluz B., Sinisi R., Brčić V., Peytcheva I., Mišur I., Tapster S., Trinajstić N., Laita E., Yuste A., Šuica S., Grizelj A., Kukoč D., Schaltegger U. Karst bauxite formation during Miocene Climatic Optimum (central Dalmatia, Croatia): mineralogical, compositional, and geochronological perspectives. International Journal of Earth Sciences, in the process of peer review.

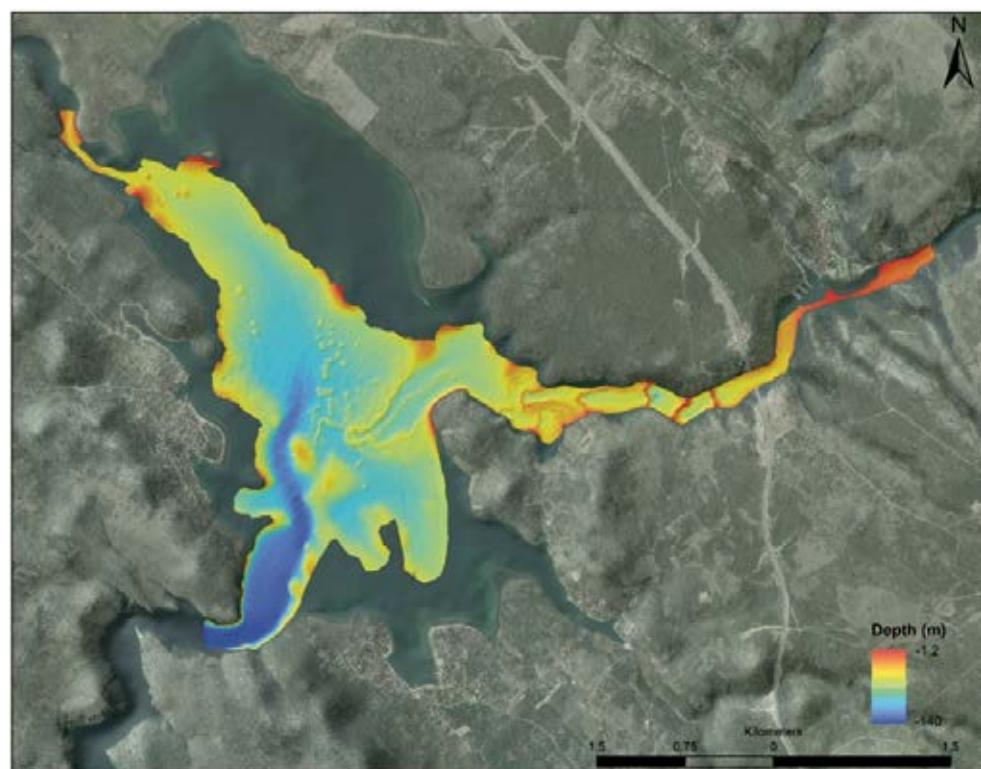
Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline

Sediments between source and sink during a Late Quaternary eustatic cycle: The Krka and the Mid Adriatic Deep System

Glavni istraživač / Principal investigator: **dr. sc. Slobodan MIKO**
QMAD | Hrvatski geološki institut (hgi-cgs.hr)

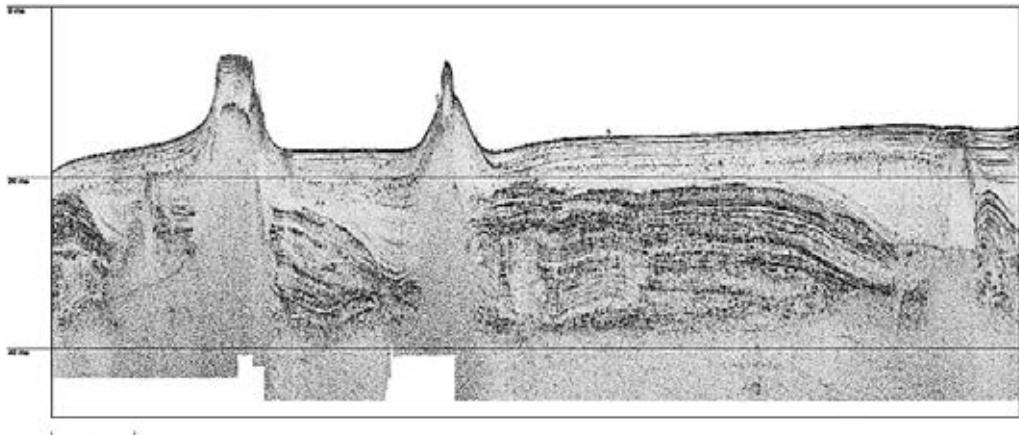
Projekt akronima QMAD ima za cilj unaprijediti spoznaje o, do sada, slabo istraženim potopljenim krajolicima istočnoga jadranskog šelfa, kao i sedimentima kasnoga kvartera istaloženim

The QMAD project aims to improve knowledge of the hitherto poorly explored submerged landscapes of the eastern Adriatic shelf as well as the Late Quaternary sediments deposited along the eastern part of the Mid-Adriatic Depression (MAD, Jabuka Pit). The study of the Pleistocene floodplain of the Krka River will provide insights into the stratigraphic se-



Batimetrijska karta Prokljanskog jezera u visokoj rezoluciji snimljena višesnopnim dubinomjerom. Jasno se uočavaju potopljene sedrene barijere i prateća jezera nastala u ranom holocenu ta potopljene uslijed dizanja morske razine početkom srednjeg holocena

High-resolution bathymetric map of Prokljan Lake constructed from multi-beam echo sounder data. Submerged tufa barriers and accompanying ponds formed in the early 2. Holocene and subsequently submerged due to rising sea levels at the beginning of the Middle Holocene are clearly visible



Potopljene i zatrpane ranoholocenske sedrene barijere u Prokljanskom jezeru. Vrhovi barijera su na 13 m dubine (profil snimljen geološkim dubinomjerom, dubina prodiranja je 15-20 m u sedimente)

Submerged and buried Early Holocene tufa barriers in Prokljansko Lake. The topmost parts of the barriers are found at a depth of 13 m (cross-sections recorded by a sub-bottom profiler; the penetration depth into the sediments is 15–20 m)

duž istočnog dijela Srednjojadranske kotline (MAD, Jabučka kotlina). Istraživanje pleistocenske naplavne ravnice rijeke Krke dat će uvid u stratigrafski slijed sedimenata s razvojem deltnog sustava i estuarija, koji su nastali interakcijom eustatskih promjena razine mora i lokalnih faktora poput donosa sedimenata i tektonske aktivnosti. Primjenom geofizičkih metoda visoke rezolucije te sedimentoloških, petrofizičkih, geokemijskih, mikropaleontoloških i aDNA metoda na uzorcima iz jezgara sedimenata, po prvi će se puta moći pratiti evolucija paleookoliša od riječnih/jezerskih do dubljemorskih okoliša na profilu kraćem od 100 km (od jezera Prokljan u estuariju rijeke Krke do istočnog MAD-a). Prepoznat će se odgovarajući klimatski i okolišni pokazatelji te će se dobiti uvid u migraciju i okolišnu prilagodbu lovaca i sakupljača koji su tijekom kasnog paleolitika obitavali na istočnoj obali Jadrana, gdje je vjerojatno postojala naplavna ravnica rijeke Krke. Dobiveni rezultati o promjenama morske razine i krajolika omogućit će razumijevanje moguće interakcije među ljudima sa širem istraživanog prostora u vrijeme sustavnih traktova padajuće, niske i rastuće razine mora. Time će se istražiti moguća uloga rijeke Krke kao kopnenog/naplavnog „mosta“ za migraciju ljudi. Posebna pažnja bit će posvećena procjeni recentne brzine sedimentacije, prepoznavanju obilježja potopljenih krajolika, te izračunu brzine akumulacije organskog ugljika i kopnenih komponenata sedimenata i potencijalno toksičnih elemenata. Provedena geofizička istraživanja otkrivaju kompleksne geomorfološke strukture i potopljene sedrene barijere na dnu Prokljanskog jezera. Potapanje je počelo prije 9.500 godina, a završilo je prije 7000 godina, kada je formiran sadašnji estuarij rijeke Krke, dok je u paleokanalima istaloženo do 10 m estuarijskih sedimenta.

quence of sediments, with the development of the delta system and estuary, which were formed by the interaction of eustatic changes in sea level together with local factors including sedimentation rates and tectonic activity. By applying high-resolution geophysical methods as well as sedimentological, petrophysical, geochemical, micropalaeontological, and aDNA methods to sediment core samples, it will be possible, for the first time, to monitor the evolution of the palaeoenvironment from the river/lake to deep-sea environments along a cross-section shorter than 100 km (from Prokljansko Lake in the Krka River estuary to the eastern part of MAD). Climatic and environmental indicators will also be identified to gain insight gained into the migration and environmental adaptation of hunters and gatherers who lived on the eastern Adriatic coast during the late Palaeolithic, where the Krka River floodplain probably once existed. The results of this work on sea level and landscape change will enable an understanding of the possible interactions among people from a wider area of investigation during the time of systems tracts of falling, low, and rising sea levels. This will help explore the possible role of the Krka River as a land/floodplain ‘bridge’ for human migration. Special attention will be paid to the assessment of recent sedimentation rates, the identification of the characteristics of submerged landscapes, and the organic carbon accumulation rate and terrestrial components of sediments as well as potentially toxic elements. Geophysical investigations have revealed complex geomorphological structures and submerged tufa barriers at the bottom of Prokljansko Lake. The immersion began 9,500 years ago and ended 7,000 years ago, when the Krka River estuary was formed. Simultaneously, up to 10 m of estuarine sediments were deposited in the palaeochannels.

Multidisciplinarni pristup izradi konceptualnih modela hidrotermalnih sustava

Multidisciplinary Approach to Conceptual Modelling of Hydrothermal Systems

Glavna istraživačica / Principal investigator: **dr. sc. Staša BOROVIĆ**
Autorica teksta / Author of the text: **Mirja PAVIĆ**
<https://hythec.wordpress.com>

Petogodišnji uspostavljeni istraživački projekt akronima HyTheC (UIP-2019-04-1218) započeo je u veljači 2020. Članovi istraživačke grupe u HGI-CGS-u su Staša Borović, Maja Briški, Tihomir Frangen i Kosta Urumović. U rad na projektu uključeni su Ivica Pavičić i Bojan Matoš s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

The five-year installation research project HyTheC (UIP-2019-04-1218) started in February 2020. Members of the research group from HGI-CGS are Staša Borović, Maja Briški, Tihomir Frangen, and Kosta Urumović. Ivica Pavičić and Bojan Matoš from the Faculty of Mining, Geology, and Petroleum Engineering at the University



Prikaz pokusnih područja projekta na zemljovidu
Map showing HyTheC pilot areas



Terenska prospekcija u zaleđu Topuskog (foto I. Pavičić)
Field prospection in the hinterland of Topusko (photo by I. Pavičić)



Snimka Šemničkih toplica bespilotnom letjelicom u vidljivom i infracrvenom spektru

Aerial photo of Šemničke toplice using RGB and a thermal camera (photo by T. Frangen)

Sveučilišta u Zagrebu, te Duygu Kiyan iz Dublinskog instituta za napredne studije i Mauro Cacace iz Njemačkog istraživačkog centra za geoznanosti. Cilj projekta je uspostava multidisciplinarnе istraživačke skupine Hrvatskog geološkog instituta koja će doprinijeti održivom korištenju geotermalnih resursa u Republici Hrvatskoj. Nužan je preduvjet za to razumijevanje cjelokupnog hidrotermalnog sustava koji uključuje područje prihranjivanja, geotermalni vodonosnik i prirodno termalno izvoriste. Multidisciplinarna metodologija (strukturalna geologija, hidrogeologija, geotermija, te hidrogeokemijska, geofizička i daljinska istraživanja koje će slijediti 3D hidrogeološko modeliranje i numeričke simulacije) testirat će se na tri pokušna područja u Hrvatskoj. Sukladno radnom planu, tijekom 2020. godine je prijavljena potrebna oprema, zaposlena je doktorandica Mirja Pavić, načinjena je konceptualizacija hidrotermalnih sustava na temelju dostupnih postojećih podataka, te su obavljene aktivnosti terenske prospekcije pokušnih područja. Aktivnosti daljinskih istraživanja su u tijeku, dok je u 2021. godini planirano pri-druživanje poslijedoktoranda istraživačkoj grupi, kao i provedba većine terenskih istraživanja.

of Zagreb, Duygu Kiyan from the Dublin Institute for Advanced Studies, and Mauro Cacace from the German Research Center for Geosciences are the external project associates. This project aims to establish a multidisciplinary research group at the HGI-CGS to contribute to the sustainable development of geothermal resources in the Republic of Croatia. Sustainable resource management requires an understanding of the entire hydrothermal system, including the recharge area, geothermal aquifer, and thermal springs. A multidisciplinary methodology (structural geology, hydrogeology, geothermics, hydrogeochemical and geophysical research, and remote sensing) will be tested in three pilot areas in Croatia. In accordance with the work plan, the necessary equipment has been procured, a PhD student, Mirja Pavić, was employed, the conceptualisation of hydrothermal systems was developed on the basis of existing data, and field prospection activities were performed in pilot areas in 2020. Remote sensing research activities are also underway and will continue into 2021, when postdoctoral researcher will join the team and the majority of fieldwork will be carried out.

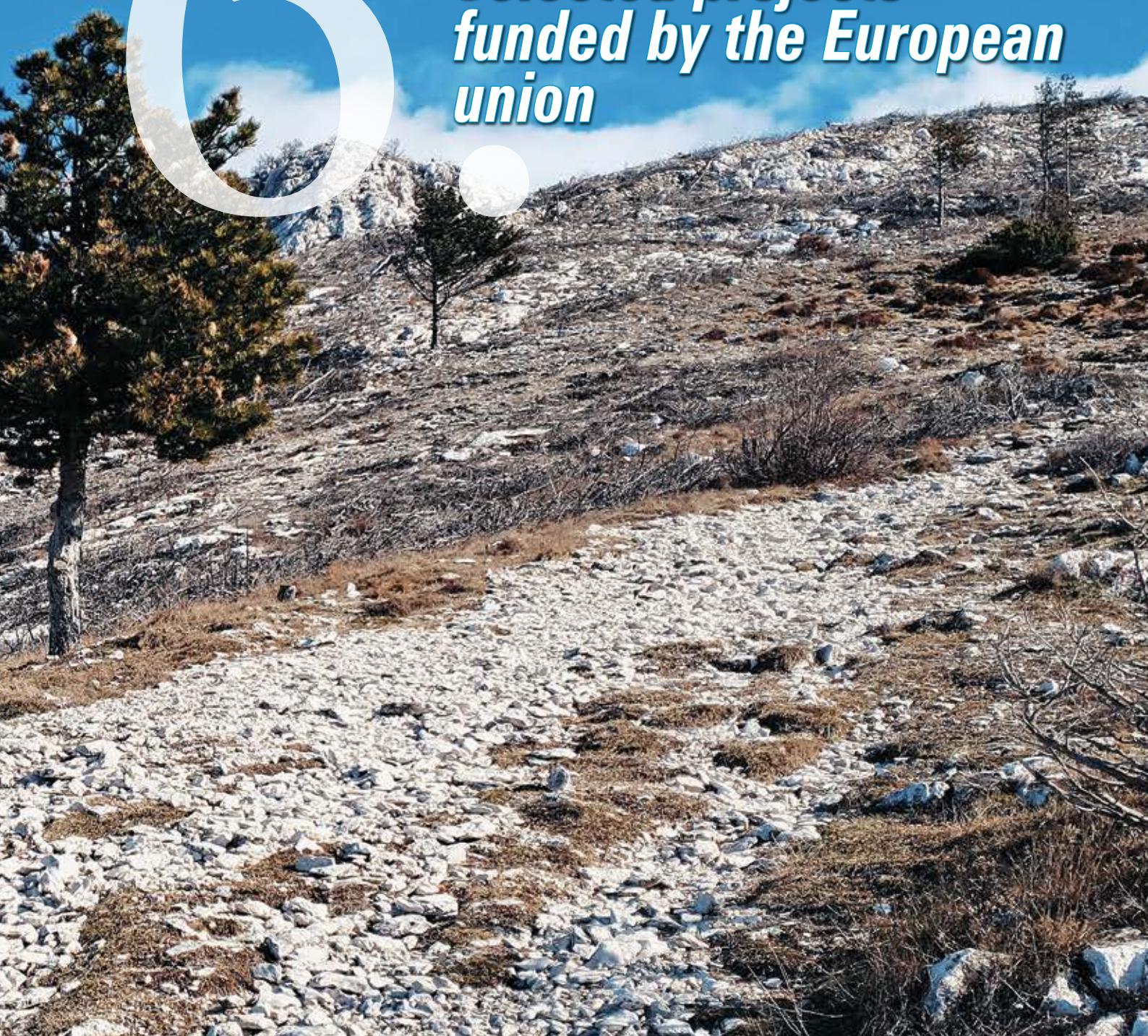


Transport opreme na Mosor (foto A. Selak)

Transport of equipment to Mosor Mt. (photo by A. Selak)



**Odabrani projekti
fondova Europske unije**
***Selected projects
funded by the European
union***



Upravljanje krškim priobalnim vodonosnicima ugroženima klimatskim promjenama

Managing coastal karst aquifers endangered by climate change

Koordinator za HGI-CGS / Coordinator for HGI-CGS: **dr. sc. Josip TERZIĆ**
<https://www.gfv.unizg.hr/static/ukv>

Projekt akronima UKV je financiran od strane Europskih strukturnih i investicijskih fondova u sklopu Operativnog programa "Konkurentnost i kohezija" 2014.-2020., Sheme za jačanje primijenjenih istraživanja za mjere prilagodbe klimatskim promjenama. U projektu sudjeluju četiri partnerske institucije. Voditelj projekta je Geotehnički fakultet Varaždin, a partneri su Hrvatski geološki institut (HGI-CGS), Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci i Državni hidrometeorološki zavod.

The UKV project is funded by the European Structural and Investment Funds under the Operational Program "Competitiveness and Cohesion" 2014–2020, Schemes for strengthening applied research for climate change adaptation measures". Four partner institutions participate in this project; the project lead is the Faculty of Geotechnical Engineering in Varaždin, and the partners are the Croatian Geological Survey (HGI-CGS), the Faculty of Civil Engineering at the University of Rijeka, and the Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ).



Logotip projekta
Project logo

Estavela Mali Studenac u Blatskom polju – najniža točka polja iz koje se viškovi vode dovedeni mrežom kanala dreniraju tunelom prema moru

Mali Studenac estavelle in the Blato karst polje showing the lowest point of the field from which excess water brought by the network of canals is drained by a tunnel towards the sea



Jedna od novoizbušenih bušotina (B-4) u Blatskom polju

One of the newly drilled wells (B-4) in the Blato polje

Istražuju se neželjene posljedice klimatskih promjena u priobalnim krškim vodonosnicima. U sklopu projekta će se uspostaviti monitoring podzemnih i površinskih voda na tri pokušna područja (Zadar, Korčula, Cres) za koja će se analizirati kakvoća i količine površinskih i podzemnih voda te izraditi klimatski i hidrološki modeli za razdoblje do kraja ovog stoljeća. Odredit će se kritične vrijednosti vodne bilance pri kojima se određena količina vode može koristiti za vodoopskrbu.

Stručnjaci HGI-CGS-a iz dvaju zavoda vode istraživanja na jednom od pokušnih područja – slijevu Blatskog polja na otoku Korčuli, te će se osim sveobuhvatnih klimatoloških i hidrogeoloških projektnih zadataka i ciljeva, baviti i istraživanjem paleookolišnih promjena u sedimentima polja. Tijekom 2020. teren je rekognosciran, te je određeno nekoliko dodatnih točaka za hidrogeološko praćenje jer je nedavno izbušeno nekoliko zdenaca koji će se motriti zajedno s vodoopskrbnim kopanim zdencima (Studenac, Gugić, Franulović-Prcalo i Prbako).

Under this project, the adverse effects of climate change on coastal karst aquifers are being investigated. Specifically, the project will establish groundwater and surface water monitoring in three experimental areas (Zadar, Korčula Island, and Cres Island) for which the quality and quantity of surface and groundwaters will be analysed and climate and hydrological models for the period up to the end of this century constructed. Furthermore, critical water balance values at which specified amounts of water can be used for the water supply will be determined.

HGI-CGS experts from the two Departments are conducting research in one of the experimental areas (the Blato karst polje catchment area on the island of Korčula) and they will, in addition to comprehensive climatological and hydrogeological research, investigate palaeoenvironmental changes in the Blato polje sediments. In 2020, the terrain was preliminarily surveyed and several additional points for hydrogeological monitoring were identified. New wells that were recently drilled will be monitored, in addition to those used for water supply (Studenac, Gugić, Franulović-Prcalo, and Prbako).

Ekspertni tim za identifikaciju i analizu lijekova i proizvoda za osobnu njegu u vodi za piće - jačanje kapaciteta za upravljanje vodama u Srednjoj Europi

Board for Detection and Assessment of Pharmaceutical Drug Residues in Drinking Water – Capacity Building for Water Management in Central Europe

Voditelj projekta / Project manager: **dr. sc. Josip TERZIĆ**

Autori teksta / Authors of the text: **dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI, Ana SELAK, dr. sc. Josip TERZIĆ**

<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/boDEREC-CE.html>

U sklopu EU programa Interreg Central Europe 2014-2020, odo-
breno je sufinanciranje projekta akronima boDEREC-CE. Tro-
godišnji projekt provodi se do ožujka 2022. godine, tijekom
čega suradnju ostvaruje 12 partnera iz sedam država Europske
unije (Austrija, Češka, Italija, Njemačka, Poljska, Slovenija i Hr-
vatska). Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju HGI-
CGS-a ima ulogu vodećeg partnera u projektu, uz potporu Vo-
dovoda i kanalizacije (Split) kao projektnog partnera te
Hrvatskih voda kao pridruženog partnera.



Projektni tim

Project team

As part of the Interreg Central Europe EU program 2014–2020, co-financing of the boDEREC-CE project was approved. The three-year project is being implemented up to March 2022, during which time the 12 partners from seven European Union countries (Austria, the Czech Republic, Italy, Germany, Poland, Slovenia, and Croatia) will work together. The Department of Hydrogeology and Engineering Geology at HGI-CGS has the role of lead partner in the project, with the support from Vodovod i kanalizacija Split (waterworks and sewage company) as a project partner and Hrvatske vode (Croatian water management authority) as an associate partner.

Owing to the progress of analytical methods and instruments, it is now possible to identify so-called 'emerging contaminants' (EC) in surface and groundwater in concentrations in the order of ng/l. Emerging contaminants are not typically legally regulated or included in existing environmental monitoring activities, and their release into the environment is the result of various anthropogenic activities (e.g., discharge of municipal and industrial wastewater, improper waste dispos-

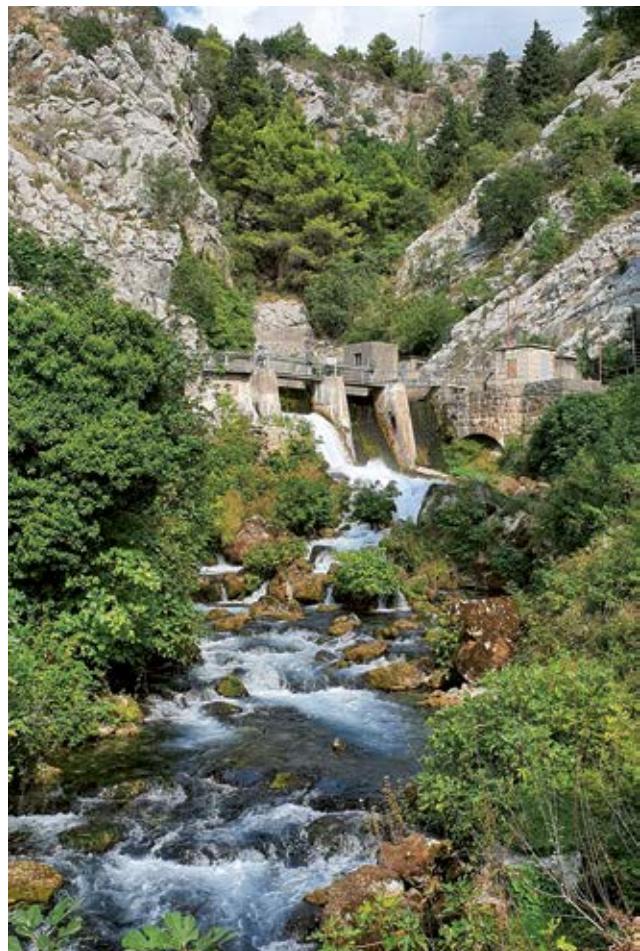


Projektno partnerstvo

Project partnership

Zahvaljujući napretku analitičkih metoda i instrumenata danas je moguća identifikacija onečišćivila iz grupe tzv. „novih onečišćivila“ (engl. *emerging contaminants, EC*) u površinskim i podzemnim vodama u koncentracijama reda veličine ng/l. EC-i većinom nisu zakonski regulirani niti uključeni u postojeće praćenje okoliša, a njihovo dospijevanje u okoliš rezultat je raznih antropogenih aktivnosti (ispuštanje otpadnih komunalnih i industrijskih voda, nepropisno odlaganje otpada i dr.). Uklanjanje većine EC-a konvencionalnim metodama obrade otpadnih voda nije u potpunosti uspešno, a štoviše, neki od produkata razgradnje mogu biti toksičniji od izvornih spojeva, čime predstavljaju potencijalan rizik za okoliš i ljudsko zdravlje.

Iz širokog spektra postojećih i novosintetiziranih EC-ova, u sklopu projekta boDEREC-CE naglasak je stavljen na farmaceutske proizvode i proizvode za osobnu njegu (engl. *Pharmaceuticals and personal care products – PPCP*) koji će se analizirati u uzorcima površinskih i podzemnih voda u osam prethodno odabranih pokusnih područja. Hrvatsko pokusno područje je slijep krških izvora Jadra i Žrnovnice, koji su vrijedan resurs pitke vode splitske aglomeracije. Projektnim aktivnostima nastojat će se unaprijediti znanja o vrstama, koncentracijama i ponašanju PPCP-ova u vodnim resursima koji se koriste za vodoopskrbu. Ovime će se doprinijeti razvoju zajedničkog smjera djelovanja i politike vezane za problematiku EC-ova na europskoj razini.



Izvor Jadra

Spring of the Jadro River

al, etc.). The removal of most ECs by conventional wastewater treatment methods is not entirely successful, and some of their decomposition products may be more toxic than the original compounds, thus posing a potential risk to the environment and human health.

From a wide range of existing and newly synthesised ECs, the emphasis in the boDEREC-CE project is placed on pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), which will be analysed in surface and groundwater samples from eight previously selected experimental areas. The Croatian experimental area is the karst drainage basin of the Jadro and Žrnovnica Rivers, which represents a valuable drinking water resource for Split agglomeration. The project activities will seek to improve knowledge of the types, concentrations, and behaviours of PPCPs in water resources used for water supply. This will contribute to the development of a common strategy and policy related to water resources management at the European level.

Razvoj integriranog okvira za provedbu koncepta umjetnog prihranjivanja vodonosnika sa ciljem zaštite resursa pitke vode ugroženih klimatskim promjenama i sukobima korisnika u Srednjoj Europi

Development of an integrated implementation framework for managed aquifer recharge solutions to facilitate the protection of central European water resources endangered by climate change and user conflict

Koordinatorica za HGI-CGS / Coordinator for HGI-CGS: **dr. sc. Staša BOROVIĆ**

Autor teksta / Author of the text: **Matko PATEKAR**

<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/DEEPWATER-CE.html>

Projekt akronima DEEPWATER-CE započeo je u svibnju 2019. sa ciljem razvoja integriranog okvira za provedbu koncepta umjetnog prihranjivanja vodonosnika (eng. *managed aquifer recharge - MAR*). MAR je važan mehanizam održivog upravljanja vodnim resursima, posebice u područjima gdje je kakvoća ili dostupnost vode ugrožena, a temelji se na prikupljanju oborinskih i površinskih voda (npr. poplavnih voda) tijekom vlažnih

The DEEPWATER-CE project began in May 2019 with the aim of developing an integrated framework for the implementation of the concept of managed aquifer recharge (MAR). MAR is an important mechanism for sustainable water resource management, especially in areas where water quality or availability is compromised, and is based on the collection of rainwater and surface water (e.g., floodwaters) during wet periods, their storage (e.g., artificial lakes), and artificial recharge (e.g., injection wells or infiltration zones) into an aquifer.

The project is co-financed by the Interreg Central Europe 2014–2020 transnational cooperation programme and includes seven project partners from Hungary, Germany, Poland, Slovakia, and Croatia.

As part of the project, interdisciplinary research is being conducted with the aim of locating areas and aquifers suitable for the application of artificial recharge methods. The



Postavljanje opreme za magnetotelurska istraživanja na bivšem viškom aerodromu
Installation of magnetotelluric research equipment at the former Vis airport



Uzorkovanje podzemne vode iz bušotine B-1 u zaleđu izvora Pizdica
Groundwater sampling from the B-1 well in the hinterland of the Pizdica coastal spring

perioda, njihovom skladištenju (npr. akumulacijsko jezero) te umjetnom prihranjivanju (npr. utisni zdenci ili infiltracijske zone) u vodonosnik. Projekt je sufinanciran iz programa transnacionalne suradnje Interreg Središnja Europa 2014.-2020., a uključuje sedam projektnih partnera iz Mađarske, Njemačke, Poljske, Slovačke i Hrvatske.

U sklopu projekta provode se interdisciplinarna istraživanja sa ciljem lociranja područja i vodonosnika pogodnih za primjenu metoda umjetnog prihranjivanja. Hrvatsko istražno područje je otok Vis, gdje su kvalitetni krški vodonosnici zaslužni za samodostatnost otoka po pitanju vodoopskrbe.

Terenska istraživanja na otoku Visu započela su u rujnu 2019., a uključuju:

- kontinuirana opažanja razina podzemnih voda, temperature i elektrolitičke vodljivosti;
- periodička mjesečna opažanja razina podzemnih voda i *in situ* mjerena (T, pH, EC, O₂) i uzorkovanja za hidrokemijske laboratorijske analize (glavni anioni i kationi, stabilni i radioaktivni izotopi);
- geofizička istraživanja (seizmička refrakcija, električna tomografija i magnetotelurika);
- strukturno-geološka istraživanja.

Važan ishod projekta će biti razvoj metodologije za istraživanje primjenjivosti MAR-a u različitim geološkim sredinama, a očekivani doprinos projekta je da metode MAR-a budu prepoznate kao uspješan koncept za održivo upravljanje vodama od strane odgovornih tijela te da se uključe u zakonske okvire kao učinkovit odgovor na rastuće izazove upravljanja vodama u 21. stoljeću.



Strukturno-geološka istraživanja u sklopu znanstvene suradnje s kolegama iz Italije

Structural-geological investigations as part of scientific cooperation with colleagues from Italy

Croatian exploration area is the island of Vis, where high quality karst aquifers enable the self-sufficient water supply of the island.

Field investigations on the island of Vis began in September 2019 and include the following activities:

- continuous observations of groundwater levels, temperature, and electrolytic conductivity;
- monthly observations of groundwater levels and *in situ* measurements (T, pH, EC, and O₂) and sampling for hydrochemical laboratory analyses (anions and cations, and stable and radioactive isotopes);
- geophysical research (seismic refraction, electrical resistivity tomography, and magnetotellurics); and
- structural-geological research.

An important outcome of the project is the development of a methodology for researching the applicability of MAR in different geological environments. Longer-term, the expected contribution of the project is to support the recognition of MAR methods as a successful concept for sustainable water management by responsible authorities, and include them in legal frameworks as an efficient response to the growing challenges of water management in the 21st century.

Multihazardni okvir za upravljanje vodnim rizicima Multihazard framework for water related risks management

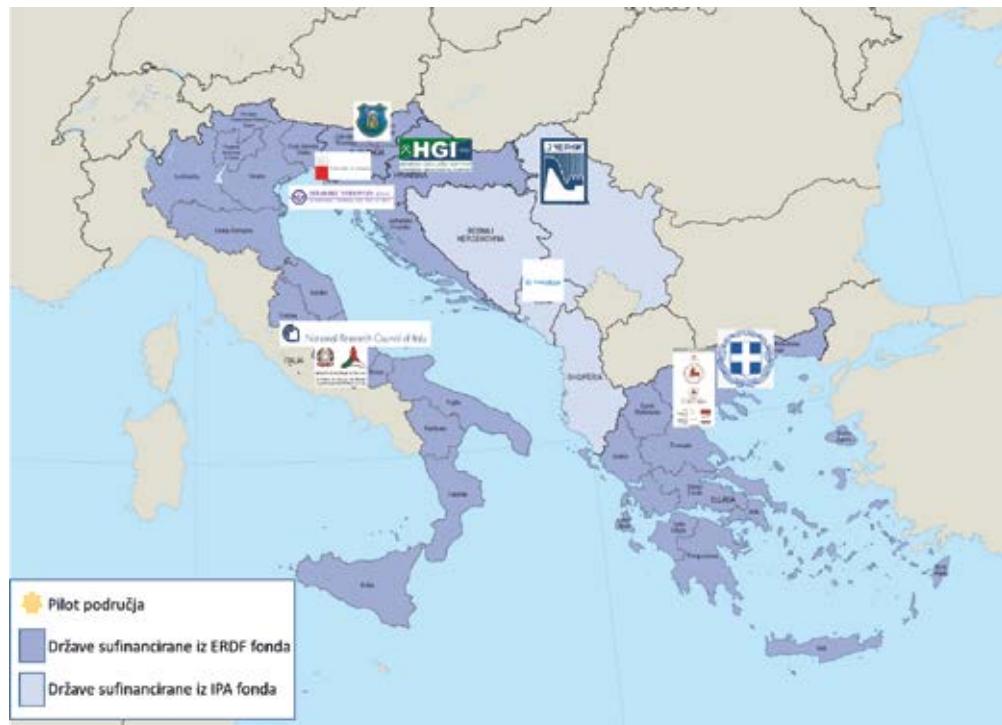
Koordinatorica za HGI-CGS / Coordinator for HGI-CGS: **dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI**

Autorice teksta / Authors of the text: **dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI, Ivana BOLJAT**

<https://muha.adrioninterreg.eu/>

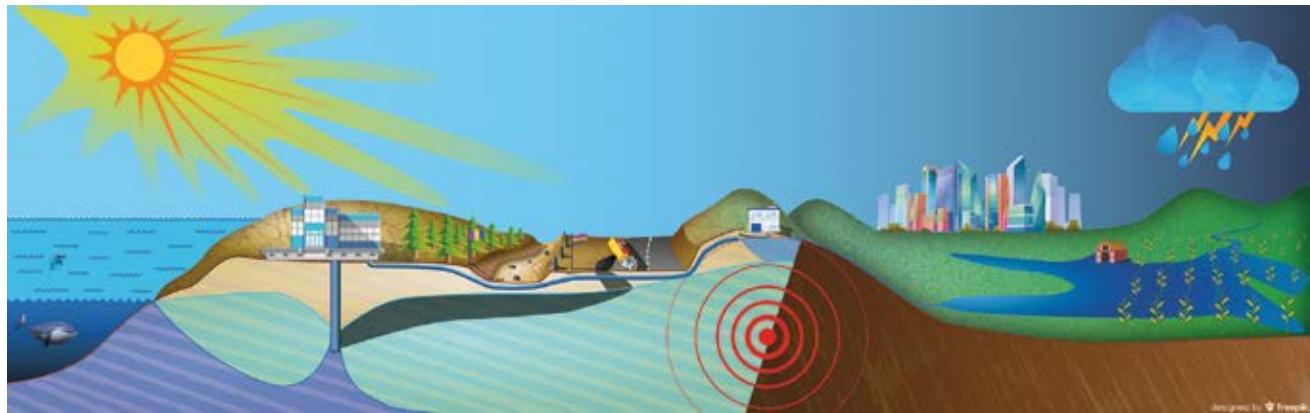
Projekt akronima MUHA započeo je u ožujku 2020. u sklopu Interreg programa ADRION (2014-2020), a sufinanciran je iz europskih fondova ERDF i IPA II. U projektu sudjeluje deset partnera iz šest zemalja Jadransko-jonske regije. Punopravni partneri iz Hrvatske su Hrvatski geološki institut i Istarski vodovod Buzet, dok Hrvatske vode, Služba civilne zaštite Vatrogasne zajednice Istarske županije, Hrvatska grupacija vodovoda i kanalizacije, Vodovod Zadar i Stožer civilne zaštite Zadarske županije sudjeluju kao pridruženi partneri. Hrvatski geološki institut nositelj je komunikacijskog radnog paketa.

The MUHA project started in March 2020 within the Interreg programme ADRION (2014–2020) and is co-financed by the ERDF and IPA II European funds. Ten partners from six countries in the Adriatic-Ionian region participate in the project. The full partners from Croatia are the Croatian Geological Survey and the Istarski vodovod (Istrian Waterworks) Buzet, while Croatian Waters, the Civil Protection Service of the Istrian County Fire Brigade, the Croatian Water and Wastewater Association (HGVik), the Zadar Waterworks, and the Zadar County Civil Protection Headquarters also participate as associate partners. The Croatian



Projektni partneri i pokušna područja

Project partners and pilot areas



Mogući rizici u vodoopskrbi

Possible risks to water supply

Ciljevi projekta usmjereni su prema utvrđivanju nedostataka i poboljšanju postojećih Planova sigurnosti vode (Water Safety Plans) koji kroz složeni ciklus dobro usklađenih aktivnosti osiguravaju dostupnost pitke vode u slučaju nepogoda. Projektne aktivnosti vezane su uz četiri hazarda koji prijete sustavu opskrbe pitkom vodom: poplave, suše, potresi i slučajna onečišćenja.

Istraživači Zavoda za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, zajedno s pridruženim partnerima, svoja istraživanja provode u zadarskom zaleđu na prostoru slijeva Bokanjac – Poličnik, s naglaskom na podsljev kaptiranog priobalnog krškog izvora Golubinka. Područje istraživanja odabранo je zbog sve većih izazova stabilne vodoopskrbe uzrokovanih klimatskim promjenama. Tijekom ljetnih perioda i hidroloških minima utjecaj suša sve je intenzivniji, a potrebe za pitkom vodom sve veće uslijed turističkih i poljoprivrednih aktivnosti, što povećava rizik zaslanjenja vodonosnika.



Priobalni krški izvor Golubinka
Golubinka coastal karst spring

Geological Survey is the leader of the communication work package.

The objectives of the project are to identify gaps and improve existing water safety plans, which ensure the availability of drinking water in the event of disasters through a complex cycle of well-coordinated activities. Project activities are associated with four hazards that threaten the drinking water supply system, namely floods, droughts, earthquakes, and accidental pollution.

Researchers from the Department of Hydrogeology and Engineering Geology, together with associated partners, are carrying out research in the Zadar hinterland in the area of the Bokanjac–

Poličnik drainage basin, with an emphasis on the sub-basin of the Golubinka coastal karst spring. The research area was selected because of the growing challenges of stable water supply caused by climate change. Here, during the summer periods and hydrological minima, the impact of droughts is more intense, and the need for drinking water is increasing because of tourist and agricultural activities, which increases the risk of aquifer salinisation.



Bušenje u Prološkom blatu (foto N. Ilijanić)

Drilling in Prološko blato (photo by N. Ilijanić)

7

Odabrani projekti u suradnji s privredom

Selected commercial projects



Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske

Strategy of mineral resources management of the Republic of Croatia

Voditelj projekta / Project manager: **dr. sc. Slobodan MIKO**

Suradnici / Collaborators: **Nikola GIZDAVEC, mr. sc. Boris KRUK, dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ, dr. sc. Željko DEDIĆ, Erli KOVAČEVIĆ GALOVIĆ**

Hrvatski je geološki institut u suradnji s Ministarstvom gospodarstva i održivog razvoja izradio prijedlog Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske. Strategija je usmjerenja na utvrđivanje smjernica državnog plana za unapređenje istraživanja i poboljšanje eksploatacije mineralnih sirovina, kao i na sva područja i tehnologije povezane s gospodarenjem mineralnim sirovinama od kojih se očekuje dobit prinos gospodarskom rastu i bogatijem društву.

Strategija je sadržajno obrađena u sljedećim glavnim točkama:

Polazne osnove za izradu Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske: prikazuje opći značaj mineralnih sirovina, politiku gospodarenja mineralnim sirovinama u RH, analizu politika gospodarenja mineralnim sirovinama u državama EU i načela strategije gospodarenja mineralnim sirovinama;

Gospodarenje mineralnim sirovinama RH: prikazuje istraživanje mineralnih sirovina, eksploataciju mineralnih sirovina, protupravnu eksploataciju mineralnih sirovina, prostorno-planjska ograničenja za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina i gospodarsko značenje mineralnih sirovina;

Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama RH u idućih 30 godina u kojoj su prikazani: gospodarenje arhitektonsko-građevnim kamenom, gospodarenje mineralnim sirovinama za industrijsku preradbu, gospodarenje kamenim agregatima, gospodarenje ostalim mineralnim sirovinama i ekonomsko-financijski značaj strategije gospodarenja mineralnim sirovinama;

The Croatian Geological Survey, in cooperation with the Ministry of Economy and Sustainable Development, created a proposal for the 'Strategy for the Management of Mineral Resources of the Republic of Croatia'. The strategy aims to establish guidelines for a national plan to improve the investigation and exploitation of mineral resources, as well as in all areas and technologies associated with the management of mineral resources, from which it is expected to contribute to economic growth and a richer society.

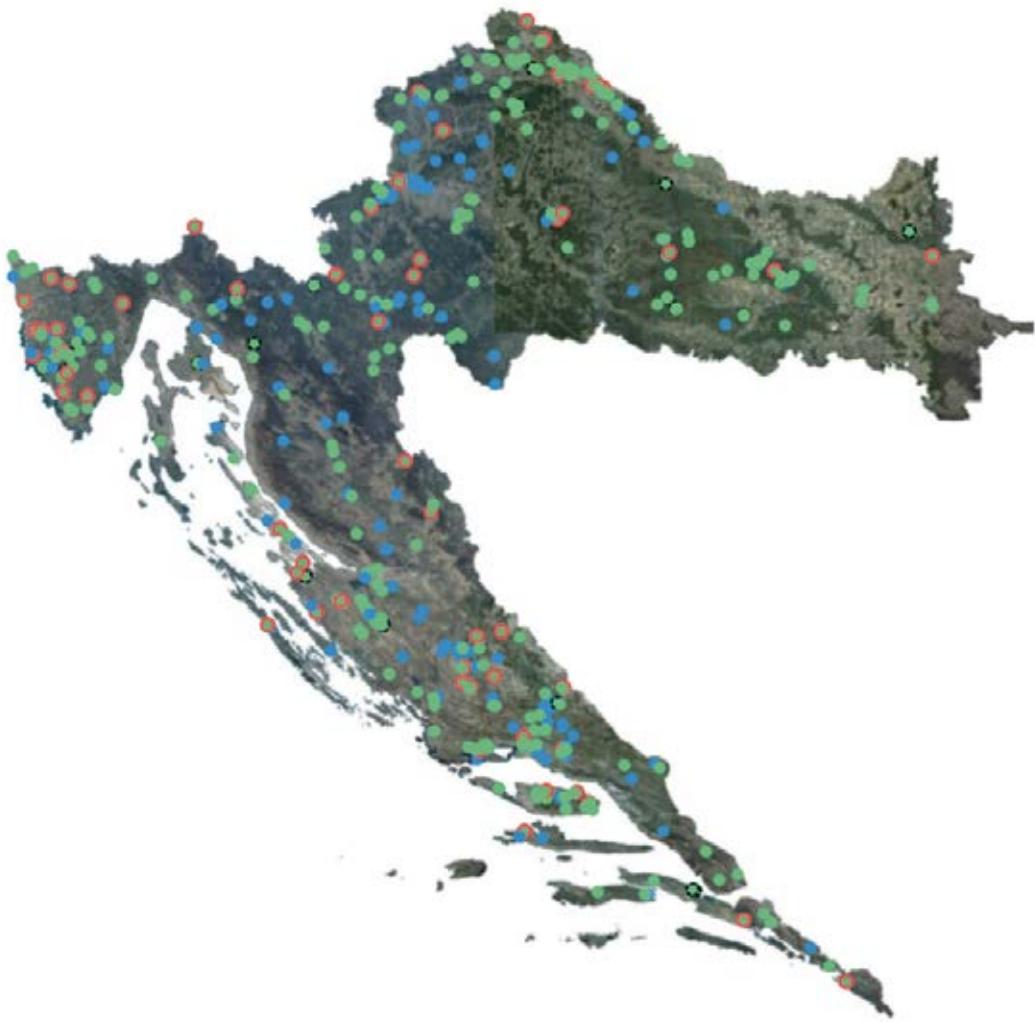
The content of the Strategy focusses on the following main points:

The basics for the development of the Strategy, including the general importance of mineral resources, current policy on mineral resources management in Croatia, the analysis of policies on mineral resources management in EU countries, and the principles of mineral resources management strategies.

The management of mineral resources of the Republic of Croatia including the exploration, exploitation, illegal exploitation, spatial-planning restrictions for exploration and exploitation, and the economic significance of mineral resources.

The management strategy for mineral resources of the Republic of Croatia for the next 30 years, including the management of building stone, management of mineral raw materials for industrial processing, management of stone aggregates, management of other mineral resources, and the economic and financial significance of the mineral resources management strategy.

Activities and measures for the implementation of the Strategy including an analysis of the mining legislation, and measures for



Karta RH s ucrtanim eksplotacijskim poljima čvrstih mineralnih sirovina. Zeleni se kružići odnose na aktivna eksplotacijska polja s važećom koncesijom. Zeleni kružići sa crvenim rubom odnose se na aktivna eksplotacijska polja s nevažećom koncesijom, dok se plavi kružići odnose na neaktivna eksplotacijska polja (izvor: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Sektor za rudarstvo, Jedinstveni informacijski sustav mineralnih sirovina, <https://jisms.gospodarstvo.gov.hr/#/maps>)

Map of exploitation fields of solid mineral resources. The green circles refer to active exploitation fields with a valid concession; green circles with a red border refer to active exploitation fields with an invalid concession; and blue circles refer to inactive exploitation fields (source: Ministry of Economy and Sustainable Development, Mining Sector, Unified Information System on Mineral Resources,

<https://jisms.gospodarstvo.gov.hr/#/maps>)

Mjere i aktivnosti za provedbu Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama u kojima su prikazani: analiza rudarskog zakonodavstva, te mjere i aktivnosti za provedbu Strategije.

Pojavnost ležišta mineralnih sirovina možemo promatrati kroz trenutno registrirana eksplotacijska polja čvrstih mineralnih sirovina u RH kojih je, podatcima Ministarstva u prosincu 2019., bilo sveukupno 487, od čega 348 aktivnih i 139 neaktivnih.

the implementation of the mineral resources management strategy in the Republic of Croatia.

The occurrence of mineral deposits can be observed through the currently registered exploitation fields of solid mineral resources in the Republic of Croatia. As of December 2019, there are a total of 487 fields of which 348 are active and 139 are inactive.

Geološka studija spomenika prirode Kamenolom Fantazija – Cava di Monfiorenzo

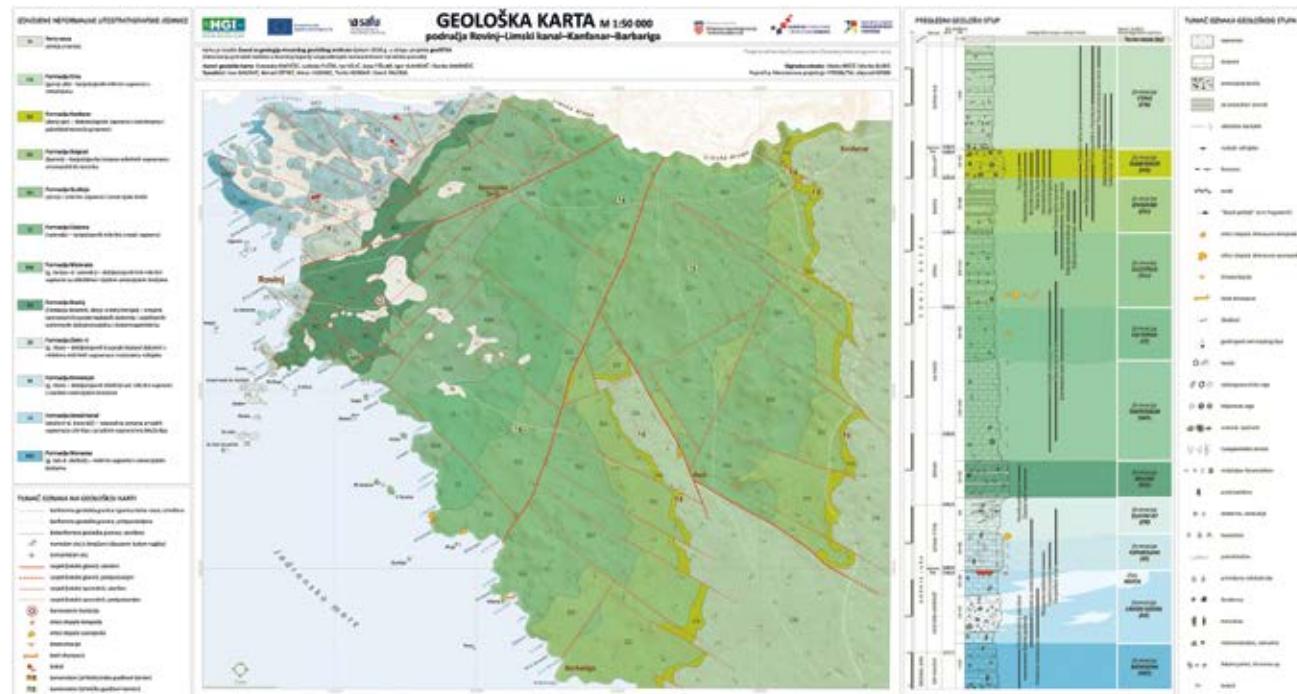
Geological research of nature monument Fantazija Quarry – Cava di Monfiorenzo

Voditelj projekta / Project manager: **Ladislav FUČEK**

Suradnici / Collaborators: **dr. sc. Dubravko MATIČEC, prof. dr. sc. Igor VLAHOVIĆ, dr. sc. Damir PALENIK, dr. sc. Vlatko BRČIĆ**

Na temelju provedenog postupka javne nabave, 16. lipnja 2020. godine sklopljen je Ugovor između Javne ustanove Natura histrica i Hrvatskoga geološkog instituta o „pružanju usluge geoloških istraživanja i izrade geološke studije spomenika prirode Kamenolom Fantazija – Cava di Monfiorenzo“ za potrebe projekta „geolST3A – Valorizacija prirodne baštine u Istarskoj županiji unaprjeđenjem konkurentnosti turističke ponude“. Istraži-

Based on the public procurement procedure, on June 16th 2020, an agreement was concluded between the Public Institution Natura Histica and the Croatian Geological Survey on "providing service of geological research and geological study of the Fantazija Quarry natural monument - Cava di Monfiorenzo" under the project 'geolST3A - Valorization of natural heritage in the County of Istria by improving the competitiveness of the tourism offering'.



Geološka karta M 1:50.000 područja Rovinj-Limski kanal-Kanfanar-Barbariga s izdvojenim neformalnim litostratigrafskim jedinicama

Geological map M 1:50,000 of the Rovinj-Limski kanal-Kanfanar-Barbariga area with informal lithostratigraphic units displayed



Istočna strana kamenoloma Fantazija s lijepo vidljivom izmjenom slojeva tamnosivih „kasnodijagenetskih“ i svijetlosivih „ranodijagenetskih“ dolomita

East side of Fantazija quarry with clearly visible alternating layers of dark gray 'late diagenetic' and light grey 'early diagenetic' dolomites



Sinsedimentacijski reverzni rasjed (crveni pravokutnik) kao posljedica deformacija u gotovo ili potpuno litificiranim stijenama, odnosno deformacija u krtom stanju

Synsedimentary reverse fault (red rectangle) as a consequence of deformation in almost or completely lithified rocks, i.e., brittle deformation structures

vanja su trajala od 30. lipnja do 19. studenog 2020. godine, a imala su za cilj prikazati opći pregled geološke građe širega područja: od grada Rovinja, preko Limskoga kanala i Kanfanara na istoku do Barbarige na jugu, ukupne površine oko 200 km². Geološke značajke navedenog područja prikazane su na geološkoj karti M 1:50.000, na kojoj je izdvojeno 11 neformalnih lithostratigrafskih jedinica gornjojurske i donjokredne starosti. Osobita je pozornost bila posvećena detaljnijim istraživanjima dolomita u kamenolomu Fantazija, kako bi se upotpunila i osvremenila dosadašnja saznanja o važnosti samoga kamenoloma, koji je 1987. godine proglašen geološkim spomenikom prirode. Naglasak je bio na istraživanjima taložnih okoliša, dijagenetskih promjena te singenetskih i postgenetskih deformacijskih procesa u 14 slojeva dolomita koji su dostupni promatranju u samom kamenolomu. Utvrđene su i opisane brojne deformacije mekanog sedimenta kao i deformacije nastale u očvrsnutim, krtim stijenama, dolomitima.



Najporemećiji interval sloja br. 8 (žuti pravokutnik) s različitim teksturama i strukturama koje ukazuju na deformacije mekanog sedimenta tijekom taloženja
The most disturbed interval of layer No. 8 (yellow rectangle) with different textures and structures indicating soft-sediment deformation during deposition

The research was conducted between June 30th and 19 November 2020 with the objective of providing a general overview of the geological structure of the wider area, from the city of Rovinj to the Limski kanal and Kanfanar in the east to Barbariga in the south, covering a total area of approximately 200 km². The geological features of this area are shown on the geological map M 1:50,000, showing 11 informal lithostratigraphic units of Upper Jurassic and Lower Cretaceous age. Particular attention was paid to the dolomite rock in the Fantazija quarry to complete and update current knowledge of the importance of the quarry itself, which was declared a geological monument of nature in 1987. Emphasis was placed on the research of the sedimentary environments,

diagenetic changes, and syngenetic and post-genetic deformation processes in 14 layers of dolomite available for observation in the quarry. Numerous soft-sediment deformations have been identified and described as well as deformations formed in solidified, brittle rocks, i.e., dolomites (brittle deformation structures).

Magnetotelurska istraživanja u hidrogeologiji i geotermiji

Magnetotelluric investigations in hydrogeology and geothermics

Voditeljica projekata / Project manager: **dr. sc. Staša BOROVIĆ**

Suradnici / Collaborators: **Ivan KOSOVIĆ, dr. sc. Josip TERZIĆ, dr. sc. Renato BULJAN, dr. sc. Ozren LARVA, Vinko MRAZ, Hrvoje BURIĆ, Nedeljko STANIĆ**

Magnetotelurika (MT) je elektromagnetska (EM) metoda površinskoga geofizičkog istraživanja. Njome se mogu utvrditi električna svojstva podzemlja (raspodjela električne otpornosti po dubini). MT registrira postojeća (prirodna) polja vanjskog porijekla: komponente prirodnog magnetskog i električnog (teluriskog) polja Zemlje. U skladu sa svojstvima EM valova, omjer električne i magnetske komponente polja u međusobno okomitim smjerovima (impedancija) je konstantan za određenu frekvenciju i konstantnu otpornost. Budući da je frekvencija pri kojoj su registrirani određeni podatci poznata, iz impedancije

Magnetotellurics is an electromagnetic (EM) method of surface geophysical research used to determine subterranean electrical properties (i.e., the distribution of electrical resistivity with depth). The method registers existing (natural) fields of external origin, which are components of the Earth's natural magnetic and electric (telluric) fields. In accordance with the properties of EM waves, the ratio of the electric and magnetic components of the field (impedance) in mutually perpendicular directions is constant for a given frequency and constant resistivity. It is, therefore, possible to calculate underground resistivity from the impedance as the frequency



Istraživanja u Zajezdi (lokalitet Čivragi) u Hrvatskom zagorju sa ciljem utvrđivanja dubine do dolomitnog vodonosnika za potrebe vodoopskrbe (foto I. Kosović)
Research in Zajezda (Čivragi locality), in Hrvatsko zagorje with the aim of determining the depth of the dolomite aquifer for water supply (photo by I. Kosović)

je moguće izračunati otpornosti u podzemlju. Dubina zahvata zavisi isključivo od frekvencije akvizicije podataka: što je niža frekvencija akvizicije, bilježe se podatci iz dubljih dijelova podzemlja. Jedino je ograničenje vrijeme: za akviziciju niskih frekvencija potrebne su dugačke snimke kako bi se prikupio zadovoljavajući broj podataka. Najčešća područja primjene MT su hidrogeološka i geotermijska istraživanja, okolišna geofizika, istraživanja ležišta ugljikovodika i mineralnih sirovina te tektonska istraživanja i proučavanje litosfere. U ZHGIG nabavljena su tri seta opreme i prateći programski paketi te su se djelatnici educirali za provedbu ove vrste istraživanja.

Tijekom 2020. godine uspješno su provedeni komercijalni projekti za Zagorski vodovod, Grad Križevce i Grad Slavonski Brod u kojima se MT koristila u hidrogeološkim i geotermijskim istraživanjima za identifikaciju vodonosnika na dubinama 500–5.000 m. U 2021. godini istraživanja će se većinom provoditi sa ciljem određivanja debljine geotermalnih vodonosnika u hidrotermalnim sustavima Daruvara, Hrvatskoga zagorja i Topuskog u sklopu projekta HyTheC.



Istraživanjima u Slavonskom Brodu u svrhu identifikacije geotermalnih vodonosnika radi mogućeg zahvata za polivalentno korištenje određena su dva perspektivna lokaliteta (foto I. Kosović)

Research in Slavonski Brod to identify geothermal aquifers for possible polyvalent use has identified two promising sites (photo by I. Kosović)

lithosphere studies.

Three sets of equipment and accompanying software packages were procured at ZHGIG, and employees were trained to conduct this type of research. In 2020, commercial projects for Zagorski vodovod, the City of Križevci, and the City of Slavonski Brod were successfully implemented. MT was used in hydrogeological and geothermal research to identify aquifers at depths of 500–5,000 m. In 2021, the majority of the research will be conducted with the aim of determining the thickness of geothermal aquifers in the hydrothermal systems of Daruvar, Hrvatsko zagorje, and Topusko under the HyTheC project.



U Križevcima su predložene perspektivne lokacije za novu proizvodnu i utisnu geotermlanu bušotinu te je provedena edukacija studenata Geotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu o magnetotelurskoj metodi i provedbi na terenu (foto L. Gudić)

In Križevci, locations for new production and injection geothermal wells have been proposed, and training on the MT methodology and field implementation was given for students at the Faculty of Geotechnics, University of Zagreb (photo by L. Gudić)

at which certain data are acquired is known. The penetration depth depends exclusively on the frequency of data acquisition; the lower the frequency, the deeper the area that can be probed. The only limitation is time, as low-frequency acquisition requires recording times to collect a satisfactory quantity of data.

The most common areas of application are hydrogeological and geothermal research, environmental geophysics, hydrocarbon and mineral deposit research, tectonic research, and



Slump kod Golovika na Učki (foto M. Budić)

Slump near Golovik on Učka Mt. (photo by M. Budić)

8

Događanja
Events



Geoznanstveni sat

Geoscience Hour

Autori teksta / Authors of the text: dr. sc. Mihovil BRLEK, dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ, dr. sc. Tamara MARKOVIĆ

Tijekom 2020. godine Geoznanstveni sat nastavio je s radom, iako s prekidom i u izmijenjenom formatu. Tijekom veljače održana su ukupno četiri predavanja kojima je publika mogla prisustvovati uživo. Prvo predavanje održala je Tetiana Khristova (Chemical Abstracts Service), dok je zadnje predavanje u veljači održala Alisa Martek (Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu). Preostala dva predavanja u veljači održali su Julie Belo (GEOMAR, Njemačka) te Simon Tapster (BGS, UK).

During 2020, the Geoscience Hour continued to operate, albeit intermittently and in a modified format. Four lectures were held in February, and the audience was able to attend live. The first lecture was given by Tetiana Khristova (Chemical Abstracts Service); the final lecture was given in February by Alisa Martek (National and University Library in Zagreb); and the remaining two lectures delivered in February were provided by Julie Belo (GEOMAR, Germany) and Simon Tapster (BGS, UK).



Predavanje Alise Martek (Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu) u prostorijama HGI-CGS-a
Lecture by Alisa Martek (National and University Library in Zagreb) at HGI-CGS

Geoznanstveni sat je, nakon prekida uzrokovanih epidemio-loškom situacijom, nastavio s radom sredinom listopada, putem mrežne platforme. Usprkos promijenjenom formatu, posjećenost predavanjima je porasla. Novi ciklus predavanja započeli su doktorandi zaposleni tijekom 2020. godine na istraživačkim i uspostavnim istraživačkim projektima Hrvatske zaklade za znanost pri Hrvatskom geološkom institutu: Matija Vukovski, Nina Trinajstić, Natalia Šenolt te Mirja Pavić. Predavanja su nastavljena tijekom listopada sve do prosinca, a održali su ih doktorandi HGI-CGS-a: Marina Filipović, Igor Karlović, Damir Palenik, Ana Selak te Krešimir Petrinjak.

Ove je godine unutar Geoznanstvenog sata predstavljen širok spektar geoloških tema iz područja prirodnih i tehničkih znanosti, pa sve do uvida u povećanje pristupa elektroničkim izvorima znanstvenih i stručnih informacija. Očekujemo da će se predavanja uspješno nastaviti i u narednom periodu, a ujedno se nadamo i skorom povratku predavanjima uživo.

The Geoscience Hour, after a break caused by the pandemic, resumed its work in mid-October via a network platform. Despite the changing format, attendance at lectures has increased. The new cycle of lectures was started by the following doctoral students, employed in 2020, on research and installation research projects of the Croatian Science Foundation (HRZZ) at the Croatian Geological Survey: Matija Vukovski, Nina Trinajstić, Natalia Šenolt, and Mirja Pavić. The lectures continued through October to December, and were delivered by the following HGI-CGS doctoral students: Marina Filipović, Igor Karlović, Damir Palenik, Ana Selak, and Krešimir Petrinjak.

This year, a wide range of geological topics was presented within the Geoscience Hour: from the fields of geoscience and geological engineering, to providing insight and increasing access to electronic sources of scientific and professional information. We expect that the lectures will continue successfully in the coming period, and at the same time, we hope to return to live lectures as soon as possible.

Obilježavanje dana sv. Barbare i dodjela nagrada i priznanja

St. Barbara festivity and annual awards

Autor teksta / Author of the text: **dr. sc. Slobodan MIKO**

Zbog opasnosti kojima je sveta Barbara izložena, svakodnevno je se prisjećaju mnogi koji rade u teškim i po život opasnim uvjetima. Među njima su u prvom redu rudari, koji joj se kao svojoj zaštitnici obraćaju dok se spuštaju u rudnike. Tradicionalno, svetu Barbaru su zbog povezanosti s rudarima i geologima preuzeli kao svoju zaštitnicu. Hrvatski geološki institut stoga obilježava 4. prosinac kao dan instituta, prilikom čega se dodjeljuju i nagrade i priznanja zaposlenicima.

Godišnja nagrada za znanstvena postignuća koja se dodjeljuje djelatniku instituta za najveći broj preglednih, izvornih znanstvenih i stručnih radova objavljenih u 2019. godini, dodijeljena je dr. sc. Staši Borović za područje tehničkih znanosti, polje geološko inženjerstvo. Posebnom godišnjom nagradom ravnatelja za izuzetan doprinos Hrvatskom geološkom institutu na temelju broja objavljenih izvornih znanstvenih radova dodijeljene su nagrade dr. sc. Viktoriji Baranyi, dr. sc. Ajki Šorši, i dr. sc. Petri Bajo. Godišnja nagrada za rad s najvećim znanstvenim odjekom dodjeljuje se za znanstveni rad objavljen u časopisu s najvećim faktorom odjeka prema WOS-u i dodijeljena je dr. sc. Ajki Šorši u području prirodnih znanosti polje geologije, te grupi autora dr. sc. Željki Brkić, Mladenu Kuhti, dipl. ing. geol., i dr. sc. Ozrenu Larvi u području tehničkih znanosti, polje geološko inženjerstvo. Godišnja nagrada za rad s najvećim znanstvenim odjekom dodijeljena je dr. sc. Tvrtku Korbaru. Godišnja nagrada za rad objavljen u časopisu „Geologia Croatica“ s najvećim znanstvenim odjekom dodijeljena je dr. sc. Radovanu Avaniću.

Godišnja nagrada za izuzetan doprinos geološkoj struci za rad na izradi aplikacije GeoCro dodijeljena je Marku Budiću, dipl. ing. geol., dr. sc. Ivanu Mišuru, dr. sc. Tomislavu Kurečiću, Krešimiru Petrinjaku, mag. geol., i dr. sc. Duji Kukoču. Godišnja

Because of the dangers to which Saint Barbara was exposed, she is remembered daily by many who work in difficult and life-threatening conditions. This includes primarily miners who address her as their protector as they descend into the mines that they work. Traditionally, St. Barbara was also adopted as a protector by geologists because of the connections with miners. Therefore, the Croatian Geological Survey celebrates December 4th as 'HGI-CGS Day', during which awards and recognitions are given to employees.

The 2019 award for scientific achievements, which is given to an employee of the Survey for the largest number of reviews and original scientific and professional papers published in the current year was awarded to Staša Borović in the field of geological engineering. The special annual Director's award for outstanding contribution to the Croatian Geological Survey based on the number of published original scientific papers was given to Victoria Baranyi, Ajka Šorša, and Petra Bajo. The annual award for the paper with the greatest scientific impact published in the journal with the highest impact factor (according to WoS) was awarded to Ajka Šorša in the area of natural sciences in the field of geology, and a group of authors including Željka Brkić, Mladen Kuhta, and Ozren Larva in the area of technical sciences in the field of geological engineering. The annual award for the paper with the greatest scientific impact was awarded to Tvrko Korbar. The annual award for the paper published in the journal Geologia Croatica with the greatest scientific impact was awarded to Radovan Avanić.

The annual award for outstanding contribution to the geological profession was given to Marko Budić, Ivan Mišur, Tomislav Kurečić, Krešimir Petrinjak, and Duje Kukoč for their work on the development of the GeoCro application. The annual award to technical

nagrada za izuzetno zalaganje tehničkom i administrativnom osoblju dodijeljena je Jasminki Martinjak, dipl. ing geol. i Tei Fluksi za rad na organizaciji 6. hrvatskoga geološkog kongresa i proslave 110. godišnjice HGI-CGS-a.

Nažalost, zbog epidemiološke situacije, svečano obilježavanje dana sv. Barbare i dana HGI-CGS-a nije održano u obliku standardnog domjenka za djelatnike i umirovljenike.

and administrative staff for exceptional commitment was awarded to Jasminka Martinjak and Tea Fluksi for their dedicated work on the organisation of the 6th Croatian Geological Congress and the celebration of the 110th anniversary of the HGI-CGS.

Unfortunately, due to the global pandemic, the ceremonial celebration of St. Barbara and HGI-CGS Day was not held in its usual form of a banquet for current and retired employees.

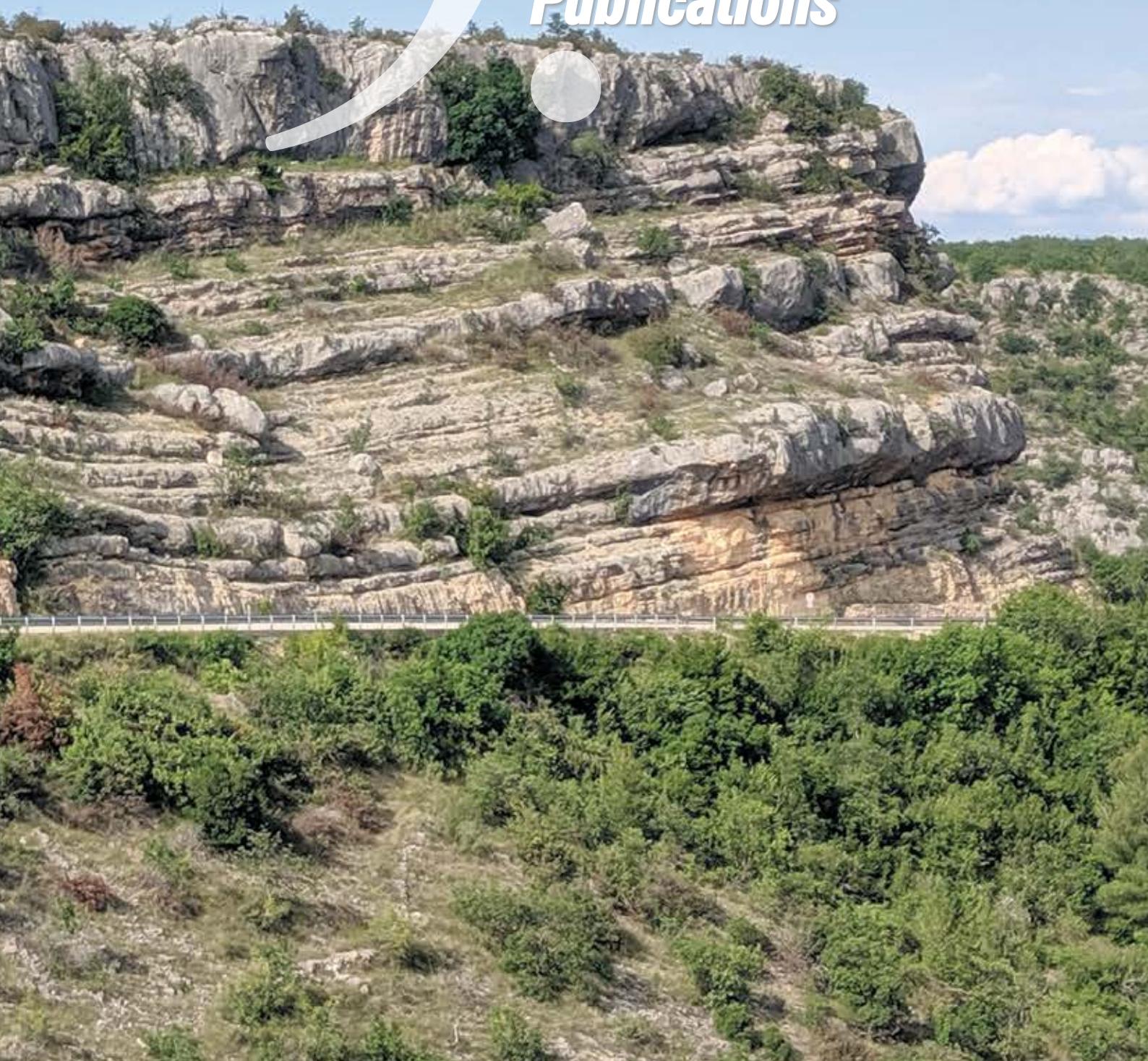


Geološke strukture u Prominskim naslagama (foto N. Ilijanić)

Geological structures in Promina deposits (photo by N. Ilijanić)

9

Publikacije Publications



Znanstveni časopis Geologia Croatica

Scientific journal Geologia Croatica

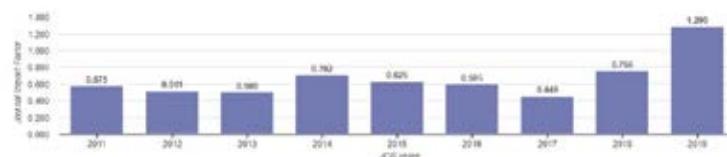
Glavna urednica / Editor in chief: **dr. sc. Lidija GALOVIĆ**
 Tehnička urednica / Technical editor: **dr. sc. Marija HORVAT**
www.geologia-croatica.hr

Geologia Croatica je znanstveni časopis Hrvatskoga geološkog instituta i Hrvatskoga geološkog društva kojeg izdaje Hrvatski geološki institut. U 2020. godini tiskan je 73. volumen u tri sveščića na ukupno 210 stranica s 15 originalnih znanstvenih rada.

U bazi podataka WoS u kategoriji Geology faktor odjeka časopisa (IF) porastao je na 1.290, čime smo svrstani u drugi kvartil (Q2). U bazi podataka Scopus postigli smo SJR 0,425, čime smo u kategoriji Earth and Planetary Sciences (miscellaneous) svrstani u Q2, a u kategoriji Geology u Q3. Trenutno smo najcitatiraniji hrvatski časopis Scopusovih kategorija *Earth and Planetary Sciences* i *Geology* i WoS-ove kategorije *Geology*.

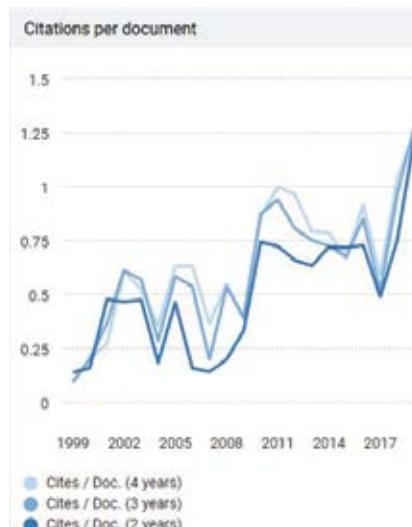
Hrvatski geološki institut uredno podmiruje sve troškove časopisa, na čemu iskreno zahvaljujem. Zahvaljujem i članicama užeg uredničkog odbora: Mariji Horvat, Tei Fluksi i Alisi Martek, te svim članovima Uredničkog odbora.

Geologia Croatica je *Gold open access* časopis (podkategorija Diamond), što je najviša kategorija u otvorenosti pristupa i u zadržavanju autorskih prava autora. Ova kategorija zadovoljava sve standarde diseminacije koje propisuju domaći i međunarodni natječaji za znanstvene projekte.



Kretanje faktora odjeka u bazi WoS od 2011. do danas
 Shift of impact factors in the WoS database from 2011 to the present

Geologia Croatica is the scientific journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society published by the Croatian Geological Survey. In 2020, the 73rd volume was published in three issues with 210 pages including 15 original scientific papers.



Scimago citiranost po dokumentu za 2019. godinu
 Scimago citations per document for 2019

In the WoS database in the 'Geology' category, the journal impact factor (IF) increased to 1.290, positioning us in the second quartile (Q2). In the Scopus data-

base, we achieved an SJR of 0.425, placing us in Q2 of the 'Earth and Planetary Sciences (miscellaneous)' category and Q3 of the 'Geology' category. We are currently the most cited Croatian journal in the Scopus 'Earth and Planetary Sciences and Geology' and the WoS 'Geology' categories.

The Croatian Geological Survey duly pays all the costs of the journal, for which I sincerely thank them. I would also like to thank the core members of the editorial board—Marija Horvat, Tea Fluksi, and Alisa Martek, as well as all other members of the board.

Geologia Croatica is a Gold Open Access journal (subcategory Diamond), which is also the highest category in open access for retaining copyright to authors. This category meets all the dissemination standards prescribed by domestic and international tenders for scientific projects.

Bibliografija

Bibliography

KNJIGE / BOOKS

Bergant, Stanislav; Matičec, Dubravko; **Fuček, Ladislav;** **Palenik, Damir;** **Korbar, Tvrko;** Šparica, Marko; Koch, Georg; Galović, Ivan; Prtoljan, Božo. Osnovna geološka karta Republike Hrvatske 1:50 000 – list Rovinj 2, Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2020.

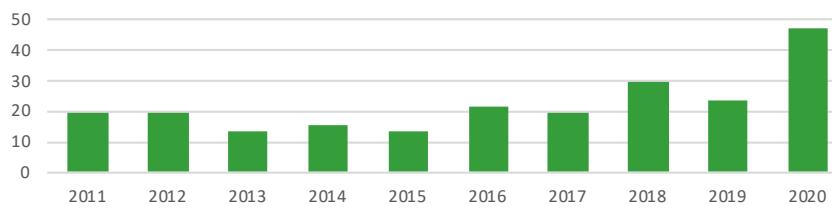
POGLAVLJA U KNJIGAMA / BOOK CHAPTERS

- Šimunić, Antun; **Avanić, Radovan.** Topličica kod Gotalovca / Toplice i topličice Hrvatskog zagorja / Šimunić, Antun (ur.). Donja Stubica: Kajkaviana, 2020. str. 119-123.
- Šimunić, Antun; **Avanić, Radovan.** Varaždinske toplice / Toplice i topličice Hrvatskog zagorja / Šimunić, Antun (ur.). Donja Stubica: Kajkaviana, 2020. str. 106-115.

RADOVI U ČASOPISIMA / PAPERS IN JOURNALS

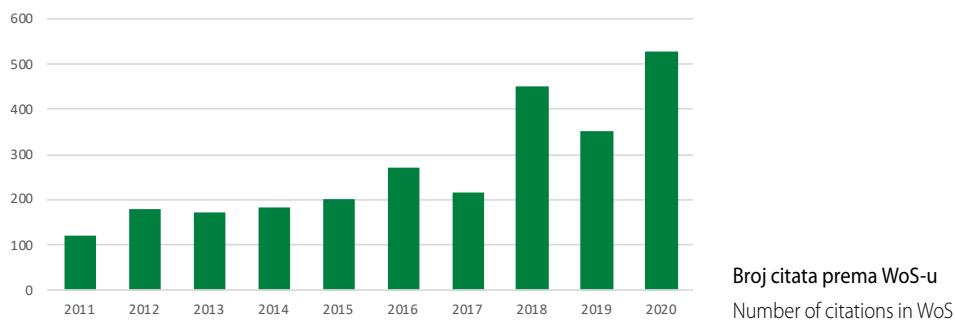
- Bajo, Petra;** Drysdale, Russell; Woodhead, Jon D.; Hellstrom, John C.; Hodell, David; Ferretti, Patrizia; Voelker, Antje H. L.; Zanchetta, Giovanni; Rodrigues, Teresa; Wolff, Eric; Tyler, Jonathan; Frisia, Silvia; Spotl, Christoph; Fallick, Anthony E. Persistent influence of obliquity on ice age terminations since the Middle Pleistocene transition / *Science*, 367/6483, str. 1235+, doi: 10.1126/science.aaw1114
- Balaž, Borna; **Patekar, Matko.** Projekt: „Developing an integrated implementation framework for Managed Aquifer Recharge solutions to facilitate the protection of Central European water resources endangered by climate change and user conflict“ DEEPWATER-CE / Hrvatske Vode, 28 (2020), 114, 291-294.
- Bechor, B.; Sivan, D.; **Miko, S.; Hasan, O.**; Grisonic, M.; Rossi, I.; Radić, Lorentzen, B.; Artioli, G.; Ricci, G.; Ivelja, T. et al. Salt pans as a new archaeological sea-level proxy: A test case from Dalmatia, Croatia / *Quaternary Science Reviews*, 250 (2020), 106680, 18, doi:10.1016/j.quascirev.2020.106680
- Bole, Maximilien; Ikeda, Masayuki; Baumgartner, Peter O.; Hori, Rie S.; Bouvier, Anne-Sophie; **Kukoč Duje.** Oxygen isotope analysis of Mesozoic radiolarites using SIMS / *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, 71 (2020), 4; 355-393.
- Bonacci, Ognjen; **Patekar, Matko;** **Pola, Marco;** Roje-Bonacci, Tanja. Analyses of Climate Variations at Four Meteorological Stations on Remote Islands in the Croatian Part of the Adriatic Sea / *Atmosphere*, 11 (2020), 10; 1044, 19.
- Bostjančić, Iris;** **Pollak, Davor.** Rockfall threat assessment along railways in carbonate rocks in Croatia / *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 79 (2020), 8; 3921-3942, doi:10.1007/s10064-020-01822-x
- Briški, Maja;** **Stroj, Andrej;** **Kosović, Ivan;** **Borović, Staša.** Characterization of Aquifers in Metamorphic Rocks by Combined Use of Electrical Resistivity Tomography and Monitoring of Spring Hydrodynamics / *Geosciences*, 10 (2020), 4; 137, 18, doi:10.3390/geosciences10040137
- Brkić, Željka;** **Kuhta, Mladen;** Hunjak, Tamara; **Larva, Ozren.** Regional Isotopic Signatures of Groundwater in Croatia / *Water*, 12(7) (2020), 1983, 27.
- Brlek, Mihovil;** Kutterolf, Steffen; Gaynor, Sean; Kuiper, Klaudia; **Belak, Mirko;** **Brčić, Vlatko;** Holcova, Katarina; Wang, Kuo-Lung; **Bakrač, Koraljka;** Hajek-Tadesse, Valentina; **Mišur, Ivan;** **Horvat, Marija;** Šuica, Sanja; Schaltegger, Urs. Miocene syn-rift evolution of the North Croatian Basin (Carpathian-Pannonian Region): new constraints from Mts. Kalnik and Pozeska gora volcaniclastic record with regional implications / *International Journal of Earth Sciences*, 109/8, 2775-2800, doi: 10.1007/s00531-020-01927-4
- Brunović, Dea;** **Miko, Slobodan;** **Hasan, Ozren;** Papatheodorou, George; **Ilijanić, Nikolina;** Miserocchi, Stefano; Correggiari, Annamaria; Geraga, Maria. Late Pleistocene and Holocene paleoenvironmental reconstruction of a drowned karst isolation basin (Lošinj Channel, NE Adriatic Sea) / *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 544 (2020), doi:10.1016/j.palaeo.2020.109587

- Caput Mihalić, Katarina; **Galović, Ines**; Wetzel, Carlos E.; Ector, Luc; **Ilijanić, Nikolina**; **Miko, Slobodan**; Wishkerman, Asher; Hamilton, Paul B.; Levkov, Zlatko. Envekadea vranaensis sp. nov. a new diatom species (Bacillariophyta) from the lacustrine Holocene sediments of Lake Vrana, Croatia / Nova Hedwigia, 110 (2020), 1-2; 1-19, doi:10.1127/nova_hedwigia/2019/0561
- Di Cesare, Andrea; Pjevac, Petra; Eckert, Ester M.; Cukrov, Neven; **Miko Šparica, Martina**; Corno, Gianluca; Orlić, Sandi. The role of metal contamination in shaping microbial communities in heavily polluted marine sediments / Environmental pollution, 265 (2020), B; 114823, 12, doi:10.1016/j.envpol.2020.114823
- Fenn, Kaja; Durcan, Julie; Thomas, S.G.David; **Banak, Adriano**. A 180 ka record of environmental change at Erdut (Croatia): a new chronology for the loess-palaeosol sequence and its implications for environmental interpretation / Journal of quaternary science, 35 (4) (2020), 582-593, doi:10.1002/jqs.3201
- Galović, Ines**. Sarmatian biostratigraphy of a marginal sea in northern Croatia based on calcareous nannofossils / Marine micropaleontology, 161 (2020), 101928, 19 doi:10.1016/j.marmicro.2020.101928
- García-Gil, Alejandro; Goetzl, Gregor; Klonowski, Maciej; **Boročić, Staša**; Boon, David; Abesser, Corinna; Janža, Mitja; Herms, Ignasi; Petitclerc, Estelle; Erlström, Michael et al. Governance of shallow geothermal energy resources // Energy policy, 138 (2020), 111283, 11, doi:10.1016/j.enpol.2020.111283
- Grizelj, Anita; Milošević, Monika; Bakrač, Koraljka; Galović, Ines; Kurečić, Tomislav; Hajek-Tadesse, Valentina; Avanić, Radovan; Miknić, Mirjana; Horvat, Marija; Čaić Janković, Ana**; Matošević, Mario. Palaeoecological and sedimentological characterisation of Middle Miocene sediments from the Hrvatska Kostajnica area (Croatia) / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 73 (2020), 3; 153-175, doi:10.4154/gc.2020.15
- Hajek Tadesse, Valentina**. Juxilyocypris kempfi, a new species of the genus Juxilocypris(Ostracoda, Ilyocyprididae) from the Late Pleistocene-Holocene of Eastern Adriatic coast (Croatia) / Historical Biology, 32/7, 880-885, doi: 10.1080/08912963.2018.1544635
- Hajek Tadesse, Valentina**. Ostracods and the middle Miocene evolution of the Bugojno Basin (Bosnia and Herzegovina) / Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 100 (2020), 561-576, doi:10.1007/s12549-019-00403-5
- Hasan, Ozren; Miko, Slobodan; Brunović, Dea**; Papatheodorou, George; Christodoulou, Dimitris; **Ilijanić, Nikolina**; Geraga, Maria. Geomorphology of Canyon Outlets in Zrmanja River Estuary and Its Effect on the Holocene Flooding of Semi-enclosed Basins (the Novigrad and Karin Seas,Eastern Adriatic) / Water, 12 (2020), 1-20, doi:10.3390/w12102807
- Hasan, Ozren; Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina; Brunović, Dea; Dedić, Željko; Šparica Miko, Martina**; Peh, Zoran. Discrimination of topsoil environments in a karst landscape: an outcome of a geochemical mapping campaign / Geochemical transactions, 21 (2020), 1; 1-22, doi:10.1186/s12932-019-0065-z
- Hellstrom, John; Sniderman, Kale; Drysdale, Russell; Couchoud, Isabelle; Hartland, Adam; Pearson, Andrew; **Bajo, Petra**. Speleothem growth intervals reflect New Zealand montane vegetation response to temperature change over the last glacial cycle / Scientific Reports, 10/1, 2492, doi: 10.1038/s41598-020-58317-8
- Hrušević, Dario; **Bakrač, Koraljka; Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina; Hasan, Ozren**; Mamić, Mirna; Puljak, Tatjana; Vucić, Anita; Husnjak Malovec, Katarina; Weber, Martina; Mitić, Božena. Environmental history in Central Croatia for the last two millennia – vegetation, fire and hydrological changes under climate and human impact / Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu, 37 (2020), 117-164 doi:10.33254/piaz.37.5
- Ivelja, T.; Bechor, B.; **Hasan, Ozren; Miko, Slobodan**; Sivan, D.; Brook, A. Improving vertical accuracy of UAV digital surface models by introducing terrestrial laser scans on a point-cloud level / International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, 43/B1, 457-463, doi: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B1-2020-457-2020
- Jin, X.; Shi, Z.Q.; **Baranyi, Viktorija**; Kemp, D.B.; Han, Z.; Luo, G.M.; Hu, J.F.; He, F.; Chen, L.; Preto, N. The Jenkyns Event (early Toarcian OAE) in the Ordos Basin, North China / Global and Planetary Change, 193, 103273, doi: 10.1016/j.gloplacha.2020.103273
- Kamenski, Ana**; Cvetković, Marko; Kolenković Močilac, Iva; Saftić, Bruno. Lithology prediction in the subsurface by artificial neural networks on well and 3D seismic data in clastic sediments: a stochastic approach to a deterministic method / GEM - International journal on geomathematics, 11 (2020), 8; 1-24, doi:10.1007/s13137-020-0145-3



Broj radova prema WoS-u
Number of papers indexed in WoS

- Kapetanović, Nadir; **Kordić, Branko**; Vasilijević, Antonio; Nađ, Đula; Mišković, Nikola. Autonomous Vehicles Mapping Plitvice Lakes National Park, Croatia / Remote Sensing, 12 (2020), 22; 3683, 20, doi:10.3390/rs12223683
- Karlović, Igor; Marković, Tamara.** Data on stable isotopic composition of $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$ in precipitation in the Varaždin area, NW Croatia / Data in brief, 33 (2020), 106573, 6, doi:10.1016/j.dib.2020.106573
- Korbar, Tvrko; Fuček, Ladislav;** Premec Fuček, Vlasta; Oštrić, Nenad. Maastrichtian to Palaeocene and Eocene pelagic carbonates on the island of Svetac (central Adriatic, Croatia) / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 73 (2020), 2; 95-106, doi:0.4154/gc.2020.07
- Korbar, Tvrko; Markušić, Snježana; Hasan, Ozren; Fuček, Ladislav; Brunović, Dea; Belić, Nikola; Palenik, Damir;** Kastelic, Vanja. Active tectonics in the Kvarner region (External Dinarides, Croatia) – an alternative approach based on focused geological mapping, 3D seismological and shallow seismic imaging data / Frontiers in Earth Science, 8 (2020), 582797; 1-21 doi:10.3389/feart.2020.582797
- Kordić, Branko; Gašparović, Mateo; Lužar Oberiter, Borna; Đapo, Almin; Vlastelica, Goran.** Spatial Data Performance Test of Mid-cost UAS with Direct Georeferencing / Periodica Polytechnica - Civil Engineering, 64 (2020), 3; 859-868, doi:10.3311/PPci.15619
- Lehmkuhl, F.; Nett, J.J.; Pötter, S.; Schulte, P.; Sprafke, T.; Jary, Z.; Antoine, P.; **Wacha, Lara**; Wolf, D.; Zerboni, A. et al. Loess landscapes of Europe – Mapping, geomorphology, and zonal differentiation / Earth-Science Reviews, 1 (2020), 1, 1, doi:10.1016/j.earscirev.2020.103496
- Lukač Reberski, Jasmina; Rubinić, Josip; Terzić, Josip; Radišić, Maja.** Climate Change Impacts on Groundwater Resources in the Coastal Karstic Adriatic Area: A Case Study from the Dinaric Karst / Natural Resources Research, 29 (2020), 1975-1988, doi:10.1007/s11053-019-09558-6
- Mateos, Rosa María; López Vinyelles, Juan; Poyiadji, Eleftheria; Tsagkas, Dimetros; Sheehy, Michael; Hadjicharalambous, Kleopas; Liscák, Pavel; **Podolszki, Laszlo**; Laskowicz, Izabela; Iadanza, Carla et al. Integration of landslide hazard into urban planning across Europe // Landscape and urban planning (2020), 196, 103740, doi:10.1016/j.landurbplan.2019.103740
- Maričić, Ana; Fricki, Daria; Barudžija, Uroš; **Horvat, Marija.** Origin of the Stone Varieties used in the Cultural Heritage Buildings of Lumbarda, Island of Korčula, Croatia / Journal of Anthropological and Archaeological Sciences, 2 (2020), 4; 279-286, doi:10.32474/JAAS.2020.02.000144
- Marković, Tamara; Karlović, Igor; Perčec Tadić, Melita; Larva, Ozren.** Application of Stable Water Isotopes to Improve Conceptual Model of Alluvial Aquifer in the Varaždin Area / Water, 12 (2020), 2; 1-13, doi:10.3390/w12020379
- Markušić, Snježana; Stanko, Davor; **Korbar, Tvrko; Belić, Nikola; Kordić, Branko.** The Zagreb (Croatia) M5.5 earthquake on 22 March 2020 / Geosciences, 10 (2020), 252, 21, doi:10.3390/geosciences10070252
- Mudie, Peta J.; Fensome, Robert A.; Rochon, André; **Bakrač, Koraljka.** The dinoflagellate cysts Thalassiphora subreticulata n.sp. and Thalassiphora balcanica: their taxonomy, ontogenetic variation and evolution / Palynology, 44 (2020), 2; 237-269, doi:10.1080/01916122.2019.1567614
- Nádor, A.; Sebess-Zilahi, L.; Rotár-Szalkai, Á.; Gulyás, Á.; **Marković, Tamara.** New methods of geothermal potential assessment in the Pannonian basin / Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences, 98, e10, doi: 10.1017/njg.2019.7
- Pola, Marco;** Cacace, Mauro; Fabbri, Paolo; Piccinini, Leonardo; Zampieri, Dario; Torresan, Filippo. Fault Control on a Thermal Anomaly: Conceptual and Numerical Modeling of a Low Temperature Geothermal System in the Southern Alps Foreland Basin (NE Italy) / Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 125 (2020), 5; e2019JB017394, 21 doi:10.1029/2019jb017394
- Pola, Marco;** Pavičić, Ivica; Rubinić, Vedran; **Kosović, Ivan; Galović, Lidija; Borović, Staša; Wacha, Lara; Urumović, Kosta.** First results of multidisciplinary investigations for the hydrogeological conceptual modelling of loess deposits in eastern Croatia / Acque Sotteranei - Italian Journal of Groundwater, 9 (2020), 1; 43-49, doi:10.7343/as-2020-432
- Razum, Ivan; **Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina; Hasan, Ozren; Šparica Miko, Martina; Brunović, Dea;** Pawlowsky-Glahn, Vera. A compositional approach to the reconstruction of geochemical processes involved in the evolution of Holocene marine flooded coastal karst basins (Mljet Island, Croatia) / Applied Geochemistry, 118 (2020), doi:10.1016/j.apgeochem.2020.104574
- Razum, Ivan; **Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina;** Petrelli, Maurizio; Röhl, Ursula; **Hasan, Ozren;** Giaccio, Biagio. Holocene tephra record of Lake Veliko jezero, Croatia: implications for the central Mediterranean tephrostratigraphy and sea level rise / Boreas, 49 (2020), 12446, 21, doi:10.1111/bor.12446
- Rman, Nina; Lenuța Bălan, Lidia; Bobovečki, Ivana; Nőra Gál, Nora; Jolović, Boban; Lapanje, Andrej; **Marković, Tamara; Milenić, Dejan; Skopljak, Ferid; Rotár-Szalkai, Ágnes et al.** Geothermal sources and utilization practice in six countries along the southern part of the Pannonian basin / Environmental Earth Sciences, 79 (2020), 1; 1-12



Rubinić, Vedran; **Ilijanić, Nikolina**; Magdić, Ivan; Bensa, Aleksandra; Husnjak, Stjepan; Krklec, Kristina. Plasticity, mineralogy, and WRB classification of some typical clay soils along the two major rivers in Croatia / Eurasian soil science, 53 (2020), 7; 922-940, doi:10.1134/S1064229320070121

Sebe, Krisztina; Kovačić, Marijan; Magyar, Imre; Krizmanić, Krešimir; Špelić, Marko; Bigunac, Dijana; Sütő-Szentai, Mária; Kovács, Ádám; Szuromi-Korec, Andrea; **Bakrač, Koraljka**; **Hajek-Tadesse, Valentina**; Troskot-Čorbić, Tamara; Sztanó, Orsolya. Correlation of upper Miocene–Pliocene Lake Pannon deposits across the Drava Basin, Croatia and Hungary / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 73 (2020), 3; 177-195, doi:10.4154/gc.2020.12

Selak, Ana; Boljat, Ivana; Lukac Reberski, Jasmina; Terzić, Josip; Čenčur Curk, Barbara. Impact of Land Use on Karst Water Resources—A Case Study of the Kupa (Kolpa) Transboundary River Catchment / Water, 12 (2020), 11; 3226, 21, doi:10.3390/w12113226

Slovenec, Damir; Belak, Mirko; Mišur, Ivan; Šegvić, Branimir; Schuster, Ralf. The early Paleozoic cumulate gabbroic rocks from the southwest part of the Tisza Mega-Unit (Mt. Papuk, NE Croatia) - evidence of a Gondwana suture zone / International journal of earth sciences, 109, 2209–2233, doi: 10.1007/s00531-020-01896-8

Slovenec, Damir; Šegvić, Branimir; Halamić, Josip; Goričan, Špela; Zanoni, Giovanni. An ensialic volcanic arc along the northwestern edge of Paleotethys – Insights from the Mid-Triassic volcano-sedimentary succession of Ivanščica Mt. (northwestern Croatia) / Geological journal, 55 (2020), 6; 4324-4351, doi:10.1002/gj.3664

Sokač, Branko; **Grgasović Tonči**. New dasycladalean alga with unusual two types of laterals from the Palaocene deposits of Konavle, SE of Dubrovnik (Dinarides, Croatia) / Revue de micropaléontologie, 69 (2020), 100464, 7, doi:10.1016/j.revmic.2020.100464

Stanko, Davor; Markušić, Snježana, **Korbar, Tvrko**; Ivančić, Josip. Estimation of the High-Frequency Attenuation Parameter Kappa for the Zagreb (Croatia) Seismic Stations / Applied Sciences-Basel, 10 (2020), 24; 8974, 17, doi:10.3390/app10248974

Stroj, Andrej; Briški, Maja; Oštarić, Maja. Study of Groundwater Flow Properties in a Karst System by Coupled Analysis of Diverse Environmental Tracers and Discharge Dynamics / Water, 12 (2020), 9; 2442, 20, doi:10.3390/w12092442

Surić, Maša; Czuppon, György; Lončarić, Robert; Bočić, Neven; Lončar, Nina; **Bajo, Petra**; Drysdale, Russell N. Stable Isotope Hydrology of Cave Groundwater and Its Relevance for Speleothem-Based Paleoenvironmental Reconstruction in Croatia / Water, 12 (2020), 9; 2386, 23, doi:10.3390/w12092386

Šegvić, Branimir; **Slovenec, Damir**; Schuster, Ralf; Babajić, Elvir; Badurina, Luka; Lugović, Boško. Sm-Nd geochronology and petrologic investigation of sub-ophiolite metamorphic sole from the Dinarides (Krivaja-Konjuh, Ophiolite Complex, Bosnia and Herzegovina) / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 73 (2020), 2, 119-130 doi:10.4154/gc.2020.09

Tirla, Laura; Dragusin, Virgil; **Bajo, Petra**; Covaliov, Silviu; Cruceru, Nicolae; Ersek, Vasile; Hanganu, Diana; Hellstrom, John; Hoffmann, Dirk; Mirea, Ionut; Sava, Tiberiu; Sava, Gabriela; Sandric, Ionut. Quaternary environmental evolution in the South Carpathians reconstructed from glaciokarst geomorphology and sedimentary archives / Geomorphology, 354, 107038, doi: 10.1016/j.geomorph.2020.107038

Torresan, Filippo; Fabbri, Paolo; Piccinini, Leonardo; Dalla Libera, Nico; **Pola, Marco**; Zampieri, Dario. Defining the hydrogeological behavior of karst springs through an integrated analysis: a case study in the Berici Mountains area (Vicenza, NE Italy) / Hydrogeology Journal, 28 (2020), 4; 1229-1247, doi:10.1007/s10040-020-02122-0

Torresan, Filippo; Piccinini, Leonardo; **Pola, Marco**; Zampieri, Dario; Fabbri, Paolo. 3D hydrogeological reconstruction of the fault-controlled Euganean Geothermal System (NE Italy) / Engineering Geology, 274 (2020), 105740, 17, doi:10.1016/j.enggeo.2020.105740

Urumović, Kosta; Borović, Staša; Urumović, Kosta; **Navratil, Dražen**. Validity range and reliability of the United States Bureau of Reclamation (USBR) method in hydrogeological investigations / Hydrogeology journal, 28 (2020), 2; 625-636, doi:10.1007/s10040-019-02080-2

RADOVI U ZBORNICIMA / PAPERS AND ABSTRACTS IN PROCEEDINGS

- Kamenski, Ana;** Cvetković, Marko. Reducing uncertainty in the deep geological characterization of rocks in the inter-well area by using mathematical and statistical tools in the processing of geophysical and well data / TOPICAL ISSUES OF RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES: Scientific Conference Abstracts. Saint-Petersburg Mining University. St. Petersburg, 2020. P. 463. (XVI International Forum-Contest of Students and Young Researchers. 17-19 June 2020) / Borzenkov, V.T. et al. (ur.). Saint-Petersburg: CRS Press/Balkema (Taylor & Francis Group, Netherlands), 2020. str. 412-413.
- Karavanić, Ivor; Krajcar Bronić, Ines; **Miko, Slobodan;** Becker, Rory; Vukosavljević, Nikola; Čondić, Natalija; Banda, Marko; Smith, Fred H. Last Neandertals at the Crossroads of Central Europe and the Mediterranean: Project presentation / 08th International Scientific Conference Methodology & Archaeometry: Book of Abstracts / Miloglav, Ina (ur.). Zagreb: Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Hrvatsko arheološko društvo, 2020. str. 41-41.
- Selak, Ana; Lukač Reberski, Jasmina; Terzić, Josip; Boljat, Ivana;** Čapalija, Božidar; Leontić, Marijana; Bulović, Boris; **Patekar, Matko; Filipović, Marina.** Emerging contaminants in water resources of Croatian karst - boDEREC-CE project / EGU General Assembly 2020. EGU2020: Sharing Geoscience Online, 2020. EGU2020-575, 2 doi:10.5194/egusphere-egu2020-575
- Tomašić, Nenad; Čobić, Andrea; Fajković, Hana; **Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina; Gisdavec, Nikola.** REE potential of bauxite-related resources in the ESEE region: Focus to Croatia / ERES 2020, Abstracts. Delfi, 2020. str. 33, 2.
- Vlastelica, Goran; Pikelj, Kristina; **Kordić, Branko.** Driving mechanisms of coastal cliff retreat in flysch deposits on the eastern Adriatic coast / Geophysical Research Abstracts, Vol. 22, EGU General Assembly 2020. Beč, EGU2020-11484, 1.

DOKTORSKE DISERTACIJE / DOCTORAL THESES

- Ivanišević, Danijel.** Geokemijske anomalije i trendovi u vodotočnom sedimentu drenažnih bazena Psunja, 2020., doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb
- Palenik, Damir.** Geološka građa i rekonstrukcija tektogeneze središnjega dijela Ćićarije, 2020., doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb

Stručne publikacije i tehnička izvješća

Professional publications and technical reports

Naslov	Autor	Naručitelj
Izvješće o preliminarnim geološkim istraživanjima ležišta „Hrastovo rebro“	Gizdavec Nikola, Mišur Ivan, Horvat Marija, Kastmüller Željko	PZC d.d., Varaždin
Analiza krutih uzoraka (1 do 15) na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Analiza krutog uzorka 16 na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Analiza krutih uzoraka br. 1 do 13 na prisutnost azbesta	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Delineacija i karakterizacija tijela geotermalnih podzemnih voda u Republici Hrvatskoj	Marković Tamara, Sladović Željka, Larva Ozren, Brkić Željka	Hrvatske vode, Zagreb
Analiza petnaest (15) krutih uzoraka (1 do 15) na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Izvješće o mineraloškim analizama uzorka pijesaka i gline s lokalitetu vodocrpilišta Sašnjak za potrebe Geoqua d.o.o.	Grizelj Anita, Wacha Lara	Geoqua d.o.o., Zagreb
Elaborat o rezervama građevnog pijeska i šljunka na eksploatacijskom polju "Brezovi rebar - četvrta obnova	Gizdavec Nikola, Ilijanić Nikolina, Janušić Tomislav, Burić Hrvoje	Wienerberger d.o.o., Karlovac
Izvješće o mineraloško petrografskim analizama keramike za potrebe Arheološkog muzeja Narona	Belak Mirko, Grizelj Anita	Arheološki muzej Narona
Analiza deset (10) krutih uzoraka na prisutnost azbesta	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Analiza dva (2) kruta uzorka oznaka 1 i 3 na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Sustavno speleološko rekognosciranje prostora u obuhvatu planiranog golf igrališta "Matalda" na području punta Križa na otoku Cresu	Kuhta Mladen, Frangen Tihomir, Pavić Mirja	Tempus projekt d.o.o., Zagreb
Analiza jednog (1) kruta uzorka TB-1 na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Studija o mogućnostima pronaalaženja geotermalne vode za polivalentno korištenje u gradu Slavonskom Brodu	Borović Staša, Pavičić Ivica	Grad Slavonski Brod
Mineraloška XRD analize uzorka gline kod Kukljice s interpretacijom	Ilijanić Nikolina	GeoDa Consulting d.o.o., Zagreb
Izvješće o mineraloškim analizama uzorka pijesaka i gline s lokalitetu vodocrpilišta Petruševac za potrebe Geoqua d.o.o.	Grizelj Anita	Geoqua d.o.o., Zagreb
Analiza krutog uzorka oznake AKC 1 na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Analiza krutih uzoraka oznaka TK 1 i TK 2 na azbest (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Hidrogeološka istraživanja objekta u vlasništvu Elka d.o.o. Hidrogeološki elaborat	Urumović Kosta, Pavić Mirja	ELKA d.o.o., Zagreb
Hidrogeološka istraživanja objekta u vlasništvu Elka d.o.o. Tehničko tehnološki elaborat	Urumović Kosta, Pavić Mirja	ELKA d.o.o., Zagreb
Paleolimnološka istraživanja Viskovačkog jezera - NP Krka, I-faza	Hasan Ozren, Brunović Dea, Miko Slobodan, Ilijanić Nikolina, Ivkić Ivona	Javna ustanova Nacionalni park Krka, Šibenik
Geofizička istraživanja magnetotelurskim sondiranjem na lokalitetu Čivragi u Zajezdi	Borović Staša	Zagorski vodovod d.o.o., Zabok
Izvješće o izvršenim analizama Na-fluoresceina u uzorcima ugljena dostavljenih iz Geoqua d.o.o.	Marković Tamara	Geoqua d.o.o.
Izvještaj o mineraloškoj analizi metodom rentgenske difrakcije (XRD). Određivanje mineralnog sastava uzorka cementa RN 2020/52-1	Martinčević Lazar Jasmina	Metris, Pula

Naslov	Autor	Naručitelj
Izvješće o izvršenim analizama Na-fluoresceina u uzorcima ugljena dostavljenih iz Geoqua d.o.o.	Marković Tamara	Geoqua d.o.o.
Izvješće o geološkoj prospekciji potencijalnosti ležišta "Močilje" (za Kamen d.d.)	Brčić Vlatko, Fuček Iadislav, Belić Nikola	Kamen d.d., Pazin
Geološko i hidrološko mišljenje o klizištu u Pojatnom, Gajec 6g. Geološko i hidrološko vještak	Novosel Tomislav, Pavlić Krešimir	Općinski sud u Novom Zagrebu
Geofizičko istraživanje neinvazivnom metodom magnetotelurike u Gradu Križevcima	Borović Staša	Grad Križevci
Izvješće o provedenim mjerjenjima toplinske vodljivosti na uzorcima iz bušotine GTB-1	Borović Staša	Geotehnički studio d.o.o., Zagreb
Analiza 10 krutih uzoraka na azbest (PLM, XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Utvrdjivanja zone onečišćenja ugljikovodicima desne obale Zrmanje nizvodno od Obrovca	Kuhta Mladen, Brkić Željka	Hrvatske vode, Zagreb
Geološka studija spomenika prirode Kamenolom Fantazija - Cava di Monfiorenzo	Fuček Ladislav, Matičec Dubravko, Vlahović Igor, Palenik Damir	Javna ustanova Natura Histrica, Pula
Višedimenzionalna studija o kružnom načinu korištenja postojećeg resursa geotermalne vode u Križevcima	Borović Staša, Pola Marco	Grad Križevci
Analiza 1 krutog uzorka CAV-1 na azbest (PLM, XRD)	Ilijanić Nikolina	ANT d.o.o., Zagreb
Obrada i interpretacija geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom na lokaciji Makarska	Hasan Ozren	GEOmar d.o.o. za geodetske poslove, Split
Obrada geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom i granulometrijska mjerjenja i interpretacija uzoraka morskih sedimenata na lokacijama Lovište i Trstenik na poluotoku Pelješcu	Hasan Ozren	GEOmar d.o.o. za geodetske poslove, Split
Obrada geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom i granulometrijska mjerjenja i interpretacija uzoraka morskih sedimenata na lokaciji Sveta Nedjelja na otoku Hvaru	Hasan Ozren	GEOmar d.o.o. za geodetske poslove, Split
Izvješće o izvršenim radovima za potrebe izrade geološke karte i inventarizacije geološke baštine na području Parka prirode Biokovo tijekom 2020. godine	Belić Nikola	Javna ustanova „Park prirode Biokovo“
Elaborat o provedenim geofizičkim istraživanjima na području Grada Slavonskoga Broda	Borović Staša, Kosović Ivan	Grad Slavonski Brod
Nacrt prijedloga Strategije gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske	Miko Slobodan, Gizdavec Nikola, Kruk Boris, Ilijanić Nikolina, Dedić Željko, Kovačević Galović Erli	Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagreb
Obrada geoloških podataka snimljenih geološkim dubinomjerom i granulometrijska mjerjenja i interpretacija uzoraka morskih sedimenata na lokaciji Milna na otoku Hvaru	Hasan Ozren	GEOmar d.o.o. za geodetske poslove, Split
Analiza uzroka povećanja otjecanja i mutnoće vode na sljevovima rijeka Mrežnice i Korane	Buljan Renato, Bočić Neven, Pavlić Krešimir, Boljat Ivana, Valožić Luka, Čanjevac Ivan, Terzić Josip	Hrvatske vode



100

Doktorske
disertacije
*Doctoral
theses*

Ševronske bore u pelagičkim vapnencima (foto M. Vukovski)
Chevron folds in pelagic limestones (photo by M. Vukovski)

Danijel IVANIŠEVIĆ

Datum obrane disertacije: 22. srpnja 2020.



Naslov disertacije: Geokemijske anomalije i trendovi u vodotočnom sedimentu drenažnih bazena Psunja

Fakultet na kojem je obranjena disertacija: Rudarsko-geološko-nafni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentori: prof. dr. sc. Marta Mileusnić (RGNF) i dr. sc. Josip Halamić, znanstveni savjetnik (HGI)

Zavod u kojem je zaposlen: Zavod za geologiju

U procesu trošenja stijena se raspada te se oslobađaju minerali koji su je izgrađivali, ali i nastaju novi minerali i spojevi koji, uz organsku tvar, čine vodotočni sediment, odnosno medij na kojem se temeljilo istraživanje.

Prvi cilj istraživanja bila je odredba geokemijskih trendova, dok se drugi cilj odnosio na odredbu multivarijatno anomalnih uzoraka i interpretaciju njihova porijekla. Osnovna hipoteza istraživanja bila je da su trendovi i anomalije prisutni te su prije svega rezultat litološke raznolikosti terena.

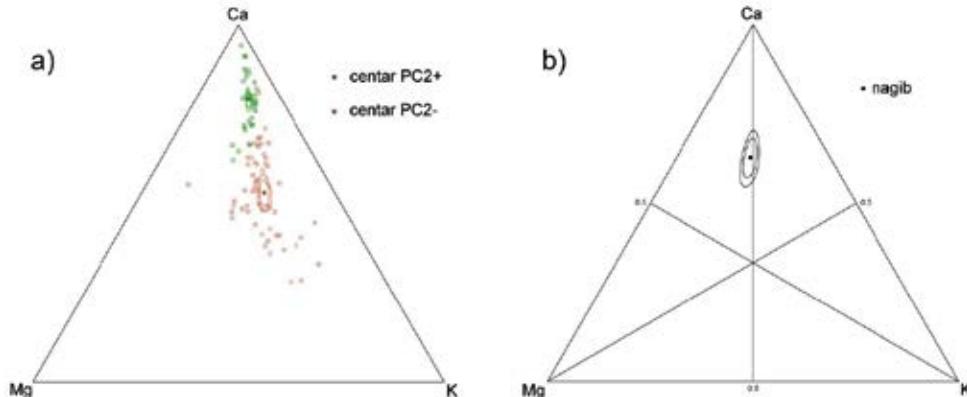
Znanstveni doprinos ovog rada predstavljaju definirani modeli trendova u odnosima koncentracija pojedinih elemenata, te njihova interpretacija s obzirom na litološku raznolikost i druge promatrane čimbenike. Doprinos predstavlja i odredba i interpretacija izvora anomalih odnosa koncentracija određenih elemenata. Navedeni doprinosi uključuju prilog poznавању utjecaja trošenja različitih vrsta stijena na kemijski sastav vodotočnog sedimenta, kao i prilog poznавањu značenja multivarijatno anomalnih koncentracija. Sve navedeno doprinosi geološkom, odnosno geokemijskom poznавањu stijena i vodotočnog sedimenta na Psunj, ali posredno i stijena u podlozi Panonskoga bazena.

Title of dissertation: Geochemical anomalies and trends in the stream sediment of the Mt. Psunj drainage basins

During weathering, rocks break down and release their constituent chemical elements and minerals. Moreover, new minerals and compounds are formed. These processes, along with organic matter, form a stream sediment which was the basis of presented research.

The first aim of the research was to define geochemical trends, and the second aim was to determine multivariate anomalous samples and interpret their origins. This research hypothesised that trends and anomalies primarily result from the lithological diversity of the terrain.

The scientific contribution of the thesis is represented by the defined models of trends in relation to concentrations of certain elements and their interpretation with respect to lithological diversity and other observed factors. In addition, the sources of the anomalous relations among certain elements were determined and interpreted. These findings are important for understanding the impact of weathering on the chemical composition of stream sediments, as well as the significance of multivariate anomalous concentrations. This contributes to the geological and geochemical understanding of rocks forming Mt. Psunj including the basement rocks of the Pannonian Basin.



PC1-model: a) prikaz centara skupina PC2+ i PC2-, b) prikaz nagiba koji opisuje model pri prijelazu iz centra prve skupine u centar druge skupine

PC1 model: a) centres of groups PC2+ and PC2-; b) slope describing the model transition from the centre of the first group to the centre of the second group

Damir PALENIK



Datum obrane disertacije: 23. srpnja 2020.

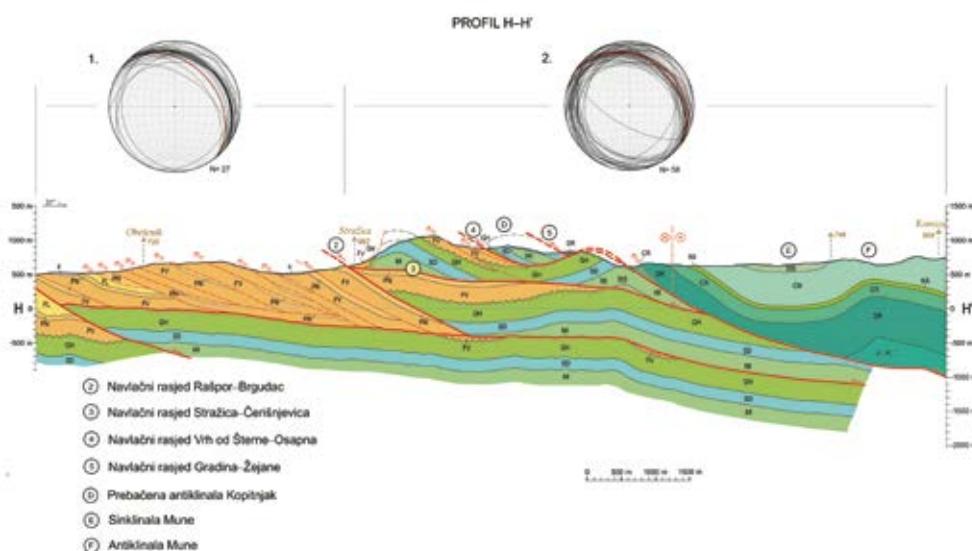
Naslov disertacije: Geološka građa i rekonstrukcija tektogeneze središnjega dijela Ćićarije

Fakultet na kojem je obranjena disertacija: Rudarsko-geološko-nafni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentori: akademik prof. dr. sc. Igor Vlahović (RGNF) i dr. sc. Dubravko Matičec (HGI)

Zavod u kojem je zaposlen: Zavod za geologiju

Najvažniji ciljevi su bili istražiti geološku građu i rekonstruirati tektonske pokrete kojima će se objasniti kinematika nastanka geoloških struktura na istraživanom području. U sklopu istraživanja izrađena je nova geološka karta središnjega dijela Ćićarije u mjerilu 1:50.000, na kojoj je izdvojeno 13 neformalnih lithostratigrafiskih jedinica. Temeljem dobro utvrđenoga slijeda naslaga napravljena je rekonstrukcija paleogeografije područja današnje Ćićarije i zapadne Istre. Izrađeno je i ukupno 11 geoloških profila poprečnih na pružanje struktura. Paleogenska ljudska struktura jugozapadnoga dijela Ćićarije nastala je kao posljedica kompresije i navlačenja sjeveroistočnoga zaleđa izgrađenog od kredno-paleogenskih i krednih naslaga. Utvrđeno je da ona predstavlja *thin-skinned* deformaciju u čijem su nastanku sudjelovale samo paleogenske naslage koje su od svoje kredne podloge odvojene plitkim regionalnim dekolmanom. Ljuskanje se odvijalo po sustavu *ramp and flat* geometrije. Istraživano područje je podijeljeno na šest strukturno-tektonskih jedinica, međusobno odvojenih reverzno-navlačnim rasjedima regionalnoga značenja. Na temelju izmjerenih rasjednih ploha te kinematskih indikatora strukturnom su analizom proračunate orientacije glavnih osi polja paleonaprezanja u kojima su ti rasjedi nastali ili bili aktivni.



Primjer jednog od geoloških profila poprečnih na pružanje glavnih struktura

Example of one of the geological cross-sections transverse to the strike of main structures

Zaposlenici HGI-CGS | EMPLOYEES OF HGI-CGS

dr. sc. Petra Bajo	pbajo@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 753	Zavod za mineralne sirovine
dr.sc. Koraljka Bakrač	kbakrac@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 717	Zavod za geologiju
dr.sc. Adriano Banak	abanan@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 708	Zavod za geologiju
Ivona Banićek	ibanicek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 704	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Viktória Baranyi	vbaranyi@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 706	Zavod za geologiju
Josip Barbača	jbarbacaca@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 719	Zavod za geologiju
dr.sc. Mirko Belak	mbelak@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 819	Zavod za geologiju
Nikola Belić	nbelic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 720	Zavod za geologiju
Marko Belošević	mbelosevic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 754	Stručne službe
Stanislav Bergant	sbergant@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 738	Zavod za geologiju
Ivana Boljat	iboljat@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 727	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Staša Borović	sborovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 712	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Iris Bostjančić	ibostjancic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 701	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Vlatko Brčić	vbrsic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 725	Zavod za geologiju
dr.sc. Maja Brški	mbriski@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 729	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Željka Brkić	zbrkic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 726	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Mihovil Brlek	mbrlek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 722	Zavod za geologiju
dr.sc. Dea Brunović	dbrunovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 752	Zavod za mineralne sirovine
Marko Budić	mbudic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 721	Zavod za geologiju
dr.sc. Renato Buljan	rbuljan@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 806	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Hrvoje Burić	hburic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 820	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Igor Butorac	ibutorac@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 800	Stručne službe
Kristijan Colussi	kcolussi@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 800	Stručne službe
Zlatko Conjar	zconjar@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 754	Stručne službe
Marko Copić	mcopic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 756	Zavod za mineralne sirovine
Kristijan Cvetko	kcvetko@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 830	Stručne službe
Ana Čaić Janković	acaic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 732	Zavod za geologiju
Zorka Devčić		+385 1 6160 742	Stručne službe
Mario Dolić	mdolic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 817	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Mirjana Drušković	mdruskovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 740	Zavod za geologiju
Nikola Dunaj	ndunaj@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 742	Stručne službe
Pavle Ferić	pferic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 720	Zavod za geologiju
Marina Filipović	mfilipovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 812	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Radovan Filjak	rfiljak@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 702	Zavod za geologiju
Tea Fluksi	tfluksi@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 786	Stručne službe
dr.sc. Tihomir Frangen	tfrangen@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 812	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Ksenija Frbežar	kfrbezar@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 783	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Ladislav Fuček	lfucek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 716	Zavod za geologiju
Tanja Funtek	tfuntek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 801	Stručne službe
Damir Galović	dgalovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 707;	Zavod za geologiju
dr.sc. Ines Galović	ingalovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 723	Zavod za geologiju
dr.sc. Lidija Galović	lgalovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 779	Zavod za geologiju
Nikola Gizadavec	ngizdavec@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 751	Zavod za mineralne sirovine
dr.sc. Tonći Grgasović	tgrgasovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 805	Zavod za geologiju
dr.sc. Anita Grizelj	agrizelj@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 718	Zavod za geologiju
dr.sc. Vlatko Gulam	vgulam@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 701	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Valentina Hajek Tadesse	tadesse@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 811	Zavod za geologiju
Božica Habek	bhabek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 803	Stručne službe
dr.sc. Ozren Hasan	ohasan@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 746	Zavod za mineralne sirovine
Nina Hećej	nhecej@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 773	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Ana Maria Heski	aheski@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 821	Zavod za mineralne sirovine
dr.sc. Marija Horvat	mhorvat@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 762	Zavod za geologiju
Trojana Hrbut			Stručne službe
dr.sc. Nikolina Ilijanić	nilijanic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 745	Zavod za mineralne sirovine
dr.sc. Danijel Ivanišević	divanisevic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 708	Zavod za geologiju
Mladenka Jurčić	mjurcic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 750	Stručne službe
Ana Kamenski	akamenski@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 731	Zavod za geologiju
Igor Karlović	ikarlovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 820	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Zaposlenici HGI-CGS | EMPLOYEES OF HGI-CGS

dr.sc. Tvrto Korbac	tkorbar@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 709	Zavod za geologiju
dr.sc. Branko Kordic	bkordic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 807	Zavod za geologiju
Ivan Kosovic	ikosovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 831	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Erli Kovačević Galović	ekovacevic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 816	Zavod za mineralne sirovine
Dragica Kovačić	dkovacic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 740	Zavod za geologiju
Đurđica Kraljević	dkraljevic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 809	Stručne službe
Boris Krk	bkrk@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 747	Zavod za mineralne sirovine
Ljiljana Krk	ljkrk@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 747	Zavod za mineralne sirovine
Mladen Kuhta	mkuhta@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 776	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Duje Kukoc	dkukoc@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 736	Zavod za geologiju
dr.sc. Tomislav Kurečić	tkurecic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 724	Zavod za geologiju
dr.sc. Ozren Larva	olarva@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 728	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Jasmina Lukač Reberski	jlukac@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 735	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Tamara Marković	tmarkovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 734	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Ivan Markotić	imarkotic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 806	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Jasmina Martinčević Lazar	jmartincevic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 732	Zavod za geologiju
Jasminka Martinjak	jmartinjak@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 741	Stručne službe
dr.sc. Saša Mesić	smesic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 760	Zavod za mineralne sirovine
dr.sc. Slobodan Miko	smiko@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 888	Stručne službe
Monika Milošević	mmilosevic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 706	Zavod za geologiju
dr.sc. Ivan Mišur	imisur@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 722	Zavod za geologiju
Gordana Muškinja	gmuskinja@hgi-cgs.hr		Stručne službe
dr.sc. Dražen Navratil	dnavratil@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 796	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Tomislav Novosel	tnovosel@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 729	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Đurđica Novoselec	dnovoselec@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 732	Zavod za geologiju
dr.sc. Damir Palenik	dpalenik@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 702	Zavod za geologiju
Matko Patekar	mpatekar@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 727	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Mirja Pavić	mpavic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 820	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Krešimir Petrinjak	kpetrinjak@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 738	Zavod za geologiju
Anita Pleše	aplese@hgi-cgs.hr		Stručne službe
dr.sc. Laszlo Podolszki	lpodolszki@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 701	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Marco Pola	mpola@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 810	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Davor Pollak	dpollak@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 773	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Nataša Pomper	npomper@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 700	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Ana Selak	aselak@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 704	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Draško Serdar		+385 1 6160 742	Stručne službe
Jasna Severec	jseverec@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 721	Zavod za geologiju
dr.sc. Damir Slovenec	dslovenec@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 804	Zavod za geologiju
Karolina Smrečki	ksmrecki@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 710	Zavod za geologiju
Ivan Sokač	isokac@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 781	Stručne službe
Nedeljko Stanić	nstanic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 784	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Andrej Stroj	astroj@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 814	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Natalia Šenolt	nsenolt@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 798	Zavod za mineralne sirovine
Antun Škrtić	dskrtic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 707	Zavod za geologiju
dr.sc. Ajka Šorša	asorsa@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 739	Zavod za geologiju
Martina Šparica Miko	mtsparica@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 821	Zavod za mineralne sirovine
Marko Špelić	marko.spelic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 725	Zavod za geologiju
Ante Šušak		+385 1 6160 742	Stručne službe
dr.sc. Josip Terzić	jterzic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 700	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Nina Trinajstić	ntrinajstic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 736	Zavod za geologiju
dr. sc. Kosta Urumović	kurumovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 810	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Slavko Valjan	svaljan@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 742	Stručne službe
Suzana Vitas	svitas@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 749	Stručne službe
Matija Vukovski	mvukovski@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 731	Zavod za geologiju
dr.sc. Lara Wacha	lwacha@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 724	Zavod za geologiju
Mirela Žic	mzic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 744	Zavod za mineralne sirovine
Patricia Živković	pzivkovic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 785	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju



Zagreb, 2021.

Hrvatski geološki institut – Croatian Geological Survey

Sachsova 2, HR-10000 Zagreb
Hrvatska (Croatia)
Tel. (+385 1) 6160 749
Fax. (+385 1) 6144 718

pdf dostupan online / pdf available online
www.hgi-cgs.hr

ISSN 1846-629X

