



# GODIŠNJE IZVJEŠĆE | ANNUAL REPORT



# 2022

<b>NAKLADNIK   PUBLISHER</b>	Hrvatski geološki institut – <i>Croatian Geological Survey</i> Sachsova 2, HR-10000 Zagreb, Hrvatska (Croatia)
<b>ZA NAKLADNIKA   FOR THE PUBLISHER</b>	Ravnatelj ( <i>Director</i> ) Slobodan MIKO
<b>UREĐNICA   EDITOR</b>	Staša BOROVIĆ
<b>TEHNIČKO UREĐIVANJE   TECHNICAL EDITING</b>	za LASERplus d.o.o., Igor VRESK
<b>UREĐNIČKI ODBOR   EDITORIAL BOARD</b>	Staša BOROVIĆ Anita GRIZELJ Nikolina ILIJANIĆ Slobodan MIKO Josip TERZIĆ
<b>PRIJEVOD NA ENGLEŠKI JEZIK   ENGLISH TRANSLATION</b>	Zoran PEH
<b>LEKTURA ENGLEŠKOGA JEZIKA   ENGLISH LANGUAGE EDITING</b>	Online: Elsevier Language Editing
<b>REALIZACIJA   REALIZATION</b>	LASERplus d.o.o.
<b>NAKLADA   EDITION</b>	100 primjeraka ( <i>copies</i> )
<b>NASLOVNA STRANICA   COVER</b>	Jezerski sedimenti u Selinama (foto N. HEĆEJ) Lacustrine sediments in Seline (photo by N. HEĆEJ)

ISSN 1846-629X

HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY

# GODIŠNJE IZVJEŠĆE 2022. ANNUAL REPORT 2022

Zagreb, 2023.

# Sadržaj / Content

Uvodnik / Introduction . . . . .	4
Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	
<b>1.</b> ■ HGI: organizacija, brojke i činjenice / CGS: Organisation, Numbers and Facts	8
Organizacijska struktura, zaposlenici i proračun / Organizational Scheme, Employees and Budget . . . . .	8
Zavod za geologiju / Department of geology	
Predstojnica Zavoda / Head of Department: dr. sc. Anita GRIZELJ	
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju / Department of hydrogeology and engineering geology . . . . .	13
Predstojnik Zavoda / Head of Department: dr. sc. Josip TERZIĆ	
Zavod za mineralne sirovine / Department of Mineral Resources . . . . .	16
Geološka služba / Geological Survey . . . . .	19
Infrastruktura / Infrastructure . . . . .	21
Autori / Authors: Ana ČAIĆ JANKOVIĆ, dr. sc. Iris BOSTJANČIĆ, Tea FLUKSI, dr. sc. Ozren HASAN, Jasmina MARTINJAK	
<b>2.</b> ■ Program geoloških karata / Geological mapping programme	26
Program geoloških karata / Geological Mapping Programme . . . . .	26
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	
<b>3.</b> ■ Projekti / Projects . . . . .	31
Projekti programa Obzor Europa / Projects from Horizon Europe programme . . . . .	32
Projekti Hrvatske zaklade za znanost / Projects funded by the Croatian science foundation . . . . .	32
Projekti fondova Europske unije / Projects funded by the European union . . . . .	32
Strukturni fondovi / Structural Funds . . . . .	33
Projekti u suradnji s privredom / Commercial projects . . . . .	33
<b>4.</b> ■ Odabrani projekti programa Obzor Europa / Selected projects from Horizon Europe programme . . . . .	35
GSEU: Geološka služba za Europu / Geological service for Europe . . . . .	36
Autor / Author: dr. sc. Slobodan MIKO	
<b>5.</b> ■ Odabrani projekti Hrvatske zaklade za znanost / Selected projects funded by the Croatian science foundation . . . . .	38
UNLOCK-CAVE: Istraživanje paleoklimatske varijabilnosti visoke rezolucije pomoću posrednih pokazatelja u sigama iz Nove Grgosove spilje / Unlocking high-resolution palaeoclimate variability from Nova Grgosova cave multi-proxy speleothem records . . . . .	40
Glavna istraživačica / Principal investigator: dr. sc. Petra BAJO	
ISSAH: Utjecaj specifične površine oplošja čestice na hidrogeološka svojstva prapora i na njima razvijenih tala istočne Hrvatske / Impact of specific surface area on hydrogeological properties of loess deposits and loess-derived soils in eastern Croatia . . . . .	42
Glavni istraživač / Principal investigator: dr. sc. Kosta URUMOVIĆ	
<b>6.</b> ■ Odabrani projekti fondova Europske unije / Selected projects funded by the European union . . . . .	44
UKV: Upravljanje krškim priobalnim vodonosnicima ugroženima klimatskim promjenama / Management of coastal aquifers endangered by climate change . . . . .	46
Koordinator za HGI-CGS / Coordinator for HGI-CGS: dr. sc. Josip TERZIĆ	
boDEREC-CE: 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 . . . . .	48
Autori teksta / Authors of the text: Ana SELAK i dr. sc. Josip TERZIĆ	

DEEPWATER-CE: 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. . . . .	51
Autori teksta / Authors of the text: Matko PATEKAR, dr. sc. Staša BOROVIĆ	
MUHA: Multihazardni okvir za upravljanje vodnim rizicima / Multihazard framework for water related risks management . . . . .	52
Autori teksta / Authors of the text: Patricia ŽIVKOVIĆ, dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI, Ivana BOLJAT, Luka MIKLIN	
<b>7. Odabrani projekti u suradnji s privredom / Selected commercial projects . . . . .</b>	<b>54</b>
Osnovna geološka karta Nacionalnog parka Plitvička jezera / Basic Geological map of the Plitvice lakes national Park . . . . .	56
Voditelj projekta / Project manager: dr. sc. Vlatko BRČIĆ	
Digitalna fotogrametrija u stijenskom inženjerstvu / Digital Photogrammetry in Rock Engineering. . . . .	57
Autor teksta / Author of the text: dr. sc. Dražen NAVRATIL	
Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa u obalnom moru RH / Mapping coastal and bottom marine habitats in the coastal sea of Croatia . . . . .	59
Autori teksta / Authors of the text: dr. sc. Slobodan MIKO, dr. sc. Ozren HASAN, dr. sc. Branko KORDIĆ	
<b>8. Projekt financiran iz sredstava programskog ugovora / Projecs funded from the programme contract. . . . .</b>	<b>60</b>
Istraživanja u potresom pogodjenom području / Investigations in the area affected by earthquake. . . . .	62
Autori teksta / Authors of the text: dr. sc. Branko KORDIĆ, Josipa MASLAČ, dr. sc. Kosta URUMOVIĆ, dr. sc. Lara WACHA	
<b>9. Događanja / Events . . . . .</b>	<b>66</b>
Geoznanstveni sat / Geoscience hour . . . . .	68
Autori teksta / Authors of the text: dr. sc. Mihovil BRLEK, dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ, dr. sc. Tamara MARKOVIĆ	
Dodjela nagrada i priznanja / Annual awards and recognitions. . . . .	70
Autor teksta / Author of the text: dr. sc. Slobodan MIKO	
<b>10. Publikacije / Publications . . . . .</b>	<b>72</b>
Znanstveni časopis Geologia Croatica / Scientific journal Geologia Croatica . . . . .	74
Glavna urednica / Editor in chief: dr. sc. Lidija GALOVIĆ, dr. sc. Tonći GRGASOVIC	
Stručne publikacije i tehnička izvješća / Professional publications and technical reports . . . . .	84
<b>11. Doktorske disertacije / Doctoral theses. . . . .</b>	<b>86</b>
<b>12. Kontakti / Contacts . . . . .</b>	<b>90</b>

# Uvodnik

## Introduction

### Dr. sc. Slobodan MIKO

Ravnatelj / Director  
tel: (+385 1) 6160 749  
fax: (+385 1) 6144 718  
e-mail: slobodan.miko@hgi-cgs.hr



Hrvatski geološki institut (HGI-CGS) javni je znanstveni institut koji je osnovan 1909. Vizija HGI-CGS-a je biti vodeći javni znanstveno-istraživački institut u području geologije i geološkog inženjerstva u Republici Hrvatskoj, a njegova misija je izvođenje temeljnih i primijenjenih znanstvenih istraživanja te izrada geoloških karata svih vrsta, namjena i mjerila s pripadajućim bazama podataka za cjelokupni teritorij Republike Hrvatske.

Tijekom 2022. godine većina aktivnosti u HGI-CGS-u je normalizirana nakon prolaska akutne faze pandemije bolesti COVID-19. Intenzivirana su terenska istraživanja na kopnu i na moru u skladu s programima i ugovorenim projektima. Projektne aktivnosti većim dijelom su financirane od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ), EU fondova i te kroz suradnju s javnim ustanovama. Rezultati istraživanja publicirani su u više od 50 radova od kojih 25 u časopisima kategoriziranim u prvi kvartil (Q1) prema bazi Web of Science. Osamnaest zaposlenika je tijekom 2022. godine provodilo istraživanja za doktorske disertacije, a u 2023. godini zaposlit će se još troje doktoranada. HA-ZU je 2022. godine dodijelila godišnju nagradu za znanost iz područja prirodnih znanosti dr. sc. Petri Bajo, višoj znanstvenoj suradnici HGI-CGS-a, za njezina istraživanja siga.

Kako bismo bili u moćnosti pratiti suvremena istraživanja u geologiji, HGI-CGS je nastavio s intenzivnim ulaganjima u opremu za daljinska istraživanja i programe za obradu podataka. Tijekom 2022. godine završena je priprema za infrastrukturni projekt GEOLAB čija implementacija bi značila potpunu modernizaciju i povećanje analitičkih kapaciteta u vrijednosti od 5,5 milijuna eura. Natječaj za dodjelu sredstava infrastrukturnih projekta očekuje se krajem 2023. godine, a realizacija projekta trajala bi četiri godine nakon odobrenja. HGI-CGS je tijekom

The Croatian Geological Survey (HGI-CGS) is a public research institute established in 1909. The vision of HGI-CGS is to become the leading public scientific research institute in the field of geology and geological engineering in the Republic of Croatia, and its mission is to conduct fundamental and applied scientific research and produce geological maps of all types, purposes and scales with associated databases for the entire territory of the Republic of Croatia.

During 2022, most of the activities at HGI-CGS were stabilised after the acute phase of the COVID-19 pandemic. Field research on land and at sea was intensified in accordance with the programmes and contracted projects. Project activities were primarily financed by the Croatian Science Foundation (HRZZ), EU funds and through cooperation with public institutions. The research results were published in more than 50 papers, 25 of which were in journals categorised in the first quartile (Q1) according to the Web of Science (WOS) database. In 2022, 18 employees carried out research work for their doctoral dissertations, whereas in 2023, 3 more doctoral students will be employed. Last year, HAZU awarded the National Annual Science Award of the Republic of Croatia for 2022 in the Field of Natural Sciences to Dr Petra Bajo, Senior Research Associate at HGI-CGS, for her research on speleothems.

To keep up with contemporary research in geology, HGI-CGS continued to make robust investments in remote sensing equipment and data processing programmes. In 2022, the preparation for the Geoscientific Laboratories (GEOLAB) infrastructure project was completed, the implementation of which would mean a complete modernisation and increase of analytical capacities worth 5.5 million euros. The competition for the allocation of funds for infrastructure projects is expected at the end of 2023, and the implementation of this project would take 4 years after approval. During

2022. provodio i niz projekta koji uključuju izrade geoloških karata nacionalnih parkova, istraživanja prostora zahvaćenih nedavnim potresima na Banovini te klizišta na širem području sjeverozapadne Hrvatske. Provodila su se i istraživanja stanja podzemnih voda, kako krškog tako i panonskog dijela Hrvatske. Provodilo se i intenzivno kartiranje podmorja, pri čemu je obuhvaćen prostor sjevernog i srednjeg Jadrana na površini većoj od 1000 km<sup>2</sup> u sklopu projekta kartiranja morskih staništa koje financira Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR). Kartiranje provodi konzorcij kojeg čine hrvatski instituti i fakulteti koji se bave istraživanjem podmorja.

HGI-CGS je član udruženja od 50 partnera koji predstavljaju sve geološke službe na teritoriju Europe (EuroGeoSurveys, EGS). EGS je tijekom 2021. pripremio projekt Geological service for Europe (GSEU) koji je 2022. godine odobren za financiranje kroz program Obzor Europa. Cilj projekta je stvaranje stalne mreže nacionalnih geoloških službi u svrhu pružanja geoloških informacija na temelju najsvremenijih dostignuća u struci na razini Europe. Projekt je tematski usmjeren na gospodarenje kritičnim mineralnim sirovinama, geoenergiju, podzemnu vodu te obalne procese.

U narednom razdoblju završava petogodišnje razdoblje pokriveno strategijom HGI-CGS-a od 2019. do 2023. te će se izraditi nova strategija i planovi razvoja za razdoblje od 2024. do 2030. Nova strategija bit će usklađena sa strategijom razvoja RH do 2030. i s novim Zakonom o visokom obrazovanju i znanosti.

Na kraju od srca zahvaljujem svim zaposlenicima HGI-CGS-a koji su se potrudili da poslovnu 2022. godinu završimo uspješno, na vlastito zadovoljstvo i zadovoljstvo našeg osnivača i njegovih predstavnika.



Slobodan Miko

the last year, HGI-CGS also implemented several projects that included the production of geological maps of national parks and investigations in the areas affected by recent earthquakes in the Banovina region and landslides in the wider area of north-western Croatia. Research was also conducted concerning groundwater resources in the karst and the Pannonian parts of Croatia. Demanding seabed mapping was also carried out, covering the northern and central Adriatic and comprising an area of more than 1000 km<sup>2</sup>, as part of the project of marine habitat mapping financed by the Ministry of Economy and Sustainable Development (MINGOR). Mapping is being carried out by a consortium of Croatian institutes and faculties dealing with underwater research.

HGI-CGS is a member of the association of 50 partners representing all geological surveys in Europe (EuroGeoSurveys, EGS). In 2021, EGS prepared the Geological Service for Europe (GSEU) project, which was approved for financing through the Horizon Europe programme in 2022. The goal of the project is to develop a permanent network of national geological survey organisations to provide geological data infrastructure and related information services based on the latest achievements in geology at the pan-European level. The project is thematically focused on managing critical mineral resources, geo-energy, underground water and coastal processes.

In the near future, the five-year period covered by the HGI-CGS strategy from 2019 to 2023 will end, and new strategy and development plans will be drawn up from 2024 to 2030. The new strategy will be harmonised with the 2030 National Development Strategy of the Republic of Croatia and with the new Act on Scientific Activity and Higher Education.

Finally, I would like to express my sincere gratitude to all the employees of HGI-CGS who made a tremendous effort to successfully complete the business year of 2022 to their satisfaction, as well as to the satisfaction of our founder and its representatives.



Slobodan Miko



Olujni blokovi na otoku Mani (foto T. Korbar)  
Storm boulders on Mana island (photo by T. Korbar)

# 1.

## HGI: 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**

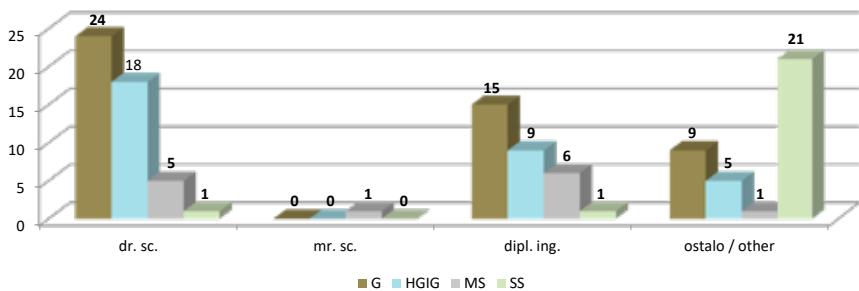
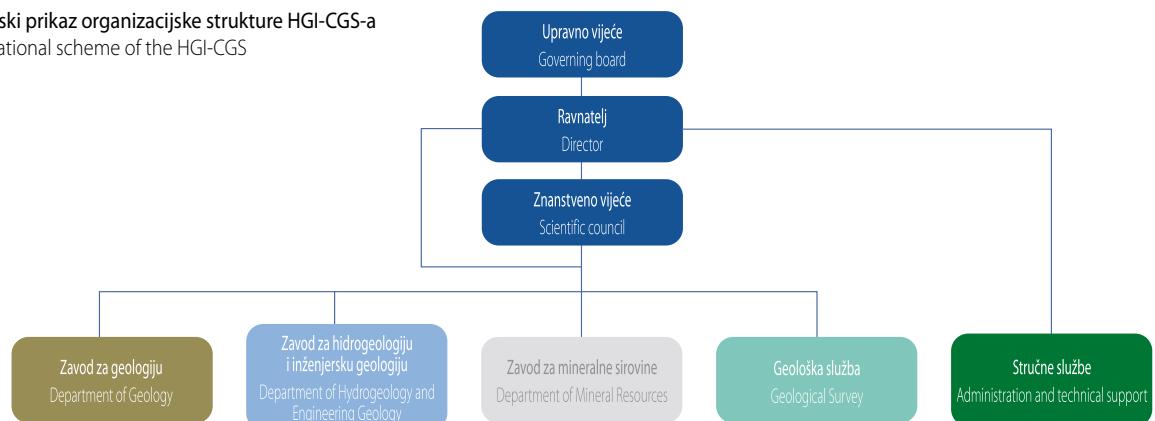
Dr. sc. Dragan KRASÍC (MINGO\*), predsjednik – Chair  
 Dr. sc. Staša BOROVIĆ (HGI-CGS)  
 Prof. dr. sc. Vlasta ČOSOVIĆ (PMF\*)  
 Akademik prof. dr. sc. Goran DURN (RGNF\*)  
 Dr. sc. Ozren LARVA (HGI-CGS)

**ZNANSTVENO VIJEĆE | SCIENTIFIC COUNCIL**

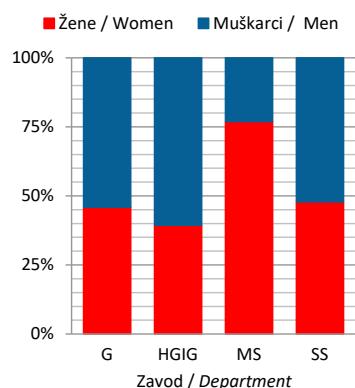
Dr. sc. Staša BOROVIĆ, predsjednica – Chair  
 Dr. sc. Marija HORVAT, zamjenica predsjednice – Chair deputy  
 Dr. sc. Adriano BANAK, tajnik – Secretary  
 Dr. sc. Duje KUKOČ, tajnik – Secretary  
 Dr. sc. Petra BAJO  
 Dr. sc. Koraljka BAKRAČ  
 Dr. sc. Mirko BELAK  
 Dr. sc. Vlatko BRČIĆ  
 Dr. sc. Maja BRIŠKI  
 Dr. sc. Željka BRKIC  
 Dr. sc. Mihovil BRELK  
 Dr. sc. Dea BRUNOVIC  
 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. Nikolina ILLJANIĆ  
 Dr. sc. Igor KARLOVIĆ  
 Dr. sc. Tvrto KORBAR  
 Dr. sc. Branko KORDIĆ  
 Dr. sc. Tomislav KUREČIĆ  
 Dr. sc. Ozren LARVA  
 Dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI  
 Dr. sc. Tamara MARKOVIĆ  
 Dr. sc. Saša MESIĆ  
 Dr. sc. Slobodan MIKO  
 Dr. sc. Ivan MIŠUR  
 Dr. sc. Marco POLA  
 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

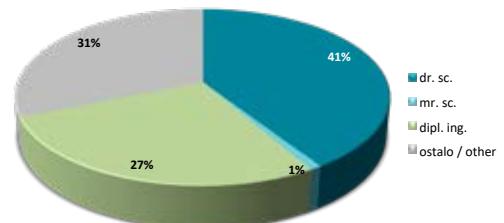
**Shematski prikaz organizacijske strukture HGI-CGS-a**  
Organizational scheme of the HGI-CGS



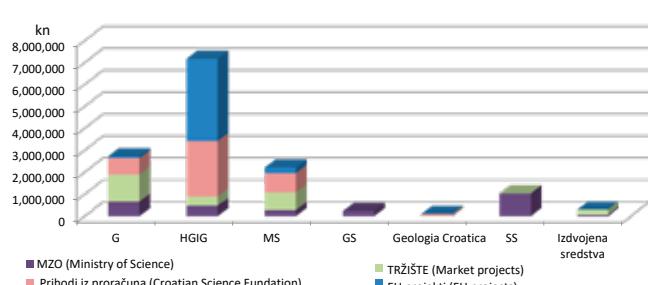
**Struktura zaposlenika prema stručnoj spremi po zavodima 2022. godine**  
Structure of employees according to professional qualifications in 2022



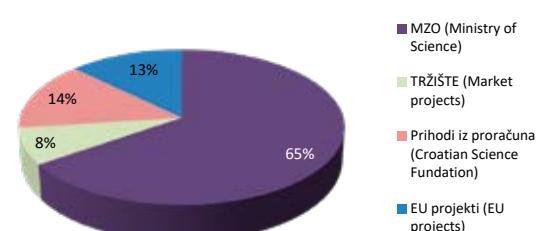
**Spolna struktura zaposlenika HGI-CGS-a 2022.**  
Sex composition of the HGI-CGS employees in 2022



**Obrazovna struktura zaposlenika HGI-CGS-a 2022.**  
Educational structure of the HGI-CGS employees in 2022



**Godišnji prihodi organizacijskih jedinica u 2022.**  
Annual revenue of organizational units in 2022



**Godišnji prihodi HGI-CGS-a, ukupno 35,8 milijuna kn**  
HGI-CGS Annual revenue, total of 35.8 million kn

# Zavod za geologiju

## Department of geology

Predstojnica Zavoda / Head of Department: **dr. sc. Anita GRIZELJ**  
 tel: (+385 1) 6160 710  
 fax: (+385 1) 6160 799  
 e-mail: anita.grizelj@hgi-cgs.hr



Temeljna djelatnost Zavoda za geologiju obuhvaća regionalna geološka istraživanja na području Republike Hrvatske. U zavodu je 2022. g. radilo 19 djelatnika na znanstvenim, 14 na stručnim (pet doktora znanosti, četiri doktoranda), osmero na administrativno-tehničkim i sedmero na suradničkim radnim mjestima (pet doktoranada i dvije poslijedoktorandice).

Svi istraživači uključeni su u jedan od dvaju temeljnih projekata instituta: Osnovna geološka karta RH M 1:50.000 i Osnovna geo-kemijska karta RH. Početkom 2022. g. tiskan je tumač za list OGK Požeške gore (urednici J. Halamić i M. Belak). Završio je projekt s PP Biokovo te je objavljena OGK RH M 1:50.000, list PP Biokovo



Uslojeni tamni mikritni dolomiti (lijevo), mjestimice s intervalima tufa (sredina) i tufitičnog dolomita (desno). Trijas, karnik? Ivanščica; kamenolom Očura (projekt GOST)

Bedded dark micrite dolomites (left), locally with intercalation of tuff (middle) and tuffitic dolomite (right), from the Triassic Carnian? in Ivanščica Mt; Očura quarry studied as part of the GOST project

The main activity of the Department of Geology involves regional geological research in the Republic of Croatia. In 2022, the department had 19 employees in scientific positions, 14 professionals (including five PhDs and four PhD students), eight administrative-technical positions and seven associate positions (including five PhD students and two postdoctoral researchers).

All researchers are involved in one of the two primary projects in the department: the Basic Geological Map of the Republic of Croatia, M 1:50,000 and the Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia. At the beginning of 2022, the Explanatory Notes for the OGK sheet Požeška Gora Mt were published (editors: J. Halamić and

M. Belak). Additionally, the project in collaboration with the Biokovo Nature Park was concluded, which included publishing the sheet National Park (NP) Biokovo, OGK RH M 1:50,000 (L. Fuček et al.). Furthermore, work continued on the project and construction of OGK RH M 1:50,000, sheet NP Plitvice Lakes (principal investigator V. Brčić). Also, the construction of the OGK RH M 1:50,000, sheet Medvednica Mt with associated Explanatory Notes, began in 2022 (principal investigators: J. Halamić and M. Belak), while the completion of the OGK RH M 1:50,000, sheet Ćićarija Mt (central part) (principal investigator D. Palenik) is planned for 2023.

Scientific studies were mainly conducted through the HRZZ projects: GOST, PYROSKA, ACCENT, QMAD and UNLOCK-CAVE. Cooperation continued on the HRZZ projects with other institutions, which were being implemented by employees from the department (BREEMECO, SEDBAS, GEODEP, MOPENS and SeisRICH-CRO). As part of the project 'Seismic Hazard in Croatia' project: A Collaboratory Approach in Earthquake Geol-



Ležište boksita – Sinjski bazen, doktorandica Nina Trinajstić vodi terenski dnevnik (projekt PYROSKA)

PhD student Nina Trinajstić holding a field diary while researching a bauxite deposit in the Sinj basin as part of the PYROSKA project

(L. Fuček i sur.). Nastavljen je rad na projektu i izradi OGK RH M 1:50.000 NP Plitvička jezera (voditelj V. Brčić). Započeta je izrada OGK RH M 1:50.000 Medvednica s tumačem (voditelji: J. Halamić i M. Belak), a završetak OGK RH M 1:50.000 Čićarija (središnji dio) (voditelj D. Palenik) planiran je tijekom 2023. g.

Znanstvena istraživanja provodila su se uglavnom kroz HRZZ projekte GOST, PYROSKA, ACCENT, QMAD i UNLOCK-CAVE. Nastavljena je suradnja na HRZZ projektima drugih institucija u čijoj provedbi sudjeluju djelatnici iz zavoda (BREEMECO, SED-BAS, GEODEP, MOPRENS i SeisRICHerCRO). U sklopu projekta Seismic Hazard in CROatia: a COLlaborative approach in Earthquake Geology Studies in Central Croatia: active faults and seismic potential nastavila se suradnja s kolegama iz europskih institucija: IRSN (Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety), CEREGE (Centre de Recherche et d'enseignement multidisciplinaire international) te INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Potpisani je sporazum o znanstveno-istraživačkoj suradnji s kolegama iz Francuske (Centre National de Recherche Scientifique) i Njemačke (RWTH AACHEN University i Friedrich Shiller Universität Jena). Odobren je hrvatsko-francuski znanstveno-istraživački projekt u sklopu programa

ogy Studies in Central Croatia: Active Faults and Seismic Potential', cooperation continued with colleagues from the following European institutions: IRSN (Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety), Cerege (Centre de Recherche et d'enseignement multidisciplinaire international) and Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. An agreement on scientific research cooperation with colleagues from France (Centre National de Recherche Scientifique) and Germany (RWTH AACHEN University and Friedrich Schiller Universität Jena) was also signed. The Croatian-French scientific research project was approved as part of the Cogito programme – Seismic Hazard in Croatia: A Collaborative Approach, with B. Kordić as the principal investigator, which will begin in 2023. The laboratory of the department significantly contributes to research work, the development of doctoral theses and the publication of scientific articles. High quality scientific articles have resulted in individual awards to the most successful HGI-CGS scientists in the field of natural sciences, which in 2022, were awarded to scientists of the Department of Geology in all categories.

We collaborate with colleagues from the Department of Hydrogeology and Engineering Geology on the Interred IPA-CBC project



Paleoklimatološka istraživanja pedosedimentnog kompleksa na lokaciji Prvlaka (projekt ACCENT)

Paleoclimatological research of the pedosedimentary complex at the location of Prvlaka (ACCENT project)

Cogito: Seismic Hazard in Croatia: a Collaborative approach voditelja B. Kordića, koji će započeti 2023. g. Laboratorij zavoda uključen je u istraživački rad te značajno doprinosi provedbi projekata, izradi disertacija i objavljivanju znanstvenih članaka. Kvalitetni znanstveni članci rezultirali su pojedinačnim nagradama najuspješnijim znanstvenicima HGI-CGS-a za područje prirodnih znanosti, koje su u svim kategorijama 2022. g. dodijeljene znanstvenicima Zavoda za geologiju.

S kolegama iz Zavoda za hidrogeologiju i inženjersku geologiju surađujemo na Interreg IPA-CBC projektu RESPONSa, a sa Zavodom za mineralne sirovine na projektu Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa na području Jadranskog mora pod nacionalnom jurisdikcijom.

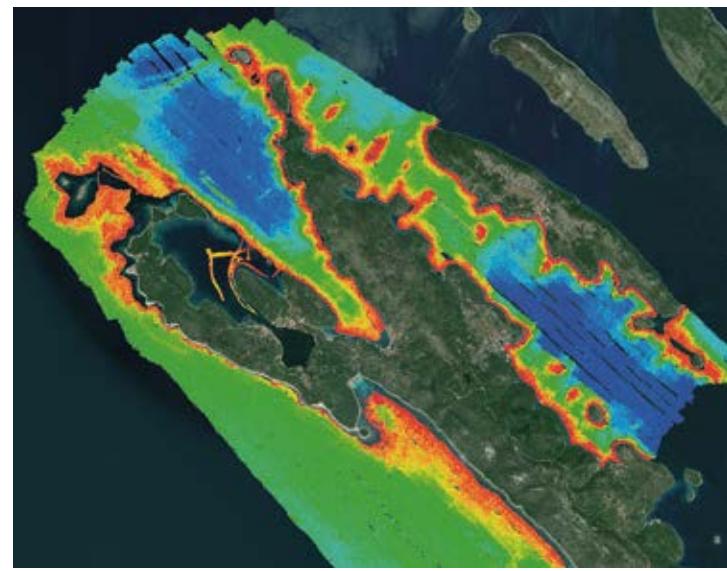
Krajem godine započeo je rad na projektu GSEU, u kojem djelatnici zavoda sudjeluju u radnim paketima Geological Mapping & Modelling Expert Group i Geothermal energy & underground storage inventory.

U popularizaciji geoznanosti sudjelovali smo kroz interaktivnu izložbu/radionicu Hrvatskoga geološkog društva Upoznaj Zemlju – zaviri u mikroskop! (voditelj D. Palenik), promociju geobaštine UNESCO Geoparka Viški arhipelag te započeti projekt Grad Hvar – geostaza (voditelj T. Korbar). Djelatnici zavoda sudjeluju u organizaciji 36th International Meeting of Sedimentology (predsjednica organizacijskog odbora L. Wacha) koji će se održati 2023. g. u Dubrovniku.



Informativna ploča s geološkom kartom na proširenoj geostazi "Biševo" koja je 2022. obogatila ponudu UNESCO Geoparka Viški arhipelag

Information board with a geological map at the 'Biševo' Geotrail, which in 2022 enriched the offer of the Vis Archipelago UNESCO Geopark



Digitalni model dna sjeverne strane Dugog otoka dobiven na osnovu obrade podataka kalibriranog povratnog akustičnog signala ultrazvučnog višesnog dubinomjera  
Digital model of the bottom of the northern side of Dugi otok Island recorded for data processing of the calibrated, returned acoustic signal of the Multibeam echosounder bathymetry (MBES bathymetry)

of RESPONSa, and together with the Department of Mineral Resources, we work on the project of Mapping of Coastal and Bottom Marine Habitats in the area of the Adriatic Sea under the National Jurisdiction.

At the end of the year, the Department of Geology began work on the GSEU project, with employees participating in the work packages Geological Mapping & Modelling Expert Group and Geothermal Energy & Underground Storage Inventory.

The department also contributed to the popularisation of geosciences through several activities, including the interactive exhibition/workshop of the Croatian Geological Society 'Meet the Earth – look into the microscope!' (organised by D. Palenik), the promotion of the geoheritage of the UNESCO Geopark Vis Archipelago and the initiation of the City of Hvar – Geotrail project (leader T. Korbar). Employees of the department are also involved in organising the 36th International Meeting of Sedimentology (with L. Wacha as the president of the organising committee), which will occur in Dubrovnik in 2023.

# 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](mailto:josip.terzic@hgi-cgs.hr)



Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju (ZHGiG) bavi se geološkim inženjerstvom, primjenjenim dijelom geoloških znanosti. Osim struka zastupljenih u imenu zavoda, u posljednjem desetljeću u intenzivna znanstvena i stručna istraživanja uključene su geotermija, hidrotermija, geofizička istraživanja i daljinska istraživanja. U zavodu je tijekom 2022. radilo do 35 zaposlenika, a trenutno ih je 29. Razlog padu broja je završetak više projekata. Od 21 stalno zaposlenog geologa, čak je 17 doktora znanosti, uz jednog HRZZ doktoranda, jednog asistenata i jednog višeg asistenta u sustavu znanosti, te petro tehničko-administrativnih djelatnika. Šestero mladih istraživača studira na doktorskom studiju i izrađuje doktorske disertacije. Postdoktorand dr. sc. Marco Pola dobio je stalno znanstveno radno mjesto znanstvenog savjetnika u trajnom izboru u sklopu programa znanstvenik-povratnik.

The Department of Hydrogeology and Engineering Geology (ZHGiG) is an applied part of geological sciences focussing on geological engineering. In addition to the professions represented in the department name, the department has been involved in intensive scientific and professional research in geothermal, hydrothermal, geophysical and remote sensing research over the last decade. In 2022, the department had up to 35 employees, but currently, there are only 29 owing to the completion of several projects. Of the 21 permanently employed geologists, 17 are PhDs, one HRZZ PhD student, one assistant, one senior assistant in the public scientific research system and five technical-administrative assistants. Additionally, six young researchers are studying for a doctoral degree and preparing their doctoral theses. Postdoctoral candidate Dr Marco Pola received a permanent scientific researcher position as a scientific adviser with tenure as part of the Project of returning Croatian scientists.



Klizište kod Kutine (foto M. Dolić)  
 Landslide near the town of Kutina Klizište kod Kutine (photo by M. Dolić)

All permanently employed geologists are involved in one of the institute's two basic projects: the Basic Engineering Geological Map and the Basic Hydrogeological Map of the Republic of Croatia. Although these projects have not been funded for a long time, they are used as a framework for data collection, while the largest number of activities is carried out through competitive projects. Although most EU projects ended in 2022, no new projects were contracted owing to the lack of open tenders. Regardless, several research groups in the department worked intensely on applications for new projects. In 2022, the department implemented two projects financed

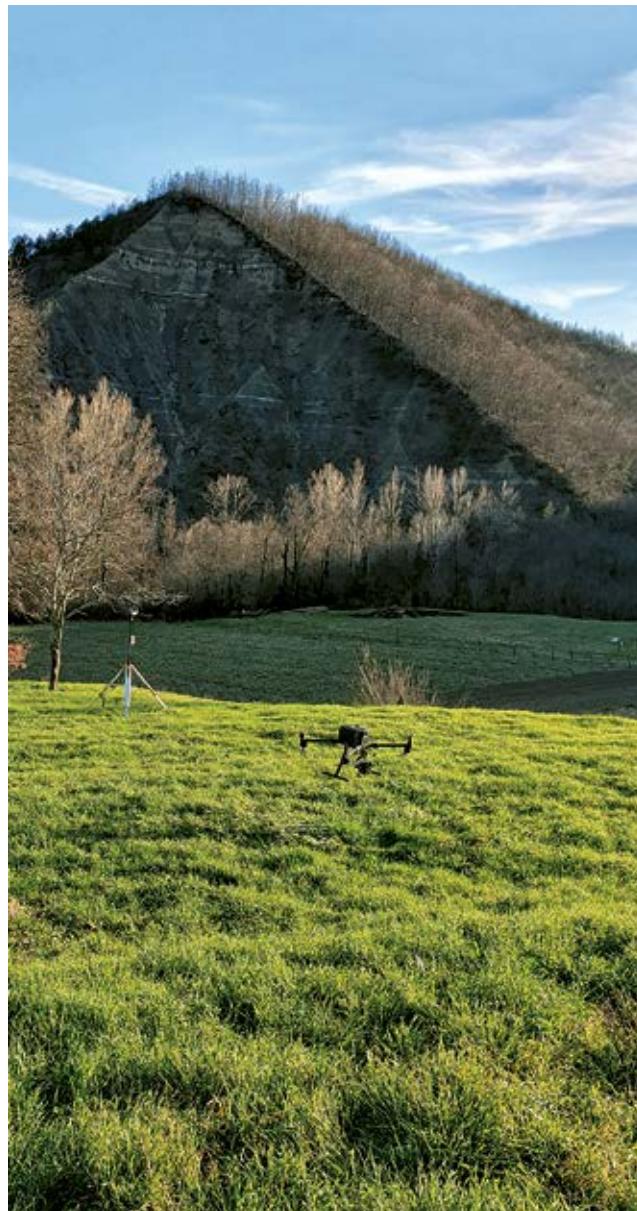


Snimanje morfologije korita Ličke Jesenice (foto M. Briški)  
Recording the riverbed morphology of the Lička Jesenica river (photo by M. Briški)

Svi stalno zaposleni geolozi su uključeni u jedan od dvaju temeljnih projekata instituta (Osnovna inženjerskogeološka karta i Osnovna hidrogeološka karta RH). Budući da se ti projekti već dugo ne financiraju, koriste se kao okvir za prikupljanje podataka, dok se najveći broj aktivnosti provodi kroz kompetitivne projekte. Iako je tijekom 2022. završila većina EU projekata, zbog nedostatka otvorenih natječaja nisu dobiveni novi projekti. Na prijavama novih projekata intenzivno radi više istraživačkih grupa unutar zavoda. U 2022. provođena su dva projekta finansirana iz strukturnih fondova, četiri Interreg projekta, te jedan projekt financiran od strane HRZZ-a. Osim toga, ugovoreno je 14 novih tržišnih projekata, uz to što su radovi na nekim od njih nastavljeni iz godine ranije. Krajem 2022. započeo je projekt GSEU, a nastavljaju se i projekti programa COST.

Nije više novost da istraživači ZHGIG prednjače u znanstvenom objavljivanju unutar HGI-CGS-a, te je tijekom godine objavljen čak 31 rad, od čega veliki dio u časopisima najreferentnijih baza podataka WoS i Scopus.

Sada u zavodu djeluju već četiri laboratorija: hidrokemijski, inženjerskogeološki, te za geofizička i daljinska istraživanja. Nisu formalno odijeljeni, nego su u potpunosti integrirani u sve vrste zavodskih projekata. Financirani su zavodskim sredstvima od ustpostave do održavanja, te osmišljeni znanjem naših istraživača. Svakodnevno se unaprjeđuju i značajno doprinose znanstvenoj produkciji i prijavama novih znanstvenih i tržišnih projekata.



Snimanje ogolina u Istri bespilotnom letjelicom (foto I. Bostjančić)  
UAV investigation of badlands in Istria (photo by I. Bostjančić)

from structural funds, four Interreg Europe projects and one project financed by HRZZ. Additionally, 14 new market-oriented projects were contracted, and work on some of them continued from the previous year. At the end of 2022, the GSEU project began, while projects from the COST programme are on-going.

ZHGIG researchers are at the forefront of scientific publication within HGI-CGS, and in 2022, 31 papers were published, a large part of which were in the journals of the most referenced databases WoS and Scopus.



Testiranje upojnosti bušotine za potrebe trasiranja u Nacionalnom parku Plitvička jezera (foto T. Frangen)

Testing the infiltration into a borehole before tracer experiment in Plitvice Lakes National Park (photo by T. Frangen)

Važniji investitori s kojima su tijekom 2022. ugovoreni projekti su Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Zagorski vodovod d.o.o. iz Zaboka, Javna ustanova "Nacionalni park Plitvička jezera", GeotermiKA d.o.o. za energetiku iz Karlovca, tvrtka MKP d.o.o. iz Zagreba, Općina Šandrovac, Toplice Sveti Martin d.o.o., Grad Makarska i Javna ustanova Maksimir iz Zagreba.

Currently, the department has four laboratories in operation: the hydrochemical laboratory, the engineering geological laboratory and the laboratory for geophysical and remote sensing research. Although not formally separated, these laboratories are fully integrated into all kinds of department projects. They are financed by the department's funds, including their installation and maintenance, and they are designed with the skills and knowledge of the department's researchers. As a result, these laboratories significantly contribute to scientific production and the applications of new scientific and market-oriented projects.

In 2022, the department contracted projects with several important investors, including the Ministry of Economy and Sustainable Development, Zagorski Vodovod d.o.o. from Zabok, the public institution 'Plitvice Lakes National Park', Geoter-

miKA d.o.o. for energy from Karlovac, company MKP d.o.o. from Zagreb, the Municipality of Šandrovac, Toplice Sveti Martin d.o.o., the City of Makarska and the Maksimir public institution from Zagreb.



Uzorkovanje vode na izvoru Golubinka (foto T. Frangen)

Water sampling at the Golubinka coastal spring (photo by T. Frangen)

# Zavod za mineralne sirovine

## Department of Mineral Resources

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



Istraživačku i stručnu djelatnost u Zavodu za mineralne sirovine provodi šest znanstvenika, šest stručnjaka, asistentica te tajnica. Iduće godine zaposlit će se asistent/ica u sklopu uspostavnog istraživačkog projekta HRZZ-a UNLOCK-CAVE, koji je započeo 2022. godine. Projekt označava službeni početak kvarternih paleoklimatskih istraživanja korištenjem siga u HGI-CGS-u. Važnost projekta je u tome što će omogućiti uspostavu laboratorija potrebnog za izvođenje takvih istraživanja u Hrvatskoj, specijaliziranog za uzorkovanje uzoraka iz siga i pripremu uzoraka za U-Th datiranje.

Istraživanja u području marinske geologije provode se kroz projekt Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa u obalnom moru RH i u hrvatskom epikontinentalnom pojusu (2022.-2023.),

Research activities at the department are carried out by six scientists, six experts, an assistant and a secretary. In 2022, a PhD student will join the team as part of the UNLOCK-CAVE installation project, funded by the Croatian Science Fund. This project marks the official start of Quaternary palaeoclimatic research using speleothems at HGI-CGS. The project is of significant importance because it will facilitate establishing a laboratory specialising in speleothem sub-sampling and preparation of samples for U-Th dating, which is crucial for conducting such research in Croatia.

Marine geology research is being conducted through the Mapping of Coastal and Seabed Marine Habitats project in the Croatian coastal sea and Croatian epicontinental belt (2022–2023),



Brod „Račić“ na kojem je postavljena geofizička oprema za snimanje podmorja za potrebe projekta Kartiranje obalnih i podmorskih morskih staništa u Jadranskom moru

The ship 'Račić' was equipped with geophysical equipment for underwater imaging for the Mapping of Coastal and Underwater Marine Habitats project in the Adriatic Sea



Panoramski dubinomjer C-Max C2 na brodu tijekom geofizičkog snimanja u Kornatskom kanalu

The side-scan sonar C-Max C2 used for surveying in the Kornati Channel on a boat

kojem je investitor MINGOR. Kroz ovaj će se dvogodišnji projekt izraditi karta staništa za najmanje 51% površine morskih staništa za hrvatski dio Jadranskog mora. Konzorciju zajednicu predvodi poduzeće Oikon d.o.o., a osim HGI-CGS-a uključuni su i Institut za oceanografiju i ribarstvo, Geodetski fakultet i Institut Ruđer Bošković. Za većinu terenskih radova koji su se provodili na širem području otoka Žirja i Dugog otoka, NP Kornati i Lošinskog kanala, korišteni su novi panoramski dubinomjer (C-Max C2), kao i višesnropni (WASSP S3) i geološki dubinomjer (Innomar Compact). Površinsko uzorkovanje sedimenata pomoću Van Veen grabila obavljeno je za karakterizaciju sedimenata morskog dna. Ukupno je geofizičkim metodama istraženo oko 1.150 km<sup>2</sup>. U sklopu HRZZ projekta QMAD poduzorkovane su i analizirane jezgre sedimenata iz Kornatskog kanala, uvale Telašćica i područja oko otoka Zlarina, u svrhu rekonstrukcije paleookoliša tijekom kasnog pleistocena i holocena. Marinska istraživanja bila su provođena i kroz projekt EMODNET-Geologija 5. Nastavljena je suradnja s Hrvatskim hidrografskim institutom u obradi geoloških profila snimljenih geološko-struktturnim dubinomjerom u istraživanju područja plinskih polja sjevernog Jadran. Podvodna geofizička istraživanja geološkim dubinomjerom obavljena su na jezeru u Prološkom blatu, Baćinskim jezerima (Sladinac i Crnišćevo) i NP Plitvička jezera (Kozjak).

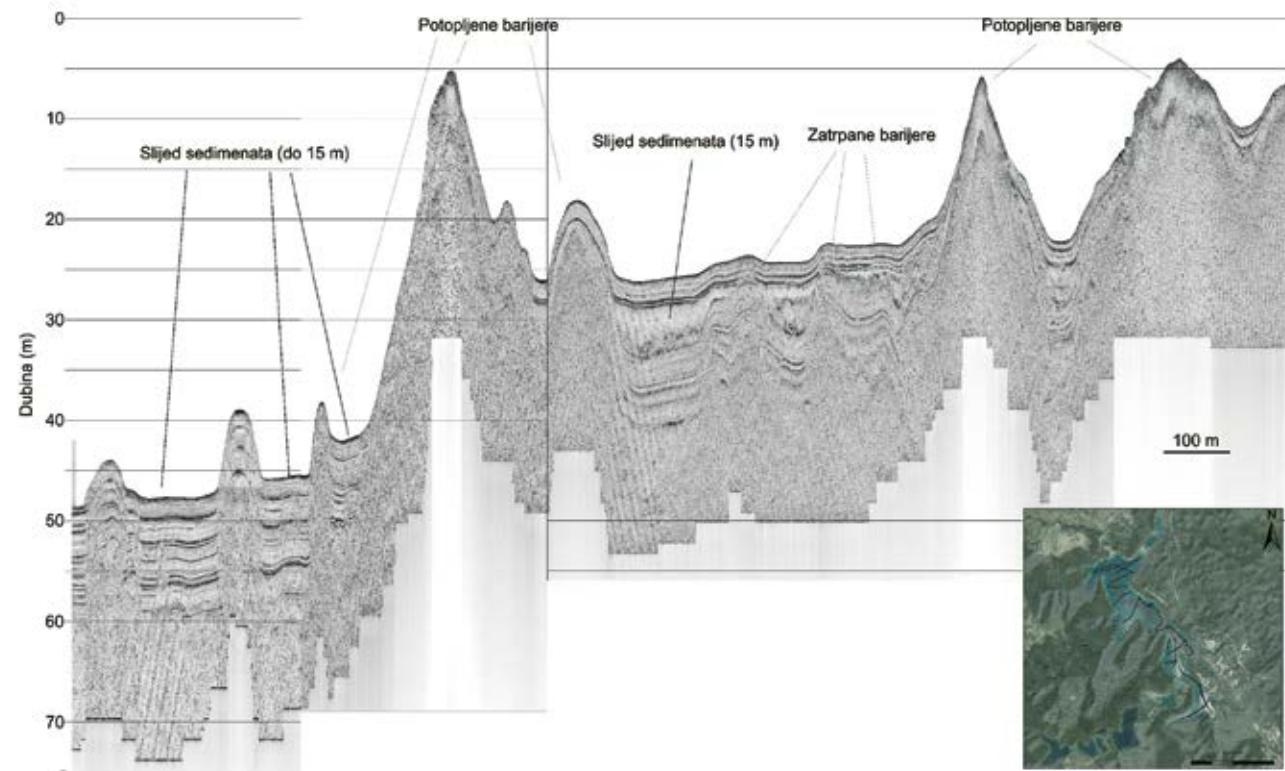
Na istraživanje mineralnih resursa značajno se odrazilo gospodarsko stanje u 2022. godini, koje je bilo loše kao posljedica pandemije koronavirusa. U okviru industrije opekarske gline izrađeno je novo istraživanje rezervi ciglarske gline za eksploracijsko polje Grabovac kod Đakova (Wienerberger). Uzorci tla iz Vrličkog polja i površinski uzorci iz prijašnjeg eksploracijskog polja gipsa Vranjkovići istraženi su u usporedbi s podacima Europske svemirske agencije, odnosno multispektralnim satelitskim snimka-

funded by MINGOR. This two-year project aims to create a comprehensive habitat map for at least 51% of the seabed habitats in the Croatian part of the Adriatic Sea. The consortium, led by Oikon, includes HGI-CGS, IOR, the Faculty of Geodesy and IRB. The project utilises newly purchased side-scan sonar (C-Max C2), multi-beam sonar (WASSP S3) and sub-bottom profiler (Innomar Compact) for fieldwork in the wider area of the Žirje Island, Dugi otok, NP Kornati and Lošinj Channel. Surface sediment samples were collected using the Van Veen grab as ground-truth samples for geophysical research and seabed sediment characterisation. The geophysical methods were employed to survey a total of approximately 1150 km<sup>2</sup> of the sea surface. Additionally, the HRZZ project QMAD facilitated the sub-sampling and analysis of sediment cores from the Kornati channel, Telašćica Bay and near Zlarin Island for palaeoenvironmental reconstruction during the Late Pleistocene and Holocene. The department was also involved in the EMODNET-Geology 5 project, which collaborated with the Croatian Hydrographic Institute to process geological profiles recorded with a sub-bottom profiler while exploring gas fields in the Northern Adriatic. Furthermore, geophysical underwater research was conducted in the lakes of Prološko Blato, Baćina lakes (Sladinac and Crnišćevo) and NP Plitvička jezera (Kozjak).

The investigation of mineral resources was significantly impacted by the economic downturn in 2022 owing to the coronavirus pandemic. A new study of the brick clay reserves for the exploitation field Grabovac near Đakovo (Wienerberger) was conducted as part of the brick clay industry. Soil samples from Vrličko pole and ore samples from surface sampling in the former exploitation field of gypsum from Vranjkovići were investigated and compared to the ESA data, i.e. multispectral satellite-derived imagery



Odašiljač geološkog dubinomjera (Innomar Compact) s GPS antenom, postavljen na donji dio nosača na motorno plovilo u jezeru u Prološkom blatu  
The sub-bottom profiler (Innomar Compact) transducer and a GPS antenna mounted on a rubber vessel for lake surveys in Prološko Blato



Interpretacija geofizičkog profila iz jezera Kozjak u NP Plitvička jezera (profil označen crvenom linijom na karti), snimljenog geološkim dubinomjerom (In-nomar Compact)

A geophysical profile in Lake Kozjak, NP Plitvice Lakes (marked with a red line on the map), interpreted from surveys conducted using the sub-bottom profiler (In-nomar Compact)

ma programa Copernicus, što je tema doktorskog rada N. Gisdavca. Potreba za sustavnim i objedinjenim istraživanjem mineralnih sirovina u Europi dovela je do uspostave projekta Geološka služba za Europu (GSEU), gdje je zavod uključen u WP2 posvećen mineralnim sirovinama, uz WP5 posvećen marinskoj geologiji. Izrada karata mineralnih sirovina i geološkog potencijala u idućoj godini bit će usmjerena na Karlovačku županiju.

of the Copernicus programme, which is the topic of N. Gisdavec's doctoral thesis. The need for systematised and unified minerals research in Europe led to the establishment of the GSEU project, in which the department is involved in WP2, dedicated to mineral resources and WP5 on marine geology. The department will focus on the production of mineral resource maps in Karlovac County in the next year.



Ležište gipsa Vranjkovići kod Vrlike  
The gypsum deposit in Vranjkovići, near Vrlika

# 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 koja provode zaposlenici HGI-CGS-a te podataka koji se HGI-CGS-u dostavljaju na temelju Zakona o rudarstvu, Zakona o istraživanju i eksploataciji ugljikovodika i geotermalnih voda i Zakona o geološkim istraživanjima. Kako bi GS bila funkcionalna i u skladu s vremenom u kojem živimo, posljednje se četiri godine kontinuirano obnavljala IT infrastruktura, dijelom i iz proračunskih sredstava dobivenih za rad GS. Provodile su se uobičajene aktivnosti vezane za radne sastanke EGS-a. GS je aktivno sudjelovala u pripremi geoloških podataka za Seizmološku službu pri Geofizičkom odsjeku PMF-a koja provodi projekt CROSSNET u okviru Nacionalnog plana oporavka i otpornosti (NPOO). Podaci prikupljeni mjerjenjima unaprijeđene seismološke mreže RH pomoći će u kartiranju aktivnih rasjeda koja HGI-CGS provodi u sklopu GS-a. GS je 1. rujna 2022. u suradnji sa 48 institucija započela provedbu EU Obzor Europa projekta „Geološke službe za Europu“ (GSEU), koji će izravno podržati viziju „Europskog zelenog plana“, fokusirajući se na Zemlju i resurse ispod njezine površine – energiju, vodu i mineralne sirovine. Ključni cilj projekta GSEU je razviti i učiniti trajno dostupnim paneuropsku infrastrukturu geoloških podataka i povezane informacijske usluge za održivo i sigurno korištenje resursa našeg podzemlja.

Tijekom 2023. nastavit će se izrada plana provedbe projekata za modernizaciju GS kroz Hrvatsku platformu za smanjenje rizika od katastrofa

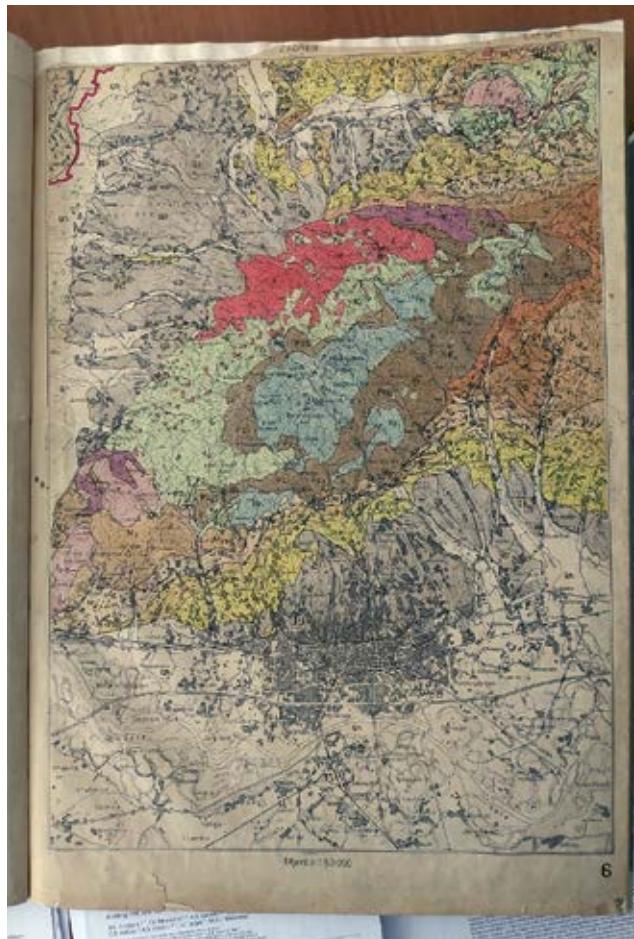
The Geological Survey (GS) is responsible for accumulating and processing data from geological investigations conducted by HGI-CGS employees, as well as data submitted to HGI-CGS based on the Mining Act, Act on Exploration and Exploitation of Hydrocarbons and Geothermal Waters and the Law on Geological Research. To keep up with modern technologies, the IT infrastructure of GS has been continuously renewed for the last 4 years, partly funded by the budget. Regular activities related to EGS working meetings were performed as well. Additionally, GS actively participated in preparing geological data for the Seismological Survey at the Department of Physics at the Faculty of Science (PMF), which implements the CROSSNET project within the framework of the National Recovery and Resilience Plan (NPOO). The data collected by the improved seismological network of the Republic of Croatia will aid in mapping active faults, which HGI-CGS is conducting as part of the GS. On September 1, 2022, GS began implementing the EU Horizon Europe project 'GSEU'

in collaboration with 48 institutions. This project aims to directly support the 'European Green Deal' vision by focussing on the Earth and its underground resources, such as energy, water and mineral raw materials. The primary goal of the GSEU project is to develop and make a pan-European geological data infrastructure and related information services available permanently for the sustainable and safe use of underground resources.

In 2023, the preparation of the implementation plan for the modernisation of GS will continue through the Croatian Platform for Disaster Risk Reduction (HP-SRK), with the support of the Civil Pro-



Dio arhivske građe i katastarskih listova koji se digitaliziraju  
Part of the archival material and cadastral sheets under digitalisation



Geološka karta List Zagreb iz arhiva mjerila 1:150.000 (Geološka karta okolice Zagreba, autori M. Herak i D. Nedela)

Geological map, sheet Zagreb, from the archives, scale 1:150,000 (Geological map of the Zagreb surroundings, authors M. Herak and D. Nedela)

(HPSRK) uz potporu Ravnateljstva civilne zaštite Ministarstva unutrašnjih poslova i Seizmološke službe RH kroz suradnju vezanu za rizike od potresa i klizišta. U tu svrhu modernizacija GS-a uvrštena je kao aktivnost za provođenje Strategije upravljanja rizicima od katastrofa do 2030. kroz shemu za istraživanja seizmičkog djelovanja, uključujući i centar za protupotresno inženjerstvo. Financiranje navedenih aktivnosti planirano je kroz program NPOO. U navedenoj je strategiji prepoznata nužnost suradnje Geološke i Seizmološke službe RH kako bi ta istraživanja bila usklađena. Neophodna je uspostava sistematskih seismotektonskih istraživanja na području RH, u sklopu kojih bi se radilo na metodologiji za procjenu aktivnosti rasjednih zona i njihovoj parametrizaciji, uspostavi kataloga aktivnih rasjeda na prostoru RH, pa i uspostavi infrastrukture za dugoročno praćenje aktivnih rasjednih zona.

tection Directorate of the Ministry of the Interior and the Seismological Survey of the Republic of Croatia through cooperation related to the risks of earthquakes and landslides. To this end, modernising GS is included as an activity for implementing the Disaster Risk Management Strategy until 2030, which involves investigating seismic activity, including establishing a centre for earthquake engineering research. The financing of these activities is planned through the NPOO programme. The aforementioned strategy recognises the necessity of cooperation between the Geological and Seismological Surveys of the Republic of Croatia to harmonise these investigations. It is crucial to establish systematic seismotectonic research in the territory of the Republic of Croatia. The work will focus on the methodology for assessing the activity of fault zones and their parameterisation, creating a catalogue of active faults in the Republic of Croatia and establishing infrastructure for long-term monitoring of active fault zones.



Jezgre iz srednjovjekovnog lukobrana Kaše u Dubrovniku pohranjene u GS-u  
The GS stores cores from the medieval Kaša breakwater in Dubrovnik

# Infrastruktura

## Infrastructure

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

Znanstvena infrastruktura HGI-CGS-a se svake godine obnavlja i nadograđuje iz vlastitih sredstava te raznih projekata, ali i planira kroz prijavu dokumentacije izrađene u sklopu projekta obnove infrastrukture i nabave instrumenata – Geoznanstveni laboratorijski (GEOLAB) na prvi odgovarajući poziv Strukturnih fondova EU, vjerojatno tijekom 2023.godine. Uvid u postojeću opremu moguće je na poveznici <https://sestar.irb.hr/>.

Zavod za geologiju nastavio je nadogradjivati informatičku opremu i računalne programe u svrhu poboljšanja znanstvenog rada s 9 stolnih i 4 prijenosna računala. Nabavljeni su i programi za prikupljanje, obradu i vizualizaciju podataka sonara te uređaj za trešenje sita sa setom sita. Kao dodatak mikroskopu, kupljena je Teledyne Lumenera kamera s pripadajućim Microvisioneer WSI programskim paketom i licencama. Za laboratorijske svrhe nabavljena je nova mufolna peć te kompresor.

Laboratorij Zavoda za geologiju je u 2022. obavio ukupno 2.382 priprema uzoraka, od čega 2.086 priprema mikroskopskih preparata, granulometrijskih analiza s areometriranjem, separacije teške i luke mineralne frakcije, šlemanja, rezanja i poliranja pločica te drobljenja i mljevenja uzorka te 296 priprema za mikropaleontološke analize (palinologija, nanoplankton i radiolarije). Provedeno je 959 analiza, od čega na rendgenskom difraktometru 142



Uređaj za trešenje sita AS200 control sa setom sita proizvođača Retsch (foto: A. Čaić Janković)  
Sieve shaker AS200 control with a set of sieves manufactured by Retsch (photo: A. Čaić Janković)

The scientific infrastructure of HGI-CGS is renewed and upgraded every year using its funds and through various projects. The documentation prepared as part of the GEOLAB project, which focused on infrastructure renewal and instrument procurement, will be used for future applications for EU Structural Funds. Interested individuals can view the existing equipment by visiting the link <https://sestar.irb.hr/>.

The Department of Geology continually upgraded its IT equipment and computer programs, acquiring nine desktop and four laptop computers, sonar data collection, processing and visualisation programmes and a sieve shaker with a set of sieves for improving scientific research. A Teledyne Lumenera camera with associated Microvisioneer WSI software, a new muffle furnace and a compressor were also purchased for laboratory use.

In 2022, the laboratory of the Department of Geology prepared a total of 2,382 samples, including 2,086 preparations of thin sections, grain size analyses, separation of heavy and light mineral fractions, micro- and macrofauna analyses, cutting and polishing of tile samples, sample crushing and grinding and 296 preparations for micropalaeontological analyses. Additionally, 959 analyses were conducted, including 142 semiquantitative analyses on an X-ray diffractometer, 493 analyses of clay minerals and 108 calcimetry analyses, as well as other analyses like grain size anal-



Teledyne Lumenera kamera s pripadajućim Microvisioneer WSI programskim paketom i licencama koja se koristi za mikrofotografiranje dijelova i skeniranje cijelih mikroskopskih preparata. (foto: V. Brčić)

Teledyne Lumenera camera with associated Microvisioneer WSI software package and licences used for microphotographs of parts and scanning of the thin microscopic sections (photo: V. Brčić)

semikvantitativne analize te 493 analize minerala glina, 108 analiza kalcimetrije te značajan broj drugih analiza (granulometrijskih analiza na laserskom difraktometru, određivanja željeza iz sirove rude,  $\text{SiO}_2$ , kapaciteta zamjene iona, pH i Eh i organske tvari te bojanja preparata).

Značajne investicije Zavoda za mineralne sirovine bile se usmjere u razvoj marinskih i paleolimnoloških daljinskih istraživanja, za koja je nabavljen dvofrekventni panoramski dubinomjer C-Max C2 s vitlom i 300 m kabela, program SonarWiz, i RTK GNSS GPS Trimble BX992. Sa Zavodom za hidrogeologiju i inženjersku geologiju (ZHIG) kupljen je uređaj za mjerjenje brzine zvuka, dubine i saliniteta Valeport SWIFT CTD.

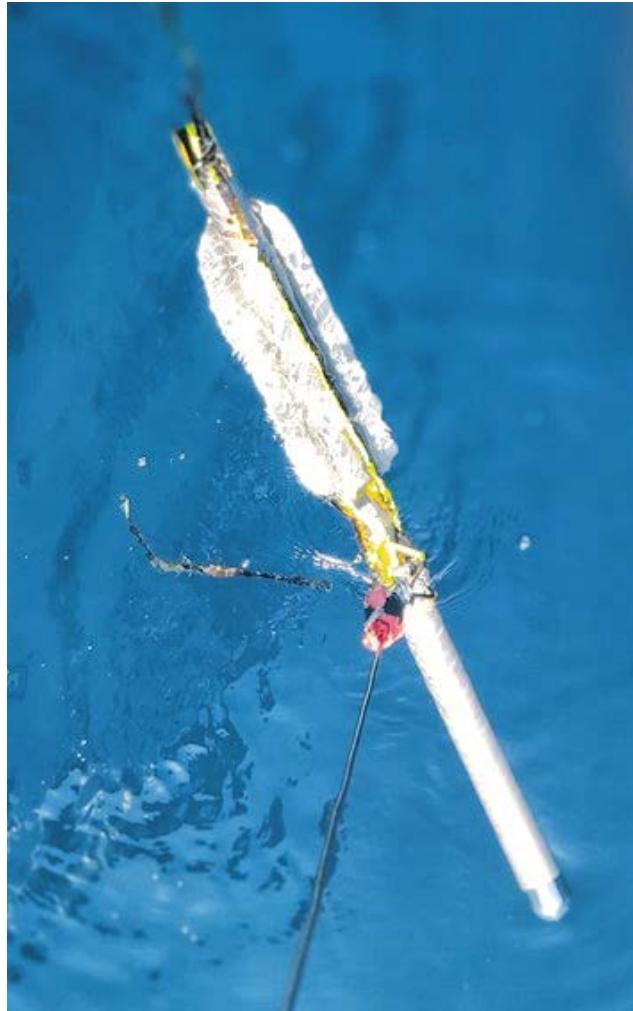
Za istraživanje spiljskih siga kao arhiva klimatskih promjena nabavljena je pila za sige, kišomjer i automatski mjerači. Sa ZHIG kupljeni su uređaj za destiliranje i deioniziranje vode PURELAB flex 3 i GPS totalna stanica KOLIDA K3 IMU.

Provedeno je 1.557 analiza ugljika i dušika u tlu, a na rendgenskom difraktometru izrađene su 203 mineraloške analize. Laser-skri difraktometar korišten je za granulometrijske analize 260

yses using a laser diffractometer, determination of iron from raw ore,  $\text{SiO}_2$ , ion exchange capacity, pH and Eh, organic substances and preparation colouring.

The department for Mineral Resources invested significantly in developing marine and palaeolimnological remote sensing-based surveys, acquiring a dual-frequency side-scan sonar C-Max C2 with winch and 300 m cable, SonarWiz programme and RTK GNSS GPS Trimble BX992. Additionally, in collaboration with the Department of Hydrogeology and Engineering Geology (ZHIG), SWIFT CTD, a device for measuring the speed of sound, depth and salinity Valeport, was also purchased.

The saw for cutting speleothem samples, rain gauge and various automatic gauges were acquired for studying speleothems as an archive of climate change. The Water Purification Systems PURELAB



Panoramski dubinomjer C-Max C2 u radu (foto: O. Hasan)

Side-scan sonar C-Max C2 in operation (photo: O. Hasan)



Mjerenje brzine zvuka, dubine i saliniteta u moru sondom Valeport SWIFT CTD (foto: O. Hasan)

Measurement of the speed of sound, depth and salinity in the sea using the Valeport SWIFT CTD probe (photo: O. Hasan)

uzoraka sedimenata. U pripremnom laboratoriju je tijekom godine obrađeno 35 m jezgara.

Snimljena je batimetrija, povratno raspršenje signala dna i sonarski mozaik dna akvatorija Žirja, Kornata, Sita, Ista, Žuta, Dugog otoka i Lošinjskog kanala, čime je pokriveno više od 1.150 km<sup>2</sup> podmorja.

flex 3 and the GPS total station KOLIDA K3 IMU were also purchased in cooperation with ZHIGG.

Next, 1,557 soil samples were analysed for carbon and nitrogen, and 203 mineralogical samples were analysed using an X-ray diffractometer. The grain size of 260 sediment samples was analysed using a laser diffraction particle size analyser. Additionally, 35 metres of cores were treated in the preparatory laboratory during the year.

Bathymetry, multibeam backscattering of the bottom signal and sonar mosaic of the seabed were recorded for the Žirje, Kornati, Sita, Ist, Žut, Dugi Otok islands and the Lošinj Channel, covering an area of more than 1,150 km<sup>2</sup>.

ZHIGG drones (eBee Plus, Trinity F90+ and Matrice 300) were used to cover approximately 50 km<sup>2</sup> of the study area. The drones were used for the RESPONSA and HyTheC projects, investigating collapsed sinkholes in the Mecencani area and monitoring badlands in Istria. A terrestrial laser scanner was also used. Additionally, the Trošenj fortress and part of the island of Man were photographed using a Phantom 4A drone, and the ShapeMetriX3D / Fragmenter system was used for analysis.

For the HyTheC project, the geophysical methods MASW (6 cross-sections totalling 288 m) and HVSR were used at six locations. Additionally, 40 cross-sections totalling 12,356 m were recorded using electric tomography for scientific research and investigation. Magneto-telluric studies were also conducted.



Snimanje ogolina terestričkim laserskim skenerom Trimble X7, središnja Istra (foto: I. Bostjančić)

Surveying of the badlands with a Trimble X7 terrestrial laser scanner, central Istria (photo: I. Bostjančić)

Bespilotnim letjelicama ZHGIG-a (eBee Plus, Trinity F90+ i Matrice 300) snimljena je površina ~50 km<sup>2</sup>. Snimanja su provedena u sklopu projekata RESPONSA i HyTheC, istraživanja urušnih vrtača u Mečenčanima te monitoringa ogolina u Istri, gdje je korišten i terestrički laserski skener. Utvrda Trošenj i dio otoka Mana snimljeni su bespilotnom letjelicom Phantom 4A, a analiza je provedena korištenjem sustava ShapeMetriX3D / Fragmenter.

Za potrebe projekta HyTheC korištene su geofizičke metode MASW (6 profila ukupne duljine 288 m) i HVSR na 6 lokacija. U okviru znanstvenih istraživanja i istražnih radova, električnom tomografijom je snimljeno 40 profila ukupne duljine 12.356 m, a provedena su i magnetotelurska istraživanja.

U hidrokemijskom laboratoriju ZHGIG-a je u sklopu projekata UNLOCK-CAVE, DEEPWATER-CE, boDEREC-CE, MUHA, HyTheC i UKV analizirano 300 uzoraka na ionskom kromatografu, 384 na analizatoru stabilnih izotopa te 150 na TOC analizatoru. Isti uređaji su korišteni za potrebe projekata RER7013, MameBio i TRANITAL, za analizu ukupno 824 uzoraka, a čiji su rezultati objavljeni u 8 znanstvenih radova. Na-fluorescein određen je na 124 uzorka.

Većina rezultata provedenih snimanja i analiza koristit će se za znanstveno publiciranje i doktorske disertacije, a manji dio za stručne publikacije.

Tijekom 2022. g. u bazu podataka Arhiva HGI-CGS-a unesena su 82 nova izvještaja. Do sada je skenirano 7.325 izvještaja. Za skeniranje je preostalo još 8.450 izvještaja, međutim neki više nisu dostupni te je broj vjerojatno manji.

U 2022. g. Knjižnica HGI-CGS-a nastavila je s pružanjem usluga pronaalaženja literature i informativnih usluga svojim korisnicima, nabavom građe, kupovinom nove te razmjenom sa časopisom Geologia Croatica koji je ponovo izao u tri redovita broja poslana na adresu partnera s kojima razmjenjujemo časopise. Skenirano je 148 separatova te nabavljeno 26 knjiga i 186 sveščića časopisa, a tražena literatura se sve više koristi u digitalnom obliku. Uz nabavljenu literaturu, korisnici su iskazali potrebu i za literaturom koju smo međuknjžničnom posudbom dobili od Nacionalne sveučilišne knjižnice te knjižnica srodnih fakulteta.



Snimanje bespilotnom letjelicom DJI Matrice 300 RTK, pilot poligon u Kutini (foto: T. Frangen)  
Recording of a test site in Kutina with a DJI Matrice 300 RTK drone (photo: T. Frangen)

In the hydrochemical laboratory of ZHGIG, 300 samples were analysed using an ion chromatograph, 384 on a stable isotope analyser and 150 on a TOC analyser as part of the UNLOCK-CAVE, DEEPWATER-CE, boDEREC-CE, MUHA, HyTheC and UKV projects. The same devices were used for the RER7013, MameBio and TRANITAL projects, analysing 824 samples. The results of these analyses were published in eight scientific papers. Additionally, fluorescein sodium was determined for 124 samples.

Most of the results of the recordings and analyses will be used for scientific publishing and the preparation of doctoral dissertations, while a smaller portion will be used for professional publications.

2

# Program geoloških karata

## Geological mapping programme



Dinoflagelata *Galeacysta etruscana* gornjopanonske starosti iz Dravskog bazena snimljena SEM-om (foto V. Baranyi)  
*Galeacysta etruscana* dinoflagellate from Upper Pontian of the Drava Basin recorded by SEM (photo by V. Baranyi)

# 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**

<https://www.hgi-cgs.hr/program-geoloskih-karata/>

Program izrade geoloških karata temelji se na suvremenim dosegima raznih geoloških disciplina. Istraživanje državnog teritorija kroz izradu niza tematskih geoloških karata usporeno je zbog neadekvatnog financiranja. Veći dio programa provodi se na ograničenom prostoru RH i ovisi prvenstveno o finansiranju putem različitih projekata.

Izrada **Osnovne geološke karte (OGK)** u mjerilu 1:50.000 većim se dijelom provodi kroz aktivnosti vezane za programsko finansiranje Ministarstva znanosti i obrazovanja (MZO) te nacionalnih parkova (Plitvička jezera, Kornati) i parkova prirode (Biokovo).

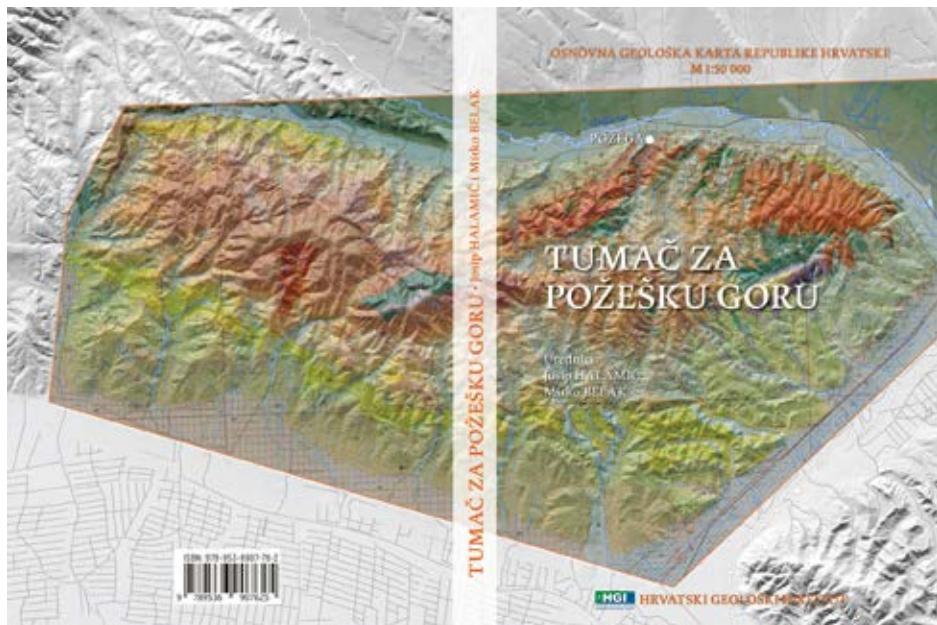
Aktivnosti na **Osnovnoj geokemijskoj karti (OGkK)** uglav-

The geological mapping programme is based on modern achievements in various geological disciplines. However, owing to inadequate funding, the investigation of the entire territory of the country through the production of a series of thematic geological maps has been slowed down. Therefore, the programme is mostly carried out in a limited area of Croatia, primarily depending on financing through various projects.

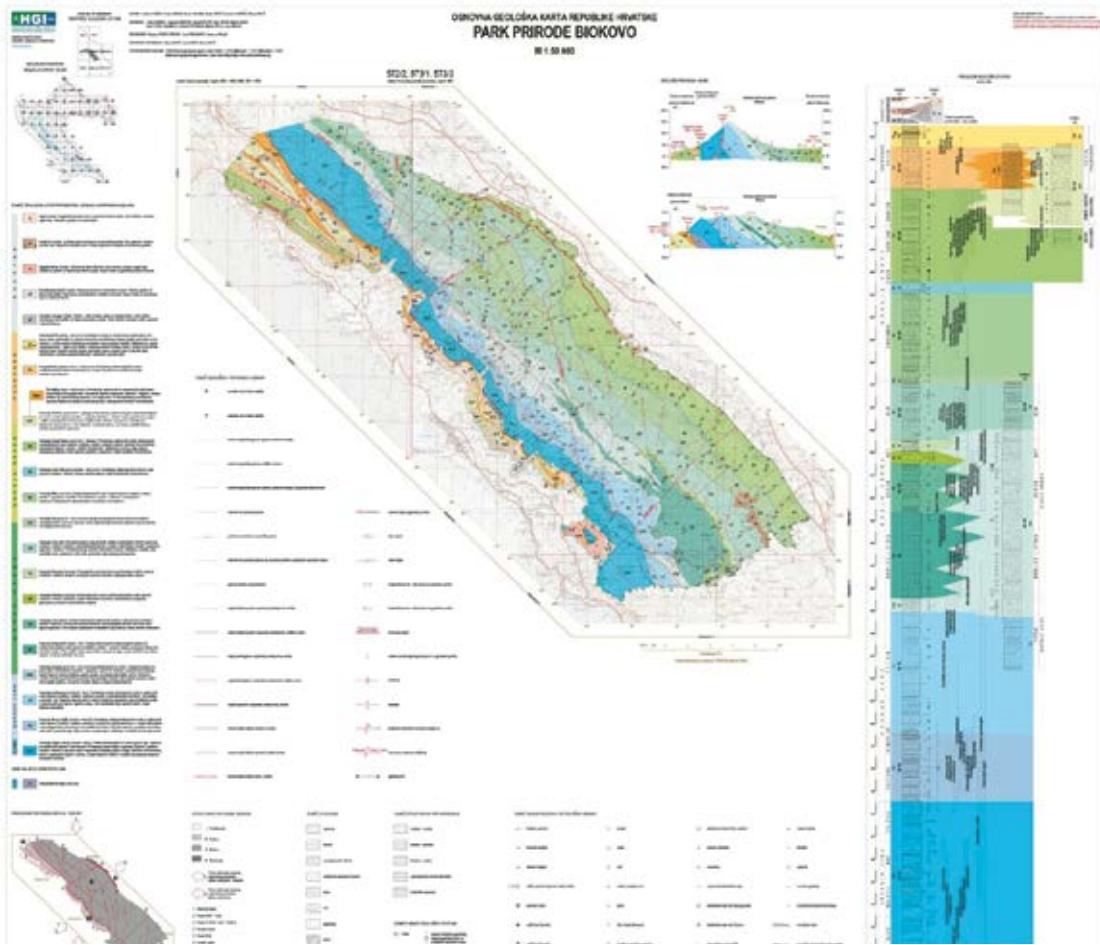
The production of the **Basic Geological Map (OGK)** of the Republic of Croatia at a scale of 1:50,000 is mainly performed through activities related to programme financing by the Ministry of Science and Education (MZO), NPs (Plitvice Lakes, Kornati Islands) and nature parks (Biokovo Mt.).

The activities performed on the **Basic Geochemical Map (OGkK)** were mainly related to projects financed through EU funds.

Thirteen researchers participated in the work on the **Basic Hydrogeological Map (OHGK)**, with 10 occupying scientific positions and three in professional positions. Additionally, several technicians and other co-workers working directly on other projects participated in the activities on this project. Individual researchers traditionally focus on one of the natural regions of the Republic of Croatia (RH): Dinaric karst and the Pannonian basin, where the research approach differs considerably. As part of the OHGK, geothermal and hydrothermal resources of



Naslovnica Tumača za Požešku goru, OGK RH u mjerilu 1:50.000  
Cover of the Explanatory Notes for the Požeška Gora Mt., OGK of the Republic of Croatia, scale 1:50,000



Slika OGK RH „Park Prirode Biokovo“ M 1: 50 000 (FUČEK et al., 2022)

Image of the OGK RH 'Biokovo Nature Park', scale 1:50,000 (FUČEK et al., 2022)

nom su bile vezane uz projekte financirane kroz EU fondove.

U radu na **Osnovnoj hidrogeološkoj karti (OHGK)** sudjelovalo 13 istraživača, od čega desetero na znanstvenim radnim mjestima, te troje na stručnim. U radu na ovom projektu sudjelovalo je i više tehničara, te kolega zaposlenih izravno na ostalim projektima. Tradicionalno, pojedini istraživači većim su dijelom orijentirani na jednu od prirodnih cjelina Republike Hrvatske (RH): krške Dinaride i Panonski bazen. Pristup istraživanjima u ovim cjelinama u znatnoj se mjeri razlikuje. U sklopu OHGK istraživana su geotermalna i hidrotermalna bogatstva RH, budući da se ta istraživanja u velikoj mjeri mogu povezati s istraživanjima podzemnih voda općenito. Sustavni rad na osnovnim kartama i dalje ne postoji, te se sudjelovanjem u brojnim projektima drugih vrsta prikupljaju znanja, iskustva i podatci koje će se u slučaju povoljnog razvoja događaj moći uklopiti u OHGK. Paralelno se tako dobiveni podatci i znanja

the Republic of Croatia were investigated since these investigations can be connected to underground water research in general. Systematic work on basic geological maps is not yet available, but knowledge, experience and data are accumulated through participation in numerous projects of other types. If the project is financed, this data will be incorporated into the OHGK. Simultaneously, the data and knowledge thus obtained are published in scientific publications of various kinds, with an emphasis on scientific papers in relevant databases. Four doctoral dissertations are being prepared, and our team-mate Karlović, employed directly on the HRZZ project, completed his doctorate during the year. His work is hydrogeological, and its results will be incorporated into OHGK if the project is financed. Another doctoral dissertation is expected to be defended in 2023.

The activities concerning the **Basic Engineering Geological Map (OIGK)** were based on collecting and storing data on the charac-



Rekristalizirani vapnenci novootkrivene formacije Bodliš (anizik) (velika slika) s provodnom konodontnom faunom (mala slika – 1, 3: Ramiform conodont elements, 2: *Priscopedatus bartensteini* (Deflandre-Rigaud), 4-6: *Paragondolella bifurcata* Budurov & Stefanov. Mjerilo 100 µm za sl. 1-3 i 200 µm za sl. 4-6)

Recrystallised limestones of the newly discovered Bodliš Formation (Anisian) (large photo) with index conodont fauna (small image – 1, 3: Ramiform conodont elements, 2: *Priscopedatus bartensteini* (Deflandre-Rigaud), 4-6: *Paragondolella bifurcata* Budurov & Stefanov. Scale 100 µm for Fig. 1-3 and 200 µm for Fig. 4-6)

objavljaju u znanstvenim publikacijama raznih vrsta, s naglaskom na znanstvene radove u relevantnim bazama podataka. Izrađuju se četiri doktorske disertacije, a kolega Karlović koji je bio zaposlen izravno na HRZZ projektu doktorirao je tijekom godine. Njegov je rad hidrogeološki, te će se rezultati njegove disertacije uklopiti u OHGK, ukoliko projekt bude financiran. U 2023. očekuje se obrana još jedne doktorske disertacije.

Aktivnosti **Osnovne inženjerskogeološke karte (OIGK)** bile bazirane na prikupljanju i pohrani podataka o karakterističnim i specifičnim inženjerskogeološkim značajkama jedinica i kompleksa na području cijele države. Također, ekspertni tim OIGK i dalje prikuplja i pohranjuje podatke o geohazardnim procesima i pojавama te kontinuirano nadopunjuje katastar klizišta koji je javno dostupan na mrežnom portalu „Prijavi klizište“ (<https://www.hgi-cgs.hr/prijava-klizista/>). Po prijavama građana tijekom 2022. godine sustavno je obavljana prospekcija/verifikacija novoaktiviranih klizišta za koja su izrađeni kratki izvještaji s mišljenjem. Eksperti ove istraživačke grupe sudjelovali su u izradi Izvješća o stanju okoliša RH (razdoblje 2017.-2020.) s prikupljenim podatcima i analizama klizišta aktiviranih u tom periodu.

**Karta mineralnih sirovina** je u 2022. godini bila fokusirana na izradu baze podataka i potencijalnost Karlovačke županije dok je geološko kartiranje podmorja bilo vezano za područje Dugog otoka i Nacionalnog parka Kornati.

teristics and specific engineering geological characteristics of units and complexes throughout the country. Additionally, the OIGK expert team continues to collect and store data on geohazard processes and phenomena and continuously updates the cadastre of landslides, which is publicly available on the website ‘Report a landslide’ (<https://www.hgi-cgs.hr/prijava-klizista/>). Based on citizen reports, reconnaissance/verification of newly activated landslides was systematically carried out in 2022, for which short reports with opinions were prepared. The experts of this research team participated in creating the Strategic Environmental Assessment Report for the Republic of Croatia (period 2017–2020) with collected data and analyses of landslides activated during that period.

The focus of the **Map of Mineral Resources** in 2022 was on creating a database and assessing the mineral resource potential of Karlovac County. Additionally, geological seabed mapping was carried out on the Dugi Otok Island and the Kornati National Park.

Explanatory Notes for the **Basic geological map (OGK)** of the Požeška Gora Mt and the OGK of the Biokovo Nature Park were published in 2022.

The making of the OGK of the Republic of Croatia, scale 1:50,000, began in the area of the Požeška Gora Mt in the second half of the 1980s. Despite shorter or longer periods when the research was interrupted, most of the fieldwork was completed in 2001. Owing

Tijekom 2022. godine izdan je tumač za **Osnovnu geološku katu (OGK) Požeške gore te OGK područja Parka prirode Biokovo.**

Izrada **OGK** Republike Hrvatske u mjerilu 1:50.000 u sklopu projekta „Slavonija“ započela je na području Požeške gore u drugoj polovici osamdesetih godina prošlog stoljeća. Uz kraća ili duža razdoblja prekida istraživanja, većina terenskih radova završena je 2001. godine. Zbog prestanka financiranja projekta izrade geoloških karata RH od strane MZO 2013. godine, završna reambulacija terena napravljena je tek tijekom 2018. godine. Finalnu geološku kartu područja Požeške gore M 1:50.000 HGI-CGS je završio i objavio 2019. godine (HALAMIĆ i dr., 2019). Već tijekom izrade geološke karte počeo je rad na izradi i finalizaciji Tumača za Požešku goru, koji je izdan 2022. godine.

**U Tumaču za Požešku goru** opisane su dvadeset i dvije litostatigradske jedinice, 18 formacija i 4 člana, te pet nekonformitetima ograničenih jedinica u kvartaru. Sve izdvojene jedinice s prekidima pokrivaju vremenski raspon od donjeg trijas do kvartara. Izdvojene su sljedeće formacije: Sulkovci (SUL)-d. trijas, Bodliš (BOD)-anizik, Gradske Vrhovci (GVR)-santon, Luke potok (LP)-? santon-g. mastriht, Bzenički potok (BZP)-g. santon-g. mastriht, Blacko (BLA)-mastriht, Vidovci (VID)-mastriht – paleogen (stariji eocen), Kozijak (KOZ) – d.-sr. oligocen, Škrabutnik (ŠKR) – eocen, Daranovci (DAR) – otnang-karpat, Glavnica (GLA) – otnang?-karpat-d. baden, Vejalnica (VEJ) – g. karpat-baden, Vrapče (VRA) – sr. do g. baden, Dolje (DOLJ) – sarmat, Croatica (CRO) – d. panon, Medvedski Breg (MEB) – sr.-g. panon, Nova Gradiška (NGR) – g. panon, Vrbova (VRV) – pliocen. Formacija Blacko ima tri člana: Oštiro brdo (Obr), Mirkovica (Mir), a u formaciju Vejalnica uključen je član Crnka (Crn). Nekonformitetima ograničene jedinice su kvartarne starosti, a izdvojeni su sljedeći litofacijsi: sedimenti nalik lesu (snl), deluvijalno-proluvijalne naslage (dpr), eluvijalne naslage (r), naslage poplavne ravnice (po) i aluvijalne naslage (al). Prva četiri litofacijsa su pleistocene starosti, dok su aluvijalne naslage holocene starosti.

**OGK Parka prirode Biokovo u mjerilu 1:50.000** prikazuje geološku građu, prostorni raspored, stratigradske i tektoniske odnose izdvojenih litostatigradskih jedinica Parka prirode Biokovo (ukupne površine oko 195 km<sup>2</sup>). Na listu je izdvojeno 18 litostatigradskih jedinica jursko-kredno-paleogenske starosti (16 formacija, 1 član i 1 sloj) i 5 kvartarnih jedinica. Geološka građa parka je prikazana i kroz dva geološka profila, a tektonski je to područje podijeljeno u četiri struktorno-tektonске jedinice.

to the terminated funding of the programme of geological maps of the Republic of Croatia by the MZO in 2013, the final re-ambulation of the terrain was conducted only in 2018. The final geological map of the Požeška Gora Mt area, M 1:50,000, was completed and published by HGI-CGS in 2019 (HALAMIĆ et al., 2019). Work on finalising the Explanatory Notes for Požeška Gora Mountain began during the preparation of the geological map and is expected to be published in 2022.

The Explanatory Notes for Požeška Gora Mountain describe a total of 22 lithostratigraphic units, comprising 18 formations and 4 members, along with 5 Quaternary units limited by unconformities. These separated units, including hiatuses, span the Early Triassic to the Quaternary. The following formations have been identified: Sulkovci (SUL) – Lower Triassic, Bodliš (BOD) – Anisian, Gradske Vrhovci (GVR) – Santonian, Luke Potok (LP) – possibly Santonian to Upper Maastrichtian, Bzenički Potok (BZP) – Upper Santonian to Upper Maastrichtian, Blacko (BLA) – Maastrichtian, Vidovci (VID) – Maastrichtian to Lower Eocene, Kozijak (KOZ) – Lower to Middle Oligocene, Škrabutnik (ŠKR) – Eocene, Daranovci (DAR) – Otnangian-Carpathian, Glavnica (GLA) – Otnangian?-Carpathian to Lower Badenian, Vejalnica (VEJ) – Upper Carpathian-Badenian, Vrapče (VRA) – Middle to Upper Badenian, Dolje (DOLJ) – Sarmatian, Croatica (CRO) – Lower Panonian, Medvedski Breg (MEB) – Middle to Upper Panonian, Nova Gradiška (NGR) – Upper Panonian, Vrbova (VRV) – Pliocene. The Blacko formation comprises three members, namely Oštiro Brdo (Obr), Mirkovica (Mir) and the Crnka member (Crn), which is included in the Vejalnica formation. The units bounded by unconformities belong to the Quaternary age, and the following lithofacies have been distinguished: loess-like sediments (SNL), deluvial-proluvial deposits (DPR), eluvial deposits (R), floodplain deposits (PO) and alluvial deposits (AL). The first four lithofacies are of the Pleistocene age, while the alluvial deposits belong to the Holocene.

**The OGK of Biokovo Nature Park**, at a 1:50,000 scale, depicts the geological structure, spatial arrangement, stratigraphic and tectonic settings of the isolated lithostratigraphic units within the park's total area of approximately 195 km<sup>2</sup>. The sheet identifies 18 lithostratigraphic units, comprising 16 formations, 1 member, 1 layer of Jurassic-Cretaceous-Palaeogene age and 5 Quaternary units. The geological structure of the park is illustrated in two geological cross-sections, and tectonically, the area is divided into four structural-tectonic units.



Spilja Nova Grgosova u Samoborskom gorju (foto N. Ilijanić)  
Nova Grgosova cave in Samoborsko gorje mountains (photo by N. Ilijanić)

3

Projekti  
Projects



# Projekti programa Obzor Europa

## Projects from Horizon Europe programme

**GSEU:** Geological Service for Europe, HORIZON Europe CSA, S. Miko, 2022. – 2027.; <https://eurogeosurveys.org/research/gseu/>

# Projekti Hrvatske zaklade za znanost

## Projects funded by the Croatian science foundation

**ACCENT** - Abrupt climate changes – Evidence from Quaternary sedimentological sequences in Croatia - Nagle klimatske promjene – Dokazi iz kvartarnih sedimentoloških zapisa u Hrvatskoj, HRZZ IP, L. Galović, 2021. – 2025.; <http://accent.hgi-cgs.hr/>

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

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

**ISSAH** - Utjecaj specifične površine oplošja čestice na hidrogeološka svojstva praporja i na njima razvijenih tala istočne Hr-

vatske, HRZZ UIP, K. Urumović, 2018. – 2022.; <https://www.hgi-cgs.hr/nacionalni-kompetativni-projekti-issah/>

**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 UIP, M. Brlek, 2019. – 2024.; <https://pyroska.wordpress.com/>

**QMAD** - Porijeklo i taloženje sedimenata u vrijeme kasno kvartarnih promjena morske razine: Sustav rijeke Krke i Srednjojadranske kotline, HRZZ IP, S. Miko, 2019. - 2023.; <http://qmad.hgi-cgs.hr/>

**UNLOCK-CAVE** - Istraživanje paleoklimatske varijabilnosti visoke rezolucije pomoći posrednih pokazatelja u sigama iz Novog Grgosove spilje, HRZZ UIP, P. Bajo, 2022.-2027.

# 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 endan-

gered 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-5** - The European Marine Observation and Data network, EU EASME DG MARE, S. Miko, 2021. - 2023.; <https://www.emodnet-geology.eu/>

**MUHA** - Multihazard Framework for Water Related Risks Ma-

nagement, Interreg Adrión, J. Lukač Reberski, 2020. - 2022.; <https://muha.adrióninterreg.eu/>

Gulam, 2020. – 2023.; <https://www.interreg-hr-bame2014-2020.eu/project/responsa/>

**RESPONSA** - Response to landslide and flash flood risk with early warning system design, Interreg – IPA CBC HR-BA-ME, V.

## Strukturni fondovi Structural Funds

**UKV** - Upravljanje krškim priobalnim vodnosnicima ugroženima klimatskim promjenama, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike / Strukturni fondovi, J. Terzić, 2020. - 2022.; <https://www.hgi-cgs.hr/ukv/>

**DeltaSal** - Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjivanja i onečišćenja, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike / Strukturni fondovi, Ž. Brkić, 2020. - 2023.; <https://deltasal.hr/>

## Projekti u suradnji s privredom Commercial projects

Analiza Na-fluoresceina, Winner Project d.o.o. Sarajevo, T. Marković, 2022.

Definiranje hidrološkog i hidrogeološkog stanja Spomenika parkovne arhitekture (SPA) Park Maksimir i područja ekološke mreže HR2001228 (PEM), Javna ustanova Maksimir Zagreb, A. Stroj, 2022. - 2023.

Geološko kartiranje stijenske mase na lokaciji utvrde Trošenj (NP Krka), CONTERA d.o.o., I. Mišur, 2022.

Grad Hvar – geostaza, Grad Hvar, T. Korbar, 2022 - 2023.

Hidrogeološka i hidrološka istraživanja Bijele rijeke i Rječice, Javna ustanova "Nacionalni park Plitvička jezera", J. Terzić, 2022. - 2023.

Istražni radovi na bušotini SM-1/14 - hidrogeološka i hidrokemijska istraživanja, Toplice Sveti Martin d.o.o., T. Marković, 2022.

Izgradnja piezometarskih polja na aktivnim vodocrpilištima - I. faza, GeoKol d.o.o. Varaždin, K. Urumović, 2021. - 2022.

Izrada elaborata o rezultatima mineraloško-petrografske i geo-kemijske analize uzoraka stijena iz jezgara dubokih i plitkih bušotina Čerkezovac, Geotehnički studio d.o.o., L. Wacha, 2022.

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

Izrada hidrogeološkog elaborata bušotina EZ-1 i UZ-1 - Lokacija Peščenica, Zagreb, Bunari Mihalić d.o.o. Ivanić Grad, K. Urumović, 2022.

Izrada izvješća o analizama dodatnih jezgara iz bušutina u zapadnom dijelu zone potencijalnosti ležišta Močilje, Kamen d.d., L. Fuček i D. Palenik, 2022.

Izrada prilagođene geološke karte (na temelju GK RH 1:300.000) za potrebe Centra za posjetitelje Baraćeve spilje, Javna ustanova Baraćeve spilje, P. Ferić, 2022.

Izvršenje usluge nastavka hidrogeološkog i hidrološkog monitoringa na području Ivančice, s ciljem definiranja bilance i dinamike istjecanja podzemnih voda, Zagorski vodovod d.o.o. Zabok, O. Larva, 2022.

Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa u obalnom moru RH i pridnenih morskih staništa u hrvatskom epikontinen-talnom pojasu u sklopu OPKK projekta Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa na području Jadranskog mora pod nacionalnom jurisdikcijom (KK.06.5.1.02.0001) - Grupa 1: Usluga kartiranja područja obalnog mora, MINGOR, konzorcij OIKON, IOR, HGI-CGS, GEOF-UNIZG, IRB, voditelj iz HGI-CGS-a S. Miko, 2021.-2023.

Kartiranja obalnih i pridnenih morskih staništa u obalnom moru RH i pridnenih morskih staništa u hrvatskom epikontinen-

talnom pojasu u sklopu OPKK projekta Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa na području Jadranskog mora pod nacionalnom jurisdikcijom" (KK.06.5.1.02.0001) - Grupa 2: Usluga kartiranja područja epikontinentalnog pojasa, MINGOR, konzorcij OIKON, IOR, HGI-CGS, GEOF-UNIZG, IRB, voditelj iz HGI-CGS-a S. Miko, 2021.-2023.

Laboratorijske usluge, IGH d.d. A. Čaić-Janković, 2022.

Laboratorijske usluge, Priprema palinoloških preparata, Eötvös Loránd University, V. Baranyi, 2022.

Litološko i inženjerskogeološko kartiranje litice iznad Kaštela u Kotišini, Grad Makarska, D. Navratil, 2022.

Provđba istraživačkih postupaka i izrada projektne dokumentacije radi sanacije klizišta u Vinogradskoj ulici u Općini Šandrovac, Općina Šandrovac (konzorcijski Geokon-Zagreb), T. Novosel, 2022. - 2023.

Provđba inženjerskogeoloških i visinskih radova na lokalitetu utvrde Trošenj (NP Krka), HGI-CGS - Zavod za geologiju, D. Navratil, 2022.

Pružanje stručnih usluga u području promocije geološke baštine Geoparka Viški arhipelag, Udruga Geopark Viški arhipelag, T. Korbar, 2021. - 2022.

Sedimentno petrografske i mikropaleontološke analize, ArheoLab, L. Fuček, 2022.

Sedimentno petrografske i mikropaleontološke analize, MarLab, L. Fuček, 2022.

Snimanje magnetotelurskih podataka s udaljenom referentnom točkom na području istražnog prostora "Karlovac 1", GetermiKA d.o.o. za energetiku Karlovac, S. Borović, 2022.

Studija o mogućnosti pronalaženja geotermalne vode u k. o. Čret, MKP d.o.o. Zagreb, S. Borović, 2022.

Tehničko-ekonomска analiza korištenja podzemnih voda za potrebe dizalica topline na lokaciji poslovne zgrade Hrvatske Lutrije u Novom Zagrebu, Hrvatska Lutrija d.o.o. Zagreb, S. Borović, 2022.

Ugovor za praćenje izdašnosti izvorišta Malo Vrelo - Lička Jesenica, Vodovod i kanalizacija d.o.o. Ogulin, A. Stroj, 2021. - 2022.

Usluga analize krutih uzoraka na prisutnost azbesta XRD i PLM

metodama, ANT d.o.o., Zagreb, voditelj iz HGI-CGS-a N. Ilijanić, 2022.

Usluga analize praškastih geoloških uzoraka na ukupni mineralni sastav, TPA d.o.o., Zagreb, voditelj iz HGI-CGS-a N. Ilijanić, 2022.

Usluga analize praškastih uzoraka opeke na ukupni mineralni sastav XRD metodom, Građevinski fakultet, Zagreb, voditelj iz HGI-CGS-a N. Ilijanić, 2022.

Usluga analize uzorka XRD metodom, Enhydro d.o.o., N. Ilijanić, 2022.

Usluga definiranja postojećeg stanja korita rijeke Lička Jesenica u zoni pod utjecajem umjetnih betonskih pregrada, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, A. Stroj, 2022.

Usluga geoloških radova na terenu za geofizička istraživanja, obrada podataka i geoloških profila, izrada karte anomalija na više lokacija na području Sjevernog Jadran te edukacija zaposljenika HHI-a, Hrvatski hidrografski institut, Split, D. Brunović, 2022.

Usluga izrade elaborata o rezervama ciglarske gline na eksploatacijskom polju Grabovac – 6. obnova rezervi, Wienerberger d.o.o., Karlovac, voditelj iz HGI-CGS-a N. Gisdavec, 2022.-2023.

Usluge izrade geološke karte Nacionalnog parka Plitvička jezera, Javna ustanova Nacionalni park Plitvička jezera, V. Brčić, 2021. - 2022.

Usluga izrade sadržaja tabli u zaštićenom području Velog blata na otoku Pagu, JU Natura-Jadera, Zadarska županija, N. Ilijanić, 2022.

Usluga izrade stručnih podloga iz područja zaštite okoliša, GP sistemi d.o.o., N. Gisdavec, 2022.

Usluga pripreme i organizacije provođenja U-Th datiranja uzorka siga iz Gornje Baraćeve špilje, JU Baraćeve špilje, P. Bajo, 2022.

Usluga vodoistražnih ispitivanja i izrada elaborata zona sanitarnе zaštite izvorišta Belečka Selnica, Zagorski vodovod d.o.o. Zabok, O. Larva, 2021. - 2022.

Vodoistražni radovi u špilji Golubinka, Vodovod i odvodnja d.o.o. Benkovac, A. Stroj, 2021. - 2022.

# 4

Odabrani projekti  
programa Obzor Europa  
Selected projects from  
Horizon Europe programme



Paleoklimatološko istraživanje prapor-paleotlo sekvencije u Baranji (foto N. Hećej)  
Paleoclimatological research in loess-paleosol sequence in Baranja (photo by N. Hećej)

# GSEU: Geološka služba za Evropu

## Geological service for Europe

Autor / Author: **dr. sc. Slobodan MIKO**

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

Hrvatski geološki institut je, u suradnji sa 48 institucijama, 1. rujna 2022. godine započeo provedbu projekta GSEU u sklopu programa Obzor Europa, pod motom za zdrav planet te klimatski neutralnu i održivu ekonomiju.

Ključni cilj projekta GSEU je razviti, i učiniti trajno dostupnom, paneuropsku infrastrukturu geoloških podataka i povezane informacijske usluge za održivo i sigurno korištenje podzemlja i njegovih resursa.

GSEU je zamišljen kao ulazna točka u stalnu mrežu suradnje europskih geoloških službi kao nacionalnih i regionalnih imatelja relevantnih informacija o podzemlju. Europskim će institucijama, tvrtkama, akademskoj zajednici i građanima osigurati pristup najnovijim informacijama o podzemlju na paneuropskoj razini.

GSEU će 1) razviti uskladene paneuropske podatkovne i informacijske usluge, 2) se nadograđivati na postojeću geološku platformu „Europsku infrastrukturu geoloških podataka“ (engl. *European Geological Data Infrastructure - EGDI*) i 3) ojačati nacionalne i regionalne mreže geoloških službi.

Tridesetak geologa HGI-CGS-a sudjeluje u sljedećim radnim paketima (engl. *work package - WP*) projekta GSEU:

WP 2 - Kritične mineralne sirovine, izgradnja međunarodnog centra izvrsnosti i razrada i primjena Okvirne klasifikacija (mineralnih sirovina) Ujedinjenih naroda (UNFC); WP 3 - Inventarizacija geotermalne energije i podzemnog skladištenja; WP 4 - Procjena, zaštita i održivo korištenje europskih resursa podzemnih voda; WP 5 - Procjena ranjivosti obale i potencijali geo-



Logotip projekta GSEU  
Project logo



The Croatian Geological Survey is a part of the collaboration of the geological surveys of Europe with an ambition to establish a sustainable European geological service, serving European society through, and beyond, the green transition. The partnership consists of 48 partners and is funded through the Horizon Europe fund for a duration of five years starting from September 2022.

The geological surveys of Europe are the primary providers of subsurface data, information, and advice that can help the EU to achieve The Green Deal.

The HGI-CGS is contributing to six work packages with a workforce of 30 geologists. The main work will be in work packages dealing with a secure supply of critical minerals is needed to develop green technologies, inventory of geothermal energy and underground storage capacities, groundwater quality and quantity which is needed to manage agricultural land use, detect and mitigate pollution of drinking water, monitor and plan for extreme flooding events. Also, work will be done on mapping of the subsurface is needed to manage conflicting surface and subsurface land use, such as farming, urban development, carbon sequestration, geothermal energy exploitation, or storage of hydrogen fuel.

These and other important roles can only be filled with the data and expertise of the geological surveys of Europe.

Through this five-year Coordination and Support Action, GSEU will deliver a plan for a sustainable Geological Service for Europe to be implemented beyond the project closure. This service will serve European society and provide sound information for poli-

loških podloga za postavljanje vjetroelektrana na moru; WP 6 - Geološki okvir za paneuropski geološki podatkovni i informacijski sustav; te WP 9 - Uspostavljanje mreže geoloških službi i pružanje održivih usluga za Europu.

Projekt će trajati pet godina, a sufinancira ga Europska komisija, uz dodatno financiranje od strane geoloških službi Europe, do ukupno 24 milijuna eura.

cies in water, energy, raw materials, hazards, and all areas that require subsurface data and expertise. Through this service, we will contribute to environmental sustainability and social well-being in Europe, supported by a powerful and comprehensive digital infrastructure.



Ugroženi obalni dio Pakoštanskog lesnog platoa je pilot područje radnog paketa 5. Pleistocenske naslage (les, konglomerati i koluvijalne naslage sa crvenicama) koje leže na krednim vapnencima izložene su erozijskom djelovanju valova (prvenstveno za vrijeme orkanskog juga) i klizanju duž nekonsolidiranih slojnih ploha (visina cijelog pedo-sedimentnog kompleksa je 15 m)

The coastal part of the Pakoštane loess plateau is the Croatian pilot site for the work package dealing with coastal vulnerability. The Pleistocene deposits overlying Cretaceous limestones are being eroded by high waves under the influence of the southern winds, and are sliding along the bedding planes into the sea

5

# Odarbani projekti Hrvatske zaklade za znanost

## Selected projects funded by the Croatian science foundation





Lička Jesenica (foto M. Briški)

Lička Jesenica (photo by M. Briški)

# UNLOCK-CAVE: Istraživanje paleoklimatske varijabilnosti visoke rezolucije pomoću posrednih pokazatelja u sigama iz Nove Grgosove spilje

## Unlocking high-resolution palaeoclimate variability from Nova Grgosova cave multi-proxy speleothem record

Glavna istraživačica / Principal investigator: **dr. sc. Petra BAJO**

Uspostavljeni istraživački projekt UNLOCK-CAVE je započeo u listopadu 2022. godine. Cilj projekta je istražiti regionalni odgovor na visokofrekventnu prirodnu klimatsku varijabilnost u regiji južne i srednje Europe tijekom posljednjih 1400 godina



The UNLOCK-CAVE installation research project began in October 2022. The project aims to understand the regional response to high-frequency natural climate variability in South-Central Europe during the last 1400 years by exploring multiple geochemical proxies in speleothems from the Nova Grgosova cave in Croatia. Specifically, we aim to investigate the link between the geochemical properties of speleothems at this site and the North Atlantic Oscillation (NAO), a major mode of internal climate variability, on an annual to sub-decadal time scale. Additionally, we aim to investigate the potential of these speleothems to yield quantitative data on past climate variability and to decipher the climate and non-climate drivers of carbon isotope composition in these speleothems. Our palaeoclimate interpretations will be supported by a long-term extensive cave monitoring programme. This project will yield the first high-resolution quantitative record of past climate variability in this poorly studied region and will lead to a better understanding of regional responses to atmospheric circulation variability in the past. The UNLOCK-CAVE project involves six early career researchers from three Croatian institutions, including Petra Bajo, Maja Briški, Vlatko Brčić and Nikolina Ilijanić from the HGI-CGS, Anica Benutić from the Croatian Institute for Public Health and Andreja Sironić from Ruđer Bošković Institute. Additionally, a PhD

Monitoring u Novoj Grgosovoj spilji uključuje prikupljanje prokapnice i recentnog kalcita za kemijske analize i mjerena osnovnih hidrokemijskih pokazatelja vode, mjerena intenziteta prokapavanja, temperature, relativne vlažnosti i koncentracije CO<sub>2</sub> u spiljskom zraku (foto V. Brčić)

The cave monitoring programme in Nova Grgosova cave involves collecting dripwater and recent calcite samples for chemical analyses, as well as measurements of basic hydrochemical parameters, drip rate, cave air temperature, relative humidity and CO<sub>2</sub> concentration (photo by V. Brčić)

koristeći geokemijske pokazatelje u sigama iz Nove Grgosove spilje u Hrvatskoj. Specifični ciljevi projekta su: istražiti vezu geokemijskih značajki siga iz ove spilje i glavnog moda interne klimatske varijabilnosti, Sjevernoatlantske oscilacije (NAO), u godišnjoj do subdesetljetroj vremenskoj rezoluciji; istražiti potencijal ovih siga za kvantitativne paleoklimatske rekonstrukcije te odgovorni klimatske i neklimatske uzroke odgovorne za izotopni sastav ugljika u ovim sigama. Paleoklimatske interpretacije će biti potpomognute dugogodišnjim, detaljnim monitoringom spilje. Ovaj će projekt rezultirati prvim kvantitativnim podatcima o klimatskim uvjetima u prošlosti u visokoj rezoluciji u ovoj slabo istraženoj regiji te će doprinijeti boljem razumijevanju regionalnog odgovora na promjene u atmosferskoj cirkulaciji u prošlosti. Projekt UNLOCK-CAVE će okupiti šest istraživača iz tri hrvatske institucije. Članovi istraživačkog tima su Petra Bajo, Maja Briški, Vlatko Brčić i Nikolina Ilijanić iz HGI-CGS-a, Anica Benutić iz Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo i Andreja Sironić iz Instituta Ruđer Bošković. Tijekom 2023. godine projektu će se pridružiti i doktorand. Okupljanje ove istraživačke grupe će po prvi put omogućiti da se svi analitički kapaciteti trenutno dostupni u hrvatskim institucijama u potpunosti iskoriste za paleoklimatska istraživanja siga. Nadalje, u okviru projekta je planirano uspostavljanje novih istraživačkih kapaciteta: laboratorija za mikrouzorkovanje i čiste laboratorijske jedinice te uvođenje metode za pripremu uzoraka za U-Th datiranje. Ovo će potaknuti daljnja istraživanja u znanosti o sigama i ostalim geoznanstvenim disciplinama u Hrvatskoj, što će dovesti do poboljšanja cjelokupne kvalitete i znanstvenog utjecaja istraživanja provedenih u hrvatskim istraživačkim institucijama.



Priprema uzorka vode prokapnice za kemijske analize u Novoj Grgosovoj spilji (foto P. Bajo)

Preparation of dripwater samples for chemical analyses in the Nova Grgosova cave (photo by P. Bajo)

student will join the team in 2023. For the first time, the research group will enable the full exploitation of all analytical capabilities available at Croatian institutions for speleothem-based palaeoclimate research. Furthermore, the project includes establishing new research facilities such as a microsampling and clean lab facility and implementing a preparation method for U-Th dating. This will stimulate further research in speleothem science and other geoscience disciplines in Croatia, improving the overall quality and impact of research conducted at Croatian research institutions.

# ISSAH: Utjecaj specifične površine oplošja čestice na hidrogeološka svojstva prapora i na njima razvijenih tala istočne Hrvatske

## Impact of specific surface area on hydrogeological properties of loess deposits and loess-derived soils in eastern Croatia

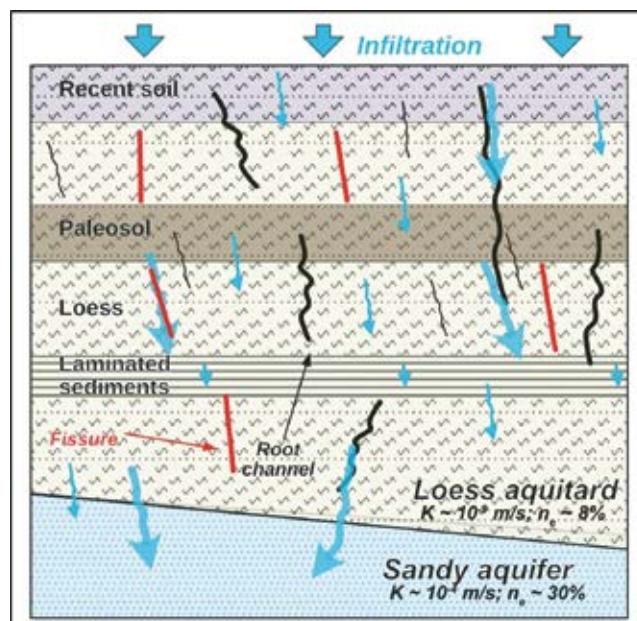
Glavni istraživač / Principal investigator: **dr. sc. Kosta URUMOVIĆ**  
<https://www.hgi-cgs.hr/nacionalni-kompetativni-projekti-issah/>

Projekt ISSAH, financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ) i Hrvatskog geološkog instituta (HGI-CGS), trajao je od 2018. do 2022. godine. Cilj projekta bio je oformiti istraživačku grupu mladih znanstvenika iz različitih znanstvenih područja koja će se interdisciplinarnim pristupom baviti istraživanjem slabo vezanih klastičnih naslaga.

U sklopu projekta provedena su geološka, geofizička, hidrogeološka i pedološka istraživanja u Baranji, Srijemu i Vinkovcima te je

The ISSAH project, funded by the Croatian Science Foundation (HRZZ) and the HGI-CGS, ran from 2018 to 2022. The project aimed to establish a research team comprising young scientists from diverse scientific fields who would adopt an interdisciplinary approach to investigate loosely bound clastic rocks.

As part of the project, geological, geophysical, hydrogeological and paedological research was conducted in the regions of Baranja and Srijem, as well as the city of Vinkovci. This resulted in the



Konceptualni hidrogeološki model obnavljanja podzemnih voda kroz prapornu krovinu (M. Pola)  
 Conceptual hydrogeological model of the groundwater recharge through the loess overlying beds (prepared by M. Pola)



Lateralni kontakt prapora i dunavskog pijeska u Iloku (foto K. Urumović)  
Lateral contact of loess and Danube sand in the town of Ilok (photo by K. Urumović)

uspostavljen kontinuirani hidrogeološki, hidrokemijski, pedološki i meteorološki monitoring što će rezultirati izradom hidrogeološke karte područja istraživanja.

Na većini uzoraka materijala iz jezgara bušotina i raskopa su provedene laboratorijske geomehaničke, mineraloške i geokemijske i pedološke analize za potrebe definiranja hidrogeoloških značajki tipičnih prapora sjeverne Hrvatske i utjecaja različitih procesa na navedene značajke. Specifična površina oplošja čestice (SSA) izvorišno je svojstvo klastičnih naslaga i krajnji cilj ovog istraživanja bilo je funkcionalno povezivanje SSA s propusnošću ( $k$ ) prapora i praporolikih materijala i s učincima pedogeneze na praporu kao maticnom supstratu. Cilj je većim dijelom ostvaren, što je prikazano na više konferencija te u dva znanstvena rada.

HRZZ je zbog nedovoljne znanstvene produkcije prekinuo finansiranje za zadnju predviđenu godinu trajanja istraživanja, ali su predviđena istraživanja nastavljena uz financiranje HGI-CGS-a.

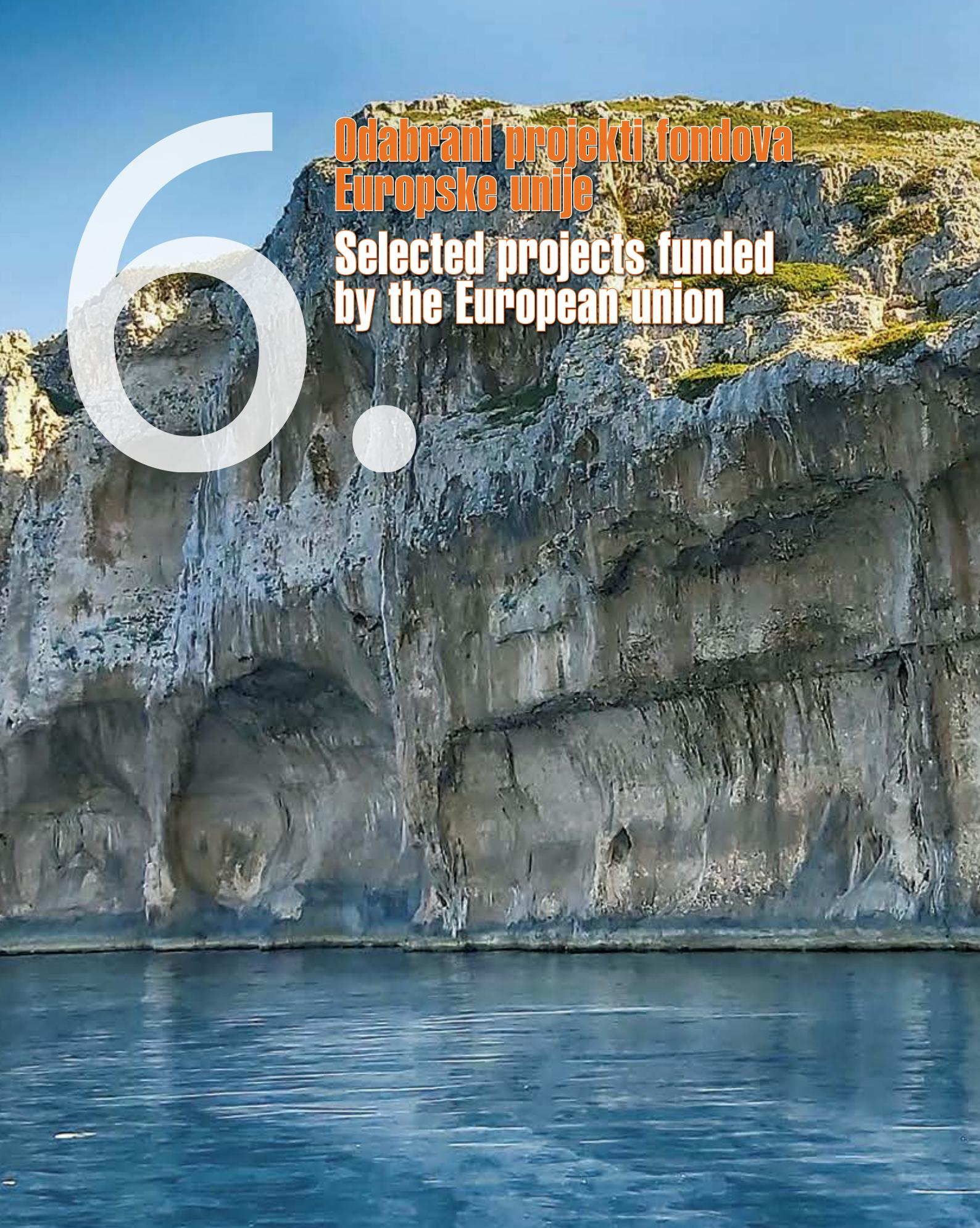
establishment of continuous hydrogeological, hydrochemical, paedological and meteorological monitoring, which would contribute to creating a hydrogeological map of the research area.

Geotechnical, mineralogical, geochemical and paedological laboratory analyses were conducted on most of the samples obtained from the borehole core excavations to define the hydrogeological characteristics of typical loess sediments in northern Croatia and the impact of various processes on these. The specific surface area of particles (SSA) is a crucial property of clastic sedimentary rocks. The ultimate goal of this research was to establish a functional relationship between SSA and the permeability ( $k$ ) of loess and loess-like materials and the effects of paedogenesis on loess as a parent substrate. The research goals were largely achieved, as demonstrated at several conferences and in two scientific papers. However, owing to insufficient scientific output, HRZZ ceased funding for the final year of the research. Nevertheless, the scheduled investigations persisted with funding from HGI-CGS.

6

Odabrani projekti fondova  
Europske unije

Selected projects funded  
by the European union





Strmci na Kornatima (foto S. Miko)

Cliffs of Kornati archipelago (photo by S. Miko)

# UKV: Upravljanje krškim priobalnim vodonosnicima ugroženima klimatskim promjenama

## Management of coastal aquifers endangered by climate change

Koordinator za HGI-CGS / Coordinator for HGI-CGS: **dr. sc. Josip TERZIĆ**  
<https://www.ukv-projekt.eu/>

Projekt UKV priveden je kraju tijekom 2022., iako su se aktivnosti po odobrenju produžena projekta protegile u prvi kvartal 2023. Projekt je orijentiran na suočavanje ranjivih krških priobalnih vodonosnika s prognoziranim klimatskim promjenama. Voditelj projekta je bio prof. dr. sc. Ranko Biondić (Geotehnički fakultet u Varaždinu), a kao partneri su, uz HGI-CGS, sudjelovali Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) i Građevinski fakultet u Rijeci. Kako se istraživao utjecaj na priobalne vodonosnike, fokus projekta su u najvećoj mjeri bile suše i dugotrajnija sušna razdoblja kakva bi se mogla dogadati učestalije i trajati duže. Od triju pilot područja, istraživači HGI-CGS-a obrađivali su Blatski vodonosnik na otoku Korčuli. Kako su se obavljala hidrogeološka i geokemijska istraživanja, u projektu su sudjelovala dva

The UKV project concluded in 2022, although activities extended into the first quarter of 2023 after the extension was approved. The project aimed to address vulnerable karst coastal aquifers considering predicted climate changes. The project leader was Professor Ranko Biondić, PhD, from the Faculty of Geotechnical Engineering in Varaždin. Participating partners included the HGI-CGS, the Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) and the Faculty of Civil Engineering in Rijeka. Since the project focused on coastal aquifers, it largely emphasised drought periods, which could occur more frequently and last longer.

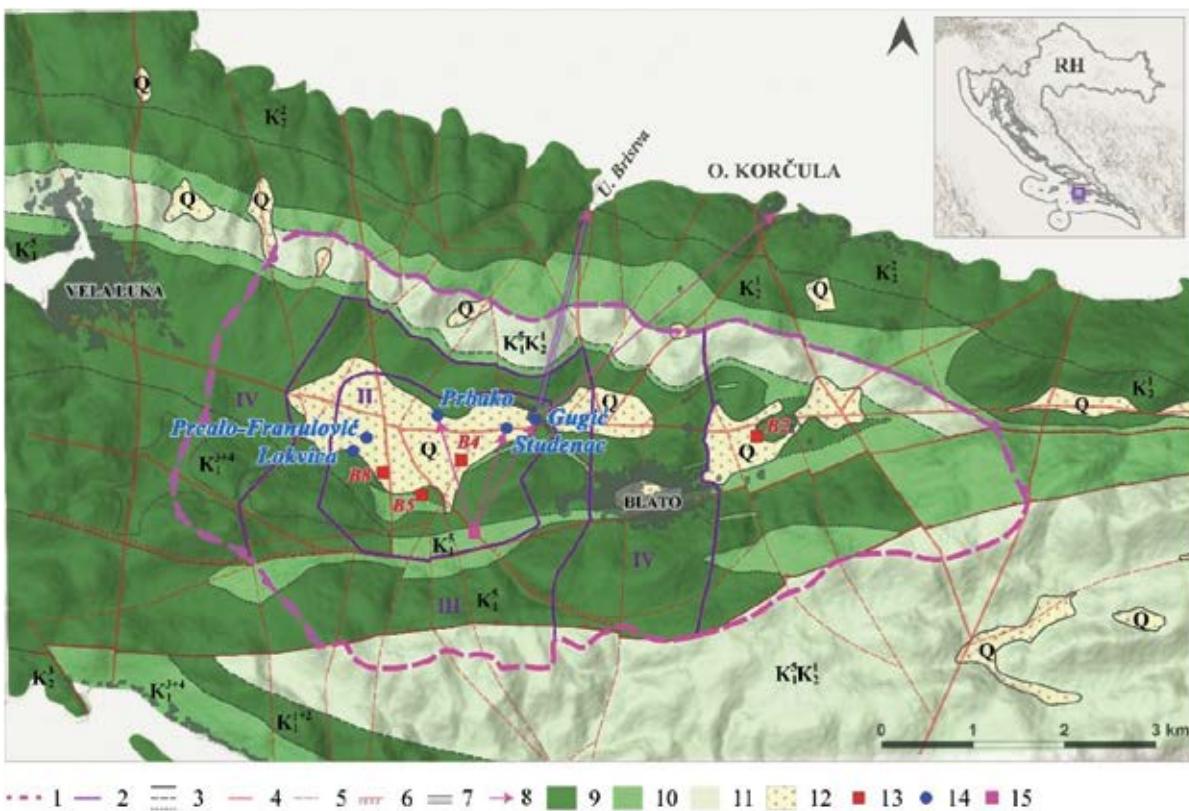
Of the three pilot areas, HGI-CGS researchers worked on the Blato aquifer on the island of Korčula. Both hydrogeological and geochemical research were carried out, involving two HGI-CGS Departments, ZHGIG and ZMS. As part of hydrogeological monitoring, multi-parameter measuring instruments were installed in the dug water supply wells, or pre-existing data was used.

Several wells were drilled before the launch of the UKV project to participate in future water supply systems and thus included in our research.



Postavljanje multiparametarskog automatskog mjerača Aqua Troll 500 tvrtke In situ s telemetrijskim očitanjem u najvažnijem vodoopskrbnom zdencu Studenac

The Aqua Troll 500, a fully customisable multi-parameter probe with telemetry reading manufactured by In Situ Inc., installed in the Studenac water supply well



Hidrogeološki zemljovid slijeva blatskog vodonosnika s ucrtanim zonama sanitarne zaštite crpilišta, te novim bušenim zdencima koji su uključeni u istraživanja.  
A hydrogeological map of the catchment area of the Blato aquifer, illustrating the zones of sanitary protection around the pumping site as well as the newly drilled wells included in the research

zavoda (ZHIG i ZMS). U sklopu hidrogeološkog monitoringa u vodoopskrbne kopane zdence postavljeni su multiparametarski automatski mjeraci ili su korišteni postojeći podatci.

Prije početka projekta UKV izbušeno je nekoliko zdenaca koji će se u budućnosti moći uključiti u vodoopskrbni sustav, te su interventno uključeni u naša istraživanja. Na temelju rezultata projekta zaključeno je kako su prekomjerna zaslanjenja moguća češće, i jačeg intenziteta nego do sada, te će se na temelju monitoringa većeg broja parametara moći intervenirati korekcijama crnih količina. Nove bušotine i njihovo uključenje u mrežu tu može imati značajan učinak. Razmotrena je ideja kontroliranog zatvaranja otjecanja viškova površinskih voda iz područja Blatskog polja branom ili branama, kako bi se umjetno napajao vodonosnik u vrijeme kada vode ima u suvišku te bi se posljedično lakše prebrodili ljetni hidrološki minimumi.

Based on project results, it was concluded that excessive salinisation might occur more frequently and with greater intensity than before. Therefore, monitoring a larger number of parameters would help correct pumping quantities. At this point, including new wells into the network could have a significant effect. Furthermore, the idea of controlled sealing of excessive surface water runoff from the Blatsko Polje area by one or more dams was considered to artificially supply the aquifer when there is excess water. This approach would help overcome the summer hydrological minima.

# boDEREC-CE: 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: **Ana SELAK, dr. sc. Josip TERZIĆ**

<https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/boDEREC-CE.html>

Nakon tri godine uspješne implementacije pod vodstvom Zavoda za hidrogeologiju i inženjersku geologiju HGI-CGS-a, projekt boDEREC-CE programa Interreg CE priveden je kraju u ožujku 2022. Suradnjom 12 partnera iz 7 država EU (AU, CZ, IT, DE, PL, SI i HR) pokrenuta je inicijativa za razvoj zajedničkog smjera djelovanja i politike na europskoj razini vezane za problematiku specifičnih mikroonečićiva („*emerging contaminants*”, EC) u resursima pitke vode. Projekt je ponudio rješenja za integrirano

Under the leadership of the department of Hydrogeology and Engineering Geology, the boDEREC-CE project of the Interred CE programme was successfully implemented for 3 years, concluding in March 2022. The project aimed to develop a common course of action and policy at the European level concerning the issue of specific micropollutants (*‘emerging contaminants’*, EC) in drinking water resources, with the collaboration of 12 partners from 7 EU countries (AU, CZ, IT, DE, PL, SI and HR). The project offered solu-



Izvor Jadro  
Jadro spring



Postavljanje automatskog mjerača za temperaturu i elektrolitičku vodljivost u izvor Jadro

Installation of an automatic thermometer and electrical conductivity metre in the Jadro spring



Uzorkovanje na rijeci Cetini

Sampling on the Cetina River

**upravljanje vodovodima u vidu alata wwDEMAST i modePROCON za pomoć pri donošenju odluka, a transnacionalnom strategijom TRAST-PPCP dane su preporuke za unaprjeđenje trenutnog zakonodavstva o standardima pitke vode za veliku EC skupinu farmaceutskih spojeva i proizvoda za osobnu njegu („pharmaceuticals and personal care products“, PPCP).**

U osam pilot područja srednje Europe su, na temelju zajednički razvijene metodologije uzorkovanja, istraženi pojavnost, ponasanje i transport PPCP-ova u površinskim i podzemnim vodama. U sklopu hrvatskog pilot područja slijeva krških izvora Jadro i Žrnovnica provedene su brojne analize hidrokemijskih značajki i uzorkovanje PPCP-ova u vodama izvora, rijeke Cetine i pijezometarske bušotine kod Gizdavca. Dobiven je preliminarni uvid u dosad neistraženu prisutnost i transport EC spojeva u kršu, što će pomoći u rasvjetljavanju nepoznanica o negativnom synergiskom i kumulativnom djelovanju kompleksnih smjesa EC spojeva na krške vodne ekosustave i ljudsko zdravlje. Rezultati projekta objedinjeni su u monografiji zajedničkim doprinosom stručnjaka svih projektnih partnera pod uredništvom dr. sc. Jasmine Lukač Reberski i Ane Selak. Monografiju je moguće preuzeti na poveznici [https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/BoderecCE/D.T4.3.1.-Monograph-boDEREC-CE-\(1\).pdf](https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/BoderecCE/D.T4.3.1.-Monograph-boDEREC-CE-(1).pdf).



Crpljenje pijezometarske bušotine Gizdavac  
Pumping at the Gizdavac piezometer well

tions for the integrated management of water supply systems through the wwDEMAST and modePROCON decision-making tools. Simultaneously, the transnational strategy TRAST-PPCP provided recommendations for improving the current legislation on drinking water standards for a large EC group of pharmaceutical compounds and personal care products ('pharmaceuticals and personal care products', PPCP).

In eight pilot areas of Central Europe, a jointly developed sampling methodology was used to investigate the occurrence, behaviour and transport of PPCPs in both surface waters and groundwater. As part of the Croatian pilot area covering the drainage area of the Jadro and Žrnovnica karst springs, hydrochemical characteristic analyses were conducted, along with PPCP sampling in the springs, the Cetina River and the piezometer well near Gizdavac. The project provided a preliminary insight into the previously unexplored presence and transport of EC compounds in karst, which would help clarify unknowns about the negative synergistic and cumulative effects of complex mixtures of EC compounds on karst water

ecosystems and human health. Results of the project are combined in a monograph with the joint contribution of experts from all project partners under the editorship of PhD Jasmina Lukač Reberski and Ana Selak. The book is available at: [https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/BoderecCE/D.T4.3.1.-Monograph-boDEREC-CE-\(1\).pdf](https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/BoderecCE/D.T4.3.1.-Monograph-boDEREC-CE-(1).pdf)

# DEEPWATER-CE: 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**

Autori teksta / Authors of the text: **Matko PATEKAR, dr. sc. Staša BOROVIĆ**

<https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/DEEPWATER-CE.html>

Projekt DEEPWATER-CE provodio se u razdoblju od svibnja 2019. do travnja 2022. sa ciljem razvoja integriranog okvira za provedbu 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 tijekom vlažnih perioda, njihovom skladишtenju (npr. akumulacije) te umjetnom prihranjivanju u vodonosnik (npr. utisni zdenci ili infiltracijske zone). Projekt je bio sufinanciran iz programa transnacionalne suradnje Interreg Srednja Europa 2014.-2020., a uključivao je sedam projektnih partnera iz Mađarske, Njemačke, Poljske, Slovačke i Hrvatske.

The DEEPWATER-CE project was implemented from May 2019 to April 2022 to develop an integrated framework for implementing managed aquifer recharge (MAR). MAR is a critical mechanism for sustainable water resource management, particularly in areas

where water quality and/or availability are compromised. MAR involves collecting rainwater and surface water during wet periods, storing them in reservoirs and recharging them artificially (e.g. through injection wells or infiltration zones) into an aquifer. The project was co-funded by the Interreg Central Europe 2014-2020 transnational cooperation programme and included seven project partners from Hungary, Germany, Poland, Slovakia and Croatia.



Strukturno-geološka istraživanja u Visu (foto M. Pola)  
Structural-geological investigations in Vis (photo by M. Pola)



Mjerenje razine podzemne vode u bušotini V-1 iznad Velog žala (foto M. Bašić)

Measurement of groundwater level in V-1 borehole in the hinterland of Velo žalo (photo by M. Bašić)

U sklopu projekta provedena su interdisciplinarna istraživanja radi lociranja područja i vodonosnika pogodnih za primjenu metoda umjetnog prihranjivanja. Hrvatsko područje istraživanja bio je otok Vis, koji je, zahvaljujući kvalitetnim krškim vodo nosnicima, samodostatan po pitanju vodoopskrbe.

Terenska istraživanja na Visu uključivala su kontinuirana opažanja razina podzemnih voda, temperature i elektrolitičke vodljivosti, periodička mjesečna opažanja razina podzemnih voda i *in situ* mjerjenja (T, pH, EC, O<sub>2</sub>) i uzorkovanja za hidrokemijske laboratorijske analize (glavni anioni i kationi, metali, stabilni i radioaktivni izotopi), geofizička (seizmička refrakcija, električna tomografija i magnetotelurika) te strukturno-geološka istraživanja.

Najvažniji je ishod projekta razvoj metodologije za istraživanje primjenjivosti MAR-a u geološki različitim okolišima. Rezultati projekta su predstavljeni na većem broju konferencija te kroz stručne i znanstvene radove, a u pripremi je i doktorska disertacija kolege Matka Patekara na temelju rezultata istraživanja.



*In situ* mjerjenje u uzorku vode iz priobalnog vodoopskrbnog izvora Pizdica (u pozadini) (foto J. Terzić)

*In situ* measurement in water sample from coastal water-supply spring of Pizdica (in the background) (photo by J. Terzić)

Interdisciplinary research was conducted as part of the project to identify locations and aquifers suitable for MAR. The Croatian pilot area was the island of Vis, where high-quality karst aquifers enable a self-sufficient water supply.

Field investigations on the island of Vis included continuous monitoring of groundwater levels, temperature and electrolytic conductivity, monthly observations of groundwater levels, *in situ* measurements (temperature, pH, EC and O<sub>2</sub>) and sampling for laboratory analyses (principal anions and cations, metals and stable and radioactive isotopes), geophysical research (seismic refraction, electrical resistivity tomography and magnetotellurics) and structural-geological research.

The most significant outcome of the project is the development of a methodology for investigating the applicability of MAR in various geological environments. Project results have been presented at conferences and in published professional and scientific papers. Matko Patekar is currently preparing a doctoral thesis based on the project findings.

# MUHA: 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**

Autori teksta / Authors of the text: **Patricia ŽIVKOVIĆ, dr. sc. Jasmina LUKAČ REBERSKI, Ivana BOLJAT, Luka MIKLIN**

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

Projekt MUHA započeo je u ožujku 2020. godine u sklopu transnacionalnog programa Interreg ADRION 2014.-2020. Glavni cilj projekta usmjeren je na osiguravanje dostupnosti pitke vode u slučaju nepogoda (poplava, suša, potresa i slučajnih onečišćenja) kroz utvrđivanje nedostataka i poboljšanja postojećih Planova sigurnosti vode (engl. *Water Safety Plans*).

Tako je u sklopu prvog radnog paketa razvijen alat pod nazivom „*Toolkit for Water Safety Planning Procedures Decision Support System*”, koji pomaže u identificiranju i procjeni rizika mogućih opasnih događaja za vodoopskrbni sustav. Unaprjeđenje alata moguće je kroz uspostavljenu mrežu koja korisnicima pruža učinkovitu i sigurnu transnacionalnu platformu za razmjenu znanja i iskustava o MUHA alatu i daje smjernice za izradu poboljšanih planova sigurnosti voda. Na temelju provedenih „table-top“ vježbi u sklopu drugog radnog paketa razvijen je akcijski plan koji predstavlja način na koji se provode vježbe u slučaju pojedine opasnosti te omogućuje bolji pristup u procjeni mogućeg rizika za vodoopskrbni sustav.

Navedeni rezultati predstavljeni su na završnoj konferenciji u Ljubljani kao ključni elementi u izradi strateškoga dokumenta „*REWAS ADRION Charta*“ koji je usmjeren prema uspješnjoj provedbi planova sigurnosti voda. Navedena strategija razmatra i mogućnost otpornijeg vodoopskrbnog sustava na tri strateške razine, namijenjene vodovodima, civilnoj zaštiti i agencijama za vodu.

The MUHA project was launched in March 2020 as part of the Interreg ADRION 2014-2020 transnational programme. The project aims to ensure the availability of drinking water during disasters (floods, droughts, earthquakes and accidental pollution) by identifying deficiencies and improving the existing Water Safety Plans.

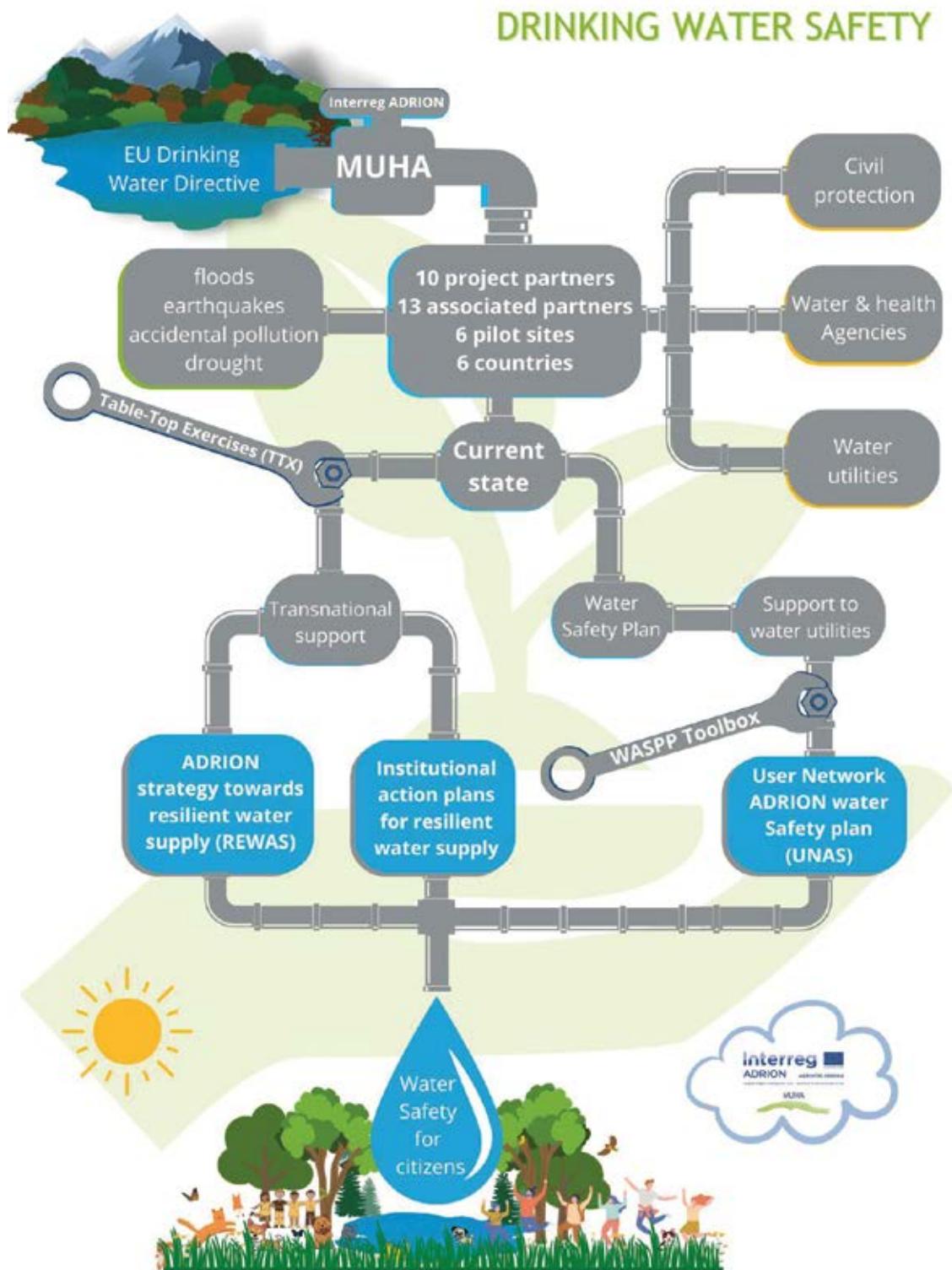
As part of the first work package, a tool called the ‘Toolkit for Water Safety Planning Procedures Decision Support System’ was developed to help identify and assess the risk of potentially hazardous events to the water supply system. The tool can be improved through a network that provides users with an efficient and secure transnational platform for exchanging knowledge and experiences on the MUHA tool and guidelines for creating improved Water Safety Plans.

Based on the tabletop exercises carried out as part of the second work package, an action plan was developed to guide exercises in the event of a specific hazard, enabling a better approach to assessing the possible risk to the water supply system. The results

were presented at the final conference in Ljubljana as key elements in the strategic document ‘*REWAS ADRION Chart*’, aimed at more successful implementation of Water Safety Plans. The strategy also considers the possibility of a more resilient water supply system at three strategic levels intended for waterworks, civil protection and water agencies.



Završna konferencija održana u Ljubljani (foto: A. Torkar)  
Final conference held in Ljubljana (photo by A. Torkar)



## Multihazard framework for water related risks management

Infografički prikaz projekta MUHA (L. Miklin)  
Infographic presentation of the MUHA project (prepared by L. Miklin)



# Odlabrani projekti u suradnji s privredom

## Selected commercial projects





# Osnovna geološka karta Nacionalnog parka Plitvička jezera

## Basic geological map of the Plitvice lakes national park

Voditelj projekta / Project manager: **dr. sc. Vlatko BRČIĆ**

U rujnu 2021. godine potpisana je ugovor između javne ustanove „Nacionalni park Plitvička jezera“ i HGI-CGS-a za četverogodišnje razdoblje tijekom kojeg će biti izrađena geološka karta spomenutog područja mjerila 1:50.000 s pripadajućim tumačem. Površina nacionalnog parka iznosi gotovo 300 km<sup>2</sup>, a na površini se mogu pronaći stijene stratigrafskog raspona od gornjeg trijasu pa sve do recentnih sedrenih pojava. Veliki broj lithostratigrafskih jedinica, intenzivna tektonika, kanjoni, jezera, polja, proplanci, planinska područja, prašume s vrtačama, brojni speleološki objekti i djelomična prekrivenost naslaga ovaj poligon čine zahtjevnim i kompleksnim za geološko kartiranje. Geološko kartiranje stoga obavlja cijeli niz stručnjaka Zavoda za geologiju HGI-CGS-a, a predviđene su ukupno tri godine terenskih aktivnosti s preko 150 transekata, četiri geološka stupna/profila, 22 lithostratigrafske jedinice, preko 300 mikroskopskih uzoraka, mikropaleontoloških i petrografske analiza, itd. Osim finansijskog doprinosu, nova će geološka karta doprinijeti ukupnoj ponudi nacionalnog parka, promociji geologije u društву, proširenju timova za geološko kartiranje HGI-CGS-a te potaknuti izradu nekoliko znanstvenih radova tijekom provedbe projekta.

In September 2021, the public institution ‘Plitvice lakes national park’ signed a four-year contract with the HGI-CGS to create a 1:50,000-scale geological map of the area, along with an accompanying guidebook. The NP covers almost 300 km<sup>2</sup>, and its surface contains rocks ranging from the Upper Triassic to recent travertine occurrences. The polygon’s numerous lithostratigraphic units, intensive tectonics, canyons, lakes, fields, glades, mountain areas, forests with sinkholes, numerous speleooobjects and

partial coverage of deposits make it a challenging and complex area for geological mapping. A team of experts from the Department of Geology at CGS is responsible for geological mapping.

The project involves three years of field activities, over 150 transects, four geological sections/profiles, 22 lithostratigraphic units, over 300 samples/thin sections, micropalaeontological and petrographic analyses and more. In addition to financial contributions, the new geological map will increase the geoheritage visibility of the NP, promote geology in society, expand and upgrade the HGI-CGS geological mapping teams and encourage the creation of several scientific papers during the implementation of the project.



Pogled na Koranu iznad spilje Golubnjača  
View of Korana above the Golubnjača cave

# Digitalna fotogrametrija u stijenskom inženjerstvu

## Digital photogrammetry in rock engineering

Autor teksta / Author of the text: **dr. sc. Dražen NAVRATIL**

U HGI-CGS-u provodi se obrada i interpretacija 3D fotorealističnih modela dobivenih terestričkom i/ili zračnom digitalnom fotogrametrijom.

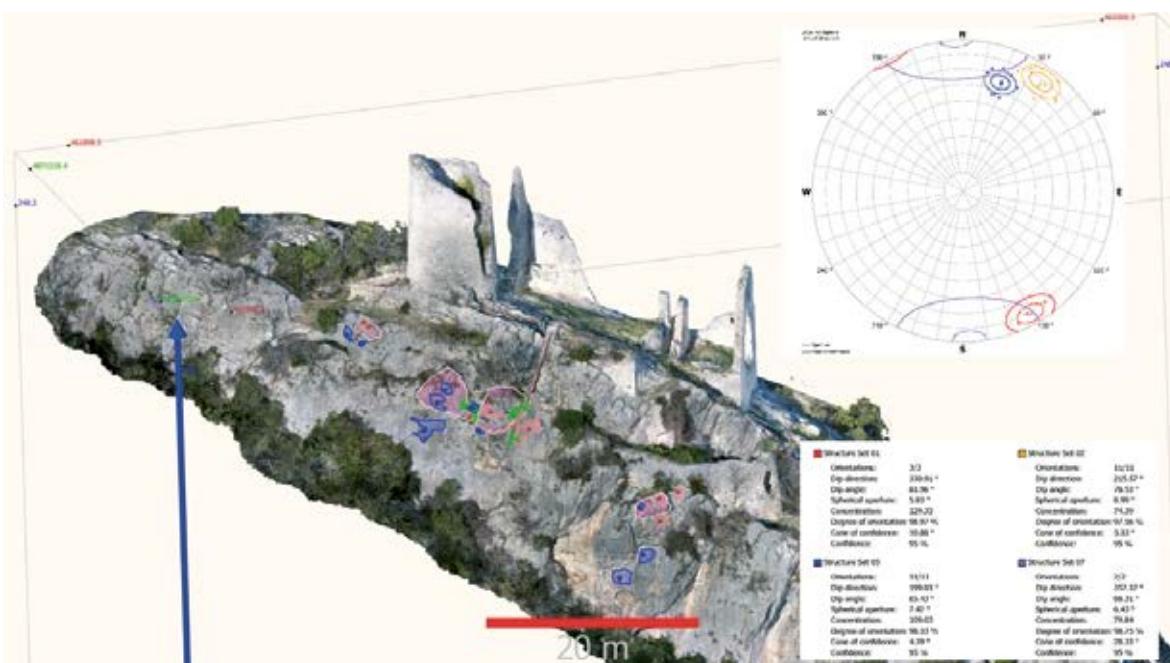
Sustav ShapeMetriX3D (3GSM GmbH, Austria) koristi se za određivanje geometrijskih parametara iz fotorealističnog 3D modela površina u stijenama i općenito terenu. Moguće je kartirati geološke granice i rasjede, odnosno sve ravnine koje je potrebno deterministički definirati u prostoru. Sustav omogućuje kartiranje diskontinuiteta u stijenskim masama (utvrđivanje orientacije, postojanosti i normalnih razmaka) za daljnje stohastičke analize.

Iz podataka prikupljenih digitalnom fotogrametrijom i obrađenih sustavom ShapeMetriX3D provode se sljedeće analize:

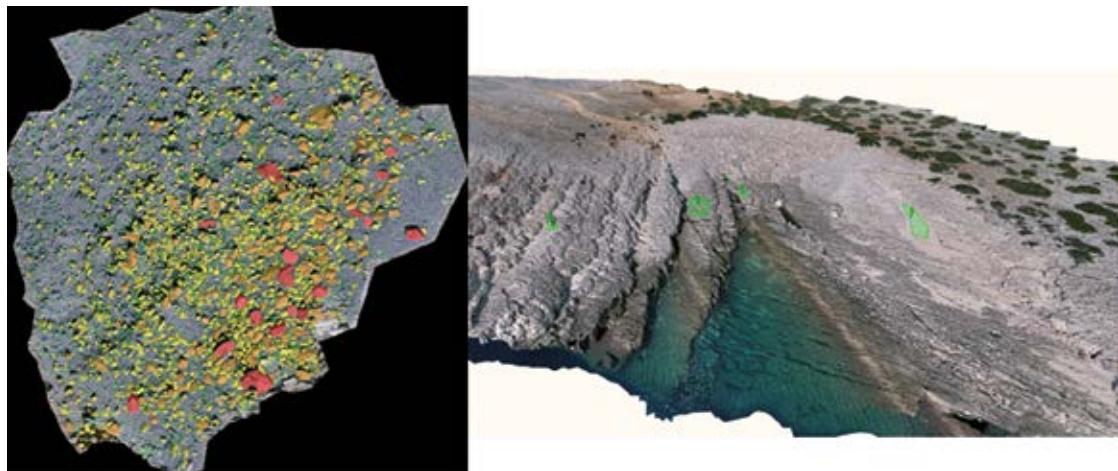
The HGI-CGS employs both terrestrial and aerial digital photogrammetry techniques to generate and interpret 3D photorealistic models. The metric acquisition of rock and terrain surfaces from a photorealistic 3D model is conducted using the ShapeMetriX3D system (3GSM GmbH, Austria).

Geological boundaries, faults and other planes that require deterministic definitions in space can be accurately mapped using this system. Additionally, the ShapeMetriX3D system allows for mapping discontinuities in rock masses, including the determination of their orientation, persistence and normal spacing, for further stochastic analyses.

The collected data from digital photogrammetry, processed by the ShapeMetriX3D system, underwent several analyses, including:



Potencijalno nestabilni blokovi i pukotine vezane uz tip nestabilnosti na litici ispod utvrde Trošenj  
Potentially unstable blocks and fractures on the cliff below the Trošenj fort related to the type of instability



Lijevo: Razdioba veličine vapnenačkih fragmenata iz olujnih naslaga na otoku Mana; desno: slojne plohe u blizini olujnih naslaga

Left-hand side: Distribution of limestone fragment sizes found in the storm deposits on Mana Island; right-hand side: a bedding plane in the vicinity of the storm deposits

- statistika jednodimenzionalne varijable (postojanost i razmaci diskontinuiteta, površine i volumeni);
- statistička analiza podataka na kružnici (npr. pružanje diskontinuiteta);
- statistička analiza sfernih podataka (npr. polovi normala diskontinuiteta).

Podatci prikupljeni na ovaj način u kombinaciji s klasičnim metodama kartiranja omogućuju pouzdanije izdvajanje dominantnih setova diskontinuiteta, kvalitetniju kategorizaciju stijenske mase, procjenu in-situ razdiobe volumena blokova i pouzdanije odvajanje statistički homogenih cjelina u stijenskom inženjerstvu na istraživanom prostoru.

Također, modul Fragmenter u sklopu sustava ShapeMetriX3D omogućuje utvrđivanje razdiobe volumena odminiranih blokova u kamenolomima i razdiobu volumena odronjenih blokova na prirodnim padinama.

Najveća prednost ovih metoda je prikupljanje većeg broja podataka potrebnih za pouzdanje statističke analize, točnost i preciznost geometrijskih parametara te mogućnost kartiranja teško pristupačnih područja bez vegetacije (strme litice i visoke izvedene kosine).

U institutu također koristimo bespilotne letjelice u kombinaciji s programom Fragmenter za analizu fragmentacije iz 3D modela nakupine stijena i opisujemo dobivene empirijske podatke o distribucijama frekvencija u prirodno ili umjetno fragmentiranim materijalima.

Od 2009. godine navedene metode i analize koriste se za potrebe znanstvenih istraživanja, te u privrednim projektima (najčešće geotehnika i rudarstvo).

- One-dimensional variable statistics involved determining the persistency and normal spacing of discontinuities, as well as the areas and volumes.
- Statistical analysis of circular data, such as the strike of discontinuity.
- Statistical analysis of spherical data, such as the poles or normal vectors of the discontinuities.

The combination of data collected through digital photogrammetry techniques and traditional mapping methods allows for more reliable delineation of dominant discontinuity sets, better categorisation of rock masses, estimation of In situ Block Size Distribution and more accurate differentiation of statistically homogeneous units in rock engineering in the study area. Moreover, using the ShapeMetriX3D system's Fragmenter module enables the calculation of Blast Block Size Distribution in quarries and Rockfall Block Size Distribution on natural slopes.

The most significant benefit of these methods is the ability to collect a large volume of data for more reliable statistical analyses, coupled with the accuracy and precision of geometric parameters and the ability to map difficult-to-reach areas without vegetation, such as steep cliffs and high slopes.

At the institute, we utilised drone imagery (UAV photogrammetry) to analyse the fragmentation of 3D models of rock piles using Fragmenter software (3GSM GmbH, Austria). Additionally, we described empirical data through the frequency size distribution of naturally and artificially fragmented material.

# Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa u obalnom moru RH

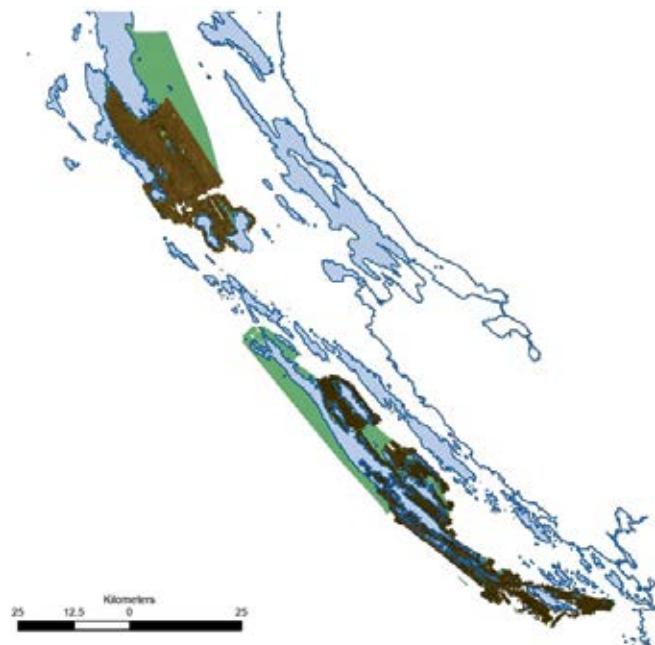
## Mapping coastal and bottom marine habitats in the coastal sea of Croatia

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

Autori teksta / Authors of the text: **dr. sc. Slobodan MIKO, dr. sc. Ozren HASAN, dr. sc. Branko KORDIĆ**

HGI-CGS sudjeluje u projektu "Usluga kartiranja obalnih i pridnenih morskih staništa u hrvatskom epikontinentalnom pojasu" u sklopu projekta „Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa na području Jadranskog mora pod nacionalnom jurisdikcijom“ koji je financiran kroz Operativni program konkurentnost i kohezija. Glavna svrha projekta je kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa na području Jadranskog mora pod nacionalnom jurisdikcijom, uključujući obalna područja i područja izvan granica teritorijalnog mora (epikontinentalni pojas) sa ciljem izrade karte morskih staništa, kako bi se povećala dostupnost podataka o morskoj bioraznolikosti vezano uz rasprostranjenost vrsta i staništa. Sukladno Direktivi o staništima i Okvirnoj

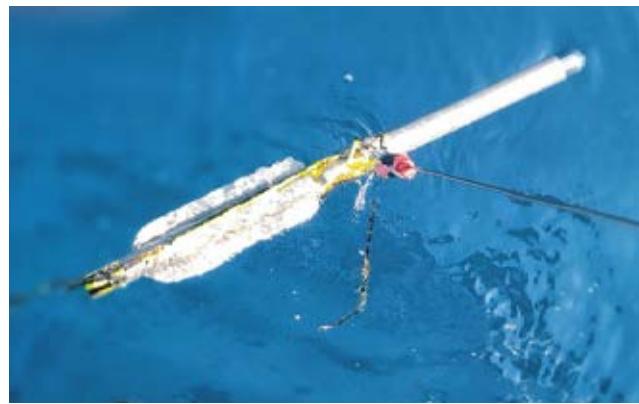
HGI-CGS is participating in the project 'Service of Mapping Coastal and Bottom Marine Habitats in the Croatian Epicontinental Belt' as a part of the project 'Mapping of Coastal and Bottom Marine Habitats in the Area of the Adriatic Sea under National Jurisdiction'. The project is funded through the Operational Programme Competitiveness and Cohesion. The main aim of the project is to map coastal and bottom marine habitats in the area of the Adriatic Sea under National Jurisdiction, including coastal areas and areas beyond the boundaries of the territorial sea (epicontinental belt). This will help create a map of marine habitats, increasing the availability of data on marine biodiversity related to the distribution of species and habitats.



Područja obuhvaćena istraživanjima i detaljnim kartiranjem u sklopu projekta Kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa u obalnom moru RH

Areas covered by the investigations and detailed mapping as part of the project 'Mapping coastal and bottom marine habitats in the coastal sea of the Republic of Croatia'

direktivi o morskoj strategiji, sustavno kartiranje obalnih i pridnenih morskih staništa omogućit će povećanje znanja o rasprostranjenosti i stanju morskih resursa, podatkovnu nadopunu Informacijskog sustava zaštite prirode (uključujući prostornu bazu podataka o staništima), praćenje stanja vrsta i staništa te dopunu i određivanje ciljeva očuvanja područja ekološke mreže Natura 2000 u moru, kao i kvalitetniju izradu mjera upravljanja Natura 2000 i ostalim zaštićenim područjima, ocjenu prihvatljivosti za ekološku mrežu, planiranje korištenja i upravljanje biološkim morskim resursima, prostorno planiranje morskog područja, te doprinijeti organizaciji i provedbi znanstvenih istraživanja mora i izvještavanju u skladu s preuzetim međunarodnim obvezama.

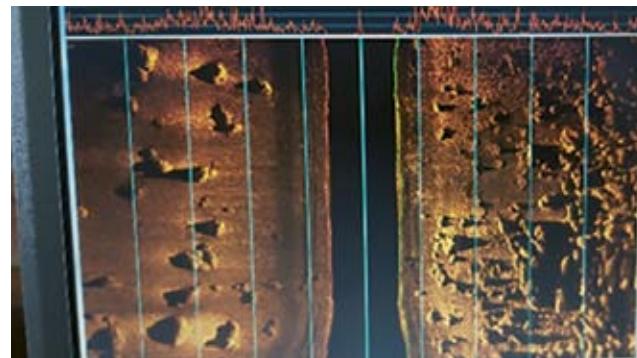


Panoramski dubinomjer C-Max kojim se provodi detaljno snimanje morskog dna pri frekvencijama od 100 kHz do 325 kHz

Detailed recording of the seabed at frequencies between 100 and 325 kHz using the side-scan C-Max sonar

**Detaljno kartiranje pridnenih staništa epikontinentalnog pojasa** provodi se korištenjem kombinacije akustičnih metoda, odnosno višesnognog dubinomjera i panoramskog dubinomjera. Akustične metode daju podatak o prostornoj pokrivenosti morskog dna određenim stanišnim tipom, ali često ne pružaju informaciju o kojem se stanišnom tipu radi. Stoga je potrebno provesti direktno uzorkovanje *in situ* metodama kako bi se utvrdila geološka i biološka karakteristika područja te omogućila biološka klasifikacija staništa. Time će se ujedno prikupiti dodatni podatci o prisutnim vrstama. HGI-CGS provodi projekt u sklopu konzorcija: Oikon d.o.o. (voditelj), Institut za oceanografiju i ribarstvo, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut Ruđer Bošković, Hrvatski hidrografski institut i ECOTECH d.o.o. U sklopu projekta će se kartirati 6.500 km<sup>2</sup> jadranskog podmorja. HGI-CGS je tijekom 2022. godine snimio oko 1000 km<sup>2</sup> jadranskog podmorja na području Lošinjskog kanala, Oliba i Silbe, Dugog otoka, NP Kornata te Žirja i Zlarina.

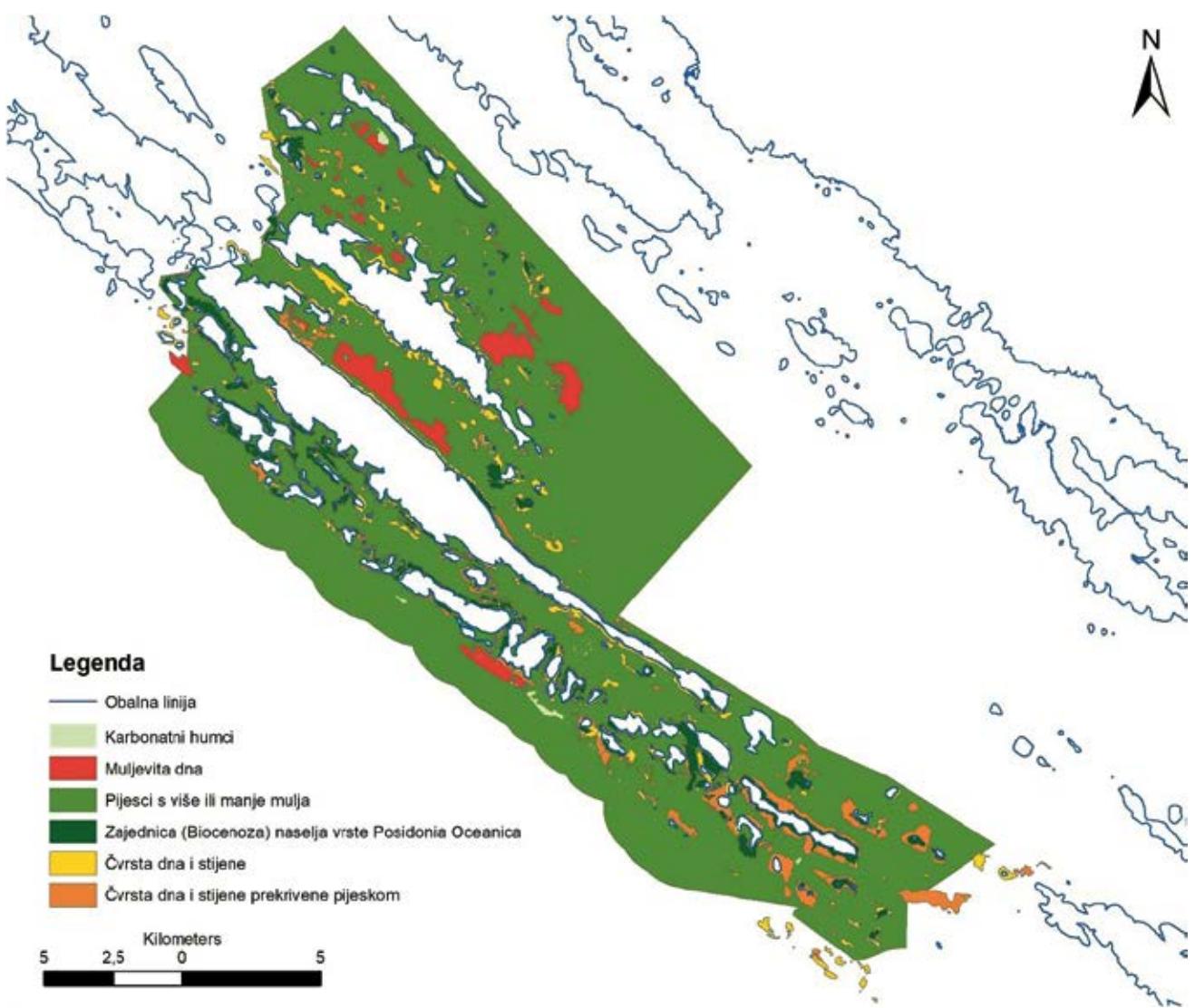
Systematic mapping of coastal and bottom marine habitats will help increase knowledge about the distribution and condition of marine resources, supplement the data of the Nature Protection Information System (including a spatial database on habitats), monitor species and habitats, determine the conservation objectives of the Natura 2000 ecological network area in the sea and develop better management measures for Natura 2000 and other protected areas. It will also help in the assessment of the acceptability of the ecological network, planning for the use and management of biological marine resources, spatial planning of the marine area and contribute to the organisation and implementation of scientific research and reporting per assumed international obligations, in accordance with the Habitats Directive and the Marine Strategy Framework Directive.



Snimaka detalja morskog dna dobivena panoramskim dubinomjerom, na kojoj se vide blokovi stijena okruženi muljevitim pijescima

Side-scan sonar images of the seabed showing blocks of rock surrounded by muddy sands.

Detailed mapping of the bottom habitats of the continental belt is carried out using a combination of acoustic methods, i.e. multibeam echosounder bathymetry and side-scan sonar. Acoustic methods provide information on the spatial coverage of the seabed with a certain habitat type but often do not provide information about which habitat type is in question. Therefore, it is necessary to carry out direct sampling by using in situ methods to determine the geological and biological characteristics of the area and to allow the biological classification of the habitat. In this way, additional data on the species present will also be collected. HGI-CGS is implementing the project as part of a consortium that includes Oikon d.o.o. (head), the Institute of Oceanography and Fisheries, the Faculty of Geodesy at the University of Zagreb, the Ruđer Bošković Institute, the Croatian Hydrographic Institute and ECOTECH d.o.o. As part of the project, 6,500 km<sup>2</sup> of the Adriatic Sea will be mapped. In 2022, HGI-CGS recorded approximately 1,000 km<sup>2</sup> of the Adriatic Sea in the Lošinj Channel, Olib and Silba, Dugi Otok Islands and the Kornati NP, along with the Žirje and Zlarin Islands.



Interpretirana karta karakteristika morskog dna dobivena snimanjem višesnopnim i panoramskim dubinomjerima  
The interpreted map of the seabed characteristics obtained by recording with a multibeam echosounder bathymetry and side-scan sonar

8

Projekt financiran iz sredstava  
programskog ugovora  
Project funded from the  
programme contract

Paleoseismološki jarak u Križu Hrastovačkom (foto M. Budić)  
Paleoseismological ditch in Križ Hrastovački (photo by M. Budić)



32

# Istraživanja u potresom pogodjenom području

## Investigations in the area affected by earthquake

Autori teksta / Authors of the text: **dr. sc. Branko KORDIĆ, Josipa MASLAČ, dr. sc. Kosta URUMOVIĆ, dr. sc. Lara WACHA**

Istraživanje petrinjskog epicentralnog područja nastavilo se u 2022. godini kroz međunarodne istraživačke projekte *Seismic Hazard in CROatia: a COllaborative approach i Earthquake Geo-logy Studies in Central Croatia: active faults and seismic potential* u suradnji s Ambasadom Talijanske Republike u Hrvatskoj, Nacionalnim institutom za geofiziku i vulkanologiju, Institutom za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost, Sveučilištem Chieti-Pescara, Europskim centrom za istraživanje i obrazovanje u geoznanosti te Geološkim zavodom Slovenije.

In 2022, investigations in the epicentre area of Petrinja city continued through the international research projects, *Seismic Hazard in Croatia: a Collaborative approach and Earthquake Geo-logy Studies in Central Croatia: active faults and seismic potential*, in cooperation with the Embassy of Italy in Croatia, the National Institute of Geophysics and Volcanology, the Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety, the University of Chieti-Pescara, the European Centre for Research and Teaching in Geosciences and the GS of Slovenia.



Istraživački rovovi (foto: B. Kordić)  
Research ditches (photo by B. Kordić)

Tijekom godine provedena su paleoseizmološka istraživanja recentnih deformacija uzrokovanih potresima na Petrinjsko-pokupskom rasjedu u mjestima Križ Hrastovački i Hrastovica. Ukupno su iskopana četiri paleoseizmološka rova te pet rovova u svrhu istraživanja likvefakcije uz obalu rijeke Kupe u mjestima Mala Gorica i Brest Pokupski. Također, izvedeno je desetak plitkih geotehničkih bušotina (do 15 m) sa ciljem definiranja litološkog sastava i provođenja geomehaničkih ispitivanja. Tijekom svih terenskih radova prikupljeni su prostorni podatci te su uzeti brojni uzorci za detaljne mineralosko-sedimentološke, paleontološke i geomehaničke analize. Nadalje, uspostavljena je suradnja sa Sveučilištima Jena i Aachen iz Njemačke čiji studenti su odabrali istraživano područje za teme preddiplomskih i diplomskih radova te je dogovorena razmjena mladih istraživača u sklopu programa Erasmus+.



Istražno bušenje i geotehničko ispitivanje (foto: L. Wacha)  
Exploratory drilling and geotechnical testing (photo by L. Wacha)

During the year, palaeoseismological investigations were carried out in the villages of Križ Hrastovački and Hrastovica to study recent deformations caused by earthquakes on the Petrinja-Pokupje fault. Additionally, four palaeoseismological ditches and five ditches for liquefaction research were dug along the banks of the Kupa River in the villages of Mala Gorica and Brest Pokupski. Furthermore, a dozen shallow geotechnical boreholes (up to 15 m deep) were drilled to define the lithological composition and perform geotechnical tests. Spatial data were collected during the field works, and numerous samples were taken for detailed mineralogical-sedimentological, palaeontological and geotechnical analyses.

Cooperation was also established with the Universities of Jena and Aachen from Germany, whose students chose the research area for their undergraduate and graduate theses. An exchange of young researchers was agreed upon within the scope of the Erasmus+ programme.



# Dogadjanja Events



Geološko kartiranje u Nacionalnom parku Plitvička jezera (foto M. Budić)  
Geological mapping in Plitvice lakes national park (photo by M. Budić)

# Geoznanstveni sat

## Geoscience hour

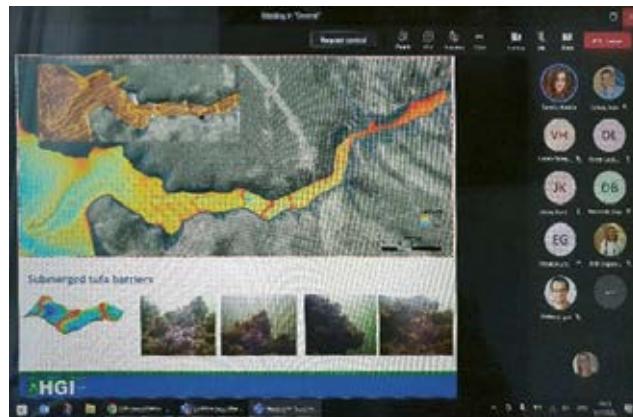
Autori teksta / Authors of the text: dr. sc. Mihovil BRLEK, dr. sc. Nikolina ILIJANIĆ, dr. sc. Tamara MARKOVIĆ

Tijekom 2022. godine Geoznanstveni sat nastavio se održavati putem videokonferencijsa. Ukupno je održano šest predavanja. Predavanja su održali doktorandi HGI-CGS-a (Matija Vukovski, Nina Trinajstić i Natalija Šenolt) o temama svojih doktorskih istraživanja, s kojima su sudjelovali na pojedinim međunarodnim ili domaćim konferencijama. Predavanje je održao i dr. sc. Laszlo Podolszki, koji je prezentirao daljinska istraživanja geohazarda u sklopu Horizon projekta GEOTWINN. Dr. sc. Petra Bajo održala je predavanje o istraživanjima siga kao arhivima klimatskih promjena u prošlosti, povodom toga što je početkom 2022. godine izabrana za dobitnicu nagrade Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti za najviša znanstvena i umjetnička dostignuća u RH za 2021. godinu u području prirodnih znanosti. Održano je i jedno predavanje inozemne znanstvenice, dr. sc. Tetiane Khristove iz Rumunjske, koja je prezentirala korištenje aplikacije SciFinder-n za pretraživanje znanstvenih radova s naglaskom na područje geologije.

U 2023. godini nastavit će se održavati predavanja s novim moderatorima: dr. sc. Larom Wachom, dr. sc. Ozrenom Hasanom i dr. sc. Marcom Polom, te ovom prilikom dosadašnji moderatori žele zahvaliti svima na suradnji tijekom proteklih godina te

In 2022, the Geoscience Hour was held via videoconferences, and a total of six lectures were given. HGI-CGS doctoral students (Matija Vukovski, Nina Trinajstić and Natalija Šenolt) represented the topics of their doctoral research and shared their experiences at some international or domestic conferences. Additionally, Laszlo Podolszki, PhD presented remote sensing of geohazards as part of the Horizon project GEOTWINN, and Petra Bajo, PhD gave a lecture on the research of speleothems as archives of past environments and climates, following her win of the Annual Award of the Croatian Academy of Sciences and Arts for the highest scientific and artistic achievements in the Republic of Croatia for 2021 in the field of natural sciences. Furthermore, a lecture was delivered by a foreign scientist, Tetiana Khristova, PhD from Romania, who presented on using the *SciFinder-n* application as a discovery tool for scientific papers, emphasising the field of geology.

In 2023, new moderators will continue to hold lectures, namely Lara Wacha, PhD, Ozren Hasan, PhD and Marco Pola, PhD. The previous moderators would like to thank everyone for their co-operation over the past years and wish the new moderators much success. Researchers are invited to participate and share their in-



Tijekom predavanja kolegica Natalije Šenolt i Petre Bajo.  
Lectures by Natalija Šenolt and Petra Bajo



Specijalistički treninzi u sklopu GeoTwin projekta: a) 3D-Stereoblen okruženje i interpretacija klizišta; b) GeoVisionary okruženje i interpretacija 3D podataka (pripremio L. Podolszki)

Specialistic training courses within GeoTwin project: a) 3D-Stereoblen environment and landslide interpretation; b) GeoVisionary environment and 3D data interpretation (prepared by L. Podolszki)

poželjeti puno uspjeha novim moderatorima. Pozivamo vas da sudjelujete sa svojim zanimljivim temama geoznanstvenih istraživanja u Hrvatskoj i šire. Predavanja će se nastaviti oglašavati putem mrežnih stranica HGI-CGS-a i putem elektroničke pošte svim članovima Hrvatskoga geološkog društva.

teresting geoscientific research topics in Croatia and beyond. Lectures will continue to be advertised via the HGI-CGS website and email to all members of the Croatian Geological Society.

# Dodjela nagrada i priznanja

## Annual awards and recognitions

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

Kako bi se poticalo zaposlenike HGI-CGS-a na bolji rad, svake godine za proslavu sv. Barbare dodjeljuju se godišnje nagrade i priznanja za prethodnu kalendarsku godinu. Za 2021. godinu nagrađeno je ukupno 12 zaposlenika HGI-CGS-a.

Godišnja nagrada za znanstvena postignuća dodjeljuje se dje- latniku Instituta za najveći broj preglednih, izvornih znanstvenih i stručnih radova objavljenih u 2021. godini. Nagrada za područje prirodnih znanosti, polje geologije za 2021. godinu je dodijeljena **Viktoriji Baranyi**. Nagrada je dodijeljena **Josipu Terziću** za područje tehničkih znanosti, polje geološko inženjerstvo.

Godišnja nagrada mlađom znanstveniku za znanstvena posti- gnuća za 2021. godinu je dodijeljena **Marku Špeliću** u područ- ju prirodnih znanosti. Godišnja nagrada mlađom znanstveniku za znanstvena postignuća za 2021. godinu je dodijeljena **Igoru Karloviću** u području tehničkih znanosti, polje geološko inženjerstvo.

Godišnja nagrada za rad s najvećim znanstvenim odjekom do- djeljuje se za znanstveni rad objavljen u časopisu s najvećim odjekom (faktorom odjeka prema WoS-u). Nagrada je dodije- ljena **Marku Špeliću** u području prirodnih znanosti, polje geo- logije. Nagrada je dodijeljena **Željki Brkić i Jasmini Lukač Reberski**, u području tehničkih znanosti, polje geološko inže- njerstvo.

Godišnja nagrada za rad s najvećim znanstvenim odjekom do- djeljuje se za znanstveni rad, pregledni rad ili stručni rad koji je do kraja prethodne kalendarске godine citiran najmanje 15 puta. Nagrada je dodijeljena **Tvrtku Korbaru**. Godišnja na- grada za rad objavljen u časopisu *Geologia Croatica* s najvećim znanstvenim odjekom dodjeljuje se za znanstveni ili stručni rad, čiji je prvi autor djelatnik HGI-CGS-a te koji je do kraja pret- hodne kalendarске godine najviše citiran u citatnim bazama

To encourage employees to perform better, the HGI-CGS awards annual recognition and awards each year during the celebration of Saint Barbara's Day for the previous calendar year. A total of 12 HGI-CGS employees were awarded for their outstanding work in 2021.

The annual prize for scientific achievements is awarded to an em- ployee of the institute who published the largest number of over- views and original scientific and professional papers in 2021. **Viktoria Baranyi** was awarded the prize in the *natural sciences*, area of geology, for 2021. The award for *technical sciences* and *geological engineering* for 2021 was given to **Josip Terzić**.

**Marko Špelić** was awarded the annual award for young sci- entists for his scientific achievements in 2021 in the *field of natural sciences*, and **Igor Karlović** was awarded the annual award for young scientists for his scientific achievements in 2021 in the *field of technical sciences*, area of geological engineering.

The annual prize for the most impactful scientific work is award- ed to the scientific paper published in the journal with the high- est impact factor, according to WoS. The award in the *field of natural sciences*, specifically *geology*, was given to **Marko Špelić**, while **Željka Brkić** and **Jasmina Lukač Reberski** were award- ed for their contributions to the fields of *technical sciences* and *geological engineering*.

The annual prize for the work with the greatest scientific impact is awarded to a scientific paper, a review paper, or a professional paper that has been cited at least 15 times by the end of the pre- vious calendar year. This award was given to **Tvrtko Korbar**. Ad- ditionally, the annual prize for a paper published in the journal *Geologia Croatica* with the greatest scientific impact was awarded to **Koraljka Bakrač**, a scientific or professional paper of which the first author is an HGI-CGS employee and has been cited the most in the *WOS* or *SCOPUS* citation databases by the end of the previous calendar year.

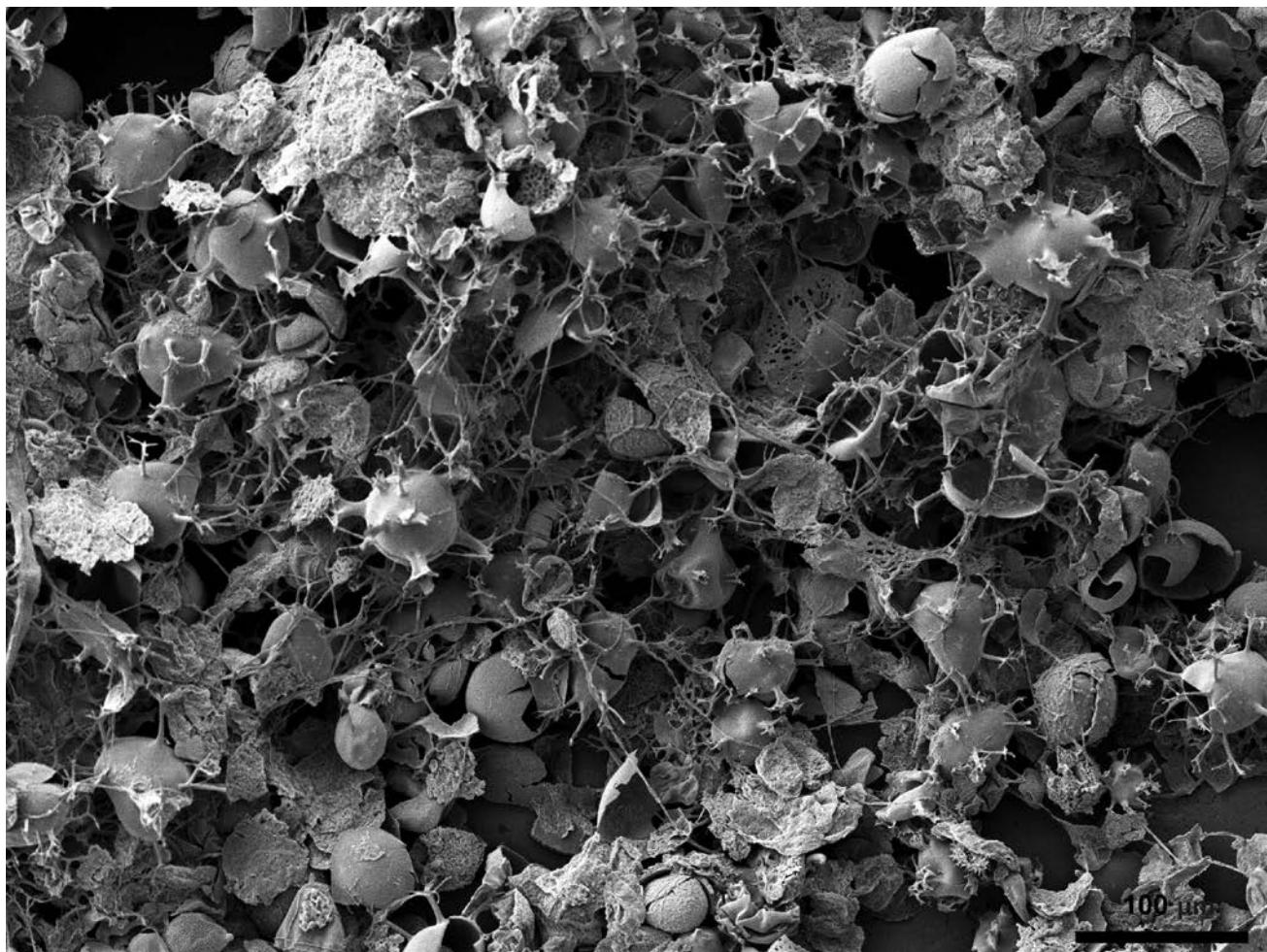
podataka *Web of Science* ili *SCOPUS*. Nagrada je dodijeljena **Koraljki Bakrač**.

Godišnja nagrada za izuzetan doprinos geološkoj struci, autorstvo i vođenje listova geoloških karata, broj elaborata i studija, vođenje finansijski značajnih projekata te drugi izuzetan doprinos unaprjeđenju rada HGI-CGS-a dodijeljena je **Mladenu Kuhti**.

Godišnja nagrada za izuzetno zalaganje tehničkom i administrativnom osoblju dodijeljena je **Hrvoju Buriću**.

The annual award for outstanding contribution to the geological profession, authorship and management of geological map sheets, several professional reports and studies, management of financially significant projects and other outstanding contributions to the improvement of the work of HGI-CGS was given to **Mladen Kuhta**.

Finally, the annual award for exceptional commitment among technical and administrative staff was given to **Hrvoje Burić**.



Hrpa panonskih dinoflagelata u sedimentu iz Našica (foto V. Baranyi)

Batch od Pannonian dinoflagellata in the sediment from Našice (photo by V. Baranyi)

# 10.

Publikacije  
Publications





Ogolina u Istri snimljena bespilotnom letjelicom (foto T. Frangen)  
Badland in Istria recorded from a drone (photo by T. Frangen)

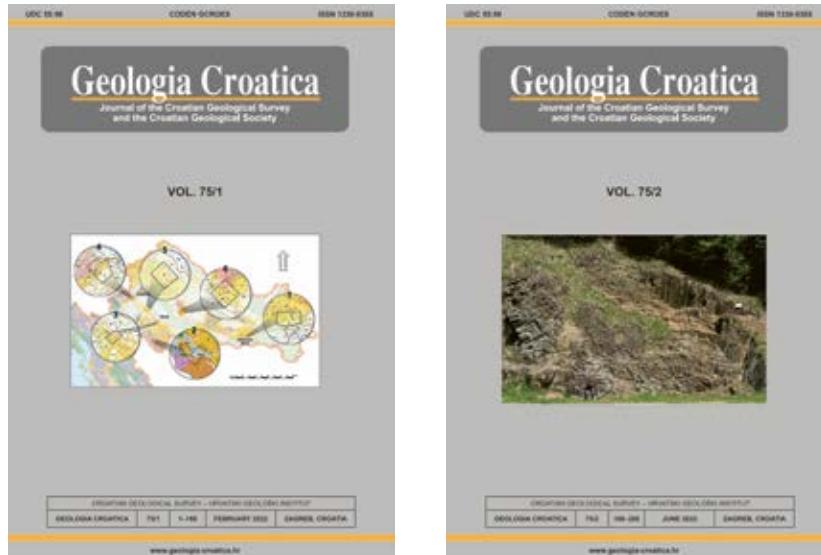
# Znanstveni časopis Geologija Croatica

## Scientific journal Geologija Croatica

Glavna urednica / Editor in chief: **dr. sc. Lidija GALOVIĆ, dr. sc. Tonći GRGASOVIĆ**

Tehnička urednica / Technical editor: **dr. sc. Marija HORVAT**

[www.geologija-croatica.hr](http://www.geologija-croatica.hr)



Naslovnice časopisa u 2022. godini

Covers of the journal in 2022

Geologija Croatica je znanstveni časopis HGI-CGS-a i Hrvatskoga geološkog društva (HGD). U 2022. godini tiskan je 75. volumen u tri redovita svešćića te jedno posebno izdanje, na ukupno 422 stranice s 24 originalna znanstvena rada, četiri pregledna rada i dva uvodnika.

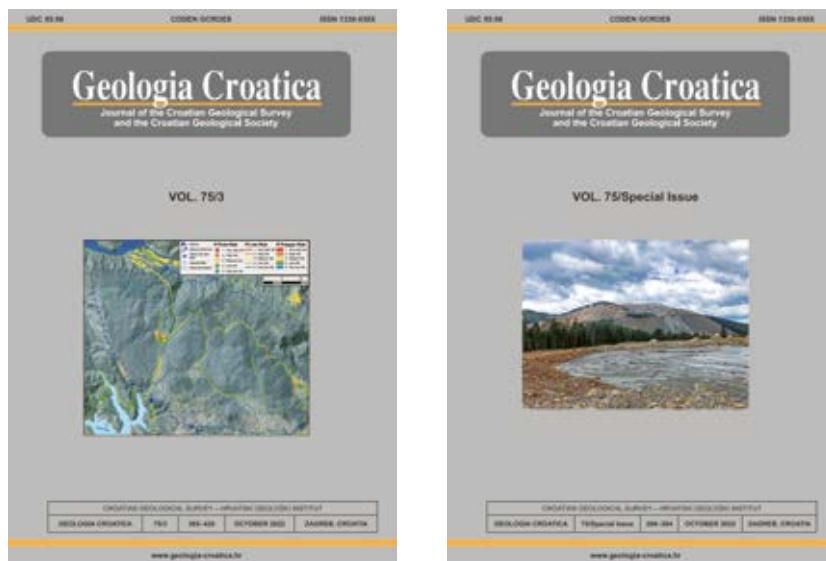
Prvi redovni broj 75/1 najvećim je dijelom posvećen utjecaju na okoliš klizišta koji, zbog klimatskih promjena, postaje sve izraženiji u svijetu i u Republici Hrvatskoj. Gosti urednici bili su Kenan Mandžić i Vlatko Gulam, a uvodnik i šest originalnih znanstvenih radova predstavljaju rezultate istraživanja u okviru projekta safEarth, sufinanciranog sredstvima ERDF i IPA II fondova Europske unije.

U posebnom izdanju 75/Special issue objavljen je jedan uvodnik, dva originalna znanstvena i tri pregledna članaka, a gošće

Geologija Croatica is a scientific journal jointly published by HGI-CGS and the Croatian Geological Society (HGD). In 2022, the 75<sup>th</sup> volume of the journal was published, comprising three regular volumes and one special issue, with a total of 422 pages containing 24 original scientific papers, four review papers and two editorials.

The first regular issue, 75/1, focused on the environmental impact of landslides, which are becoming more frequent owing to climate change, not only in Croatia but worldwide. The editorial and six original scientific papers in this issue communicated research results within the safEarth project, co-financed by ERDF and IPA II funds of the European Union. The guest editors for this issue were Kenan Mandžić and Vlatko Gulam.

In the special edition, 75/Special issue, one editorial, two original scientific and three review articles were published, while the guest



Naslovnice časopisa u 2022. godini  
Covers of the journal in 2022

urednice bile su Sibila Borojević Šoštarić i Marta Mileusnić. Pet radova, koji se fokusiraju na primarne i sekundarne mineralne sirovine, rezultat su rada velikog tima projekta RESEERVE – Mineralni potencijal regija istočne i jugoistočne Europe kojeg je financirao Europski institut za inovacije i tehnologiju.

Sa zadovoljstvom vas obavještavamo da je član uredništva Tonći Grgasović izabran za glavnog i odgovornog urednika časopisa Geologia Croatica za razdoblje od 2023. do 2026., a u drugoj polovici 2022. godine bio je u suuredništvu s Lidjom Galović.

Uz redovno, ali nedostatno financiranje časopisa od strane MZO, HGI-CGS je uredno podmirivao sve troškove časopisa, a 4. 12. 2022. na sjednici Upravnog odbora HGD-a donesena je odluka o sufinanciranju troškova u iznosu 15.000 kn kao doprinos financiranju troškova časopisa.

Od značajnih baza podataka, citiraju nas baze Web of Science ( $IF_{2021}=1,273$ ; Q3;  $IF_{5\text{godina}}=1,2$ ) i Scopus ( $SJR_{2021}=0,272$ ; Q3).

editors were Sibila Borojević Šoštarić and Marta Mileusnić. The issue focused on primary and secondary mineral raw materials, presenting the results of the work of a large team on the project RESEERVE – Mineral Potential of the Regions of Eastern and South-Eastern Europe, which was financed by the European Institute for Innovation and Technology.

Tonći Grgasović was elected as the editor-in-chief of Geologia Croatica for 2023–2026, and he served as a co-editor with Lidija Galović in the second half of 2022. Although the funding of the journal by the MZO was insufficient, HGI-CGS duly covered all the costs. However, on December 4, 2022, at the session of the Management Board of the HGD, a decision was made to co-finance the costs in the amount of HRK 15,000.

Geologia Croatica is indexed by the WOS ( $IF_{2021}=1.273$ ; Q3;  $IF_{5\text{year}}=1.2$ ) and Scopus ( $SJR_{2021}=0.272$ ; Q3), making it an important journal in the field of geology.

# Bibliografija

# Bibliography

## KARTE / MAPS

**Fuček, Ladislav; Korbar, Tvrko; Palenik, Damir; Brčić, Vlatko; Kurečić, Tomislav; Belić, Nikola.** Osnovna geološka karta Republike Hrvatske mjerila 1:50 000 – Park prirode Biokovo. Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022.

## KNJIGE / BOOKS

Monograph of the boDEREC-CE project "Board for Detection and Assessment of Pharmaceutical Drug Residues in Drinking Water - Capacity Building for Water Management in CE" / **Lukač Reberski, Jasmina ; Selak, Ana** (ur.). Zagreb: Croatian Geological Survey, 2022. Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022.

## POGLAVLJA U KNJIGAMA / BOOK CHAPTERS

**Avanić, Radovan; Miknić, Mirjana; Galović, Ines; Bakrač, Koraljka; Pikija, Mato; Brkić, Mato; Grizelj, Anita;** Halamić, Josip. Formacija Dolje (DOLJ) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 117-119.

**Avanić, Radovan; Miknić, Mirjana; Milošević, Monika; Hajek-Tadesse, Valentina; Bakrač, Koraljka; Galović, Ines;** Pavelić, Davor; Sarkotić Šlat, Milka; Brkić, Mato. Formacija Vejalnica (VEJ) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 106-111

**Basch, Oto; Brkić, Mato; Grizelj, Anita;** Kovačić, Marijan; Miknić, Mirjana; Sarkotić Šlat, Milka. Formacija NOVA GRADIŠKA (NGR) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 124-127

**Belak, Mirko;** Halamić, Josip. Formacija Sulkovci (SUL) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 32-34.

**Belak, Mirko;** Halamić, Josip; **Horvat, Marija.** Formacija Blacko (BLA) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 59-72.

**Belak, Mirko;** Halamić, Josip; **Horvat, Marija.** Formacija Gradski Vrhovci (GVR) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 41-45.

**Belak, Mirko;** Halamić, Josip; **Horvat, Marija.** Formacija Vidovci (VID) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 73-82.

**Belak, Mirko;** Pavelić, Davor; Halamić, Josip. Formacija Škrabutnik (ŠKR) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 88-91.

**Fuček, Ladislav; Belak, Mirko;** Halamić, Josip; Čorić, Stjepan; Šparica, Marko. Formacija Bzenički potok (BZP) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 54-58.

**Grgasović, Tonći;** Halamić, Josip; **Belak, Mirko;** Kolar-Jurkovšek, Tea. Formacija Bodliš (BOD) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 35-40.

**Hajek Tadesse, Valentina; Avanić, Radovan; Bakrač, Koraljka.** Formacija GLAVNICA (GLA) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, 2022. str. 98-105.

Halamić, Josip. Geološki hazardi / Tumač za Požešku goru // Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 164-165.

Halamić, Josip. Hidrogeologija Požeške gore // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 155-163.

Halamić, Josip. Mineralne sirovine Požeške gore // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 166-182.

Halamić, Josip; **Belak, Mirko.** Geološki razvoj terena // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 147-154.

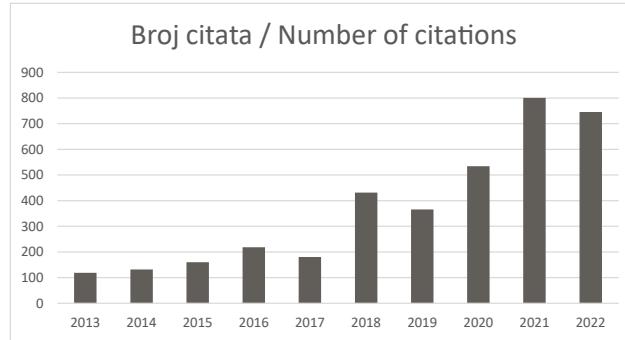
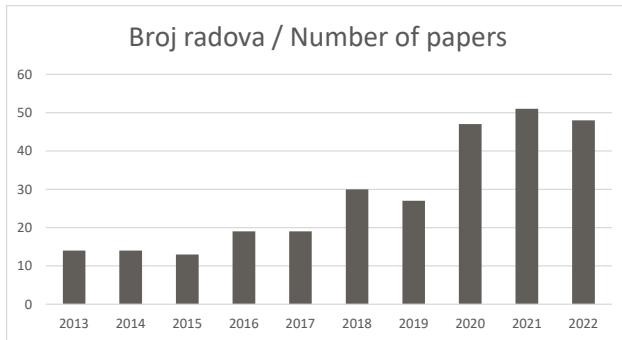
Halamić, Josip; **Belak, Mirko;** Čorić, Stjepan; Šparica, Marko. Formacija Luke potok (LP) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 46-53.

Halamić, Josip; **Belak, Mirko;** Pavelić, Davor. Formacija Kozijak (KOZ) // Tumač za Požešku goru / Halamić, Josip ; **Belak, Mirko** (ur.). Zagreb: Hrvatski geološki institut, 2022. str. 83-87.

## RADOVI U ČASOPISIMA / PAPERS IN JOURNALS

Baize, S; Amoroso, S; **Belić, Nikola;** Benedetti, L; Boncio, P; **Budić, Marko;** Cinti, F R; Henriet, M; Jamšek Rupnik, P; **Kordić, Branko** et al. Environmental effects and seismogenic source characterization of the December 2020 earthquake sequence near Petrinja, Croatia / Geophysical journal international, 230 (2022), 2; 1394-1418. doi:10.1093/gji/gjac123

- Baranyi, Viktória; Mudie, Peta J.; Magyar, Imre; Kovács, Ádám; Sütő-Szentai, Mária; Bakrač, Koraljka.** Revision of the endemic dinoflagellate cyst genus *Pontiadinium* Stover & Evitt, 1978 from Lake Pannon and the Paratethys realm (Late Miocene–Early Pliocene, Central Europe) / *Palynology*, (2022), 1-29. doi:10.1080/01916122.2021.2014367
- Barbetta, Silvia; Bonaccorsi, Bianca; Tsitsifli, Stavroula; **Boljat, Ivana;** Argiris, Papakonstantinou; **Lukač Reberski, Jasmina;** Massari, Christian; Romano, Emanuele. Assessment of Flooding Impact on Water Supply Systems: A Comprehensive Approach Based on DSS / *Water resources management*, 36 (2022), 5443-5459. doi:10.1007/s11269-022-03306-x
- Bašić, Mihaela; Patekar, Matko.** Projekt DEEPWATER-CE – istraživanje umjetnog prihranjivanja vodonosnika u zemljama Srednje Europe / *Hrvatska vodoprivreda*, (2022), 239; 30-35.
- Baykal, Yunus; Stevens, Thomas; Bateman, Mark.D.; Pfaff, Katharina; Sechi, Daniele; **Banak, Adriano;** Šuica, Sanja; Zhang, Haobo; Nie, Junsheng. Eurasian Ice Sheet derived meltwater pulses and their role in driving atmospheric dust activity: Late Quaternary loess sources in SE England // *Quaternary science reviews*, 296 (2022), 107804, 21. doi:10.1016/j.quascirev.2022.107804
- Belak, Mirko; Slovenec, Damir;** Kolar-Jurkovšek, Tea; Garašić, Vesnica; Pécskay, Zoltan; Tibljaš, Darko; **Mišur, Ivan.** Low-grade metamorphic rocks of the Tethys subduction–collision zone in the Medvednica Mt. (NW Croatia) / *Geologica Carpathica*, 73 (2022), 3; 207-229. doi:org/10.31577/GeolCarp.73.3.3
- Borojević Šoštarić, Sibila; Mileusnić, Marta; **Galović, Lidija.** Primary and secondary resources of the Dinarides-Hellenides / *Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*, 75 (2022), special issue; 289, 1. doi:10.4154/gc.2022.28
- Bostjančić, Iris; Avanić, Radovan; Frangen, Tihomir; Pavić, Mirja.** Spatial distribution and geometrical characteristics of landslides with special reference to geological units in the area of Slavonski Brod, Croatia / *Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*, 75 (2022), 1; 3-16. doi:10.4154/gc.2022.03
- Brkić, Željka; Kuhta Mladen.** Lake Level Evolution of the Largest Freshwater Lake on the Mediterranean Islands through Drought Analysis and Machine Learning / *Sustainability*, 14 (16) (2022), 10447, 29. doi:10.3390/su141610447
- Damian, Gheorghe; Iepure, Gheorghe; Jordan, Gyozo; Nasui, Daniel; Alijagic, Jasminka; **Ivanisević, Danijel; Galović, Lidija;** Beres, Ioan & The SIMONA Project Team (Alexe, Veronica; Balan, Lidia; Baltres, Albert et al. Assessment of river sediment quality according to the EU Water Framework Directive in mountainous fluvial conditions. A case study in the upper Tisa area, Danube River Basin / *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 17 (2022), 2; 441-458. doi:10.26471/cjees/2022/017/234
- Fenn, Kaja; Millar, Ian; Thomas, David S.G.; Durcan, Julie; **Banak, Adriano;** Marković, Slobodan B.; Veres, Daniel; Stenens, Thomas. The pro-venance of Danubian loess sequences / *Earth-science reviews*, 226 (2022), 103920, 15. doi:10.1016/j.earscirev.2022.103920
- Filipović, Marina; Frangen, Tihomir; Terzić, Josip; Lukač Reberski, Jasmina.** Hydrogeology of a complex karst catchment in Southern Dalmatia (Croatia) and Western Herzegovina (Bosnia and Herzegovina) / *Journal of Maps*, 18 (2022), 1; 1-12. doi:10.1080/1744647.2022.2112775
- Filipović, Marina; Mišur, Ivan; Gulam, Vlatko; Horvat, Marija.** A case study in the research polygon in Glina and Dvor municipality, Croatia–landslide susceptibility assessment of geological units / *Geologia Croatica*, 75 (2022), 1; 17-33. doi:10.4154/gc.2022.04
- Frangen, Tihomir; Pavić, Mirja; Gulam, Vlatko; Kurečić, Tomislav.** Use of a LiDAR-derived landslide inventory map in assessing Influencing factors for landslide susceptibility of geological units in the Petrinja area (Croatia) / *Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*, 75 (2022), 1; 35-49. doi:10.4154/gc.2022.10
- Gizdavec, Nikola; Gašparović, Mateo; Miko, Slobodan;** Lužar-Obererter, Borna; **Iljanić, Nikolina;** Peh, Zoran. Discrimination of Rock Units in Karst Terrains Using Sentinel-2A Imagery / *Remote sensing*, 14 (2022), 20; 1-27. doi:10.3390/rs14205169
- Grgasović, Tonći.** Taxonomy of the fossil calcareous algae: Revision of genera *Physoporella* Steinmann and *Oligoporella* Pia (Dasycladales) / *CARNETS DE GEOLOGIE*, 22 (2022), 7; 171-310. doi:10.2110/carnets.2022.2207
- Gulam, Vlatko; Bostjančić, Iris; Hećej, Nina; Filipović, Marina; Filjak, Radovan.** Preliminary analysis of a LiDAR-based landslide inventory in the area of Samobor, Croatia / *Geologia Croatica*, 75 (2022), 1; 51-66. doi:10.4154/gc.2022.12
- Henriquet, Maxime; **Kordić, Branko;** Métois Marianne; Lasserre Cecile; Baize, Stéphane; Benedetti, Lucilla; Špelić, Marko; Vukovski, Matija. Rapid Remeasure of Dense Civilian Networks as a Game-Changer Tool for Surface Deformation Monitoring: The Case Study of the Mw 6.4 2020 Petrinja Earthquake, Croatia / *Geophysical research letters*, 49 (2022), 24; 1-11. doi:org/10.1029/2022GL100166
- Iljanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Ivkić Filipović, Ivona; Hasan, Ozren; Šparica Miko, Martina; Petrinec, Branko; Terzić, Josip; Marković, Tamara.** A holocene sedimentary record and the impact of sea-level rise in the Karst lake Velo Blato and the wetlands on Pag Island (Croatia) / *Water*, 14 (2022), 3; 342, 37. doi:10.3390/w14030342
- Jin, X; Zhang, F; **Baranyi, Viktoria;** Kemp, DB; Feng, X; Grasby, SE; Sun, GY; Shi, Z; Chen, W; Dal Corso, J. Early Jurassic massive release of terrestrial mercury linked to floral crisis, *Earth and Planetary Science Letters*, 598, 2022, 117842, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2022.117842>
- Karlović, Igor; Marković, Tamara;** Kanduč, Tjaša; Vreča, Polona. Assessment of Seasonal Changes on the Carbon Cycle in the Critical Zone of a Surface Water (SW)–Groundwater (GW) System / *Water*, 14 (2022), 1-17. doi:10.3390/w14213372



**Karlović, Igor; Marković, Tamara;** Smith, Andrew; Kanduč, Tjaša. Data on stable isotopic composition of  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in nitrate in groundwater, and  $\delta^{15}\text{N}$  in solid matter in the Varaždin area, NW Croatia / Data in brief, 45 (2022), 1-6. doi:10.1016/j.dib.2022.108686

**Karlović, Igor; Marković, Tamara;** Vujnović, Tatjana. Groundwater Recharge Assessment Using Multi Component Analysis: Case Study at the NW Edge of the Varaždin Alluvial Aquifer, Croatia / Water, 14 (2022), 42; 1-14. doi:10.3390/w14010042

**Karlović, Igor;** Posavec, Kristijan; **Larva, Ozren;** **Marković, Tamara.** Numerical groundwater flow and nitrate transport assessment in alluvial aquifer of Varaždin region, NW Croatia / Journal of Hydrology: Regional Studies, 41 (2022), 101084, 17. doi:10.1016/j.ejrh.2022.101084  
Kopecká, J; Holcová, K; **Brlek, Mihovil**, Scheiner, F; Ackerman, L, Rejšek, J; Milovský, R; **Baranyi, Viktoria**; Gaynor, S; **Galović, Ines;** **Brčić, Vlatko;** Belak, Mirko; Bakrač, Koraljka. A case study of paleoenvironmental interactions during the Miocene Climate Optimum in southwestern Paratethys, Global and Planetary Change, 211, 2022, 103784, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103784>

**Korbar, Tvrtko; Navratil Dražen;** Denamiel C, **Kordić Branko**, Biolchi S, Vilibić I, Furlani S. Coarse-Clast Storm Deposit and Solitary Boulders on the Island of Mana (NP Kornati, Central Adriatic, Croatia). Geosciences. 2022; 12(10):355. <https://doi.org/10.3390/geosciences12100355>

**Kurečić, Tomislav; Hajek Tadesse, Valentina; Wacha, Lara; Horvat, Marija; Trinajstić, Nina; Mišur, Ivan.** Sub-recent microfauna within alloogenetic sediments at the bottom of a deep cave, Njemica (Biokovo Mt., Croatia) / International Journal of Speleology, 51 (2022), 3; 223-233. doi:10.5038/1827-806X.51.3.2428

**Larva, Ozren; Brkić, Željka; Briški, Maja;** Karlsson Seidenfaden, Ida; Koch, Julian; Stisen, Simon; Refsgaard, Jens Christian. An ensemble approach for predicting future groundwater levels in the Zagreb aquifer impacted by both local recharge and upstream river flow / Journal of hydrology, 613 (2022), B; 128433, 17. doi:10.1016/j.jhydrol.2022.128433

Leyva, Sergio; Cruz-Pérez, Noelia; Rodríguez- Martín, Jesica; **Miklin, Luka;** C.Santamarta, Juan. Rockfall and Rainfall Correlation in the Anaga Nature Reserve in Tenerife (Canary Islands, Spain) / Rock mecha-

nics and rock engineering, 2022 (2022), 00603-021-02762, 9. doi:10.1007/s00603-021-02762-y

Lipizer, Marina; Berto Daniela; Cermelj, Branko; Fafandjel, Maja; Formalewicz, Margolzata; Hatzianestis, Ioannis; **Ilijanić, Nikolina;** Kamberi, Helen; Kralj, Martina; Matijevic, Slavica et al. Trace metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the Eastern Mediterranean sediments: Concentration ranges as a tool for quality control of large data collections / Marine Pollution Bulletin, 185 (2022), 1-19. doi:10.1016/j.marpolbul.2022.114181

**Lukač Reberski, Jasmina; Terzić, Josip;** Maurice, Louise D.; Lapworth, Dan J. Emerging organic contaminants in karst groundwater: A global level assessment / Journal of hydrology, 604 (2022), 127242, 15. doi:10.1016/j.jhydrol.2021.127242

**Marković, Tamara; Karlović, Igor;** Orlić, Sandi; Kajan, Katarina; Smith, Andrew C. Tracking the nitrogen cycle in a vulnerable alluvial system using a multi proxy approach: Case study Varaždin alluvial aquifer, Croatia / Science of the total environment, 853 (2022), 158632, 12. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.158632

**Marković, Tamara; Sladović, Željka; Dimitrović, Dragutin; Karlović, Igor; Larva, Ozren.** Current utilization and hydrochemical characteristics of geothermal aquifers in the Bjelovar sub- depression / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 75 (2022), 2; 223-233. doi:10.4154/gc.2022.21

**Miklin, Luka; Podolszki, Laszlo; Gulam, Vlatko; Markotić, Ivan.** The Impact of Climate Changes on Slope Stability and Landslide Conditioning Factors: An Example from Kravarsko, Croatia / Remote Sensing, 14 (2022), 8; 14081794, 23. doi:10.3390/rs14081794

Mitrović, Maja; Kostešić, Ema; **Marković, Tamara;** Selak, Lorena; Haussmann, Bela; Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. Microbial community composition and hydrochemistry of underexplored geothermal waters in Croatia / Systematic and applied microbiology, 45 (2022), 6; 126359, 11. doi:10.1016/j.syapm.2022.126359

**Patekar, Matko; Bašić, Mihaela; Pola, Marco; Kosović, Ivan; Terzić, Josip;** Lucca, Alessio; Mittempergher, Silvia; Berio, Luigi Riccardo; **Borović, Staša.** Multidisciplinary investigations of a karst reservoir for managed aquifer recharge applications on the island of Vis (Croatia)

- / Acque soterranee = Italian journal of groundwater, 11 (2022), 1; 37-48. doi:10.7343/as-2022-557
- Podolszki , Laszlo; Kurečić, Tomislav;** Bateson, Luke; Svennevig, Kristian. Remote landslide mapping, field validation and model development – An example from Kravarsko, Croatia / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 75 (2022), 1; 67-82. doi:10.4154/gc.2022.01
- Podolszki, Laszlo; Kosović, Ivan; Novosel, Tomislav; Kurečić, Tomislav.** Multi-Level Sensing Technologies in Landslide Research — Hrvatska Kostajnica Case Study, Croatia / Sensors, 22 (2022), 1; 177, 21. doi: 10.3390/s22010177
- Pollak, Davor; Hećej, Nina; Grizelj, Anita.** Landslide inventory and characteristics, based on LiDAR scanning and optimised field investigations in the Kutina area, Croatia / Geologia Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society, 75 (2022), 1; 83-99. doi:10.4154/gc.2022.02
- Saxena, Stuti; Chakraborty, Arindam; **Galović, Ines;** Roy, Lopamudra; Ghosh, Amit K. New insights into the earliest occurrence, possible evolutionary lineage, palaeogeography and palaeoclimatic implications of Nicklithus amplificus: Evidence from the Adriatic Sea, Indian Ocean and Paratethys / Marine micropaleontology, 172 (2022), N/A; N/A-N/A. doi: 10.1016/j.marmicro.2022.102111
- Selak, Ana; Lukač Reberski, Jasmina; Klobučar, Göran; Grčić, Ivana.** Data on occurrence and ecotoxicological risk of emerging contaminants in Dinaric karst catchment of Jadro and Žrnovnica springs / Data in Brief, 42 (2022), 108157, 8. doi:10.1016/j.dib.2022.108157
- Selak, Ana; Lukač Reberski, Jasmina; Klobučar, Göran; Grčić, Ivana.** Ecotoxicological aspects related to the occurrence of emerging contaminants in the Dinaric karst aquifer of Jadro and Žrnovnica springs / Science of The Total Environment, 825 (2022), 153827, 12 doi:10.1016/j.scitotenv.2022.153827
- Selak, Lorena; **Marković, Tamara;** Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. Microbial marker for seawater intrusion in a coastal Mediterranean shallow Lake, Lake Vrana, Croatia / Science of the total environment, 849 (2022), 157859, 12. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.157859
- Sremac, Jasenka; Bošnjak, Marija; Velić, Josipa; Malvić, Tomislav; **Bakrač, Koraljka.** Nearshore pelagic influence at the SW margin of the paratethys sea — examples from the Miocene of Croatia / Geosciences, 12 (2022), 3; 120, 30 doi:10.3390/geosciences12030120
- Stanko, Davor; Sović, Ivica; **Belić, Nikola;** Markušić, Snježana. Analysis of Local Site Effects in the Medjimurje Region (North Croatia) and Its Consequences Related to Historical and Recent Earthquakes / Remote sensing, 14 (2022), 4831, 23. doi:10.3390/rs14194831
- Stevens, Thomas; Sechi, Daniele; Tziavaras, Charilaos; Schneider, Ramona; **Banak, Adriano;** Andreucci, Stefano; Hatterstrand, Mrtina; Pascucci, Vincenzo. Age, formation and significance of loess deposits in central Sweden / Earth surface processes and landforms, 47 (2022), 1-26. doi:10.1002/esp.5456
- Surić, Maša; **Wacha, Lara.** Changing Quaternary Environment in the Mediterranean / Geosciences, 12 (2) (2022), 61; 1-2. doi:10.3390/geosciences12020061
- Šegvić, Branimir; **Slovenec, Damir;** Badurina, Luka. Major and rare earth element mineral chemistry of low-grade assemblages inform dynamics of hydrothermal ocean-floor metamorphism in the Dinaridic Neotethys / Geological magazine (2022). doi:.org/10.1017/S0016756822001030
- Šorša, Ajka;** Čeru, Teja; Kovács, Zsófia; Jordan, Gyozo; Dudás, Katalin Mária; Szabó, Peter & The SIMONA Project Team: Baltres, Albert; Baranya, Sándor; Cvetković, Vladica; Dević, Neda et al. Assessment of river sediment quality according to the EU Water Framework Directive in lowland fluvial conditions. A case study in the Drava river area, Danube River Basin / Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 17 (2022), 2; 459-468. doi:10.26471/cjees/2022/017/235
- Terzić, Josip; Frangen, Tihomir; Borović, Staša; Reberski, Jasmina Lukač; Patekar, Matko.** Hydrogeological Assessment and Modified Conceptual Model of a Dinaric Karst Island Aquifer / Water, 14 (2022), 3; 14030404, 23. doi:10.3390/w14030404
- Treble, Pauline C.; Baker, Andy; Abram, Nerilie J.; Hellstrom, John C.; Crawford, Jagoda; Gagan, Michael K.; Borsato, Andrea; Griffiths, Alan D.; **Bajo, Petra;** Markowska, Monika et al. Ubiquitous karst hydrological control on speleothem oxygen isotope variability in a global study / Communications Earth & Environment, 3 (2022), 1; 1-10. doi:10.1038/s43247-022-00347-3
- Vijdea, Anca-Marina; Alexe, Veronica Elena; Bălan, Lidia-Lenuța; Bogdevich, Oleg; Čeru, Teja; Dević, Neda; Dobnikar, Meta; Dudás, Katalin Mária; Hajdarević, Ismir; Halířová, Jarmila... **Ivanisević, Danijel.... Šorša, Ajka** et al. Assessment of the quality of river sediments in Baseline national monitoring stations of 12 countries in the Danube River Basin / Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 17 (2022), 2; 425-439. doi:10.26471/cjees/2022/017/233
- Udovič, D.; **Kordić Branko,** Arbanas, Ž. Geotechnical Study of Raspadalica Cliff Rockfall, Croatia. Applied Sciences. 2022; 12(13):6532; <https://doi.org/10.3390/app12136532>
- ## RADOVI U ZBORNICIMA / PAPERS AND ABSTRACTS IN PROCEEDINGS
- Badurina, Luka; **Belak, Mirko; Slovenec, Damir;** Šegvić, Branimir. On the occurrence and significance of biopyrobole from mafic subvolcanic rocks from the External Dinarides // 17th International Clay Conference, Istanbul: Abstract Book. Istanbul, 2022. str. 264-264.
- Baranyi, Viktoria;** Jin, X., Shi, Z., Kemp, D.B., Han, Z., Luo, G., He, F., Chen, L., Hu, J., Preto, N., Dal Corso, J. 2022. Terrestrial response to early Toarcian environmental perturbations from the Ordos Basin (North China). 11th European Palaeobotany and Palynology Conference, Stockholm, Sweden, Abstract Book, 81. (pozvano predavanje, sažetak, međunarodni kongres)

**Baranyi, Viktoria;** Jin, X.; Shi, Z.; Li, B.; Kemp, D.B.; Dal Corso, J.; Preto, N. 2022. Vegetation response to an Early Jurassic climate change and environmental perturbation. 11th International Congress on the Jurassic System, Budapest, Hungary, Abstract Book, 24. (pozvano predavanje, sažetak, međunarodni kongres)

**Baranyi, Viktoria;** Mudie, P.J.; Sütő-Szentai, M.; Magyar, I.; Špelić, M.; Bakrač, K. 2022. Endemic brackish-water dinoflagellate cysts from Lake Pannon and the Central Paratethys realm (late Miocene-Pliocene, Central Europe). 11th European Palaeobotany and Palynology Conference, Stockholm, Sweden, Abstract Book, 201. (poster, sažetak, međunarodni kongres)

**Borović, Staša; Pola, Marco; Pavić, Mirja; Briški, Maja; Kosović, Ivan; Frangen, Tihomir; Urumović, Kosta;** Matoš, Bojan; Pavičić, Ivica; **Terzić, Josip.** Multidisciplinary Approach to Conceptual Modelling of Hydrothermal Systems in Croatia - HyTheC / Proceedings of the European Geothermal Congress 2022 / Huenges, Ernst (ur.). Berlin: European Geothermal Energy Council (EGEC), German Geothermal Association (BVG), 2022. 478, 7.

Bošnjak, Marija; **Bakrač, Koraljka;** Sremac, Jasenka; Japundžić, Sanja; Malvić, Tomislav. A short note on the Middle Miocene (Badenian) brachiopods from the southwestern margin of the Central Paratethys, Croatia / Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of the Western Carpathians: 12th ESSEWECA Conference, Abstract Book, / Hudáčková, Natália; Ruman, Andrej; Šujan, Michal (ur.). Bratislava, Slovakia: Comenius University Bratislava, 2022. str. 31-32.

**Brlek, Mihovil;** Tapster, Simon Richard; Schindlbeck-Belo, Julie; Gaynor, Sean; Kutterolf, Steffen; Hauff, Folkmar; Georgiev, Svetoslav; **Trinajstić, Nina;** Šuica, Sanja; **Brčić, Vlatko** et al. Perspectives on the Early Miocene silicic volcanism of the Carpathian-Pannonian Region / XXII International Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association (CBGA) - ABSTRACTS / Peytcheva, Irena ; Lazarova, Anna ; Granchovski, Georgi ; Lakova, Iskra ; Ivanova, Rositsa ; Metodiev, Lubomir (ur.). Plovdiv, Bulgaria: Bulgarian Academy of Sciences, 2022. str. 289-289.

Čačković, Andrea; Selak, Lorena; Kajan, Katarina; Mitrović, Maja; **Marković, Tamara;** Brozinčević, Andrijana; Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. The spatial-seasonal differences of microbial communities in the freshwater network ecosystem / 18th International Symposium on Microbial Ecology. Lausanne, Switzerland, 2022. str. 1-1.

Ćorić, Stjepan; **Galović, Ines;** Matošević, Mario. New calcareous nannofossils from the Middle to Late Miocene of the North Croatian Basin, Central Paratethys / 9th International workshop on the Neogene from the central and south-eastern Europe. Journal of Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering / Dervišević, R. ; Vrabac, S. ; Babajić, E. ; Đulović, I. (ur.). Tuzla: University of Tuzla, 2022. str. 25-26. doi:10.51558/2303-5161..2022.1.1.25

Ćosović, Vlasta; Pezelj, Đurđica; Pejnović, Igor; Čančar, Marina; Bucković, Damir; Kurtanjek, Dražen; Tomašić, Nenad; Ištuk, Željko; Aljinović, Dunja; **Galović, Ines** et al. The multidisciplinary approach of studying the Middle Eocene warming episodes in Dinaric foreland

basin: new data or unfulfilled promises? / Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of the Western Carpathians, Abstract book / Hudačkova, Natalia ; Ruman, Andrej ; Šujan, Michal (ur.). Bratislava: Comenius University, 2022. str. 44-45.

**Galović, Lidija;** Beerten, Koen; Pandurov, Mihajlo; Gajić, Rodoljub; Stejić, Petar; **Hećej, Nina; Šorša, Ajka;** Poch, Rosa Maria; Husnjak, Stjepan. The Đurđevac Sands: First dating results and preliminary paleogeographical reconstruction / Book of abstracts of the XVIII Serbian Geological Congress - Geology solves the problems / Kostić, Bojan (ur.). Divčibare: Serbian Geological Society, 2022. str. 94-95.

**Galović, Lidija;** Beerten, Koen; Pandurov, Mihajlo; Gajić, Rodoljub; Stejić, Petar; Šorša, Ajka; Hećej, Nina; Poch, Rosa Maria; Husnjak, Stjepan. Abrupt climate changes – Evidence from Quaternary sedimentological sequences in Croatia (ACCENT) // Geologica Balcanica, XXII International Congress of the Carpathian Balkan Geological Association (CBGA), Abstracts / Peytcheva, Irena ; Lazarova, Anna ; Granchovski, Georgi ; Ivanova, Rositsa ; Lakova, Iskra ; Metodiev, Lubomir (ur.). Plovdiv, Bugarska: Carpathian Balkan Geological Association, 2022. str. 163-163.

**Galović, Lidija; Hećej, Nina;** Husnjak, Stjepan; Beerten, Koen; Poch, Rosa Maria; Šorša, Ajka; Pandurov, Mihajlo; Gajić, Rodoljub; Stejić, Petar; Ružićić, Stanko. Soil erosions as indicator of abrupt climate changes during Quaternary / 14. Kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva "Degradacija tla – izazov za poljoprivrednu proizvodnju" - Book of Abstracts / Popović, Brigita ; Zebed, Vladimir ; Perčin, Aleksandra (ur.). Sv. Martin na Muri: Hrvatsko tloznanstveno društvo, 2022. str. 33-34.

**Galović, Lidija;** Husnjak, Stjepan; **Hećej, Nina;** Poch, Rosa Maria; Beerten, Koen; Šorša, Ajka; Stejić, Petar; Gajić, Rodoljub; Pandurov, Mihajlo. Dynamics and intensity of climate change recorded in paleosoils / 57th Croatian and 17th International Symposium on Agriculture: The role of agricultural systems in Sustainable Development: Book of Abstract / Majić, Ivana ; Antunović, Zvonko (ur.). Vodice: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, 2022. str. 348-348.

Goetzl, Gregor; Steiner, Cornelia; Boon, David; Herms i Canellas, Ignasi; **Borović, Staša;** Holecek, Jan; Williams, Harri; Hunter Williams, Natalya; Petitclerc, Estelle; Janža, Mitja et al. The importance of managing shallow geothermal energy in urban areas - results from the GeoERA project MUSE // Proceedings of the European Geothermal Congress 2022 / Huenges, Ernst (ur.). Berlin: European Geothermal Energy Council (EGEC), German Geothermal Association (BVG), 2022. 125, 7.

**Grizelj, Anita;** Badurina, Luka; Šegvić, Branimir; **Čaić-Janković, Ana.** Mineralogical and geochemical characteristics of Early Sarmatian bentonite and marls from the Hrvatsko Zagorje Basin, Croatia / 10th Jubilee Mid-European Clay Conference: Book of Abstracts / Gorniak, Katarzyna ; Szydlak, Tadeusz ; Sek, Mateusz (ur.). Krakow: Wydawnictwo Naukowe Akapit, 2022. str. 40-40.

**Grizelj, Anita; Čaić Janković, Ana;** Kovačić, Marijan. Occurrence of bentonite in Sarmatian deposits of the Zagorje Basin (Croatia) / Spe-

cial Issue, Journal of Faculty of mining, geology and civil engineering / Dervišević, Rejhana ; Vrabac, Sejfudin ; Babajić, Elvir ; Đulović, Izudin (ur.). Tuzla: University of Tuzla, Faculty of mining, geology and civil engineering, 2022. str. 31-32 (poster, podatak o recenziji nije dostupan, sažetak, znanstveni)

**Hajek Tadesse, Valentina; Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Brnović, Dea; Hasan, Ozren;** Razum, Ivan; Šparica Miko, Martina. Late Glacial and Holocene sedimentary record at Pirovac Bay (Dalmatia, Croatia) reveals freshwater and marine ostracods / ISO 19, Lyon 2022, Abstract book. Lyon, 2022. str. 21-21.

**Hajek Tadesse, Valentina; Kurečić, Tomislav; Wacha, Lara; Horvat, Marija; Trinajstić, Nina; Mišur, Ivan.** Stygobiont ostracods from a deep cave Njemica (Biokovo Mt., Croatia) / ISO 19, Lyon 2022, Abstract book. Lyon, Francuska, 2022. str. 21-21.

**Hajek Tadesse, Valentina; Wacha, Lara; Horvat, Marija; Galović, Ines; Bakrač, Koraljka; Grizelj, Anita;** Mandic, Oleg; Reichenbacher, Bettina. Do we have enough evidence to prove the oldest environmental change in the area of the Papuk mountain (North Croatian Basin) in the Early Miocene? / Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of the Western Carpathians Abstract book / Hudáčková, Natália ; Ruman, Andrej ; Šujan, Michal (ur.). Bratislava: Comenius University Bratislava, 2022. str. 61-62.

**Hasan, Ozren; Smrkuli, Natalija; Brnović, Dea; Geraga, Maria; Christodoulou, Dimitris; Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan.** Submerged marine terraces and paleo shorelines along the eastern rim of the Mid Adriatic Deep / International Conference on Seafloor Forms, Processes and Evolution / Michalelef, Aaron (ur.). Valetta, Malta, 2022. str. 69-69.

**Hećej, Nina; Durn, Goran; Galović, Lidija.** Micromorphological analysis of paleosols as a tool for identification of climate change / 57th Croatian and 17th International Symposium on Agriculture: The role of agricultural systems in Sustainable Development: Book of Abstracts / Majić, Ivana ; Antunović, Zvonko (ur.). Vodice: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, 2022. str. 351-351.

**Hećej, Nina; Galović, Lidija; Husnjak, Stjepan; Poch, Rosa Maria; Beerten, Koen; Šorša, Ajka; Pandurov, Mihajlo; Gajić, Rodoljub; Stejić, Petar; Ružićić, Stanko.** Evidence of abrupt climate change preserved within Quaternary sedimentological sequences in Croatia – methodological approach / 4th International Conference of Young Scientists: Soil in the Environment / Sykula, Marcin ; Milewska, Kinga (ur.). Toruń: Nicolaus Copernicus University in Toruń and Poznań University of Life Sciences, 2022. str. 10-10.

**Horvat, Marija; Aljinović, Dunja; Tomašić, Nenad; Kurtanjek, Dražen; Čosović, Vlasta.** Introduction to the bulk rock chemistry of the Eocene hemipelagic/pelagic deposits in the Dinaric foreland basin / Geologica Balcanica, XXII International Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, Abstracts / Peytcheva, I. ; Lazarova, A. ; Granchovski, G. ; Ivanova, R. ; Lakova, I. ; Metodiev, L. (ur.). Sofia: Bulgarian Academy of Science, 2022. str. 86-86.

**Horvat, Marija; Wacha, Lara; Grizelj, Anita; Hajek Tadesse, Valentina; Galović, Ines; Bakrač, Koraljka;** Mandic, Oleg, Reiche-

bacher, Bettina. Mineralogical and geochemical proxies of the Lower Miocene sediments of Mtn. Papuk – Poljanska and Mala sections (Northern Croatia) / Environmental, Structural and Stratigraphical evolution of the Western Carpathians Abstract book / Hudáčková, Natalia ; Ruman, Andrej ; Šujan, Michal (ur.). Bratislava: Comenius University Bratislava, 2022. str. 68-69.

Hruševan, Dario; **Bakrač, Koraljka;** Mitić, Božena; Baniček, Ivona; Šošić-Klindžić, Rajna. The Neolithic site Gorjani-Topole – preliminary results of palynological analysis from the Slavonia region (eastern Croatia) // Book of Abstracts of the 10th International Scientific Conference Methodology and Archaeometry (MetArh) / Miloglav, Ina (ur.). Zagreb: Faculty of Humanities and Social Sciences of the University of Zagreb, 2022. str. 53-53.

**Ivković Filipović, Ivona; Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Hasan, Ozren; Šparica Miko, Martina.** Holocene ostracod assemblage from Lake Velo Blato on the Island of Pag: a new paleolimnological record along the Croatian coast / Pre-IAL IPA ECR Virtual Meeting, 2022.

**Karlović, Igor; Marković, Tamara; Larva, Ozren.** Nitrate transport modelling in the Varaždin alluvial aquifer / Making groundwater in the Danube region visible / Brečić, Mihael ; Žab Rožić, Petra ; Torkar, Anja (ur.). Ljubljana: Slovenian Committee of International Association of Hydrogeologists, 2022. str. 29-29.

**Karlović, Igor; Marković, Tamara;** Smith, Andrew; Kanduč, Tjaša. Impact of land use on groundwater quality in the Varaždin alluvial aquifer / International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality: Agriculture and the Environment / Fraters, Dico ; Kovar, Karel (ur.). Maastricht, the Netherlands, 2022. str. 165-166.

Kulaš, Antonija; Žutinić, Petar; Gulin, Vesna; Matoničkin Kepčija, Renata; Sertić Perić, Mirela; Orlić, Sandi; Sviličić Petrić, Ines; **Marković, Tamara;** Šušnjara, Mirela; Gligora Uđović Marija. Protist diversity in periphyton of tufa-depositing system / Book of abstracts. Croatian Biological Congress / Caput Mihalić, Katarina ; Mičetić Stanković, Vlatka ; Urlić, Inga ; Mešić, Armin ; Kružić, Petar (ur.). Zagreb: Hrvatsko biološko društvo, 2022. str. 153-154.

**Kurečić, Tomislav; Hajek-Tadesse, Valentina; Wacha, Lara; Horvat, Marija; Trinajstić, Nina; Mišur, Ivan; Visković, Paško; Šarc, Filip; Jalžić, Branko; Belak, Filip et al.** Klastični sedimenti i sub-recentna mikrofauna s dna jame Njemice (Biokovo, Hrvatska) / Skup speleologa Hrvatske 2022. - zbornik sažetaka / Kuhamić, N. ; Motočić, K. ; Paar, D. (ur.). Samobor: Breganja ; Speleološko društvo Samobor, 2022. str. 44-45.

**Kurečić, Tomislav; Kovačić, Marijan.** Modal composition of clastic sediment as an indicator of tectonic and climatic events during the post-rift development of the Pannonian basin; the example from the North Croatian Basin, Republic of Croatia / Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of the Western Carpathians: 12th ESSEWECA Conference, Abstract Book / Hudáčková, N. ; Ruman, A. ; Šujan, M. (ur.). Bratislava: Comenius University Bratislava, 2022. str. 86-87.

**Lukač Reberski, Jasmina; Terzić, Josip; Boljat, Ivana; Rubinić, Jozip; Radišić, Maja; Hasan, Ozren; Šparica Miko, Martina; Selak, Ana.**

Utjecaj klimatskih promjena na vodonosnik Blatskog polja u zapadnom dijelu otoka Korčule / Voda i javna vodoopskrba - XXVI. znanstveno-sručni skup / Ujević Bošnjak, Magdalena (ur.). Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2022. str. 57-66.

Lukić, Renata; Čorić, Stjepan; **Galović, Ines; Horvat, Marija;** Mužek, Katja; Pezelj, Đurđica; Čosović, Vlasta. Mid-Eocene thermals record in the Istrian Paleogene Basin (Outer Dinarides, Croatia), Neotethys / Journal of Nannoplankton Research, special / Less, Jackie A. et al. (ur.). Hannover PA, USA: The Sheridan Press, 2022. str. 122-123.

Marinšek, Miha; **Hajek-Tadesse, Valentina;** Kolar-Jurkovsek, Tea; Gale, Luka. Late Miocene Ostracods from South-Eastern Slovenia / ISO 19, Lyon 2022, Abstract book. Lion, Francuska, 2022. str. 34-34.

**Marković, Tamara; Karlović, Igor;** Kolarić, Josip; Šparica Miko, Martina; Heski, Ana-Maria; Stanić, Nedeljko; Pomper, Nataša; Smith, Andrew; Kulaš, Antonija; Gligora Udovič, Marija et al. Gramoznice v aluvijalnih vodonosnikih: ali so vir ali ponor onesnaženja - primer Va- raždinskega vodonosnika / Hidrogeološki kolokvij i 25. Skupština društva SKIAH. Ljubljana, Slovenija, 2022.

**Marković, Tamara; Karlović, Igor;** Sladović, Željka; **Larva, Ozren.** Monitoring of thermal waters in Croatia - the chemical and quantity aspect: case study NW Croatia / Making groundwater in the Danube region visible / Brenčić, Mihail ; Žvab Rožič, Petra ; Torkar, Anja - Ljubljana (ur.). Ljubljana: Slovenian Committee of International Association of Hydrogeologists, 2022. str. 40-40.

Mitrović, Maja; Kostešić, Ema; **Marković, Tamara;** Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. Iskorištavanje korisnih mikroorganizama - Prvi uvid u mikrobeni svijet voda zagrebačkog geotermalnog vodonosnika / Knjiga sažetaka Dana doktorata biotehničkog područja 2022 / Kos, B. ; Ivanović, A. ; Beljo Lučić, R. ; Novak, J. ; Rumbak, I. ; Balbino, S. (ur.). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, 2022. str. 40-41.

Mitrović, Maja; Kostešić, Ema; Selak, Lorena; **Marković, Tamara;** Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. Microbial diversity of Croatian thermal waters / 18th International Symposium on Microbial Ecology (ISME18). Lausanne, Switzerland, 2022. str. 1-1.

Mitrović, Maja; Kostešić, Ema; Selak, Lorena; **Marković, Tamara;** Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. Nitrifier diversity in geothermal springs - who likes it hot? / 13th International Congress on Extremophiles 2022. Loutraki, Greece, 2022. str. 160-160.

Mitrović, Maja; Kostešić, Ema; Selak, Lorena; **Marković, Tamara;** Pjevac, Petra; Orlić, Sandi. Uncovering the microbial communities in geothermal springs of Daruvarske Toplice (Croatia) / FEMS Conference on Microbiology : Electronic abstract book. Beograd, Srbija, 2022. str. 631-631.

**Pavić, Mirja; Borović, Staša; Pola, Marco; Briški, Maja; Kosović, Ivan; Frangen, Tihomir; Urumović, Kosta;** Matoš, Bojan; Pavičić, Ivan. Multidisciplinary Approach to Conceptual Modelling of Topusko Hydrothermal System, Croatia / 13th European Geothermal PhD Days. Aachen, Njemačka, 2022. str. 19-19.

Romano, Emanuele; Banovec, Primož; **Boljat, Ivana;** Campione, Emanuela; Čenčur Curk, Barbara; Dimkić, Dejan; Duro, Andrea; Kanauskas, Vasilis; Kovač, Darko; **Lukač Reberski, Jasmina** et al. The Adrion Project MUHA – Multihazard framework for water related risks management: linking water utilities and civil protection mechanisms through water safety plans / 5th EWaS International Conference. Napulj, Italija, 2022. str. 756-760.

Rožič B., Novak M., Gale L., Šmuc A., **Kukoč Duje,** Šebela S. 2022. Adria margin of the Alpine-Dinaric transition area – sedimentary view and a structural glimpse. 15th Emile Argand Conference on Alpine Geological Studies, 12-14 September 2022, Ljubljana, Slovenia, Abstract book & fieldtrip guide, 75-96.

**Selak, Ana; Lukač Reberski, Jasmina.** Emerging contaminants in Dinaric karst aquifer of Jadro and Žrnovnica springs / Znanstvena škola o okolišu 2021: Sveobuhvatni pristup istraživanju antropogenih pritisaka na okoliš : knjiga sažetaka / Furdek Turk, Martina ; Fiket Željka ; Ivanić Maja (ur.). Zagreb, 2022. str. 6-6.

Smirčić, Duje; **Vukovski, Matija; Slovenec, Damir; Kukoč, Duje; Belak, Mirko; Grgasović, Tonći;** Šegvić, Branimir; Badurina, Luka. Differentiation and genesis of the Middle Triassic mafic volcanoclastic facies in NW Croatia - a case study from Vudelja quarry / 15th Emile Argand Conference on Alpine Geological Studies, 12-14 September 2022, Ljubljana, Slovenia Abstract book & fieldtrip guide / Rožič, Boštjan ; Žvab Rožič, Petra (ur.). Ljubljana: University of Ljubljana ; Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana, 2022. str. 64-64.

Surić, Maša; Lončar, Nina; **Bajo, Petra;** Lončarić, Robert. Holocene environmental records from Croatian speleothems / 29th International Karstological School "Classical karst" - Speleology ; Book of abstracts / Švara, Astrid ; Zupan Hajda, Nadja ; Gabrovšek, Franci (ur.). Postojna: Založba ZRC SAZU, 2022. str. 126-126.

Šegvić, Branimir; Badurina, Luka; Morgan, Bethany; **Slovenec, Damir.** Chlorite REE geochemistry to unveil hydrothermal processes at the incipient stage of oceanization of Mid-Triassic Dinaridic Tethys // 17th International Clay Conference, Istanbul: Abstract Book. Istanbul, 2022. str. 255-255.

**Šenolt, Natalia; Hasan, Ozren; Miko, Slobodan; Brunović, Dea; Ilijanić, Nikolina.** Submerged karst landscape of the Prokljan Lake (Krka River estuary in the central Dalmatia) / 10th IAG International conference on Geomorphology: Book of Abstracts. Coimbra, Portugal, 2022. str. 1-1.

**Šenolt, Natalia; Miko, Slobodan; Hasan, Ozren; Brunović, Dea; Ilijanić, Nikolina; Šparica Miko, Martina.** Holocene paleoenvironmental reconstruction of a karst Krka River estuary (Eastern Adriatic Coast) / International Conference on Seafloor Landforms, Processes and Evolution. Valletta, Malta, 2022. str. 128-128.

Šumanja, Branko; Čargonja, Marija; Mekterović, Darko; Mance, Diana; Žauhar, Gordana; **Trinajstić, Nina;** Kukuljan, Lovel; **Brčić, Vlatko.** Monitoring koncentracije radona u Šparožnoj pećini / Skup speleologa Hrvatske - Zbornik sažetaka / Kuharić, Nikolina ; Motočić, Kre-

šimir ; Paar, Dalibor (ur.). Samobor: Udruga Breganja, Speleološki klub Samobor, 2022.

**Terzić, Josip; Borović, Staša; Patekar, Matko; Pola, Marco; Lukač Reberski, Jasmina; Kosović, Ivan;** Bašić, Mihaela. Hidrogeološka istraživanja na otoku Visu tijekom vremena i najvažniji rezultati / Voda i javna vodoopskrba - XXVI. znanstveno-stručni skup / Ujević Bošnjak, Magdalena (ur.). Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2022. str. 173-182.

**Terzić, Josip; Briški, Maja; Boljat, Ivana; Padovan, Božo; Lukač Reberski Jasmina; Živković, Patricia.** Hydrogeological concept of the coastal karst spring Golubinka, a case study from the Dinaric karst, Croatia / Man and Karst 2022 in Sicily, International Scientific Conference, September 12th-17th Cusonaci, Italy / Ruggieri, Rosario (ur.). Cusonaci, 2022. str. 36-36.

Tibljaš, Darko; Tomljenović, Bruno; **Vukovski, Matija.** Clay minerals as indicators of thermal alterations in rocks from the western part of the Papuk Mt. (Slavonian Mts., NE Croatia): preliminary results // AIPEA – XVII International clay conference ICC 2022, scientific research abstracts / Kadir, Selahattin ; Schroeder, Paul A. ; Türkmenoğlu, Asuman ; Esenli, Fahri ; Çiftçi, Emin (ur.). Istanbul, 2022. str. 277-277.

**Vukovski, Matija; Kukoč, Duje; Grgasović, Tonći; Fuček, Ladislav; Slovenec, Damir.** Jurassic pelagic succession of NW Croatia – a key

to better understanding tectonic setting of the Southern Alps – Dinarides transition zone / Abstract book & fieldtrip guide “15th Emile Argand Conference on Alpine Geological Studies”. Ljubljana, Slovenija, 2022. str. 67-67. doi:10.5194/egusphere-alpshop2022-23

**Wacha, Lara;** Kovačić, Marijan; Tsukamoto, Sumiko; Vlahović, Igor; Pavelić, Davor. Luminescence chronology of alluvial and aeolian sands from the Island of Lopud, Croatia / The 21st International Sedimentological Congress Abstract book: A new Journey of Sedimentology: from the Pacific to the Himalaya. Peking, 2022. T5-31757, 1.

Young, R. Jeremy; **Galović, Ines;** Howe, W. Richard; Jiang, Shijun; Sucheras-Marx, Baptiste. Nannotax: Bibliography project and other updates // INA18 Abstracts, Avignon, France. Journal of Nannoplankton Research. / Lees, J. A. (ur.). Hannover PA, USA: The Sheridan Press, 2022. str. 120-120.

**Živković, Patricia; Miklin, Luka; Lukač Reberski, Jasmina; Boljat, Ivana; Terzić, Josip;** Čohilj, Melita; Krančić, Dragan; Romano, Emanuele. Priprema vodoopskrbnih sustava na moguće opasnosti - MUHA projekt / 9. međunarodna konferencija Voda za sve, Knjiga sažetaka. Osijek, Hrvatska, 2022. str. 34-35.

# Stručne publikacije i tehnička izvješća

## Professional publications and technical reports

Naslov	Autor	Datum izdavanja	Dodatno polje 4	Signatura
Elaborat o provedenim ispitivanjima jezgre i hidrogeološkoj interpretaciji za potrebe projekta "Izgradnja piezometarskih polja na aktivnim vodocrpilištima - 2. faza"	Urumović Kosta	2022	GEOKOL d.o.o., Varazdin	003/22
Završno izvješće o izvedenim radovima za potrebe izrade geološke karte i inventarizacije geološke baštine na području Parka prirode Biokovo u razdoblju od 2019. - 2022. godine	Belić Nikola, Fuček Ladislav, Brčić Vlatko, Korbar T., Kurečić T., Petrinjak K., Palenik D., Wacha	2022	Javna ustanova Park prirode Biokovo	004/22
Technical Specification for Geophysical Survey Locations: Ida D-1 and Ida D-2Sealines: Ida D-1 – Ida D-2 and Ida D-2 – Ika AAdriatic Sea – Offshore CroatiaAAdriatic Sea – Offshore Croatia	Brunović Dea, Hasan Ozren	2022	Hydrographic Institute of the Republic of Croatia, Split	006/22
ZAVRŠNO IZVJEŠĆE o radu po navedenom Ugovoru 01.02.2021.– 31.01.2022.	Korbar Tvrko	2022	UDRUGA GEOPARK VIŠKI ARHIPELAG, Komiža	008/22
PRAĆENJE IZDAŠNOSTI IZVORIŠTA MALO VRELO - LIČKA JESENICA ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ	Stroj Andrej, Rubinić Josip, Šarić Ivana, Briški Maja, Radišić Maja	2022	VODOVOD I KANALIZACIJA d.o.o., Ogulin	009/22
Tehničko-ekonomска analiza korištenja podzemnih voda za potrebe dizalica topline voda-voda na lokaciji nove poslovne zgrade Hrvatske Lutrije u Novom Zagrebu	Borović Staša, Urumović Kosta	2022	Hrvatska Lutrija d.o.o.	011/22
Geološki - inženjerskogeološki istražni radovi za potrebe izrade elaborata o geomehaničkim uvjetima sanacije na lokaciji utvrde Trošenj (NP Krka)	Mišur Ivan	2022	CONTERA d.o.o., Zadar	017/22
Izvještaj o mineraloško petrografske analizama za potrebe TEGRA d.o.o., Čakovec	Belak Mirko, Grizelj Anita	2022	TEGRA d.o.o., Čakovec	018/22
Mineraloške analize uzorakaza utvrđivanje mineralane sirovine s privremenih deponija uz buduću trasu autoceste Istarskog ipsilona	Ilijanić Nikolina	2022	Mineralne sirovine	024/22
Analiza 7 krutih uzoraka PAA1-PAA7 na prisutnost azbesta (PLM i XRD)	Ilijanić Nikolina	2022	ANT d.o.o., Zagreb	025/22
IZVJEŠĆE O PRETHODNIM RADOVIMA NA LEŽIŠTU KREMENOG PIJESKA „BRANEŠCI“	Gizdavec Nikola, Ilijanić Nikolina, Kovačević Galović Erli, Copić Marko	2022	DRINUS d.o.o.	030/22
IZVJEŠĆE O PRETHODNIM RADOVIMA NA LEŽIŠTU KREMENOG PIJESKA „NOVO SELO“	Gizdavec Nikola, Ilijanić Nikolina, Kovačević Galović Erli, Copić Marko	2022	DRINUS d.o.o.	031/22
IZVJEŠĆE O PRETHODNIM RADOVIMA NA LEŽIŠTU KREMENOG PIJESKA „VRANIĆ“	Gizdavec Nikola, Ilijanić Nikolina, Kovačević Galović Erli, Copić Marko	2022	DRINUS d.o.o.	032/22
Izvješće sedimentološko-petrografske i mikropaleontološke analize dva uzorka kamena (tessere antičkog mozaika)	Fuček Ladislav	2022	ArcheoLab, Obrt za tehnische analize, Pula	037/22
Izvješće za prvu godinu istraživanja 2021/2022 - Usluge izrade geološke karte Nacionalnog parka Plitvička jezera	Brčić Vlatko, Fuček Ladislav, Palenik Damir, Trinajstić Nina	2022	Javna ustanova Nacionalni park Plitvička jezera	041/22
Izvještaj o provedenoj analizi željeza (Fe) prema ponudi br 2003/22	Čaić Janković Ana	2022	GS MINERALS, Rijeka	042/22
Elaborat o rezultatima mineraloško-petrografske i geokemijskih analiza uzoraka stijena iz jezgara dubokih i plitkih bušotina Čerkezovac (PB-1, PB-2, PB-3 i PB-4)	Čaić Janković Ana, Martinčević Lazar Jasmina, Mišur Ivan, Šparica Miko Martina, Wacha Lara	2022	Geotehnički studio, Zagreb	043/22

Naslov	Autor	Datum izdavanja	Dodatno polje 4	Signatura
Usluga definiranja postojećeg stanja korita rijeke Lička Jesenica u zoni pod utjecajem umjetnih betonskih pregrada	Stroj Andrej, Briški Maja	2022	Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja	048/22
Mineraloška analiza dva praškasta uzorka za potrebe TPA za održavanje kvalitete i inovacije d.o.o.	Martinčević Lazar Jasmina	2022	TPA za održavanje kvaliteta i inovacija d.o.o.	053/22
Analiza krutog uzorka PAA 07 na prisutnost azbesta metodom PLM, XRD	Ilijanić Nikolina	2022	ANT d.o.o.	054/22
Mineraloške XRD analize praškastih uzoraka iz EP Kikovica	Ilijanić Nikolina	2022	TPA za održavanje kvaliteta i inovacija d.o.o.	055/22
Izvješće o analizama dodatnih jezgara iz bušotina u zapadnom dijelu zone potencijalnosti ležišta "Močilje"	Fuček Ladislav, Palenik Damir, Belić Nikola	2022	Kamen d.d., Pazin	057/22
Izvještaj - vojna luka "Divulje" i vojna luka "Meja"- Snimanje podmorja geološko-strukturnim dubinomjerom	Brunović Dea	2022	Hrvatski hidrografski institut, Split	058/22
Sedimentološko-petrografske i mikropaleontološke analize dva uzorka kamena (uzorak 1. MOMJAN, uzorak 2. FRANJAVAČKI)	Fuček Ladislav, Belak Mirko	2022	Archeolab	059/22
Sedimentološko-petrografske analize i mikropaleontološke analize dva uzorka kamena s antičkog mozaika u gradu Krku	Fuček Ladislav	2022	Archeolab	060/22
Nastavak hidrogeološkog i hidrološkog monitoringa na području Ivančice, s ciljem definiranja bilance i dinamike istjecanja podzemnih voda	Larva Ozren, Rubinić Josip, Mraz Vinko	2022	Zagorski vodovod, Zabok	061/22
Nastavak hidrogeološkog i hidrološkog monitoringa na području Ivančice, s ciljem definiranje bilance i dinamike istjecanja podzemnih voda - završno izvješće	Larva Ozren	2022	Zagorski vodovod, Zabok	062/22
Izvješće petrografske analize granitoidnog kamena	Belak Mirko	2022	Vještačenja Mazija j.d.o.o.	067/22
Izvješće - Sedimentološko-petrografske i mikropaleontološke analize uzorka kamena (Kringa)	Fuček Ladislav	2022	MarLab d.o.o.	069/22
Sedimentološko-petrografske i mikropaleontološke analize uzorka kamena (Mali Lošinj)	Fuček Ladislav	2022	Marlab d.o.o.	070/22
Terenski geološki radovi kod geofizičkih istraživanja na dvije lokacije 1500*1500m, te dvije trase dužine 2,8km i 7,3km - sve na području sjevernog Jadrana	Brunović Dea	2022	Hrvatski hidrografski institut, Split	072/22
Studija o mogućnostima pronaalaženja geotermalne vode za polivalentno korištenje na području Lovreća Sela (k.o. Čret)	Borović Staša	2022	MKP d.o.o.	073/22
Analiza krutog uzorka „LI 1“ na prisutnost azbesta metodom PLM, XRD	Ilijanić Nikolina	2022	ANT d.o.o.	074-22
Izvješće snimanja, obrade i analize MT točaka	Borović Staša	2022	GeotermiKA d.o.o., Karlovac	076/22
Hidrogeološki istražni radovi na bušotini SM-1/14	Marković Tamara, Karlović Igor	2022	Toplice Sveti Martin d.o.o.	078/22
Obrada geoloških profila i izrada karte anomalija na dvije lokacije 1500*1500 m, te dvije trase dužine 2,8 km i 7,3 km – sve na području sjevernog Jadrana	Brunović Dea	2022	Hrvatski hidrografski institut	080/22
Hidrogeološki elaborat zdenaca EZ-1 i UZ-1 Peščenica	Urumović Kosta	2022	BUNARI MIHALIĆ d.o.o.	082/22

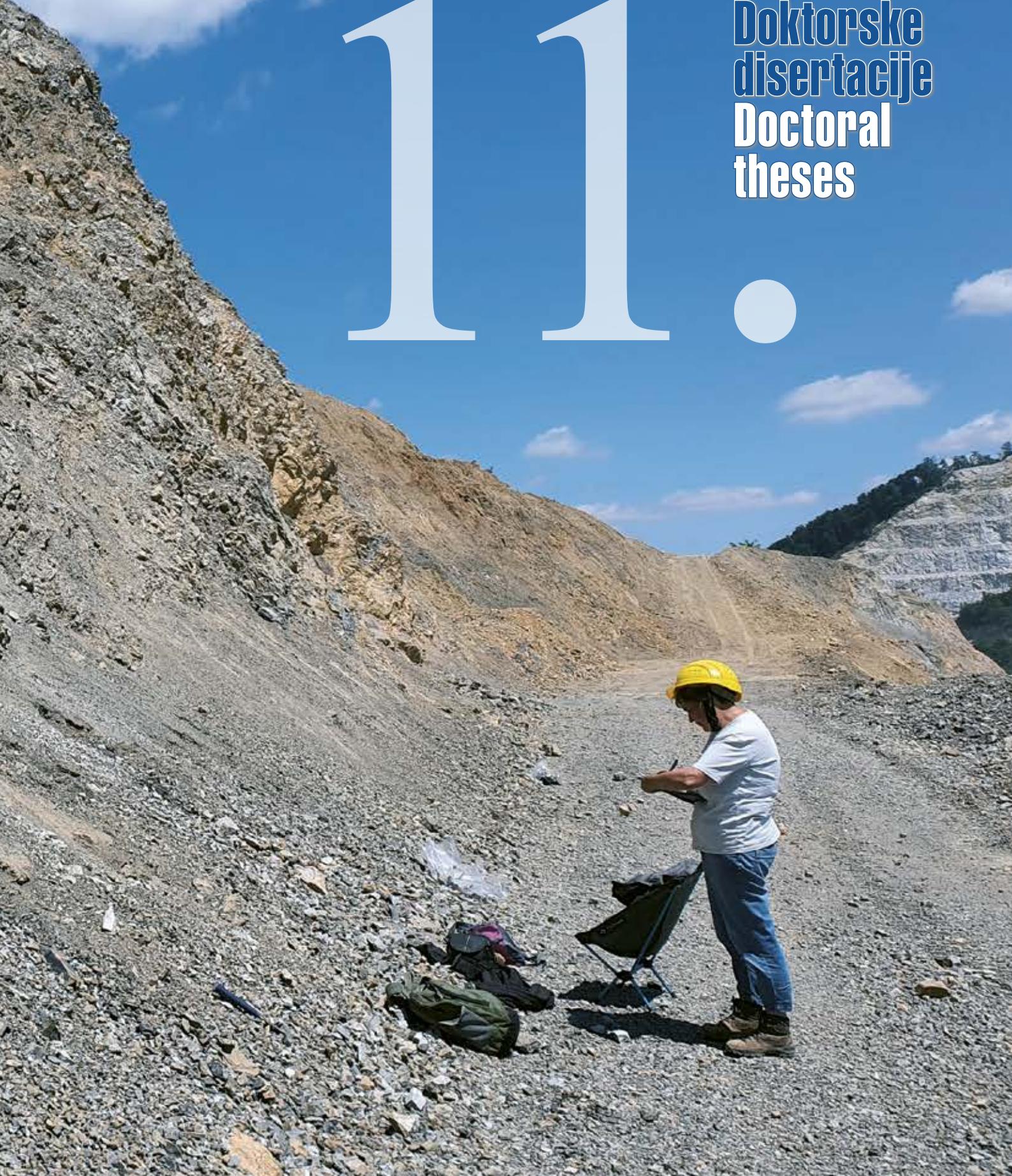


Svijetli dolomit kamenoloma Očura na Ivanščici (foto T. Grgasović)

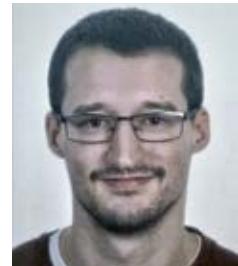
Light-coloured dolomites in the Očura quarry on Mt. Ivanščica (photo by T. Grgasović)

# 11.

Doktorske  
disertacije  
Doctoral  
theses



# Igor Karlović



**Datum obrane disertacije:** 14. srpnja 2022.

**Naslov disertacije:** Podrijetlo, ponašanje i modeliranje transporta nitrata u varaždinskom vodonosniku

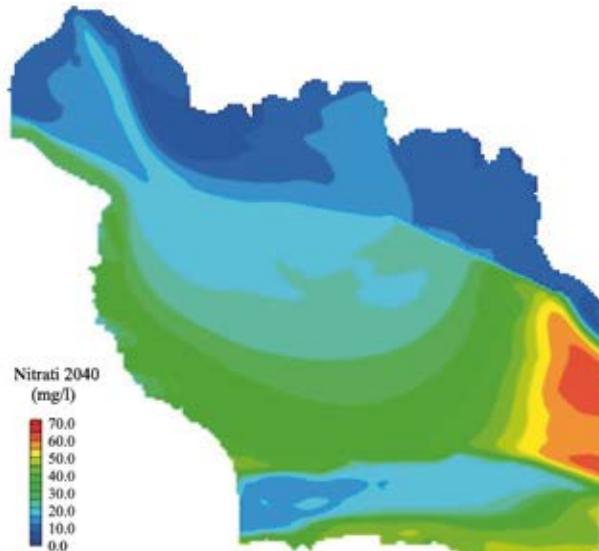
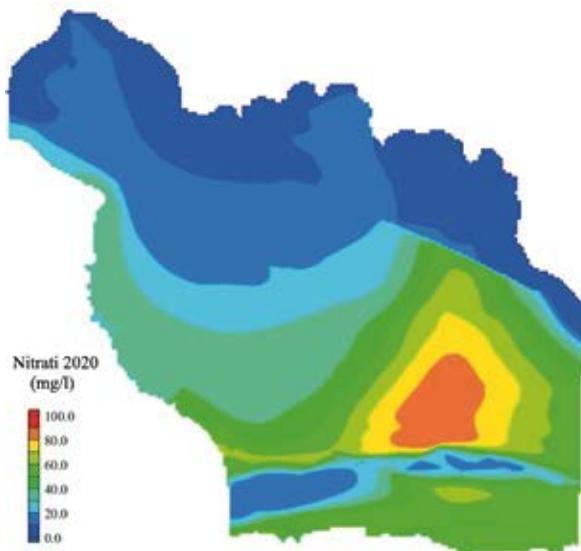
**Fakultet na kojem je obranjena disertacija:** Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Mentor:** dr. sc. Kristijan Posavec, redoviti profesor u trajnom izboru (RGNF)

**Zavod u kojem je zaposlen:** Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Radi boljeg razumijevanja raspodjele nitrata u podzemnoj vodi i formuliranja strategija upravljanja za zaštitu kakvoće podzemne vode, istraženi su podrijetlo, ponašanje i transport nitrata u varaždinskom vodonosniku. Analize karata ekvipotencijala pokazuju da se vodonosnik napaja iz rijeke Drave i akumulacijskog jezera, što je potvrđeno stabilnim izotopima vode te kvantificirano analizom vodne bilance. Nitrifikacija je glavni proces transformacije dušika, dok se denitrifikacija može dogoditi lokalno, bez značajnog utjecaja u regionalnom mjerilu. Model miješanja izotopa pokazuje da je

To gain a better understanding of nitrate distribution in groundwater and develop management strategies for protecting groundwater quality, the origin, fate and transport of nitrate in the Varaždin aquifer were investigated. Head contour maps indicate that the aquifer is recharged from the Drava River and accumulation lake, as confirmed by stable water isotopes and water budget analysis. Nitrification is the main nitrogen transformation process, while denitrification occurs locally without a significant impact on a regional scale.

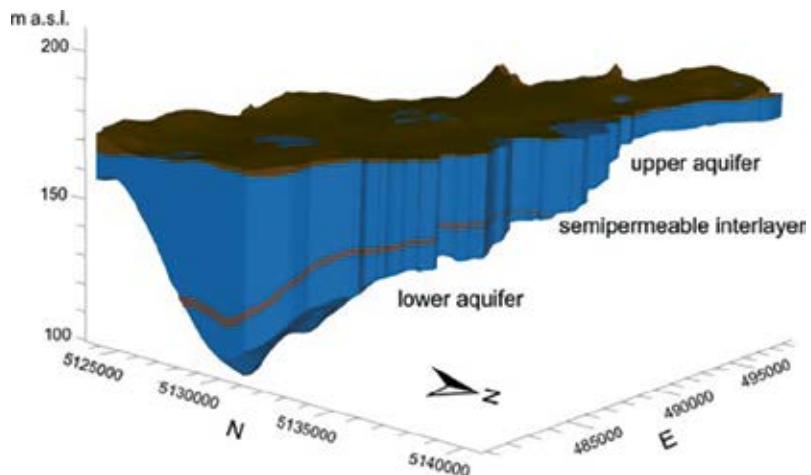


Distribucija nitrata u 2020. godini i simulirana distribucija nitrata u 2040. godini  
Nitrate distribution in year 2020 and simulated nitrate distribution in year 2040

organsko gnojivo glavni izvor nitrata u poljoprivrednim, otpadne vode u urbanim te organski dušik iz tla u prirodnim područjima. Simulacije modela tečenja podzemne voda i transporta nitrata predviđaju nastavak silaznog trenda koncentracija nitrata u središnjem dijelu i stabilno niske koncentracije nitrata u sjevernom dijelu modela. Rezultati modeliranja pokazuju da je upravljanje poljoprivrednim aktivnostima ključno za postupno smanjenje onečišćenja nitratima u varaždinskom vodonosniku, no potrebna su desetljeća da koncentracije nitrata u podzemnoj vodi reagiraju na promjene u unosu dušika s površine.

The isotope mixing model revealed that manure is the primary nitrate source in agricultural areas, wastewater in urban areas and soil organic N in the natural group. Groundwater flow and nitrate transport model simulations predict a continued downward trend of nitrate concentrations in the central part of the model and steady low nitrate concentrations in the northern part.

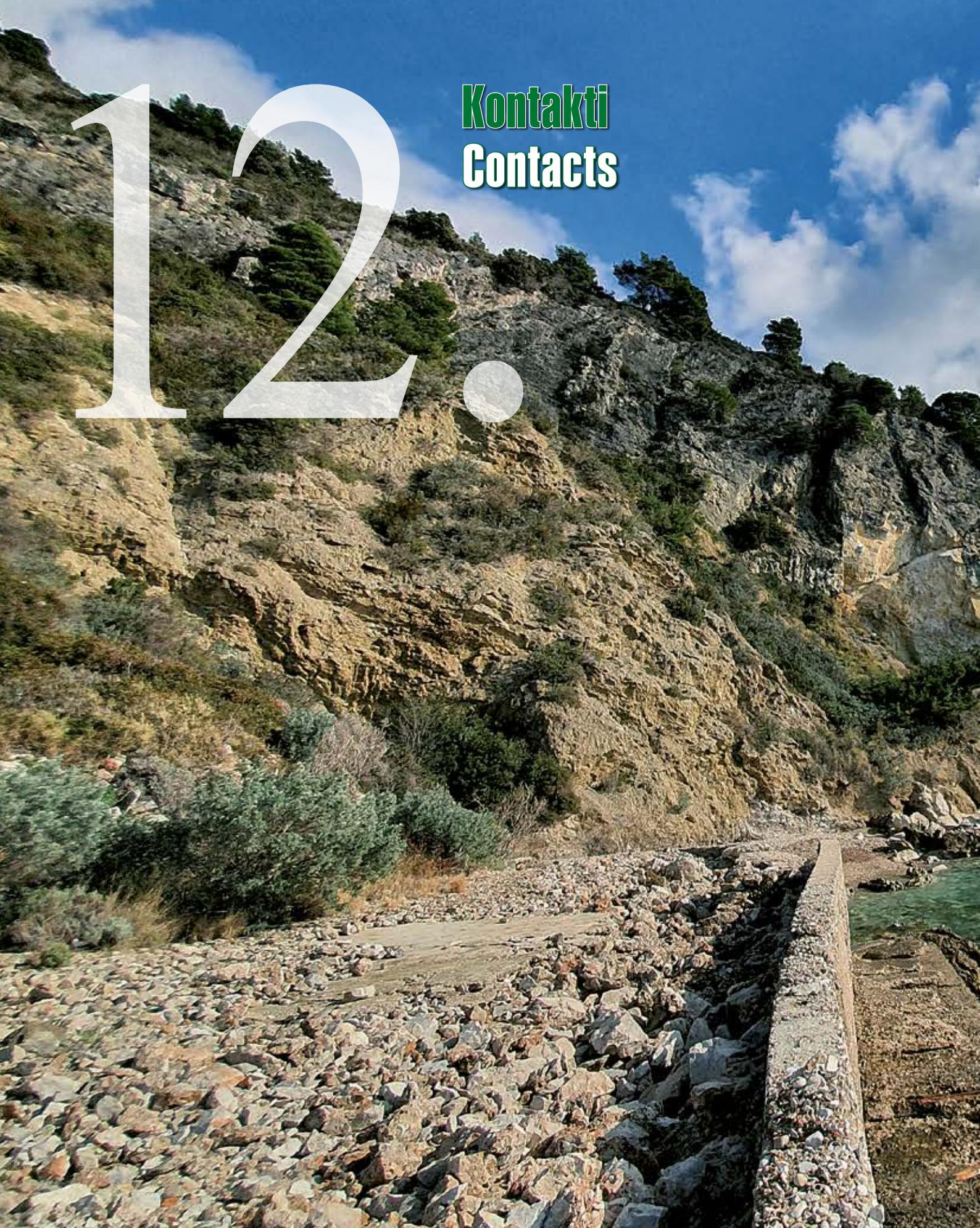
The modelling results demonstrate that managing agricultural practices is crucial to gradually reducing nitrate contamination in the Varaždin aquifer. However, it may take decades for nitrate concentrations in groundwater to respond to changes in nitrogen input from the surface.



Trodimenzionalni model varaždinskog vodonosnika  
Three-dimensional model of the Varaždin aquifer

12

Kontakti  
Contacts





Vodoopskrbni izvor Pizdica na otoku Visu, na kontaktu vulkanita komiškog dijapira i karbonata (foto J. Terzić)

Water-supply spring Pizdica on the island of Vis, at the contact of volcanic rocks of Komiža diapir and carbonate rocks (photo by J. Terzić)

## Zaposlenici | Employees

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 706	Zavod za geologiju
dr.sc. Viktória Baranyi	vbaranyi@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 706	Zavod za geologiju
Josip Barbača	jbarbaca@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 Briški	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	hburić@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
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
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
Denis Gamilec	dgamilec@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 742	Stručne službe
Nikola Gizdavec	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	vkulam@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 701	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
Božica Habek	bhabek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 803	Stručne službe
dr.sc. Valentina Hajek Tadesse	tadesse@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 811	Zavod za geologiju
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 762	Zavod za 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
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
Ivona Ivkić Filipović	iivkic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 798	Zavod za mineralne sirovine
Mara Jakić			Stručne službe
Mladenka Jurčić	mjurcic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 750	Stručne službe
Ana Kamenksi	akamenksi@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
dr.sc. Tvrto Korbar	tkorbar@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 709	Zavod za geologiju

## Zaposlenici | Employees

dr.sc. Branko Kordić	bkordic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 807	Zavod za geologiju
Ivan Kosović	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
dr.sc. Duje Kukoč	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 Lukać Reberski	jlukac@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 735	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. Mirna Mandarić	mmandaric@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 732	Zavod za 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
Josipa Maslač	jmaslac@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 738	Zavod za geologiju
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 702	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
Karolina Mužek	kmuzek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 710	Zavod za geologiju
Katja Mužek	kamužek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 731	Zavod za geologiju
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
Iva Platinuš	ipalatinus@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 747	Zavod za mineralne sirovine
dr.sc. Damir Palenik	dpalenik@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 702	Zavod za geologiju
Mirja Pavić	mpavic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 820	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
dr.sc. 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 771	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
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 Smrkulj	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
dr.sc. Jelena Španiček	jspanicek@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 805	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
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
Dražen Turibak	dturibak@hgoi-cgs.hr	+385 1 61660 742	Stručne službe
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
Tanja Zebić	tzebic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 801	
Mirela Žic	mzic@hgi-cgs.hr	+385 1 6160 744	Zavod za mineralne sirovine



Zagreb, 2023.



**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](http://www.hgi-cgs.hr)

ISSN 1846-629X

