



---

# GODIŠNJE IZVJEŠĆE | ANNUAL REPORT



# 2012

<b>NAKLADNIK   PUBLISHER</b>	Hrvatski geološki institut – <i>Croatian Geological Survey</i> Sachsova 2, HR-10000 Zagreb, Hrvatska ( <i>Croatia</i> )
<b>ZA NAKLADNIKA   FOR THE PUBLISHER</b>	Ravnatelj ( <i>Director</i> ) Josip HALAMIĆ
<b>UREDNIK   EDITOR</b>	Josip TERZIĆ
<b>TEHNIČKO UREĐIVANJE   TECHNICAL EDITING</b>	za LASERplus d.o.o. Snježana ENGELMAN DŽAFIĆ
<b>UREDNIČKI ODBOR   EDITORIAL BOARD</b>	Željka BRKIĆ Renato BULJAN Tea FLUKSI Tonči GRGASOVIĆ Josip HALAMIĆ Ivan HEĆIMOVIĆ Marija HORVAT Domagoj JAMIĆIĆ Boris KRUK Miron KOVAČIĆ Mladen KUHTA Željko MIKLIN Slobodan MIKO Zoran PEH Božo PRTOLJAN Ajka ŠORŠA
<b>PRIJEVOD NA ENGLESKI JEZIK   ENGLISH TRANSLATION</b>	Zoran PEH
<b>LEKTURA ENGLESKOGA JEZIKA   ENGLISH LANGUAGE EDITING</b>	Online: Elsevier Language Editing
<b>REALIZACIJA   REALIZATION</b>	LASERplus d.o.o.
<b>NAKLADA   EDITION</b>	300 primjeraka ( <i>copies</i> )

ISSN 1846-629X

# Sadržaj / Content

Uvodnik / Introduction	2
<b>1.</b> ■ HGI: organizacija, brojke i činjenice / CGS: Organisation, Numbers and Facts	5
Organizacijska struktura, zaposlenici i proračun / Organizational Scheme, Employees and Budget	6
Internetska stranica Hrvatskog geološkog instituta / The Website of the Croatian Geological Survey	8
Zavod za geologiju / Department of Geology	10
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju / Department of Hydrogeology and Engineering Geology	13
Zavod za mineralne sirovine / Department of Mineral Resources	17
Geološka služba / Geological Survey	21
<b>2.</b> ■ Geološke karte – temeljna djelatnost / Geological Maps – Basic Activity	25
Osnovna geološka karta Republike Hrvatske 1: 50.000 / Basic Geological Map of the Republic of Croatia 1:50,000	26
Osnovna inženjerskogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000 / Basic Engineering Geological Map of the Republic of Croatia 1:100,000	28
Osnovna hidrogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000 / Basic Hydrogeological Map of the Republic of Croatia 1:100,000	31
Osnovna geokemijska karta Republike Hrvatske / Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia	34
Karta mineralnih sirovina Republike Hrvatske / Map of the Mineral Resources of the Republic of Croatia	37
Geotermalna karta Republike Hrvatske / Geothermal Map of the Republic of Croatia	40
Tektonská karta Republike Hrvatske 1:300.000 / Tectonic Map of the Republic of Croatia 1:300,000	43
Strukturno-geomorfološka karta Republike Hrvatske 1:100.000 / Structural-Geomorphological Map of the Republic of Croatia 1:100,000	45
<b>3.</b> ■ Odabrani projekti / Selected Projects	47
Stratigrafska evolucija trijasa Hrvatske / Stratigraphic Evolution of the Triassic in Croatia	48
Geološka studija Konavle / Geological Study Konavle	50
„SNAP-SEE“ projekt: održivo planiranje kamenih agregata u Jugoistočnoj Europi / „SNAP-SEE“ Project: Sustainable Aggregates Planning in South East Europe	52
Ukupni dušik i organski ugljik u tlima Republike Hrvatske (za izvješćivanje prema IPCC i UNFCC) / Total Nitrogen and Total Carbon in Soils of the Republic of Croatia (Reports According to IPCC and UNFCC)	55
Rudarsko-geološka studija potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama na području Primorsko-Goranske županije / Mining-Geological Study of Potentiality and Mineral Resources Management in the Area of Primorsko-Goranska County	57
Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj / Project on Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia	60
Hidrogeološka istraživanja hrvatsko – slovenskih prekograničnih vodonosnika (područje od V. Snežnika do prisavske ravnice) – I. faza / Hydrogeological Investigations of Croatian – Slovenian Transboundary Aquifers (Area from V. Snežnik to Prisavske Ravnice) – 1 <sup>st</sup> Phase	62
<b>4.</b> ■ Publikacije / Publications	65
Knjižnica Hrvatskog geološkog instituta / Library of the HGI-CGS	66
Znanstveni časopis Geologia Croatica / Scientific Journal Geologia Croatica	67
Bibliografija djelatnika HGI-CGS-a u 2011. godini / Bibliography of HGI-CGS Staff in 2011	69
Studiјe i elaborati / Studies and Elaborates	72
<b>5.</b> ■ Novi doktori znanosti / New Doctors of Sciences	75

# Uvodnik

## Introduction

Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ**

Ravnatelj / Director

[josip.halamic@hgi-cgs.hr](mailto:josip.halamic@hgi-cgs.hr)



Drage čitateljice, dragi čitatelji,

U svjetlu redefiniranja financiranja znanosti u Republici Hrvatskoj 2012. godina je za Hrvatski geološki institut (HGI-CGS) bila u znaku dogovaranja i pregovaranja s Ministarstvom znanosti, obrazovanja i sporta o nastavku financiranja temeljne znanstvene djelatnosti. HGI-CGS pripada grupi od 25 javnih znanstvenih instituta u Hrvatskoj, od kojih su 4 u prirodnim znanostima. Na žalost geologija u tom području još uvijek nije dovoljno prepoznata kao grana znanosti koja izravno doprinosi gospodarskom napretku i boljitku države, posebice što se tiče eksploatacije mineralnih sirovina, zaštiti okoliša i prevenciji od geohazarda. To se odrazilo i na kriterije vrjednovanja rada HGI-CGS-a, gdje usprkos evidentnim pokazateljima, geološke karte nisu priznate kao kriterij uspješnosti u području znanstvenog rada, što je impliciralo i znatno smanjenje finansijskih sredstava za njihovu izradu. Tako je prvi put u stogodišnjoj povijesti naše institucije i njene misije da se rezultati temeljne djelatnosti ne valoriziraju kao znanstveni rad. Vjerujemo kako će donošenje novog Zakona o geološkoj djelatnosti zakonski regulirati tu materiju.

U ovom broju Godišnjeg izvješća predstaviti ćemo Vam organizacijsku strukturu HGI-CGS-a i kroz kratak opis djelatnosti pojedinih organizacijskih jedinica prikazati sveukupnu znanstvenu i stručnu djelatnost. Kroz opis rada na osam velikih projekata objedinjenih u programu „Geološke karte Republike Hrvatske“ dobiti ćete uvid u našu temeljnu djelatnost koja je definirana zadatom misijom od svojeg osnutka.

Odabranim projektima u trećem poglavlju prikazati ćemo Vam znanstveno-istraživačku aktivnost, kako na domaćem tako i na

Dear readers,

In light of the redefinition of the modes of science funding in Croatia, the year 2012 was notable for HGI-CGS in its negotiating and bargaining with the Ministry of Science, Education and Sports on continued funding of basic scientific activity. HGI-CGS consists of a group of 25 science institutes in Croatia, of which four function in the field of natural sciences. Unfortunately, in this field, geology has not received the recognition it deserves as a branch of science that directly contributes to the economic progress and welfare of the state, especially with regards to exploitation of mineral resources, environmental protection and the prevention of geohazards. This lack of recognition has been reflected in the criteria of thematic evaluation of HGI-CGS. Despite obvious indicators, geological maps are still not recognised as a criterion of successfulness in the filed scientific work. As result, there has been a considerable reduction in financial resources, which are necessary for the implementation of projects. Thus, it is the first time in the one hundred year history and mission of our institution that the results of its basic activity are not being evaluated as scientific work. We believe that enactment of the new Geology Act will allow this matter to be legally regulated.

In this issue of the annual report, we shall put before you the organisational structure of HGI-CGS and provide a brief description of the particular organisational units that represent its overall scientific and professional activity. By overviewing the work of eight major projects united in the program "Geological maps of the Republic of Croatia", you will gain insight into our basic activity, which is defined by a mission that was created at the very moment of our establishment.

međunarodnom planu. Pojedini projekti daju uvid i u direktni gospodarski doprinos naše djelatnosti.

U ovom broju smo se odlučili predstaviti i nove doktore znanosti koji su obranili svoje disertacije u zadnje tri godine. To je još jedan od pokazatelja i našeg edukacijskog doprinosa sveukupnoj geološkoj znanosti u Hrvatskoj.

Vjerujem kako ćete u ovom broju naći mnoge interesantne informacije o našoj instituciji i našoj sveukupnoj djelatnosti.

Vaš,  
Josip Halamić

Through select projects, in the third chapter, we shall show you our scientific exploration on both national and international levels. Individual projects also provide insight into the direct economic contributions of our activity.

In this issue, we highlight our new Doctors of Science, who defended their doctoral theses over the last three years, serving as yet another guide to our educational contributions to geological science in Croatia.

I believe that, in this issue, you will find an abundance of interesting information on our institution and our overall activity.

Yours,  
Josip Halamić





1

# HGI: organizacija, brojke i činjenice / CGS: *Organisation, Numbers and Facts*

# Organizacijska struktura, zaposlenici i proračun

## Organizational Scheme, Employees and Budget

**RAVNATELJ | DIRECTOR:**

Prof. dr. sc. Josip HALAMIĆ  
 tel: (+385 1) 6160-749  
 fax: (+385 1) 6144-718  
 e-mail: josip.halamic@hgi-cgs.hr

**Zamjenica ravnatelja | Director deputy:** Dr. sc. Željka BRKIĆ

**Pomoćnici ravnatelja | Director assistants:**

za ekonomsko-finansijske poslove Slobodan DUKOVČIĆ, dipl.oec.  
*for economic-financial business*

za koordinaciju poslovanja s tržištem Dr. sc. Saša MESIĆ  
*for coordination of business with the market*

tajnica Instituta Mladenka JURČIĆ, dipl.iur.  
*Secretary of the HGI-CGS*

**UPRAVNO VIJEĆE | GOVERNING BOARD**

Prof. dr. sc. Dražen VIKIĆ (MZOŠ\*), predsjednik – *Chairman*  
 Dr. sc. Dragan KRASIĆ (MGRP\*)  
 Prof. dr. sc. Milan ORŠANIĆ (ŠF\*)  
 Dr. sc. Renato BULJAN (HGI-CGS)  
 Dr. sc. Marija HORVAT (HGI-CGS)

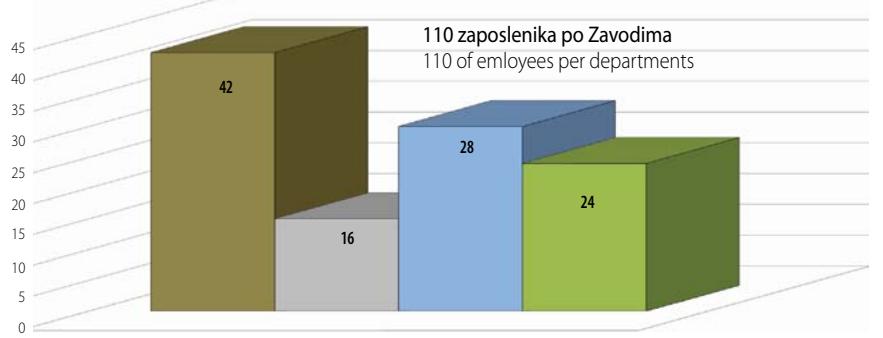
**ZNANSTVENO VIJEĆE | SCIENTIFIC COUNCIL**

Dr. sc. Mirko BELAK  
 Dr. sc. Željka BRKIĆ  
 Mihovil BRLEK  
 Dr. sc. Renato BULJAN, zamjenik predsjednika – *Chairman deputy*  
 Dr. sc. Lidija GALOVIĆ  
 Dr. sc. Tonči GRGASOVIĆ, predsjednik – *Chairman*  
 Dr. sc. Valentina HAJEK-TADESSE  
 Prof. dr. sc. Josip HALAMIĆ  
 Dr. sc. Ivan HEĆIMOVIC  
 Nikolina ILIJANIĆ – *tajnica – Secretary*  
 Dr. sc. Domagoj JAMIČIĆ  
 Dr. sc. Georg KOCH  
 Dr. sc. Tvrko KORBAR  
 Dr. sc. Miron KOVAČIĆ  
 Dr. sc. Tamara MARKOVIĆ, *tajnica – Secretary*  
 Dr. sc. Dubravko MATIČEC  
 Dr. sc. Saša MESIĆ  
 Dr. sc. Slobodan MIKO  
 Dr. sc. Zoran PEH  
 Dr. sc. Damir SLOVENEC  
 Dr. sc. Andrej STROJ  
 Dr. sc. Josip TERZIĆ

\*MZOŠ – Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia

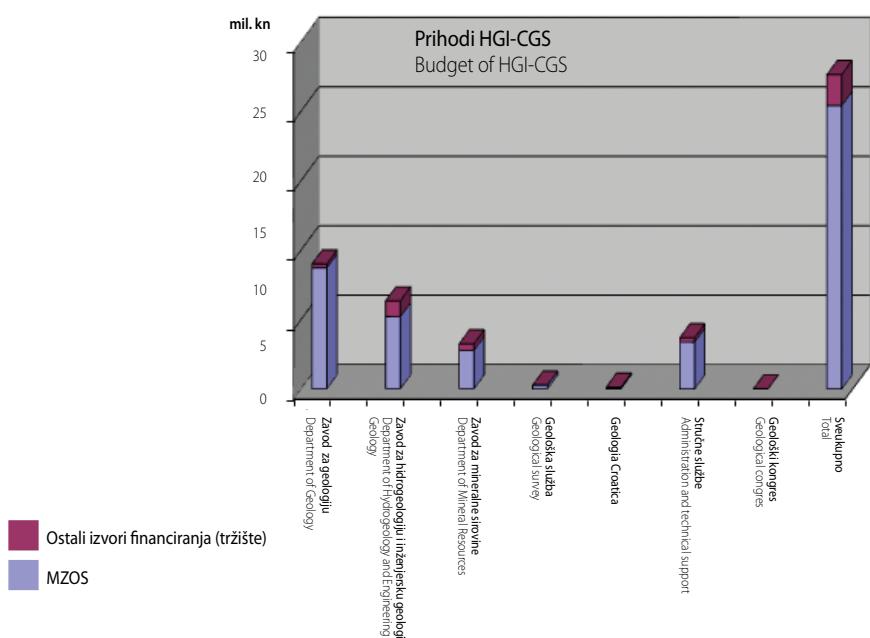
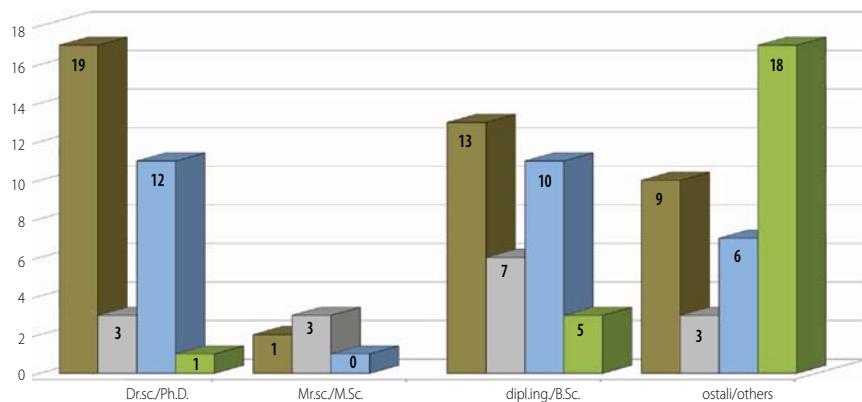
\*MGRP – Ministry of Economy, Labour, and Entrepreneurship

\*ŠF – Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia



- █ Zavod za geologiju  
Department of Geology
- █ Zavod za mineralne sirovine  
Department of Mineral Resources
- █ Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju  
Department of Hydrogeology and Engineering Geology
- █ Stručne službe  
Administration and technical support

**Zaposlenici po Zavodima**  
Employees per departments



# Internetska stranica Hrvatskog geološkog instituta

## The Website of the Croatian Geological Survey

<http://www.hgi-cgs.hr/>

Urednik web stranice HGI-CGS / Editor of the HGI-CGS website: Dr. sc. **Miron KOVACIĆ**  
 miron.kovacic@hgi-cgs.hr

Tijekom 2012. godine internetska stranica Hrvatskog geološkog instituta (HGI-CGS) kontinuirano je obavljala svoju misiju pružanja informacija o Institutu, njegovo strukturi, djelatnostima, zaposlenicima, javnim dokumentima (natječaji, javna nabava, statut), znanstveno-istraživačkim projektima, važnijim istraživačkim projektima za tržište, opremi koju HGI-CGS posjeduje, publikacijama koje izdaje te o novostima u radu. Osim o navedenom, posjetitelji se na web stranici mogu informirati o geološkoj građi Hrvatske jer preko web stranice imaju pristup interaktivnoj prezentaciji geološke izložbe koja se nalazi u Institutu i Geološkoj karti Republike Hrvatske u mjerilu 1:300.000.

U 2012. godini stranica je obogaćena novim sadržajima i krajem godine imala je 202 bogato ilustrirane podstranice s više od 1300 fotografija i grafičkih ilustracija u čijoj izradi je sudjelovalo 30 autora. Dio tog sadržaja je dostupan i u engleskoj verziji stranice. Prema količini objavljenog materijala, web stranica je najveća edicija Instituta (oko 1500 stranica A4 formata).

Broj posjeta novoj web stranici HGI-CGS, od njenog objavljenja sredinom 2009. godine, konstantno raste. U 2012. godini stranica je posjećena 31.499 puta, što je 18 % više u odnosu na prethodnu godinu. Posjetitelji dolaze iz 95 zemalja svijeta sa svih kontinenata, a najviše je posjeta iz Hrvatske – 67 %. Slijede oni iz Bosne i Hercegovine, Srbije, Slovenije, Njemačke, Poljske, UK, SAD, Makedonije, Austrije i Italije. Stranica je tijekom radnog dana posjećena od 100 do 180 puta, a tijekom vikenda i blagdana od 30 do 80 puta. S obzirom na broj posjetitelja u 2012. godini (22.606), web stranica je zasigurno najčitanija edicija HGI.

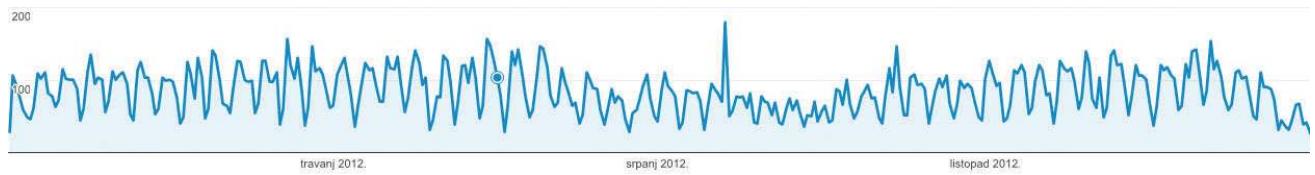
Budući je završio petogodišnji ciklus znanstveno-istraživačkih projekata koji će se nadalje organizirati na drugaćiji način, u 2013. godini biti će potrebno temeljito reorganizirati i obnoviti web stranicu HGI.

In 2012, the website of the Croatian Geological Survey (HGI-CGS) continually served its mission of providing information on the survey and its structure, activity, employees, public documents (competitions, public procurement, statute), scientific-research projects, major market-oriented research projects, equipment, editing publications, and news. In addition, visitors can remain informed about the geological setting of Croatia because the web pages are linked to the interactive presentation of the Geologic Exhibition organised at our survey as well as the Geological Map of the Republic of Croatia, scale 1:300,000.

The web page is supplied with new material, which, as of the end of the year, includes 202 richly illustrated subpages with more than 1,300 photos and graphic illustrations resulting from the combined effort of 30 authors. A portion of this material is also available on the web page in the English language. Given the quantity of the published material, the web page is the largest HGI-CGS edition (approximately 1,500 pages in A4 format).

Since its opening in the middle of 2009, the number of visitors to the new HGI-CGS web page has continually grown. In 2012, the page was visited 31,499 times, which is an 18% increase compared to the year before. Visitors come from 95 countries from all continents; however, the majority, 67%, come from Croatia. The next largest amounts come from Macedonia, Austria and Italy. During the working day, the web page is visited between 100 and 180 times. On weekends and holidays, the number of visits drops to between 30 and 80. Considering the number of visitors in 2012 (22,606), the web page for HGI-CGS is definitely the most perused edition.

Because the five-year cycle of scientific research projects has come to an end and they need to be organised in a different way, in the coming days, the HGI-CGS web page will have to be thoroughly reorganised and renewed.



Grafikon učestalosti posjeta tijekom 2012. godine.

Graph showing the frequency of visits in 2012.



**HGI** 1909  
HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY

[Home](#) [Naslovница](#) [Institut](#) [Zavodi](#) [Projekti](#) [GeoPortal](#) [Dokumenti](#) [Zaposlenici](#) [Novosti](#) [Contact](#)



Sigasti saljev u Strmoticu ponor kod Lovinca

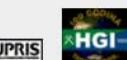
<b>Zavod za geologiju</b>	<b>Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju</b>	<b>Zavod za mineralne sirovine</b>
<a href="#">Temeljna geološka istraživanja</a> <a href="#">Paleontologija</a> <a href="#">Mineralogija i petrologija</a> <a href="#">Strukturna geomorfologija i tektonika</a> <a href="#">Sedimentologija</a> <a href="#">Geokemijski</a> <a href="#">Primijenjena istraživanja</a> <a href="#">Laboratorijske usluge</a>	<a href="#">Hidrogeološka istraživanja</a> <a href="#">Inženjersko geološka istraživanja</a> <a href="#">Geotermalna istraživanja</a> <a href="#">Speleološka istraživanja</a> <a href="#">Hidrokemijska istraživanja</a>	<a href="#">Istraživanja mineralnih sirovina</a> <a href="#">Karta mineralnih sirovina RH</a> <a href="#">Geokemijska karta Republike Hrvatske</a> <a href="#">Anorganska geokemijska istraživanja okoliša</a> <a href="#">Rudarsko-geološke studije</a>

**Oprema Hrvatskog geološkog instituta**

Naslovница | Institut | Zavod za geologiju | Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju | Zavod za mineralne sirovine | Zaposlenici | Novosti | Kontakt





Impresum | Pravne napomene | Sadržaj © 2012. | XHTML



English

**Geologija Hrvatske**


**Novosti**

[Geološka karta Republike Hrvatske 1:300.000 na Internetu](#)



[Izdjana knjiga HGI u 2012.](#)



[Stručni skup i radionica članova Županijskog stručnog vijeća \(ŽSV\) nastavnika geografije](#)



**GeoPortal**

Geoportal sadrži informacije o geologiji Hrvatske, o kupnji raznovrsnih geoloških karata i drugih publikacija HGI te o objavljenim radovima zaposlenika.

**Geološka služba**

Prikupljanje, pohranjivanje, obrada, valoriziranje i distribuiranje geoloških informacija

Naslovica web stranice HGI-CGS.  
Cover sheet of the HGI-CGS web page.

CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY

ANNUAL REPORT 2012

9

# Zavod za geologiju

## Department of Geology

Predstojnik Zavoda / Head of Department: Dr. sc. **Ivan HEĆIMOVIĆ**

Tel: (+385 1) 6160 710

Fax: (+385 1) 6160 799

e-mail: ivan.hecimovic@hgi-cgs.hr

Osnovna djelatnost Zavoda za geologiju je izrada geoloških karata svih mjerila i namjena. Pri tome se najveća pažnja poslanja izradi Osnovne geološke karte Republike Hrvatske 1:50.000. U njezinu izradu je uključeno kompletno istraživačko i tehničko osoblje Zavoda.

U realizaciji tako velikog projekta nužan je multidisciplinarni znanstveno-stručni pristup koji je baziran na terenskom prikupljanju podataka i njihovo laboratorijsko-kabinetskom obradi. To uključuje, osim geološkog kartiranja, i provedbu stratigrafskih, paleontoloških, sedimentoloških, mineraloško-petrograf-

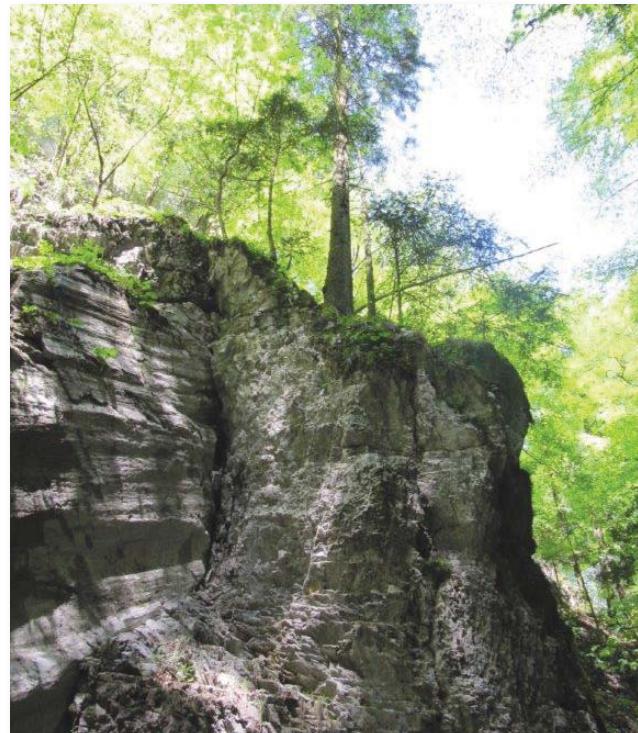
The basic activity of the Department of Geology is the construction of geological maps of all scales and purposes. With this in mind, construction of the Basic Geological Map of the Republic of Croatia, scale 1:50,000, is at the heart of its activity, involving the entire research and technical staff.

Implementation of such a large project requires a multidisciplinary scientific and professional approach based on data acquisition from field work and processing in the laboratory and other departments. In addition to geological mapping, this work includes stratigraphic, palaeontological, sedimentologic, mineralogic, petrographic, geochemical, tectonic and geomorphologic investigations. The specified research work is performed entirely in this department. The project is implemented within the scope of the program "Geological Maps of the Republic of Croatia" backed by the Ministry of Science, Education and Sports (MZOS). In addition to the formerly mentioned map, the department is also engaged within the same program in the construction of the following:

- A Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia,
- A Structural-Geomorphologic Map of the Republic of Croatia, scale 1:100,000, and
- A Tectonic Map of the Republic of Croatia, scale 1:300,000.

The scientific engagement of the department is also expressed through the research work on the six thematic projects also backed by MZOS, which are as follows:

- "Stratigraphy of the Cretaceous deposits within the geodynamics of the Adriatic area of Croatia": The scope of this project is to define interrelations between lateral facies differences and increased geodynamic activity during the Upper Cretaceous;



skih, geokemijskih, tektonskih i geomorfoloških istraživanja. Sva se ta istraživanja izvode u ovom Zavodu. Projekt se izvodi sklopu programa „Geološke karte Republike Hrvatske“ financiranog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS). Osim ove Karte u Zavodu za geologiju se u sklopu tog Programa provodi izrada:

- Osnovne geokemijske karte RH;
- Strukturno-geomorfološke karte RH 1:100.000;
- Tektonske karte RH 1:300.000.

Znanstvena djelatnost Zavoda iskazana je i kroz istraživanja na šest tematskih projekata koji su također finansirani od MZOS. To su:

- "Stratigrafija naslaga krede u okviru geodinamičke jadranskog područja Hrvatske". Istraživanjima kroz ovaj projekt namjerava se utvrditi povezanost lateralnih facijesnih razlika i pojačane geodinamike tijekom gornje krede;
- "Mezozojske magmatske, plaštne i piroklastične stijene sjeverozapadne Hrvatske". U okviru ovog projekta istražuju se petrološke značajke stijena radi utvrđivanja geotektonskog režima nastanka i smještanja magmi;



- "Mesozoic igneous, mantle and pyroclastic rocks of Northwestern Croatia": The project is aimed at investigating the petrologic characteristics of rocks to define the geotectonic regime controlling the genesis and emplacement of magmas.
- "Reflection of palaeoclimatic changes in Jurassic-Cretaceous deposits of the Karst Dinarides": The goal is to determine whether there were intervals in the long period from the Upper Jurassic to the Lower Cretaceous where glacio-eustasy of moderate amplitudes occurred;
- "Holocene sediments as a record of environmental changes in the Adriatic catchments": The scope of this multidisciplinary research is to restore the record of climate and environmental changes during the Pleistocene-Holocene transition as well as the Holocene itself;
- "Facies architecture and sequence stratigraphy of the Promina formation in Dalmatia": This research is aimed at establishing the grounds for building a depositional model for the Promina Formation;
- "Stratigraphic evolution of the Triassic in Croatia": This project is more thoroughly described in the chapter "Selected projects".

The year 2012 was also marked by an international bilateral project, "Inorganic and organic pollutants in urban areas (Novi Sad, Kutina)", implemented with the Faculty of Technology from Novi Sad (Serbia).

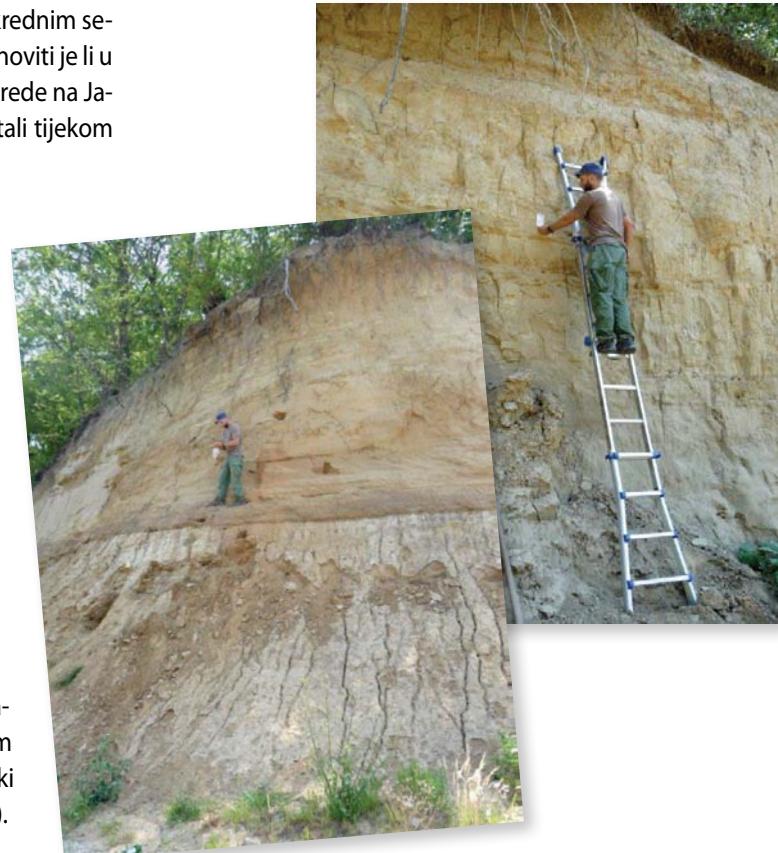
In addition to scientific research, the Department of Geology also performs various applied investigations, including work in the

- „Odraz paleoklimatskih promjena u jursko-krednim sedimentima Krških Dinarida“. Namjera je ustanoviti je li u dugotrajanom razdoblju gornje jure i donje krede na Jadranjskoj platformi bilo intervala koji su nastali tijekom glacioeustazije umjerenih amplituda;
- „Holocensi sedimenti kao zapis promjena u okolišu Jadranских sljevova“. Multidisciplinarnim istraživanjima sedimenata pokušava se registrirati zapis promjena u okolišu i klimi na prijelazu pleistocena u holocen te u holocenu;
- „Građa facijesa i sekvensijalna stratigrafija Promina formacije u Dalmaciji“. Istraživanja se želi dati osnova za izradu taložnog modela Promina formacije;
- „Stratigrafska evolucija trijasa Hrvatske“. Ovaj projekt podrobnije je opisan u poglavlju „Odabrani projekti“.

U 2012. godini je izvođen i jedan međunarodni bilateralni projekt s Tehnološkim fakultetom u Novom Sadu (Srbija) pod naslovom: „Neorganski i organski polutanti u urbanim područjima (Novi Sad, Kutina).

U Zavodu se osim znanstvenih izvode i vrlo raznolika primjenjena istraživanja. Ti radovi su iz domene naftnogeološke problematike, istraživanja mineralnih sirovina i pitkih voda, inženjerskogeoloških istraživanja te prostornog planiranja. Od primjenjenih istraživanja izvođenih u 2012. spomenut će se samo neka:

- Geološko praćenje i paleontološka determinacija duboke strateške inženjerskogeološke bušotine T-300 u podsljemenskoj zoni u Zagrebu;
- Geološka istraživanja u sklopu rješavanja naftogeološke problematike u južnom Jadranu. Taj projekt je rađen za potrebe nafte kompanije INA d.d., čime je nakon dužeg vremena obnovljena suradnja s tom tvrtkom. O sadržaju i rezultatima tih istraživanja bit će riječi u posebnom poglavlju ovog izvješća;
- Geološka interpretacija istražne geotermalne bušotine u Prištini (Kosovo);
- Evaluacija porijekla stijena u području rijeka Save i Drave u sjevernoj Hrvatskoj (HGI-P.D.F. Limited).



domains of oil geology, mineral resources and drinking water as well as engineering-geological research and spatial planning. From the list of applied investigations carried out in 2012, a few are mentioned below:

- Geological monitoring and palaeontologic determination of deep strategic engineering-geological borehole T-300 in the Podsljeme zone in Zagreb;
- Geological investigations focused on elucidating the oil-geologic problems in south Adriatic. This project was carried out for the oil company INA d.d. revitalising cooperation with the firm after a long period. A few words will be said on the matters and results of these investigations at the end of this annual report;
- Geological interpretation of research geothermal boreholes in Priština (Kosovo);
- Evaluation of the rock genesis in the area between the Sava and Drava Rivers in North Croatia (HGI-P.D.F. Limited).

# Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

## Department of Hydrogeology and Engineering Geology

Predstojnica Zavoda / Head of Department: Dr. sc. **Željka BRKIĆ**  
tel: (+385 1) 6144 715  
fax: (+385 1) 6144 713  
e-mail: [zeljka.brkic@hgi-cgs.hr](mailto:zeljka.brkic@hgi-cgs.hr)

Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju bavi se geološkim inženjerstvom – primjenjenim geološkim istraživanjima. U sklopu hidrogeoloških istraživanja proučavaju se hidrogeološke značajke stijena, dinamika, kemizam i zalihe podzemne vode. U okviru inženjerskogeoloških istraživanja izučavaju se inženjerskogeološke odlike stijenskih masa i tala, te egzogenetski procesi i pojave. Zavod je opremljen hidrokemijskim i inženjerskogeološkim laboratorijem. Istraživanja se sastoje od terenskog rada, brojnih „in-situ“ mjerjenja i laboratorijskih analiza. Rezulta-

The Department of Hydrogeology and Engineering Geology deals with geological engineering – applied geological investigations. Engaging in hydrogeological investigations means analysing the hydrogeological characteristics of rocks as well as the dynamics, chemistry and reserves of underground water. With engineering-geological-research work, the engineering-geological characteristics of rock masses and soils are studied, including exogenous processes and phenomena. The department is equipped with hydrochemical and engineering-geological laboratories. Explorations include field work, numerous “in situ” measurements, and laboratory analyses. The results are applied directly in water management, the building industry, the making of spatial plans, the electric power industry, mining, and especially environmental protection. The Department appoints 28 employees, of which 6 are young researchers working as associates.

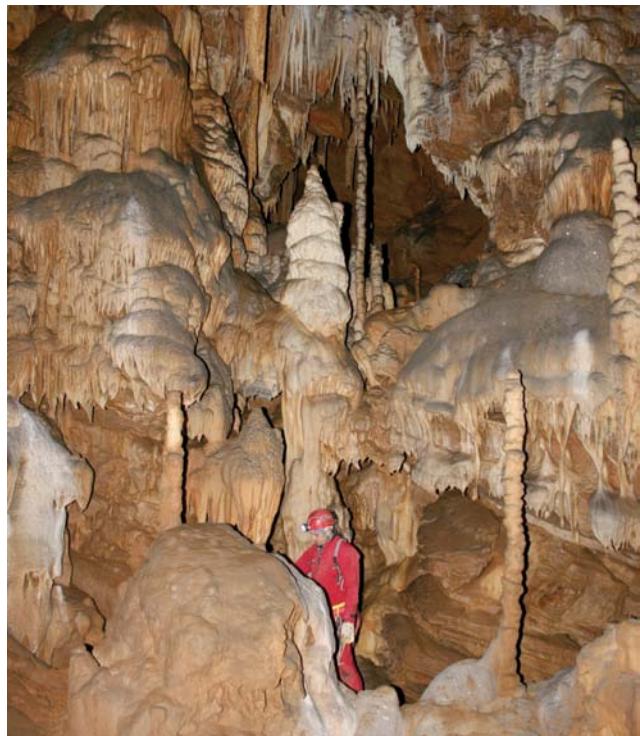
All research is included in three projects backed by the Ministry of Science, Education and Sports (MZOS), two international projects, and the projects contracted with direct clients. The projects financed by MZOS are as follows:

- Basic hydrogeological map of the Republic of Croatia;
- Basic engineering-geological map of the Republic of Croatia; and
- Geothermal map of the Republic of Croatia.

International projects:

- Risk Identification and Land-use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia (Japanese-Croatian project);
- CC-Waters Climate change and impacts on Water Supply (TC SEE project).

As recorded in annual reports from the previous years, the department has a tradition of seeing that at least one researcher obta-



Jama Golubinka u Homoljačkom polju.  
The cave Golubinka in the Homoljačko field.



Mjerenje protoka na povremenom vodotoku Sušica na Grobničkom polju.  
Measuring discharge at the occasional stream Sušica on the Grobničko Field.

ti istraživanja imaju izravnu primjenu u vodnom gospodarstvu, građevinarstvu, pri izradi prostornih planova, u elektroprivredi, rудarstvu, a posebice u zaštiti okoliša. U Zavodu radi 28 djelatnika od čega 6 mladih istraživača na suradničkom radnom mjestu.

Sva se istraživanja provode u sklopu tri projekta koje finansira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS), dva međunarodna projekta, te na projektima ugovorenim s neposrednim naručiteljima naših usluga. Projekti MZOS-a su:

- Osnovna hidrogeološka karta RH;
- Osnovna inženjerskogeološka karta RH; i
- Geotermalna karta RH.

#### Međunarodni projekti:

- Risk Identification and Land-use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia (japan-sko-hrvatski projekt);
- CC-WaterS: Climate change and impacts on Water Supply (TC SEE projekt).

Kao što je bilo pisano i proteklih godina, u Zavodu je već postala tradicija da svake godine barem jedan istraživač završi poslijediplomski studij i obrani doktorsku disertaciju. U 2012. godini disertaciju pod nazivom „Erosija ogolina u flišu središnje Istre“ obranio je viši stručni suradnik Vlatko Gulam. Ove godine očekuje se obrana još dvije doktorske disertacije – jedna iz hidrogeologije i jedna iz inženjerske geologije.

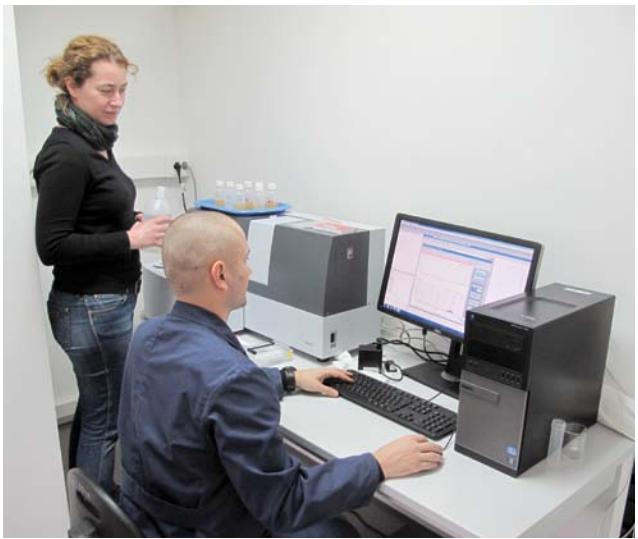
U 2012. godini djelatnici Zavoda za hidrogeologiju i inženjersku geologiju provodili su istraživanja na projektima koje fi-

ins a postgraduate scholarship and defends his doctoral thesis. In 2012, a dissertation titled “Erosion of denuded areas in the flysch of central Istria” was defended by the higher associate Vlatko Gulam. This year, two new defenses of doctoral dissertations are expected – one in the domain of hydrogeology and the other in the domain of engineering geology.

In 2012, employees of the Department of Hydrogeology and Engineering Geology carried out investigations on the projects financed by MZOS, including the finalisation of individual sheets of basic maps and associated explanation books. The results have been presented in journals and at international and national scientific and professional symposiums and meetings.



Određivanje postojanosti uzoraka laporanja.  
Determination of consistency of marl samples.



#### **Određivanje granulometrijskog sastava uzorka na laserskom difraktometru.**

Determination of the granulometric composition of a sample using a laser diffractometer.

nancira MZOS, uključujući završetak pojedinih listova osnovnih karata i pripadajućih tumača. Rezultati istraživanja prezentirani su u časopisima, kao i na međunarodnim i domaćim znanstvenim i stručnim konferencijama i skupovima.

U znatno manjem opsegu u odnosu na prethodne godine ugovoreno je projekata s neposrednim naručiteljima naših usluga, a veći su:

- Inženjerskogeološka svojstva zapadnog dijela Podsljemenske urbanizirane zone;
- Inženjerskogeološki istražni radovi za potrebe izrade tehničke dokumentacije (Idejnog rješenja i Izvedbenog projekta) za zaštitu pruge R102 Sunja – Volinja – D.G. od odrona nestabilnih stijenskih blokova s ogoljenih zasjeka;
- Požeština – nastavak vodoistražnih radova na Zapadnom polju Požega zbog pojave mangana na crpilištu – monitoring;
- Strateška bušotina 300 m – inženjerskogeološka interpretacija, konzultacija, pohrana jezgre;
- Izrada geoloških i hidrogeoloških podloga za potrebe izrade Studije utjecaja na okoliš na razini idejnog projekta područja trase brze ceste od čvora Nikolac sa spajem na D (uključivo most preko Neretve);
- Grobničko polje – trasiranje u svrhu određivanja bunara u Martinšćici;
- Izvor Rječine i sjeverozapadni rub Grobničkog polja, hidrogeološki radovi – hidrokemijska i izotopna istraživanja;

Projects contracted with direct clients considerably decreased in number with respect to previous years. Major projects include the following:

- Engineering-geological properties of the western part of the Podsljeme urbanised zone;
- Engineering-geological research work on demand to draft the technical documentation (conceptual design and construction design) to protect the railroad R102 Sunja-Volinja – D.G. from the sliding of unstable blocks of bedrock from the eroded railroad cuts;
- Požeština – the continuation of water research work at the West Field Požega due to the incidence of manganese in the water well – monitoring;
- A strategic borehole of 300 m – engineering-geological interpretation, consulting, borehole core storage;
- Construction of conceptually designed geologic and hydrogeological base maps for environmental impact assessment studies of the fast road area from the transit node Nikolic with a traffic junction to D (including the bridge over the Neretva River);
- Grobnik Field – underground water tracing with the purpose of determining the location of the well in Martinšćica;
- The spring of the Rječina River and northwestern rim of the Grobnik Field, hydrogeological research works – hydrochemical and isotopic investigations;
- Udbina – the sanitary protection zones of the Bukovac and Kraljevac springs;
- Hydrogeological investigations of Croatian-Slovenian cross-border aquifers (area from V. Snježnik to Prisavska Plain – I stage);
- Analysis and interpretation of previous investigations of the hydrogeological system Bokanjac – Poličnik;
- Korenica – the sanitary protection zones of the Krbavica and Čujića Krčevine springs;
- Medveja water research works – I stage;
- Hydrogeological monitoring over the construction of test-pumping water wells and a structural piezometric well at the water well stations Ravnik and Osekovo;
- Reports on sanitary protection zones at the water well station of the Zadar water-supply (Bunari 4 and 5, Jezerce, Oko, Golubinka and Boljkovac (in the context of hydrogeological system of Bokanjac – Poličnik)), with a preliminary decision on their protection drafted;

Priobalni krški izvor  
Golubinka.  
Coastal karst spring of  
Golubinka.



- Udbina – zone sanitarne zaštite izvora Bukovac i Kraljevac;
- Hidrogeološka istraživanja hrvatsko-slovenskih preko-graničnih vodonosnika (područje od V. Snežnika do pri-savske ravnice) - I. faza;
- Analiza i reinterpretacija dosadašnjih istraživanja hidro-geološkog sustava Bokanjac – Poličnik;
- Korenica – zone sanitarne zaštite izvora Krbavica i Čujića Krčevine;
- Medveja vodoistražni radovi – I. faza;
- Hidrogeološki nadzor nad izvedbom pokusno-eksploracijskih zdenaca i strukturno-piezometarske bušotine na crpilištima Ravnik i Osekovo;
- Elaborat zona sanitarne zaštite crpilišta zadarskog vo-dovoda (Bunari 4 i 5, Jezerce, Oko, Golubinka i Boljikovac (u sklopu hidrogeološkog sustava Bokanjac – Poličnik), uz izradu prednacrta odluke o zaštiti tih izvorišta;
- Preliminarno utvrđivanje inženjerskogeoloških značajki stijenske mase na kamenolomu Zaprešićki Ivanec s izra-dom pregledne inženjerskogeološke karte.

S obzirom na produženo financiranje postojećih projekata od strane MZOS, do srpnja 2013., u prvoj polovici ove godine planiran je nastavak revizije završenih listova hidrogeološke karte i završetak planiranih listova inženjerskogeološke i geotermalne karte. S obzirom da će se do tada potpisati i ugovor o teme-ljenom namjenskom višegodišnjem institucijskom financira-nju znanstvene djelatnosti u razdoblju 2013.–2015., u tijeku je priprema strateškog plana za razdoblje 2013.–2015.

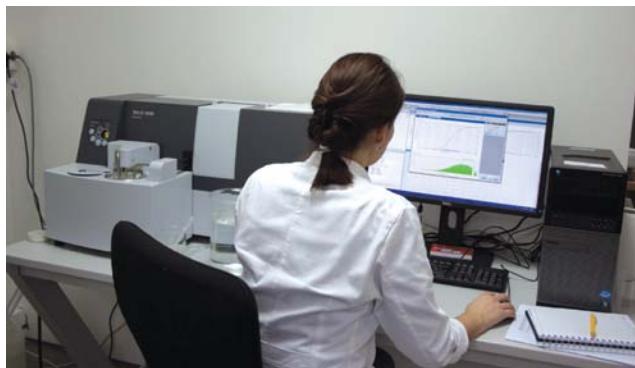
- Preliminary characterisation of engineering-geological properties of a rock mass in the Zaprešićki Ivanec quarry, with a large-scale engineering-geological map drafted.

Concerning the extended target date of financing for the existing projects by MZOS (until July 2013), it has been planned in the first half of this year that revision of the completed sheets of hydro-geological maps and finalisation of the already-proposed sheets of engineering-geological and goothermal maps continue. Considering that, thereafter, a new contract for basic multi-year financing of scientific activity for the period of 2013-2015 will be signed, a strategic plan for the aforementioned period is currently being discussed.

# Zavod za mineralne sirovine

## Department of Mineral Resources

Predstojnik Zavoda / Head of Department: Dr. sc. **Slobodan MIKO**  
 tel.: 358 1 6160 745  
 fax.: 385 1 6144 716  
 e-mail: slobodan.miko@hgi-cgs.hr



Laserski difraktometar za određivanje veličine čestica u rasponu od 0,017 mikrona do 2500 mikrona (SALD 2300, Shimadzu, Japan).

Laser diffractometer for measuring the grain size within the range from 0.017 microns to 2500 microns (SALD 2300, Shimadzu, Japan).

Geološka istraživanja koja izvode djelatnici Zavoda za mineralne sirovine (ZMS) odnose se na sve aspekte gospodarenja mineralnim sirovinama. Djelatnost ZMS usmjerenja je prvenstveno na inventarizaciju postojećih podataka o mineralnim sirovinama i izrade karata potencijalnosti eksploracije pojedinih mineralnih sirovina u RH. Istraživanja vezana za postanak mineralnih sirovina fokusirana su na istraživanja boksita, gipsa i ležišta glina. Tijekom 2012. izrađena je studija gospodarenja mineralnih sirovina za Primorsko-goransku županiju, a započela je izrada studija za Istarsku i Krapinsko-zagorsku županiju. Geokemijska istraživanja okoliša u Zavodu se provode kroz geokemijsko kartiranje. Paleolimnološka i istraživanja holocenskih marinskih sedimenata provode se pomoću detaljnih geokemijskih i mineraloška istraživanja tala i sedimenata te služe za indirektna istraživanja promjena u geološkim okolišima – naročito tijekom posljednjih 12.000 godina. Istraživanja antropogenih utjecaja na okoliš čine važnu komponentu ovih istraživanja. Istraživanja se provode terenskim i laboratorijskim

The geological investigations carried out by employees of the Department of Mineral Resources (ZMS) pertain to all aspects of the management of mineral resources. The activity of the department is focused primarily on creating an inventory of existing data concerning mineral resources and constructing maps covering the potentiality of their exploitation in the Republic of Croatia. Research work related to the genesis of mineral resources is directed towards the exploration of bauxite, gypsum and clay deposits. In 2012, the "Study of mineral resources management of Primorsko-Goranska County" was finalised, and similar studies were subsequently launched for Istarska and Krapinsko-Zagorska Counties. Geochemical investigations by the department are performed in the form of geochemical mapping. Palaeolimnological investigations of Holocene marine sediments require detailed geochemical and mineralogical studies of soils and stream (overbank, floodplain) sediments, providing indirect research on changes in geological environments – particularly those over the last 12,000 years. Investigations of anthropogenic impact on the environment form an important component of these studies. They consist of field and laboratory works (the latter in the chemical,



Uzorkovanje jezgara sedimenata.

Sampling of the sediment cores.

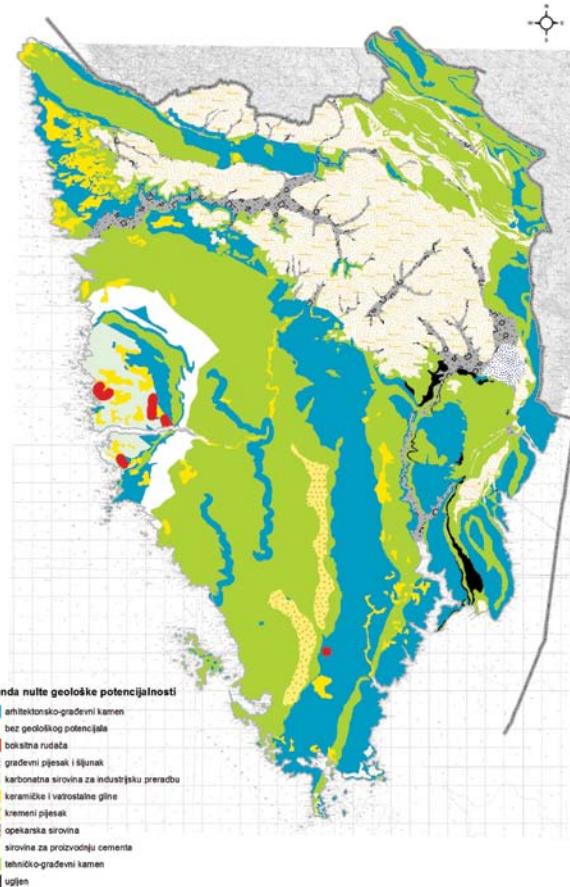


Rashladna komora za čuvanje jezgara sedimenata.

Cooling chamber for storage of the sediment cores.

radom (u kemijskom, sedimentološkom i mineraloškom laboratoriju Zavoda). Laboratorijsi su tijekom 2012. godine obnovljeni te su dodatno opremljeni laserskim difraktometrom za određivanje veličine čestica u rasponu od 0,017 mikrona do 2500 mikrona (SALD 2300, Shimadzu, Japan) koji mogu mjeriti i granulometrijski sastav suspendiranih čestica u prirodnim vodama. Kemijski laboratorij opremljen je analizatorom ugljika i dušika (CN analizator, FlashSoil 2000, Thermo) te semi-mikrovagom. Pripremni laboratorij je opremljen rashladnom komorom za skladištenje jezgri dužine 3m i spektrofotometrom za mjerjenje reflektirane svjetlosti s uzoraka (X-rite DTP22 digital swatch-book spectrophotometer). Od terenske opreme ZMS raspolaže pneumatskom bušilicom za plitka bušenja (do 10m) na kopnu te montažnom platformom s tornjem i klipnim kererom (Uwitec, promjera 60mm, dužine 3m) za uzimanje ne-poremećenih uzoraka sedimenata s dubina vodenog stupca do 60m i dužine jezgre do 12m. Istraživanja distribucije holocenskih tefri duž istočne obale jadranskog mora provedena su pomoću platforme na velikom jezeru na Mljetu zajedno s istraživačima s Hrvatskog prirodoslovnog muzeja. Istraživanja jezerskih sedimenata (terenska i laboratorijska) tijekom 2012. fokusirana su na Vransko jezero kod Biograda, Modro jezero kod Imotskog (datirana je jezgra dužine 8,5m, raspona starosti od 2600 godina), blatinu Sobra na Mljetu, te Bokanjačko blato. Sva se istraživanja provede uz korištenje GIS alata i suvremenih analitičkih tehniki kao i klasičnih geoloških metoda. Tijekom 2012. završio je međunarodni projekt "Održivo gospodarenje kamenim agregatima- Sustainable management of aggregates-SARMa) u sklopu Programa suradnje u jugoistočnoj Europi (SEE), te je krajem 2012. započeo (u sklopu istog programa) projekt SNAP-SEE (**Sustainable Aggregates Planning in South East Europe**), „Održivo planiranje kamenih agregata u jugoistočnoj Europi“. Istraživači Zavoda sudjeluju

sedimentologičkim i mineralogičkim laboratorijima u Zavodu. Laboratorijsi su obnovljeni i dodatno opremljeni laserskim difraktometrom za određivanje veličine čestica u rasponu od 0,017 do 2,500 mikrona (SALD 2300, Shimadzu, Japan). Difraktometar je u mogućnosti mjeriti granulometrijski sastav suspendiranih čestica u prirodnim vodama. Kemijski laboratorij je opremljen analizatorom ugljika i dušika (CN analizator, FlashSoil 2000, Thermo) te semi-mikrovagom. Pripremni laboratorij je opremljen rashladnom komorom za skladištenje jezgri dužine 3m i spektrofotometrom za mjerjenje reflektirane svjetlosti s uzoraka (X-rite DTP22 digital swatch-book spectrophotometer). Od terenske opreme ZMS raspolaže pneumatskom bušilicom za plitka bušenja (do 10m) na kopnu te montažnom platformom s tornjem i klipnim kererom (Uwitec, promjera 60mm, dužine 3m) za uzimanje ne-poremećenih uzoraka sedimenata s dubina vodenog stupca do 60m i dužine jezgre do 12m. Istraživanja distribucije holocenskih tefri duž istočne obale jadranskog mora provedena su pomoću platforme na velikom jezeru na Mljetu zajedno s istraživačima s Hrvatskog prirodoslovnog muzeja. Istraživanja jezerskih sedimenata (terenska i laboratorijska) tijekom 2012. fokusirana su na Vransko jezero kod Biograda, Modro jezero kod Imotskog (datirana je jezgra dužine 8,5m, raspona starosti od 2600 godina), blatinu Sobra na Mljetu, te Bokanjačko blato. Sva se istraživanja provede uz korištenje GIS alata i suvremenih analitičkih tehniki kao i klasičnih geoloških metoda. Tijekom 2012. završio je međunarodni projekt "Održivo gospodarenje kamenim agregatima- Sustainable management of aggregates-SARMa) u sklopu Programa suradnje u jugoistočnoj Europi (SEE), te je krajem 2012. započeo (u sklopu istog programa) projekt SNAP-SEE (**Sustainable Aggregates Planning in South East Europe**), „Održivo planiranje kamenih agregata u jugoistočnoj Europi“. Istraživači Zavoda sudjeluju



Karta nulte ili osnovne geološke potencijalnosti Istarske županije (RG studija IŽ). The map of zero, or basic, geological potentiality of the Istrian County (RG Study IŽ).



Kamenolom TGK Monte Pozzo,  
rudarsko geološka studija  
Istarske Županije.

The Quarry of TGK Monte Pozzo,  
The mining-geological study of  
the Istrian County.

u provođenju tri projekta koje financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS), te još nekoliko međunarodnih projekata:

#### A) Projekti MZOS-a:

- **Karta mineralnih sirovina RH (181-1811096-1104)** (Dr. sc. Zoran Peh);
- **Osnovna geokemijska karta RH (181-1811096-1181)** (Prof. dr. sc. Josip Halamić);
- **Holocenski sedimenti kao zapis promjena u okolišu Jadranskih sljevova (181-1953068-0363)** (Dr. sc. Georg Koch).

#### B) Međunarodni projekti:

- **SNAP-SEE project: Sustainable Aggregates Planning in South East Europe**, 2012-2014 (SEE programme; IPA), Vodeći partner: MUL Austria, Gunter Teiss;
- SPLASHCOS: Submerged Prehistoric Archaeology and Landscapes of the Continental Shelf, 2009-2013 (financiran od strane EU putem Cooperation in Science and Technology (COST) programa);
- **EUMIN Study on Structured Statistical Information on the Quality and Quantity of the EU Raw Materials Deposits** "DG ENTERPRISE & INDUSTRY", 2013-2014. Vodeći partner: BGS;
- EMODNET Geology, II. faza od 2013-2017: Knowledge base for growth and innovation in ocean economy: assembly and dissemination of marine data for seabed mapping EC DG FOR MARITIME AFFAIRS AND FISHERIES. Vodeći partner: BGS Lead partner EGS; MGEG partneri – cilj: izrada karte europskog podmorja u mjerilu 1:250.000; HGI sudjeluje na ovom projektu u partnerstvu s Hrvatskim hidrografskim institutom.

Island of Mljet with the research team from the Croatian Natural History Museum. Investigations of lake sediments (field and laboratory) in 2012 focused on the Vrana Lake near Biograd, Blue Lake near Imotski (dated core is 8.5 m long and ranging 2,600 years of age), the Sobra Blatina (the muddy pool) on Mljet Island, and Bočanjačko Blato. All these investigations were performed using GIS-tools, contemporary analytical techniques and classical geological methods. In 2012, the international project "Sustainable management of aggregates-SARMa" was brought to an end. This project belonged to the program Sharing Experience Europe (SEE), intended for cooperation between the countries of Southeast Europe. The project was replaced at the end of 2012 by a new project (a part of the same program) called SNAP-SEE "**Sustainable Aggregates Planning in South East Europe**". Researchers from the department were also engaged in three projects backed by MZOS and several other international projects:

#### MZOS projects:

- **Map of mineral resources of the Republic of Croatia (181-1811096-1104)** (Dr. sc. Zoran Peh);
- **Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia (181-1811096-1181)** (Dr. sc. Josip Halamić);
- **Holocene sediments as a record of changes in the Adriatic catchments (181-1953068-0363)** (Dr. sc. Georg Koch).

#### B) International projects:

- **SNAP-SEE project: Sustainable Aggregates Planning in South East Europe**, 2012-2014 (SEE program; IPA), Leading partner: MUL Austria, Gunter Teiss;
- SPLASHCOS: Submerged Prehistoric Archaeology and Landscapes of the Continental Shelf, 2009-2013 (backed by EU via Cooperation in Science and Technology (COST) program;



Isušeno Modro jezero kod Imotskog u veljači 2012. Datirana je jezgra sedimenata dužine 8,5 m ukupne starosti 2600 godina (izračunata brzina sedimentacije 3,3 mm godišnje).

The drained Blue Lake (Modro Jezero) near Imotski, in February, 2012. Dated is the core 8.5 m in length and total age of 2,600 years (calculated rate of sedimentation is 3.3 mm annually).

Istraživači ZMS sudjeluju kontinuirano od 2006. u arheološkim istraživanjima vezanim za antičke luke na Jadranu te su sada su uključeni u projekt CASKA: Navires et navigation en Dalmatie romaine: Recherches d'archéologie maritime et navale à Caska (île de Pag, Croatie). To je francusko-hrvatski projekt koji vode kolegice arheolozi Irena RADIC ROSSI i Giulia BOETTO.

Kvaliteti istraživanja na navedenim projektima doprinosi i izrada pet disertacija koja je u tijeku. Dvije su vezane za mineralne sirovine, a tri za istraživanje paleo-okolišnih indikatora u holocenskim kopnenim, marinskim i jezerskim sedimentima.



Vransko jezero kod Biograda i istraživačka platforma „Q2“.

The Vrana Lake near Biograd and the research platform „Q2“.

- **EUMIN Study on Structured Statistical Information on the Quality and Quantity of the EU Raw Materials Deposits" DG ENTERPRISE & INDUSTRY, 2013-2014.** Leading partner: BGS;

EMODNET Geology, II stage from 2013-2017: Knowledge base for growth and innovation in ocean economy: assembly and dissemination of marine data for seabed mapping EC DG FOR MARITIME AFFAIRS AND FISHERIES. Leading partner: BGS Lead partner EGS; MGE partners – scope: construction of map of European seabed, scale 1:250,000; HGI-CGS participates in this project as a partner together with the Croatian Hydrographic Institute.

Since 2006, the research team of the department has continually engaged in archaeological investigations related to ancient Mediterranean ports in the Adriatic. Currently, it is involved in the project CASKA: Navires et navigation en Dalmatie romaine: Recherches d'archéologie maritime et navale à Caska (île de Pag, Croatie), a French-Croatian project led by archeologists Irena RADIC ROSSI i Giulia BOETTO.

The quality of investigations concerning the above-mentioned projects will be improved by five dissertation theses that are currently being prepared. Two of them are related to mineral resources. The rest are engaged in investigations of palaeoenvironmental indicators in Holocene continental, marine and lacustrine sediments.

# Geološka služba

## Geological Survey

Autori / Authors: Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ & Mario DOLIĆ**  
Voditelj službe / Head of the survey: Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ**  
josip.halamic@hgi-cgs.hr

Misija EuroGeoSurveys konzorcija (EGS), čiji smo punopravni član od 2006. godine, je pružanje javnosti znanja iz područja geoznanosti zbog EU konkurentnosti, dobrobiti cjelokupnog društva, upravljanja okolišem kao i međunarodnih obveza.

Radi što efikasnijeg ispunjavanja zadane misije, a glede najnovijih ekonomskih kretanja u EU zajednici (kriza mineralnih sirovina, zaštita okoliša, geohazardi i dr.), na generalnoj skupštini EGS-a u Varšavi 2011. godine, direktori svih članica odlučili su unutar Programa „FP7-e-infrastructure“ pokrenuti zajednički projekt pod nazivom „EGDI-Scope“, kao prvi korak u stvaranju Europskog geološkog servisa na principu ERA-NET sheme za Geoznanost na nivou Europe, na temelju članku 185. TFEU (bivši članak 169. TEC) gdje stoji: „*In implementing the multiannual framework programme, the Union may make provision, in agreement with the member States concerned, for participation in research and development programmes undertaken by several Member States, including participation in the structures created for the execution of those programmes*“. Kompletna inicijativa bi trebala biti realizirana u okviru Programa HORIZON2020 u sljedećih 5 godina. Cilj EGDI-Scope projekta je prikupiti sve relevantne podatke od svih članica EGS-a o znanstveno-stručnom, ljudskom i materijalnom potencijalu, kao i o svim postojećim i dostupnim bazama geoloških podataka i informacija, i dati prijedlog sljedećeg koraka tj. stvaranja ERA-NET-a za Geoznanost u EU.

Na temelju odluke Generalne skupštine EGS-a u Varšavi 2011., u 2012. godini je nastavljen rad na trajnom Europskom projektu izrade Digitalne geološke karte Europe M 1:100.000 – projekt „OneGeology Plus“ ([www.onegeology.org](http://www.onegeology.org)), pri čemu su naši stručnjaci bili na radionicama za završetak toga projekta. Voditelj tog dijela projekta je Češka geološka služba (CGS), a stručnu podršku pružiti će nam Geološki zavod Slovenije (GeozS). Za potrebe tog projekta Geološku kartu RH 1:300.000 će-

The mission of the EuroGeoSurveys consortium (EGS), to which we applied for full membership already in the year 2006, is to provide public records containing knowledge from the field of geoscience to sustain the EU. EGS provides public Earth science knowledge to support the EU's competitiveness, social wellbeing, environmental management and international commitments.

Favouring the more effective accomplishment of this mission in light of the latest economic movements in EU community (mineral resources crisis, environmental protection, geohazards, etc.), the directors of all EGS members decided at their General Assembly held in Warsaw in autumn 2011 to launch a common project titled “EGDI-Scope” as part of the program “FP7-e-infrastructure” as a first step in the creation of a European Geological Service on the principle of the ERA-NET scheme for geosciences on a European level, based on Article 185 TFEU (the former Article 169 TEC), which reads: “In implementing the multiannual framework programme, the Union may make provision, in agreement with the member States concerned, for participation in research and development programs undertaken by several Member States, including participation in the structures created for the execution of those programmes”. The complete initiative should be realised within the scope of the Program HORIZON2020 in the next 5 years. The objective of the EGDI-scope project is to collect all relevant information from all EGS members on scientific and professional human and material potential and all existing and available geological databases and information to propose the next step, the establishment of ERA-NET-a for geosciences in EU.



mo prilagoditi traženom mjerilu 1:1,000.000. Završetak projekta planira se za kraj 2013.

\*

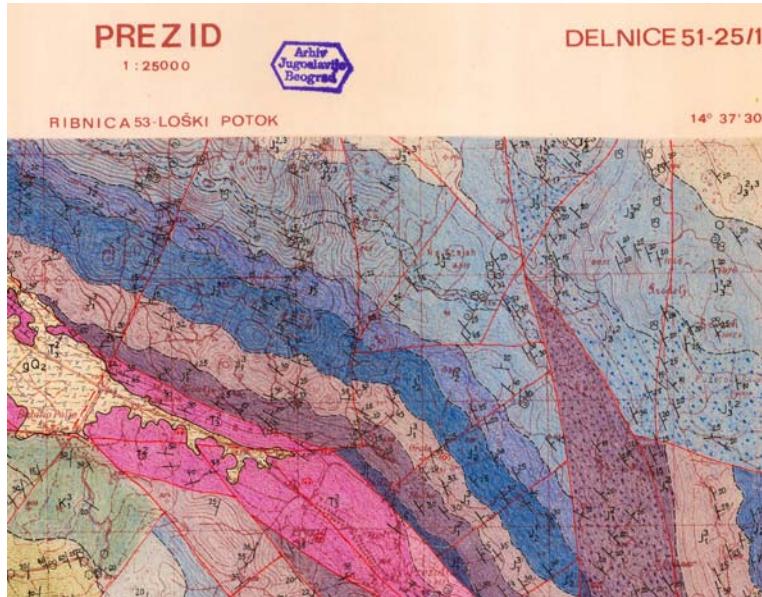
U 2012. godini održane su dvije Generalne skupštine EGS-a, jedna proljetna u Briselu, a druga jesenska u Beču. Izvješća i zaključci tih skupština dostupni su na web stranici EGS-a ([www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org)).

\*

U drugoj polovici 2012., temeljem trenutno važećeg Zakona o rудarstvu, Članak 9., Stavak 3., a po nalogu Ministarstva gospodarstva počelo je preuzimanje svih geoloških, geočimskihih i geofizičkih bušotinskih podataka od naftne kompanije INA d.d. U prvoj fazi preuzeti su podatci za istražne bušotine za područje sjeverozapadne Hrvatske, nakon čega će uslijediti bušotinski podatci za područje Dinarida, Jadrana i na kraju za područje panonskog dijela Hrvatske. Ovo preuzimanje podataka je početak stvaranja jedinstvenih baza podataka, kako za površinski dio (geološke karte svih vrsta i podatci pri istraživanju mineralnih sirovina), tako i za dubinske podatke dobivene pri istraživanju ugljikovodika. Time će se dobiti valjana osnova za održivo i racionalno gospodarenje mineralnim sirovinama za čitav teritorij Republike Hrvatske (RH) po uzoru na druge zemlje članice EU-a.

\*

Početkom tridesetih godina prošlog stoljeća Geološka služba Hrvatske je zajedno s ljudstvom i materijalnom dokumentacijom preseljena u Beograd. Krajem tridesetih godina ljudstvo



Isječak radne geološke karte 1:25.000 iz Arhiva u Beogradu.

The segment of the working geologic map, scale 1:25,000 from the Archive in Belgrade.

Based on the decisions of the EGS General Assembly in Warsaw in 2011, the permanent European project of constructing of Digital Geological Map of Europe, scale 1:1,000,000, was carried out this year with the project "OneGeology Plus" ([www.onegeology.org](http://www.onegeology.org)), with our experts visiting workshops organised for the purpose of concluding the project. The leader of this part of the project is the Czech Geological Survey (CGS), with professional support from the Geological Survey of Slovenia (GeoZS). The Geological Map of Croatia, scale 1:300,000, will be adjusted to the required scale of 1:1,000,000 for the project. Completion of the project is planned for the end of 2013.



\*

In 2012, two EGS General Assemblies were held, one in the spring in Brussels and the other in the autumn in Vienna. Reports and conclusions from these conferences are available on the EGS web page. ([www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org)).



\*

In the second half of 2012, by virtue of the currently valid Mining Act, Article 9, Paragraph 3, mandated by the Ministry of Economy, we began to take over all geological, geochemical and geophysical core data from the INA oil company. In the first stage, we captured data from the research boreholes in the northwestern part of Croatia, followed by capturing data from the Dinarides, Adriatic, and, finally, Pannonian areas. This takeover of data is a starting point in the creation of unified databases for both surface data (geological maps of all types and data collected during research work on mineral resources) and deep data acquired during hydrocarbon research. In this way, we hope to obtain a well-established base for the sustainable and rational management of mineral resources over the entire territory of the Republic of Croatia following other EU state members.

je vraćeno u Zagreb, ali je dokumentacija zadržana u Beogradu. Osim toga, većina radnih i drugih materijala za izradu Osnovne geološke karte 1:100.000 (OGK 1) je, također, nakon službenog završetka projekta 1989. godine zadržano u Saveznom geološkom zavodu u Beogradu (preko 1200 raznovrsnih geoloških karata te druga materijalna dokumentacija). Prije tri godine, nakon neuspješne intervencije kod Ministarstva vanjskih poslova RH, od strane Hrvatskog geološkog instituta samoinicijativno je pokrenuta akcija za vraćanje te dokumentacije iz Državnog arhiva Republike Srbije, Geoinstituta iz Beograda te drugih nadležnih institucija. Krajem prošle godine taj proces vraćanja spomenute dokumentacije je završen i vraćena je sva nedostajala dokumentacija. Prikupljeno je i vraćeno preko 1800 raznovrsnih geoloških karata te preko 200 elaborata i izvješća i to u digitalnom obliku. Sve je to sada pohranjeno u Arhivu Hrvatskog geološkog instituta – Hrvatske geološke službe i čine sastavni dio nacionalne arhivske građe.



Tijekom 2012. godine u bazu podataka Arhiva Hrvatskog geološkog instituta unesena su 64 nova izvješća, te još 124 stara izvješća koja su pronađena i unesena tijekom skeniranja, tako da s današnjim danom baza sadrži ukupno 15.198 izvješća.

Nastavljeno je s digitalizacijom cijelokupnog arhiva što uključuje skeniranje svih tekstova, priloga i karata, a nova izvješća, dobivena na CD-ima, odmah su pretvarana u PDF format.

Osim najnovijih izvješća iz 2012. godine, koja se promptno unose u bazu, nastavljeno je i završeno skeniranje izvješća vezanih uz listove Osnovne geološke karte te je taj dio Arhiva u potpunosti sređen. Tako je do danas ukupno skenirano 3632 izvješća. Cijelokupna baza geoloških podataka i informacija sadrži 3013 foldera i 11.200 datoteka.

U 2012. godini potpisani su sporazumi o nastavku znanstveno-istraživačke suradnje s Geološkom službom Slovačke (SGUDS), Geološkom službom Mađarske (MAGFI) i Rudarsko-geološkim fakultetom Sveučilišta u Štalu (RGN), Makedonija; što će omogućiti nastavak i do sada uspješne suradnje između Hrvatskog geološkog instituta i tih institucija.

\*

In the beginning the thirties, the Geological Survey of Croatia, including the entire staff and all the material documentation, was moved to Beograd. After a decade, the staff returned to Zagreb, but documentation has remained in Beograd. In addition, following the official closing of the project in 1989, most of the working material and other material required for the construction of the Basic Geological Map, scale 1:100,000 (OGK1), was left with the Federal Geological Survey in Beograd (over 1,200 various geological maps and other material documentation). Three years ago, following unsuccessful interventions via the Ministry of Foreign Affairs of RH, the Croatian Geological Survey independently initiated retrieval of all existing documentation from the State Archive of the Republic of Serbia, Geoinstitute in Beograd, and other responsible institutions. By the end of last year, the process of regaining the aforementioned documentation was successfully completed, and all missing documentation was returned. Over 1,800 diverse geological maps and over 200 studies and reports, all on electronic media, have been collected and returned to Zagreb. This material is currently stored in the Archive of the Croatian Geological Survey as a constituent of the national archive material.

\*

In 2012, the database of the HGI-CGS Archive was supplemented with 64 new reports. Together with 124 old reports found beforehand, they were scanned. Thus, the current database contains 15,198 reports in total.

transferring the entire archived database to electronic form, which includes scanning all writings, supplemental material and maps, continued into this year. The new reports written on CD were directly converted into PDF format.

In addition to the newest reports from 2012, which are promptly stored in the database, the process of scanning all written material related to the sheets of the Basic Geological Map has been ongoing and will result in a complete modification of that part of the archive. 3,632 reports have been scanned to this day. The entire geological database contains 3,031 folders and 11,200 files.

\*

In 2012, agreements were signed regarding the maintenance of scientific-research cooperation with Geological Survey of Slovakia (SGUDS), the Geologic Survey of Hungary (MAGFI), and the Faculty of Geology and Mining, University of Štip, Macedonia, which will prolong the already-successful collaboration between these institutions and HGI-CGS.



2

*Geološke karte*  
– temeljna djelatnost /  
*Geological Maps*  
– *Basic Activity*

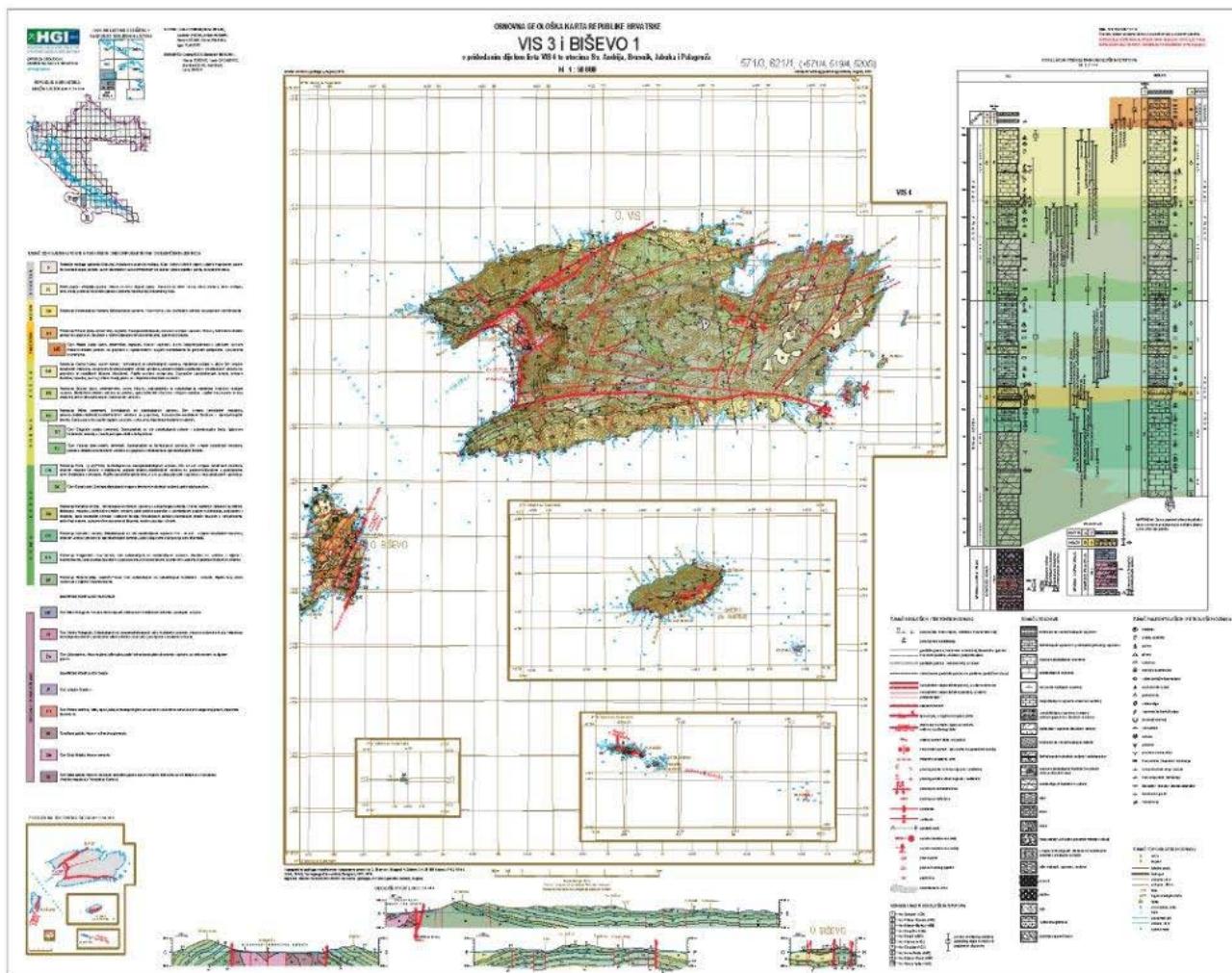
# Osnovna geološka karta Republike Hrvatske 1: 50.000

## Basic Geological Map of the Republic of Croatia 1:50,000

Autor teksta / Autor of the text: Dr. sc. **Ivan HEĆIMOVĆ**  
 Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Mirko BELAK**  
 ivan.hecimovic@hgi-cgs.hr

Izrada osnovnih geoloških karata je trajan proces i temeljni oblik geoloških istraživanja koja imaju za cilj što bolje spoznati geološku građu državnog teritorija. To je osobito važno za pronađenje novih mineralnih sировина i pitkih voda, za opti-

Construction of basic geological maps is a perennial process representing an essential form of geological investigation with the scope of thorough reconnaissance of geological fabric of the state territory. This approach is of particular importance in the dis-



Geološka karta list Vis-3 i Biševo-1 M 1:50.000.  
 Geological map: sheets Vis-3 and Biševo-1, scale 1:50.000.

malno gospodarenje postojećim prirodnim bogatstvima, ali i kao polazište u racionalnoj uporabi prostora.

Osnovna geološka karta (OGK) RH 1:50.000 je temeljena na lithostratigrafskoj podjeli, a u kontinuitetu se izvodi od 1989. godine. Ona je izravna slijednica OGK 1:100.000 (1962.–1989.) te predstavlja njezinu drugu fazu.

Među najznačajnija postignuća u izradi OGK u 2012. godini spada finalizacija, geološka recenzija i probni tisak dva završne lista. To su listovi Cres-2 te list Vis-3 i Biševo-1. Za te listove sada predstoji izrada Tumača. U završnoj fazi obrade su listovi Cres-3 i 4, Vis-4, Omiš-3 i 4 te Požega 3 i 4 kojima nakon digitalizacije predstoji recenzija te probno tiskanje.

Terenska geološka istraživanja na OGK su izvođena u okviru zadatka odnosno listova. Tako je u 2012. godini, u sklopu zadatka „Sjeverozapadna Hrvatska“ na listovima Zagreb-2 i Ivanić Grad-1 obavljena reambulacija i dodatno istraživanje kredno-paleogenskog kompleksa naslaga. Na listu Zagreb-3 su provedena plitka bušenja u kvartarnim naslagama u ukupnoj dužini 92 metra. Isto tako, definiran je odnos i utvrđena geološka granica kvartarnih prema starijim naslagama. Osim najmlađih naslaga na ovom listu su istraživane i najstarije, naslage paleozoika. Na listu Ptuj-2 u području Ravne gore istraživane su trijaske naslage. Snimani su stupovi, a zatim je provedeno kartiranje te utvrđeni odnosi prema dodirnim naslagama.

Na zadatku „Slavonija“ provedeno je završno kartiranje i reambulacija neogoenskih naslaga. Izvedeno je plitko bušenje u kvartarnim naslagama na listovima Požega 3 i 4. Bušenje ukupne dužine 85 metara je obavljeno zbog velike pokrivenosti terena.

U okviru projektnog zadatka „Istra“ snimljeni su detaljni geološki stupovi na području Učke. Geološki stupovi su također snimani na otoku Premudi, list Silba-1, u okviru zadatka „Kvarner“.

covery of new deposits of mineral and water resources, the optimal management of natural resources and establishing a starting point in rational land use.

The Basic geological Map (OGK) RH, scale 1:50,000, is based on lithostratigraphic divisions and has been worked on continually since 1989. It is a direct successor of OGK, scale 1:100,000 (1962–1989), corresponding to its second phase.

Among the most important achievements concerning the OGK in 2012 are finalisation, geological peer review, and proof print of the two completed sheets. The sheets are Cres-2, Vis-3 and Biševo-1. These sheets ought to have associated explanation books. The sheets Cres-3 and 4, Vis-4, Omiš-3 and 4, and Požega 3 and 4 are in their closing phase, which includes digital recording with subsequent peer review and proof printing.

Field geological investigations on OGK were carried out in the context of particular assignments, or sheets. Thus, in 2012, within the framework “Northwestern Croatia”, the sheets Zagreb-2 and Ivanić Grad-1 underwent re-ambulation and additional investigation of the Cretaceous-Palaeogene rock complex. The work on the Zagreb-1 sheet is characterised by shallow drilling in Quaternary sediments covering 92 meters. The relationship with older sedimentary rocks has been defined, and a geological boundary has been established. In addition to the youngest deposits on this sheet, the oldest rocks, Palaeozoic rocks, were also a target of investigation. For the sheets Ptuj-2, covering the area of the Ravna Gora Mt., Triassic rocks were investigated. Stratigraphic columns were described, and the relationship with boundary rocks was established in the course of mapping.

In accomplishing the “Slavonia” assignment, the final-phase mapping and re-ambulation of Neogene sedimentary rocks were carried out. The work included shallow drilling in Quaternary sediments on the sheets of Požega-3 and Požega-4. A total of 85 meters were drilled to compensate for the thick soil cover hiding the outcrops.

Within the framework of the “Istria” assignment, detailed geological columns were described in the area of the Učka Mt. Geological columns were also described on the island of Premuda, sheet Silba-1, within the scope of the “Kvarner” assignment.

# Osnovna inženjerskogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000

## Basic Engineering Geological Map of the Republic of Croatia 1:100,000

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Renato BULJAN**  
renato.buljan@hgi-cgs.hr

U svrhu detaljnog istraživanja nestabilnih padina na JZ obroncima Medvednice ponad Zagreba vrši se stereoskopska analiza klizišta i opasnosti od klizanja, obuhvata oko 100 km<sup>2</sup>. Kako se prostorna distribucija i aktivnosti klizišta mijenjaju tijekom vremena, prošlo i sadašnje stanje nestabilnih padina ključ su za predviđanje budućih nestabilnosti. Zbog toga se pristupilo izradi inventara klizišta za dva povijesna razdoblja na temelju analize snimaka iz 1964. i 1998. godine. Inventar uključuje podatke o klizištima koja su bila aktivna u prošlosti i koja su aktivna danas. Identifikacija klizišta, ocjena izraženosti njihovih značajki i procjena relativne opasnosti od klizanja rađena je primjenom AHP metode (*Analytic Hierarchy Process*) prilagođene specifičnim uvjetima (vrsti naslaga) na istraživanom području Podsljemenske zone (tema doktorske disertacije istraživača Laszla Podolszkog). Uz grafički prikaz prostornog položaja i granica klizišta, inventar uključuje opisne podatke za svako klizište (litologija, stratigrafija, aktivnost i ostalo). Dobiveni povijesni podaci, u kombinaciji s recentnim, trebaju omogućiti precizniju identifikaciju klizišta i procjenu relativne opasnosti od klizanja – izradu karte rizika od klizanja za područje istraživanja.

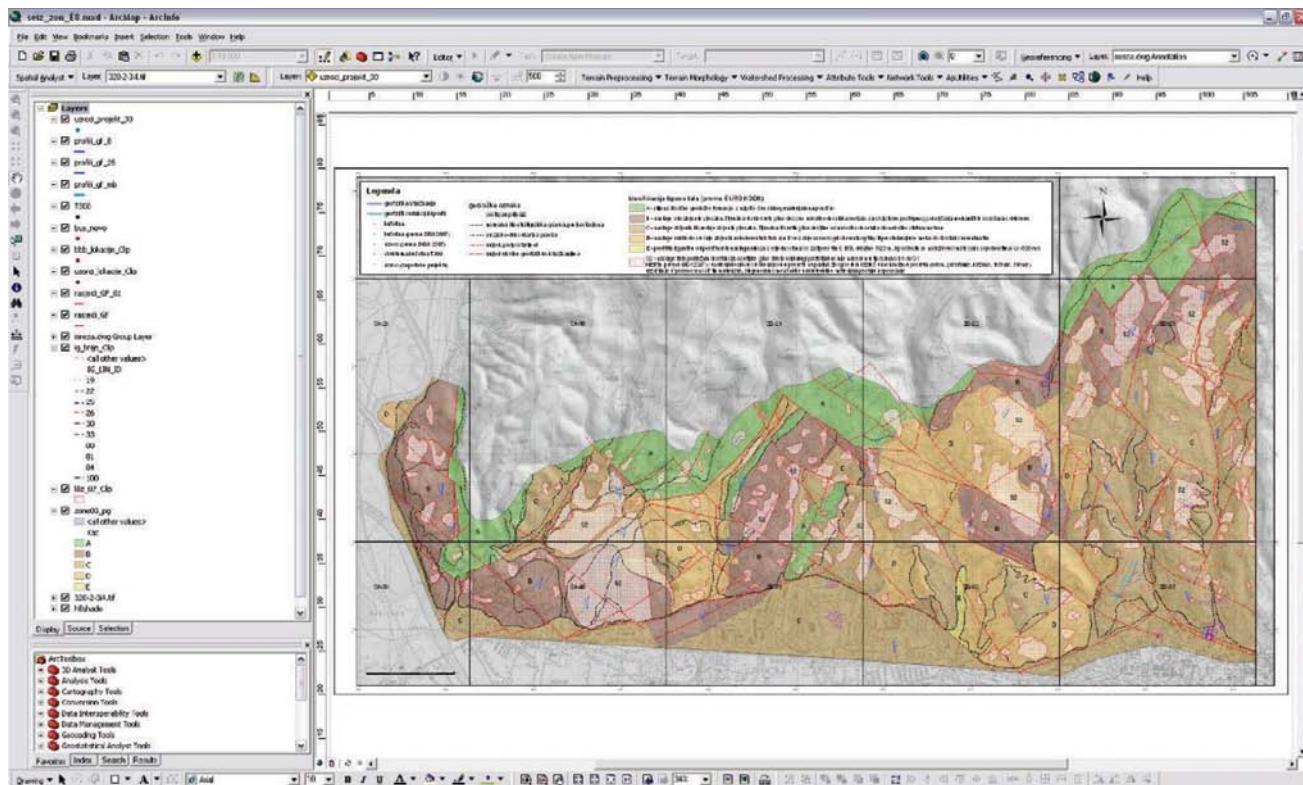
Tematska skupina OIGK u suradnji s odjelom za geofiziku PMF-a iz Zagreba je prema Eurokodu 8 na temelju klasifikacije na-sлага i glavnih mehaničkih značajki zastupljenih tipova tla na-činila inženjerskogeološku (IG) kartu jugozapadnih obronaka Medvednice (površine oko 30 km<sup>2</sup>). Klasifikacija je izvršena na temelju postojećih geoloških i IG podataka s registriranih kli-

Currently, a stereoscopic analysis of landslides and landslide hazards covering approximately 100 km<sup>2</sup> is being carried out with the purpose of performing a detailed investigation of unstable slopes in the SW parts of the Medvednica Mt. north of Zagreb. Because spatial distributions and landslide activity change with time, the previous and current situations of unstable slopes are key to predicting future instabilities. With this in mind, we began forming an inventory of landslides for two historical periods based on aerial photographs from 1964 and 1998. The inventory includes key information on landslides that were active in the past and are still active today. Landslide identification, evaluation of how their characteristics are expressed, and assessment of relative landslide risk were performed using the AHP method (*Analytic Hierarchy Process*) adjusted to specific conditions (type of rocks) in the investigated area of the Podsljeme Zone (the doctoral thesis of young researcher Laszlo Podolszki). In addition to the graphic representation of the spatial position and limits of landslides, the inventory includes descriptive data for each landslide (lithology, stratigraphy, activity, and other). The obtained historical data, combined with recent data, are needed to more precisely assess the relative landslide risk – construction of a landslide risk map for the area of investigation.

The OIGK project group, in cooperation with the Department of Geophysics of Faculty of Science (PMF) from Zagreb, has made, according to Eurocode 8 and on the basis of classifying rocks and the major mechanical characteristics of the covering soil types, an engineering-geological (IG) map of the southwestern slopes of the Medvednica Mt. (area of circa 30 km<sup>2</sup>). Classification was

zišta, detaljne IG karte (DIGK2007) i dodatno prikupljenih podataka za potrebe projekta. Posebna pažnja posvećena je prostornoj distribuciji tipova tala (lateralno i po dubini). Motrene su brzine rasprostiranja P i S valova, broj udaraca standardnog penetracijskog pokusa (SPP), posmične čvrstoće nedreniranog tla, dubina osnovne stijene i ostalo. Načinjena su 34 geofizička profila seizmičke refrakcije, 33 MASW mjerena i 33 REMI mjerena. Za tridesetak uzoraka tla ili stijene u laboratoriju je određena jednoosna tlačna čvrstoća, granulometrija i Attebergove granice tečenja i plastičnosti. Temeljem tako dobivenih rezultata napravljena je IG kategorizacija tala u tipove: A, B, C, D, E, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> prema Eurokodu 8 (Tablica). Svi podaci načinjeni su u

done according to existing geological and IG data from registered landslides, a detailed IG map (DIGK2007) and collected data for the project. Particular attention was paid to the spatial distribution of soil types (laterally and vertically). The velocities of propagation of P and S waves were observed together with the number of hits of the standard penetration tests (SPT), the shear strength of the non-drained soil, the depth to the underlying bedrock, etc. In addition, 34 geophysical cross-sections of seismic refractions, together with 33 MASW and 33 REMI measurements, were made. For approximately thirty soil and rock samples, the single-axis pressure strength, granulometry and Atterberg limits of liquidity and plasticity were determined in the laboratory. Based on results, the soils were IG classified as A, B, C, D, E, S<sub>1</sub>, and S<sub>2</sub>.



Prikaz organizacije podataka za potrebe GIS projekta u ESRI ArcGIS 9.3. Mxd projekt (seis\_zon\_E8.mxd) sadrži pet točkastih shape datoteka, šest linijskih shape datoteka, dvije poligonalne shape datoteka, dwg i dvije podloge. Točkasti shape-ovi sadrže podatke o lokacijama uzorkovanja i lokacijama bušotina. Linijski shape-ovi sadrže podatke o geofizičkim istraživanjima i geološkim oznakama. Poligonalni shape-ovi sadrže podatke o klizištima prema DIGK2007 i klasifikaciji tipova tla prema Eurokodu8. Dwg datoteka prikazuje podjelu istraživanog područja prema HOK-u. Za podloge su uzete rasteri: tiff-ovi topografske podloge 320-2-3 i 320-2-4 u M 1:25.000 i hillshade 25x25 dobiven iz DMR-a 25x25.

Representation of data organisation for the purpose of GIS projects in ESRI ArcGIS 9.3 Mxd project (seis\_zon\_E8.mxd) comprising five point-shape folders, six line-shape folders, two polygon-shape folders, dwg, and two bases. The point shapes contain data on sample and borehole locations. The line shapes contain data on geophysical investigations and geological symbols. The polygon shapes contain data on landslides according to DIGK2007 and classification of soil types in accordance with Eurocode8. The dwg folder displays divisions of the investigated area according to HOK. The utilised base maps are represented by raster: tiffs of topographic base maps 320-2-3 and 320-2-4, scale 1:25.000, and hill shades 25x25 obtained from DMR 25x25.

## Klasifikacija tla po Eurokodu 8 / Classification of soils according to Eurocode 8

Tip tla / Soil type	Opis stratigrafskog profila / Description of stratigraphic cross-section	$v_{s,30}$ (m/s)	N (udarci/30 cm) / (hits/30 cm)	$c_u$ (kPa)
A	Stijena ili njoj slične geološke formacije, uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini <i>Rock or similar geological formation with no more than 5 m of weaker material on the surface</i>	> 800	-	-
B	Slojevi vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo čvrste gline, debljine najmanje nekoliko desetina metara, karakterizirani stupnjevitim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom <i>Layers of very densely packed sand, gravel, or very hard clay, at least several tens of meters thick, characterised by a gradual increase in the mechanical properties with depth</i>	360÷800	> 50	> 250
C	Slojevi zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili čvrste gline, debljine od nekoliko desetina do više stotina metara <i>Layers of densely or moderately densely packed sand, gravel, or very hard clay several tens to several hundreds of meters thick</i>	180÷360	15÷50	70÷250
D	Rastresiti do srednje zbijeni nevezani sedimenti (s ili bez mehaničkih kohezivnih slojeva) ili predominantno mekano do čvrsto kohezivno tlo <i>Loosely to moderately densely packed unconsolidated sediments (with or without soft cohesive layers) or predominantly soft to strong cohesive soil</i>	< 180	< 15	< 70
E	Tlo se na površini sastoji od aluvijalnih nanosa s vrijednosti $v_{s,30}$ prema tipu C ili D i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je krući materijal s $v_{s,30} > 800$ m/s <i>Soil on the surface composed of alluvium with a value <math>v_{s,30}</math> according to type C or D and a thickness between 5 and 20 m, overlying a layer of harder material with <math>v_{s,30} &gt; 800</math> m/s</i>			
$S_1$	Tlo sadrži najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visokim plastičnim indeksom ( $PI > 40$ ) i visokom sadržajem vode <i>Soil containing a layer of soft clay at least 10 m thick with a high index of plasticity (<math>PI &gt; 40</math>) and high content of water</i>	< 100 (indikativno) (indicatively)	-	10÷20
$S_2$	Tlo podložno likvefakciji s osjetljivim glinama ili bilo koji drugi profil tla koji nije uključen u kategorije A-E ili $S_1$ <i>Soil prone to liquefaction with sensitive clays or any other soil profile not included in the categories A-E or <math>S_1</math></i>			

GIS-u, svaki poligon, linija ili točka iza sebe ima bazu podataka i prostorno je određena.

Tijekom 2013. godine intenzivirat će se terenski radovi na OIGK listovima Crikvenica i Rijeka u Hrvatskom Primorju i list Varaždin u panonskom dijelu Hrvatske.

according to Eurocode 8 (Table). All data were represented in GIS. Every polygon, line, and point was associated with the appropriate database and was thus spatially defined.

In 2013 the field work will be intensified on the OIGK sheets of Crikvenica and Rijeka in Hrvatsko Primorje, as well as on the sheet Varaždin in the Pannonian part of Croatia.

# Osnovna hidrogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000

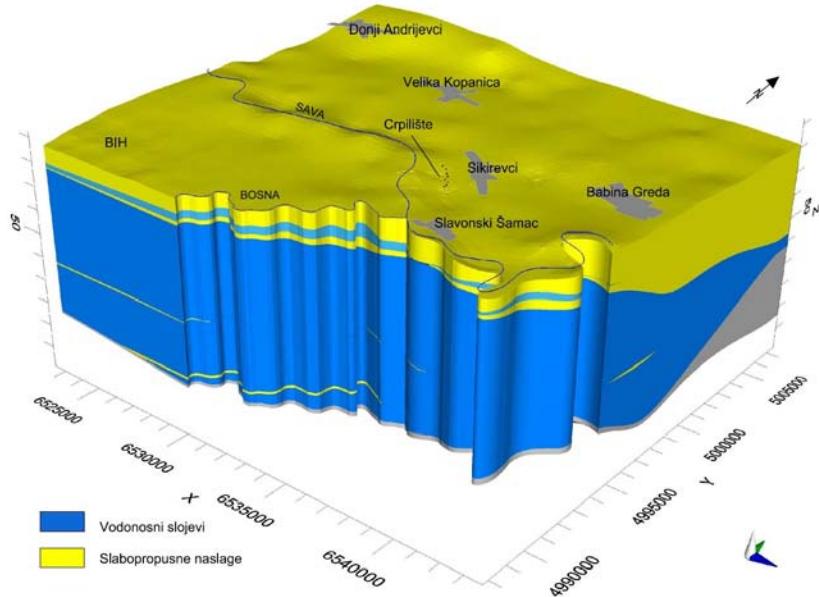
## Basic Hydrogeological Map of the Republic of Croatia 1:100,000

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. Željka BRKIĆ

[zeljka.brkic@hgi-cgs.hr](mailto:zeljka.brkic@hgi-cgs.hr)

U 2012. godini istraživanja na projektu OHGK provodila su se na nekoliko lokacija. Područje istočne Slavonije, područje Rijeke i Grobnika, Ravnih Kotara, neposrednog slijeva rijeke Kupe i Žumberka. Prikupljeni su podatci o vodnim pojavama i objektima, izdašnostima izvora, razinama podzemnih voda, te uzorci podzemne vode za fizikalno-kemijske analize voda. Zanimljivi podatci su registrirani u neposrednom slijevu rijeke Kupe. S obzirom na pojave izvora područje se može podijeliti na izrazito uski slijev do zavoja Kupe nizvodno od Prilišća i ipak nešto širi dio u nastavku prema Ozlju. U prvom dijelu slijeva nema površinskih tokova prema Kupi, a svi značajniji izvori nalaze se uz njeno korito. Dio njih u uvjetima visokih voda biva poplavljen vodomama Kupe. Premda nije riječ o izrazito velikim krškim izvorima, sve ih karakterizira velik omjer između minimalnih i maksimalnih izdašnosti. U minimumu oni daju svega nekoliko, rijetko više od 10 L/s, ali su im maksimalne izdašnosti gotovo redovito više stotina L/s, a kod nekih prelaze i 1 m<sup>3</sup>/s. Mala minimalna izdašnost, pa i presušivanje pojedinih izvora, odnosno odsutnost značajnijeg baznog toka, posljedica je intenzivne okršenosti karbonatnih naslaga, male prostorne dubine slijeva prema zaleđu i relativno male debljine nadsloja – vadozne zone (plitki krš). S druge strane, izvori vrlo brzo reagiraju na oborine, izdašnost im se mnogostruko povećava, što je gotovo u pravilu popraćeno zamućenjem vode. U drugom, proširenom dijelu slijeva najznačajniji izvori javljaju se dublje u zaleđu.

In 2012, investigations for the OHGK project were carried out at several locations, including an area of eastern Slavonia, the city of Rijeka and the associated Grobnik area, the Ravn Kotari region, the immediate watershed of the Kupa River, and an area of Žumberak, all with the purpose of collecting data on water phenomena and objects, spring capacities, and underground water levels. In addition, water samples were taken for physical-chemical analyses. Intriguing data were recorded in the watershed of the Kupa River. With regards to the spring occurrences, the area can be divided into a particularly narrow watershed prior to the bend of the Kupa



3D model šljunkovito-pjeskovitog vodonosnika između Svilaja i Slavonskog Šamca.

3D model of gravel-sand aquifer between Svilaj and Slavonski Šamac.



Priprema zdenca Lužac (Grobničko polje) za postavljanje mjerne opreme.  
Preparation of the Lužac well (Grobničko Polje) for installation of the measurement equipment.

U 2012. godini rezultati hidrogeoloških istraživanja prezentirani su na većem broju međunarodnih kongresa i skupova: 39th IAH Congress održan u Niagara Falls (Kanada), European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems održan u Bolonji (Italija), te XIV. Srpski simpozijum o hidrogeologiji održan u Zlatiboru (Srbija). U Hrvatskoj se sudjelovalo i na stručnim skupovima: Stručni seminar o zaštiti špilja i podzemne faune u Ogulinu, 2. skup "OkruGeo" u Zagrebu i Znanstveno-stručni skup "Posebne vrijednosti dubokog krša" koji je održan u Krasnom. Na recenziju su poslana četiri rada.

U prvoj polovici 2013. godini predviđa se nastavak interne revizije listova hidrogeološke karte i tumača, interpretacija do sada prikupljenih podataka mjerjenja, punjenje baze podataka,



Izvor kod Severina na Kupi.

Spring near Severin on Kupa.

riverbed downstream of Prilišće and a somewhat broader portion towards the city of Ozalj. In the first portion of the watershed, there are no surface tributaries towards Kupa, and major springs occur along its riverbed. A part of the springs overflows with Kupa waters during the high water seasons. Although not particularly significant, all these springs are characterised by large ratios of maximum to minimum capacities. At the minimum, the capacity hardly amounts to a few L/s, rarely over 10 L/s, but at the maximum, capacities are regularly in excess of several hundreds of L/s, sometimes even exceeding 1 m<sup>3</sup>/s. Both the small minimum capacity and complete draining of some springs, i.e., the absence of any substantial base flow, are a result of the intense karstification of carbonate sedimentary rocks, the small spatial depth of drainage basin towards the hinterland and the relatively small thickness of overlying strata – the vadose zone (shallow karst). By contrast, springs very quickly respond to precipitation; their capacity tends to increase manifold, which is, as a rule, associated with mudying. In the other enlarged part of the watershed, the most significant springs occur deeper in the hinterland.

In 2012, the results of hydrogeological investigations were presented at a number of international congresses and conferences: the 39<sup>th</sup> IAH Congress held in Niagara Falls (Canada), the European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems held in Bologna (Italy), and the XIV Serbian Symposium on Hydrogeology held in Zlatibor (Serbia). In Croatia, the following professional assemblies were also attended: a professional seminar on cave protection and underground fauna in Ogulin, the 2<sup>nd</sup> Assembly "OkruGeo" in Zagreb, and the scientific-professional assembly "Specific values of deep karst", which was held in Krasno. Four manuscripts were submitted for peer review.



Mjerenja na Žumberku.

Measurements in the Žumberak area.

a koliko finansijska sredstva dozvole i nastavak terenskih istraživanja. S obzirom da će se do tada potpisati i Ugovor o temeljenom namjenskom višegodišnjem institucijskom financiranju znanstvene djelatnosti u razdoblju 2013.–2015. u tijeku je priprema strateškog plana za ovo razdoblje.

Continuation of an internal review of the sheets of the Hydrogeological Map and corresponding explanation books is expected in the first half of 2013. Interpretation of recently collected measurement data, updating of the database, and extension of the field investigations, which depend on financial support, will also occur. Keeping in mind that the agreement of basic applied multiyear institutional financing of scientific activity for the period of 2013–2015 will be signed then, preparations for strategic plans for that interval are underway.

# Osnovna geokemijska karta Republike Hrvatske

## Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ**  
Autori teksta / Authors of text: **Ajka Šorša** & Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ**  
[josip.halamic@hgi-cgs.hr](mailto:josip.halamic@hgi-cgs.hr)

Urbana geokemijska karta se bavi mjeranjem koncentracija te proučavanjem geokemijskih značajki i prostorne raspodjele potencijalno toksičnih elemenata (PTE) i ostalih supstanci u tlu u gradskim područjima. Dobivene informacije koriste se za procjenu onečišćenja okoliša i njegovog utjecaja na zdravlje ljudi, za odabir načina korištenja zemljišta, monitoring i eventualnu remedijaciju onečišćenih područja.

Geokemijska ekspertna grupa koja djeluje u okviru konzorcija europskih geoloških službi (EuroGeoSurveys; [www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org)) pokrenula je 2008. znanstveno-istraživački projekt „Urban Geochemistry in Europe (URGE) – Soil, children and health“. Cilj projekta je istom metodologijom kartirati više europskih gradova. Hrvatski geološki institut je 2009. godine za sudjelovanje u tom projektu predložio Grad Sisak, a gradска uprava Grada Siska je to podržala. U projektu sudjeluje 12 europskih gradova (Accero-Magliano-Italija, Ajka-Mađarska, Aschersleben-Njemačka, Atena-Grčka, Dublin-Irska, Hämälinna-Finska, Idrija-Slovenija, Karlstad-Švedska, Kristiansand-Norveška, Prag-Češka i Sisak-Hrvatska).

Urban geochemistry is engaged in the measurement of concentrations of potentially toxic elements (PTE) and other substances contained in the soils of urban areas and studying their geochemical properties and spatial distributions. The obtained information is used to assess environment pollution and its impact on the health of people in land-use planning, monitoring and possible remediation of contaminated areas.

The Gochemical Expert Group formed within the consortium of European geological surveys (EuroGeoSurveys; [www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org)) began the scientific research project "Urban Geochemistry in Europe (URGE) – Soil, children and health" in 2008 with the purpose of mapping a number of European cities using a same methodology. In 2009, the Croatian Geological Survey proposed the city of Sisak for participation in this project based on subsequent support by municipal authorities. Twelve European cities participated in the project: Accero-Magliano-Italy, Ajka-Hungary, Aschersleben-Germany, Athens-Greece, Dublin-Ireland, Hämälinna-Finland, Idrija-Slovenia, Karlstad-Sweeden, Kristiansand-Norway, Praha-Czech Republic, and Sisak-Croatia.



Uzorkovanje u dvorištu dječjeg vrtića u blizini rimskih iskopina.  
Sampling in the kindergarten backyard near Roman excavation.



Sisak – život u sjeni tvorničkih dimnjaka.

Sisak – Life in the shadow of industrial chimneys.



Urbano geokemijsko kartiranje – uzimanje uzorka tla.

Urban geochemical mapping – soil sampling.

Grad Sisak je smješten u Posavini, na poplavnoj ravnici rijeka Save i Kupe. Današnje urbano područje u sjevernom dijelu grada najvećim dijelom leži na keltskoj Segestici i rimskoj Sisciji. Južni dio sisačkog područja je industrijski i urbani. U Sisku je razvijana tzv. prljava industrija: crna metalurgija, naftna i kemikačka industrija te prehrambena industrija. Osim toga, grad ima i termoelektranu. Do onečišćenja tla u gradu Sisku moglo je doći na više načina: 1) dugotrajna naseljenost, 2) velika industrijska proizvodnja, 3) frekventno prometno čvoriste, 4) bombardiranje industrijskih pogona u Domovinskom ratu i 5)

The city of Sisak is situated in the Posavina region, on the Sava and Kupa floodplains. The modern urban area in the northern part of the town is chiefly situated on ancient Celtic Segestica and Roman Siscia. The southern part of the Sisak area is both urban and industrial zones. For a long time, so-called "dirty" industry, including the black metallurgy, oil and chemical industry and the food industry, developed in the city. A thermal power plant is also situated in the city. The soil contamination in the city could have been brought about in several ways: 1) the long-lasting population; 2) extensive industrial production; 3) high-frequency traffic junctions; 4) the bombardment of industry during the Croatian War of Independence; and 5) the influx of material and contaminants by the Kupa and Sava Rivers and their deposition on alluvial plains during floods.

The soil is sampled on a regular grid (0.5 km x 0.5 km in the urban area and 1 km x 1 km in the rural surroundings) at a depth of 0 to 10 cm. Investigations were extended by additional analyses from soil pit profiles. This research work was conducted in cooperation with the Faculty of Agriculture, University of Zagreb (Prof. Dr. Stjepan Husnjak), and with the Faculty of Mining, Oil and Geology, University of Zagreb (Prof. Dr. Goran Durn).

Geochemical maps of the spatial distribution of PTE in the area of the city of Sisak and its surroundings show increased PTE concentrations in soil regardless of the type of land use. Based on the spatial distribution of PTE, one can also identify the historical and industrial development of Sisak. A geochemical map of the distribution of Pb in soil reveals increased concentrations along the highly frequented traffic routes and at the localities of former Sis-



Odabir lokacija za pedološke jame.

Selected locations of soil profile pits.

donos materijala i onečišćujućih tvari rijekama Kupom i Savom i njihovog odlaganja na aluvijalnu ravnicu tijekom poplava.

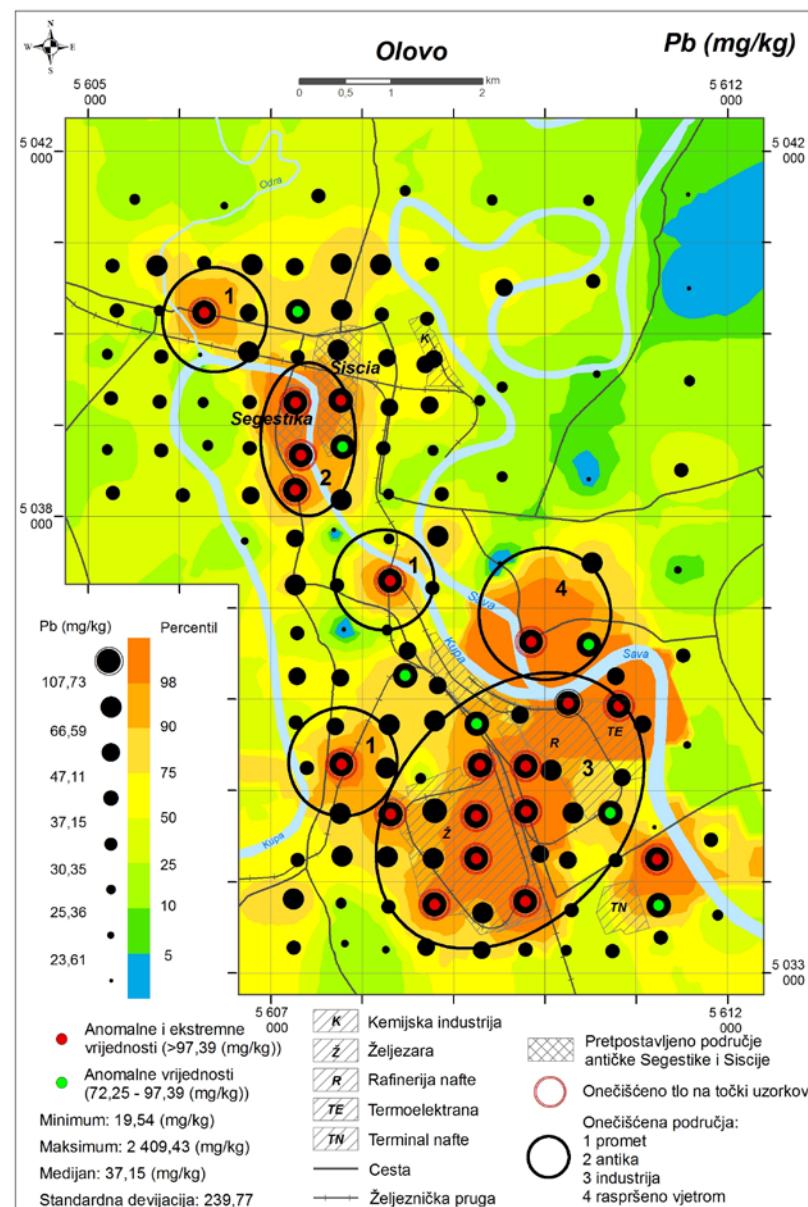
Tlo je uzorkovano u pravilnoj mreži ( $0,5 \times 0,5$  km u urbanom području i  $1 \times 1$  km u ruralnoj okolini), na dubini od 0 do 10 cm. Istraživanja su proširena dodatnim analizama tla u pedološkim jama. Ta istraživanja provedena su u suradnji s Agronomskim fakultetom u Zagrebu, prof. dr. Stjepanom Husnjakom i Rudarsko-geološko-naftnim fakultetom u Zagrebu, prof. dr. Goranom Durnom.

Geokemijske karte prostorne raspodjele PTE na području grada Siska i njegove okolice pokazuju njihove povećane koncentracije u tlu kod svih načina upotrebe zemljišta. Na temelju prostorne raspodjele PTE može se također iščitati povijesni i industrijski razvoj Siska. Geokemijska karta distribucije olova u tlu pokazuje njegove povišene koncentracije u tlu uz frekventne prometnice i na području nekadašnjih Siscije i Segestice. Značajno je povišen sadržaj olova i u cijeloj južnoj industrijskoj zoni te u naseljima u neposrednoj blizini industrijskih postrojenja i na poljoprivrednim površinama uz Savu sjeverno od industrijskih pogona.

Dobiveni rezultati istraživanja anorganskih onečišćivača u okviru ovog projekta bit će predstavljeni u geokemijskom atlasu. Projekt bi trebalo nastaviti ispitivanjem organskih onečišćivača, te interakcije jednih i drugih preko flore i faune na čovjeka i na okoliš općenito.

cia and Segestica. The content of Pb is also considerably elevated in the entire southern industrial zone, in the settlements in the immediate vicinity of industrial plants, and on agricultural lands by the Sava River north of the industrial zone.

The results obtained by investigation of inorganic pollutants will be presented in the geochemical atlas. This project should be extended by examining organic contaminants, which should unravel the impact of both types of pollution on humans and the environment in general through plants and animals.



Prostorna raspodjela olova na istraživanom području.

Spatial distribution of lead in the investigated area.

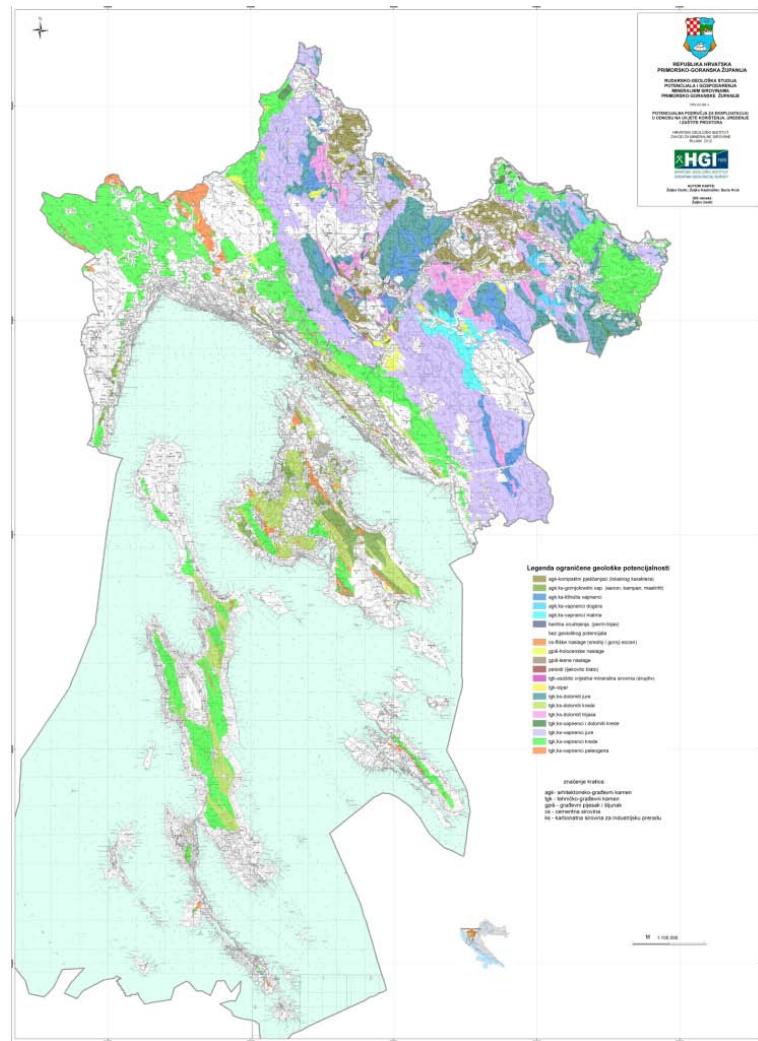
# Karta mineralnih sirovina Republike Hrvatske

## Map of the Mineral Resources of the Republic of Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Zoran PEH**  
[zoran.peh@hgi-cgs.hr](mailto:zoran.peh@hgi-cgs.hr)

Radovi na projektu „Karta mineralnih sirovina RH“ (KMS) nastavljeni su tijekom protekle godine u skladu s postavljenim planom, postupcima i metodologijom istraživanja opisanim u inicijalnom prijedlogu projekta. U planu su i znatne izmjene i dopune prvobitne inačice „Uputa za izradu Karte mineralnih sirovina RH“ koja potječe iz ranijih projektnih razdoblja (1996. godina). Iste će zajedno s pojedinačnim listovima i pripadajućim tumačima KMS M 1:200.000 (Zagreb, Zadar, Split) biti dovršene i pripremljene za recenziju i tisk tijekom iduće godine.

U sklopu KMS obavljen je niz stručnih istražnih radova koji su, ponajprije zbog edukacije znanstvenih novaka, bili definirani planom kao sekundarni ciljevi projekta, a obuhvatili su suradnju s gospodarstvom (elaborati i studije, uz odgovarajući terenski rad), uglavnom na razini županija. Rezultati istih predstavljali su stalni izvor podataka koji su korišteni kao temelj za izradu KMS i Karte potencijalnosti. U tom smislu, od 2007. godine do danas istraživanja su provedena u gotovo polovici županija, a samo u posljednje tri godine izrađene su KMS i Karte potencijalnosti četiriju županija – Zagrebačke, Virovitičko-podravske, Požeško-slavonske i Primorsko-goranske. Krajem prošle godine započet je rad na Krapinsko-zagorskoj i Istarskoj županiji. Posebnu inačicu stručnih istražnih radova predstavljale su studije utjecaja na okoliš koje su bile usmjerene na procjenu utjecaja eksploatacije mineralnih sirovina kao neobnovljivih prirodnih resursa na pojedinim eksploatacijskim poljima, a nastale su na podlozi zahtjeva za ocjenu utjecaja na okoliš na području pojedinih jedinica lokalne samouprave (gradova i općina), ili pak u okviru istraživanja naručenih od strane pojedinih



## Karta ograničene geološke potencijalnosti Primorsko-qoranske županije.

## Map of the limited geological potential of the Primorsko-Goranska County.



Eksplotacijsko polje Podbadanj; kamenolom vapnenca (tehničko-građevni kamen) u blizini Crikvenice u Hrvatskom primorju (Foto Ž. Dedić).

Exploitation field Podbadanj; the limestone quarry (stone aggregate) near Crikvenica in the Hrvatsko Primorje area (Photo Ž. Dedić).



Maleno ležište paleocenskog boksita na zapadnim obroncima Učke (Mala Učka) (Foto Z. Peh).

Small deposit of Palaeocene bauxite on the western slopes of the Učka Mountain (Mala Učka) (Photo Z. Peh).

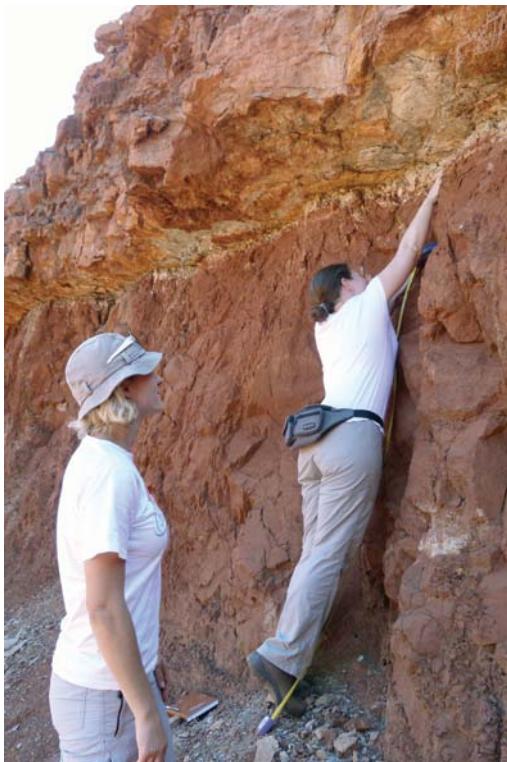
županija. Stručni i znanstveni rad odvijao se u velikoj mjeri i kroz sudjelovanje istraživača KMS u europskim projektima s trogodišnjim trajanjem (2009.-2012.), od kojih se posebno ističu SARMa i CC-WaterS.

The research work for the project "Map of the Mineral Resources" (KMS) continued during the previous year based on a schedule that incorporates the procedures and methodology described in the initial project scheme. However, implementation of the plan also included considerable amendments to the previous version of the "Instruction Manual" derived from earlier project cycles (1996). This, together with the completed individual sheets and related KMS map interpretation books, scale 1:200,000 (Zagreb, Zadar, Split), will be brought to a conclusion and prepared for review and printing in the forthcoming year.

A series of professional research was conducted within the scope of the project, which have been primarily defined as secondary project objectives with the purpose of educating junior researchers. This work has comprised cooperation with economic subjects (professional reports and studies and field work) mostly at the county level. The results accomplished during the investigation represent a permanent source of data that can be consequently exploited as the firm grounds itself in construction of the KMS. In this sense, from 2007 until now, research work was carried out in almost half of the counties. Only in the last three years was the KMS completed for four of them – Zagrebačka, Virovitičko-Podravska, Požeško-Slavonska and Primorsko-Goranska County (Fig. 1). Towards the end of the last year, research work also commenced in Krapinsko-Zagorska and Istarska Counties.

A specific form of professional research work was represented by the Environmental impact studies (EIS), which focused on environmental impact assessment caused by the extraction of mineral ores as non-renewable natural resources at particular exploitation fields. EIS originated on the ground of demands

for the assessment of the environmental impacts for local authorities (cities and municipalities) within their areas or by county authorities (Fig. 2). In addition, professional and scientific research work was carried out to a great extent through the ac-



Uzorkovanje ležišta gornojurskih boksita u ležištu Mondelako kraj Rovinja (Foto Z. Peh).

Sampling in an Upper Jurassic bauxite deposit of Mondelako near Rovinj (Photo Z. Peh).

U okviru znanstveno-istraživačkog dijela programa izrade KMS, znanstveni rad je bio orijentiran prije svega prema geokemijskim istraživanjima mineralnih sirovina. U tu su svrhu tijekom protekle godine, nakon uzorkovanja i pregleda ležišta i pojave boksita u razdoblju 2006.-2010. (velikim dijelom eksploatiranih i napuštenih), kad je prikupljeno i analizirano više od 150 uzoraka metodom ICP i ICP-MS (Geochemical Whole Rock Major and Trace element analysis), nastavljena istraživanja na novim lokacijama. Dodatno su uzorkovana 32 ležišta i pojava boksita paleocenske starosti na području Istre, u svrhu definiranja njihove prostorne geokemijske varijabilnosti. Rezultati provedenih istraživanja bit će objavljeni u nekoliko znanstvenih radova. Jedan je već objavljen tijekom protekle godine u časopisu „Geologija Croatica“ pod naslovom „Geochemical discrimination of Early Palaeogene bauxites in Croatia“ (autori: E. Kovačević Galović, N. Ilijanić, Z. Peh, S. Miko i O. Hasan). U sklopu ovih istraživanja provedena je terenska edukacija znanstvenog novaka kao priprema za izradu disertacije s problematikom geneze i smještaja boksitnih ležišta na području Jadranske (Jadransko-dinarske) karbonatne platforme.

tive participation of the KMS research staff for the three-year European projects (2009-2012), with a particular emphasis on SAR-Ma and CC-waterS.

The scientific research as a part of KMS revolved mainly around geochemical investigations of mineral resources. To this end, after reconnaissance and sampling of bauxite deposits and occurrences (mostly exhausted and abandoned) was done in the period of 2006-2010, when more than 150 bauxite samples were collected and analysed by ICP and ICP-MS methods (Geochemical Whole Rock Major and Trace element analysis), exploration continued into this year on new locations. Additional sampling included 32 bauxite deposits of Palaeocene age in the area of Istria (Fig. 3) with the purpose of defining their spatial geochemical variability. The results of these investigations are to be published in a number of scientific papers. One has already been published in the Geologija Croatica journal under the title “Geochemical discrimination of Early Palaeogene bauxites in Croatia” (authors: E. Kovačević Galović, N. Ilijanić, Z. Peh, S. Miko, and O. Hasan). Field education of a junior researcher has been also performed within the scope of these investigations. The education served as preparation for a doctoral thesis dealing with issues of genesis and the geological setting of bauxite deposits in the area of the Adriatic (Adriatic-Dinaric) carbonate platform.

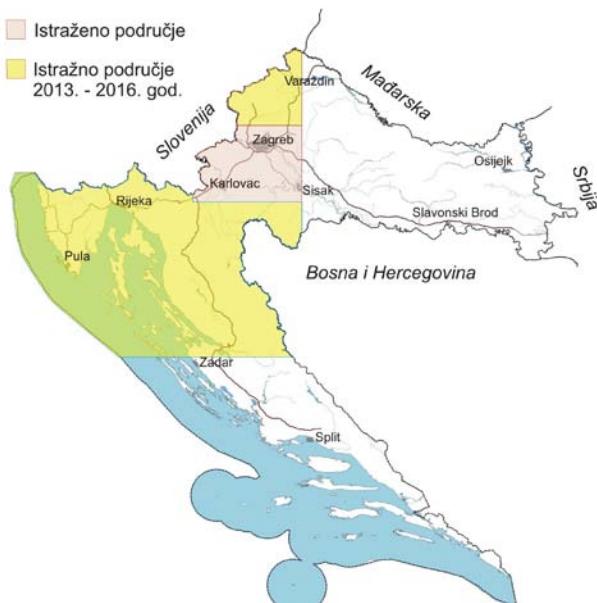
# Geotermalna karta Republike Hrvatske

## Geothermal Map of the Republic of Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Miron KOVACIĆ**  
miron.kovacic@hgi-cgs.hr

Geotermalna karta Republike Hrvatske (GTK) je jedan od višegodišnjih znanstveno-istraživačkih projekata temeljne djelatnosti HGI. Njegova svrha je dobivanje cijelovite slike o geotermalnim značajkama područja Hrvatske. Realizacijom projekta, koji je započet 2007. godine, upotpunit će se spoznaje o prirodnim osobitostima hrvatskog prostora, a posebice o njegovim prirodnim resursima. Do sada provedena istraživanja ukazuju na veliku geotermalnu raznolikost tog prostora i postojanje geotermalnih anomalija. Temeljni cilj projekta je definirati veličine i raspored anomalija, prikupiti podatke o svim geotermalnim pojavama u istraživanom području te ih prikazati na karti i opisati u Tumaču karte.

Programom izrade GTK za srednjoročno razdoblje predviđeno je istraživanje 4000 km<sup>2</sup> površine dijela sjeverozapadne Hrvatske u kojem se nalaze gradovi: Zagreb, Sisak, Petrinja i Karlovac.



Pregledna karta istraživanog područja.  
Survey map of the investigated area.

Creation of a geothermal map of the Republic of Croatia (GTK) is one of the long-term and fundamental scientific research projects of the HGI-CGS. Its purpose is to composite complete information on the geothermal characteristics of the Croatian landscape. Realisation of the project, which was launched in 2007, will complement previous knowledge about the natural properties of the Croatian landscape, especially its natural resources. Studies conducted thus far indicate a great variety of this landscape and the existence of geothermal anomalies. The basic objective of the project is to define the size and distribution of anomalies, collect data on all geothermal phenomena in the study area, display them on the map and describe them in the accompanying explanation notes.

In accordance with the program for a medium-term period, the exploration of 4000 km<sup>2</sup> of northwestern Croatia, including the cities of Zagreb, Sisak, Petrinja and Karlovac, is anticipated. Almost all the planned field investigations was completed by the beginning of 2012. The centre of activity for the current year is inside the laboratory and the survey in general. A brief description of works completed during 2012 follows:

### Field work:

- Measurement of the physical and chemical properties of water (temperature, pH, electric conductivity, total dissolved solids) at several locations;
- Situating the lithostratigraphic units characteristic for the investigated area spanning the time period of the Palaeozoic to Plio-Quaternary and collecting rock samples for analysis.

### Laboratory work:

- Measurements of the coefficient of thermal conductivity, volume heat capacity and heat diffusivity of the rock samples from various lithostratigraphic units taken form deep boreholes and the surface.



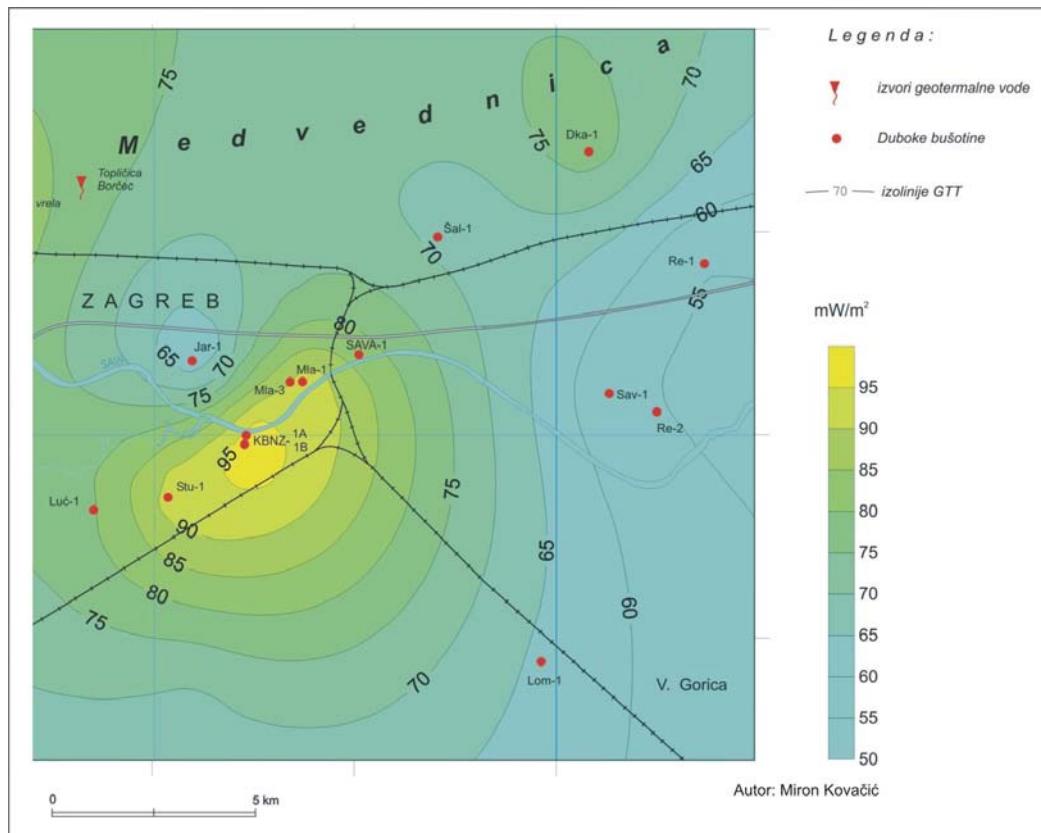
Mjerenje fizikalno-kemijskih parametara geotermalne vode iz bušotine na Popović Brdu (foto Stjepan Marković).

Measurement of physical and chemical properties of geothermal water from the borehole on the Popović Brdo hill (photo by Stjepan Marković).



Lišće inkrustirano mineraliziranim geotermalnim vodom iz bušotine na Popović Brdu (foto Miron Kovačić).

Leaves incrusted with mineralised geothermal water from the borehole on the Popović Brdo hill (photo by Miron Kovačić).



Gotovo sva predviđena terenska istraživanja obavljena su do početka 2012. tako da je tijekom te godine težište aktivnosti bilo na laboratorijskim i kabinetским radovima.

Kratak opis radova obavljenih 2012.:

#### Terenski radovi:

- a) Mjerenja fizičkih i kemijskih značajki vode (temperatura, pH, elektrovodljivost, ukupno otopljena kruta tvar) na nekoliko lokacija;
- b) Lociranje litostratigrafskih jedinica karakterističnih za istraživano područje u starosnom rasponu od paleozoika do pliokvartara i prikupljanje uzoraka stijena za analize.

#### Laboratorijski radovi:

- a) Mjerenja koeficijenta toplinske provodljivosti, volumnog toplinskog kapaciteta i toplinske difuznosti uzorka stijena litostratigrafiskih jedinica iz dubokih bušotina i s površine.

#### Kabinetski radovi:

- a) Proračuni toplinske provodljivosti litostratigrafiskih jedinica;
- b) Proračuni geotermalnih gradijenata i intervalnih gustoća toplinskog toka na lokacijama bušotina;
- c) Proračuni površinske gustoće toplinskog toka na lokacijama bušotina;
- d) Izrada topografske podloge za GTK te karte uzorkovanja i geotermalnih objekata;
- e) Interpolacija površinske gustoće toplinskog toka u istraživanom prostoru pomoću GIS alata;
- f) Izrada Karte površinske gustoće toplinskog toka u istraživanom prostoru;
- g) Izrada Geotermalne karte istraživanog prostora (napravljena radna verzija).

Tijekom 2013. biti će napisan rad u kojem će se prezentirati rezultati istraživanja u prošlom srednjoročnom razdoblju i započeti terenska istraživanja prostora predviđenog za obradu u novom ciklusu istraživanja. Budući da će se moći koristiti mnogi podatci prethodnog ciklusa u novom se planira istražiti 4,5 puta veći prostor ( $18.000 \text{ km}^2$ ).

#### Work inside the HGI-CGS:

- a) Calculation of thermal conductivity of the lithostratigraphic units;
- b) Calculation of geothermal gradients and intervals of the heat-flow density at the borehole locations;
- c) Calculation of the surface heat-flow density at the bore-hole locations;
- d) Construction of topographic base map for GTK as well as a sampling map and map of geothermal objects;
- e) Interpolation of surface heat-flow densities in the investigated area using GIS tools;
- f) Construction of a map of surface heat-flow densities for the investigated area;
- g) Construction of a geothermal map for the investigated area (draft version already finished).

A paper presenting the results of investigation in the previous medium-term period will be completed in 2013. Simultaneously, new field work will begin within the scope of a new cycle of investigation. Because of the availability of data from the former cycle, an area approximately 4.5 times larger is planned for the new investigation ( $18.000 \text{ km}^2$ ).

# Tektonska karta Republike Hrvatske 1:300.000

## Tectonic Map of the Republic of Croatia 1:300,000

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Domagoj JAMIČIĆ**  
**domagoj.jamicic@hgi-cgs.hr**

Projekt Tektonska karta Republike Hrvatske 1:300.000 dio je kontinuirane temeljne znanstveno-istraživačke djelatnosti Instituta. Cilj istraživanja je definirati strukturno-tektonске odnose u području državnog teritorija Republike Hrvatske.

Tijekom terenskih istraživanja obavljaju se strukturološka mjenjenja dostupnih elemenata mehaničkih ploha diskontinuiteta i orientacije linearnih i plikativnih elemenata. Terenski radovi se obavljaju na kartama mjerila 1:50.000 i 1:25.000. Najveća pažnja pridaje se strukturnim oblicima nastalim u posljednjim deformacijskim fazama na temelju čega se određuje geneza njihovog formiranja. Mjere se i definiraju razni tipovi klivaža (narocito osne ravnine) zatim borani oblici kod kojih se određuje indeks boranosti, tip bora te njihova orientacija i geneza. Za rasjedne i pukotinske sustave, osim što se mjere njihove vrednosti, određuju se i karakter rasjeda te definira tektonski

The project of creating a tectonic map for the Republic of Croatia, scale 1:300,000, is a part and parcel of the continuous scientific and fundamental research of the HGI-CGS. Its goal is to define the structural and tectonic relationships of the territory of the state.

The field investigations include structural measurements on available outcrops: mechanical discontinuity surfaces and orientations of linear and planar elements. Field work is done on map scales of 1:50,000 and 1:25,000. The greatest consideration is structural forms created in the last deformation stages, which are needed to define their genesis. The measurements include the various types of cleavage (of axial plane in particular), folded forms with their indexes, and types of folds, including their orientation and genesis. In addition to the typical measurements referring to fault and fracture systems, the character of the fault and tectonic transport along the fault line also undergo description



Polegla bora u kvarcnim pješčenjacima donjeg trijasa. Knin.  
 Recumbent fold in quartz sandstones of the Lower Triassic. Knin.



Ekstenzijske pukotine paralelne osi strukture u zoni plitkog krša. Jurski dolomiti. Autocesta Karlovac-Bosiljevo.  
 Extensional fractures parallel to structural axis in the zone of shallow karst. Jurassic dolomites. Highway Karlovac-Bosiljevo.

transport uzduž rasjeda i njihovi odnosi i položaji spram ostalih struktura, kako u mikro tako i u makro planu. Strukturno-tektonskim terenskim radovima, među ostalim, utvrđuje se duktilne karakteristike pojedinih stijena koje izgrađuju istraživanu područje. Svi ti elementi razvrstavaju se po pripadnosti pojedinim deformacijskim fazama. Tektonska slika te međusobni odnosi strukturnih planova završno se određuju na temelju značajki struktura te vremenskog definiranja njihovog postanka.

Tijekom 2012. nastavljena su, smanjenim intenzitetom, istraživanja na ovom projektu čiji je cilj bio, kao i u ranijim godinama, definiranje tektonskih odnosa između pojedinih lithostratigrafiskih jedinica te definiranje osnovnih karakteristika prisutnih strukturnih oblika. Istraživanja su provedena na području Banije i Korduna te na nekim lokalitetima u području Gorskog kotara. Tim istraživanjima prikupljeni su i definirani strukturni elementi na otvorenim profilima, uglavnom u kamenolomima i usjecima cesta. Prikupljeni su podatci o strukturnim elementima u mezozojskim i kenozojskim naslagama gdje su dobivena nova saznanja o značajnim boranim oblicima. U tim područjima su definirane i strukture pružanja istok-zapad koje su oblikovane, kao i na dosadašnjim istraživanim područjima, pod utjecajem djelovanja globalnog stresa na pravcu sjever-jug. Ove strukture, južne vergencije, potpuno se uklapaju u tektonsku sliku koja je ustanovljena tijekom istraživanja u ranijim godinama.

U području Banije i Korduna su istraženi i premjereni pukotinski i rasjedni sustavi, te je definiran transport uz plohe diskontinuiteta na lokalnim kamenolomima i na dostupnim otvorenim izdancima.

Potrebno je naglasiti da će rezultati ovogodišnjih istraživanja značajno doprinijeti saznanju o tektonskoj građi ovih područja te njihovo povezivanje sa širim regionalnim prostorom.

and explanation, together with its position with regards to other structures both in micro- and macro-environments. Tectonic investigations, among other things, are needed to determine the ductile characteristics of the diverse rocks that constitute the investigated area. All these elements are classified according to affiliations to various deformation stages. A tectonic picture and the mutual relations of structural environments are finally defined on the basis of the structural characteristics and their temporal emplacement.

In 2012, investigations continued with reduced intensity for this project, the goal of which was originally to define tectonic relationships between lithostratigraphic units and the basic properties of the present structural forms. Investigations were carried out in the areas of Banija and Kordun and on some localities in the area of Gorski Kotar. They were done to collect and define the structural elements of outcrops, which are mostly in quarries and road cuts. New data indicate the structural elements in the Mesozoic and Cenozoic rocks, from which new insights into significant folded structures have been obtained. The structures striking east-west were defined, which, as in the previously explored areas, were formed under the impact of global stress in a north-south direction. These south-vergent structures fit entirely into the tectonic picture that was established during investigations in earlier periods.

Fracture and fault systems were explored and measured in the areas of Banovina and Kordun, and transport was defined along the discontinuity surfaces in quarries and available outcrops.

It is necessary to emphasise that the results of the investigations this year will considerably improve our insight into the tectonic settings of these areas and enable their affiliation to a larger territory in a regional context.

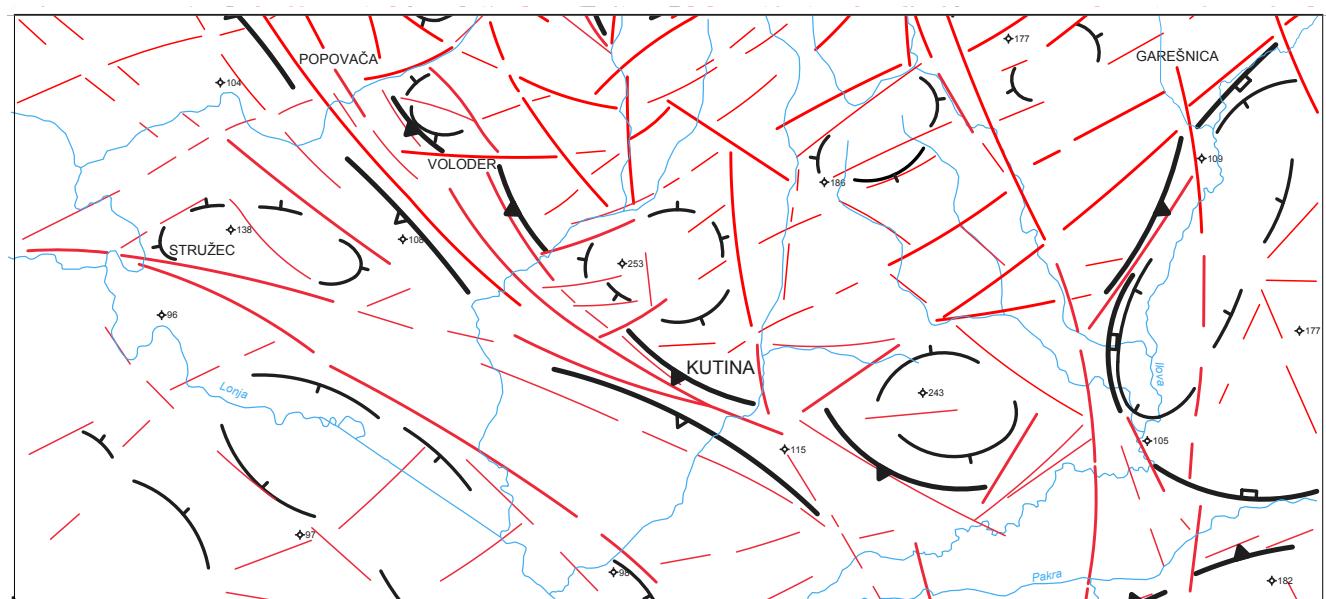
# Strukturno-geomorfološka karta Republike Hrvatske 1:100.000

## Structural-Geomorphological Map of the Republic of Croatia 1:100,000

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Ivan HEĆIMOVIC**  
ivan.hecimovic@cgs.hr

Glavni cilj strukturno-geomorfoloških istraživanja je utvrđivanje recentnog strukturnog sklopa artikuliranog kroz Strukturno-geomorfološku kartu 1:100.000. Istraživanjima se nastoji izdvajati i klasificirati rasjede i tektonski aktivne zone te definirati recentne strukture i njihove odnose. Time će se doći do novih spoznaja o geološkoj građi i neotektonskoj aktivnosti i to ponajprije u terenima u kojima se geološkim kartiranjem ili nekom drugom geološkom metodom ne mogu dobiti ade-

The main goal of structural-geomorphologic investigations is the definition of recent structural settings expressed through the Structural-Geomorphological Map, scale 1:100,000. Investigations are carried out with the purpose of selecting and classifying faults and tectonically active zones and defining recent structures and their relationships. In this way, new insight would be gained about the geological setting and neotectonic activity, especially in terrains where geological mapping and other geological met-



Segment strukturno-geomorfološke karte u savskom sedimentacijskom bazenu.

A portion of structural-geomorphologic map from the Sava Basin.

kvatni podatci o strukturnim odnosima. To su prvenstveno ravniciarski tereni, zatim tereni prekriveni s najmlađim naslagama, područja naglašenih akumulacijskih geomorfoloških procesa, okršena područja ili podmorje. Provedbom geomorfološke analize moguće je u takvim terenima prikupiti dovoljno kvalitetnih podataka temeljem kojih će se moći ukazati na prisutnost aktivnih rasjeda i morfostruktura te spoznati karakter i intenzitet najmlađih tektonskih pomaka odnosno utvrđiti recentni strukturni sklop. S obzirom na polučene rezultate provedba strukturno-geomorfoloških istraživanja su kao takva izravna dopuna Osnovnoj geološkoj karti (OGK). Dinamika izrade Strukturno-geomorfološke karte stoga se u potpunosti po-klapa s planom i programom istraživanja na OGK.

Provedba strukturno-geomorfološka istraživanja konceptijski se zasniva na kompleksnom proučavanju reljefa, odnosno na utvrđivanju veza najmlađih tektonskih pokreta i reljefa. S obzirom na to da je postanak reljefa uvjetovan geološkom građom, odnosno litološkim sastavom stijena i najmlađom tektonskom aktivnošću, njegovim se proučavanjem mogu dobiti značajni podatci o strukturnim odnosima, recentnim tektonskim pokretima i geomorfološkim procesima. Temeljem toga, te usporedbom s geološkim podatcima, moguće je doći do spoznaja o stanju recentnih struktura i najmlađoj tektonskoj aktivnosti. Metodološki, istraživanja se zasnivaju na provedbi kvalitativne i kvantitativne geomorfološke razrade. To podrazumijeva analizu topografskih karata različitih mjerila, analizu avionskih i satelitskih snimaka te geomorfološko kartiranje, a iskazuje se kroz izradu različitih geomorfoloških i morfometrijskih karata i profila. Sa znanstvenog aspekta dobiveni podatci pridonose boljem i točnijem utvrđivanju položaja, tipa i karaktera struktura i rasjeda, spoznaji karaktera i intenziteta neotektonskih pokreta i veličine najmlađih tektonskih pomaka. Rezultati istraživanja imaju utjecaj i na druga znanstvena i primijenjena geološka istraživanja (posebice hidrogeološka i inženjerskogeološka), zatim u prostornom planiranju, u zaštiti okoliša, te u traženju lokacija za eksploataciju različitih mineralnih sirovina i pitke vode.

hods are incapable of yielding sufficient information on structural settings, which include floodplain terrains, terrains covered with the young sediments, terrains strongly characterised by processes of accumulation, karst terrains and the seabed. By employing geomorphologic analysis, it is possible to bring together enough valuable information to expose the presence of active faults and morphostructures in such terrains and to gain clearer insight into the character and intensity of the youngest tectonic movements, which is needed to reconstruct recent structural settings. Taking into account the results obtained by geomorphologic analysis, the latter represents a direct supplement to the Basic Geological Map (OGK). Accordingly, the dynamics with which the Structural-Geomorphological map will be worked on are completely harmonious with the plan and program of research for OGK.

Structural-geomorphologic investigations are conceptually founded on complex landscape analysis, i.e., the definition of relationship between the youngest tectonic movements and modern relief. Considering that landform genesis is closely dependent on the geological setting, i.e., the lithology and the youngest tectonic activity, the landscape contains significant information on structural relationships, recent tectonic movements and geomorphologic processes, which is why, by comparing geomorphologic and geological data, one can fathom the status of recent structures and tectonics. Methodologically, the research work is based on qualitative and quantitative geomorphologic analysis and includes an analysis of topographic base maps of different scales, an analysis of aerial and satellite photography, and geomorphologic mapping resulting in various geomorphologic and morphometric maps and profiles. From a scientific standpoint, the extracted information contributes to a better and more precise delineation of the position, type and character of structures and faults, leading to a greater understanding of the character and intensity of neotectonic movements and the size of recent tectonic movements. The results of the investigations may also impact other scientific and applied geological research (in particular, in hydrogeology and engineering geology), spatial planning, environment protection, and the search for locations for the exploitation of diverse mineral resources and drinking water.



# **Odabrani projekti / Selected Projects**

# Stratigrafska evolucija trijasa Hrvatske

## Stratigraphic Evolution of the Triassic in Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Tonći Grgasović**  
tonci.grgasovic@hgi-cgs.hr

Cilj ovog projekta je multidisciplinarno istraživanje trijaskih naslaga Hrvatske, posebno naslaga srednjeg trijasa, doba velikih geoloških promjena. Ranija istraživanja lokaliteta u sjevernoj Hrvatskoj (Žumberak, Medvednica, Ivanščica) bila su uspješna i pokazala su vulkanogeno-sedimentni slijed spuštenih blokova kontinentalnog ruba te razbijene nekompletne ofiolitne bazenske sekvencije, no zbog složenih tektonskih odnosa u tom području težište istraživanja je premješteno u južnu Hrvatsku (Lika, Velebit), gdje se kao najperspektivnije pokazalo područje Donjeg Pazarišta. Naslage srednjeg trijasa na ovom području pokazuju razvoj facijesa intraplatformnog bazena, padine i

The goal of this project is multidisciplinary research of Triassic rocks of Croatia, particularly the sedimentary rocks of the Middle Triassic, a period of major geological changes. Earlier investigations on localities in north Croatia (Žumberak, Medvednica and Ivanščica Mts) have been successful and shown the existence of a volcanic-sedimentary succession of subsided blocks at the continental margin and broken, incomplete ophiolitic basin sequences. However, due to complex tectonic relationships in that area, the focus of investigation was transferred to south Croatia (Lika, Velebit) or, more precisely, the area of Donje Pazarište, the most promising location. Sedimentary rocks from the Middle Triassic



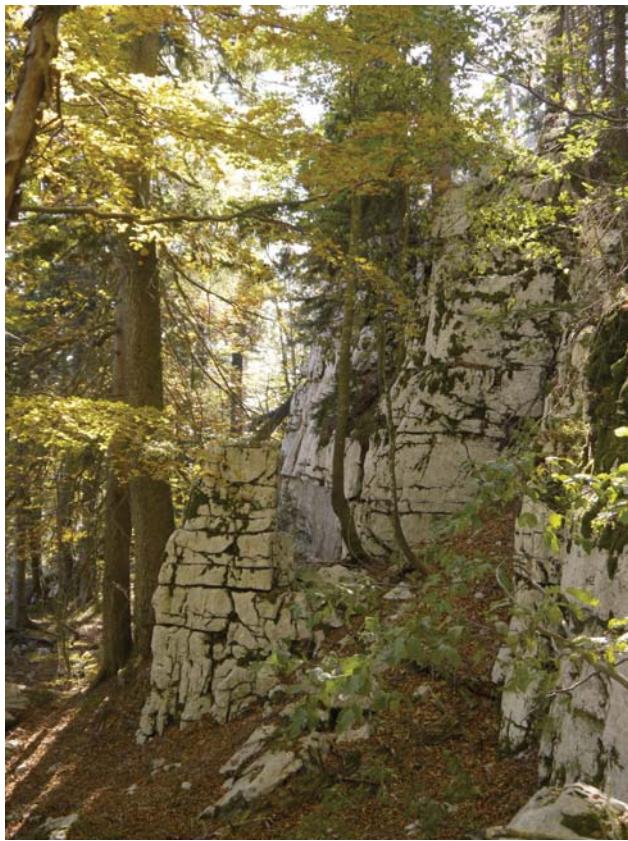
Glavni dolomit, stromatolitni dolomiti – Velika Plana, Donje Pazarište, gornji trijas. za pozadinu.

Main dolomite, stromatolite dolomites – Velika Plana, Donje Pazarište, Upper Triassic.



Tamni tufitični klastiti – Popovača, Donje Pazarište, ladinik.

Dark tuffite clastic rocks – Popovača, Donje Pazarište, Ladinian.



Debelo uslojeni platformni vapnenci – Debeljak, Donje Pazarište, ladinik.  
Thick bedded platform limestones – Debeljak, Donje Pazarište, Ladinian.



Proslojci sitnozrnastih klastita unutar dolomita – bazalni dio Glavnog dolomita, gornji trijas.  
Intercalations of fine-grained clastic rocks within dolomites – basal portion of the Main dolomite, Upper Triassic.

ruba platforme. Prisutno je nekoliko zona piroklastičnih stijena, a u donjem dijelu naslaga izdvojena je zona bazalta s pojavama piroklastičnih breča. Izdvojeno je deset neformalnih litostratigrafskih jedinica koje su karakteristične za pojedine facijese. Uz snimanje geoloških stupova i profila, obavljeno je geološko kartiranje čitavog područja u svrhu detaljne analize paleookoliša i njihovih bočnih i vertikalnih odnosa. Prikupljen je bogat paleontološki materijal (vapnenačke alge, foraminifere, palinomorfe, konodonti, radiolarije) koji omogućuje detaljnu korelaciju istraživanih naslaga. Obavljena su i detaljna geokemijska istraživanja.

U 2012. je dovršeno geološko kartiranje područja Donjeg Pazarišta, uz uzorkovanje duž geoloških profila. U izradi je nekoliko znanstvenih radova na temelju materijala prikupljenog u ranijem razdoblju. Za 2013. se predviđa završetak projekta uz manja terenska istraživanja.

in this area show development of an intraplatform basin, slope, platform margin, and facies. There are several zones of pyroclastic rocks. In the lower part of the deposits, there is a basalt zone with occurrences of pyroclastic breccia. Ten informal lithostratigraphic units have been separated as characteristic for individual facies. In addition to the measurement of geological columns and profiles, the whole area was geologically mapped with the purpose of detailed analysis of the palaeoenvironments and their lateral and vertical relationships. Rich fossil material was collected (lime-stone algae, foraminifera, paynomorphs, conodonts, radiolarian), which enabled detailed correlation of the investigated deposits. Detailed geochemical investigations were also carried out.

In 2012, geological mapping of the area of Donje Pazarište was brought to an end, and the geologic profiles were sampled. Currently a number of scientific papers are being prepared based on material gathered during the previous period. For 2013, closing of the project is anticipated, with only minor field investigations.

# Geološka studija Konavle

## Geological Study Konavle

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Božo PRTOLJAN**  
bpertoljan@hgi-cgs.hr

U okviru studije „Geological study Konavle (South Adriatic on shore)“, provedena su naftno-geološka istraživanja najjugoistočnijeg kopnenog dijela Republike Hrvatske – Konavala. U ovom pojasu analizirane su gornjojurske naslage raspona oksford-ki-meridž sa ciljem definiranja litostratigrafskih, biostratigrafskih i strukturnih odnosa.

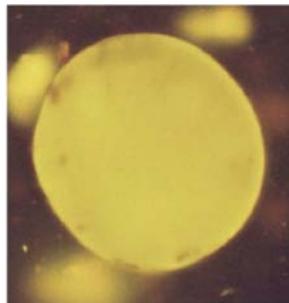
Bitna značajka gornjojurskih okoliša je taloženje karbonatnih naslaga u ambijentu s pučinskim obilježjima unutar Jadranske karbonatne platforme. To su prostrani niskoenergijski potplimni okoliši, najvećim dijelom ispod baze olujnih valova u kojima prevladavaju bentički plitkomorski organizmi s dominacijom foraminifera nubekularijskog tipa i dazikladalnih alga. Palinofacijsne asocijacije sastavljene su gotovo u cijelosti od marinske, umjereno do dobro očuvane fluorescentne amorfne organske tvari različitog biološkog podrijetla (planktonske ze-

The study “Geological study Konavle (South Adriatic on shore)” includes oil-geology research on the southeasternmost continental part of the Republic of Croatia – the Konavle area. In this zone, Upper Jurassic sedimentary rocks ranging between the Oxfordian and Kimmeridgian are analysed with the purpose of defining lithostratigraphic, biostratigraphic and structural relationships.

An essential feature of the Upper Jurassic environments is the deposition of carbonate rocks with cave attributes occupying the Adriatic carbonate platform. These are extensive low-energy subtidal paleoenvironments for the most part below the base of storm waves, wherein benthic shallow sea organisms prevail, with a dominance of nubecularian-type foraminifera and dasycladacean algae. Palynofacies associations are composed almost entirely of marine, medium-to-well-preserved fluorescent amorphous organic matter of diverse biological origin (plankton green algae, phytoplankton, cyanobacteria, zooplankton, macrophyte plants, fecal pellets). Analyses of the biologic origin and qualitative assessment of lipoide components lead to the conclusion that the organic matter conforms to type II kerogen and possibly type I/II kerogen under conditions protected from secondary degradation processes. Moreover, kerogen contains a small quantity of sulfur with respect to the dysoxic depositional environment. From the standpoint of the palynological method of determination of the type and relative generative potential, the kerogen of Upper Jurassic facies of Konavle has good gas and oil generative potential, especially considering that only the rock samples from the surface have been analysed. In particular, the optical properties of fluorescence and transmitted light show that the thermal maturity of the kerogen in the analysed samples has a range  $VR_o$  of approximately 0.3–0.6%. Because alterations of kerogen due to thermal or postdiagenetic degradation are irreversible and processes of re-sedimentation in these facies were not registered, the best preserved part of the kerogen indicates that the actual record of the thermal threshold has a range of approximately 0.3–0.4%. By contrast, organic chemical investiga-

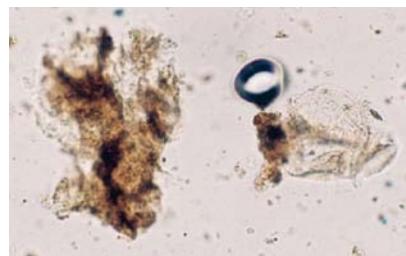


Pterospermella sp.

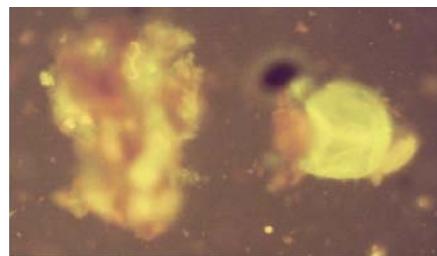


Barbatacysta sp.

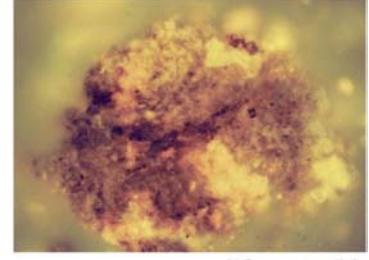
lene alge, fitoplankton, cijanobakterije, zooplankton, makrofita, fekalni peleti). Analize biološkog podrijetla i kvalitativna procjena lipidnih komponenti navode na zaključak da organska tvar odgovara kerogenu tipa II, možebitno i kerogenu tipa I/II u uvjetima zaštićenim od sekundarnih degradacijskih procesa. Što više, kerogen sadrži malu količinu sumpora s obzirom na disoksični ambijent taloženja. Sa stajališta palinološke metode određivanja tipa i relativnog generativnog potencijala, kerogen gornjojurskih facijesa Konavala ima dobar generativni potencijal nafte i plina, posebno s obzirom na činjenicu da su analizirani samo površinski uzorci stijena. Naime, optičke značajke u fluorescentnom i prolaznom svjetlu, pokazuju da je termička zrelost kerogena analiziranih uzoraka u rasponu  $VR_o \sim 0,3\text{--}0,6\%$ . Kako su promjene kerogena termičkom ili postdijagenetskom degradacijom ireverzibilni, a unutar ovih facijesa nisu zapaženi procesi pretaložavanja, tako najbolje očuvani udjel kerogena pokazuje stvarni zapis termičkog ranga koji se kreće u rasponu  $\sim 0,3\text{--}0,4\%$ . Nasuprot ovome, organskogeokemijskim istraživanjima pokazalo se da naslage od donjeg dijela oksforda do kraja kimeridža nose razmjerno nizak sadržaj organske tvari i sukladno tome nemaju značajan naftni potencijal ( $C_{org}=0,03\text{ do }0,15\%$ ). No sudeći po uniformnom slijedu strukturnih tipova vapnenaca, prepostavljamo da kroz cijeli oksford perzistira proizvodnja karbonatnog sedimenta koju prati subsidencija platforme, ali i globalni porast morske razine. Štoviše, i tijekom kimeridža taloženje sedimenata odvija se u okolišu intraplatformnih korita, ali pod značajnim utjecajem vulkanske aktivnosti. Kako je unutar ovih naslaga organska tvar umjereno do dobro očuvana, klasificirana kao kerogen tip II, dobrog generativnog potencijala logično je za očekivati da stijene koje se nalaze u podzemlju ili zaštićenim okruženjima imaju naftnogeno-generativna svojstva bolja od analiziranih površinskih uzoraka. Pored toga treba imati na umu i činjenicu, koja proizlazi iz paleodinamske rekonstrukcije. Naime naslage danas prisutne na površini Konavala paleoambijentalno su pri-padale jugozapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme, a istovremeni rubnoplatformni i pripadajući bazenski pojasevi danas su dijelom konzumirani konvergencijom ploča ili se s druge strane još uvijek nalaze u pučinskom (podmorskom) dijelu Jadrana.



*Leiosphaeridia sp.*



*Amorfna organska tvar cijanobakterijskog podrijetla.  
Amorphous organic matter of cyanobacterial origin.*



tions have shown that the beds between the lower part of the Oxfordian and the end of Kimmeridgian contain relatively low contents of organic matter and, accordingly, are devoid of any significant oil potential ( $C_{org}=0,03\text{ do }0,15\%$ ). However, judging from the uniform succession of structural types of limestone, we suppose that through the entire Oxfordian, a production of carbonate sediment persists accompanied by platform subsidence and a global rise in the sea level. Moreover, during the Kimmeridgian, deposition is also present in the intraplatform trough environments, but it is considerably influenced by volcanic activity. Because the organic matter within these sediments is well preserved and classified as type II kerogen with good generative potential, it is logical to suppose that the rocks not exposed on the surface, or those found in protected environments, have oil-generating properties better than analysed surface samples. In addition, the issuing form of palaeodynamic reconstruction must be remembered. Namely, sedimentary rocks recently exposed on the surface of the Konavle paleoenvironmentally belonged to the southwest part of the Adriatic carbonate platform, whereas the simultaneous zones of the platform rim and associated basins are nowadays either partly consumed due to plate convergence or still in the open (abyssal) part of the Adriatic Sea.

# „SNAP-SEE“ projekt: održivo planiranje kamenih agregata u Jugoistočnoj Europi

## „SNAP-SEE“ Project: Sustainable Aggregates Planning in South East Europe

Koordinator za HGI-CGS / Coordinator at HGI-CGS: Dr. sc. **Slobodan MIKO**

slobodan.miko@hgi-cgs.hr

<http://www.snapsee.eu>

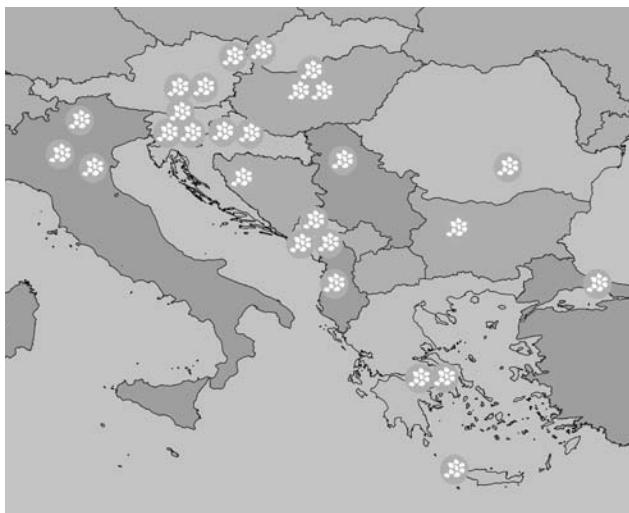
Tijekom 2012. odobren je SNAP-SEE transnacionalni EU projekt u kojem Zavod za mineralne sirovine sudjeluje kao partnerska institucija. U projekt je uključeno 27 partnera iz Austrije, Albanije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Grčke, Italije, Hrvatske, Slovenije, Srbije, Rumunjske i Turske. Vodeći partner u projektu je Sveučilište iz Leobena (Austrija), a voditelj je prof. Guenter Tiess. Provedba projekta trajat će od kolovoza 2012. do rujna 2014. Zavod će u projektu na raspolaganju imati 80.000,00 eura. Ovo je ujedno i treći transnacionalni projekt u kojemu Zavod sudjeluje u sklopu Programa Jugoistočna Europa (SEE). Od hrvatskih partnera u ovaj projekt uključena je i Agencija za zaštitu okoliša. U Sveučilištu u Leobenu (Montan Universität) početkom studenoga 2012. održan je pripremni sastanak projekta (Kick off meeting). Na radnom sastanku su dogovoreni

In 2012, the SNAP-SEE transnational EU project was approved. The Department of mineral resources serves as a partner institution. The project includes 27 partners from Austria, Albania, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, Greece, Italy, Croatia, Slovenia, Serbia, Romania and Turkey. The leading partner in the project is the University of Leoben (Austria), and the head of the project is Prof. Günter Tiess. The project will occur from August 2012 through September 2014, and the Department will have at its disposal 80,000 euros. This is the third transnational project that the Department has taken part in within the framework of the Program of Southeast Europe (SEE). The Croatian partners on this project include the Croatian Environment Agency. An introductory meeting was held in the University of Leoben (Montan Universität) at the beginning of November, 2012 (Kick off meeting). Details on



Sveučilište u Leobenu (Montan Universität): pripremni sastanak projekta (Kick off meeting), na slici (sredina) voditelji projekta Guenter Tiess i Deborah Shields.

University of Leoben (Montan Universität): introductory meeting of the project (Kick off meeting), in the picture (middle) are heads of the project Günter Tiess and Deborah Shields.



Zemlje partneri.

The project partnership countries.

detalji provedbe projekta, odnosno smjernice za izradu alata, akcijskih planova i određivanja pilot aktivnosti, a koji će biti jedan od rezultata projekta.

### Sažetak projekta:

#### POZADINA / STRUKTURA

Osigurati održivu opskrbu agregatima važan je izazov zbog gospodarske važnosti, te potencijalnog utjecaja na okoliš i društvo uslijed njihove proizvodnje. SNAP-SEE projekt je usmjeren na razvoj i širenje alata za planiranje upravljanja agregatima u jugoistočnoj Europi (JIE). Temelji se na rezultatima projekta Održivog gospodarenja kamenim agregatima (SARMa).

Zbog regionalnih razlika u povijesnom razvoju, postoje različiti pristupi politikama za aggregate, planiranja i upravljanja u JIE, koji sprječavaju gospodarski razvoj i učinkovitost resursa u regiji. Osnovne razlike su:

- Razlike između politika za mineralne sirovine;
- Politike i planovi za aggregate su podijeljeni na mnogo različitih pravnih akata, otežavajući tako koordinaciju i temeljito razumijevanje;
- Institucije (vlast) u državama JIE nemaju razumijevanje za kako održivo gospodarenje kamenim agregatima (SARMa) tako i za planiranje održivog snabdijevanja (SSM);
- Ovdje gotovo potpuno izostaje koordinacija planiranja opskrbe agregatima iz primarnih i sekundarnih izvora.

the project implementations were then agreed upon. Directions concerning tool making, plan actions, and pilot activity were defined during the work meeting.

### Project summary:

#### BACKGROUND/ STRUCTURE

Providing a sustainable supply of aggregates is a considerable challenge because of the industrial importance and potential impact on the environment and society due to their production. The SNAP-SEE project is directed towards the development and dissemination of tools for aggregate management planning in southeast Europe (SEE). It is based on the results of the project "Sustainable aggregates resource management (SARMa)".

PARTNERI	DRŽAVA
Montanuniversität Leoben	Austrija
Technical University of Crete	Grčka
National Center for Sustainable Development	Grčka
Geological and Geophysical Institute of Hungary	Mađarska
Emilia-Romagna Region - Environment, Soil and Coast Defence Department	Italija
Autonomous province of Trento- Environmental Protection Provincial Agency	Italija
National Institute for Research-Development in domain of Geology, Geophysics, Geochemistry and Remote sensing	Rumunjska
Ministry of the Environment of the Slovak Republic	Slovačka
Geological Survey of Slovenia	Slovenija
Geological Survey of Albania	Albanija
Ministry of Economic Affairs of Herzegovinian Canton	BiH
Hrvatski geološki institut	Hrvatska
Geological Survey of Montenegro	Crna Gora
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology	Srbija
Regional Government of Styria - Department 14 - Water Management, Resources and Sustainability	Austrija
Bulgarian Association of Aggregates Producers	Bugarska
Hungarian Mining Association	Mađarska
Agencija za zaštitu okoliša	Hrvatska
Ministry of Economy of Montenegro	Crna Gora
Environmental Protection Agency of Montenegro	Crna Gora
Ministry for Economy, Family and Youth	Austrija
Hungarian Office for Mining and Geology	Mađarska
Parma Province-Territorial Planning Service	Italija
Ministry for Agriculture and the Environment	Slovenija
Ecologists Without Borders Association	Slovenija
Istanbul University	Turska
Ministry of environment energy & climate change	Grčka

Partnerske institucije.

Partnership institutions.



Logo projekta.

The project logo.

## IZAZOVI

Identificirani problemi su nedostatak:

- Koordiniranog planiranja nacionalne/regionalne opskrbe agregatima koje se bavi interakcijama između sektora i osigurava dosljednost dokumenata;
- Integriranog planiranja za primarne i sekundarne agregate, koje se bavi učinkovitošću resursa;
- Kapaciteta i sposobnosti za rješavanje prethodna dva problema;
- Angažiranja dionika i procesa savjetovanja kako bi se osiguralo planirano rješavanje problema i potreba svih ciljnih skupina.

## GLAVNI CILJEVI

Osnovni cilj je razviti alatni okvir za planiranje agregata kako bi se podržalo nacionalno/regionalno, primarno i sekundarno planiranje agregata u državama JIE, koji će sadržavati:

- SNAP-SEE viziju za prijelaz na integrirano i opsežno održivo planiranje agregata u državama JIE;
- Priručnik o izgradnji kapaciteta i savjetovanja s dionicima;
- Priručnik s podatcima i metodama analiza;
- Shemu planiranja agregata s modulima planiranja koji će sjediniti načela, pristupe i aktivnosti potrebne za postizanje ciljeva Vizije.

Due to regional differences in historical development, there are various approaches to aggregate politics, planning, and management in SEE, which prevent industrial development and efficacy of resources in the region. The fundamental differences are as follows:

- Differences between mineral resource politics;
- Politics and plans for aggregates are divided into many different legal acts, which frustrate coordination and fundamental understanding;
- Institutions (governments) in SEE countries lack appreciation for both sustainable aggregate resource management (SARM) and sustainable supply planning;
- There is an almost complete absence of coordination in sustainable supply planning from primary and secondary resources.

## CHALLENGES

Identified problems include a lack of the following:

- Coordinated planning for the national/regional aggregate supply, which is engaged in interactions between sectors and provides consistency of documents;
- Integrated planning for primary and secondary aggregates dealing with the efficiency of resources;
- Capacity and ability to solve the previous two problems;
- Engagements of stakeholders and a consulting process to provide for planned resolution of problems and address the needs of all targeted groups.

## MAIN GOALS

The main goal is to develop a tool framework for aggregate planning to support national/regional primary and secondary aggregate planning in the SEE states, which includes the following:

- A SNAP-SEE vision for the transition to integrated and spacious sustainable aggregate planning in the SEE countries;
- A manual containing data and methods of analysis;
- A scheme for aggregate planning with modules of planning that will unify principles, approaches and activities needed for the achievement of the vision goals.

# Ukupni dušik i organski ugljik u tlima Republike Hrvatske (za izvješćivanje prema IPCC i UNFCCC)

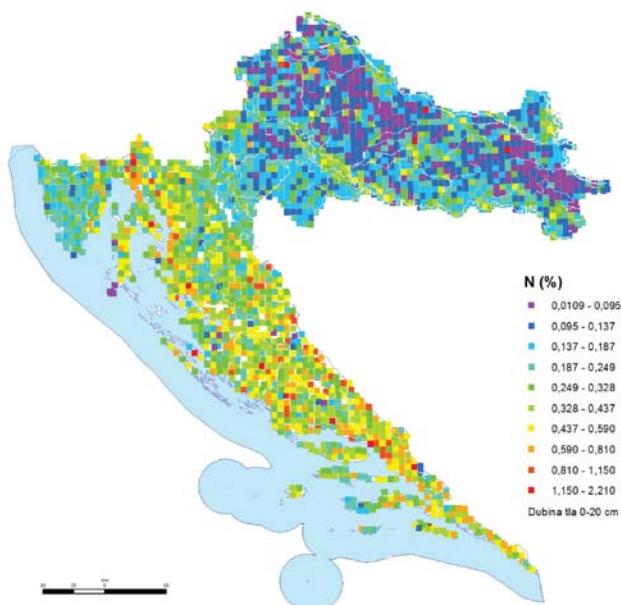
## Total Nitrogen and Total Carbon in Soils of the Republic of Croatia (Reports According to IPCC and UNFCCC)

Autori teksta / Authors of text: Dr. sc. **Slobodan MIKO** (slobodan.miko@hgi-cgs.hr),  
Mr. sc. **Ozren Hasan**, Dr. sc. **Martina Šparica Miko, Helena Ćučuzović**

Istraživanje ukupnog dušika i organskog ugljika napravljene se na arhiviranim uzorcima tala prikupljenim tijekom projekta osnovne Geokemijske karte RH, za potrebe Agencije za zaštitu okoliša (AZO) sukladno potrebama izvješćivanja prema *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) i UNFCCC za kalkulaciju zaliha organskog ugljika u tlima Republike Hrvatske. AZO je odgovorna za prikupljanje podataka i provedbu poslova izvješćivanja sa ciljem ispunjenja obveza Republike Hrvatske za dostavom podataka sukladno Okvirnoj konvenciji UN-a o promjeni klime – UNFCCC (NN-MU 2/1996) i Protokolu iz Kyoto-

The total nitrogen and total organic carbon of archived samples collected during the project "The Basic geochemical map of the Republic of Croatia" were investigated, meeting the demands of the Croatian Environment Agency (AZO) in accordance with the reporting requirements template *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) and UNFCCC to calculate the reserves of organic carbon in the soils of the Republic of Croatia. AZO is responsible for data collection and implementing report activity with the purpose of fulfilling commitments of the Republic of Croatia concerning data delivery in conformity with the UN Framework Convention on climate change – UNFCCC (NN-MU 2/1996) and Kyoto Protocol (NN-MU 5/2007) in the report on the inventory of greenhouse gas emissions on the territory of the Republic of Croatia (NIR).

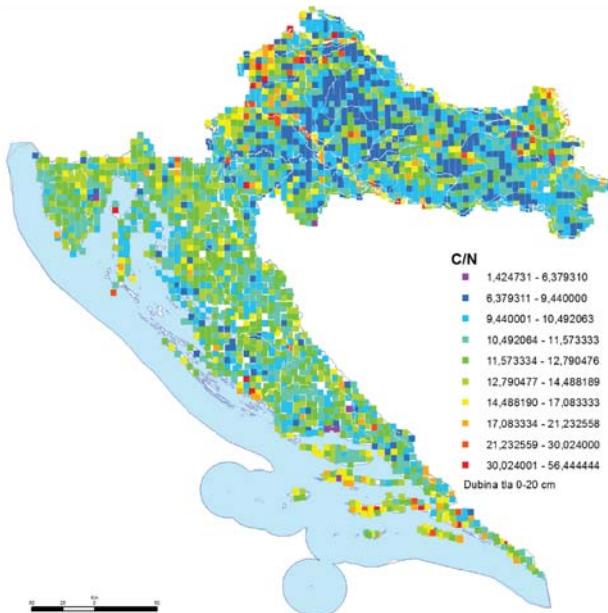
Determination of the total nitrogen and total carbon was carried out simultaneously using the dry combustion method in a *Thermo Flash 2000 Combustion NC Soil* analyser according to HRN ISO 10694 (2004) and HRN ISO 13878 (2004) protocols in the geochemical laboratory of the Department of Mineral Resources of HGI-CGS in Zagreb. The results were corrected based on inorganic carbon analyses. Corrections were made for 20% of the samples containing measurable quantities of carbon. The obtained results were treated statistically using the program STATISTICA 7. Because the dry combustion method is recommended in all international publications as a more exact method for determining the total organic carbon in soil samples compared to the methods of wet combustion, all samples were analysed additionally according to the aforementioned HRN ISO protocols. The total organic carbon determined in this way will be used in further reports according to the *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) and UNFCCC. For the purpose of this project, a



Karta distribucije ukupnog dušika u analiziranim tlima RH.  
Distribution map of total nitrogen in analysed soils of RH.

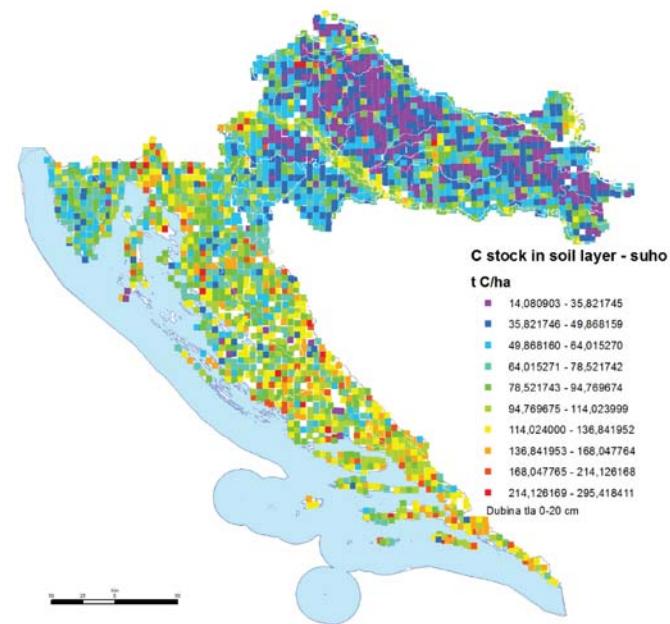
ta (NN-MU 5/2007) u sklopu Izvješća o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske (NIR).

Određivanje ukupnog ugljika i dušika provedeno je simultano, metodom suhog spaljivanja na *Thermo Flash 2000 Combustion NC Soil* analizatoru, prema protokolima HRN ISO 10694 (2004) i HRN ISO 13878 (2004) u Geokemijskom laboratoriju Zavoda za mineralne sirovine Hrvatskog geološkog instituta u Zagrebu. Rezultati su korigirani na temelju kemijskih analiza na anorganski ugljik, korekcija je napravljena za 20% uzoraka koji su sadržavali mjerljive količine karbonata. Dobiveni rezultati obrađeni su statističkom analizom koristeći program STATISTICA 7. Budući se u svim međunarodnim publikacijama preporučuju suho spaljivanje kao točnija metoda odrađivanja organskog ugljika u tlima u odnosu na metode mokrog spaljivanja, svi su uzorci ponovno analizirani u sklopu ove studije prema navedenim HRN ISO protokolima. Ovako određen ukupni ugljik u tlima bit će korišten za daljnja izvještavanja prema *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) i UNFCCC. Za potrebe ovog projekta ukupno je napravljeno 2520 analiza uzoraka tla od kojih je 106 ponovljeno i za kontrolu rezultata analiza. Analizirano je ukupno 152 uzorka standarda. Utvrđeno je kako šumska tla u RH sadrže prosječnu zalihu ugljika od 84,76 t C/ha, a poljoprivredna tla 53,02 t C/ha. Količine dušika niske su u poljoprivrednim tlima sjeverne Hrvatske u odnosu na tla razvijena na kršu, što ukaže na slabiju opskrbljenošću dušikom i nepovoljan odnos C/N.



Karta distribucije omjera C/N u tlima RH.

Distribution map of C/N ratio in analysed RH soils.



Karta distribucije zaliha organskog ugljika u tlima RH.

Distribution map of TOC reserves in analysed RH soils.

total of 2,520 analyses of soil samples were carried out. 106 were repeated for quality control. A total of 152 standard samples were analysed. It was determined that the forest soils in RH contain average reserves of 84.76 t C/ha of carbon, and agriculture soil contains only 53.02 t C/ha. The quantities of nitrogen are low in the agriculture soils of northern Croatia compared to soils developed on karst terrains, indicating a shorter supply of nitrogen and unfavourable C/N ratio.

# Rudarsko-geološka studija potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama na području Primorsko-Goranske županije

## Mining-Geological Study of Potentially and Mineral Resources Management in the Area of Primorsko-Goranska County

Autori teksta / Authors of the text: mr. sc. **Boris KRUK** (boris.kruk@hgi-cgs.hr), **Željko DEDIĆ**, **Ljiljana KRUK**, dr. sc. **Slobodan MIKO**, mr. sc. **Željko KASTMÜLLER**, Erli KOVACHEVIĆ GALOVIĆ

Studija je definirala tzv. „slobodni“ prostor za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina na kojemu prema zakonskim i prostorno-planskim odredbama nema posebnih zahtjeva korištenja prostora. Služi kao podloga za izradu prostornog plana županije u dijelu koji se bavi gospodarenjem mineralnim sirovinama. „Slobodni“ prostori za istraživanje i eksploataciju mineralnih sirovina su prikazani kartografski s pripadajućim zonama potencijalnosti M 1:100.000. Baze podataka za ležišta, eksploatacijska polja, pojave mineralnih sirovina te geološke karte i karte mineralne potencijalnosti oblikovane su u GIS projekt mineralnih sirovina Primorsko-goranske županije.

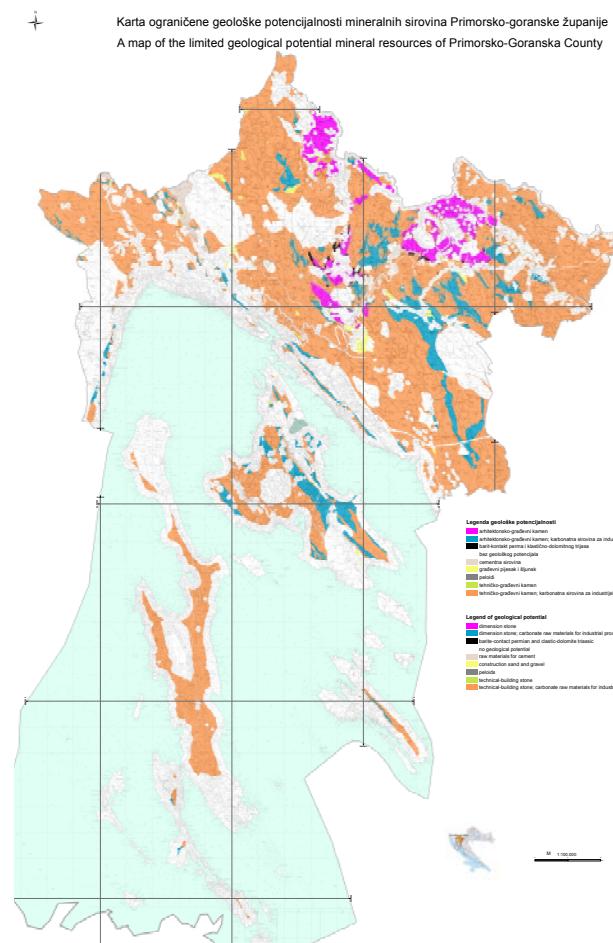
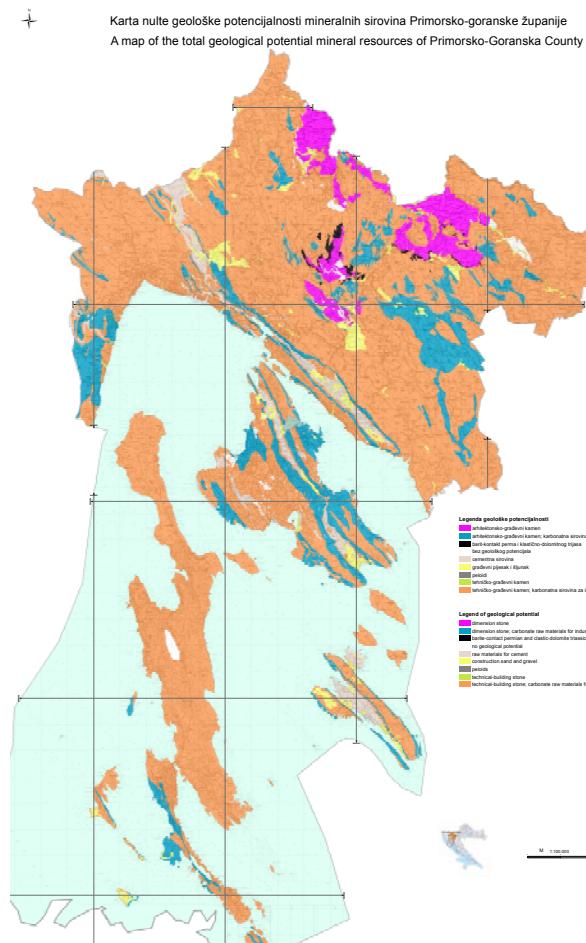
U Primorsko-goranskoj županiji se nalaze 34 eksploatacijska polja, što iznosi 5,82% eksploatacijskih polja u Republici Hrvatskoj. Tehničko-građevni kamen ima 28 eksploatacijskih polja,

The so-called “free” space for investigation and exploitation of mineral resources, for which, according to legal and spatial planning regulations, the special requirements for land use are absent, was defined in this study. The study serves as a base for drafting the spatial plan of the county dealing with mineral resource management. “Free” spaces for investigation and exploitation of mineral resources are represented graphically with associated zones of potentiality, scale 1:100,000. Databases containing deposits, exploitation fields and the occurrence of mineral resources are organised in the form of a GIS project for the mineral resources of Primorsko-Goranska County.

Primorsko-Goranska County includes 34 exploitation fields, which account for 5.82 % of all exploitation fields in Croatia. Technical stone is present in 28 exploitation fields. Dimension stone in on-



Beavec.



arhitektonsko-građevni kamen jedno polje, dok su građevinski pjesak i šljunak zatupljeni na pet eksploatacijskih polja. Evidentirano je 87 napuštenih ležišta tehničko-građevnog kame na, šljunka i pjeska.

Od metala na području županije postoje pojave željezne rude, bakra, pojave i manja ležišta boksita i cinabarita (živa), bez eko-

ly present in one field. Sand and gravel, as building commodities, can be found in five exploitation fields. 87 abandoned deposits of technical stone, sand and gravel are registered.

As far as metals are concerned, there are occurrences of iron and copper ore as well as minor deposits and occurrences of bauxite and cinnabar (mercury), which are not economically significant.





Garica.

nomskog značaja. Od energetskih mineralnih sirovina potencijalnost ugljena ne postoji, a ugljikovodici su već u fazi istraživanja u istražnim prostorima Dinaridi 1 i Dinaridi 2.

Od nemetala geološka („nulta“) i ograničena potencijalnost utvrđena je za:

Vrsta mineralne sirovine	Potencijalnost (km <sup>2</sup> )	
	geološka	ograničena
tehničko-građevni kamen	2672,2	1487,5
arhitektonsko-građevni kamen	634,9	280,5
građevni pjesak i šljunak	102,4	21,1
karbonatne sirovine za industrijsku preradu	3136,5	1673,9
mineralne sirovine za cementnu industriju	122,0	28,4
barit	13,4	5,1
peloidi (ljekovito blato)	3,6	3,6
ukupno potencijalnost (%)	100,0	52,36

In the domain of energy mineral resources, coal is divested of any potentiality whatsoever, whereas hydrocarbons are already being explored in the research field Dinarides 1 and Dinarides 2.

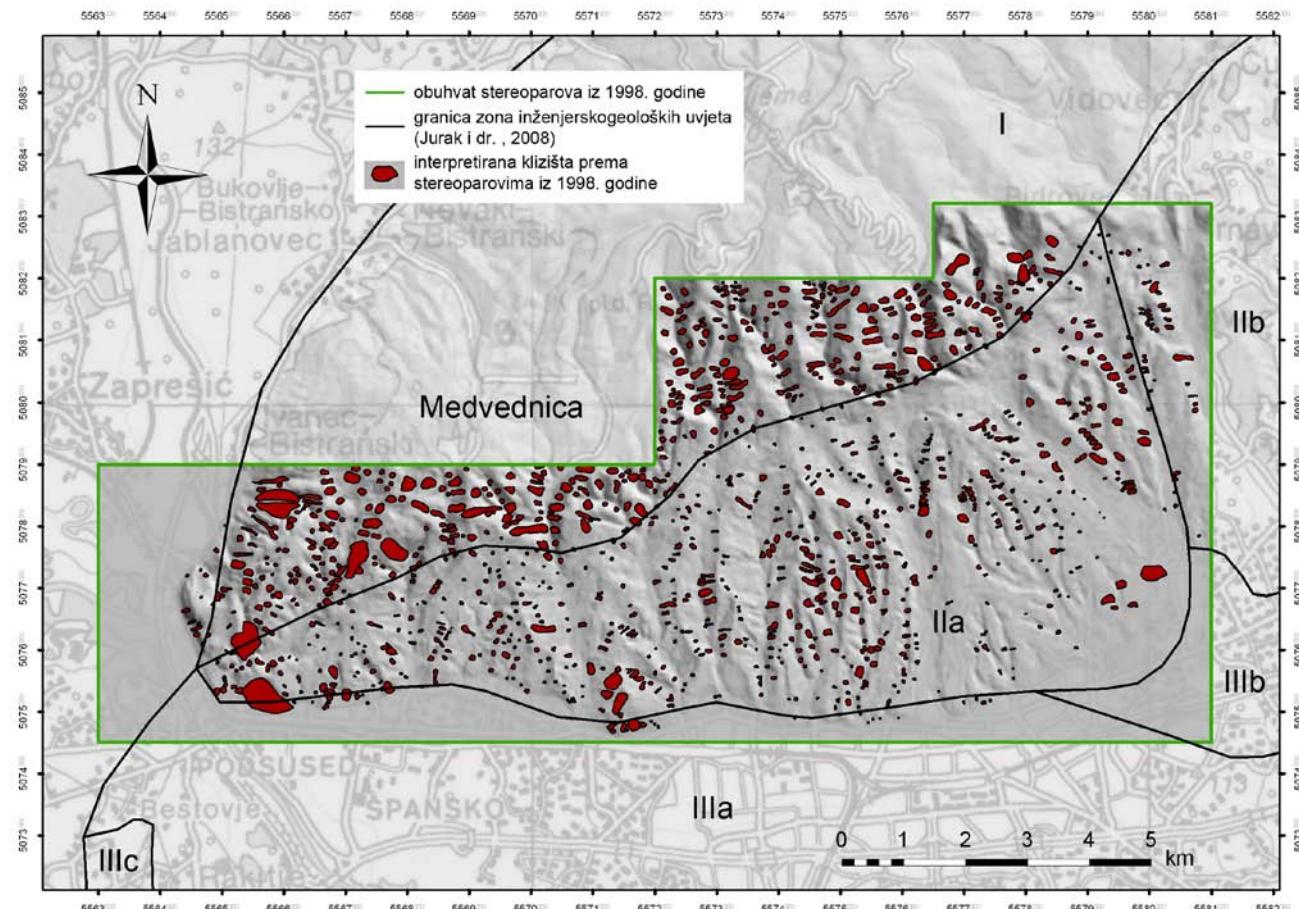
For non-metallic mineral resources, the geological ("nil") and limited potentialities are determined as follows:

Type of mineral resource	Potentiality (km <sup>2</sup> )	
	geological	limited
technical stone	2672.2	1487.5
dimension stone	634.9	280.5
sand and gravel	102.4	21.1
carbonate mineral resources for industrial processing processing preradu	3136.5	1673.9
mineral resources for cement industry	122.0	28.4
Barite	13.4	5.1
peloids (medical mud)	3.6	3.6
total potentiality (%)	100.0	52.36

# Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj

## Project on Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia

Koordinator za HG-CGS / Coordinator for HG-CGS: **Željko MIKLIN**  
zeljko.miklin@hgi-cgs.hr



Prikaz prostorne distribucije identificiranih klizišta prema avionskim stereo fotografijama iz 1998. (preliminarni rezultati).

Representation of spatial distribution of identified landslides according to aerial photographs from 1998 (preliminary results).



Sudionici II. radionice u Rijeci.

Participants in II workshop in Rijeka.

U protekle dvije godine u okviru Hrvatsko – Japanskog projekta obavljena je većina predradnji predviđenih projektom, instalirana je većina instrumenata na istražnim poligonima, te su dobiveni instrumenti i softveri potrebeni za analizu podataka. Završena je edukacija u Japanu za postdiplomante. Hrvatsko rukovodstvo projekta upoznato je s aktivnostima koje japanska strana provodi u Japanu.

U Rijeci je održana druga međunarodna radionica od 15.-17. prosinca, 2011. U pripremi je i treća međunarodna radionica koja će se održati u Zagrebu od 7.-9. ožujka, 2013., s intencijom da radionica postane prvi regionalni simpozij o klizištima u jadransko-balkanskoj regiji.

Projekt je ušao u završnu fazu tako da su prvi rezultati već vidljivi. Pri kraju je izrada doktorskog rada asistenta L. Podolszkog. Jedan od ciljeva doktorskog rada je razvoj metode za identifikaciju klizišta i procjenu relativne opasnosti od klizanja primjenom stereoskopske analize avionskih snimaka iz različitih povijesnih razdoblja i primjenom AHP metode prilagođene specifičnim inženjerskogeološkim uvjetima na istraživanom području.

Znanstvena novakinja Martinčević sudjeluje na projektu od kraja 2010. i sada radi na mineraloškim analizama rendgenskim difraktometrom. Stečeno poznavanje rada na XRD-u iskoristit će se pri izradi doktorske disertacije.

Over the last two years, within the framework of the Croatian-Japanese project, the majority of anticipated pre-work has been done: most of the instruments have been installed on research polygons, and other instruments and software necessary for data analysis have been acquired. Educating of postgraduates in Japan was completed, and the Croatian leadership for the project was informed on the activity of the party in Japan.

The second international workshop was held in Rijeka over the period between December 15<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> 2011. The third workshop, which will be held in Zagreb between March 7<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> 2013, is being prepared and is to become the first regional symposium on landslides in the Adriatic-Balkan region.

The project has entered the final phase, and the results are already visible. The doctoral dissertation of assistant L. Podolszki is almost completed. One of the goals of his thesis is to develop a method of identification of landslides and assess relative landslide risk using stereoscopic analysis of aerial photographs from various historical periods and the AHP method adjusted to specific engineering-geological conditions in the investigated area.

Junior researcher J. Martinčević has participated in the project since the end of 2012 and is currently performing mineralogical analyses using an X-ray diffractometer. The acquired knowledge on RD will be utilised as she finalises her doctoral dissertation.

# Hidrogeološka istraživanja hrvatsko – slovenskih prekograničnih vodonosnika (područje od V. Snežnika do prisavske ravnice) – I. faza

## Hydrogeological Investigations of Croatian – Slovenian Transboundary Aquifers (Area from V. Snežnik to Prisav-ske Ravnice) – 1<sup>st</sup> Phase

Glavni istraživač / Principal investigator: **Mladen KUHTA**  
mladen.kuhta@hgi-cgs.hr

Projekt „Hidrogeološka istraživanja hrvatsko – slovenskih prekograničnih vodonosnika (područje od V. Snežnika do prisavske ravnice) – I. faza“ Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju napravio je s partnerom Geotehničkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu iz Varaždina. Naručitelj projekta su bile Hrvatske vode.

The project “Hydrogeological investigations of Croatian – Slovenian transboundary aquifers (area from Veliki Snežnik to Prisav-ske Ravnice – I phase” was implemented by the Department of Hydrogeology and Engineering Geology in cooperation with its partner, the Faculty of Geotechnical Engineering, University of Zagreb, from Varaždin. The client of the project was Hrvatske Vode.



Izvor Plemenitaš kod istoimenog zaselka.

The spring Plemenitaš near the village of the same name.



Izvor Krajnik  
sjeveristočno od  
Zdihova.

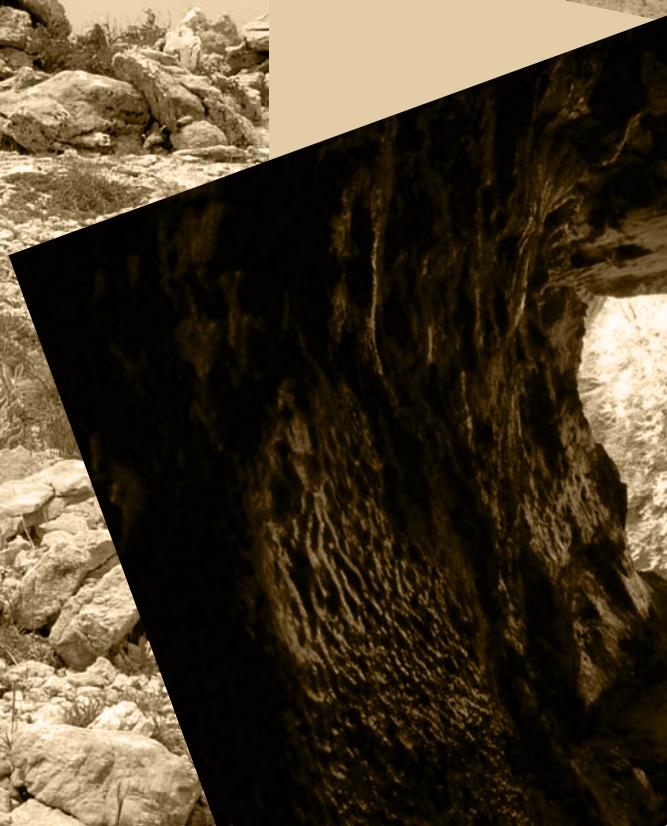
The spring Krajnik  
northeast of Zdihovo.

Kopnena granica između Hrvatske i Slovenije duga je 668 km. U pograničnom se području nalaze vodonosnici pitkih voda značajnih za vodoopskrbu brojnih mjesta i gradova s obje strane granice. Zaštita kakvoće podzemnih voda u prekograničnim vodonosnicima moguća je samo na temelju sveobuhvatnih i zajedničkih istraživanja u Hrvatskoj i u Sloveniji. Jedino takva istraživanja mogu doprinijeti boljem upravljanju vodnim resursima i dalnjem održivom razvitu pograničnih regija. Značaj zajedničkih istraživanja prekograničnih vodonosnika unutar njihovih prirodnih, a ne administrativnih granica, prepoznat je koncem devedesetih godina. Prve aktivnosti pokrenute su 2000. Do sada su provedene dvije faze istraživanja prekograničnih vodonosnika na području između Tršćanskog i Kvarner-skog zaljeva, a završna III. faza projekta planira se realizirati do konca 2014. Kako bi se održao kontinuitet istraživanja, ali ujedno i što prije ispunilo obaveze koje proizlaze iz Okvirne direktive o vodama EU, Hrvatske vode su pokrenule nastavak hidrogeoloških istraživanja na području hrvatsko – slovenske granice, ovog puta na dijelu od Velikog Snežnika do prisavske ravnice.

Osnovni cilj I. faze istraživanja navedenog područja je bio načiniti hidrogeološku bazu podataka kao podlogu za usklađenje cjelina podzemne vode s obje strane državne granice, te izdvojiti prekogranične vodonosnike i načiniti plan njihovog detaljnog istraživanja.

The continental boundary between Croatia and Slovenia is 668 km long. Drinking water aquifers are found in the boundary area, which are important to the water supply of numerous settlements and cities on both sides of the frontier. Protection of the quality of underground waters in transboundary aquifers is possible only if comprehensive and joint research in Croatia and Slovenia is undertaken. Only these investigations can contribute to better water resources management and further sustainable development of transboundary regions. The importance of a joint investigation of transboundary aquifers inside their natural, not administrative, borders was recognised by the end of the nineties. The first activity was initiated by 2000. Up to now, two stages of investigation have been implemented, which include the transboundary aquifers in the areas of Trieste and the Kvarner Bays, and a third stage is planned for implementation by the end of 2014. To maintain the prolongation of research and simultaneously fulfill undertaken commitments from the EU Water Framework Directive as soon as possible, Hrvatske Vode has launched an extension of hydrogeological research in the area of the Croatian-Slovenian boundary on the portion from the Veliki Snežnik to the Prisavska Ravnica.

The main goal of the I. stage in the investigation of the aforementioned area was to build a hydrogeological database as a framework for adjusting the water complexes on both sides of the border and make a plan for their detailed investigation.





# Publikacije Publications



# Knjižnica Hrvatskog geološkog instituta

## Library of the HGI-CGS

Voditeljica knjižnice / Head of the Library: **Tea FLUKSI**, prof.  
tel. (+385 1) 6160 786  
fax. (+385 1) 6144 718  
e-mail: [tfluksi@hgi-cgs.hr](mailto:tfluksi@hgi-cgs.hr)

Knjižnica i arhiv Hrvatskog geološkog instituta u 2012. su godini uređeni i dotjerani. Zidovi su svježe prebojani, a parket je obnovljen. Tu smo priliku iskoristili kako bismo i napravili novi razmještaj pa su neki komadi namještaja izbačeni kako bi se dobio veći prostor.

Dovršeno je popisivanje i uređivanje doktorskih i magistarskih radova pa ta zbirka sada broji preko 400 svezaka domaćih i stranih doktorskih disertacija i magistarskih radova koji su korisnicima dostupni za posudbu i korištenje.

Ove je godine za knjižnicu nabavljeno 48 knjiga i preko 350 svećića časopisa. Knjige su uglavnom nabavljane kupnjom ili dobivene na dar, a časopisi kao zamjena za Geologiu Croaticu, koja je i ove godine izdana u tri broja. Knjižnica je, naravno, neke tražene članke našla i preko međuknjižnične posudbe, što je vrlo učinkovit način suradnje sa srodnim knjižnicama.

The library and archive of HGI-CGS were rearranged and polished in 2012. The walls have been freshly painted and the parquet is refurbished. We took the opportunity to redesign the layout. Some new pieces of furniture were purchased, and the space became larger.

The doctoral and bachelor theses were inventoried and edited. They are currently available for lending and use.

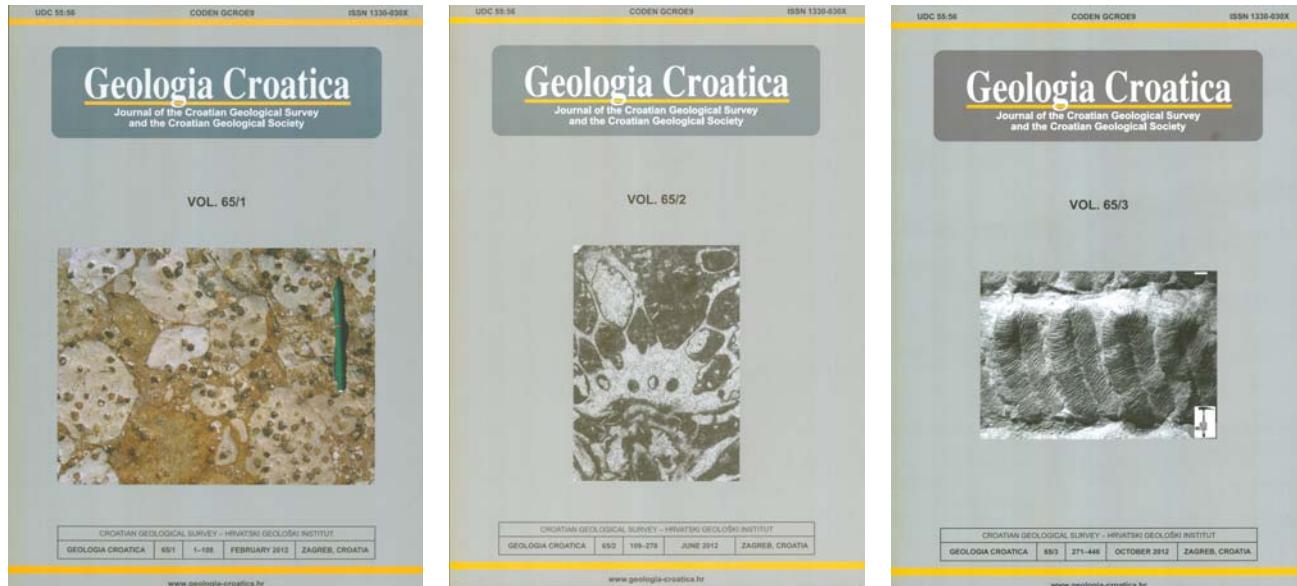
This year, the library acquired 48 books and over 350 journal issues. The books were mainly purchased or acquired as gifts, whereas the journals were obtained in exchange for Geologia Croatica; this year, three issues were published, as before. Of course, the library acquired some papers through the interlibrary exchange, which is a very efficient mode of cooperation with similar libraries.



# Znanstveni časopis Geologija Croatica

## Scientific Journal Geologia Croatica

Tehnički urednik / Technical editor: Dr. sc. **Marija HORVAT**  
marija.horvat@hgi-cgs.hr



*Geologija Croatica* je znanstveni časopis Hrvatskog geološkog instituta (HGI) i Hrvatskog geološkog društva (HGD) koji objavljuje radove iz svih područja geoznanosti. Članci su na engleskom jeziku i međunarodno recenzirani, a zaprimaju se elektronski preko sustava OJS (Open Journal System). Sve informacije o časopisu mogu se dobiti na mrežnoj stranici časopisa: [www.geologija-croatica.hr](http://www.geologija-croatica.hr)

U 2012. godini redovito su tiskana tri sveska: 65/1, 65/2 i 65/3. Na 446 stranica objavljeno je 30 znanstvenih radova i In Memoriam akademiku Stjepanu Šćavničaru (1923.-2011.).

Od djelatnika HGI, njih sedamnaest su koautori na 8 originalnih znanstvenih radova objavljenih u 2012.

Tiskan je i poseban broj 65/Suppl.1 posvećen 95. rođendanu akademika, prof. dr. Milana Heraka. U ovom posebnom broju otisnut je rad akademika Milana Heraka *A generalized "southern" review of the tectonogenetic relationships of the "Dinarides" and*

*Geologija Croatica* is a scientific journal of the Croatian Geological Survey (HGI-CGS) and Croatian Geological Society (HGI) that publish papers from all fields of geoscience. Papers are published in English; they undergo international peer review and are submitted online through OJS (Open journal system). All information on the journal can be obtained from the website of the journal: [www.geologija-croatica.hr](http://www.geologija-croatica.hr)

Three issues are regularly published; in 2012, they were 65/1, 65/2 and 65/3. On 446 pages, 30 scientific works are published, including "In Memoriam" for academician Stjepan Šćavnićar (1923-2011).

Seventeen employees of HGI-CGS participated as coauthors on 8 original scientific papers published in 2012.

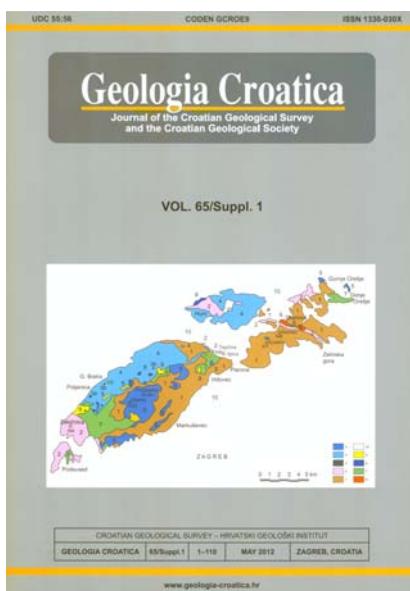
A special issue, 65/Suppl.1, was also published dedicated to the birthday of academician Prof. Dr. Milan Herak. His paper *A generalised "southern" review of the tectonogenetic relationships of the "Dinarides" and*

"Alpides" i reprint dva njegova rada: *Comparative study of some Triassic Dasycladaceae in Yugoslavia* (1965) i *Tecto-genetic approach to the classification of karst terrains* (1977). Uvodnu riječ napisali su akademici prof. dr. Ivan Gušić i prof. dr. Mladen Juračić. Prof. dr. Zvonimir Hernitz napisao je osvrt o prvom udžbeniku iz inženjerske geologije koji je napisao profesor Herak 1957.

Broj 65/3 posvećen je najvećim dijelom Međunarodnom projektu „International geosciences program (IGCP) Project 575 (2010-2015): "Pennsylvanian terrestrial habitats and biotas in southeastern Europe and northern Asia Minor and their relation to tectonics and climate". Gosti urednici broja su bili prof. dr. Jasenka Sremac i Dr. Christopher J. Cleal.

Časopis je u bazi *Web of Science* od 2009. Ove godine dobio je i službeni čimbenik utjecaja od Thomson Reutersa, koji iznosi 0,575. SciMago Journal Rank – čimbenik utjecaja (SJR) iznosio je 0,472 i unutar hrvatskih časopisa iz geoznanosti smo na 1. mjestu, a treći od svih hrvatskih časopisa indeksiranih u Scopusu.

Časopis je kontinuirano indeksiran i u Geo Abstracts, GeoRef, GeoArchive, Geotitles, Geobase, MINABS Online, BIOSIS, Zoological Abstracts, PASCAL, Petroleum Abstracts, Chemical Abstracts, Current Geographical Abstracts i EBSCO Academic Search Complete.



the "Dinarides" and "Alpides" is published in this issue along with reprints of two other works: *Comparative study of some Triassic Dasycladaceae in Yugoslavia* (1965) and *Tecto-genetic approach to the classification of karst terrains* (1977). A foreword was written by academicians Prof. Dr. Ivan Gušić and Prof. Dr. Mladen Juračić. Prof. Dr. Zvonimir Hernitz wrote a review on the first textbook of engineering geology, written in 1957 by Professor Herak.

Issue 65/3 is, for its most part, dedicated to the international project International geosciences program (IGCP) Project 575 (2010-2015): "Pennsylvanian terrestrial habitats and biotas in southeastern Europe and northern Asia Minor and their relation to tectonics and climate". The guest editors of the issue were Prof. Dr. Jasenka Sremac and Dr. Christopher J. Cleal.

**Since 2009, the journal has been indexed in the base *Web of Science*. This year it acquired an official impact factor from Thomson Reuters, rating 0.575. The SciMago Journal Rank – impact factor (SJR) amounted to 0.472. Simultaneously, we are in first place among the Croatian journals in the field of geoscience and in third place out of all Croatian journals indexed in Scopus.**

The Journal is also continually indexed in the following: Geo Abstracts, GeoRef, GeoArchive, Geotitles, Geobase, MINABS Online, BIOSIS, Zoological Abstracts, PASCAL, Petroleum Abstracts, Chemical Abstracts, Current Geographical Abstracts and EBSCO Academic Search Complete.

# Bibliografija djelatnika HGI-CGS-a u 2012. godini

## Bibliography of HGI-CGS Staff in 2012

### KNJIGE / BOOKS

- Halamić, Josip; Belak, Mirko; Šorša, Ajka; Marin, Dinko; Fuček, Ladislav.** Geološka zbirka zadarske županije u OŠ Bartula Kašića . Zagreb : Hrvatski geološki institut, Osnovna škola Bartul Kašić, 2012, 97 str.
- Korbar, Tvrtko; Avanić, Radovan; Bakrač, Koraljka; Belak, Mirko; Bergant, Stanislav; Brčić, Vlatko; Brlek, Mihovil; Fuček, Ladislav; Grgašović, Tonći; Grizelj, Anita; Halamić, Josip; Hećimović, Ivan; Horvat, Marija; Jamičić, Domagoj; Koch, Georg; Matičec, Dubravko; Oštrić, Nenad; Palenik, Damir; Slovenec, Damir; Šorša, Ajka.** Upute za izradu Osnovne geološke karte Republike Hrvatske : M 1:50 000. Zagreb : Hrvatski geološki institut, 2012, 131 str.

### POGLAVLJA U KNJIZI / BOOK CHAPTERS

- Galović, Lidija; Peh, Zoran; Halamić, Josip.** Relationship between stream sediment geochemistry and drainage basin lithology in small order mountain drainage basins - factor model of the Medvednica Mountain, Croatia / New horizons in Central European geomathematics, geostatistics and geoinformatics / Geiger, János ; Pál-Molnár, Elemér ; Malvić, Tomislav (ur.). Szeged : Geolitera Publishing House, Institute of Geosciences, University of Szeged, Hungary, 2012. Str. 103-112.

### RADOVI U CURRENT CONTENTS ČASOPISIMA / PAPERS IN JOURNALS INDEXED BY THE THOMSON SCIENTIFIC CURRENT CONTENTS

- Bermanec, Vladimir; **Horvat, Marija**; Žigovečki Gobac, Željka; Zebec, Vladimir; Scholz, Ricardo; Škoda, Radek; Wegner, Reinhard; de Brito Barreto, Sandra; Dódony, István. Pseudomorphs of low microcline after adularia fourlings from the Alto da Cabeça (Boqueirão) and Morro Redondo pegmatites, Brazil / *The Canadian Mineralogist*. 50 (2012) ; 975-987.
- De Caritat, Peter; Reimann, Clemens; A., S.; A., M.; A., A.; B., R.; B., M.J.; B., A.; C., D.; De Vivo, B.; De Vos, W.; D., M.; D-D., M.; E., O.A.; E., M.; E., V.; F., T.E.; F., D.; F., S.; F., M.; F., U.; G., A.; G., M.; G., V.; G., A.; **Halamić, Josip**; H., E.; H., P.; H., G.; H., R.; H., J.; H., H.; Husnjak, Stjepan; J., L.; J., C.C.; J., G.; K., J.; K., J.; K., V.; K., P.; K., P.; K., L.; L., A.; L., J.; L., P.; M., D.; M., B.I.; M., R.; McLaughlin, R.; M., R.G.; M., N.; M., G.; N., P.; O'Connor, P.; O., K.; O., R.T.; P., V.; P., V.; P., S.; P., M.; P., C.; R., U.; S., I.; S., A.; S., S., I.; S., P.; S., E.; S., F.; S., I.; **Šorša, Ajka**; S., R.; S., T.; T.; T., V.; V., P.; V., V.; V., D.; Z., A.M.; Z., Z.; NGSA, Project-Team. Comparing results from two continental geochemical surveys to world soil composition and deriving Predicted Empirical Global Soil (PEGS2) reference values / *Earth and planetary science letters*. 319-320 (2012) ; 269-276.
- Galović, Ines**; Young, Jeremy. Revised taxonomy and stratigraphy of MiddleMiocene calcareous nannofossils of the Paratethys / *Micropaleontology*. 58 (2012) , 4; 305-334.
- Galović, Lidija; Peh, Zoran; Halamić, Josip**; Bukovec, Dragan. Geochemical atlas of the Medvednica Mt.: natural distribution of geochemical elements in stream sediments / *Journal of Maps*. 8 (2012) , 4; 478-483.
- Halamić, Josip; Peh, Zoran; Miko, Slobodan; Galović, Lidija; Šorša, Ajka.** Geochemical Atlas of Croatia: Environmental Implications and Geodynamical Thread / *Journal of geochemical exploration*. 115 (2012) ; 36-46.
- Korbar, Tvrtko; Glumac, Bosiljka; Cvetko Tešović, Blanka; Cadieux, Sarah B.** Response of a Carbonate Platform to the Cenomanian-Turonian Drowning and OAE 2: a Case Study from the Adriatic Platform (Dalmatia, Croatia) / *Journal of sedimentary research*. 82 (2012) , 3; 163-176.
- Márton, Emö; Tomljenović, Bruno; Pavelić, Davor; Pethe, Mihály; **Avanić, Radovan**; Jelen, Bogomir. Magnetic fabric of Late Miocene clay-rich sediments from the southern Pannonian basin / *International journal of earth sciences*. 101 (2012) , 3; 879-888.
- Prtoljan, Božo; Kapelj, Sanja; Dukarić, Franjo; Vlahović, Igor; Mrinjek, Ervin.** Hydrogeochemical and isotopic evidences for definition of tectonically controlled catchment areas of the Konavle area springs (SE Dalmatia, Croatia) / *Journal of geochemical exploration*. 112 (2012) ; 285-296.

Reiman, Clemens; de Caritat, Patrice; A., S.; A., M.; A., A.; B., R.; B., M.J.; B., A.; B., M.; C, D; D., A.; D., E.; D., B.; D., W.; D., M.; D-D., A; E., O.A.; E., M.; E., V.; F.; F.; T.E.; F., D.; F., S.; F., M.; F., U.; G., A.; G., M.; G., V.; G., A.; **Halamić, Josip**; H., E.; H., P.; H., G.; H., R.; H., J.; H., H.; Husnjak, Stjepan; J., E.; J., C.C.; J., J.; K., J.; K., J.; K., V.; K., F.; K., P.; K., L.; L., A.; L., J.; L., P.; M., D.; M., B.I.; M., R.; M., M.; M., R.G.; M., N.; M., G.; N., P.; O., P.; O., K.; O., R.T.; P., A.; P., V.; P., S.; P., M.; P., C.; R., U.; S., I.; S., A.; S., I.; S., P.; S., E.; S., F.; S., I.; **Šorša, Ajka**; S., R.; S., T.; T., T., V.; V., P.; V., V.; V., D.; Z., A.M.; Z., Z.; NGSA Team. New soil composition data for Europe and Australia: Demonstrating comparability, identifying continental-scale processes and learning lessons for global geochemical mapping / *Science of the total environment*. 416 (2012) ; 239-252.

Reimann, Clemens; Filzmoser, Peter; Fabian, Karl; Hron, Karel; Birke, Manfred; Demetriades, Alecos; Dinelli, Enrico; Ladenberger, Anna; A., S.; A., M.; A., A.; B., R.; B., M.J.; B., A.; C., D.; De Vivo, B.; De Vos, W.; D., M.; D-D., M.; E., O.A.; E., M.; E., V.; F., T.E.; F., D.; F., S.; F., M.; F., U.; G., A.; G., M.; G., V.; G., A.; **Halamić, Josip**; H., E.; H., P.; H., G.; H., R.; H., J.; H., H.; Husnjak, Stjepan; J., L.; J., C.C.; J., J.; G.; K., J.; K., J.; K., V.; K., P.; K., L.; L., A.; L., J.; L., P.; M., D.; M., B.I.; M., R.; McLaughlin, R.; M., R.G.; M., N.; M., G.; N., P.; O'Connor, P.; O., K.; O., R.T.; P., V.; P., V.; P., S.; P., M.; P., C.; R., U.; S., I.; S., A.; S., I.; S., P.; S., E.; S., F.; S., I.; **Šorša, Ajka**; S., R.; S., T.; T., T., V.; V., P.; V., V.; V., D.; Z., A.M.; Z., Z. The concept of compositional data analysis in practice - Total major element concentrations in agricultural and grazing land soils of Europe / *Science of the total environment*. 426 (2012) ; 196-210.

Reimann, Clemens; Flem, Belinda; Fabian, Karl; Birke, Manfred; Ladenberger, Anna; Negrel, Philippe; Demetriades, Alecos; Hoogewerff, Juri-an; A., S.; A., M.; A., A.; B., R.; B., M.J.; B., A.; C., D.; De Vivo, B.; De Vos, W.; D., M.; D-D., M.; E., O.A.; E., M.; E., V.; F., T.E.; F., D.; F., S.; F., M.; F., U.; G., A.; G., M.; G., V.; G., A.; **Halamić, Josip**; H., E.; H., P.; H., G.; H., R.; H., J.; H., H.; Husnjak, Stjepan; J., L.; J., C.C.; J., J.; G.; K., J.; K., J.; K., V.; K., P.; K., P.; K., L.; L., A.; L., J.; L., P.; M., D.; M., B.I.; M., R.; McLaughlin, R.; M., R.G.; M., N.; M., G.; N., P.; O'Connor, P.; O., K.; O., R.T.; P., V.; P., V.; P., S.; P., M.; P., C.; R., U.; S., I.; S., A.; S., I.; S., P.; S., E.; S., F.; S., I.; **Šorša, Ajka**; S., R.; S., T.; T., T., V.; V., P.; V., V.; V., D.; Z., A.M.; Z., Z. Lead and lead isotopes in agricultural soils of Europe - The continental perspective / *Applied geochemistry*. 27 (2012) , 3; 532-542.

Schlagintweit, Felix; **Velić, Ivo**. Foraminiferal tests and dasycladalean thalli as cryptic microhabitats for thaumatoporellacean algae from Mesozoic (Late Triassic-Late Cretaceous) platform carbonates / *Facies*. 58 (2012) , 1; 79-94.

Šegvić, Branimir; Šešelj, Lucijana; **Slovenec, Damir**; Lugović, Boško; Ferreiro Mählmann, Rafael. Composition, technology of manufacture, and circulation of Hellenistic pottery from the Eastern Adriatic : a case study of three archaeological sites along the Dalmatian coast, Croatia / *Geoarchaeology*. 27 (2012) , 1; 63-87.

**Terzić, Josip; Stroj, Andrej; Frangen, Tihomir**. Hydrogeologic investigation of karst system properties by common use of diverse methods: a case study of Lička Jesenica springs in Dinaric karst of Croatia / *Hydrological processes*. 26 (2012) , 3302-3311.

Tsukamoto, Sumiko; Jain, Mayank; Murray, Andrew S; Thiel, Christine; Schmidt, Esther D; **Wacha, Lara**; Dohrmann, Reiner; Frechen, Manfred. A comparative study of the luminescence characteristics of polymineral fine grains and coarse grained K-, Na- rich feldspars / *Radiation measurements*. 47 (2012) , 9; 903-908.

## RADOVI U ČASOPISU GEOLOGIA CROATICA / PAPERS IN THE GEOLOGIA CROATICA JOURNAL

Bakrač, Koraljka; Koch, Georg, Sremac, Jasenka. Middle and Late Miocene palynological biozonation of the south-western part of Central Paratethys (Croatia) / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 2; 207-222.

**Banak, Adriano; Mandić, Oleg; Kovačić, Marijan; Pavelić, Davor**. Late Pleistocene climate history of the Baranja loess plateau - evidence from the Zmajevac loess-paleosol section (northeastern Croatia) / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 3; 411-422.

**Buljan, Renato; Pollak, Davor; Gulam, Vlatko**. Engineering properties of marine sediments in Mali Ston Bay (Croatia) based on "Mainland-Pelješac" bridge investigations / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 2; 233-242.

**Kovačević Galović, Erli; Ilijanić, Nikolina; Peh, Zoran; Miko, Slobodan; Hasan, Ozren**. Geochemical discrimination of Early Palaeogene bauxites in Croatia / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 1; 53-65.

**Kuhta, Mladen; Brkić, Željka; Stroj, Andrej**. Hydrodynamic characteristics of Mt. Biokovo foothill springs in Croatia / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 1; 41-51.

**Slovenec, Damir**; Lugović, Boško. Evidence of the spreading culmination in the Eastern Tethyan Repno oceanic domain assessed by the petrology and geochemistry of N-MORB extrusive rocks from the Mt. Medvednica ophiolite mélange (NW Croatia) / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 3; 435-446.

**Sokač, Branko; Velić, Ivo; Grgasović, Tonči; Čosović, Vlasta; Vlahović, Igor**. Taxonomy and stratigraphy of an algal assemblage in Palaeogene deposits of the northern foothills of Mt. Biokovo (Southern Croatia) / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*. 65 (2012) , 2; 161-205.

## RADVOI U DRUGIM ČASOPISIMA / PAPERS IN OTHER JOURNALS

Kovačić, Marijan; Vrsaljko, Davor; **Horvat, Marija**; Bošnjak, Marija; Popović, Darko. Neogenski i kvarterni sedimenti u pjeskokopu Petnja na južnim obroncima Dilj gore / *Vijesti Hrvatskoga geološkog društva*. 49 (2012) , 1; 38-41.

**Marković, Tamara; Larva, Ozren; Mraz, Vinko.** Hidrogeokemijske značajke geotermalne vode na području Julijevog parka u Daruvaru / *Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru*. 6 (2012) ; 127-136.

**Slovenec, Damir**; Lugović, Boško; Slovenec, Dragutin. Sekundarne mineralne parageneze u mafitnim ekstruzivnim stijenama iz ofiolitnog melanža Medvednice (Hrvatska) / *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*. 25 (2012) ; 33-46.

## RADVOI I SAŽETCI U ZBORNICIMA SKUPOVA / PAPERS AND ABSTRACTS IN PROCEEDINGS

**Banak, Adriano**; Kovačić, Marijan; Mandić, Oleg, Pavelić, Davor. Sedimentary characteristics and source of loess in Baranja (eastern Croatia) / *29th IAS Meeting of Sedimentologists, 10-13. September, 2012, Schladming, Austria, Book of Abstracts* / Missoni, Sigrid ; Gawlick, Hans-Juergen (ur.). Schladming, 2012. 172-172.

**Brlek, Mihovil; Korbar, Tvrko; Otoničar, Bojan; Glumac, Bosiljka; Grizelj, Anita; Cvetko Tešović, Blanka; Fuček, Ladislav.** Discontinuity surfaces in Upper Cretaceous carbonate deposits from central Dalmatia, Croatia / *29th IAS Meeting of Sedimentologists, 10-13. September, 2012, Schladming, Austria, Book of Abstracts* / Missoni, Sigrid ; Gawlick, Hans-Juergen (ur.). Schladming, 2012. 308-308.

Cvetko Tešović, Blanka; Glumac, Bosiljka; **Korbar, Tvrko**; Bucković, Damir; Brlek, Mihovil. Lower Cretaceous platform carbonates of Mt Svilaja (Dinaric Karst, Croatia) / *The 16th Symposium on The Bahamas and Other Carbonate Regions, Abstracts with Program* / Glumac, Bosiljka ; Savares, Michael (ur.). San Salvador, Bahamas : Gerace Research Centre, 2012. 11-12.

Cvetko Tešović, Blanka; **Korbar, Tvrko**; Glumac, Bosiljka; Bucković, Damir; Brlek, Mihovil. Sedimentary dynamics and main events in the evolution of the Adriatic-Dinaric Carbonate Platform (Dinaric Karst, Croatia) / *The 16th Symposium on The Bahamas and Other Carbonate Regions, Abstracts with Program* / Glumac, Bosiljka ; Savares, Michael (ur.). San Salvador, Bahamas : Gerace Research Centre, 2012. 12-13.

**Galović, Lidija; Wacha, Lara; Koloszár, László; Chikán, Géza; Magyari, Árpád; Marsi, István; Frechen, Manfred.** Upper & Middle Pleistocene Loess Records in Šarengrad Sections / *International conference on loess research, Tribute to Edward Derbyshire, ED@80s: Loess in China & Europe, Abstract book*. Novi sad, 2012. 29-30.

Govoni, B.; Oates, A.; **Prtoljan, B.**; Husinec, A. & Read, F. Facies and Non-Cyclicity of Upper Jurassic Oxfordian Muddy Carbonates, Southern Adriatic Platform, Croatia. / *AAPG Search and Discovery Article 90142*. Long Beach, California, 2012. 312-313.

Gverić, Zvonka; Kampić, Štefica; **Marković, Tamara**; Jozić, Dražan; Biševac, Vanja; Tibljaš, Darko. Mineralogical and chemical characteristics of Croatian bentonites / *Informator, 49, Book of Abstracts* / Šťastný Martin Žigová Anna (ur.). Průhonice : Czech National Clay Group, 2012. 150-150.

**Hajek-Tadesse, Valentina.** Nonmarine Early Miocene ostracods from Požega outcrop (Mt. Požeška gora, Croatia) / *Kölner Forum Geol. Paläontologie* / Vieheberg, Finn.A.&Gromig, Raphael (ur.). Köln : Institut für Geologie und Mineralogie der Universität zu Köln, 2012. 25-25.

**Hajek-Tadesse, Valentina; Bakrač, Koraljka; Miknić, Mirjana; Grizelj, Anita.** Freshwater Lower Miocene deposits from the Mt. Požeška gora (North Croatian Basin) / *Molasse Tagung 2012* / Mandić, Oleg ; Harzhauser, Matias ; (ur.). Wien, 2012. 16-17.

**Hasan, Ozren; Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina; Stroj, Andrej.** Record of anthropogenic (urban) pollution in sediments of the karst lake Modro jezero, Croatia / *20th International Karstological School "Classical Karst"; Karst Forms and Processes, Guide Book & Abstracts* / Mihevc, Andrej ; Gabrovšek, Franci (ur.). Postojna : Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, 2012. 55-56.

**Horvat, Marija; Slovenec Damir.** Petrographic characteristics of the magmatic rocks of Dilj Mt. (southern part of the Pannonian basin, Croatia) / *Acta Mineralogica-Petrographica, Abstract Series, Volume 7* / Elemér Pál-Molnár (ur.). Szeged : University of Szeged, Hungary, 2012. 57-57.

**Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Hasan, Ozren; Bakrač, Koraljka.** Late Pleistocene and Holocene environmental changes in eastern Adriatic coastal karst lakes / *9th ISEG Book of Abstracts* / Da Silva, E.F., Reis, A.P., Patinha, C., Pereira, E., Rodrigues, S. (ur.). Aveiro : PLM-Plural, 2012. 195-195.

**Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Hasan, Ozren; Šparica Miko, Martina; Mesić, Saša.** Mineralogical approach to BCR extraction procedure of urban playground soils in Zagreb (Croatia) / European Mineralogical Conference, Vol. 1, EMC2012. 2012. 685-685.

**Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Petrinec, Branko; Franić, Zoran.** Anthropogenic trace elements of the bottom sediments from the Middle and South Adriatic Sea / *9th ISEG Book of abstracts* / Da Silva, E.F., Reis, A.P., Patinha, C., Pereira, E., Rodrigues, S. (ur.). Aveiro : PLM-Plural, 2012. 9-9.

- Kuhta, Mladen; Brkić, Željka.** Seasonal temperature variations of Lake Vrana on the island of Cres and possible influence of global climate changes / 39th International Association of Hydrogeologists Congress: Congress Program and Abstracts. Niagara Falls : International Association of Hydrogeologists - Canadian National Chapter, 2012. 280-281.
- Kuhta, Mladen; Stroj, Andrej.** Primjeri incidentnih onečišćenja speleoloških objekata tekućim ugljikovodicima i njihove posljedice / Stručni seminar o zaštiti špilja i podzemne faune / Nenad Buzjak, Dalibor Paar (ur.). Samobor : Speleoški klub "Samobor", 2012. 24-38.
- Lacković, Damir; Stroj, Andrej.** Špilja Veternica prije 400 000 godina. / 2. skup OkruGeo, Zbornik sažetaka / Kos, Katarina ; Posilović, Hrvoje (ur.). Zagreb, 2012. 35-35.
- Marković, Tamara; Larva, Ozren.** Hidrokemijska obilježja termalne vode na području Daruvara / XIV Srpski simpozijum o hidrogeologiji : Zbornik radova / Nevena Savić ; Marina Jovanović (ur.). Beograd : Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 2012. 187-193.
- Marković, Tamara; Larva, Ozren; Brkić, Željka.** Occurrence of Mn in alluvial aquifer as a consequence of surface – groundwater interaction in the Požega valley - Croatia / 39th International Association of Hydrogeologists Congress: Book of Abstracts / Holysh, Steve ; Howard, Ken (ur.). Niagara Falls : IAH, 2012. 95-95.
- Marković, Tamara; Terzić, Josip; Lukač-Reberski, Jasmina.** Određivanje trendova kakvoće vode pomoću geokemijskih pokazatelja u krškom vodonosniku Blatskog polja na otoku Korčuli / XIV Srpski simpozijum o hidrogeologiji : Zbornik radova / Nevena Savić ; Marina Jovanović (ur.). Beograd : Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, 2012. 193-199.
- Miklin, Željko; Podolszki, Laszlo; Martinčević, Jasmina.** Geological and engineering-geological investigations in Brodsko brdo area / Četvrti Internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo - Nauka i praksa - Zbornik radova GNP 2012 / Knežević, Miloš ; Šćepanović, Biljana (ur.). Cetinje : Centralna Narodna Biblioteka Crne Gore, 2012. 2079-2084.
- Miko, Slobodan; Ilijanić, Nikolina; Hasan, Ozren; Šparica Miko, Martina; Crnojević, Helena.** The Geochemistry of Land Use Change during the Late Holocene in the Istrian-littoral River Basin, Croatia / 9th ISEG Book of Abstracts / Da Silva, E.F., Reis, A.P., Patinha, C., Pereira, E., Rodrigues, S. (ur.). Aveiro : PLM-Plural, 2012. 194-194.
- Paar, Dalibor; Stroj, Andrej; Barišić, Teo; Bakšić, Darko; Lacković, Damir; Radolić, Vanja.** Kita Gačešina Cave System: What we know about the longest Croatian cave? / 20th International Karstological School "Classical Karst": Karst Forms and Processes / Mihevc, Andrej ; Gabrovšek, Franci (ur.). Postojna : Karst Research Institute ZRC SAZU, 2012. 69-69.
- Pollak, Davor; Ženko, Tomislav.** Croatian Karst as a Media for Engineering and Development - Geological Perspective/ Colloquium on Using Underground Space in Urban Areas in South-East Europe: Under City / Kolić, Davorin (ur.). Zagreb : HUBITG, 2012. 1-16.
- Stroj, Andrej; Lacković, Damir; Velić, Ivo.** Geološka istraživanja u dubokim jamama Sjevernog Velebita / 2. skup OkruGeo, Zbornik Sažetaka / Kos, Katarina ; Posilović, Hrvoje (ur.). Zagreb, 2012. 30-32.
- Surić, Maša; Korbar, Tvtko.** Is there a need for reinterpretation of the relative sea-level change on the Eastern Adriatic coast (Croatia)? / NSF Workshop "Sea-level Changes into MIS 5: from observations to prediction", Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geologia, Special issue, 2012 / Onac, Bogdan ; Fornos, Joan (ur.). Palma de Mallorca : Cluj University Press, 2012. 54-55.
- Terzić, Josip; Miko, Slobodan; Marković, Tamara; Hasan, Ozren.** Anthropogenic influences on a karst island, the Blato aquifer on the island of Korčula, Croatia / 7th EUREGEO - European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems - Proceedings / Scappini, Simonetta ; Zapparoli, Silvio (ur.). Bolonja : Regione Emilia-Romagna, 2012. 417-418.
- Vivoda, Martina; Đomlja, Petra; Dugonjić Jovančević, Sanja; Podolzski, Lazslo; Benac, Čedomir.** The hazard of floods and mass movements in the Rjecina Valley (Croatia) during last 160 years / 2nd Project Workshop of the Croatia - Japan Project on Risk Identification and Land-use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia "Monitoring and analyses for disaster mitigation of landslides, debris flow and floods": book of proceedings / Ožanić, Nevenka ; Arbanas, Željko ; Mihalić, Snježana ; Marui, Hideaki ; Dragičević, Nevena (ur.). Rijeka : University of Rijeka, 2012. 114-117.
- Wacha, Lara; Galović, Lidija; Frechen, Manfred.** The Gorjanović loess section in Vukovar // International conference on loess research, Tribute to Edward Derbyshire, ED@80s: Loess in China & Europe, Abstract book. Novi sad: 2012. 28-29.

## DISERTACIJE / DOCTORAL THESES

- Avanić, Radovan.** Litostratigradske jedinice donjeg miocena sjeverozapadne Hrvatske. Zagreb : Prirodoslovno-matematički fakultet, 10.05. 2012, 162 str. Voditelj: Zupanić, Jožica i Pavelić, Davor.
- Banak, Adriano.** Rekonstrukcija klimatskih promjena u kasnom pleistocenu na temelju sedimentologije prapora te paleontološke i izotopne analize malakofaune (Baranja, istočna Hrvatska). Zagreb : Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 14.12. 2012., 155 str. Voditelj: Pavelić, Davor i Mandić, Oleg.
- Gulam Vlatko.** Erozija ogolina na flisu središnje Istre. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 276 str. Voditelj: Pollak, Davor i Aljinović, Dunja.

# Studije i elaborati

## Studies and Elaborates

**Avanić Radovan, Kovačić Miron, Wacha Lara:** Izvješće o geološko-termalnoj interpretaciji testne bušotine S-1, Priština, Republika Kosovo: 044/12

**Belak Mirko, Horvat Marija:** Izvještaj o ispitivanju. Kameni agregat. Postupak i nazivlje za pojednostavljeni petrografski opis (HRN EN 932-3): 026/12

**Belak Mirko, Horvat Marija:** Izvještaj o ispitivanju. Tehničko građevni kamen i agregat. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava (HRN B.B8.003) i postupak i nazivlje za pojednostavljeni petrografski opis (HRN EN 932-3): 027/12

**Belak Mirko:** Izvještaj o ispitivanju: 005/12

**Brkić Željka, Larva Ozren:** Elaborat zona sanitarne zaštite budućeg vodovoda Đurđevac 2: 050/12

**Brkić Željka, Miklin Željko:** Studija utjecaja na okoliš autoceste Zagreb-Sisak-čvor Sv. Klara na Zagrebačkoj obilaznici (dio inženjerska geologija i hidrogeologija): 046/12

**Brkić Željka:** Stručno mišljenje o položaju lokacije eksploracijskog polja istražnog prostora "Poredje" unutar III zaštitne zone crpilišta Nedelišće: 059/12

**Grizelj Anita:** Izvještaj o ispitivanju. Industrijski proizveden agregat (ljevački pjesak). Postupak i nazivlje za pojednostavljeni petrografski opis: 018/12

**Grizelj Anita:** Izvještaj o ispitivanju. Industrijski proizveden agregat (ljevački pjesak). Mineralni sastav uzorka pjeska metodom rendgenske difrakcije: 019/12

**Grizelj Anita:** Izvještaj o ispitivanju. Mineralni sastav uzorka pjeska metodom rendgenske difrakcije (XRD): 008/12

**Grizelj Anita:** Izvještaj o ispitivanju. Postupak i nazivlje za pojednostavljeni petrografski opis: 009/12

**Halamić Josip, Šorša Ajka:** Izvješće o ispitivanju površinskog dijela tla na teške metale (potencijalno toksične elemente) u dijelu tvornice Herbos d.d. u Sisku: 020/12

**Horvat Marija, Belak Mirko:** Izvještaj o ispitivanju. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava: 063/12

**Horvat Marija, Belak Mirko:** Izvještaj o ispitivanju. Kameni agregat. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava (HRN B.B8.003): 029/12

**Horvat Marija, Belak Mirko:** Izvještaj o ispitivanju. Tehničko građevni kamen i agregat. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava (HRN B.B8.003): 028/12

**Horvat Marija, Belak Mirko:** Izvještaj o ispitivanju. Tehničko-građevni kamen i agregat. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava (HRN B.B8.003): 030/12

**Horvat Marija, Belak Mirko:** Izvještaj o ispitivanju. Tehničko-građevni kamen. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava (HRN B.B8.003): 032/12

**Kastmüller Željko, Dedić Željko:** Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena u istražnom prostoru "Mikolinac-JL" kod Požege: 011/12

**Kruk Boris, Dedić Željko, Kruk Ljiljana, Miko Slobodan, Kastmüller Željko, Kovačević-Galović Erli:** Rudarsko-geološka studija potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama na području Primorsko-goranske županije: 049/12

**Kruk Boris, Kruk Ljiljana:** Elaborat o rezervama kremenog pjeska na eksploracijskom polju "Novo Selo". Obnova rezervi: 031/12

**Kuhta Mladen, Brkić Željka, Biondić Ranko, Biondić Božidar:** Hidrogeološka istraživanja hrvatsko-slovenskih prekograničnih vodonosnika. Područje od V. Snežnika do Prisavske ravnice. I faza: 061/12

**Kuhta Mladen, Frangen Tihomir:** Studija utjecaja na okoliš zaobilaznice grada Zagreba. Geološke, hidrogeološke i inženjerskogeološke značajke: 012/12

**Larva Ozren:** Hidrogeološke značajke aluvijalnog kompleksa vodonosnika na širem području Koprivnice: 017/12

**Larva Ozren:** Požeština - nastavak vodoistražnih radova na zapadnom polju Požega zbog pojave mangana na crpilištu-monitoring: 037/12

**Larva Ozren:** Stručno mišljenje o hidrogeološkim odnosima na širem području Gotalovca i mogućnostima zahvaćanja podzemne vode za punionicu vode Berta projekt - Aqua Viva: 051/12

**Miklin Željko, Novosel Tomislav, Burić Hrvoje:** Inženjerskogeološko i hidrogeološko mišljenje o mogućim akumulacijama, dovodnim i odvodnim tunelima, te strojarnici na području

- Miklin Željko:** Inženjerskogeološko mišljenje o klizištu u Pojatnom, Voćarska 6 - Inženjerskogeološko vještačenje: 006/12
- Miklin Željko:** Landslides in Zagreb urban area at southern slope of Medvednica Mt.: 035/12
- Miklin Željko:** Strateška strukturalna bušotina T-300. Inženjerskogeološki istražni radovi: 043/12
- Miko Slobodan, Hasan Ozren, Bakrač Koraljka:** Izvješće o izvedenom istražnom bušenju za potrebe Gradskog muzeja Vinkovci: 047/12
- Miko Slobodan, Hasan Ozren, Šparica-Miko Martina, Čučuzović Helena:** Ukupni dušik i organski ugljik u tlima Republike Hrvatske: 053/12
- Mirko Belak, Marija Horvat:** Izvještaj o ispitivanju. Ispitivanje mineraloško-petrografske sastava: 064/12
- Miron Kovacić:** Stručno mišljenje o strukturno-istražnoj bušotini na području grada Pakraca: 033/12
- Navratil Dražen:** Sanacija usjeka željezničke pruge R102 od odrona kamena: 014/12
- Navratil Dražen:** Stručno mišljenje o stanju kamenoloma "Perun": 042/12
- Novosel Tomislav, Miklin Željko, Kuhta Mladen:** Idejni projekt Nove zagrebačke obilaznice. Dionica: Horvati-Ivanić Grad. Inženjerskogeološki i hidrogeološki istražni radovi M 1: 5000": 039/12
- Prtoljan Božo:** Geološka studija Konavle. Geological study Konavle, South Adriatic on shore: 062/12
- Stroj Andrej, Marković Tamara, Kuhta Mladen:** Udbina - Zone sanitarnе zaštite izvora Kraljevac i Bukovac: 058/12
- Stroj Andrej:** Vransko jezero. Hidrogeološka istraživanja: 013/12
- Terzić Josip, Frangen Tihomir:** Geološke i hidrogeološke podloge za potrebe izrade Studije utjecaja na okoliš na razini idejnog projekta područja trase brze ceste od čvora Nikolac do spoja na D8 (uključivo most preko Neretve): 034/12
- Terzić Josip, Frangen Tihomir:** Hidrogeološki istražni radovi s izradom elaborata za prijedlog zona sanitarnе zaštite i moguće povećanje crpnih količina vode za crpilišta: 052/12
- Terzić Josip, Frangen Tihomir:** Studija o utjecaju zahvata na okoliš. Obilaznica Drniša. Geološki, hidrogeološki i inženjerskogeološki radovi: 001/12
- Terzić Josip, Lukač-Reberski Jasmina:** Hidrogeološki sustav Bokanjac-Poličnik. Reinterpretacija dosadašnjih istraživanja: 054/12
- Urumović Kosta:** Izvješće o hidrogeološkom nadzoru nad izvedbom istražno piyezometarskih bušotina na crpilištu Ravnik: 002/12 zapadne Medvednice: 055/12



**Novi  
doktori znanosti  
*New Doctors  
of Sciences***

# INES GALOVIĆ

ingalovic@hgi-cgs.hr  
+385 1 6160 723

Datum obrane disertacije: 14.01.2010.

Naslov disertacije: SARMATSKI RAZVOJI JUGOZAPADNOG DIJELA PARATETISA NA TEMELJU VAPNENAČKOG NANOPLANKTONA, SILIKOFLAGELATA I DIJATOMEJA

Fakultet: Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Mentor: prof. dr. Jernej Pavšič i doc. dr. Aleksandar Horvat

Zavod: Zavod za geologiju

Projekt: Osnovna geološka karta 1:50.000

ingalovic@hgi-cgs.hr  
+385 1 6160 723

Date of defence of the doctoral dissertation: January 14<sup>th</sup> 2010

Title of dissertation: MIDDLE MIocene (SARMATIAN) CALCAREOUS NANOPLANKTON, SILICOFLAGELLATES AND DIATOMS OF THE SOUTHWESTERN PART OF THE PARATETHYS

Faculty: Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana, Slovenia

Mentor: Prof. Jernej Pavšič and Assistant Prof. Aleksandar Horvat

Department: Department of Geology

Project: Basic geological map 1:50,000

Proučavane naslage istražene su u jugozapadnom dijelu sjeverozapadne Hrvatske gdje su obrađena 2 geološka stupa, 17 s područja sjeverne Hrvatske, a 1 iz Bečkog bazena. Određeno je oko 420 autohtonih rodova i vrsta, od čega 9 kokolita i 18 dijatomeja s 1 varijetetom, koji dosad nisu zabilježeni u Hrvatskoj. Kraj badena zahvaćen je globalnom regresijom, a sam prijelaz baden/sarmat i regionalnom tektonikom, što je zabilježeno u monoflornim razvojima vapnenačkog nanoplanktona u plitkovodnim marinskim sredinama. Taj događaj pripada NN6 zoni vapnenačkog nanoplanktona. Istovremeno u dubljim marinskim predjelima dolazi do učestalosti *Coccolithus pelagicus* i *Calcidiscus pateacus* vrsta što upućuje na zahlađenje. Prva marinska transgresija u Paratetisu zabilježena je prije

The investigated sedimentary rocks are in the southwestern region of Croatia. In that area, two geological columns were studied, while 17 are from north Croatia, and a single column is from the Vienna Basin. Approximately 420 autochthonous genera and species were determined, of which 9 are coccolites, and 18 are diatoms, with a single variety having never been previously registered in Croatia. The end of the Badenian era was affected by global regression, while Badenian/Sarmatian transition itself was additionally affected by regional tectonics, which is recorded in the monofloral developments of limestone plankton in the shallow marine environments. This transition event belongs to NN6 zone of limestone plankton. Simultaneously, in deeper marine environments, the frequency of *Coccolithus pelagicus* and

*Calcidiscus pateacus* is higher, indicating the presence of cooling processes. The first marine transgression in Paratethys was recorded 12.5 Ma ago with a maximum in the Vienna Basin. Both of the diatom zones of the central and eastern Paratethys were determined, as well as in the investigated area, thus indicating the connection of the marine environments. The next marine transgression was observed in the middle of the Sarmatian (NN7-NN7/NN8 zone) in the areas of Mt. Samoborsko Gorje. During that period, the connections with the Mediterranean, Indic and Atlantic waters still existed, and these connections are observed on Mt. Medvednica and Mt. Samoborsko Gorje based on the silicoflagellates and diatoms that characterise the developments in the so-called upwelling zone. The Silicoflagellate *Distephanopsis slavnicii*–*Distephanopsis so-*



~ 12,5 Ma, čiji max. je određen u Bečkom bazenu. Obje dijatomejske zone centralnog i istočnog Paratetisa određene su i na istraživanom području što ukazuje na povezanost marinskih prostora. Sljedeća marinska transgresija zapažena je sredinom sarmata (NN7-NN7/NN8 zoni) u području Samoborskog gorja. U to vrijeme veze s Mediteranom, Indikom i Atlantikom su postojale i uočene su na Medvednici i Samoborskom gorju na temelju silikoflagelata i dijatomeja, koje karakteriziraju razvoje u tzv. upwelling zoni. Određena je silikoflagelatna Distephanopsis slavnicii-Distephanopsis soljanii i dijatomejska zona Anaulus simplex-Coscinodiscus doljensis. Tijekom gornjeg sarmata (NN8 zona) na Medvednici dolazi do prekida veza s ostalim marinskim prostorima, dok je u području Samoborskog gorja i Krndije zapaženo njihovo osciliranje, što je posljedica tektonskih pokreta. Dalnjim opločavanjem i većim utjecajem kopna, dolazi do drastičnog pada broja rodova i vrsta, čiji razvoji poprimaju monoflorni karakter. Granica sarmat/panon je postavljena na 11,1 Ma na temelju paleomagnetskih mjerena u Našicama. Na temelju kokolita, početak panona bi mogao pripadati poluzavorenom stratificiranom marinskom prostoru, koji je još uvjek imao povremenu vezu s Mediteranom ili je sezonski dolazio do utjecaja toplije marinske struje u priobalno jezero.

Ijanii and diatom Anaulus simplex–Coscinodiscus doljensis zones were determined. During the Late Sarmatian (NN8 zone) period, Mt. Medvednica was isolated from other marine environments, while in the area of Samoborsko Gorje, the oscillations of the Krndija Mountains were observed, which resulted from tectonic movements. Further shallowing and extension of the land have caused drastic reduction in the number of genera and species, the developments of which assumed monofloral character. The Sarmatian/Pannonian border is set at 11.1 Ma based on palaeomagnetic measurements in Našice. Based on coccolite, the beginning of the Pannonian border could pertain to a semi-closed stratified marine environment, which either still held ephemeral connections with the Mediterranean or was still experienced a seasonally effective ingress of warmer marine currents into the inshore lake.

## ANDREJ STROJ

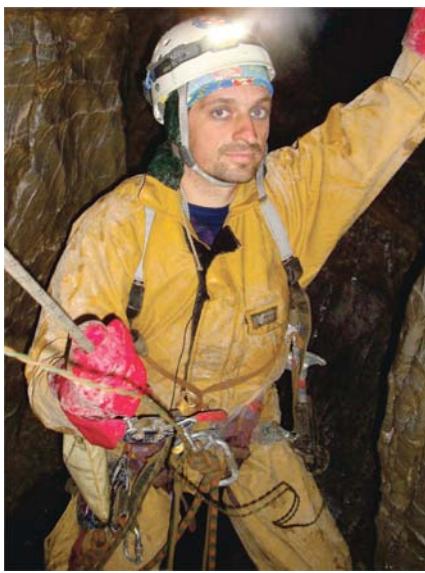
**andrej.stroj@hgi-cgs.hr**  
**+385 91 7524 316**  
**Datum rođenja:** 20.09.1975.  
**Datum obrane disertacije:** 07.10.2010.  
**Naslov disertacije:** PODZEMNI TOKOVI U ZALEDU KRŠKIH PRIOBALNIH IZVORA NA PODRUČJU VELEBITSKOG KANALA  
**Fakultet:** Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu  
**Mentor:** prof. dr. Kosta Urumović  
**Zavod:** Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju  
**Projekt:** Osnovna hidrogeološka karta

**andrej.stroj@hgi-cgs.hr**  
**+385 91 7524 316**  
**Date of birth:** September 20th 1975  
**Date of defence of the doctoral dissertation:** October 7th 2010  
**Title of dissertation:** UNDERGROUND WATER FLOWS IN THE HINTERLAND OF THE VELEBIT CHANNEL COASTAL KARST SPRINGS  
**Faculty:** Faculty of Mining, Geology and Oil Engineering, University of Zagreb  
**Mentor:** Prof. Kosta Urumović  
**Department:** Department of hydrogeology and engineering geology  
**Project:** Basic hydrogeological map

Područje izviranja podzemnih tokova nizvodno od ponora rijeka Like i Gacke proteže se priobaljem Velebitskog kanala od izvorišta Novljanska Žrnovnica na sjeveru do Karlobaga na jugu. Slijev priobalnih izvora ovog područja gotovo je u potpunosti izgrađen od okršenih karbonatnih stijena. Hidrogeološke funkcije pojedinih dijelova krškog sustava određene su interpretacijom litoloških, strukturnih i geomorfoloških značajki te-

The area of underground waters flowing to the surface downstream of the sinkholes of the Lika and Gacka Rivers extends along the coastline of the Velebit channel. The area is spread from the spring of Novljanska Žrnovnica on the north to Karlobag on the south. The catchment of coast springs of this area is almost entirely built of arstified carbonate rocks. The hydrogeological functions of some portions of the karst system are defined by in-

rena, te rezultata speleoloških istraživanja. Na temelju analize satelitskih snimaka na razmatranom području priobalja prepoznate su glavne zone izviranja podzemne vode, od kojih su najznačajnije Novljanska Žrnovnica, šire područje Jurjevske Žrnovnice, te područje južno od Jablanca. Analizom podataka opažanja razine, temperature i elektrolitičke vodljivosti podzemne vode utvrđene su značajne razlike u uvjetima istjecanja i strukturi vodonosnika na području pojedinih priobalnih izvora. Procesi napredovanja okršavanja od mora prema uzvodnim dijelovima sustava, uz utjecaj aktivnih rasjednih zona očituju se pojavama zona naglog pada razine vode u podzemlju. Vadozni tokovi i preljevi u krškim kanalima uzrokuju njihovu hidrauličku razdvojenost, što omogućuje različite smjerove tečenja unutar pojedinih dijelova sustava.



terpretation of the lithological, structural and geomorphological features of the terrain, as well as interpretation of the results of speleological investigations. The primary zones of outflows of the underground water were recognised by analysing the satellite photographs of the considered area. The most important of these are Novljanska Žrnovnica, the broader area of Jurjevska Žrnovnica and the area south of Jablanac. Analysis of the data obtained by observing the water level, temperature and electric conductivity of the underground water yielded considerable variations in the outflow conditions and the structure of the aquifers in the area of certain coastal springs. The processes of advancing karstification from the sea toward the upstream portions of the system together with the impact of active fault zones manifest themselves as the zones of abrupt drops of water level in the underground. Vadose flows and overflows in the karst channels caused their hydraulic separation, allowing various directions of flow inside individual parts of the system.

## JASMINA LUKAČ REBERSKI

**jlukac@hgi-cgs.hr**

+385 1 6160 812

Datum rođenja: 25.10.1973.

Datum obrane disertacije: 22.07.2011.

Naslov disertacije: ODREĐIVANJE PODSLJEVOVA IZVORIŠTA RIJEKE GACKE NA OSNOVI HIDROGEOLOŠKIH POKAZATELJA

Fakultet: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Mentor: prof. dr. Zoran Nakić i dr. sc. Tamara Marković

Zavod: Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Projekt: Osnovna hidrogeološka karta

**jlukac@hgi-cgs.hr**

+385 1 6160 812

Date of birth: October 25<sup>th</sup> 1973

Date of defence of the doctoral dissertation: July 22<sup>nd</sup> 2011

Title of dissertation: DEFINITION OF THE SUBCATCHMENT AREAS OF THE GACKA SPRINGS ON THE BASIS OF HYDROGEOLOGICAL PARAMETERS

Faculty: Faculty of Mining, Geology and Oil Engineering, University of Zagreb

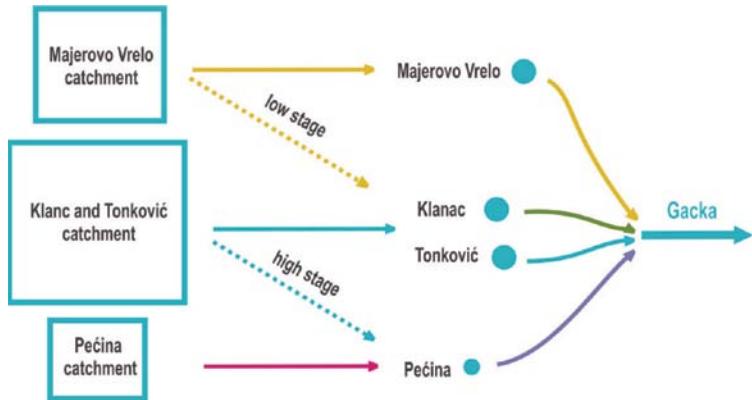
Mentor: Prof. Zoran Nakić and Dr. Sc. Tamara Marković

Department: Department of hydrogeology and engineering geology

Project: Basic hydrogeological map

Slijev izvorišta rijeke Gacke smješten je unutar dinaridskog krša. Rezultati dosadašnjih hidrogeoloških i hidroloških istraživanja ukazali su kako se slijev izvorišta Gacke može podijeliti na podsljevove, iz čega je proizašla temeljna hipoteza rada: slijev izvorišta rijeke Gacke sastoji se od tri podsljeva koji pripadaju trima glavnim izvorima rijeke Gacke (Tonković, Majerovo

The catchment area of the Gacka River is situated in the Dinaric karst. The results of former hydrogeological and hydrological investigations indicated the possibility of the division of the Gacka catchment area into subcatchments, which resulted in the fundamental hypothesis of this work: the catchment area of the Gacka River consists of three subcatchments that belong to the three



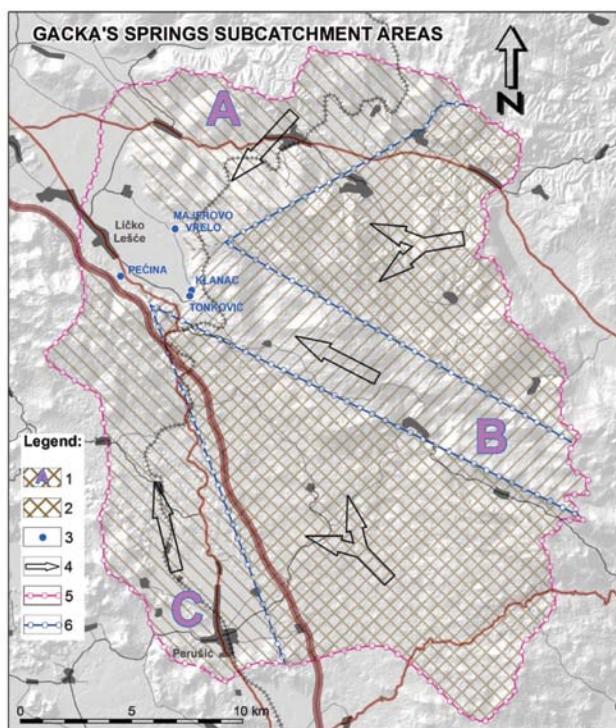
vrelo i Pećina). U okviru ovoga rada napravljena je interpretacija klimatoloških, litostratigrafskih, strukturnih i geomorfoloških značajki terena; analiza i interpretacija rezultata svih dosad obavljenih trasiranja podzemnih tokova na istraživanom području; uspostava opažanja razina, temperatura i elektroličke vodljivosti podzemne vode na području četiri izvora; analiza recesijskih dijelova hidrograma „matching strip“ metodom; statistička analiza vremenskih serija opažanih podataka metodom autokorelacijske i kroskorelacijske; statistička multivarijatna analiza hidrokemijskih pokazatelja pomoću programskog paketa STATISTICA 6.0; geokemijsko modeliranje hidrokemijskih pokazatelja korištenjem kompjutorskih programa NETPATH i LUMPED. Na temelju interpretacije prikupljenih podataka i primijenjenih metoda istraživanja potvrđena je hipoteza ovog rada, prema kojoj se sliv izvorišta rijeke Gacke sastoji od tri podslijeva: podslijev Majerovog vrela, podslijev izvora Tonković i Klanac te podslijev izvora Pećina.

Podslijevovi izvora rijeke Gacke. 1-podslijevovi: A Majerovo Vrilo, B Tonkovića vrilo i Klanac, C izvor pećina, 2-zajednički dijelovi susjednih sljevova, 3-izvori, 4-prepostavljeni smjerovi strujanja podzemne vode, 5-podzemna razvodnica izvora Gacke, 6-približne razvodnice zajedničkih sljevova.

Subcatchment areas of the River Gacka spring. 1-subcatchment areas: A Majerovo Vrilo, B Tonkovića Vrilo and Klanac springs, C Pećina spring, 2-common parts of the adjacent catchment areas, 3-springs, 4-inferred directions of the groundwater flow, 5-underground divide of the Gacka spring, 6-approximate divides of the common catchment areas.

main springs of the Gacka River (Tonković, Majerovo Vrilo and Pećina). In this work, an interpretation was developed of the climatological, lithostratigraphic, structural and geomorphological features of the terrain. This interpretation was accompanied by an analysis and interpretation of the results of all previous tracing of the groundwater flows in the investigated area; observations of the water levels, temperatures and electric conductivity in the area of four springs were launched; the recession parts of the hydrograms were analysed by the "matching strip" method; and a statistical analysis was performed of the time series of the observed data using the methods

of autocorrelation and cross-correlation. The statistical multivariate analysis of hydrochemical parameters was performed using the STATISTICA 6.0 software, and geochemical modelling of the hydrochemical parameters was performed using NETPATH and LUMPED software packages. Based on the interpretation of the gathered data and the applied methods of the investigations, the hypothesis of this work was confirmed according to which catchment area of the Gacka River is composed of the three subcatchments: the subcatchment of the Majerovo Vrilo spring, the subcatchments of the Tonković and Klanac springs and the subcatchment of the Pećina spring.



# DRAŽEN NAVRATIL

drazen.navratil@hgi-cgs.hr

+385 1 6160 729

Datum rođenja: 22.02.1972.

Datum obrane disertacije: 08.12.2011.

Naslov disertacije: STATISTIČKI MODEL OSNOVNIH GEOMETRIJSKIH ZNAČAJKI DISKONTINUITETA U MEZOZOJSKIM KARBONATnim STIJENAMA

Fakultet: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Mentor: prof. dr. Petar Hrženjak i prof. dr. Bruno Tomljenović

Zavod: Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Projekt: Osnovna inženjerskogeološka karta



Predmet istraživanja doktorske disertacije su prostorna orijentacija i razmak diskontinuiteta u stijenskoj masi koji uz postojanost predstavljaju dvije osnovne, odnosno glavne geometrijske značajke mreže diskontinuiteta. U disertaciji su obrađene metode snimanja i kvantitativnog opisivanja ovih dviju značajki diskontinuiteta radi boljeg razumijevanja i kvantificiranja njihovog utjecaja na ponašanje stijenske mase. Istraživanja su provedena u mezozojskim vapneničkim naslagama četiriju istarskih kamenoloma: Kirmenjak, Kirmenjak V, Kanfanar i Križarovica.

U svrhu kvantificiranja mreže diskontinuiteta na objektivan, odnosno nepristran, način korištene su standardne metode mjerena i beskontaktna metoda mjerena sustavom Shape-MatriX3D, zatim metode odvajanja setova diskontinuiteta pomoću konturnih dijagrama i metoda grupiranja (eng. fuzzy k-means clustering), te statističke analize orijentacija i normalnih razmaka izdvojenih setova diskontinuiteta.

Rezultati disertacije ukazuju na značajan doprinos primjene opisanih metoda mjerena i statističke analize osnovnih geometrijskih značajki diskontinuiteta kod definiranja stohastičkog 3D modela mreže diskontinuiteta. Takav model omogućava pouzdanije definiranje veličine i oblika jediničnog bloka u stijenskoj masi, što je od velike važnosti u raznim područjima primjene geološkog inženjerstva i neposredno utječe na smanjenje rizika prilikom geotehničkih zahvata u stijenskoj masi.

drazen.navratil@hgi-cgs.hr

+385 1 6160 729

Date of birth: February 22<sup>nd</sup> 1972

Date of defence of the doctoral dissertation: December 8<sup>th</sup> 2011

Title of dissertation: STATISTICAL MODEL OF THE BASIC GEOMETRIC FEATURES OF THE DISCONTINUITIES IN MESOZOIC CARBONATE ROCKS

Faculty: Faculty of Mining, Geology and Oil Engineering, University of Zagreb

Mentor: Prof. Petar Hrženjak and Prof. Bruno Tomljenović

Department: Department of hydrogeology and engineering geology

Project: Basic engineering-geological map

This doctoral dissertation involved the investigation of the spatial orientation and interval between discontinuities in the rock mass in Mesozoic carbonate rocks, which, in addition to the stability, represent the two major geometric characteristics of the discontinuity network. Two methods are elaborated in the dissertation of recording and providing a quantitative description of these two characteristics to better understand and quantify their impact on the rock mass behaviour. The investigations were performed in the Mesozoic limestone rocks of the four Istrian quarries: Kirmenjak, Kirmenjak V, Kanfanar and Križarovica.

To quantify the discontinuity of the network objectively, the standard methods of measurement and the non-contact method of measurement by the system ShapeMatriX3D were utilised, as well as methods of separation of the sets of discontinuities by the contour diagrams, methods of grouping (fuzzy k-means clustering) and statistical analyses of orientation and normal spacing of the separate discontinuity sets.

The results presented in the dissertation represent a significant contribution to the application of the described measurement methods and the statistical analysis of the elementary geometrical features of the discontinuities in defining the stochastic 3D model of the discontinuity network. Such a model enables more reliable definition of the size and shape of the unit block in the rock mass, which is indispensable in various fields of applied geological engineering and directly influences the reduction of risk during geotechnical interventions in the rock mass.

# LARA WACHA

lwacha@hgi-cgs.hr

+3859 1 6160 724

Datum rođenja: 01.05.1977.

Datum obrane disertacije: 17.05.2011.

Naslov disertacije: DATIRANJE PRAPORA S OTOKA SUSKA (SJEVERNI JADRAN) I GORJANOVIĆEVOG PRAPORNOG PROFILA U VUKOVARU (ISTOČNA HRVATSKA) METODOM INFRACRVENE STIMULIRANE LUMINESCENCIJE / LUMINESCENCE DATING OF LOESS FROM THE ISLAND OF SUSAK IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA AND THE "GORJANOVIĆ LOESS SECTION" FROM VUKOVAR IN EASTERN CROATIA

Fakultet: Freie Universität, Berlin, Njemačka

Mentor: prof. dr. Manfred Frechen

Zavod: Zavod za geologiju

Projekt: Osnovna geološka karta 1:50.000

Pleistocenski praporni profili su izvrsni fosilni zapisi paleoklimatskih promjena te ih je nužno proučavati koristeći raznu metodologiju u svrhu što detaljnije interpretacije i rekonstrukcije. Međutim, da bi se razumjeli dobiveni rezultati i da bi se takav multidisciplinarni pristup mogao interpretirati, nužno je posta-

lwacha@hgi-cgs.hr

+3859 1 6160 724

Date of birth: May 1<sup>st</sup> 1977

Date of defence of the doctoral dissertation: May 17<sup>th</sup> 2011

Title of dissertation: *LUMINESCENCE DATING OF LOESS FROM THE ISLAND OF SUSAK IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA AND THE "GORJANOVIĆ LOESS SECTION" FROM VUKOVAR IN EASTERN CROATIA*

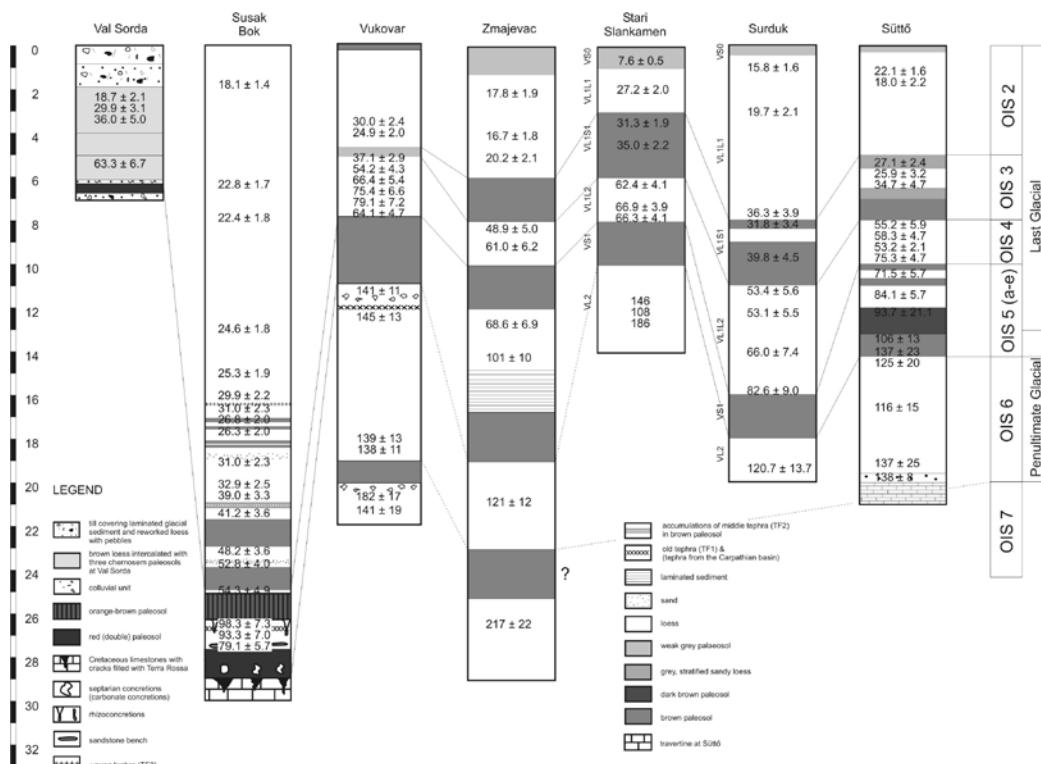
Faculty: Freie Universität, Berlin, Germany

Mentor: Prof. Manfred Frechen

Department: Department of geology

Project: Basic geological map 1:50.000

Pleistocene loess profiles are excellent fossil records of palaeoclimatic changes, which is why these profiles should be studied using diverse methodology with the purpose of further interpretation and reconstruction. However, to understand the obtained data and operate with such a multidisciplinary approach, a detailed geochronological model must be established. In general, two types of terrain covered with loess can be distinguished in Croatia: the north Adriatic area related to the Po River and its tributa-





viti detaljan geokronološki okvir. Općenito, u Hrvatskoj se mogu razlikovati dva područja zastupljena praporom; područje sjevernog Jadranu vezano uz rijeku Po i njene pritoke te područje istočne Hrvatske uz rijeku Dunav i pritoke. Za istraživanje u svrhu izrade disertacije odabrani su najreprezentativniji profili, oni s otoka Suska i Gorjanovićev praporni profil u Vukovaru. Prijemom metode infracrvene stimulirane luminescencije (IRSL), metode koja je uspješna pri datiranju kvarternih eolskih sedimenta, prezentiran je geokronološki okvir istraživanih profila. Rezultati nam govore kako je na Susku sačuvan vrlo detaljan zapis paleoklimatskih promjena vezanih uz zadnji glacijal (OIS5 i vjerojatno OIS6 ili stariji) jedinstven u ovom području. Gorjanovićev praporni profil se može korelirati s predzadnjim glacijalom–zadnjim interglacijalom–zadnjim glacijalom (OIS6-2).



ries and the area of north Croatia along the Danube River and its tributaries. For the purpose of this dissertation, the most representative profiles were selected for investigation, including those from the Susak Island and the Gorjanović's loess profile in Vukovar. By use of infrared stimulated luminescence (IRSL), the method that is successful in the dating of Quaternary Aeolian sediments, the geochronological framework of the explored profiles is presented in this work. The results indicate that Susak Island has a notably detailed preserved record of the palaeoclimatic changes associated with the last glacial period (OIS5 and most likely OIS6 or older), which is unique in this area. Gorjanović's loess profile can be correlated with the penultimate glacial–last interglacial–last glacial period (OIS6-2).

## RADOVAN AVANIĆ

[radovan.avanic@hgi-cgs.hr](mailto:radovan.avanic@hgi-cgs.hr)

+385 1 6160 708

Datum rođenja: 12.06.1955.

Datum obrane disertacije: 10.05.2012.

Naslov disertacije: LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE DONJEG MIOCENA SJEVEROZAPADNE HRVATSKE

Fakultet: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Mentor: prof. dr. Jožica Zupanić i prof. dr. Davor Pavelić

Zavod: Zavod za geologiju

Projekt: Osnovna geološka karta 1:50.000 i Strukturno-geomorfološka karta 1:100.000

[radovan.avanic@hgi-cgs.hr](mailto:radovan.avanic@hgi-cgs.hr)

+385 1 6160 708

Date of birth: June 12<sup>th</sup> 1955

Date of defence of the doctoral dissertation: May 10<sup>th</sup> 2012

Title of dissertation: LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE DONJEG MIOCENA SJEVEROZAPADNE HRVATSKE

Faculty: Faculty of Science, University of Zagreb

Mentor: Prof. Jožica Zupanić and Prof. Davor Pavelić

Department: Department of geology

Project: Basic geological map 1:50.000 and Structural-geomorphologic map 1:100.000

U disertaciji su prikazani rezultati multidisciplinarnog geološkog istraživanja kojim su obuhvaćene naslage donjeg miocena na području sjeverozapadne Hrvatske.

This dissertation presents the results of a multidisciplinary geological exploration that covers the sedimentary rock of the Lower Miocene in the territory of northwest Croatia.

Detaljnom analizom interpretirani su facijesi na pojedinačnim izdancima i geološkim stupovima. Prvi put je određivana starost naslaga K-Ar metodom na zrnima glaukonita separiranim iz sedimenata. Opisano je 17 različitih facijesa koji predstavljaju plitkovodne marinske, posebice plimske, okoliš te deltne taložne sustave i pojave vulkanske aktivnosti. Facijesi su svrstani u lithostratigrafske članove i formacije. Izradom geološke karte objašnjeni su međusobni odnosi lithostratigrafskih jedinica. Konstrukcijom geoloških profila, repernih geoloških stupova, modela sedimentacije i paleogeografskih karata objašnjena je povijest taložnog prostora, rekonstruirana paleogeografska i utjecaj tektonike na sedimentaciju. Izražena tektonika i rotacija strukturalnih blokova dokumentirane su rezultatima paleomagnetskih mjerena.

U radu je istaknuta značajna usporedba istraživanog dijela bazena Hrvatskog zagorja s drugim dijelovima prostora Panonskog bazena, pokazujući sličnosti u većini predjela donjomiocenskog jedinstvenog morskog prostora.



Kosa slojevitost tipa „riblje kosti“ i muljne prevlake u glaukonitnim pješčenjacima Macelj formacije lokalitet Osredečki (Strahinščica).

Tilted layering of the „fishbone“ type and mud coatings in glauconite sandstones of the Macelj formation on the Osredečki locality (Strahinščica).

Through a detailed analysis, the facies were interpreted from the individual outcrops and geological columns. The age of the sedimentary rocks was determined for the first time by the K-Ar method on the grains of galuconite separated from the rock. A total of 17 various facies, representing shallow-water marine environments (especially tidal), deltaic sedimentary systems and volcanic occurrences, are described. The facies are classified in the lithostratigraphic members and formations. A geological map was used to explain the interrelations of the lithostratigraphic units. The history of the depositional environment, palaeogeography and tectonic influence on sedimentation are explained by construction of the geological profiles, index geological columns, models of sedimentation and palaeogeographic maps. The marked tectonics and rotation of the structural rocks are documented by the results of the palaeomagnetic measurements.

In this work, a comparison of the explored portion of the Croatian Zagorje Basin was emphasised, due to the similarity observed in most parts of the unique Lower Miocene marine environment.

# ADRIANO BANAK

adriano.banak@hgi-cgs.hr

+385 1 6160 708

Datum rođenja: 26.02.1980.

Datum obrane disertacije: 14.12.2012.

Naslov disertacije: REKONSTRUKCIJA KLIMATSKIH PROMJENA U KASNOM PLEISTOCENU NA TEMELJU SEDIMENTOLOGIJE PRAPORA TE PALEONTOLOŠKE I IZOTOPNE ANALIZE MALAKOFAUNE (BARANJA, ISTOČNA HRVATSKA)

Fakultet: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Mentor: Prof. dr. Davor Pavelić i dr. sc. Oleg Mandić

Zavod: Zavod za geologiju

Projekt: Osnovna geološka karta 1:50.000

adriano.banak@hgi-cgs.hr

+385 1 6160 708

Date of birth: February 26<sup>th</sup> 1980

Date of defence of the doctoral dissertation: December 14<sup>th</sup> 2012

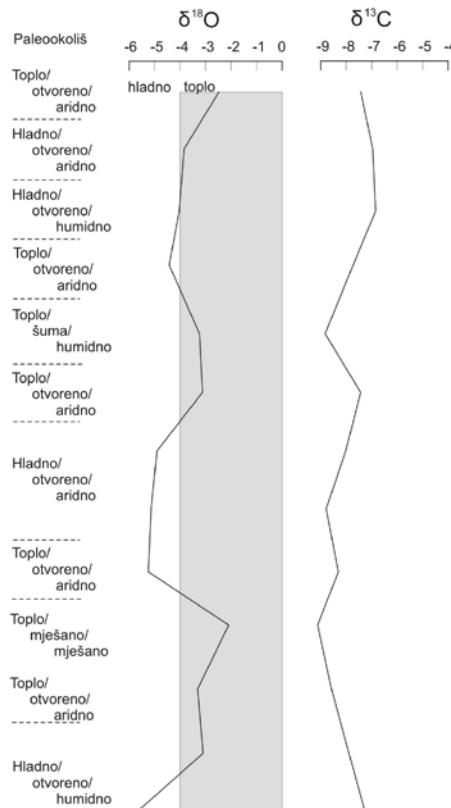
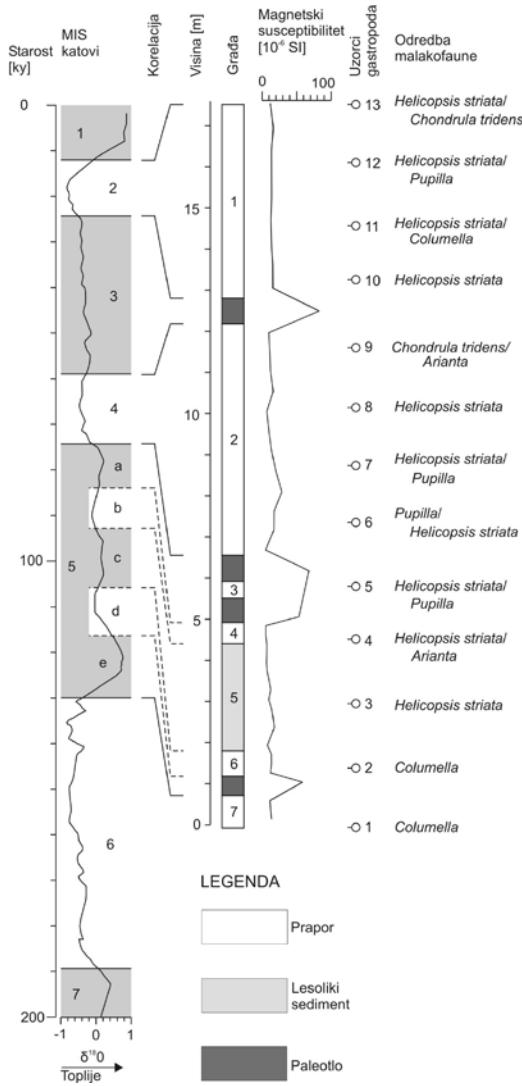
Title of dissertation: RECONSTRUCTION OF THE LATE PLEISTOCENE CLIMATE CHANGE BASED ON LOESS SEDIMENTOLOGY, MALACOFAUNAL PALAEONTOLOGY AND ISOTOPE ANALYSIS (BARANJA, EASTERN CROATIA)

Faculty: Faculty of Mining, Geology and Oil Engineering, University of Zagreb

Mentor: Prof. Davor Pavelić and Dr. Sc. Oleg Mandić

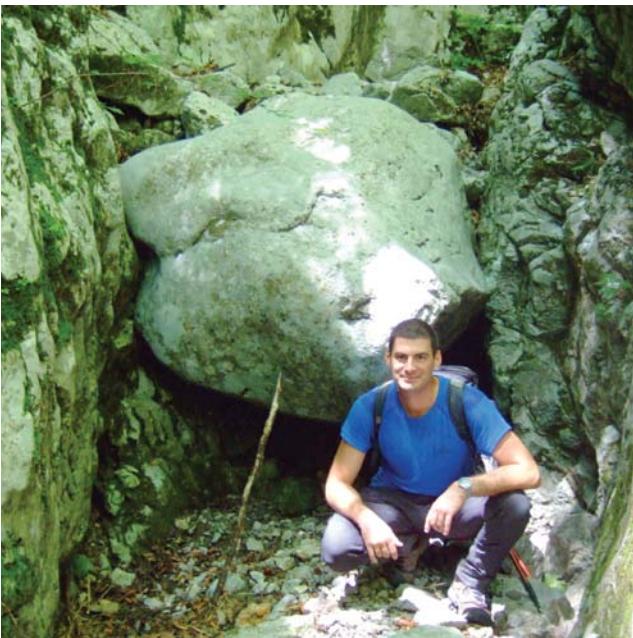
Department: Department of geology

Project: Basic geological map 1:50.000



Prapor je sediment nastao ta-loženjem čestica silita eolskim transportom. Zbog svojih karakteristika predstavlja kvalitetan zapis klimatskih promjena u kasnom pleistocenu. Najdeblji profili praporu u Republici Hrvatskoj nalaze se u regiji Baranja. Odabrana su četiri izdanka koji čine dva profila praporu. Analizom sedimentoloških karakteristika praporu i odredbom specifičnih zajednica malakofaune utvrđeno je izvorišno područje praporu, način transporta zrna silita te intenzitet utjecaja paleoklimatskih promjena na malakofaunu. Napravljene su

granulometrijska, kalcimetrijska, modalna, magnetometrijska analiza i snimljene su fotografije zrna kvarca elektronskim mikroskopom. Određene su specifične zajednice malakofaune, a analizom stabilnih izotopa kisika i ugljika na kućicama malakofaune kvantificirani su podatci o paleoklimatskim promjenama. Modalne analize pokazuju da je izvorišno područje za naslage praporu u Baranji prostor Alpa te manjim dijelom zapadnih Karpata. Tekture vidljive na površinama zrna ukazuju na različite načine transporta kvarcnih zrna, a uključuju glacialni transport, transport vodenim tokovima i eolski transport. Eolski transport je proksimalnog karaktera. Prapor Banskog brda može se podijeliti na tipični prapor, padinski prapor i lesoliki sediment. U oba profila praporu utvrđeno je pet hladno-dobnih, karakterističnih malakofauna. Prevladavaju termofilne i mezofilne vrste s manjim udjelom kriofilnih vrsta. Dominira *Helicopsis striata* fauna. Stabilni izotopi kisika pokazuju da je prosječna temperatura ljetnih mjeseci na području Baranje varirala  $14,44^{\circ}\text{C}$  u periodu kasnog pleistocena i klima je bila znatno hladnija nego danas. Vrijednosti stabilnih izotopa ugljika određuju vrstu prehrane malakofaune i posredno ukazuju na pretežno vlažnu klimu.



Loess is sediment formed by the deposition of silt particles during Aeolian transport. Due to the characteristics of loess, it presents an excellent record of the climate changes in the Late Pleistocene period. The thickest loess profile in Croatia is observed in the Baranja region. Four outcrops forming two loess profiles were selected for analysis. By the analysis of the sedimentological characteristics of loess and by determination of the specific communities of microfauna, the source area of loess, the mode of transport of silt particles, and intensity of palaeoclimatic

changes that affected microfauna were defined. Towards this purpose, granulometric, calcimetric, modal and magnetometric analyses were performed, and the quartz grains were screened using an electronic microscope. Specific communities of malacofauna were determined, and the analysis of a stable isotope of oxygen and carbon on the malacofauna shells was used to quantify the data on the palaeoclimatic changes. Modal analyses demonstrate that the source areas of the loess deposits in Baranja is the Alpine area and to a lesser extent the area of the west Carpathians. The textures visible on the quartz grain surfaces indicate the various modes of their transport, which include glacial, stream and Aeolian transportation. Aeolian transportation is proximal in character. The loess of the Bansko Brdo can be divided into typical loess, slope loess and loess-like sediment. In both profiles, five cool period characteristic malacofaunas were determined. Thermophile and mesophile species are prevalent with a lesser quantity of the cryophile species. *Helicopsis striata* fauna dominates. Stable oxygen isotopes indicate that the average temperature of the late summer months on the territory of Baranja varied by  $14.44^{\circ}\text{C}$  in the period of the Late Pleistocene, and the climate was considerably cooler than today. The values of stable carbon isotopes define the type of food for malacofauna and indirectly indicate a prevalently humid climate.

# VLATKO GULAM

vlatko.gulam@hgi-cgs.hr

+385 1 6160 701

Datum rođenja: 02.10.1976.

Datum obrane disertacije: 19.12.2012.

Naslov disertacije: EROZIJA OGOLINA U FLIŠU SREDIŠNJE ISTRE

Fakultet: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Mentor: dr. sc. Davor Pollak, prof. dr. Dunja Aljinović

Zavod: Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Projekt: Osnovna inženjerskogeološka karta



Predmet doktorske disertacije su ogoline koje na području središnje Istre predstavljaju izolirane reljefne jedinice. One nastaju u nepostojanom flišnom kompleksu na kojem se razvija vrlo erozivni površinski tok vode. Ogoline uglavnom obilježava visok godišnji iznos denudacije i vrlo zamršen splet egzogenih procesa. Istraživanja prezentirana u ovom radu su imala za cilj određivanje najvažnijih čimbenika nastanka ogolina, te određivanje prosječnog godišnjeg iznosa denudacije na njima. Doziranje navedenih glavnih ciljeva uvjetovalo je podjelu istraživanja na razinu uzorka, izdanka i regije (slijeva). Utvrđeno je da se godišnji iznos denudacije na ogolinama kreće od 1 do 4 cm, a kao najvažniji čimbenik nastanka ogolina istaknuta je pojava koncentriranog površinskog toka vode u podnožju strmih padina. Također je utvrđeno da udio površine ogolina u ukupnoj površini terena čini 2 %.

Znanstveni doprinos doktorske disertacije postignut je u vidu zoniranja istraživanog područja s obzirom na podložnost formiranju ogolina i pojačanu denudaciju, kvantificiranja iznosa denudacije na flišnim i laporovitim ogolinama, definiranja najvažnijih parametara koji utječu na iznos denudacije te definiranja mogućih mehanizama nastanka ogolina.

vlatko.gulam@hgi-cgs.hr

+385 1 6160 701

Datum of birth: October 2<sup>nd</sup> 1976.

Date of defence of the doctoral dissertation: December 19<sup>th</sup> 2012

Title of dissertation: EROSION OF DENUDED AREAS IN THE FLYSCH OF CENTRAL ISTRIA

Faulty: Faculty of Mining, Geology and Oil Engineering, University of Zagreb

Mentor: Dr. Davor Pollak, Prof. Dunja Aljinović

Drpartment: Department of hydrogeology and engineering geology

Project: Basic engineering geological map

The subject of this dissertation is the denuded areas on the territory of central Istria that represent the isolated landscape units. These denuded areas originate in an unstable flysch complex with highly erosive surface water flow. The denuded areas are distinguished chiefly by a high annual amount of denudation and notably complicated combination of exogenic processes. The investigations presented in this work were aimed at a definition of the most important factors of origin of the denuded areas and a definition of the average annual amount of denudation on them. To attain these objectives, it was necessary to split the research work into three levels: sample, outcrop and region (catchment). The annual amount of denudation ranges was found to range from one to four centimetres, while the most important factor of their genesis was found to be represented by the concentrated surface water flow at the foot of steep slopes. In addition, that portion of denuded areas in the total surface area was determined to amount to 2%.

The scientific contribution of the doctoral dissertation was achieved through the zoning of the explored area with respect to the predisposition for the genesis of the denuded areas and the intensified process of denudation, the definition of the most significant parameters affecting the amount of denudation and the definition of the possible mechanisms of genesis of the denuded areas.



# ZAPOSLENICI HGI-CGS | EMPLOYEES OF HGI-CGS

<b>Avanić</b>	Radovan	+385 1 6160 708	radovan.avanic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Badnjević</b>	Edin	+385 1 6160 754		Stručne službe
<b>Bakrač</b>	Koraljka	+385 1 6160 706	koraljka.bakrač@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Banak</b>	Adriano	+385 1 6160 708	adriano.banak@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Belak</b>	Mirko	+385 1 6160 819	mirko.belak@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Bergant</b>	Stanislav	+385 1 6160 707	stanislav.bergant@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Borović</b>	Staša	+385 1 6160 712	stasa.borovic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Bostjančić</b>	Iris	+385 1 6160 701	iris.bostjancic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Brčić</b>	Vlatko	+385 1 6160 725	vlatko.brcic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Briški</b>	Maja	+385 1 6160 810	maja.briski@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Brkić</b>	Željka	+385 1 6160 726	zeljka.brkic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Brlek</b>	Mihovil	+385 1 6160 722	mihovil.brlek@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Buljan</b>	Renato	+385 1 6160 806	renato.buljan@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Burić</b>	Hrvoje	+385 1 6160 820	hrvoje.buric@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Colussi</b>	Kristijan	+385 1 6160 754	kristijan.colussi@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Crnogaj</b>	Stjepan	+385 1 6160 751	stjepan.crnogaj@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Ćućuzović</b>	Helena	+385 1 6160 821	hcuzovic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne Sirovine
<b>Dedić</b>	Željko	+385 1 6160 743	zeljko.dedic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Devčić</b>	Zorka	+385 1 6160 742		Stručne službe
<b>Dolić</b>	Mario	+385 1 6160 817	mario.dolic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i
<b>Drušković</b>	Mirjana	+385 1 6160 741	mirjana.druskovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Dukovčić</b>	Slobodan	+385 1 6160 830	slobodan.dukovcic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Filjak</b>	Radovan	+385 1 6160 702	radovan.filjak@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Fluksi</b>	Tea	+385 1 6160 786	tea.fluksi@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Frangen</b>	Tihomir	+385 1 6160 812	tihomir.frangen@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Frbežar</b>	Ksenija	+385 1 6160 704	ksenija.frbezar@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Fuček</b>	Ladislav	+385 1 6160 716	ladislav.fucek@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Funtek</b>	Tanja	+385 1 6160 801	tanja.funtek@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Galović</b>	Lidija	+385 1 6160 779	lidija.galovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Galović</b>	Damir	+385 1 6160 759	damir.galovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Galović</b>	Ines	+385 1 6160 723	ines.galovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Grgasović</b>	Tonći	+385 1 6160 805	tonci.grgasovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Grizelj</b>	Anita	+385 1 6160 762	anita.grizelj@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Gulam</b>	Vlatko	+385 1 6160 701	vlatko.gulam@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Habek</b>	Božica	+385 1 6160 803	božica.habek@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Hajek-Tadesse</b>	Valentina	+385 1 6160 811	tadesse@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Halamić</b>	Josip	+385 1 6160 749	josip.halamic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Hasan</b>	Ozren	+385 1 6160 746	ozren.hasan@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Hećimović</b>	Ivan	+385 1 6160 731	ivan.hecimovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Horvat</b>	Marija	+385 1 6160 762	marija.horvatat@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Hukman</b>	Katica			Stručne službe
<b>Ivanković</b>	Miroslav	+385 1 6160 742		Stručne službe
<b>Ilijanić</b>	Nikolina	+385 1 6160 798	nikolina.ilijanice@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Ivanisević</b>	Danijel	+385 1 6160 797	danijel.ivanisevic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Jakić</b>	Mara			Stručne službe
<b>Jurčić</b>	Mladenka	+385 1 6160 750	mladenka.jurcic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Jureša</b>	Stanislav	+385 1 6160 756	stanislav.juresa@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Jurić</b>	Anka	+385 1 6160 751	anka.juric@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Jurišić-Mitrović</b>	Vlasta	+385 1 6160 758	mjurisic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kladnički</b>	Miroslav	+385 1 6160 719	miroslav.kladnicki@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Koch</b>	Georg	+385 1 6160 807	georg.koch@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kolarić</b>	Josip	+385 1 6160 712	josip.kolaric@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Korbar</b>	Tvrto	+385 1 6160 709	tvrto.korbar@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kovačević Galović</b>	Erli	+385 1 6160 743	erli.kovacevic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Kovačić</b>	Dragica	+385 1 6160 761	dragica.kovacic@hgi-cgs.hr	Zavod za
<b>Kovačić</b>	Miron	+385 1 6160 735	miron.kovacic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Kraljević</b>	Đurđica	+385 1 6160 809	durdica.kraljevic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Krišić</b>	Viktoriјa	+385 1 6160 777		Stručne službe
<b>Kruk</b>	Boris	+385 1 6160 747	boris.kruk@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Kruk</b>	Ljiljana	+385 1 6160 747	ljiljana.kruk@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Kuhta</b>	Mladen	+385 1 6160 776	mladen.kuhta@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju

Kupešić	Svjetlana		Stručne službe
<b>Kurečić</b>	Tomislav	+385 1 6160 724	tomislav.kurecic@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Kurtanjek</b>	Nenad	+385 1 6160 720	nenad.kurtanjek@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Larva</b>	Ozren	+385 1 6160 728	ozren.larva@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Lukač</b>	Reberski Jasmina	+385 1 6160 812	jasmina.lukac@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Marinac</b>	Miljenko	+385 1 6160 756	miljenko.marinac@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne sirovine
<b>Martinčević</b>	Lazar Jasmina	+385 1 6160 727	jasmina.martincevic@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Martinjak</b>	Jasminka	+385 1 6160 781	jasminka.martinjak@hgi-cgs.hr Stručne službe
<b>Marković</b>	Tamara	+385 1 6160 711	tamara.markovic@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Matičec</b>	Dubravko	+385 1 6160 718	dubravko.maticec@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Mesić</b>	Saša	+385 1 6160 760	sasa.mesic@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne sirovine
<b>Mihelj</b>	Vedran	+385 1 6160 725	vedran.mihelj@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Miklin</b>	Željko	+385 1 6160 771	zeljko.miklin@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Miknić</b>	Mirjana	+385 1 6160 723	mirjana.miknic@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Miko</b>	Slobodan	+385 1 6160 745	slobodan.miko@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne sirovine
<b>Mišur</b>	Ivan	+385 1 6160 722	ivan.misur@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Mlinar</b>	Željko	+385 1 6160 796	zeljko.mlinar@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Novak</b>	Božidar	+385 1 6160 742	
<b>Navratil</b>	Dražen	+385 1 6160 729	drazen.navratil@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Novosel</b>	Tomislav	+385 1 6160 729	tomislav.novosel@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Novoselec</b>	Đurđica	+385 1 6160 759	durdica.novoselec@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Oštarić</b>	Nenad	+385 1 6160 716	nenad.ostric@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Palenik</b>	Damir	+385 1 6160 702	damir.palenik@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Peh</b>	Zoran	+385 1 6160 753	zoran.peh@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne sirovine
<b>Perković</b>	Ivan	+385 1 6160 754	
<b>Podolszki</b>	Laszlo	+385 1 6160 701	laszlo.podolszki@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Pollak</b>	Davor	+385 1 6160 773	davor.pollak@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Pomper</b>	Nataša	+385 1 6160 700	natasja.pomper@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Posilović</b>	Hrvoje	+385 1 6160 707	hrvoje.posilovic@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Prtoljan</b>	Božo	+385 1 6160 738	bozo.ptroljan@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Serdar</b>	Draško	+385 1 6160 742	
<b>Severec</b>	Jasna	+385 1 6160 721	jasna.severec@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Slovenec</b>	Damir	+385 1 6160 710	
		+385 1 6160 804	damir.slovenec@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Smrečki</b>	Karolina	+385 1 6160 710	karolina.smrecki@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Sokac</b>	Ivan	+385 1 6160 781	ivan.sokac@hgi-cgs.hr Stručne službe
<b>Stanić</b>	Nedeljko	+385 1 6160 784	Nedeljko.Stanic@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Stroj</b>	Andrej	+385 1 6160 783	andrej.stroj@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Sucić</b>	Vedrana	+385 1 6160 741	vedrana.sucic@hgi-cgs.hr Stručne službe
<b>Suša</b>	Ivo	+385 1 6160 721	ivo.susa@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Škrtić</b>	Antun	+385 1 6160 763	antun.skrtic@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Šorša</b>	Ajka	+385 1 6160 739	ajka.sorsa@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Šparica</b> Miko	Martina	+385 1 6160 821	martina.sparica@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne Sirovine
<b>Šušak</b>	Ante	+385 1 6160 742	
<b>Terzić</b>	Josip	+385 1 6160 700	josip.terzic@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Urumović</b>	Kosta	+385 1 6160 810	kosta.urumovic@hgi-cgs.hr Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Vincetić</b>	Ivana	+385 1 6160 744	ivana.vincetic@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne sirovine
<b>Vitas</b>	Suzana	+385 1 6160 749	suzana.vitas@hgi-cgs.hr Stručne službe
<b>Wacha</b>	Lara	+385 1 6160 724	lara.wacha@hgi-cgs.hr Zavod za geologiju
<b>Žic</b>	Mirela	+385 1 6160 744	mzic@hgi-cgs.hr Zavod za mineralne sirovine



**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