



# GODIŠNJE IZVJEŠĆE | ANNUAL REPORT

NAKLADNIK   PUBLISHER	Hrvatski geološki institut – <i>Croatian Geological Survey</i> Sachsova 2, HR-10000 Zagreb, Hrvatska ( <i>Croatia</i> )
ZA NAKLADNIKA   FOR THE PUBLISHER	Ravnatelj ( <i>Director</i> ) Josip HALAMIĆ
UREDNIK   EDITOR	Josip TERZIĆ
TEHNIČKO UREĐIVANJE   TECHNICAL EDITING	za LASERplus d.o.o. Snježana ENGELMAN DŽAFIĆ
UREDNIČKI ODBOR   EDITORIAL BOARD	Željka BRKIĆ Renato BULJAN Tea FLUKSI Josip HALAMIĆ Ivan HEĆIMOVIĆ Marija HORVAT Domagoj JAMIČIĆ Tvrtko KORBAR Miron KOVAČIĆ Ozren LARVA Slobodan MIKO Zoran PEH Damir SLOVENEC Marko ŠPARICA
PRIJEVOD NA ENGLEŠKI JEZIK   ENGLISH TRANSLATION	Zoran PEH
LEKTURA ENGLEŠKOGA JEZIKA   ENGLISH LANGUAGE EDITING	Online: Elsevier Language Editing
REALIZACIJA   REALIZATION	LASERplus d.o.o.
NAKLADA   EDITION	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	7
Organizacijska struktura, zaposlenici i proračun / Organizational Scheme, Employees and Budget	8
Internetska stranica Hrvatskog geološkog instituta / The Website of the Croatian Geological Survey	10
Zavod za geologiju / Department of Geology	12
Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju / Department of Hydrogeology and Engineering Geology	16
Zavod za mineralne sirovine / Department of Mineral Resources	20
Geološka služba / Geological Survey	24
<b>2.</b> ■ Geološke karte – temeljna djelatnost / Geological Maps – Basic Activity	29
Osnovna geološka karta Republike Hrvatske 1: 50.000 / Basic Geological Map of the Republic of Croatia 1:50,000	30
Osnovna inženjerskogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000 / Basic Engineering Geological Map of the Republic of Croatia 1:100,000	32
Osnovna hidrogeološka karta Republike Hrvatske 1:100.000 / Basic Hydrogeological Map of the Republic of Croatia 1:100,000	35
Osnovna geokemijska karta Republike Hrvatske / Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia	38
Karta mineralnih sirovina Republike Hrvatske / Map of the Mineral Resources of the Republic of Croatia	41
Geotermalna karta Republike Hrvatske / Geothermal Map of the Republic of Croatia	44
Tektonска karta Republike Hrvatske 1:300.000 / Tectonic Map of the Republic of Croatia 1:300,000	47
Strukturno-geomorfološka karta Republike Hrvatske 1:100.000 / Structural-Geomorphological Map of the Republic of Croatia 1:100,000	49
<b>3.</b> ■ Odabrani projekti / Selected Projects	51
Stratigrafska naslaga krede u okviru geodinamike jadranskog područja Hrvatske / Stratigraphy and Geodynamic Context of Cretaceous Deposits in the Northeastern Adriatic Region	52
Hidrogeološka istraživanja na području crpilišta Zapadno polje u Požegi / Hydrogeological Investigations in the "Zapadno polje" Groundwater Source Area in Požega	54
SARMa: Održivo gospodarenje kamenim agregatima / Sustainable Aggregates Resource Management	56
Organski ugljik u tlima Hrvatske – SOC Hrvatska / Total Organic Carbon (TOC) in Croatian Soils	58
Most „Kopno – Pelješac“ / The Bridge from the Mainland to the Pelješac Peninsula	60
Mezozojske magmatske, plašne i piroklastične stijene sjeverozapadne Hrvatske / Mesozoic Igneous, Mantle, and Pyroclastic Rocks of Northwestern Croatia	62
CC-WaterS: Klimatske promjene i utjecaj na vodoopskrbu / Climate Change and Impacts on Water Supply	65
<b>4.</b> ■ Publikacije / Publications	69
Knjižnica Hrvatskog geološkog instituta / Library of the HGI-CGS	70
Znanstveni časopis Geologia Croatica / Scientific Journal Geologia Croatica	72
Bibliografija djelatnika HGI-CGS-a u 2011. godini / Bibliography of HGI-CGS Staff in 2011	74
Studije i elaboratori / Studies and Elaborates	78

# Uvodnik

## Introduction

Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ**  
Ravnatelj / Director  
josip.halamic@hgi-cgs.hr



Pred Vama je još jedno godišnje izviješće u kojem Vas želimo informirati o radu naše ustanove tijekom 2011. godine. Osim temeljnih informacija o Institutu, u prilozima su dane informacije o radu na temeljnim znanstveno-istraživačkim projektima, međunarodnim projektima, projektima za gospodarstvo te na polju znanstveno-publicističke djelatnosti. Ja ću se u uvodnom dijelu usredotočiti samo na one događaje koji su bili od značaja za buduće aktivnosti, odnosno koji će utjecati na pravac našeg dalnjeg razvoja.

\*

Agencija za znanost i visoko obrazovanje (AZVO) je 2010. godine pokrenula reakreditacijski postupak za sve znanstvene institute u Republici Hrvatskoj, zbog čega je izrađena „Samoanaliza Hrvatskog geološkog instituta“, kao polazišna osnova za evaluaciju. Tematska evaluacija provedena je 31. svibnja 2011. godine, od strane međunarodnog povjerenstva sastavljenog od tri eksperta iz područja geoznanosti: **prof. dr. Donald Bruce Dingwell** (Sveučilište München, Njemačka), **dr. Aristomenis Karageorgis** (Hellenic Organisation for Marine Research, Grčka) i **dr. Antonio Cruzado** (Oceans Catalonia International, Španjolska).

Smatram kako je provođenje tematske evaluacije s prethodnom samoanalizom od velike koristi, ne samo za Institut, nego i za nadležno Ministarstvo. Tim dokumentima utvrđeno je realno stanje, kako u organizaciji Instituta, tako i u području znanstvene djelatnosti njenih istraživača, te je ukazano na one korake koje je potrebno učiniti sa ciljem poboljšanja dosadašnje aktivnosti HGI-CGS-a u području geoznanosti. Radi važnosti te materije na ovom mjestu ću navesti neka ključna zapa-

You are hereby presented with another annual report in which we intend to inform you about the work and activities of our institution during 2011. In addition to the essential details about the Survey, the chapters provide information about scientific research projects, international projects, commercial projects and information on the Survey's scientific publishing. In this introductory section, I shall focus solely on those particular events that will play a significant role in the scope of our future activities, that is, those events that will pave the way for our further development.

\*

In 2010, the Agency for Science and Higher Education Croatia (AZVO) initiated reaccreditation procedures that included all scientific institutes in the Republic of Croatia. For this reason, we have prepared the document "Self-analysis of Croatian Geological Survey" as the starting point for an evaluation procedure. A thematic evaluation was performed on May 31<sup>st</sup> 2011, by an international committee composed of three experts from the field of geosciences: **Prof. Dr. Donald Bruce Dingwell** (University of Munich, Germany), **Dr. Aristomenis Karageorgis** (Hellenic Organization for Marine Research, Greece) and **Dr. Antonio Cruzado** (Oceans Catalonia International, Spain).

I hold the opinion that thematic evaluation together with preliminary self-analysis is of great assistance not only to our Survey but also to the responsible Ministry. That document defines the *de facto* situation both in the organisation of the Survey and in the scientific activity of its researchers, and it indicates the necessary steps to ameliorate the former activities of HGI-CGS in the field of geosciences. Taking into consideration the significance of this matter, I shall only refer to some crucial objections and sug-

žanja i sugestije koje su članovi povjerenstva naveli u svojoj ocjeni evaluacije te očitovanje Uprave HGI-CGS-a na te zaključke.

Povjerenstvo je u poglavlju **misija, vizija i težište znanstvene djelatnosti** ukazalo na nedostatak vrjednovanja rada Instituta kroz izradu geoloških karata od strane nadležnog ministarstva, pošto se sveukupni rad za sada procjenjuje samo na temelju publiciranih znanstvenih radova, iako je temeljna djelatnost Instituta izrada geoloških karata na znanstvenim principima. Uprava HGI-CGS-a se u potpunosti slaže s mišljenjem Povjerenstva kako izrada geoloških karata nije samo rutinsko prikupljanje podataka, nego rad koji potiče intenzivnu znanstvenu aktivnost. Stoga uprava podržava prijedlog prema kojem bi država trebala dati dobro definiranu podršku, i to kroz posebne ugovore koji bi uključivali i trajanje izrade pojedinih listova geoloških karata, kadrove i rezultate istraživanja. Naglašeno je kako na taj način funkcioniraju mnoge geološke službe u svijetu.

Analizirajući **suradnju HGI-CGS-a** s drugim znanstveno-istraživačkim institucijama povjerenstvo je dalo preporuku za intenziviranje međunarodne suradnje. U posljednjih godinu dana primjetan je rast takvog angažmana naših znanstvenika te Instituta u cjelini, što je pospješeno, osim ostalog, intenzivnjom podrškom nadležnih državnih tijela. Učlanjivanjem HGI-CGS-a u konzorcij EuroGeoSurveys (2006. godine) željni smo postići da Institut, kao Hrvatska geološka služba, bude prepoznat kao ravnopravni partner u Europskoj Uniji te da izravno

gestions that the members of the committee mentioned in their final assessment as well as the statement of the HGI-CGS Governing Board on their final decision.

In the chapter **Mission, Vision and Focus of the Scientific Research**, the committee pointed out the absence of an evaluation of the Survey's activity based on the development of geological maps. This absence is a matter of concern for the responsible Ministry, as the sum total of our activity is currently appraised solely through scientific publishing, disregarding that the Survey's basic activity is represented by the development of geological maps on scientific grounds. The HGI-CGS Governing Board is in complete agreement with the Committee's opinion that the development of geological maps entails not only the routine collection of data but also work fostering intense scientific activity. For this reason, the Board supports the recommendation that the national authorities provide well-defined support, particularly through the special agreements, which include the time of completion of single sheets of geological maps, the staff employed, and the results of the investigation. It is stressed that this is the way many geological surveys in the world are conducted.

Through analysing the **cooperation** activities of HGI-CGS with other science-research institutes the Committee, an intensification of international collaboration is recommended. During the last year, such engagement involving our individual researchers and the Survey as a whole was quite noticeably enhanced, among other things, by the more vigorous assistance of responsible governmental bodies. By enrolling HGI-CGS in the EuroGeo-



Članovi međunarodnog povjerenstva za tematsku evaluaciju (drugi s lijeva: dr. Aristomenis Karageorgis; treći s lijeva: prof. dr. Donald Bruce Dingwell i četvrti s lijeva: dr. Antonio Cruzado). Members of the International Committee for thematic evaluation (second from left: Dr. Aristomenis Karageorgis; third left: Prof. Dr. Donald Bruce Dingwell, and fourth left: Dr. Antonio Cruzado).



Intervju znanstvenih novaka HGI-a.

Interview with the junior researchers of HGI-CGS.



Razgovor s predstavnicima znanstvenih institucija i gospodarskih tvrtki s kojima HGI ima suradnju.

Conversation with representatives of the scientific institutions and the economic sector in cooperation with HGI-CGS.

sudjeluje i u izvođenju raznovrsnih projekata na razini Europe. U strategiji HGI-CGS-a, čija izrada je u tijeku, u narednom periodu ćemo posvetiti veliku pažnju intenzivnijoj međunarodnoj suradnji, kako kroz sudjelovanje u raznovrsnim projektima, tako i kroz razmjenu mladih znanstvenika (doktoranti, postdoktoranti) s drugim srodnim institucijama u inozemstvu.

U analizi **rezultata rada** u potpunosti se slažemo s preporukom Povjerenstva kako bi temeljna djelatnost HGI-a trebala biti jasno i izričito regulirana u novom zakonskom okviru. Osim toga, podržavamo i konstataciju kako bi i nastavna aktivnost znanstvenika HGI-CGS-a, kao profesora predavača, trebala bi-

Surveys consortium (2006), our intention was that the Institute, such as the Croatian Geological Survey, would be recognised as an equal partner in the European Union and would directly participate in various projects at the European level. In the strategy document, currently under development, we shall devote great attention in the forthcoming period to more dynamic international cooperation, both through participation in the assorted projects and through the secondment of young scientists (doctorands and post doctorands) to related institutions abroad.

With regard to the analysis of our activities, we will fully comply with the Committee's recommendation that the basic activity of

ti adekvatno valorizirana i znanstveno nagrađena. Smatramo kako je transfer praktičnog znanja od Instituta prema Sveučilištu od iznimnog značaja za izobrazbu kadrova koji se kasnije zapošljavaju u gospodarstvu ili u raznovrsnim srodnim institucijama, te u privatnim kompanijama. Unatoč značajnom broju znanstvenih radova postoje problemi koji su uvjetovani definiranom temeljnom djelatnošću HGI-CGS-a. Naime, autorske geološke karte i prateći tumači u vidu monografija nisu vrednovani kao znanstvene publikacije. Bez obzira što su te karte regionalnog karaktera, one čine znatan doprinos znanosti na nacionalnom nivou (a da ne spominjemo njihovu gospodarsku vrijednost – podzemna voda, mineralne sirovine, zaštita okoliša i dr.). Osim temeljne znanstvene djelatnosti HGI-CGS ima i savjetodavnu ulogu obrazovnih institucija (sveučilište, srednje škole, osnovne škole), privatnog sektora, javne administracije i javnosti općenito.

\*

Krajem 2011. godine završen je petogodišnji ciklus znanstvenoistraživačkih projekata financiranih od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta. Kako novi zakon o znanosti nije donesen, tako je neizvjesno na koji način će se ugovarati projekti u novom ciklusu. Predviđa se ugovaranje putem Programskih ugovora uz financiranje znanstvenih projekata putem Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ). Stoga će glavna zadaća Uprave HGI-CGS-a početkom sljedeće godine biti intenzivan rad na doноšenju kratkoročne i dugoročne strategije, kako bismo mogli na vrijeme odgovoriti na sve potrebe novog načina prijavljivanja znanstvenih projekata. Osim toga strategija mora biti u skladu s novim ciklusom Europskih projekata „HORIZON 2020“.

\*

Nadam se kako ćemo Vam kroz priloge u ovom izvješću pričići rad i zainteresirati Vas za djelatnost i rezultate znanstvenog rada naše institucije.

our Survey should be clearly and explicitly regulated within the new statutory framework. Moreover, we uphold the conclusion that the teaching activity of the HGI-CGS scientific staff, as the lecturer professors, should be adequately appraised and scientifically rewarded (because it is not the basic activity of the Survey). We assume that the knowledge transfer direction from Survey to University is of exceptional importance for the education of staff who will be employed later, either in the economic sector or in various similar institutions, and in private companies. Despite the significant number of peer-reviewed papers, there are still problems arising from the undefined basic activity of the Survey, namely that the authorised geological maps and supplementary explanations published as monographs are not evaluated as scientific publications. Regardless of their regional character, these maps make a considerable contribution at the national level (not to mention their value in the state economy – potable underground water, mineral resources, protection of the environment, etc.). In addition to its scientific activity, HGI-CGS also features the inherent counselling role characteristic of educational institutions (university, secondary schools, and elementary schools), the private sector, public administration and the public in general.

\*

Late last year, the five-year cycle of the scientific research projects funded by the Ministry of Science, Education and Sports was closed. Because the new Science Act has not yet been enacted, the mode of project contracting in the new period is still precarious. Contracting through the Performance Agreement is expected, accompanied by the involvement of the Croatian Science Foundation (HRZZ) in the science project funding. For this reason, the main task of the HGI-CGS Governing Board at the beginning of next year will be to focus strongly on the adoption of short-term and long-term strategies whose purpose will be to react in a timely manner to all demands brought by the new mode of science project notifications. Moreover, the strategy document must be attuned with the new cycle of European projects called "HORIZON 2020".

\*

I hope that this report will succeed in drawing your attention to our work through various supplementary materials and that you will find the activities and results of our Survey intriguing.





Hrvatski geološki institut · Zavod za geo

Broj

- Paraklaze

24

Elementi položaja paraklaze

25

Vertikalna paraklaza

26

Horizontalna paraklaza

- Pukotine

27

Elementi položaja

29

Horiz



# HGl: 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-financijske 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 TOPIĆ (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)

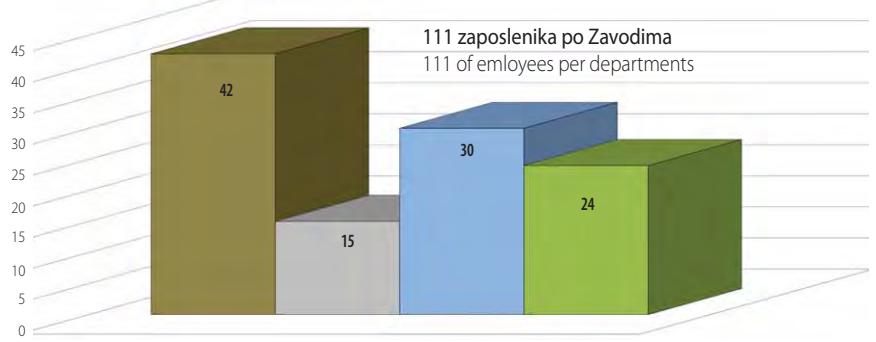
### ZNANSTVENO VIJEĆE | SCIENTIFIC COUNCIL

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

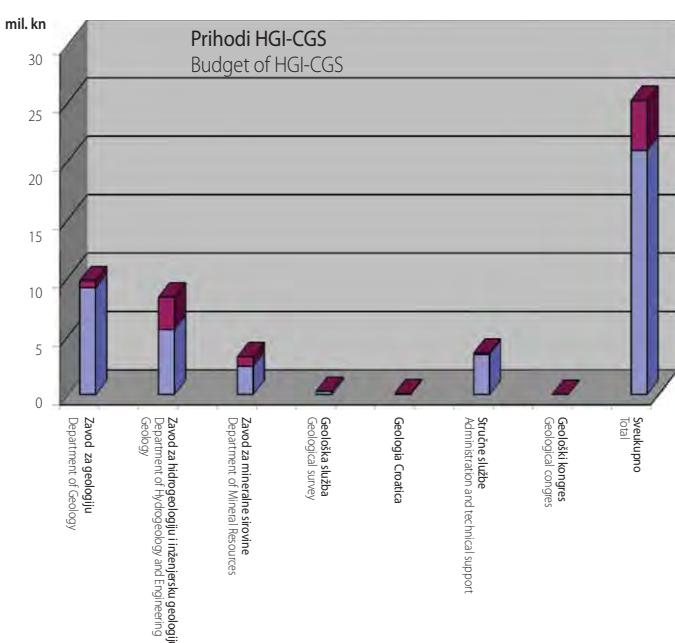
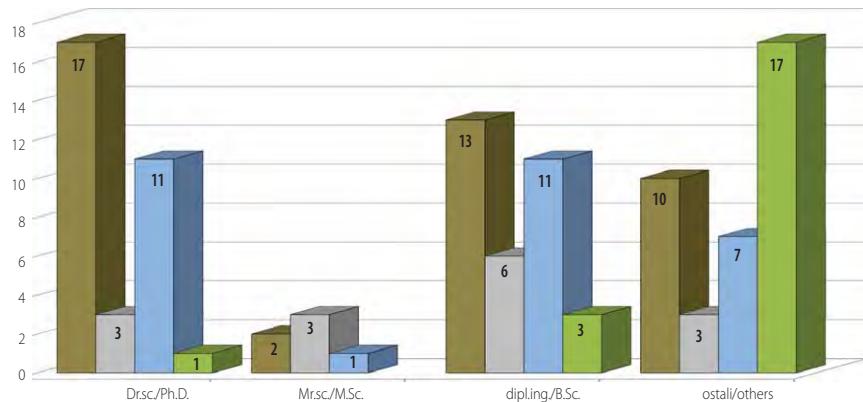
\*MGRP – Ministry of Economy, Labour, and Entrepreneurship

\*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

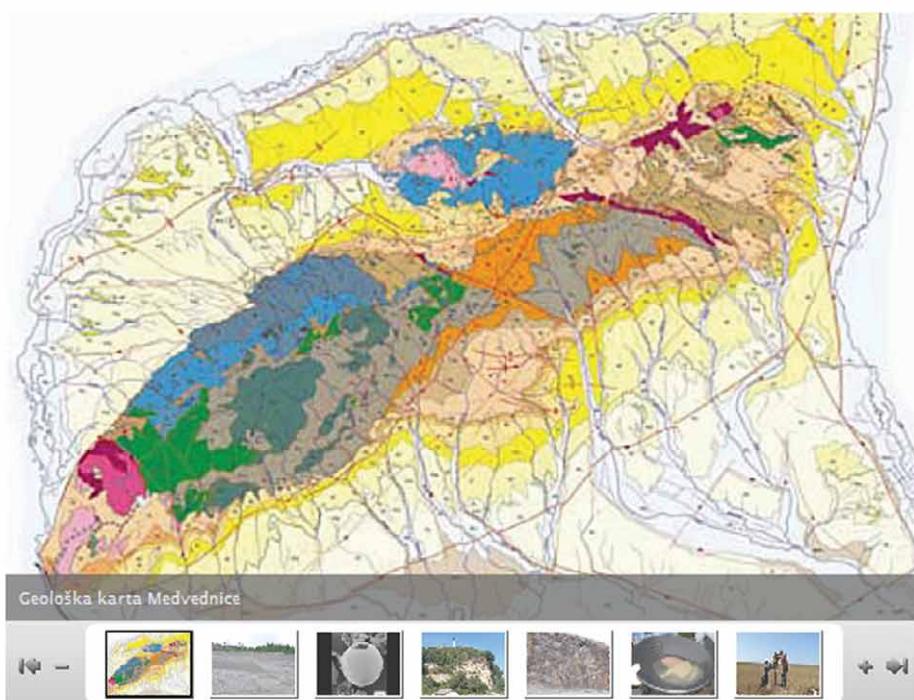
## The Website of the Croatian Geological Survey

<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

Internetska stranica HGI-CGS-a je elektronički davatelj informacija o Institutu dostupan u svakom trenutku svima u svijetu. Stranica sadrži podatke o povijesti Instituta, njegovoј strukturi, djelatnostima, zaposlenicima, javnim dokumentima (natječaji, javna nabava, statut) te prikaze znanstveno istraživačkih projekata i značajnih istraživačkih projekata za tržište. Osim toga, na web stranici se mogu naći i drugi zanimljivi sadržaji. Primjerice, podstranica Geoportal sadrži informacije o geologiji Hrvatske, o publikacijama HGI-CGS-a i mogućnostima njihove kupnje te o objavljenim radovima zaposlenika. U rubrici Novosti objavljaju se vijesti i reportaže o zbivanjima u Institutu i struci te različite obavijesti. Ova rubrika postala je svojevrsna ilustrirana novija povijest Instituta i struke. Stranica je linkovima povezana sa za struku relevantnim stranicama i s bazama podataka „Tko je tko u hrvatskoj znanosti“ i „Hrvatska znanstvena bibliografija“. U 2011. sadržaj stranice je znatno povećan i krajem godine sadrži 195 bogato ilustriranih podstranica (preko tisuću fotografija i grafičkih ilustracija), u izradi kojih je sudjelovalo više od 30 autora. Dio tog sadržaja je od sredine 2011. dostupan i u engleskoj verziji stranice. Prema količini objavljenog materijala web stranica je najveća edicija HGI (oko 1300 stranica A4 formata), a prema statistici posjeta sigurno je i najčitanija. Tijekom 2011. godine web stranicu je pogledalo 18.946 posjetitelja iz 81 zemlje, a posjećena je 26.697 puta. Količina sadržaja weba veća je za 10% u odnosu na prethodnu godinu. Toliko se povećao i broj posjeta i posjetitelja weba HGI.

The website of the HGI-CGS provides information about the Survey that is available at all times to website visitors worldwide. The site includes data about the history of the Survey, its structure, activities, employees, public documents (applications, public procurement, statutes) and reports on scientific research projects and important market-oriented research projects. The website contains other contents of interest. For example, the Geoportal subpage contains information on Croatian geology, HGI-CGS publications and options to purchase them, as well as information on papers published by the Survey's employees. The news section provides news and reports on events happening in the Survey and in the geological profession in general as well as other interesting information. The news section has become a distinctive illustrated younger history of the Survey and its geological activity and is linked to professionally relevant Internet pages and databases, such as "Who is who in Croatian Science" and the "Croatian Science Bibliography". The news section's content was significantly expanded during 2011 so that by the end of the year it included 195 richly illustrated subpages (over one thousand photographs and graphic illustrations) prepared by more than 30 authors. Since the middle of last year, the content has also gradually been made available in English. According to the quantity of published material, the website has become the largest publication of the Survey (some 1,300 pages of A4 size) and certainly one of the most frequently visited. During 2011, the site was visited 26,697 times by 18,946 visitors from 81 countries. The quantity of the web content increased by 10% compared with the previous year. This is reflective of the growth in the number of visitors to the HGI-CGS website.



### Department of Geology

- [Basic geological research](#)
- [Paleontology](#)
- [Mineralogy and Petrology](#)
- [Structural Geomorphology and Tectonics](#)
- [Sedimentology](#)
- [Geochemistry](#)
- [Applied research](#)
- [Laboratory services](#)

### Department of Hydrogeology and Engineering Geology

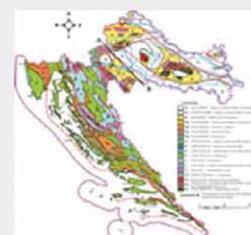
- [Hydrogeological research](#)
- [Engineering geological research](#)
- [Geothermal research](#)
- [Speleological research](#)
- [Hydrochemical research](#)

### Department of Mineral Resources

- [Mineral resources research](#)
- [Map of the Mineral Resources of the Republic of Croatia](#)
- [Geochemical Map of the Republic of Croatia](#)
- [Inorganic geochemical environmental research](#)
- [Mining geological studies](#)

### News

Geologija Hrvatske



Potpisan novi sporazum o suradnji između Geologische



Bundesanstalta i Hrvatskoga geološkog instituta

Ženska ekipa HGI po četvrti put osvojila pehar



### GeoPortal

Geoportal contains information about the publications of the Croatian Geological Survey and the published works of its employees.

### Geological Survey

Collection, storage, analysis, evaluation and distribution of geological information.

# 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

Temeljna zadaća Zavoda za geologiju je provedba regionalnih geoloških istraživanja u Republici Hrvatskoj i artikulirana je kroz izradu geoloških karata. U današnje vrijeme geološka karta predstavlja multidisciplinarni znanstveno-stručni rad koji nastaje prikupljanjem i obradom terenskih, laboratorijskih i kabinetskih podataka. Posebno se ističe izrada Osnovne geološke karte Republike Hrvatske 1:50.000 (OGK). To je lithostratigraphic karta čija realizacija uključuje (uz geološko kartiranje) provedbu brojnih specijalističkih analiza poput stratigrafskih, paleontoloških, sedimentoloških, mineraloških, petrografskih, geokemijskih, tektonskih ili geomorfoloških. Za njezinu izradu nužna su stratigrafska istraživanja čiji temelj čine stratimetrijska snimanja geoloških stupova. Rezultati paleontoloških istraživanja, osim za datiranje vremenske pripadnosti naslaga, neophodni su za analizu okolišnih uvjeta taloženja, ali i za određivanje potencijalnosti naftno-matičnih stijena.

Sedimentologija je jedna od izuzetno važnih geoloških disciplina i ima veliki značaj u djelatnosti Zavoda. Njezina kompleksnost je iskazana u proučavanju mehanizma i uvjeta taloženja te definiranju teksturno-strukturnih, lito- i biofaciesnih te biokemijskih značajki sedimentnih stijena.

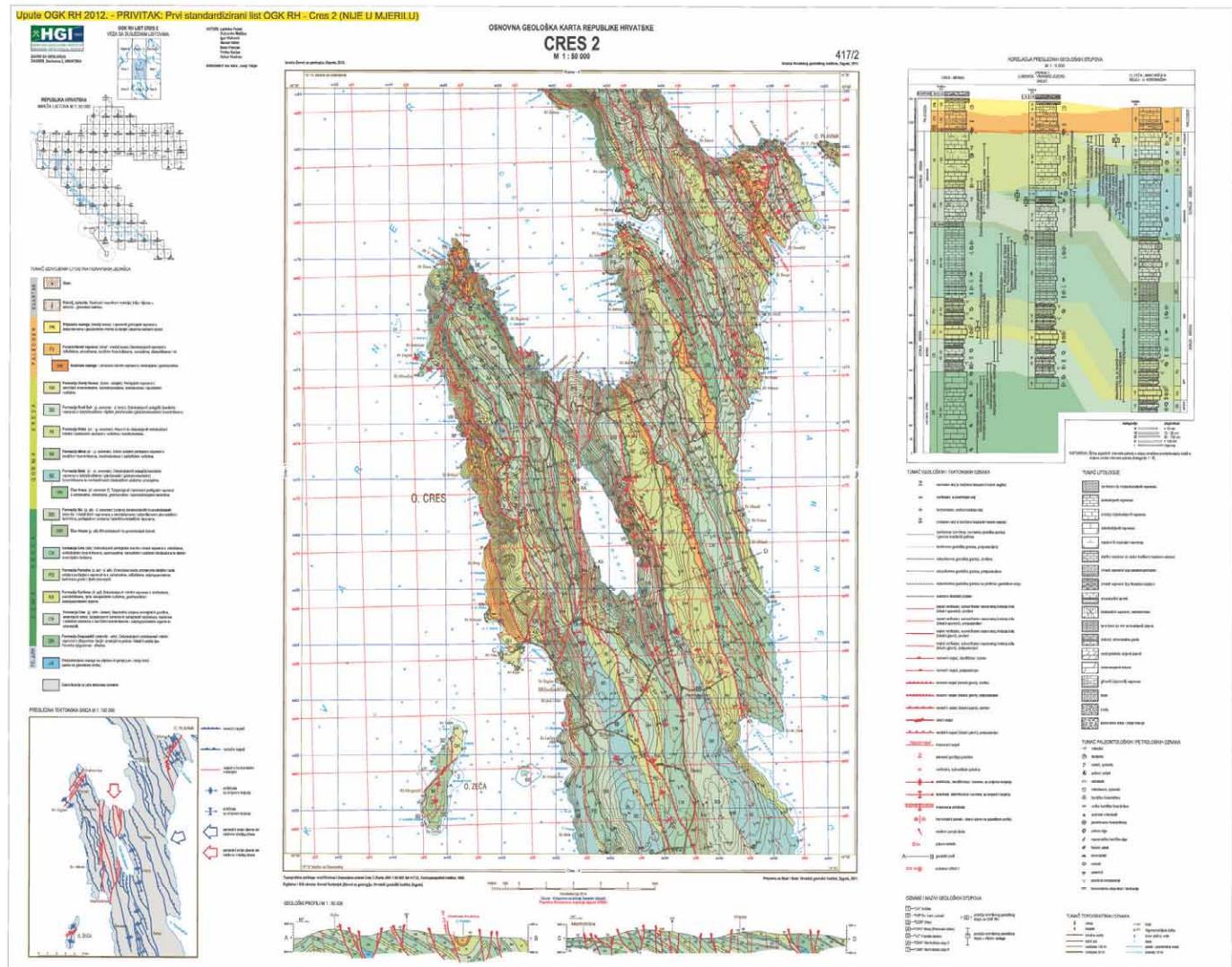
Tektonskim istraživanjima, koja se sastoje od mjerjenja elemenata mehaničkih površina diskontinuiteta i mjerjenja orientacija linearnih i plikativnih elemenata, definiraju se geološke strukture i njihovi odnosi. Strukturno-geomorfološka istraživanja se provode sa ciljem definiranja recentnog strukturnog sklopa, a baziraju se na proučavanju poveznica najmlađih tektonskih pokreta i reljefa.

The fundamental goal of the Department of Geology is to carry out regional geological investigations in the Republic of Croatia that are manifested in the production of geological maps. Geological maps are currently a product of multidisciplinary scientific and professional work originating from the collection and processing of field and laboratory data. The Basic Geological Map of the Republic of Croatia at a scale of 1:50,000 is particularly noteworthy. It is a lithostratigraphic map, the completion of which requires (except for geological mapping) work in a number of special fields, such as stratigraphic, palaeontologic, sedimentologic, mineralogical, petrographic, geochemical, tectonic and geomorphologic analysis. Stratigraphic investigations based on detailed studies of geologic columns have proven necessary during its production. Except for dating purposes, the results of palaeontologic studies are used in the analysis of environmental conditions prevailing during sedimentation and also to determine the oil-source potential of rocks. Sedimentology is an extremely important geological discipline that plays a significant role in the Department's activities. Its complexity is particularly expressed in the study of sedimentary conditions and mechanisms and the determination of the textural, structural, lithofacies and biofacies characteristics of sedimentary rocks.

Tectonic investigations, which include measurement of the elements of mechanical discontinuities and of the orientation data of linear and plicated elements, make it possible to identify geological structures and their relationships. Structural-geomorphologic investigations, based on the study of links between the youngest tectonic movement and existing landscape, are performed to define recent structural settings.

U Zavodu se izvode i kompleksna mineraloška, geokemijska i petrološka istraživanja magmatskih, metamorfnih i sedimentnih stijena. Pored terenskih, istraživanja obuhvaćaju mikroskopske analize stijena i minerala, kemijske analize sadržaja makro i mikroelemenata te rendgenskih difrakcijskih analiza. Sva navedena istraživanja vode k boljem razumijevanju geološke građe državnog teritorija. Zavod to ostvaruje kroz temeljni znanstveni Program, znanstvene projekte, primijenjena istraživanja i međunarodnu suradnju. Znanstvena djelatnost Zavoda financirana je od strane Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS).

The Department of Geology performs complex mineralogical, geochemical and petrologic investigations of igneous, metamorphic and sedimentary rocks. In addition to field research work, these studies include microscopic analysis of rocks and minerals, chemical analysis of major and trace element contents, and x-ray diffraction analysis. These studies lead to better understanding of the entire country's geological setting. The Department of Geology achieves its results through its basic scientific research programme, scientific research projects, applied research and international cooperation. Scientific activity is funded by the Ministry of Science, Education and Sports (MZOS).



List Cres OGK.

OGK, Cres sheet.

## TEMELJNA DJELATNOST

Program „Geološke karte Republike Hrvatske (GK RH)“ se izvodi na razini Instituta i obuhvaća osam znanstvenih projekata.

U Zavodu za geologiju izvode se četiri projekta:

- Osnovna geološka karta RH 1:50.000;
- Osnovna geokemijska karta RH;
- Tektonska karta RH 1:300.000;
- Strukturno-geomorfološka karta RH 1:100.000.

Osim kroz Program izrade geoloških karata znanstvena aktivnost Zavoda je iskazana i u šest samostalnih projekata:

- „Stratigrafska evolucija trijasa Hrvatske“, voditelj dr. sc. Tonći Grgasović. Istraživanja u ovom projektu su fokusirana na proučavanje naslaga srednjeg trijasa u Panonu i Vanjskim Dinaridima sa ciljem definiranja razvoja trijaskih facijesa na karbonatnoj platformi i dubljem moru.
- „Odraz paleoklimatskih promjena u jurško-krednim sedimentima Krških Dinarida“, voditeljica dr. sc. Valentina Hajek-Tadesse. Namjera je kroz istraživanja ustanoviti je li u dugotrajanom razdoblju gornje jure i donje krede na Jadranskoj platformi bilo intervala koji su nastali tijekom glacioeustazije umjerenih amplituda.
- „Holocenski sedimenti kao zapis promjena u okolišu Jadarskih sljevova“, voditelj dr. sc. Georg Koch. Multidisciplinarnim istraživanjima holocenskih sedimenata pokušava se registri-



## BASIC ACTIVITY

The programme "Geological Maps of the Republic of Croatia" is performed within the Survey and covers eight scientific projects. Four of these are carried out in the Department of Geology:

- Basic Geological Map of the Republic of Croatia, 1:50,000;
- Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia;
- Tectonic Map of the Republic of Croatia, 1:300,000;
- Structural-Geomorphologic Map of the Republic of Croatia, 1:100,000.

Other than the geological map programme, the scientific activity of the Department also includes six independent projects:

- "Stratigraphic evolution of the Triassic in Croatia", principal investigator Dr. Sc. Tonći Grgasović. Research in this project is focused on the study of Middle Triassic sedimentary rocks in the Pannonian and Outer Dinarides with the goal of defining the development of Triassic facies on the carbonate platform and in the deeper sea.
- "Reflection of climatic changes in the Jurassic-Cretaceous deposits of the Karst Dinarides", principal investigator Dr. Sc. Valentina Hajek-Tadesse. The goal is to determine whether there were intervals in the long period from the Upper Jurassic to the Lower Cretaceous originating during glacioeustasy of moderate amplitudes.
- "Holocene sediments as a record of environmental changes in the Adriatic catchments", principal investigator Dr. Sc. Georg Koch. The scope of this multidisciplinary investigation is to restore the record of changes in climate and environment during the Pleistocene-Holocene transition and in the Holocene itself.
- "Facies architecture and sequence stratigraphy of the Promina formation in Dalmatia", principal investigator Dr. Sc. Dubravko Matičec. This research is aimed at establishing grounds for construction of a model of sedimentation in the Promina formation.
- The projects "Stratigraphy of the Cretaceous deposits within the geodynamics of the Adriatic area of Croatia" (Dr. Sc. T. Korbar) and "Mesozoic magmatic, mantle, and pyroclastic rocks of North-western Croatia" (Dr. Sc. D. Slovenec) will be described in more detail in the chapter "Selected projects".

rati zapis promjena u okolišu i klimi na prijelazu pleistocena u holocen te u holocenu.

- „Građa facijesa i sekvencijalna stratigrafija Promina formacije u Dalmaciji”, voditelj dr. sc. Dubravko Matičec. Istraživanjima se namjerava dati osnova za izradu taložnog modela Promina formacije.
- Projekti „Stratigrafija naslaga krede u okviru geodinamike jadranskog područja Hrvatske“ (T. Korbara) i „Mezozojske magmatske, plaštne i piroklastične stijene sjeverozapadne Hrvatske“ (D. Slovenca) bit će podrobniјe opisani u poglavljju „Odabrani projekti“.

## MEĐUNARODNA SURADNJA

Službena međunarodna suradnja odvijala se kroz bilateralne projekte s Mađarskom, Sjedinjenim Američkim Državama i Srbijom.

S Mađarskom se bilateralna suradnja odvijala kroz dva znanstveno-istraživačka projekta (2009–2011):

„Usklađivanje i korelacija rezultata kartiranja kvartarnih naslaga u dravskoj depresiji“, voditelji dr. sc. Ivan Hećimović (HGI-CGS) i dr. sc. Geza Chikán (MAFI). Cilj projekta je bio usklađivanje geoloških podataka s jedne i druge strane državne granice, na listovima Donji Miholjac-Siklos i Mohač-Mohacs (1:100.000).

„Korelacija prapor/paleotlo, sekvencija jugoistočne Transdanubije s istočnim i jadranskim dijelom Hrvatske“, voditelji dr. sc. Lidija Galović (HGI-CGS) i dr. sc. László Koloszár (MAFI). Istraživanja su temeljena na usporedbi starosti tefre (vulkan-ska prašina) u prapornim sedimentima Jadrana, Srijema i Transdanubije.

Sa Sjedinjenim Američkim Državama je okončan projekt „Greenhouse i tranzicijske klime unutar 50 milijuna godina karbonatnog slijeda gornjojurske-donjokredne Jadranske platforme, Hrvatska“, voditeljice dr. sc. Valentine Hajek-Tadesse. Kroz taj projekt obavljena su prva sekvencijska i ciklostratigrafska istraživanja visoke rezolucije u području Krških Dinarida.

Sa Srbijom je u tijeku zajednički rad na projektu „Neorganski i organski polutanti u urbanim područjima“, voditelji prof. dr. sc. Josip Halamić (HGI-CGS) i dr. sc. Biljana Škrbić, Tehnološki fakultet Novi Sad). Tematika projekta je utvrđivanje prisutnosti i raspodjele onečišćivača u urbanim područjima (Novi Sad, Kutina).

## INTERNATIONAL COOPERATION

International cooperation is officially carried out through bilateral projects with Hungary, the USA and Serbia.

Past bilateral cooperation with Hungary included two scientific research projects (2009–2011):

“Harmonization and correlation of Quaternary mapping results in the Drava Basin”, principal investigators Dr. Sc. Ivan Hećimović (HGI-CGS) and Dr. Sc. Géza Chikán (MAFI). The scope of the project involved bringing together geological data from both sides of the countries’ shared border, which included map sheets of Donji Miholjac-Siklos and Mohač-Mohacs (scale 1:100,000).

“Correlation of loess/palaeosoil sequences of South-eastern Transdanubia with the Eastern and Adriatic part of Croatia”, principal investigators Dr. Sc. Lidija Galović (HGI-CGS) and Dr. Sc. László Koloszár (MAFI). The research involved the correlation of tephra (volcanic ash) ages in loess sediments of the Adriatic Sea, Srijem and Transdanubia.

The Croatia-USA bilateral project “Greenhouse and transition climates during 50 million years of carbonate succession on the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Adriatic platform, Croatia” led by Dr. Sc. Valentina Hajek-Tadesse has concluded. It included the first high-resolution sequential and cyclostratigraphic investigations in the karst Dinarides.

A bilateral project with Serbia, “Inorganic and organic pollutants in urban areas”, led by Prof. dr. sc. Josip Halamić (HGI-CGS) and Dr. Sc. Biljana Škrbić (Faculty of Technology, Novi Sad) is still active. It focuses on the investigation of how pollutants in urban areas (Novi Sad, Kutina) are spatially distributed.

# 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@cgs.hr](mailto:zeljka.brkic@cgs.hr)

Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju okuplja istraživače specijalizirane u području hidrogeologije i inženjerske geologije. Hidrogeološka istraživanja su usmjereni na utvrđivanje pojavljivanja, stanja i trendova kakvoće i količine podzemnih voda na prostoru Republike Hrvatske (RH). Inženjersko-geološka istraživanja se uglavnom sastoje od definiranja inženjerskogeoloških značajki prostora sa ciljem sigurne izgradnje infrastrukturnih objekata, te izučavanjem geohazarda za potrebe prostornog planiranja. Istraživanja se sastoje od terenskog rada, brojnih „in-situ“ mjerjenja, te laboratorijskih analiza koje se provode u hidrokemijskom i inženjerskogeološkom laboratoriju, sastavnica Zavoda.

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:

- Climate change and impacts on water supply (CC-Waters) (South East Europe Transnational Cooperation Programme – SEE-TC); i
- Risk Identification and Land-use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia (japan-sko-hrvatski projekt).

The Department of Hydrogeology and Engineering Geology (HGI) brings together researchers who specialise in the fields of hydrogeology and engineering geology. Hydrogeological investigations are focused on establishing the appearance, conditions and trends of quantity and quality of underground water on the territory of the Republic of Croatia. Engineering geological investigations consist mostly of defining the engineering geological features of terrain to facilitate safe infrastructure construction and to study geohazards for space planning. The Department's research work consists of field investigations, numerous in-situ measurements and laboratory analyses carried out in its hydrochemical and engineering-geological laboratories.

All investigations are conducted as part of three projects funded by the Ministry of Science, Education and Sports (MZOS), two international projects, and projects directly contracted with our clients.

The MZOS projects are as follows:

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

International projects include:

- Climate change and impacts on water supply (CC-Waters) (South East Europe Transnational Cooperation Programme – SEE-TC);
- Risk Identification and Land-use planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia (Japanese-Croatian project).



Diskusija o korištenim geomorfološkim kriterijima kod interpretacije stereoparova šireg područja Grada Zagreba (Tohoku Gakuin University, Sendai).

Discussion on the applied geomorphological criteria during interpretation of stereopairs of Zagreb city wider area (Tohoku Gakuin University, Sendai).

U Zavodu je već postala tradicija da svake godine barem jedan istraživač završi poslijediplomski studij i obrani doktorsku disertaciju. U 2011. godini obranjene su dvije disertacije. Jedna iz hidrogeologije – „Određivanje podsljjevova izvorista rijeke Gacke na osnovi hidrogeoloških pokazatelja“, a druga iz inženjerske geologije – „Statistički model osnovnih geometrijskih značajki diskontinuiteta u mezozojskim karbonatnim stijenama“. Još devetero mladih, ali i onih nešto starijih istraživača marljivo pohađaju doktorski studij. Tijekom sljedeće godine očekuje se obrana tri doktorske disertacije.

I u 2011. godini je organizirana tromjesečna edukacija u Japanu za mlade istraživače iz Hrvatske koji sudjeluju na japansko-hrvatskom projektu. Iz Zavoda za HGIG na ovoj je edukaciji sudjelovao jedan mlađi istraživač zajedno s kolegom s Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Training program se sastojao od općih predavanja o klizištima do primjene metoda daljinskih istraživanja i analize podataka klizišta prema AHP metodi (Analytic Hierarchy Process).

Početkom lipnja 2011. tri istraživača su sudjelovala na tečaju „Stijensko inženjerstvo za tunele (bušenje i miniranje – tunnel boring machine (TBM)), predinjektiranje, kaverne, bokove brana, stijenske kosine i kamene nabačaje“ koji je održan u Zagrebu. Tečaj je vodio glasoviti dr. Nick Barton, tvorac Q klasifikacije i empirijskog kriterija čvrstoće diskontinuiteta stijenske mase.

Tijekom 2011. istraživači iz Zavoda za hidrogeologiju i inženjersku geologiju objavili su jedan rad u knjizi, 5 radova u znanstvenim časopisima, te 14 radova i/ili sažetaka na međunarodnim i domaćim kongresima.

It has become an annual Departmental tradition for at least one researcher to complete a postgraduate degree and defend his/her doctoral thesis. Two dissertations were defended in 2011: one in the field of hydrogeology, "Definition of the Gacka's spring sub-catchment areas on the basis of hydrogeological parameters", and the other in the field of engineering geology, "Statistical model of the basic geometric features of discontinuities in Mesozoic carbonate rocks". Another nine researchers, varying in age, are diligently working on academic doctoral research. The defence of three doctoral theses is expected during the next year.



Obilazak obalnog područja pogodjenog tsunamijem (Sendai).  
Reconnaissance of coastal area stricken by the tsunami (Sendai).



Determinacija nabušenih naslaga na crpilištu Ravnik kod Popovače.

Determination of rocks from a borehole at the Ravnik extraction site near Popovača.

S obzirom na gospodarsku krizu, ugovorenih projekata za neposredne naručitelje naših usluga bilo je razmjerno malo, a i oni ugovoreni su uglavnom bili malog opsega istraživanja:

- Izrada poglavlja „Speleološke značajke područja zahvata“ u sklopu SUO Centra za gospodarenje otpadom Dubrovačko-neretvanske županije na lokaciji Lučino Razdolje;
- Hidrogeološka istraživanja na području slijeva Vranskog jezera kod Biograda;
- Izvođenje stručnih aktivnosti na tematskim cjelinama Geologija, hidrogeologija, inženjerska geologija i seizmika za potrebe izrade idejnog rješenja i SUO za obilaznicu Drniša;
- Formiranje GIS baze geotehničkih prospekcija na području Podsljemenske zone;
- Hidrogeološki istražni radovi s izradom elaborata za prijedlog zona sanitарne zaštite i moguće povećanje crpnih količina vode za crpilišta otoka Visa;
- Geološki, inženjerskogeološki i hidrogeološki radovi za potrebe izrade SUO II. dionice Nove obilaznice Zagreba;
- Izrada elaborata zona sanitarne zaštite budućeg crpilišta regionalnog vodovoda Đurđevac 2;
- Hidrogeološki nadzor nad izvedbom strukturno-piezometarskih bušotina na crpilištu Ravnik;

Three-month training was again organised during 2011 in Japan for young researchers participating in the Japanese-Croatian project. This training was attended by one researcher from the HGIG Department accompanied by his colleague from the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering. The training programme included everything from general lectures on landslides to lectures on methods of long-range measurement and analysis of landslide data according to Analytic Hierarchy Process (AHP) method.

At the beginning of 2011, three researchers attended a training course entitled "Rock engineering for tunnels (boring and blasting with a tunnel boring machine (TBM)), pre-injection, caverns, abutments, rock slopes and stone coverings". The course was led by the famous Dr. Nick Barton, the father of the Q-system of rock mass classification and the empirical criterion for the strength of discontinuities.

During 2011, the HGIG research team published one paper in a book, five papers in scientific journals and 14 papers and/or abstracts at international and domestic conferences.

Considering the ongoing economic crisis, contracting with our clients was somewhat limited and consisted mostly of small scale research:

- Pružanje usluge vanjskih konzultanata za potrebe analize projekta HE Ombla financirane od strane European Bank for Reconstruction and Development (EBRD);
- Određivanje sadržaja mangana i željeza, klorida i sulfata, te koncentracije Na-fluoresceina u uzorcima podzemnih voda za različite naručitelje.

U 2012. godini je planirana interna revizija završenih listova hidrogeoloških karata i pripadajućih tumača, te nastavak istraživanja na ostalim dijelovima OHGK i OIGK. Također će se načiniti završno izvješće o provedenim istraživanjima na projektu CC-Waters koji završava u svibnju 2012. Planirana je priprema projekata u okviru bilateralne suradnje Slovenije i Hrvatske, zatim u sklopu IPA programa koji je u tijeku, ali i onih programa koji će se otvoriti u 2014. godini (Horizon 2020, Life). U pripremi je nekoliko članaka za publiciranje u znanstvenim časopisima i sudjelovanje na kongresima.



Trasiranje na otoku Visu.

Tracing experiment on the island of Vis.

- Writing of the chapter "Speleological features of the water intake area" as part of the SUO Center for waste management at Lučino Razdolje in Dubrovačko-Neretvanska county;
- Hydrogeological investigations in the Vrana Lake catchment area near Biograd;
- Professional activities in thematic units including Geology, Hydrogeology, Engineering Geology, and Seismics to facilitate construction of the Drniš road bypass;
- Formation of a GIS database for geotechnical prospecting in the Podsljeme zone;
- Hydrogeological research and completion of a report on a proposal for sanitary protection zones and a potential increase in quantities of groundwater drawn at the groundwater source on Vis island;
- Geological, engineering geological and hydrogeological works to facilitate construction of the SUO II section of a new road bypass in Zagreb;
- Writing of a study on sanitary protection zones in a future groundwater source for the regional water supply of Đurđevac 2;
- Hydrogeological monitoring of the construction of piezometric boreholes at a groundwater source in Ravnik;
- External consulting for analysis of the HE Ombla Project funded by the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD);
- Assessment of the manganese, iron, chloride and sulphate contents and concentrations of Na-fluorescein in groundwater samples for various clients.

Internal revision of the sheets completed for hydrogeological maps and their accompanying explanation booklets is expected to be completed in 2012 along with the continuing investigation of other components of OHGK and OIGK. A final report will also be completed on the research work conducted for the CC-Waters Project, which is ending in May 2012. Preparations are being made for bilateral cooperation between Croatia and Slovenia, but also within the framework of the still-active PA Program and those programmes commencing in 2014 (Horizon 2020, Life). Several papers are also being prepared for publication in scientific journals and presented at conferences.

# 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

Djelatnici i istraživači Zavoda za mineralne sirovine provode istraživanja, te daju informacije i stručna mišljena za potrebe eksploatacije i primjene mineralnih sirovina. Istraživači Zavoda pronalaze i procjenjuju područja s potencijalnim izvorima mineralnih sirovina, rješavaju probleme vezane za njihovu genезu znanstvenim metodama, te izrađuju elaborate o rezervama i studije o utjecaju na okoliš. U Zavodu se provode i geokemijjska istraživanja okoliša, geokemijsko kartiranje te istraživanja jezerskih, aluvijalnih i marinskih sedimenata kao zapisa promjena u okolišu (klimi i uporabi zemljišta) tijekom holocena. Istraživanja se provode terenskim radom i laboratorijskim istraživanjima kroz petrografske, geokemijske i mineraloške analize

Employees and researchers at the Department of Mineral Resources conduct research and provide information and expert opinions on the exploitation and use of mineral resources. Researchers at the Department identify and evaluate areas with potential mineral resources, use scientific methods to solve problems related to these resources' genesis and undertake studies on mineral reserves and their impact on the environment. The Department carries out geochemical research for environmental purposes, geochemical mapping and studies of lacustrine, alluvial and marine sediments as a record of changes in the environment (due to climate and land use) during the Holocene. Investigations are performed through field work and laboratory research using petro-



Istraživanje tehničkog kamena na eksploracijskom polju Mikulinac kod Slavonskog broda.

Exploration of technical stone in the exploitation field of Mikulinac near Slavonski Brod.



Ruševine rimskog zida u Caski (rimска Cissa).

Ruins of a Roman wall in Caska (the Roman Cissa).



Istražno bušenje u sливу rijeke Zrmanje.

Exploratory drilling in the catchment of the Zrmanja River.

geoloških materijala. Istraživanja se provode u sklopu tri projekta koje financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS) te dva međunarodna projekta u sklopu Programa suradnje u jugoistočnoj Europi (SEE).

#### 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);
- Holocensi sedimenti kao zapis promjena u okolišu Jadranskih sljevova (181-1953068-0363) (Dr. sc. Georg Koch).

graphic, geochemical and mineralogical analysis of geological materials. Work is performed within the framework of three projects funded by the Ministry of Science, Education and Sports (MZOS) and two international projects associated with the Program of Cooperation in South-east Europe (SEE).

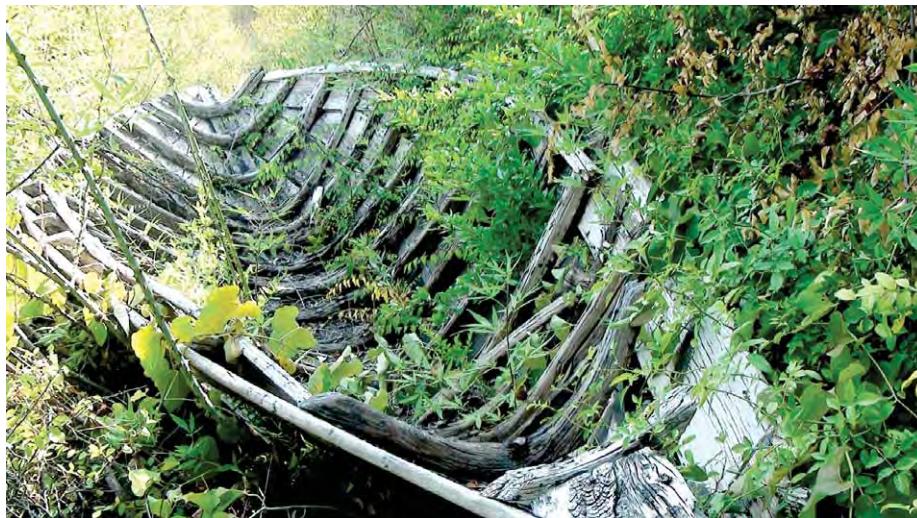
The projects for MZOS are as follows:

- 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) (Prof. dr. sc. Josip Halamić);
- Holocene sediments as a record of changes in the Adriatic catchments (181-1953068-0363) (Dr. Sc. Georg Koch).



Paleotlo pokriveno jezerskom kredom u ponornoj zoni Vrgorackog polja.

Palaeosoil covered by lacustrine chalk in the sinkhole zone of the Vrgorackog Polje.



Neretvanska lađa u ponornoj zoni Vrgoračkog polja.

Neretva's boat in the sinkhole zone of the Vrgoračkog Polje.



Ponorna zona u jezerskim sedimentima Vrgoračkog polja.

Sinkhole zone in the lake sediments of the Vrgoračkog Polje.

#### Međunarodni projekti:

- SARMa- Održivo gospodarenje kamenim agregatima (*u suradnji s Ministarstvom gospodarstva, Upravom za rudarstvo*);
- CC-Waters-Klimatske promjene i vodoopskrba (*u suradnji za Zavodom HGIG i Hrvatskim vodama*).

Tijekom 2011. obavljana su istraživanja vezana za mineralne sirovine za potrebe Nexe grupe iz Našica vezane za ciglarske gline te je nastavljena suradnje na istraživanju ciglarskih glina za potrebe Wienerbergera d.d. iz Karlovca. Istraženo je ležite tehničkog kamenja Mikulinac kod Slavonskog Broda. U suradnji s Muzejom grada Vinkovaca nastavljena su istraživanja vezana za Sopotsku kulturu. U širem području Vinkovaca i kod Nuštra su provedena istražna bušenja u meandrima rijeke Vu-

#### International projects include:

- SARMa – Sustainable Aggregate Resource Management (*in cooperation with the Ministry of Economy, Labour and Entrepreneurship, Management of Industrial Policy, Energy and Mining, and the mining sector*);
- CC-Waters – Climatic Changes and Water Supply (*in cooperation with the HGIG Department and Croatian Waters*).

Investigations related to mineral resources, including brick clays in particular, were carried out during 2011 for the Nexe Group from Našice. Cooperation with Wienerberger d.d. from Karlovac continued for the study of brick clays. Technical stone deposits in Mikulinac near Slavonski Brod were also investigated. Investigations were conducted related to Sopot culture in cooperation with the City Museum of Vinkovci. Concerning the broader area

ke u svrhu rekonstrukcije klimatskih uvjeta tijekom holocena. Nastavljena je dugogodišnja suradnja s dr. Irenom Radić-Rossi na otoku Pagu na lokaciji antičke Cisse (Caska) gdje su istraživači Zavoda obavili jezgrovanje uvale Caska radi rekonstrukcije zbivanja tijekom postojanja rimske luke i propasti Cisse. Suradnja je obavljena u sklopu hrvatsko-francuskog projekta „Navires et navigation en Dalmatie romaine: Recherches d’archéologie maritime et navale à Caska“ sa Sveučilištem u Zadru i Centre Camille Jullian (Aix-en-Provence). U sklopu projekta „Holocenski sedimenti kao zapis promjena u okolišu Jadranskih sljevova“ obavljeni su terenski radovi koji su uključili istraživanja u slijevu Vrgorčkog polja i Baćinskih jezera, te u području Ravnih kotara na Vranskom jezeru kod Biograda, gdje je s platforme „Holocen“ izvađena jezgra sedimenata dužine 11 m. U pirovačkom zaljevu su s iste platforme izbušene tri bušotine od kojih je najduža od 7,5 m omogućila nalaz jezerskih sedimenata ispod mlađih holocenskih marinskih sedimenata. Obavljen je detaljno snimanje profila lesa na Pakoštanskem ravnjaku. Tijekom 2012. planiraju se detaljna istraživanja paleogenskih boksita. Provodit će se istraživanja u sklopu projekta „Holocena“ bušenjem sedimenata na Prološkom blatu te Modrom jezeru kod Imotskog. Istraživanja za geokemijsku kartu provoditi će se u slijevu rijeke Cetine.

of Vinkovci and nearby Nuštar, exploration drilling was executed in the meanders of the Vuka River with the goal of reconstructing climatic conditions during the Holocene. The long-time cooperation with Dr. Irena Radić-Rossi on Pag Island was also continued to study the location of ancient Cissa (Caska), where researchers from the Department performed drilling in Caska Cove to reconstruct events during the existence of the Roman port and doom of Cissa. Work with Zadar University and Centre Camille Jullian (Aix-en-Provence) was extended within the framework of the Croatian-French project “Navires et navigation en Dalmatie romaine: Recherches d’archéologie maritime et navale à Caska”. Field work was conducted for the project “Holocene sediments as a record of changes in the Adriatic catchments”, which included study of the catchment of Vrgorčko Polje and Baćinska Jezera (both lakes) and in the area of Ravni Kotari on Vrana Lake near Biograd, where lake sediments were cored from the “Holocene” platform containing 11 m of drilled sediment. Three boreholes, the longest of which was 7.5 m, were drilled in Pirovac Bay to discover lake sediments under the younger Holocene marine sediments. A loess cross-section was recorded in detail on the Pakoštane plains. Detailed exploration of bauxite deposits is planned for 2012 within the framework of the Holocene project sediment drilling in Prološko Blato and Modro Jezero (Blue Lake) near Imotski. Research work for geochemical mapping will be performed in the catchment of the Cetina River.



Istraživačka platforma u uvali Caska na otoku Pagu.

Research platform in Caska Cove on Pag Island.

# 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

Hrvatska geološka služba (HGS) kao sastavnica Hrvatskog geološkog instituta već dugi niz godina prikuplja, valorizira, obrađuje, pohranjuje i distribuira geološke informacije gospodarstvu, znanosti, državnoj upravi i javnosti. U arhivi HGS-a nalazi se pohranjeno 15.010 raznovrsnih stručnih elaborata, izvješća, ekspertiza i mišljenja. Osim toga, intenzivno se radi na digitalizaciji svih dokumenata (geoloških karata, tumača i druge geološke dokumentacije) koja će nakon toga biti dostupna korisnicima putem elektronskih medija.

The Croatian Geological Survey (CGS), which is a constituent of the Croatian Geological Institute, has been collecting, evaluating, processing, storing and distributing geological information related to the economy, science, state administration and public life for some time now. The archives of the CGS contain 15,010 various professional studies, reports, statements of expertise and opinions. It has facilitated the digitalisation of all documents (including geological maps, explanation books and other geological documents), which will soon be available to all clients via electronic media.



Hrvatski geološki institut, odnosno Hrvatska geološka služba, punopravna je članica EuroGeoSurveys-a (EGS) od 2006. godine, odnosno od kada naša institucija aktivno sudjeluje u radu svih tijela EGS-a ([www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org)). Na čelu EGS-a nalazi se Generalni sekretar i na toj poziciji je sada Dr. Luca Demicheli. Izvršni odbor EGS-a čini pet članova od kojih je jedan blagajnik konzorcija. Ove godine izabrana su dva nova člana izvršnog odbora (Dr. Mart van Bracht – TNO, Netherland i Prof. dr. Jerzy Nawrocky – PGI, Poland), te oni uz predsjednika Dr. Marka Komca (GeoZS, Slovenija), Prof. dr. John-a Luddena (BGS, UK) i Dr. Peter Seiferta (GBA, Austrija) čine ExCom. Redovite godišnje skupštine EGS-a (na kojima sudjeluju direktori svih geoloških službi Europe) za 2011. godinu održane su u Briselu (proljeće) i Varšavi (jesen).

Preko naših znanstvenika aktivni smo u više EGS ekspertnih grupa (EG): kao što su Water Resources EG, Mineral Resources

The Croatian Geological Institute, with the Croatian Geological Survey as a component, has been a full member of the EuroGeoSurveys (EGS) since 2006, and our institution participates in all EGS bodies ([www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org)) on equal terms. EGS is headed by the General Secretary, who is currently Dr. Luca Demicheli. The EGS Executive Committee is comprised of five members, of which one is a treasurer of the consortium. Two new members of the committee were selected this year (Dr. Mart van Bracht, TNO, the Netherlands, and Prof. Dr. Jerzy Nawrocky, PGI, Poland), who, together with President Dr. Marko Komac (GeoZS, Slovenia), Prof. Dr. John-a Ludden (BGS, UK) and Dr. Peter Seifert (GBA, Austria) comprise the EGS ExCom. Regular annual EGS assemblies attended by the directors of every geological survey in Europe are held in Brussels in the spring and Warsaw in the autumn.

Through our scientists, we are active in several EGS Expert Groups, such as the Water Resources EG, Mineral Resources EG, Geochem-



Detalj s Generalne skupštine EGS-a u Varšavi.

Details from the EGS General Assembly in Warsaw.

EG, Geochemistry EG i Marine Geology EG. Naša namjera je da u budućnosti aktivno sudjelujemo i u radu drugih ekspertnih grupa, a posebno u Spatial Information EG. Godišnja izvješća o radu svih EGS ekspertnih skupina nalaze se na mrežnoj stranici [www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org).

istry EG and Marine Geology EG. We intend to actively participate in the activities of other expert groups in the future, particularly in the Spatial Information EG. Annual reports on the activities of all expert groups can be found on the EGS website, [www.eurogeosurveys.org](http://www.eurogeosurveys.org).

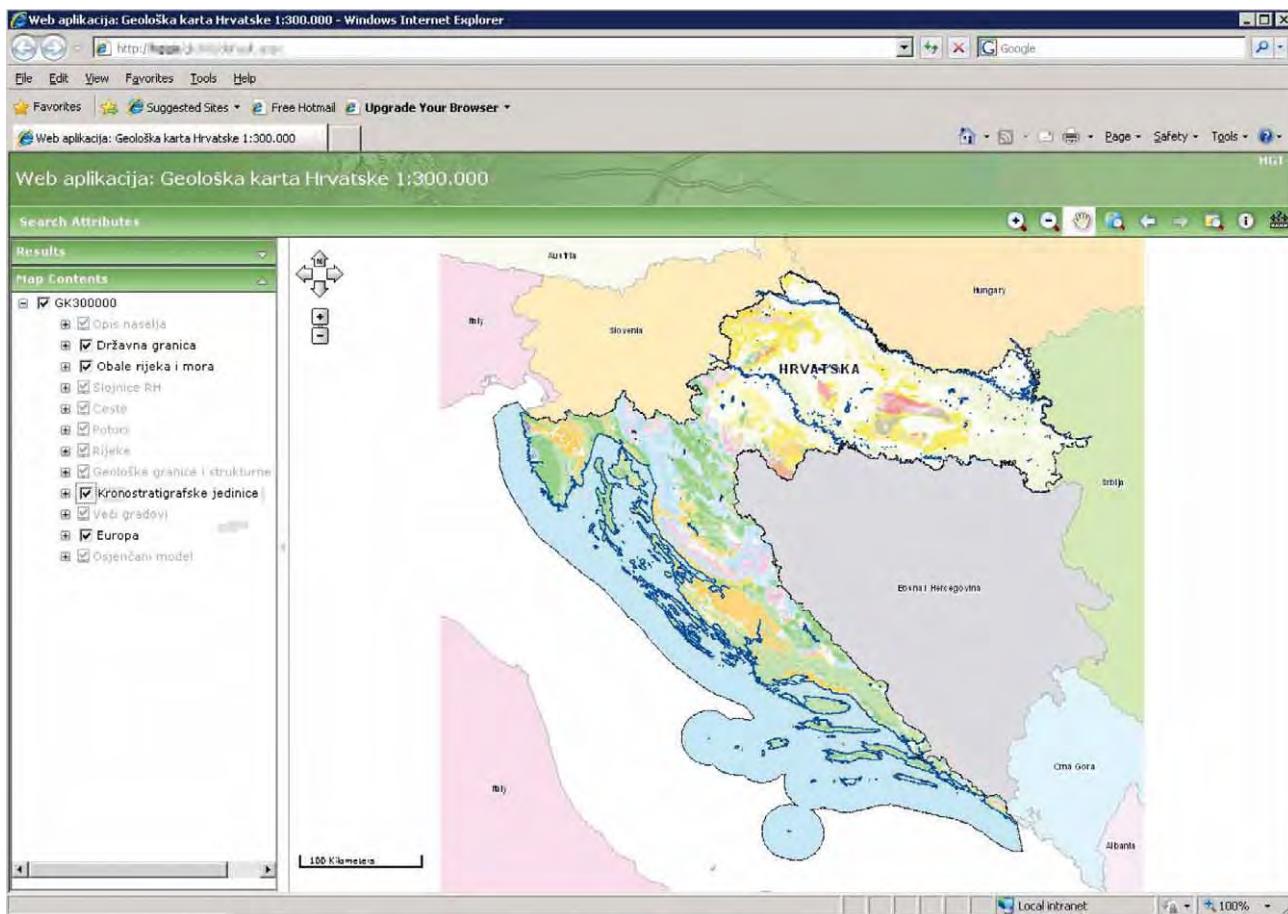
## GEOLOŠKI INFORMACIJSKI SUSTAV HGI-A

Informatizacija HGI-CGS-a je započela 80-tih godina prošlog stoljeća, a od tada do danas, kako u geologiji, tako i u ostalim znanstvenim disciplinama, informatika je postala neizostavan alat. S razvojem tehnologija razvijala su se i informatička rješenja. Hrvatski geološki institut je tijekom 2008. i 2009. godine izradio Geološki informacijski sustav (GEOLIS) koji je nakon implementacije trebalo prilagoditi široj upotrebi. Internet preglednici pokazali su se kao prihvatljiv i svima poznat alat, te su kao takvi prihvaćeni kao platforma za izradu aplikacije za unos podataka u centralnu bazu. S vremenom su se ukazale manjkavosti, a s tim time i potrebe za nadogradnjom postojećeg sustava. Na-

## HGI GEOLOGICAL INFORMATION SYSTEM

The computerisation of HGI-CGS commenced in the 1980s. Since then, informatics has become an indispensable tool in geology and other scientific disciplines. IT solutions have also advanced following the development of such technologies. During 2008 and 2009, the Croatian Geological Institute built an information system (GEOLIS) that was intended to require minor adjustments to allow for broader use.

The web browsers became a widely accepted and familiar tool, and as such, they were accepted as the platform for data entry appliances related to the central database. In time, however, deficiencies appeared that indicated the necessity of upgrading the



dogradnja je trenutno u tijeku, a u tom procesu naglasak je stavljen na redizajn postojećeg web rješenja prema komentarima korisnika, te na proširenju funkcionalnosti baze. Uzakale su se, također, potrebe za dodavanjem novih baza, i to najviše u segmentu analitičkih metoda koje do sada nisu bile obuhvaćene. Krajem 2011. dovršena je struktura za upis baze teških i lakih mineralnih frakcija, paleontološka baza, te je dopunjeno rješenje za bazu terenskih točaka odnosno terenski dnevnik.

Europska informacijska strategija već je duže vrijeme implementirana te nam je, kao pristupnim članovima, obaveza biti spreman za norme koje će se trebati implementirati. Javnost informacije, kao i standardizacija sadržaja, postali su imperativ. Namjera je pripremati podatke prema smjernicama INSPIRE direktive (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Također strateškim korakom HGI-CGS daje svoj doprinos očuvanju nacionalnog interesa te ostaje neizostavan kotač u mehanizmu kreiranja gospodarskog i znanstvenog nasljeđa.

existing system. Upgrading is currently in progress and is distinguished by its emphasis on the redesign of the existing web platform in accordance with comments from users, as well as by its commitment to enlarging the functionality of the database itself. This process has also proven that new databases are needed, particularly those concerning more recently embraced analytical methods. By the end of 2011, the structure of the new system had been completed, allowing for the entry of heavy and light mineral phases and palaeontological data, and the database was upgraded to include field data in the form of log files.

European information strategy has already been implemented for some time, which is why we, as EU members, are obligated to be ready for standards that will be implemented in the future. The public availability of information and the standardisation of its contents have become more important. There are plans to store data according to the guidelines of the INSPIRE Directive (Infrastructure for Spatial Information in Europe). Following this strate-

Na tom tragu, u završnoj fazi je i izrada javnog web preglednika, i to:

- Geološke karte RH M 1:300.000;
- Hidrogeološke karte RH M 1:300.000; i
- Inženjerskogeološke karta RH M 1:300.000.

Ovaj preglednik će biti dostupan kroz stranice Hrvatskog geološkog instituta ([www.hgi-cgs.hr](http://www.hgi-cgs.hr)) i njime će se moći dobiti opći uvid u preglednu geo/hidro/ig sliku Hrvatske, te raditi jednostavnije upite po pojedinim atributima.

U tijeku su i dva informatička mini-projekta unutar kuće. Prvi je izrada rješenja za čuvanje sigurnosne kopije podataka čime se ispunjava zakonska odredba o čuvanju podataka na razdaljini od minimalno 50 km. Drugi projekt je uspostava interne baze znanja kojom bi se djelatnicima HGI-CGS-a olakšao uvid i pretraživanje arhiva i knjižnice. Takvim preglednikom znatno bi se olakšala priprema za terenske aktivnosti te bi se skratilo vrijeme pretraživanja arhivske građe.

gic trend, the HGI-CGS is contributing to the preservation of national interests and remains an indispensable component in the mechanism of creating economic and scientific heritage.

In accordance with these plans, the public web browser is currently in the final stages of construction and contains the following:

- Geological maps of the Republic of Croatia, scale 1:300.000;
- Hydrogeological maps of the Republic of Croatia, scale 1:300.000;
- Engineering geological maps of the Republic of Croatia, scale 1:300.000.

This browser will be accessible through the webpage of the Croatian Geological Institute ([www.hgi-cgs.hr](http://www.hgi-cgs.hr)) and will provide general insights into the geo/hydro appraisal of the country and create simpler queries about selected attributes.

Two in-house mini-projects are also in progress. The first is the development of a solution for backing up data that will adhere to legislative regulations on data storage within a minimum distance of 50 km. The second is the establishment of an internal knowledge base, which is needed by employees to facilitate insight and browsing in archives and libraries. Such a browser will make preparations for field activities considerably easier, while the time needed to browse through archival material will be significantly shortened.





**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

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Marko ŠPARICA**  
marko.sparica@hgi-cgs.hr

Izrada Osnovne geološke karte (OGK) u mjerilu 1:50.000 na teritoriju Republike Hrvatske (RH) je kontinuirani i trajni proces koji se uz stalni razvoj znanstvenih metoda i novih tehnologija sustavno nadograđuje novim spoznajama. Konceptualni se ona temelji na formacijskoj analizi i litostatografskoj klasifikaciji. Ima za cilj sustavno proučavanje stijenskih kompleksa s njihovim ukupnim sadržajem, koji su stvarani u određenim okolišnim uvjetima. U konačnici OGK će predstavljati osnovu za ocjenu

The construction of the Basic Geological Map (OGK) at a 1:50,000 scale of the territory of the Republic of Croatia is an ongoing process that, together with the constant development of scientific methods and new technologies, is also enriched by knowledge. Conceptually, it is founded on formation analysis and lithostatigraphic classification. It pursues the systemic study of rock complexes with their overall geological content that originated in specific environmental conditions. After the final analysis, the OGK will represent a basis for the assessment of mineral resources and energy potential in the state's territory as well as provide overall detail and facilitate special geological exploration. This project is divided into four major regions: Istria, Kvarner, North-western Croatia and Slavonia. The current mid-period (2006–2011) was devoted to completion of the field work. The field work for the "Kvarner" component is completely finished, and the construction of the geological map sheets Rijeka-4, Rab-1, Rab-3, Cres-2, Cres-3, Cres-4, and Silba-1 is currently in progress. The field work has been performed for sheet Rijeka-1, the finalisation of which is anticipated in the next work period. The "Istria" sheets Rovinj-1, Rovinj-2 and Rovinj-3 are currently in the final stage of production. The final field work for sheet Rovinj-1 is in progress, while the work for the other sheets is finished and construction of the final version of the geological map is almost done. The "Northwestern Croatia" portion is in its midterm period comprising the sub-assignments "Medvednica and foothills of Samoborska Gora" and "Žumberak: Perm-Palaeocene". Within these sub-assignments, exploration of Quaternary sediments was performed in the valley of the Sava, Krapina and Sutla Rivers, followed by laboratory analysis and completion of sheets Zagreb-1, Zagreb-2, and Ivanić Grad-1. Investigations of the Quaternary sediments were carried out for sheet Zagreb-3 during 2011, and shallow exploration drill-



Upute za izradu OGK 1:50.000.  
OGK Instructions.

sirovinske i energetske potencijalnosti državnog teritorija, te biti temelj za svekolika detaljna i specijalistička geološka istraživanja. Projekt izrade OGK je podijeljen u četiri temeljna zadatka: Istra, Kvarner, Sjeverozapadna Hrvatska i Slavonija. U ovom srednjoročnom razdoblju (2006–2011), u okviru ovih zadataka, istraživanja su imala kao glavni cilj završetak radova. Tako su u okviru zadatka „Kvarner“ radovi u potpunosti završeni, a u tijeku je izrada geološke karte na listu Rijeka-4, Rab-1 i 3, Cres-2, 3 i 4, Silba-1. Na zadatku „Istra“ u tijeku je finalizacija na listovima Rovinj-1, 2 i 3. Na listu Rovinj-1 završni terenski radovi su u tijeku, dok su na ostalim listovima oni zgotovljeni i u tijeku je izrada konačne geološke karte. U okviru ovog zadatka provode se terenska istraživanja i na listu Rijeka-1 čija finalizacija je predviđena za naredni period. Zadatak „Sjeverozapadna Hrvatska“ je u ovom srednjoročnom razdoblju bio predstavljen podzadatcima „Medvednica i pribrežje Samoborske gore“ i „Žumberak; Perm-paleocen“. U okviru ovog podzadatka provođena su istraživanja kvartarnih naslaga u dolini rijeke Save, Krapine i Sutle te se nakon laboratorijske obrade pristupilo završetku listova Zagreb-1 i 2 i Ivanić Grad-1. Na listu Zagreb-3 u 2011. su provedena terenska istraživanja kvartarnih naslaga u području Karlovačke depresije, a nakon obavljenih laboratorijskih radova uslijedit će plitka istražna bušenja. U zadatku „Slavonija“ planirana je izrada OGK, list Požega-3 i 4. U tijeku je laboratorijska obrada čiji preliminarni rezultati upućuju na potrebu provedbe plitkih bušenja.

U postignute rezultate pri realizaciji ovog projekta svakako spada i izrada priručnika „UPUTE za izradu Osnovne geološke karte RH 1:50.000“. Uputama, u čijoj su izradi sudjelovali svi istraživači, se kroz 11 poglavlja opisuje postupak i način izrade OGK te se određuju standardi za njezinu izradu. Upute su recenzirane i od strane neovisnih recenzentata.

Po svom značaju Upute nisu samo skup pravila za izradu OGK, već su vrlo koristan priručnik i drugim geologima koji obavljaju svekolika terenska i kabinetska istraživanja te na taj način one predstavljaju značajan znanstveni doprinos cjelokupnoj hrvatskoj geološkoj zajednici.

Usporedio s izradom Uputa rađena je i geološka karta lista Cres-2. Izrada karte predstavljala je izravnu kartografsku provjeru i ocjenu valjanosti u Uputama postavljenih kartografskih parametara. Na stručnoj kartografskoj recenziji dobila je odličnu ocjenu. Mora se naglasiti kako geološka karta lista Cres-2 predstavlja ogroman iskorak u hrvatskoj geološkoj kartografiji jer je to prva geološka karta koja je pripremljena, uređena i otisnuta ne samo u Institutu, nego i u našoj državi.



Gornjokredni pelagički vaspenci na otoku Premudi.  
Upper Cretaceous pelagic limestones from the island of Premuda.

ing will now be performed for that sheet. Sheet Požega is almost completed in the "Slavonia" portion of the project. Laboratory analysis is also in progress, the preliminary results of which indicate the necessity of shallow drillings.

The results of this project also include the completion of the handbook "Instructions for construction of the Basic Geological Map of Croatia, scale 1:50,000". The 11 chapters written by researchers describe instructions for creating the OGK and define the standards that must be followed during its finalisation. The standards are being reviewed by independent reviewers.

The Instructions are not merely a set of rules for construction of the OGK, but also a useful handbook for other geologists performing field and other research work; thus, they represent a significant scientific contribution to the Croatian geological community.

Work on a geological map of Cres Island, Cres-2, was also in progress simultaneously with the finalisation of the Instructions. Its creation included direct cartographic check outs and scored the validity of the specified cartographic parameters in the Instructions, and it was rated excellent by expert cartographic reviewers. It should be emphasised that the geological map of Cres Island represents an enormous step forward in Croatian geological cartography because it is the first geological map prepared, edited and printed not only in the institute but in the entire country.

# 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](mailto:renato.buljan@hgi-cgs.hr)

Inženjerskogeološka (IG) skupina znanstveno i stručno istražuje IG značajke na temelju kojih izrađuje IG karte, popratne tumače, bazu podataka i izvještaje u kojima je dana račlamba i prikidan prikaz IG odlika stijenskih masa i tala, te egzogenetskih procesa i pojava koji najčešće predstavljaju podlogu geotehničkih projekata.

Terenska istraživanja bila su koncentrirana na području Istre. Za listove Rovinj, Pula i Trst ranije prikupljeni terenski IG podatci kabinetski su obrađeni i načinjene su digitalne karte. Za za list Labin obavljena su terenska istraživanja. U tijeku je izrada pripadajuće baze podataka i tumača karata. Ukupno se uspjelo obaviti 252 točke mjerjenja (s terenskim obrascima). Prema Tumaču i Uputama za izradu OIGK kategorizirane su IG značajke stijenskih masa i tala zastupljenih lithostratigrafskih članova i u terenu prisutni erozijski procesi i pojave; uz sustavno motrenje erodibilnosti ogolina Boljun-Borut, Brus, Sveti Donat i Butonega u flišnom bazenu Istre (tema disertacije asistenta Vlatka Gulama). Prikupljeni podatci uneseni su u obrasce i katastarske listove kroz razrade normiranih graničnih vrijednosti preporučenih od strane IAEG, ISRM i ISSMGE-a. Prilikom IG kategorizacije korišteni su rezultati laboratorijskih ispitivanja prikupljeni iz dostupne stručne geotehničke dokumentacije (prije svega za poluautocestu „Istarski ipsislon“). Vrijednosti parametara preuzete iz postojeće dokumentacije korištene su kao referentne vrijednosti za usporedbu terenskih podataka i za prostorne ekstrapolacije IG značajki šireg područja istraživanja.

Na listovima Split i Primošten terenski su IG istraženi otok Šolta i pripadajući dijelovi otoka Brača. Na taj način dovršeni su planirani terenski radovi na tim listovima.

Investigations of engineering geological features made by the engineering geological (IG) group represents the groundwork for engineering geological maps, associated explanation notes, databases and reports containing divisions and convenient representations of the IG characteristics of various rock masses and soils, as well as exogenic processes and phenomena that form the basis of geotechnical projects.

Field investigations were focused on the Istria region. Previously collected IG data were processed and used to prepare digital maps for sheets Rovinj, Pula and Trst. Field investigations have been carried out for sheet Labin, while construction of the pertinent databases and explanation notes are currently in progress. A total of 252 measurement points were collected (including field logs). According to the explanation notes and instructions for the construction of the OIGK, IG features of mapped rock masses and soils were categorised along with erosion processes and phenomena registered in the field. There was also systematic monitoring of the erosion potential of denuded surfaces in the areas of Boljun-Borit, Brus, Sveti Donat and Butonega in the Istrian flysch basin (dissertation thesis of assistant Vlatko Gulam). Collected data entered into the field forms and cadastre sheets used standardised limit values recommended by IAEG, ISRM and ISSMGE. The results from laboratory tests collected from professional geotechnical literature were used in IG categorisation (particularly for the Istrian Y semi highway). The parameter values taken from existing documentation were utilised as reference values for the comparison of field data and for spatial extrapolation of IG characteristics in the broader area of investigation.



Kamenolom arhitektonsko građevnog kamena u Segetu donjem kraj Trogira. Ispod raspucane gornje zone trošenja debljine do 5 m nalaze se kompaktni, debelo uslojeni gornjokredni sparitni vapnenci.

Dimension stone quarry in Seget Donji near Trogir. Below the jointed, up to 5 m thick upper weathering zone, there are compact, thick bedded Upper Cretaceous sparite limestones.

Dovršeno je dodatno istraživačko bušenje u podmorju malostonskog zaljeva sa svrhom definiranja IG – geotehničkih značajki stijenske mase u zoni glavnog raspona mosta „Kopno-Pelješac“, gdje su prethodna istraživanja utvrdila moguće postojanje rasjedne zone. Bušenjem su utvrđene klastične flišne naslage koje nisu bile prognozirane. Položaj slojeva na obje strane zaljeva, utvrđene flišne naslage i tragovi kretanja duž ploha na jezgri iz bušotina ukazuju na reverznu tektoniku u podmorju zaljeva. Postoji mogućnost promjene položaja dva glavna pilona mosta unutar pružanja osi mosta.

Za trasu autoceste od mjesta Doli do Osojnika (33 km) u Dubrovačkom primorju nastavilo se s kabinetском obradom prikupljenih podataka i izradom izvještaja.

Kontinuirano je nastavljen rad Hrvatsko – Japanskog projekta o istraživanju klizišta i nestabilnih padina. U sklopu suradnje, djelatnik tematske skupine Laszlo Podolszki je ponovno proveo 2 mjeseca u Japanu kod prof. Toyohiko Miyagija (Tohoku Gakuin University, Sendai) i prof. Hiroshi Yagija (Yamagata University, Yamagata) baveći se kartiranjem klizišta. Tematski je težište rada bilo u interpretaciji parova aerofoto snimaka u svrhu identifikacije klizišta koristeći geomorfološki pristup, izradi

On sheets Split and Primošten, field work included Šolta Island and relevant parts of Brač Island. The activities planned for these sheets were completed.

Additional exploratory drilling in the offshore area of Mali Ston Bay was also concluded and has been performed with the purpose of defining the engineering geological-geotechnical features of the rock mass in the zone containing the main span of the bridge “Mainland – Pelješac”, where previous investigations had determined the possibility of an existing fault zone. Clasitic flysch rocks that had not been examined beforehand were determined by drilling. The bed position on both sides of the bay, the presence of flysch deposits, and traces of movement along the plane surfaces in the borehole cores indicated reverse tectonics on the bay's seabed. There is also a possibility of movement in the two main bridge pylons on the axis of the bridge.

Analysis of the collected data and report writing for the road alignment between the villages of Doli and Osojnik (33 km) in the Dubrovnik seaside has been prolonged.

The activities of the Croatian – Japanese project on the exploration of landslides and unstable slopes have also been continued. The employee of this research group, Laszlo Podolszki, made an-



Uzimanje uzorka stijene iz bloka vapnenca u Liburnijskim naslagama paleocena. Željeznička stanica, Potpićan, Istra.

Sampling of the limestone block in the "Liburnija deposits" of the Paleocene age. Railway station in Potpićan, Istria.

#### katastra klizišta i karte rizika od klizanja za šire područje grada Zagreba.

Tijekom 2012. terenski će se radovi koncentrirati na list Cres, dovršit će se listovi Pula, Rovinj, Trst i Labin u Istri, listovi Split i Primošten u Dalmaciji i list Varaždin u panonskom dijelu Hrvatske.

other visit to Prof. Toyohiko Miyagi (Tohoku Gakuin University, Sendai) and Prof. Hiroshi Yagi (Yamagata University, Yamagata) in Japan for two months to work on landslide mapping. The work focused on interpretation of aerial photo pairs to identify the presence of landslides using the geomorphological approach and on the creation of the landslide cadastre and construction of the landslide risk map for the extended area of Zagreb.

In 2012, continued work will be concentrated on sheet Cres, while sheets Pula, Rovinj, Trst and Labin in Istria, sheets Split and Primošten in Dalmatia, and sheet Varaždin in the Pannonian part of Croatia will be completed.

# 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)

Istraživanja na projektu OHGK su se u 2011. godini provodila diljem Hrvatske. Prikupljeni podaci o vodnim pojavama i objektima, speleološkim objektima, vodonosnicima, izdašnostima izvora, razinama podzemnih voda, te fizikalno-kemijsko-bakteriološkim svojstvima podzemnih voda interpretirani su korištenjem suvremenih metoda analize podataka, a rezultati su prezentirani u radovima objavljenim u časopisima i na kongresima, te u obliku tumača za pojedini list OHGK. S hidrogeološkog stanovišta 2011. godina ostavila je značajan trag – to je bila iznimno sušna godina. Značajnijih padalina nije bilo tijekom većeg dijela godine što je uzrokovalo značajno sniženje razina i količina podzemne vode. U listopadu je proveden obilazak dijelova Like i na mnogim izvorima su ustanovljene vrlo niske količine istjecanja podzemne vode o čemu svjedoče i pri-

Research work on the OHGK project was performed throughout the country in 2011. The data collected on water phenomena and objects, speleological objects, aquifers, source capacities, groundwater levels and physical-chemical-bacteriological features of groundwater were interpreted using modern analytical methods, and the results were published not only in a number of peer-reviewed papers in journals or at conferences but also in the form of the explanatory notes for individual sheets of the OHGK. From a hydrogeological standpoint, significant imprints were made in 2011, which was an exceptionally dry year. Substantial precipitation was absent during most of the year, causing a considerable lowering of groundwater levels and quantities. During field reconnaissance in October, very low groundwater was observed in many parts of Lika and confirmed by the included figures. Analy-

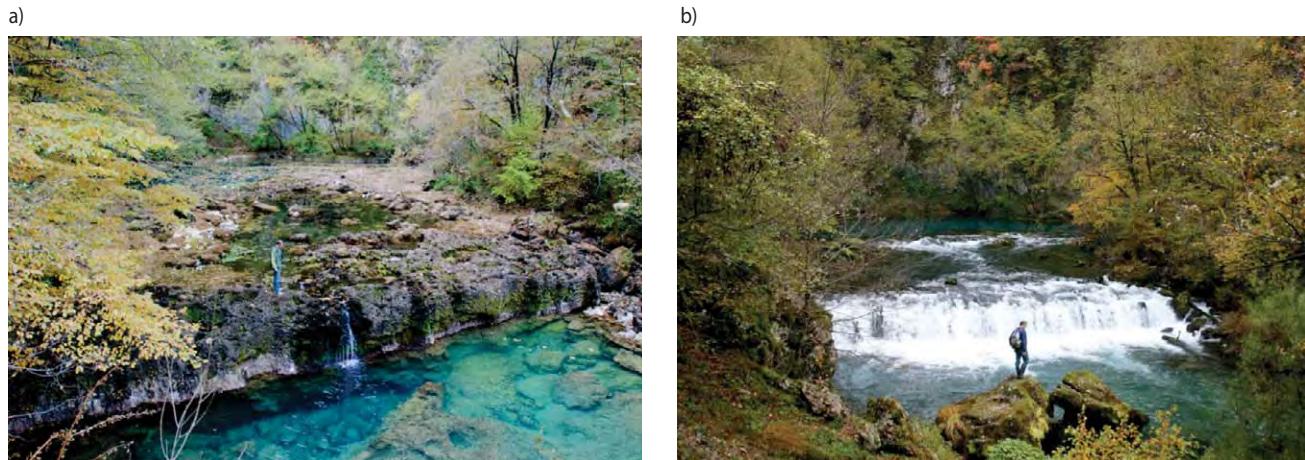
a)



b)



Izvor Klanac (a) niske vode (snimljeno 23.10.2011. godine) (b) visoke vode (snimljeno 10.1.2010.).  
Klanac Spring: (a) low water (photo 23. October, 2011), (b) high water (photo 10. January, 2010).



Izvor Une: (a) niske vode (snimljeno 19.10.2011. godine) (b) srednje vode. / Una River Spring: (a) low water levels (photo 19. October, 2011) (b) medium water levels.

kazane slike. Analiza izmjerenih podataka u 2011. godini zasigurno će izazvati veliku pozornost kako hidrogeologa tako i hidrologa. Istraživači na projektu OHGK aktivno će se uključiti u njihove interpretacije u narednom razdoblju.

Iako mjerena u 2011. godini nisu bila uključena u istraživanja provedena u okviru izrade doktorske disertacije znanstvene novakinje Jasmine Lukač Reberski, ona je u srpnju uspješno obranila doktorsku disertaciju pod nazivom „Određivanje podsljedova izvorišta rijeke Gacke na osnovi hidrogeoloških pokazatelja“. Na temelju interpretacije litoloških i strukturno-tektonskih značajki, podataka trasiranja izvedenih na ovom području, te provedenog monitoringa i interpretacije podataka primjenom različitih metoda istraživanja (analiza recesijskih dijelova hidrograma „matching strip“ metodom, statistička analiza vremenskih serija opažanih podataka metodom autokorelacije i kroskorelacije, statistička multivarijatna analiza hidrokemijskih pokazatelja, geokemijsko modeliranje) zaključeno je kako se slijev izvorišta rijeke Gacke sastoji od tri podslijeva: podslijeva Majerovog vrela, podslijeva izvora Tonković i Klanac, te od podslijeva izvora Pećina.

Rezultati hidrogeoloških istraživanja prezentirani su u poglavljima u knjizi (1), znanstvenim radovima u drugim časopisima (2), u radovima u postupku objavljivanja (2), radovima u zbornicima skupova (6), te u sažetcima u zbornicima skupova (4). Istraživači na projektu sudjelovali su na nekoliko međunarodnih i domaćih skupova: IV. savjetovanje geologa Bosne i Hercegovine s međunarodnim učešćem, Sarajevo, Bosna i Hercegovina; International Conference on Groundwater: Our source of security in an uncertain future u Pretoriji, Južna Afrika; EU-

b)



sis of the data measured in 2011 will draw considerable attention from both hydrogeologists and hydrologists. Investigators from the OHGK project will actively participate in the interpretation of these results during the forthcoming period.

Although 2011 measurements were not included in the research work performed for the doctoral thesis of junior researcher Jasmina Lukač Reberski, she successfully defended her thesis, "Definition of Gacka's spring subcatchment areas on the basis of hydrogeological parameters", in July. Based on the interpretation of lithologic and structural-tectonic characteristics, hydrogeological tracer data from that area, monitoring and data interpretation using various research methods (analysis of the receding parts of the hydrogram using the "matching up" method, statistical analysis of the time series of the observed data using autocorrelation and cross-correlation, statistical multivariate analysis of hydrochemical indicators, geochemical modelling), it was concluded that Gacka's spring catchment area consists of three subcatchments: Majerovo Vrilo, the Tonković and Klanac Springs and the Pećina Spring.

The results of hydrogeological investigations are expounded in book chapters (1), peer-reviewed papers in journals (2), articles in press (2), papers in conference proceedings (6) and abstracts in conference proceedings (4). Investigators from the project participated in several international and domestic congresses: the Fourth Conference of Geologists of Bosnia and Herzegovina, with international participation from Sarajevo, Bosnia and Herzegovina; the International Conference on Groundwater: "Our source of security in an uncertain future", in Pretoria, South Africa; EU-CLAY 2011 in Antalya, Turkey; the Fifth Croatian Conference on



Rijeka Lika – suho korito (snimljeno 19.10.2011. godine).

Lika River dry bed (photo 19. October, 2011).

ROCLAY 2011 u Antalya, Turska, 5. Hrvatska konferencija o vodama „Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena“ u Opatiji; „Aktualna problematika u vodoopskrbi i odvodnji“ u Vodicama, te stručni seminar o speleološkom katastru.

U 2012. godini predviđa se interna revizija hidrogeoloških kartata i tumača listova Crikvenica, Rab i Gospic, završetak listova Varaždin i Đurđevac, te nastavak istraživanja na nekoliko drugih lokacija (istočna Slavonija, otoci Cres, Silba, Molat, Lastovo i Vis, jug Hrvatske).

Water: "Croatian waters facing the challenge of climate change", in Opatija; "Actual problems in water supply and drainage", in Vodice; and an expert course on speleological cadastres.

Work in 2012 will include the internal review of hydrogeological maps and explanation notes for sheets Crikvenica, Rab and Gospic, completion of sheets Varaždin and Đurđevac and the extension of research in several other locations (Eastern Slavonia, islands of Cres, Silba, Molat, Lastovo and Vis, and Southern Croatia).

# Osnovna geokemijska karta Republike Hrvatske

## Basic Geochemical Map of the Republic of Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: Prof. dr. sc. **Josip HALAMIĆ**  
josip.halamic@hgi-cgs.hr

Krajem 2011. godine završeno je petogodišnje projektno razdoblje MZOS-a, pa će radi toga dati kratak pregled rezultata istraživanja na ovom projektu za to razdoblje.

U tom programskom razdoblju tiskan je „Geokemijski atlas Republike Hrvatske (RH)“ izrađen na bazi analiza tla (topsoil) u kojem je obrađen 2571 uzorak, prekrivajući čitav teritorij RH. Za prostorni prikaz raspodjele odabранo je 27 kemijskih elemenata.

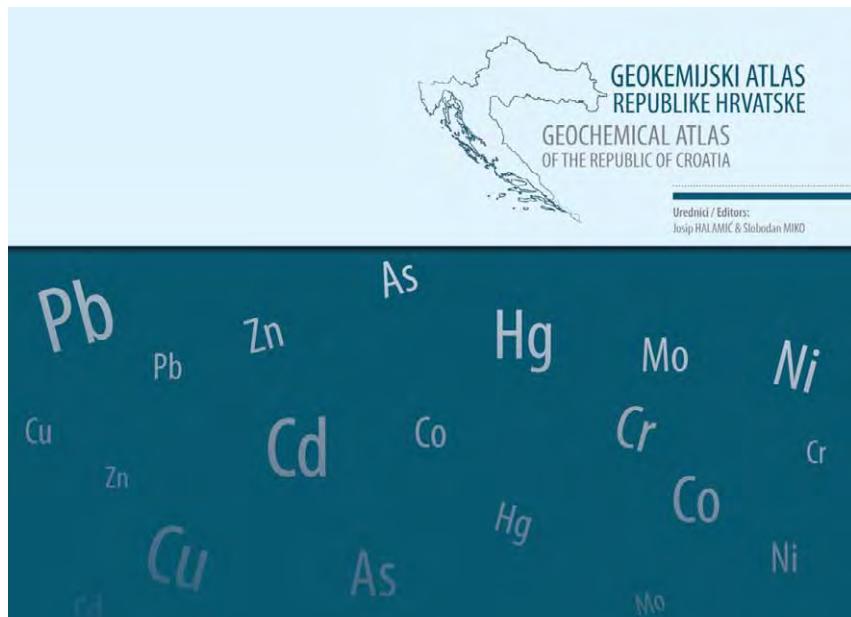
U nastavku istraživanja planirano je uzimanje uzoraka tla i sedimenata poplavnih ravnica iz plitkih bušotina te vodotočnih sedimenata, humusa i voda u svrhu izrade geokemijske baze podataka za područje RH i unaprjeđenje modela ponašanja

A five-year project designed by MZOS drew to a close at the end of 2011. The following is a brief review of the results of these investigations for that period of time.

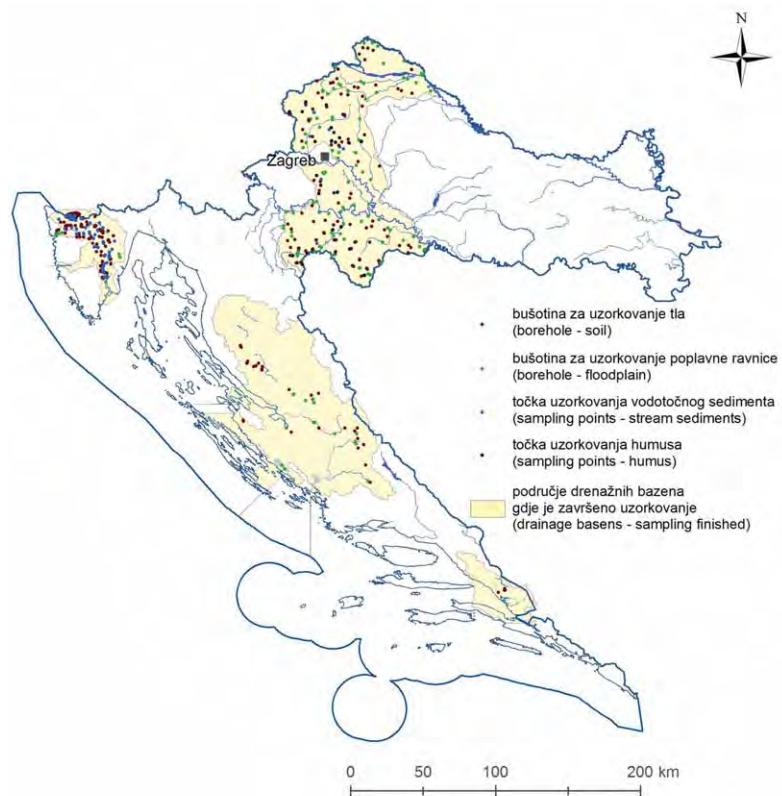
During the programme period, we saw the publication of the "Geochemical Atlas of the Republic of Croatia" based on our top-soil analysis in which 2,571 samples covering the entire territory of the country were processed. In total, 27 chemical elements were selected to represent the spatial distribution of elements.

Future investigations will focus on the collection of soil and floodplain samples from shallow boreholes and stream sediments, humus and water for the purpose of creating a geochemical database for the entire country's territory and improving the model

of element behaviour in soil and sediments. The database will also be used to develop and apply the methodology based on the model of critical loads in GIS. Exploration was designed around 150 drainage basins, but this number has already proven to be too small after the first year of work and was increased to 250 based on specific geological settings. Later, the state territory was divided into "Northern Croatia" (led by Josip Halamić) and "Karst terrains" (led by Slobodan Miko). After reconciling different methodological approaches, it was decided that eight intervals would be collected from the boreholes with simultaneous sampling of stream sediments and humus. Thus far, 155 drainage basins have produced 1,826 samples. The analytical portion of the research



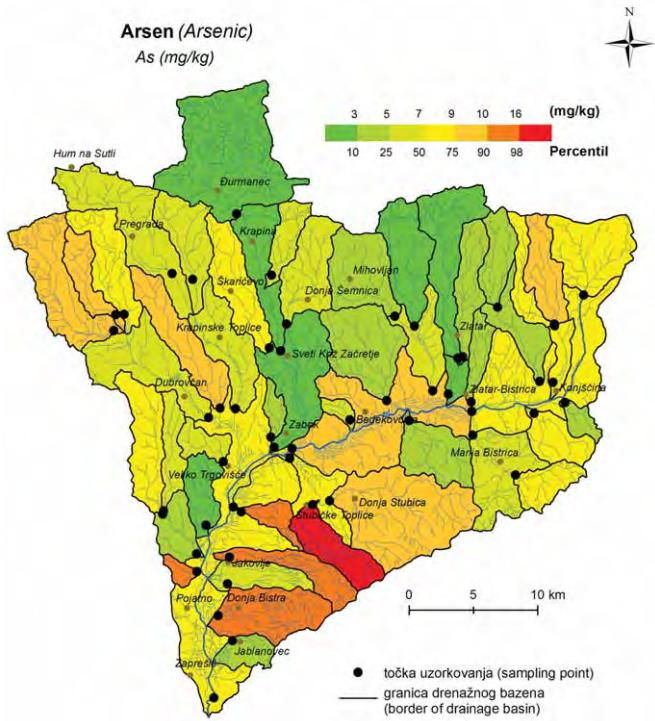
metala u tlima i sedimentima, kao i za razvijanje i upotrebu metodologije bazirane na modelu kritičnih opterećenja u GIS-u. Istraživanje je bilo planirano na bazi 150 sljevova, no nakon prve godine istraživanja pokazalo se kako se taj broj, radi specifične geološke građe RH, treba povećati na 250. U nastavku istraživanja, državni teritorij podijeljen je na „Sjevernu Hrvatsku“ (voditelj: Josip Halamić) i „Krške terene“ (voditelj: Slobodan Miko). Nakon usuglašavanja metodologije, u buštinama se uzorkuje osam intervala te se uzimaju vodotočni sedimenti i humus. Do sada je terenski obrađeno sveukupno 155 drenažnih bazena i uzeto je preko 1826 uzorka. Analitički dio završen je za 2007., 2008. i 2009. godinu, dok je dio uzoraka iz 2010. i 2011. godine u različitim fazama obrade. U strukturiranu bazu terenskih i analitičkih podataka, koja je dio Geološkog informacijskog sustava RH (GEOLIS) unijeti su svi terenski podatci, rezultati kemijskih analiza te podatci statističke obrade i GIS-modeliranja. Baza sadrži preko 600.000 pojedinačnih geokodiranih podataka. Rezultati analiza vodotočnih sedimenta (stream sediments) mogu se prikazati se u vidu karata prostorne raspodjele po pojedinim drenažnim bazenima. Analize profila sedimenta u poplavnim ravnicama generalno ukazuju na smanjenje ukupnih koncentracija teških metala, naročito u prvih 20 cm profila. Istraživanja su završena za prostor Istre i sjeverne Dalmacije, gdje su utvrđena opterećenja teškim metalima/metaloidima u tlima i sedimentima te je utvrđena njihova veza s tipovima tala i vrstom korištenja zemljišta. Pri analizi su upotrebljavane kombinacije sekvencijalnih ekstrakcijskih analiza i ukupnih koncentracija kemijskih elemenata, u kombinaciji s mineraloškim analizama. Ovakav pristup omogućuje jasno razdvajane geogenih od antropogenih udjela pojedinih potencijalno toksičnih elemenata u sljevovima te izračun ukupnog opterećenja. Istraživanja na području sjeverozapadne Hrvatske tijekom 2010. godine preusmjerena su na uzorkovanje urbanog tla grada Siska, jer je on nakon prijedloga istraživačkog tima ovog projekta, prihvaćen od EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group (EGS-GEG) kao jedan od 14 EU gradova koji sudjeluju u projektu „Urban Soils in Europe (URGE) – Soil, Children, Health“. Rezultati tih istraživanja koriste se pri izradi jedne disertacije i dva diplomska rada, a biti će objavljeni i u zajedničkoj knjizi pod nazivom projekta.



Područja obuhvaćena istraživanjem u razdoblju 2007. do 2011.

Areas included in the investigation from 2007 to 2011.

has been completed for the years 2007, 2008 and 2009, while the samples collected during 2009 and 2010 are in various stages of treatment. All data were entered into the structured database that is part of the Geological Information System of Croatia (GEOLIS). This database contains all field data, chemical analysis results, statistically processed data and GIS-modelled data and is composed of 600,000 single geo-coded data points. The results of the analysis of stream sediments can be displayed in the form of spatial distribution maps according to individual drainage basins. Analysis of the sediment cross-sections on floodplains generally indicated a decrease in the total concentration of heavy elements, particularly in the upper 20 cm of the cross-section. Investigations were completed for the territories of Istria and Northern Dalmatia, where high heavy metal/metalloid loadings in soils and sediments were determined and the association of the latter with soil types and land use was consequently made. The methods used for the investigation were a combination of sequential extraction analysis and determination of the total concentrations of chemical elements associated with mineral analysis. This ap-



Primjer prikaza prostorne raspodjele jednog elementa u vodotočnom sedimentu slijeva rijeke Krapine.

An example of the spatial distribution of a single element in stream sediment from the Krapina River catchment.

Tijekom projektnog razdoblja obranjena je jedna disertacija (Slobodan Miko). U tijeku je izrada 4 disertacije (Ozren Hasan, Nikolina Ilijanić, Ajka Šorša iz HGI-CGS-a, te H. Crnojević iz Hrvatskih voda) koje se temelje na rezultatima istraživanjima u sklopu projekta.

Uz projekt su bili, ili su još uvijek vezani, i međunarodni bilateralni projekti: 1) „Teške kovine u aluvijalnim sedimentima rijeke Drave“ (HGI-CGS i Geološki Zavod Slovenije), 2) „Okolišno-geokemijska istraživanja riječnih sedimenata u području rijeke Drave (Austrija, Slovenija, Hrvatska) na temelju mineraloško-mikrokemijske fazne analize – dopuna metode geokemijskog istraživanja u Hrvatskoj i Sloveniji“ (GBA iz Beča i HGI-CGS), 3) „Anorganski i organski onečišćivači u urbanim područjima“ (TF Novi Sad-HGI), te tri pan-Europska projekta EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group: 1) „Geochemistry of European Bottled Water“, (textbook and special number of the JGE journal Mineral Waters of Europe were published in 2010); 2) „Geochemical Atlas of Agricultural Soils and Grazing Lands“ (Atlas will be published in 2013); and 3) „Urban Soils in Europe – Soil, Children, Health“ (Atlas will be published in 2014).

proach enabled unambiguous separation between the geogenic and anthropogenic contributions of individual toxic elements in the catchments and the computation of total pollution. Investigations performed in North-western Croatia were redirected to the sampling of urban soils in the city of Sisak during 2010 because the latter was accepted as a project by the EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group (EGS-GEG) upon the suggestion of the research team, and included Sisak as one of 14 European cities participating in the project “Urban Soils in Europe (URGE) – Soil, Children, Health”. The results of these investigations were used in a doctoral thesis and two graduation theses that will be published in the EGS-GEG proceedings under the title of the project.

One dissertation thesis was defended (Slobodan Miko) during this project period. Another four doctoral theses await draft submission (Ozren Hasan, Nikolina Ilijanić, and Ajka Šorša from HGI-CGS and H. Crnojević from the Croatian Waters) and are all based on results from the project.

The project was or is still associated with several bilateral international projects: 1) “Heavy metals in the alluvial sediments of the Drava River” (HGI-CGS and Geological Survey of Slovenia); 2) “Environmental-geochemical investigations of the fluvial sediments on the Drava River floodplain (Austria, Slovenia and Croatia) based on mineralogical-microchemical phase analysis – supplement to the method of geochemical investigation in Croatia and Slovenia” (GBA from Vienna and HGI-CGS); and 3) Inorganic and organic pollutants in urban areas (TF Novi Sad-HGI); it is also associated with three Pan-European projects run by the EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group: 1) “Geochemistry of European Bottled Water”, (textbook and special number of the JGE journal Mineral Waters of Europe were published in 2010); 2) “Geochemical Atlas of Agricultural Soils and Grazing Lands” (Atlas will be published in 2013); and 3) “Urban Soils in Europe – Soil, Children, Health” (Atlas will be published in 2014).

# 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**

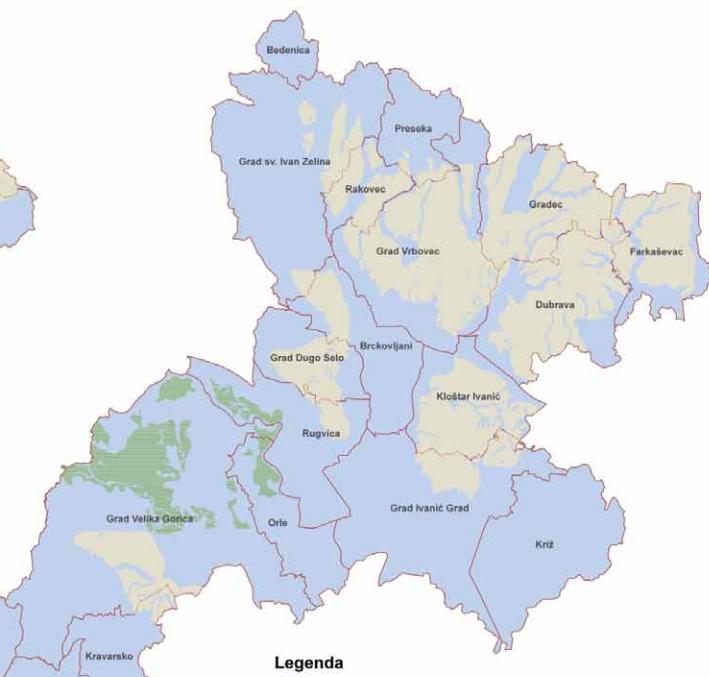
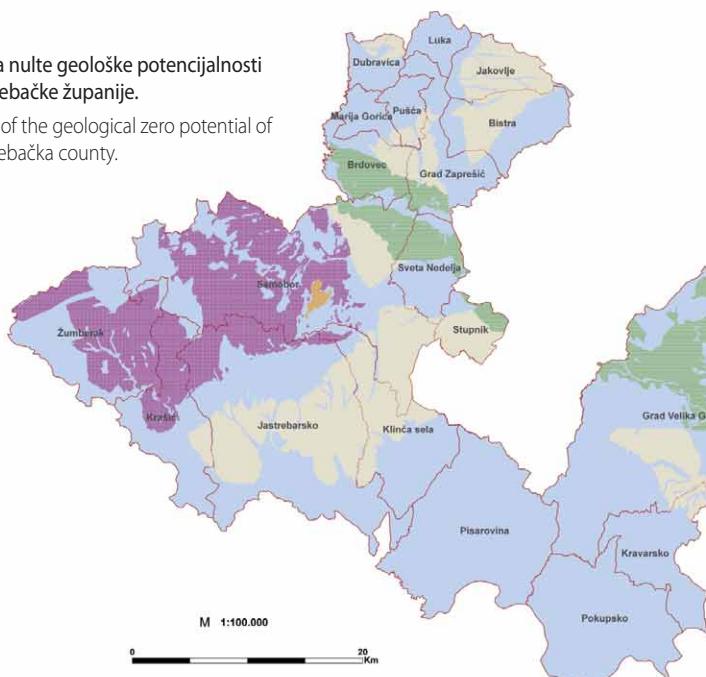
I tijekom završne godine istraživanja nastavljeni su radovi na projektu „Karta mineralnih sirovina (KMS) RH“ u skladu s postavljenim planom, postupcima i metodologijom istraživanja opisanim u prijedlogu projekta. U ispunjavanju planom predviđenih zadataka došlo se do zaključka kako treba učiniti znatne izmjene i dopune ranije verzije „Uputa za izradu Karte mineralnih sirovina RH“ koje potječe iz ranijih projektnih razdoblja (1996. godina). Zajedno s dovršetkom pojedinačnih listova i

In the final year of its project cycle, research work on the “Map of the Mineral Resources” (KMS) continued according to schedule, incorporating procedures and methodology described in the project proposal. However, implementing background tasks, particularly after the experimental prints of the individual sheets of the KMS and Potentiality Map had been made, displayed the need for some considerable amendments to the previous version of the “Instruction Manual on Creating the Map of Mineral Re-



Karta nulte geološke potencijalnosti Zagrebačke županije.

Map of the geological zero potential of Zagrebačka county.



### Legenda

- Arhitektonsko-građevni kamen
- Tehničko-građevni kamen
- Građevni šljunak
- Ciglasta glina
- Granica županije i općina



Kamenolom amfibolita kod  
Vetova (Foto B. Kruk).

Amphibolite quarry near  
Vetovo (Photo by B. Kruk).



Malo ležište paleocenskih  
boksita na otoku Pagu (Stara  
Novalja) (Foto Z. Peh).

A small deposit of Palaeocene  
bauxites on Pag Island (Stara  
Novalja) (Photo by Z. Peh).

pripadnih tumača KMS M 1:200.000 (Zagreb, Zadar, Split, a uskoro i lista Dubrovnik), do sredine iduće godine trebaju biti dovršene i „Upute“ te pripremljene za recenziju i tisk.

U sklopu projekta KMS obavljen je niz stručnih istražnih rada-va koji su, ponajprije zbog edukacije znanstvenih novaka, u planu bili definirani kao sekundarni ciljevi projekta, a obuhva-tili su suradnju s gospodarstvom (elaborati i studije, uz odgo-varajući terenski rad). Rezultati istih predstavljali su stalni izvor podataka koji su korišteni kao temelj za izradu KMS i Karte po-tencijalnosti. U tom smislu, od 2007. do danas, istraživanja su provedena u gotovo polovici županija, a samo u posljednje dvije godine izrađene su KMS i Karte potencijalnosti triju žu-panja – Zagrebačke, Virovitičko-podravske i Požeško-slavon-

sources”, assembled during earlier project cycles (1996). The “Instruction Manual” and the finalised individual sheets and related KMS map interpretation books, scale 1:200,000, including those for Zagreb, Zadar, Split, and (soon) Dubrovnik, will be brought to a successful conclusion and prepared for review and printing.

A number of professional research projects were performed within the scope of the Project and were defined as secondary project objectives with the goal of educating junior researchers. These included cooperation with economic projects (professional reports and studies and field work) at the county level. The results have proven to be unremittingly useful sources of data and were used to help create the KMS. The research work has been carried out in half of Croatia’s counties since 2007, three of them –



Ležište neogenskih boksita uz korito rijeke Cetine (Trilj) (Foto Z. Peh).

A deposit of Neogene bauxites along the Cetina River near Trilj (Photo by Z. Peh).

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

U okviru znanstveno-istraživačkog dijela programa izrade KMS, znanstveni rad je bio orientiran prije svega prema geokemijskim istraživanjima mineralnih sirovina. U tu su svrhu tijekom protekle godine, a 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 je uzorkovano 30 ležišta boksita paleocenske, gornjoeocenske, gornjotrijaske i gornjokredne starosti na području sjeverne Dalmacije (Novigrad), otoka Pag-a, Istre i Kordun, zbog definiranja prostorne geokemijske varijabilnosti ovih grupa hrvatskih boksita. Rezultati provedenih istraživanja objavit će se u nekoliko znanstvenih radova od kojih je prvi već prihvaćen za objavljivanje i pojavit će se u časopisu „Geologia Croatica“ početkom 2012. pod naslovom „Geochemical discrimination of Early Palaeogene bauxites in Croatia“.

Zagrebačka, Virovitičko-Podravska and Požeško-Slavonska – in the last two years. A specific type of professional research work was represented by the environmental impact studies (EIS) that focused on environmental impact assessment caused by the extraction of mineral ores, which were considered non-renewable natural resources at particular exploitation fields. The EIS originated from demands for the assessment of regional environmental impacts by local authorities (cities and municipalities). Significant professional and scientific research work was carried out through the active participation of the KMS research staff in three-year European projects (2009–2012), with a particular emphasis on SARMa and CC-WaterS.

Scientific research for KMS revolved mainly around geochemical investigations of mineral resources. After identification and sampling of bauxite deposits and occurrences (mostly exhausted and abandoned) was completed in the 2006–2010 period, which resulted with more than 150 bauxite samples being collected and analysed by ICP and ICP-MS methods (Geochemical Whole Rock Major and Trace element analysis), exploration was continued this year in new locations. Additional sampling included 30 bauxite deposits from the Palaeocene, Upper Eocene, Upper Triassic and Upper Cretaceous ages in Northern Dalmatia (Novigrad), Pag Island, the Istrian Peninsula and Kordun with the goal of defining the spatial geochemical variability of these Croatian bauxite groups. The results from these investigations will be published in a number of scientific papers, the first of which has already been accepted for publication in the Geologia Croatia journal under the title “Geochemical discrimination of Early Palaeogene bauxites in Croatia”.

# 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 (RH) je jedan od više-godišnjih znanstveno – istraživačkih projekata temeljne djelatnosti HGI-CGS-a. Njegova svrha je dobivanje cjelovite slike o geotermijskim značajkama područja Hrvatske. Realizacijom projekta, koji je započet 2007., upotpunit će se spoznaje o prirodnim osobitostima hrvatskog prostora, a posebice o njegovim prirodnim resursima. Do sada provedena istraživanja ukazuju na veliku geotermijsku raznolikost tog prostora i postojanje geotermijskih 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.

The geothermal map of the Republic of Croatia is one of the long-term scientific research projects in the basic activity of the HGI-CGS. Its purpose is to gain complete information on the geothermal characteristics of the Croatian landscape. Realisation of the project, launched in 2007, will complement previous knowledge about the natural characteristics of the Croatian landscape, especially its natural resources. Studies conducted so far indicate a great variety of geothermal properties 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.



Punionica stolne  
(hipotermalne) vode u  
Svetoj Jani.

(Hypothermal) water filling  
plant in Sveti Jana.



Jedan od izvora subtermalne vode na izvoruštu Sutinska vrela kraj Podsuseda.

One of the subthermal springs at the Sutinska Vrela source near Podsused.



Mjerenje koeficijenta toplinske provodljivosti, volumnog toplinskog kapaciteta i toplinske difuznosti uzoraka stijena.

Measurement of the heat conductivity coefficient, volumetric heat capacity, and heat diffusion of the rock samples.

Projekt Geotermalna karta RH sukladan je strateškim pravcima istraživanja u RH koje je donijelo Nacionalno vijeće za znanost. Istraživanje se uklapa u dugoročne pravce pod točkama 1. Temeljna istraživanja potaknuta stjecanjem novih znanja, 2. Zaštita okoliša i gospodarenje okolišem, i 7. Alternativni i obnovljivi izvori energije. Također se uklapa u kratkoročne strateške pravce pod točkom 3. Energija i materijali – Alternativni i obnovljivi energetski resursi.

Na temelju geotermalne karte moći će se procijeniti geotermalni potencijal i izdvajati područja perspektivna za pridobivanje geotermalne energije. Osim toga, rezultati istraživanja daju podatke neophodne za planiranje korištenja prostora, te za zaštitu okoliša i geotermalnih voda u Hrvatskoj.

Prvi ciklus istraživanja projekta Geotermalna karta RH završio je 2011. godine. Istraženo je oko  $4000 \text{ km}^2$  površine relativno gusto naseljenog dijela sjeverozapadne Hrvatske u kojem se nalaze gradovi Zagreb, Sisak, Petrinja i Karlovac. Istraživanje područje zapadnim rubom graniči s Republikom Slovenijom te je zbog toga sa slovenskim znanstvenicima uspostavljena suradnja, a jedan od njih je član tima koji je realizirao projekt.

Tijekom 2011. godine obavljeni su radovi u okviru kabinetske, terenske i laboratorijske faze istraživanja. Učinjeno je sljedeće:

The project "Geothermal map of the Republic of Croatia" is in compliance with the strategic guidelines for scientific research in Croatia given by the National Council for Science. The research fits into the long-term directions under paragraphs 1. Basic investigations encouraged by achievement of new knowledge, 2. Environmental protection and management, and 7. Alternative and renewable energy resources. It also fits within the short-term strategic guidelines under paragraph 3. Energy and materials – alternative and renewable energy resources.

The geothermal map will make it possible to assess geothermal potential and select areas for the exploitation of geothermal energy. The results of the investigation will provide information necessary for spatial planning and the environmental protection and preservation of geothermal waters in Croatia.

The first cycle of investigation terminated at the end of 2011. Approximately  $4,000 \text{ km}^2$  of territory in densely populated North-western Croatia, studded with cities such as Zagreb, Sisak, Petrinja, and Karlovac, was covered by the investigation. The western part of the study area bordered the Republic of Slovenia, which is why cooperation was established with Slovenian scientists, and one of the members of their research team was co-opted as a member of the team that implemented the project.



Mjerenje fizičko-kemijskih parametara termalne vode na bušotini Samobor 2.  
Measurement of the physical and chemical parameters of the thermal water in the borehole Samobor-2.

a) Prikupljen je dio podataka o rezultatima prethodnih geoloških, geotermijskih i hidrogeoloških istraživanja za prostor koji se obrađuje; b) Locirano je nekoliko objekata s geotermalnom vodom; c) Snimljeno je stanje na objektima i prikupljeni osnovni podaci potrebni za bazu podataka; d) Na terenu je prikupljen dio karakterističnih uzoraka stijena stratigrafskih jedinica mezozojskog i tercijarnog kompleksa za laboratorijske geotermijske analize; e) Izmjeren je kapacitet hipotermalnog vrela u Svetoj Jani; f) Obavljena su mjerenja koeficijenta toplinske provodljivosti, volumnog toplinskog kapaciteta i toplinske difuznosti uzorka stijena iz dubokih istražnih bušotina i dijela na terenu prikupljenih uzoraka stijena; g) Na temelju rezultata geotermijskih mjerena na uzorcima stijena obavljeni su proračuni srednje toplinske provodljivosti formacija u istraživanom području; h) Obavljen je proračun temperature, temperaturnih gradijenata te intervalnih i površinskih gustoća toplinskog toka za dio lokacija dubokih bušotina; i) Načinjena je karta geotermalnih objekata i uzorkovanja; j) Načinjena je karta gustoće površinskog toplinskog toka dijela istraživanog područja.

U 2012. godini obavljat će se završni radovi: snimanje aktualnog stanja na lokacijama geotermalnih objekata, proračuni temperature, temperaturnih gradijenata te intervalnih i površinskih gustoća toplinskog toka za preostale lokacije dubokih bušotina, izrada karte površinskog toplinskog toka i izrada tumača karte za područje istraživano u razdoblju 2007. – 2011. godine. Osim toga, izraditi će se program daljnjih istraživanja. Na temelju podataka istraživanja u sklopu projekta Geotermalna karta RH na 5. hrvatskoj konferenciji o vodama s međunarodnim sudjelovanjem prezentiran je rad: „Geotermalne vode Republike Hrvatske: korištenje i turistička valorizacija“.



Staklenik grijan geotermalnom vodom (65 °C) nedaleko Svete Nedelje.  
Greenhouse heated by geothermal water (65°C) near Sveta Nedelja.

During 2011, work was carried out both in the field and in the laboratory, including a) the collection of data on the results of previous geological, hydrogeological and geothermal research in the study area; b) the location of objects containing geothermal water; c) the recording of the characteristics of certain objects and basic data needed for a database; d) the collection of some typical rock samples from the stratigraphic units of Mesozoic and Tertiary complexes for laboratory geothermal analysis; e) the measurement of the Sveti Jana hypothermal spring's capacity; f) the measurement of the thermal conductivity, volumetric heat capacity and thermal diffusion of rocks on samples from deep exploration boreholes and others collected at outcrops; g) based on results from geothermal measurements on rock samples, the calculation of the average heat conductivity of formations in the study area; h) the calculation of temperature, temperature gradients, and interval and surface densities of heat flow of the formations in the study area; i) the construction of a map of geothermal objects and sampling; and j) the creation of a density map of surface heat flow in part of the study area.

Final work will be performed in 2012, including the registration of present conditions at the locations occupied by geothermal objects, calculation of temperature, temperature gradients and interval and surface heat flow densities for the remaining deep borehole locations, construction of surface heat flow and creation of explanation notes for the area investigated in the 2007–2011 period. A programme for further investigation will also be prepared. Based on the data amassed from the investigations for the "Geothermal map of the Republic of Croatia" project, a paper was published with international participation at the 5<sup>th</sup> Croatian conference on water called "Geothermal waters of the Republic of Croatia: use and tourism evaluation".

# 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

Tijekom 2011. godine nastavljena su istraživanja na projektu Tektonska karta Republike Hrvatske (TK RH) u mjerilu 1:300.000. Ovogodišnjim radovima na projektu završava se programom predviđeni ciklus od pet godina istraživanja. Cilj ovog projekta je, kao i u ranijim godinama, definiranje tektonskih odnosa između pojedinih lithostratigrafskih jedinica i njihov strukturni sklop, te osnovne karakteristike prisutnih strukturalnih oblika. Istraživanja su provedena na području šire okolice Knina i na cesti Knin – Plavno te na nekim lokalitetima u području Pazari-

During 2011, investigation continued for the "Tectonic Map of the Republic of Croatia at 1:300,000 scale" research project. This year's work marks the closing of the five-year cycle specified by the programme. The project goal was still to define the tectonic relationship between individual lithostratigraphic units and their structural setting and to determine the basic properties of the structures. Investigations were carried out in the area surrounding the city of Knin, on the Knin-Plavno road and at some locations in the area of Pazarište, Banija and Gorski Kotar. As in previ-

Bore u karbonatnim  
stijenama donjeg trijas-a.  
Cesta Knin – Plavno.

Folds in the Lower Triassic  
carbonate rocks on the Knin  
– Plavno road.



šta, Banije i Gorskog kotara. Tim istraživanjima prikupljeni su i definirani strukturni elementi, kao i proteklih godina, na otvorenim profilima, uglavnom u kamenolomima i usjecima cesta. Prikupljeni su podatci o strukturnim elementima u mezozojskim naslagama područja Knina, Gračaca i Pazarišta gdje su dobivena nova saznanja o značajnim boranim oblicima. U tom području 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 karbonatnim stijenama Pazarišta, na profilima u usjecima potoka i zasjeku kamenoloma, javljaju se karakteristični borani oblici sa slabo razvijenim tjemenim dijelovima bora. Bore se javljaju u podinskim krilima reverznih rasjeda pružanja istok-zapad. U području Banovine i Korduna su istraženi i premjereni glavni strukturni oblici, bore, pukotinski i rasjedni sustavi, te je definiran transport uz plohe diskontinuiteta na lokalnim kamenolomima i na dostupnim otvorenim izdancima.

Potrebno je naglasiti kako će rezultati ovogodišnjih istraživanja značajno doprinijeti saznanju o tektonskoj građi ovih područja te njihovom povezivanju sa širim regionalnom prostorom. Na projektu TK 1:300.000 na direktnim terenskim istraživanjima rade tri istraživača.

ous years, structural elements were collected and defined at open cross-sections, mostly in quarries and roadside hill cuts. Data were also collected on structural elements in Mesozoic sedimentary rocks in the Knin, Gračac and Pazarište areas, from which new insight was gained into important folded forms. E-W striking structures were identified in this area that had been formed under global stress in the N-S direction, similar to in other areas. These south-verging structures fit into the tectonic setting determined in previous investigations.

In the carbonate sedimentary rocks of Pazarište, characteristic folded forms with poorly developed crestal parts in the folds were found to occur at cross-sections in stream bank cuts and quarry slopes. The folds occurred in the footwall limbs of reverse faults striking east-west. Major structural forms, folds, fracture and fault systems were explored and measured in the Banovina and Kordun areas, indicating movement along the discontinuity surfaces in local quarries and on accessible outcrops.

The results of this year's investigations will contribute considerable knowledge of the tectonic setting of these areas and their relation to the wider regional setting. Three researchers are engaged in the TK 1:300,000 project.

# 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 HEĆIMOVIĆ**  
[ivan.hecimovic@hgi-cgs.hr](mailto:ivan.hecimovic@hgi-cgs.hr)

Strukturno-geomorfološka istraživanja se provode u svrhu pri-dobivanja novih spoznaja o geološkoj građi i neotektonskoj ak-tivnosti, i to ponajprije u terenima u kojima se geološkim kartiranjem ili nekom drugom geološkom metodom ne mogu dobiti adekvatni podaci o strukturnim odnosima. To su prven-stveno ravničarski tereni, zatim tereni prekriveni s najmlađim naslagama, područja naglašenih akumulacijskih procesa, okr-šena područja ili podmorje. Provedbom strukturno-geomorfo-loške 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 utvrditi re-centni strukturni sklop. Geomorfološka istraživanja se artikuli-ruju kroz strukturno-geomorfološku kartu (SGK). S obzirom na očekivane rezultate provedbe strukturno-geomorfoloških istra-živanja ona su kao takva izravna dopuna Osnovnoj geološkoj karti (OGK) 1:50.000. Dinamika izrade SGK stoga se u potpuno-sti poklapa s planom i programom istraživanja na OGK.

U ovom srednjoročnom razdoblju je došlo do promjene u pri-stupu izrade OGK, a time i izrade SGK. Dotadašnja istraživanja su izvođena po područjima i geološkim cjelinama što je u ovom projektnom razdoblju promijenjeno u istraživanja u okviru listova. Ta promjena je imala kao posljedicu dodatna istraživanja na listovima Zagreb 2 i Ivanić Grad 1 (Medvednica), Zagreb 1 i 3 (Žumberak) te Cres 2 i 4; kao i Silba 1 i Rijeka 1 (Kvarner). U ovom srednjoročnom razdoblju istraživanja su izvođena i u Slavoniji (listovi Požega 3 i 4), Karlovačkoj kotlini (Zagreb 3) te u Istri (Rovinj 1, 2 i 3). Svi planirani radovi su ve-ćim dijelom obavljeni. Spomenut će se samo neki od najzna-

Structural-geomorphologic investigations were performed to ac-quire new knowledge about geological settings and neotectonic activity, particularly in areas where adequate information on structural relationships cannot be collected by geological map-ping or some other geological method. These areas are predom-inantly plains and other terrain covered by young sediments, ar-eas where accumulation processes prevail, karstified areas, or the sea bottom. By performing structural-geomorphologic analysis in such terrain, it became possible to gather the quality data nec-essary to identify the presence of morphostructures and define the character and intensity of the youngest tectonic movements, that is, to define recent structural settings. Geomorphologic in-vestigations were communicated through a structural-geomor-phologic map (SGK). A database containing the anticipated re-sults of the structural-geomorphologic investigations could be a direct supplement to the Basic geological map (OGK) on the 1:50,000 scale. The dynamics of its construction are thus in com-plete accordance with the research plan and programme de-signed for the OGK.

In this midterm period, there were some changes in the OGK's implementation approach that affected the SGK as well. Earlier investigations had been conducted in accordance with the planned areas and geological units, which in this project period, were altered into research work on individual map sheets. This change resulted in additional investigations for sheets Zagreb 2 and Ivanić Grad 1 (Medvednica), Zagreb 1 and 3 (Žumberak), Cres 2 and 4, and Silba 1 and Rijeka 1 (Kvarner). Work during this pe-riod was performed mostly in Slavonia (sheets Požega 3 and 4), the Karlovac basin (Zagreb 3) and Istria (Rovinj 1, 2 and 3). All



Pogled s Učke na područje istraživanja. Jasno se ističe reverzni rasjed duž kojeg su u kontaktu karbonatne naslage (na slici desno i u prednjem planu) i klastične naslage (izrazito razveden reljef, na slici lijevo). Foto V. Brčić.

Reverse fault separating carbonate (in the figure on the right, and in front) and clastic deposits (expressly dissected landscape, in the figure on the left) is clearly visible. A view from the Učka Mt. Photo by V. Brčić.

čajnijih rezultata. U ravničarskom području Slavonije uspjele su se utvrditi dvije veće morfostrukture te rasjedi duž kojih su ustanovljena i desna horizontalna kretanja. Zaravnjena Karlovačka depresija (kotlina) predstavlja složenu spuštenu morfostrukturnu jedinicu. Uspoređujući s geološkim dubinskim podatcima može se pretpostaviti kako ona u tektonskom smislu predstavlja romboedarsku asimetričnu grabu.

U području Istre dobiveni su također vrijedni podatci od kojih su neki do sada bili nepoznati. Najviše geomorfoloških podataka je dobiveno u terenima koje izgrađuju klastične naslage i u kojima prevladavaju naglašeni erozijski procesi. U reljefu se ističu izdignite morfostrukturne jedinice i rasjedi što ukazuju na njihovu recentnu aktivnost. Od rasjeda se posebno iskazuju oni koji su kilometarskih dimenzija. To se prije svega odnosi na rasjede koji odvajaju morfostrukturne jedinice (npr. reverzni rasjedi duž Ćićarije), na uzdužne rasjede s desnim horizontalnim kretanjima (dolina Mirne) ili na poprečne rasjede sa zanjetnim lijevim kretanjem (dolina Dragonje).

planned steps are, for the most part, complete. Some of the most important achievements deserve mention, including the successful discovery of two major morphostructures in the Slavonian plain and some faults with dextral horizontal movements. A flat Karlovac depression (basin) represents a complex subsided morphostructural unit. In a tectonic sense, when supplemented with geological depth data, it can be assumed as a rhombohedral asymmetric graben.

Many valuable findings were also made in Istria, some of which had been previously unknown. The most geomorphologic data were obtained in terrains composed of clastic sedimentary rocks and with predominant erosion processes. The landscape was distinguished by uplifted morphostructural units and faults of kilometric scope, particularly faults separating morphostructural units (for example, the reverse faults along Ćićarija Mountain), longitudinal faults with dextral movements (Mirna River valley), or cross faults with noticeable sinistral movement (Dragonja River valley).



3

**Odabrani projekti /  
Selected Projects**

# Stratigrafijska naslaga krede u okviru geodinamike jadranskog područja Hrvatske

## Stratigraphy and Geodynamic Context of Cretaceous Deposits in the Northeastern Adriatic Region

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Tvrko KORBAR**  
tvrtko.korbar@hgi-cgs.hr

2011. godina je peta godina istraživanja u okviru projekta, u kojoj su kabinetски obrađivani podatci prikupljeni tijekom prethodnih istraživanja. Nastavljeno je s istraživanjem vršnih naslaga gornje krede srednje Dalmacije. Tijekom svibnja i lipnja snimljen je detaljni lithostratigrafski stup na lokalitetu Martinska kod Šibenika. Tijekom studenog uzorkovani su ključni horizonti na ranije snimljenom stupu u gradu Hvaru, a obavljena su i dodatna uzorkovanja za potrebe stratigrafske stroncijevih izotopa, radi preciznijeg kemostratigrafskog definiranja kontakta formacija Dol i Sumartin.



Završne konzultacije prije uzorkovanja ključnih horizontata na kontaktu naslaga formacija Dol i Sumartin na otoku Hvaru (Foto N. Oštrić).

Final consultation before the sampling of key horizons at the contact between deposits of the Dol and Sumartin formations on Hvar Island (Photo by N. Oštrić).

2011 marked the fifth year of work on the project and focused on laboratory treatment of the data collected during the earlier period. Exploration continued of the youngest Cretaceous deposits in Dalmatia. During May and June, a detail of a stratigraphic column was recorded at Martinska near Šibenik. Key horizons were sampled in November on a previously recorded column in the city of Hvar, and additional sampling was made to perform strontium isotope stratigraphy, which was needed for a more precise chemostratigraphic definition of the contacts in the Dol and Sumartin formations.

A portion of the new results on chemostratigraphic investigations of Aptian deposits was presented at the 9<sup>th</sup> international conference on rudists held in June in Kingston, Jamaica, and a manuscript was submitted and accepted for publication in the renowned sedimentology periodical *Journal of Sedimentary Research* that discussed the platform flooding and sedimentary dynamics during the Upper Cenomanian and Lowermost Turonian.

During previous work on the project, a new lithostratigraphic unit has been defined in the area of Trogir (Čiovo formation), while the stratigraphy of individual sheets defined earlier has been improved by supplementing stratigraphic correlation in the Dalmatian area. This work contributed to the preparation of a lithostratigraphic map that was a key component of the Basic geological map of the Republic of Croatia (OGK), 1:50,000. New stratigraphic correlation allowed for regional analysis of geodynamics at a higher resolution, which elucidated the association between lateral facies variations and intensified dynamics during the Upper Cretaceous. The definition of the regional diffusion of individual Upper Cretaceous formations was also of exceptional importance to the reconstruction of Tertiary orogenic evolution in this area.

U lipnju je na 9. međunarodnom kongresu o rudistima (Kingston, Jamajka) prezentiran dio novih rezultata kemostratigrafskih istraživanja naslaga apta, a u renomiranom sedimentološkom časopisu *Journal of Sedimentary Research* za objavljivanje je prihvaćen znanstveni rad o preplavljivanju platforme i sedimentacijskoj dinamici tijekom gornjeg cenomana i najranijeg turona.

U okviru dosadašnjih istraživanja na projektu definirana je nova litostratigrafska jedinica na području Trogira (formacija Čiovo) dok je stratigrafija pojedinih prethodno definiranih jedinica unaprijeđena, čime se dopunjava stratigrafska korelacija na području Dalmacije te se tako izravno doprinosi pripremi za izradu litostratigrafske karte u okviru izrade OGK RH 1:50.000. Nova stratigrafska korelacija omogućava regionalnu analizu geodinamike s većom rezolucijom, što dodatno rasvjetljava povezanost lateralnih facijesnih razlika i pojačane geodinamike tijekom gornje krede. Definiranje regionalne rasprostranjenosti pojedinih gornjokrednih formacija iznimno je važno i za rekonstrukciju tercijarne orogenetske evolucije tog područja.

U pripremi za objavljanje je nekoliko znanstvenih radova, od kojih su neki vezani za planiranu temu doktorske disertacije znanstvenog novaka Mihovila Brleka, okvirnog naslova „Stratigrafija vršnih naslaga gornje krede središnje Dalmacije i značenje pridruženih površina diskontinuiteta“.

Pored terenskih istraživanja na području srednje Dalmacije, za 2012. su planirane analize izotopa stroncija iz svih dosad prikupljenih uzoraka u vanjskom laboratoriju, te sudjelovanje na sedimentološkim skupovima u San Salvadoru (Bahama: prof. dr. sc. Blanka Cvetko-Tešović i prof. dr. sc. Bosiljka Glumac) i u Schladmingu (Austrija: znanstveni novak Mihovil Brlek).



Površine diskontinuiteta unutar slijeda peritidalnih vapnenaca vršne gornje krede na stupu „Martinska“ kod Šibenika.

Discontinuity surfaces inside the succession of peritidal limestones of the uppermost Upper Cretaceous in the „Martinska“ near Šibenik.

Several works are currently in preparation, some of which are associated with the doctoral thesis of junior researcher Mihovil Brlek under the provisional title "Stratigraphy of the topmost deposits of the middle Dalmatian Upper Cretaceous and significance of associated discontinuity surfaces".

Work in 2012 will include field investigations in middle Dalmatia, analyses of strontium isotopes from all samples collected so far in an external laboratory, and participation in the sedimentology conferences in San Salvador (Bahamas: Prof. Dr. Sc. Blanka Cvetko-Tešović and Prof. Dr. Sc. Bosiljka Glumac) and Schladming (Austria: junior researcher Mihovil Brlek).

# Hidrogeološka istraživanja na području crpilišta Zapadno polje u Požegi

## Hydrogeological Investigations in the "Zapadno polje" Groundwater Source Area in Požega

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Ozren LARVA**  
ozren.larva@hgi-cgs.hr

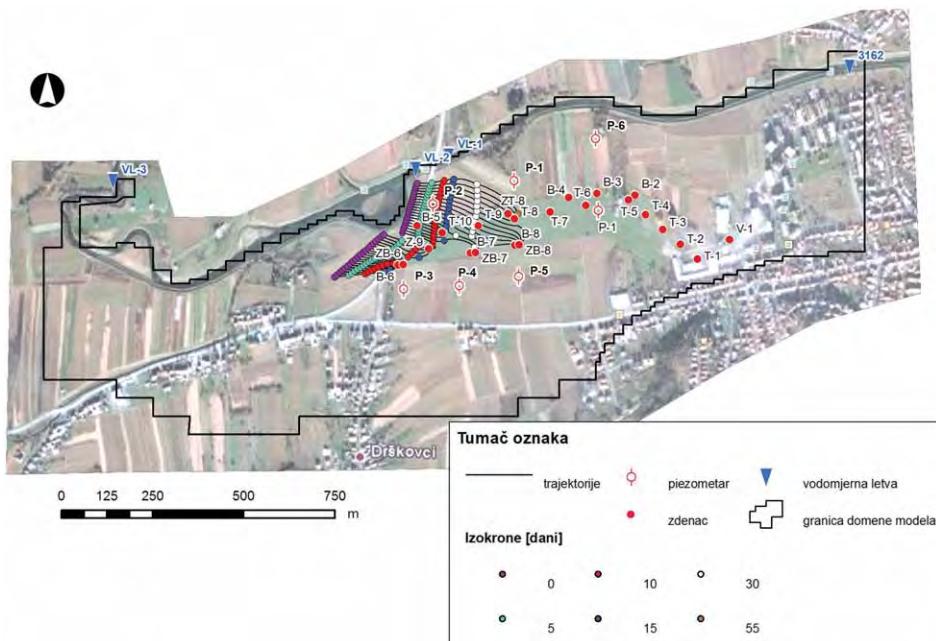
Cilj ovog projekta, koji je započeo 2009. godine, je definiranje uzročnika pojave visokih koncentracija mangana na priljevnom području crpilišta Zapadno polje u Požegi i utvrđivanje mogućnosti smanjenja pronosa onečišćivača prema dijelovima crpilišta gdje koncentracije mangana još ne prelaze maksimalno dozvoljenu koncentraciju za pitku vodu. Projekt je finansiran sredstvima Hrvatskih voda i Tekije d.o.o. iz Požege.

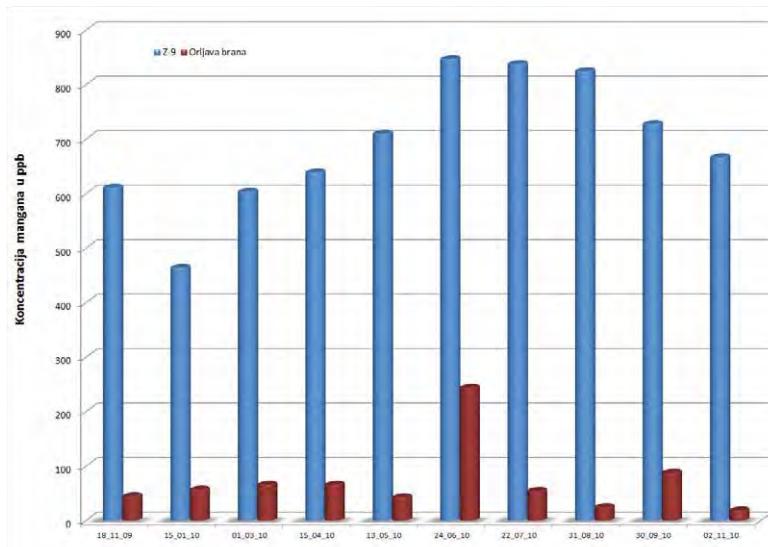
Na crpilištu Zapadno poje zahvaćene su kvartarne aluvijalne naslage rijeke Orljave na zapadnoj periferiji grada, koje tijekom sušnih ljetnih mjeseci predstavljaju, zajedno s obližnjim crpilištem Luke, glavni izvor pitke vode grada Požege i okolnih naselja. Kakvoća podzemne vode na crpilištu uglavnom je zadovoljavala uvjete za pitku vodu, a na crpilištu Luke izведен je uređaj za demanganizaciju zbog visokih koncentracija prirodnog mangana u podzemnoj vodi. Koncem travnja 2009. godine utvrđene su povećane koncentracije mangana i u zapadnom dijelu crpilišta Zapadno polje, a prema podatcima monitoringa kojim raspolažu Hrvatske vode i u nekoliko navrata ranije.

U 2011. je okončana druga faza istraživanja kojom je obuhvaćena analiza hidrodinamičkih značajki vodonosnika, fizikalnih, fizikalno-kemijskih i kemijskih

The scope of this project, which was launched in 2009, included determination of the reason for increased concentrations of manganese in the catchment area of the "Zapadno Polje" groundwater source in Požega and definition of the possibilities for transferring the pollution towards areas where manganese concentrations were still below the maximum allowed value for drinking water. The project is funded by Croatian Waters and Tekija d.o.o. from Požega.

Alluvial sediments from the Orljava River were captured at the Zapadno Polje groundwater source on the western outskirts of town, which, during the dry summer months, represented, to-





značajki podzemne vode i rijeke Orljave; te definiranje hidrokemijskog modela, matematičkog modela strujanja podzemne vode i modela trasiranja čestica. Rezultati hidrokemijskih istraživanja pokazuju da je mangan u vodonosnik na crpilištu unesen rijekom Orljavom u otopljenom i koloidalnom obliku. On je prisutan u stijenama na čitavom slijevnom području Orljave. Povećani unos mangana vjerojatno je posljedica hidroregulacijskih radova u koritu Orljave uzvodno od crpilišta, jer su radovima „otvoreni“ slojevi koji su bogati mangansom. Numeričkim modelom toka podzemne vode verificiran je hidrogeološki model i definirane su trajektorije i vrijeme zadržavanja podzemne vode u horizontalnom toku prema aktivnim zdencima u različitim uvjetima rada crpilišta. Budući se dugočrno očekuje napredovanje podzemne vode s visokim koncentracijama mangana prema središnjem dijelu crpilišta, predložen je režim rada crpilišta kojim bi se posljedice takvog stanja svele na minimum. U 2012. je planiran nastavak hidrogeološkog i hidrokemijskog monitoringa, izrada novih pizometarskih bušotina koje će omogućiti proširenje postojećeg monitoringa te verifikaciju hidrogeološkog, hidrokemijskog i numeričkog modela strujanja podzemne vode.

gether with the nearby source area of Luke, a major source of drinking water for the city of Požega and surrounding settlements. The quality of the groundwater in the source area was mostly satisfactory according to the norms for potable water, and a device was set up to remove excessive manganese in the Luke source area after identifying increased concentrations of this element in the groundwater. By the end of April 2009, increased concentrations of manganese had been found in the western part of the Zapadno Polje source area, and, according to the data available to Croatian Waters, these events had also occurred frequently in the past.

The second stage of investigation, which ended in 2011, included analysis of the hydrodynamic characteristics of aquifer, physical, physical-chemical and chemical properties of the groundwater and the Orljava River, as well as definition of a hydrochemical model, mathematical model of groundwater flow, and particle tracing model. The results from the hydrochemical research show that manganese entered the aquifer in the source area by the Orljava River in a dissolved and colloidal form, and it was present in rocks throughout the catchment area of the Orljava River. The increased manganese input was probably a consequence of hydro-regulative work in the Orljava river bed upstream of the source area because the work "opened" beds rich in manganese. Applying a numerical model of groundwater flow verified the hydrogeological model and defined groundwater trajectories and retention times in the horizontal flow towards active wells in various conditions of groundwater source activity. Because progression of groundwater with high manganese concentrations towards the central part of the source area is expected in the long term, a specific regime for source activity was suggested that would reduce the consequences of such conditions to a minimum. Work in 2012 will include the extension of hydrological and hydrochemical monitoring, boring of new piezometric boreholes that will allow for expansion of the existing monitoring, and verification of the hydrogeological and numerical models of groundwater flow.

# SARMa: Održivo gospodarenje kamenim agregatima

## Sustainable Aggregates Resource Management

Koordinator za HGI-CGS / Coordinator at HGI-CGS: Dr. sc. **Slobodan MIKO**  
 slobodan.miko@hgi-cgs.hr  
<http://www.sarmaproject.eu>  
 (SEE/A/151/2.4/X – SARMa)

Kameni agregati se koriste u izgradnji stambenih objekata, poslovnih objekata, za industrijski razvoj i raznovrsne projekte javne infrastrukture. Zemlje jugoistočne Europe (JIE) su bogate agregatima, ali niti upravljanje niti ponuda nisu koordinirani unutar ili izvan tog područja. Na lokalnoj razini, problem je znatni utjecaji na okoliš, ograničeno recikliranje, potreba za savjetovanjem dionika i njihove sposobnosti, te nedostatak društvene

Stone aggregates are used in the construction of residential buildings, business infrastructure, various public infrastructure projects, and in economic development. The countries of South-eastern Europe (SEE) are rich in aggregates, but neither their management nor their offerings to the market are coordinated inside or outside this area. On the local level, the problem lies in the considerable impact of stone aggregate usage on the environment, limited recycling opportunities, the need for consultation between stakeholders, their abilities, and the lack of public agreement focused on exploitation activities. To comply with the challenges set by these changes, the project titled "Sustainable Aggregates Resource Management" (SEE/A/151/2.4/X – SARMa) was approved by the EU Commission and has been co-funded by ERDF funds since 2009. Two main goals of the project were (1) development of a common approach to the sustainable development of stone aggregates (SARM) throughout South-east Europe, in particular by having a more effective and lower socio-economic influence on excavation, while also considering waste management, and (2) encouraging the politics of sustainable mixed (or combined) supply (Sustainable Supply Mix-SSM) in the SEE countries, that is, the use of multiple sources including recycled waste and industrial by-products (slag) that, taken together, enhance the benefits and safety of the aggregate supply for future generations. The goals of SARMa include coordination and management of aggregate resources and enhancement of the transmission of necessary knowledge and support to extend possibilities for companies, authorities and civil society. Activities realised within the SARMa project connect institutional actors, decision makers, political perpetrators, the economic sector, quarry operators, civil society and non-governmental associations



Naslovica priručnika. / Manual home page.

suglasnosti za djelovanje (eksploataciju). Kako bi se zadovoljili izazovi stvaranja tih promjena projekt pod nazivom „Održivo gospodarenje kamenim agregatima“ (SEE/A/151/2.4/X – SARMa) odobrila je EU Komisija i sufinancirali su ga ERDF fondovi od 2009. Dva glavna cilja projekta su bila: (1) razvijanje zajedničkog pristupa održivom gospodarenju kamenim agregatima (SARM) diljem jugoistočne Europe, osobito prema učinkovitijem i manjem društveno-ekološkom utjecaju iskopavanja, također uzimajući u obzir i gospodarenje otpadom, te (2) poticanje politike održive mješovite (ili kombinirane) opskrbe (Sustainable Supply Mix-SSM) u zemljama JIE, tj. korištenje višestrukih izvora, uključujući reciklirani otpad i industrijske nusproizvode (šljaka), koji zajedno povećavaju koristi i sigurnost opskrbe agregatima budućim generacijama. Ciljevi SARMe između ostalog obuhvaćaju: koordinaciju i upravljanje agregatnim resursima, povećavanje prijenosa potrebnih znanja i podržavanje proširenja mogućnosti u tvrtkama, vlasti i civilnom društvu. Aktivnosti ostvarene unutar SARMa projekta povezuju institucionalne aktere, donosioce odluka, političke izvršitelje, gospodarski sektor, operatere u kamenolomima, civilno društvo i nevladine organizacije kroz radionice i postignute zaključke u tri prostorne razine. Na lokalnoj razini, što je ujedno i sadržaj ovog priručnika, ciljevi su: (a) optimizirati učinkovitost proizvodnje osnovnih agregata; (b) sprječiti ili minimalizirati utjecaj eksploracije na okoliš i poboljšati sanaciju (rekultivaciju); (c) minimalizirati ilegalnu eksploraciju usavršavanjem znanja; (d) promicati recikliranje, i konačno (e) povećati zainteresiranost i sposobnost utjecajnih skupina da razumiju te ispravno tumače problematiku vezanu uz eksploraciju agregata i sudjeluju u informativnom razgovoru s lokalnim vlastima i vlasnicima kamenoloma.

Kao rezultat projekta tiskana su tri priručnika koji su sinteza za-pažanja partnera na projektu SARMa; „Kako postići učinkovitost uporabe kamenih agregata u lokalnim zajednicama“ - zajednički priručnik namijenjen interesnim skupinama za donošenje odluka na lokalnoj razini, „Proizvodnja kamenih agregata recikliranjem“ te „Održivo gospodarenje kamenim agregatima“. Priručnike i detaljnju dokumentaciju vezanu za projekt mogu se naći na internetskoj stranici projekta <http://www.sarmaproject.eu/index.php?id=1557>. Osim navedenih priručnika na stranicama je moguće preuzeti detaljne studije o europskoj legislativi vezanoj za mineralne sirovine, brojne studije dobre prakse u sektoru eksploracije, probleme u sektoru, te opsežnu dokumentaciju i primjere recikliranja otpada i njegovu primjenu u sektoru graditeljstva.



Posljednja radionica projekta SARMa održana u Livnu 2011.  
The most recent SARMa project workshop held in Livno in 2011.

through workshops, and have reached conclusions on three spatial levels. On the local level, which also represents the content of this manual, the goals are as follows: (a) optimise efficient production of basic aggregates; (b) prevent or minimise the impact of exploitation on the environment and improve recovery (re-cultivation); (c) minimise illegal exploitation by improving knowledge; (d) encourage recycling; and (e) increase the interest and capability of influential groups to understand and correctly interpret problems related to the exploitation of aggregates and to participate in productive conversation with local authorities and quarry owners.

Three manuals have been published as part of the project and represent a synthesis of the comments and opinions of partners in the SARMa project. "How to achieve aggregate resource efficiency in local communities" is a common manual for interest groups to make decisions on the local level. The other manuals are called "Production of recycled aggregates" and "Sustainable aggregate resource management". Manuals and detailed documentation associated with the project can be found on the project's web page at <http://www.sarmaproject.eu/index.php?id=1557>. In addition to the manuals, the project's web pages contain detailed studies on European legislation concerning mineral resources and numerous studies on best practices in the exploitation sector, problems found in the sector, extensive documentation and examples of waste recycling, and its use in the building sector, all of which can be downloaded.

# Organski ugljik u tlima Hrvatske – SOC Hrvatska

## Total Organic Carbon (TOC) in Croatian Soils

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Slobodan MIKO**  
slobodan.miko@hgi-cgs.hr

Za potrebe uspostave usporedivog sustava prikupljanja i obrade podataka, utemeljenog na pokazateljima (indikatorima), Agencija za zaštitu okoliša je izradila nacionalne liste indikatora (NLI). Jedan od nacionalnih indikatora zaštite tla koje je definirala EEA (European Environment Agency) je sadržaj organske tvari u površinskom sloju tla. Kako se kakvoća tla ne može direktno iskazati, prikazuje se kroz sadržaj organskog ugljika u površinskom sloju tla. Visoki sadržaj ugljika korespondira s dobrom kondicijom tla s poljoprivredno okolišne točke gledišta: smanjuje se opasnost od erozije tla, visok je kapacitet filtracije, bogato stanište za organizme tla, bolje poniranje atmosferskog ugljičnog dioksida i sl. Na njega se snažno utječe načinom upotrebe zemljišta te je visok sadržaj organske tvari pokazatelj visoko proizvodnog potencijala tla. Integracija karata sadržaja



Određivanje ukupnog organskog ugljika u tlu provedeno je metodom mokrog spaljivanja organske tvari tla K-bikromatom.  
Determination of TOC in soil using the wet oxidation method of burning the organic matter in soil with K-bicarbonate.

The Croatian Environment Agency (CEA) has made national lists of indicators (NLI) to establish a system for collecting and processing information based on indicators. One of the national indicators of soil protection defined by the EEA (European Environment Agency) is represented by the organic matter content in the upper soil layer. Because soil quality cannot be expressed directly, it must be expounded through the quantity of organic carbon in topsoil. From an agricultural-environmental standpoint, a high organic carbon content corresponds with good soil conditions: the hazards of soil erosion are lower, infiltration capacity increases, soil becomes a rich habitat for various organisms, and atmospheric carbon dioxide sinks into soil more efficiently. The total organic carbon of a soil (TOC) is strongly influenced by land use, which is why the high content of organic matter becomes an indicator of high soil production capacity. The integration of maps displaying the TOC content and land use shows the impact of particular activities affecting organic matter and indicates areas with difficult management conditions related to agricultural production. Because no unique TOC database has been produced so far in Croatia, researchers decided to perform analyses of TOC on samples collected for the Basic Geochemical Map of Croatia. Samples from 2,550 locations on a regular 5x5 km grid were chemically analysed for TOC throughout the entire country. The results of analysis have facilitated the writing of a joint report by CEA and HGI-CGS as a GIS project according to the reporting needs recommended by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and UNFCCC.

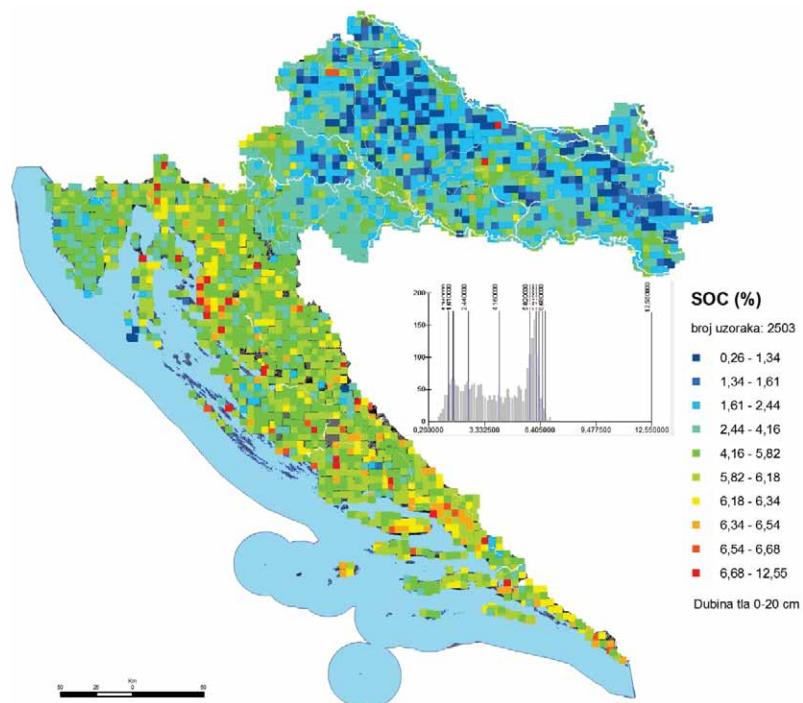
The analysed data were collected as part of the field campaign for the Basic Geochemical Map of Croatia from 1994–2004 and the analysed soil samples are archived in HGI-CGS. The position of sample points and the sample density were defined by a grid containing regular square cells measuring 25 km<sup>2</sup> and covering

organskog ugljika i načina korištenja zemljišta ukazuje na utjecaj pojedinih djelatnosti na promjene organske tvari, zatim ukazuje na područja s otežanim uvjetima gospodarenjem za poljoprivrednu proizvodnju. Kako do sada nije postojala jedinstvena baza za sadržaj organskog ugljika na cijelokupnom teritoriju RH odlučeno je napraviti analize ukupnog organskog ugljika na uzorcima tla prikupljenim za potrebe Geokemijske karte RH. Načinjene su kemijске analize organskog ugljika iz uzoraka tla s 2550 lokacija s pravilne mreže uzorkovanja 5x5 km za cijeli teritorij RH. Rezultati analize poslužili su za izradu zajedničkog izvješća AZO-a i HGI-a kao GIS projekta, sukladno potrebama izvješćivanja prema Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) i UNFCCC.

Analizirani uzorci tla prikupljeni su u sklopu projekta Osnovna geokemijska karta RH u razdoblju od 1994. do 2004. Uzorci tla koji su analizirani predstavljaju arhivirana tla u HGI-CGS-u. Položaj točaka uzorkovanja i gustoća uzorkovanja definirani su polaganjem pravilnih, kvadratnih ćelija površine 25 km<sup>2</sup> preko cijelokupne površine RH. Na taj način uzorkovanjem je obuhvaćena 2.521 lokacija.

Određivanje ukupnog organskog ugljika u tlu provedeno je metodom mokrog spaljivanja organske tvari tla K-bikromatom. Koncentracija organskog ugljika određena je spektrofotometrijski pomoću HACH-vog spektrometra DR 2000. Kalibracija instrumenta napravljena je pomoću standardnih otopina CO<sub>2</sub> u ampulama ekvivalentne koncentracije od 4,4% organskog ugljika. Metoda je neznatno modificirana prema ISO 14235:1998 (*Soil quality-Determination of organic carbon in soil by sulfochromic oxidation*) i HRN ISO 10694:2004.

Sličan pristup u ocjeni stanja organskog ugljika u tlu primijenjen je u Velikoj Britaniji, gdje je također pravilna mreža veličine 5x5 km poslužila za procjenu stanja sadržaja ugljika u različitim uvjetima korištenja tla.



Raspodjela ukupnog organskog ugljika (SOC) u tlima Hrvatske (5x5 km mreža uzorkovanja).

Distribution of TOC in Croatian soils (5x5 km sampling grid).

the entire country. In this way, 2,521 locations were included in the sampling.

The wet oxidation method was used to determine the TOC of soil by burning the organic matter in soil with K-bicarbonate. The concentration of organic carbon in soil samples was defined by spectrophotometric measurement using a HACH spectrometer DR 2000. The calibration of the instrument was performed with a standard solution of CO<sub>2</sub> in ampoules with equivalent concentrations of 4.4 % organic carbon. The method was slightly modified according to ISO 14235:1998 (*Soil quality-Determination of organic carbon in soil by sulfochromic oxidation*) and HRN ISO 10694:2004.

A similar approach has been used to assess the condition of organic matter in soil in Great Britain, where the same regular 5x5 km grid was used to assess the carbon content in various land use conditions.

# Most „Kopno – Pelješac“

## The Bridge from the Mainland to the Pelješac Peninsula

Istraživači / Investigators: Dr. sc. **Renato BULJAN**, Dr. sc. **Davor POLLAK**, **Tomislav NOVOSEL**,

**Vlatko GULAM**, **Iris BOSTJANČIĆ**, **Lazlo PODOLSKI**

renato.buljan@hgi-cgs.hr

Most je projektiran preko Malostonskog zaljeva u dužini 2404 m, širine 24,64 m i visine nivelete na 55 m. Smješten je u području kompleksnih geoloških i tektonskih odnosa, izražene seizmičnosti (9,2° MCS) i jakih vjetrova.

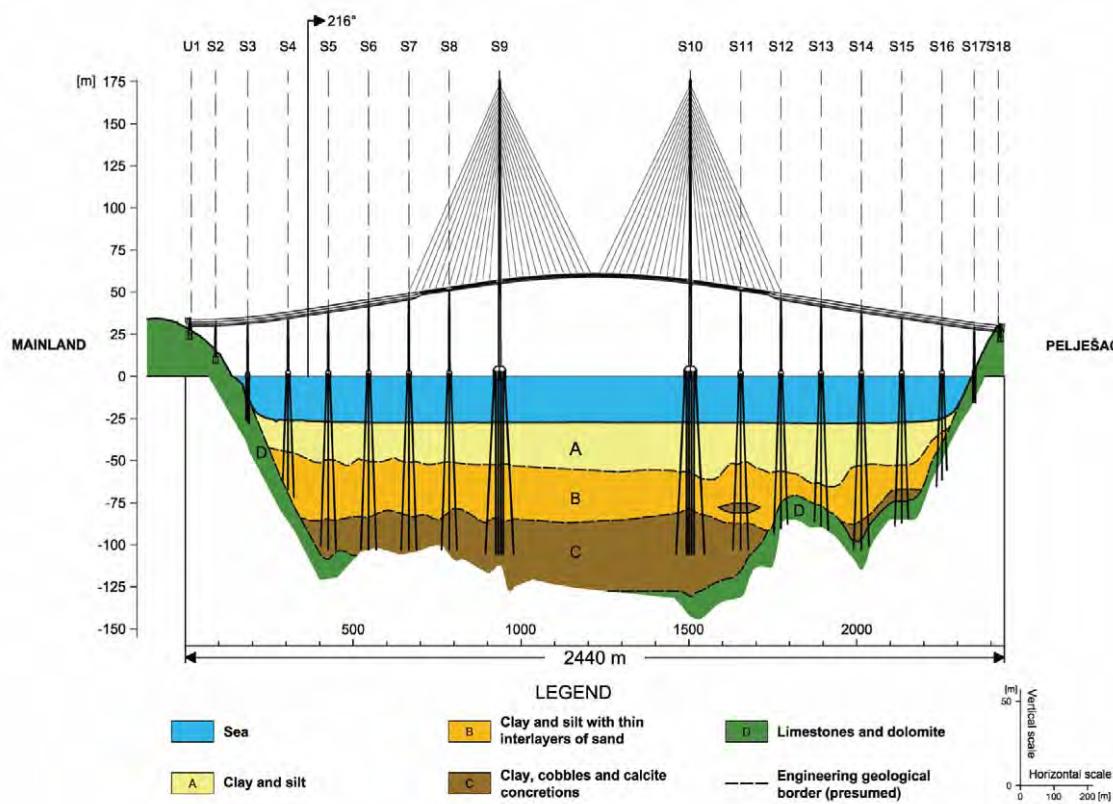
Od obalne linije zaljeva do dubine 24 m morsko dno je strmo i izgrađeno od karbonatne stijenske mase. Na preostalom dijelu duž osi mosta morsko dno je ravno i muljevito, prosječne dubine 28 m i bez izdanaka temeljne stijene. Prema projektu, u podmorju se nalazi 14 stupnih mjesta, od čega su 2 centralna pilona projektirane visine 176,15 m. Stupna mjesta od S6 do S11 predviđeno je temeljiti u sloju tvrde gline, i to s postizanjem nosivosti trenjem po plaštu pilota stupova. Na ostalih osam stupnih mjesta završne dubine zabijanja pilota bit će u vapnenačkim naslagama podno klastita.

Glavno strukturno obilježje područja je visok stupanj razumljenosti, posljedica kompresije prostora. Značajka terena su rasjednute bore što području daje obilježje „ljuskave strukturne građe“, a strukture su monoklinalne, dinaridskog pravca pružanja, s nagibom slojeva u smjeru sjeveroistoka pod kutovima nagiba 20 – 60°. U podmorju je uočeno uslojavanje tla različitih značajki. Granice među izdvojenim sredinama su postupne, vrlo pravilne, i gotovo horizontalne. Izuzetak je granica između žitkog i lako-gnječivog tla čija dubina varira i do 20 m. U naslagama tla su prema konzistentnom stanju, sastavu i boji izdvojene tri inženjerskogeološke (IG)/geotehničke sredine: (1) tlo žitkog konzistentnog stanja – dominiraju prašinasti ili glinovito-prašinasti materijali sive boje, od 0 m do 38 m debљine; (2) tlo lako do teško gnječivog konzistentnog stanja – izmjene glina i praha u različitim omjerima, sive boje, učestalo s ostacima fragmenata ljuštura školjaka, a samo lokalno s pojачanim udjelom organske tvari, od 13 m do 50 m; i (3) -tlo teško

A bridge was designed across the Mali Ston Bay with a length of 2,404 m, a breadth of 24.64 m and a grade level height of 55 m. It is located in an area with complex geologic and tectonic settings, pronounced seismicity (9.2° MCS) and strong winds.

The bay coastline extends steeply to a seabed depth of 24 m and is built of carbonate rock mass. The remaining part of the seabed along the bridge axis is flat and muddy, 28 m deep on average, and lacks basement rock outcroppings. According to the design below the sea surface, there are 14 pylon sites, of which the two central pylons are designed with a height of 176.15 m. The pylon sites from S6 to S11 are designed to anchor in the layer of hard clay such that the carrying capacity of the bridge is achieved by friction against the mantle of the bridge piers. At the remaining eight pylon sites, the final depths of the pylons reach the limestone deposits in the footwall composed of clastic material.

The main structural characteristic of the area leads to a high degree of fracturing, which results from tectonic compression of the area. The terrain feature is represented by faulted folds, giving the whole area the impression of an “imbricate structure”. The structures are monoclinic, showing Dinaric striking and dipping 20 – 60° towards the north-east. Soil stratification with different characteristics is observed in the offshore area. The borders between individual units are gradual, very regular and almost horizontal. An exception is the border between viscous, easily kneaded soils at depths of 20 m. Three engineering(EG)/geotechnical milieus can be separated in the soil deposits according to their consistency, composition and colour: (1) soil of viscous consistency, silty or clayey-silty materials of grey colour from 0 m to 38 m deep; (2) easily to hardly kneaded soil, the alteration of clays and silts in various proportions and grey in colour, frequently with shell fragments, and only locally with increased organic matter, from 13 to



Shematski inženjerskogeološki profil s pojednostavljenom konstrukcijom mosta. Vertikalno mjerilo povećano 10 puta.

Schematic engineering geological cross-section with simplified bridge construction. The vertical scale has been exaggerated by 10 times.

gnječivog konzistentnog stanja – crveno-smeđa i visoko plastična, rjeđe nisko plastična glina; u njoj su sadržani pravilni proslojci gline s kalcitičnim konkrecijama; u središnjem dijelu debljine od 17 m do preko 42 m, a u rubnim dijelovima zaljeva iskljinjava.

Prema navedenom, zbog velike ukupne debljine tla i njegovih općenito loših IG značajki očekuju se nepovoljni uvjeti temeljenja mosta. Morsko dno je na rubnim dijelovima kanala u blizini sjeverne obalne linije vrlo strmo, pa se tu može očekivati obronačni nevezani materijal znatne debljine. Prema glavnom projektu, pojedini stupovi središnjeg dijela mosta bit će temeljeni u tlu, za razliku od stupova bliže obali koji će biti temeljeni u čvrstoj vapnenačkoj podlozi. Ta činjenica dodatno komplikira geotehničke proračune koji moraju usvojiti zнатне IG razlike sredina temeljenja.

50 m; and (3) hardly kneaded soil, red-brown and highly plastic or more rarely poorly plastic clay, clay with regular bands containing calcitic concretion, in the central portion of 17 to over 42 m but thinning to zero in peripheral parts of the bay.

These characteristics and the thickness of the soil and its generally poor EG characteristics are indicative of unfavourable conditions for the bridge foundations. The seabed is very steep in the peripheral portion of the channel in the vicinity of the north coast, which is why loosely bounded slope material of considerable thickness is expected in this area. According to the main design, certain pylons in the central part of the bridge will be founded in the soil, unlike the pylons closer to the coast, which will be grounded on hard limestone bedrock. This condition complicates geotechnical computations, which should consider considerable EG differences between the founding environments.

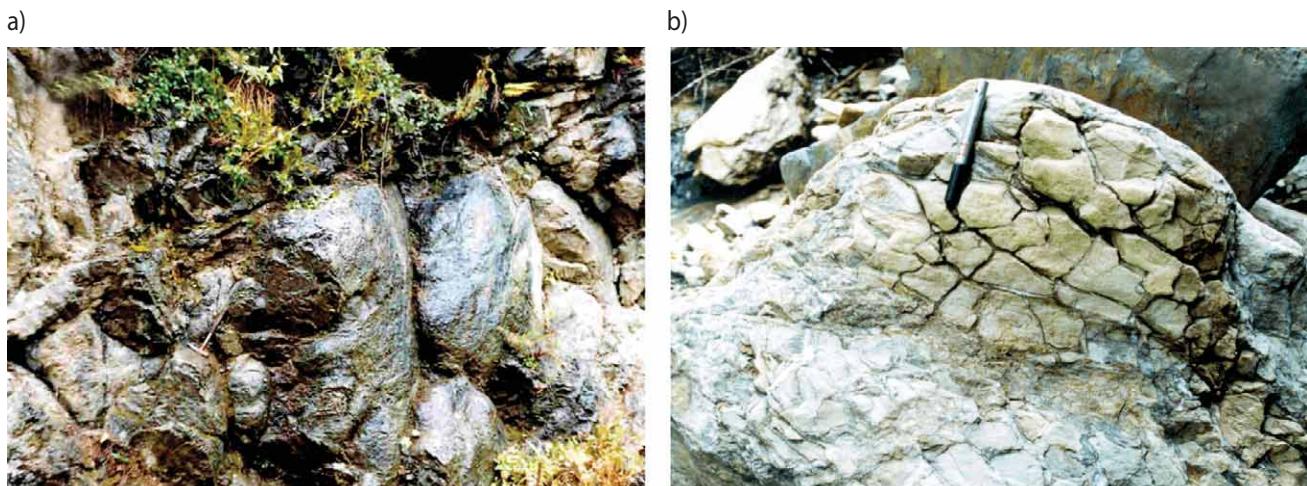
# Mezozojske magmatske, plaštne i piroklastične stijene sjeverozapadne Hrvatske

## Mesozoic Igneous, Mantle, and Pyroclastic Rocks of Northwestern Croatia

Glavni istraživač / Principal investigator: Dr. sc. **Damir SLOVENEC**  
damir.slovenec@hgi-cgs.hr

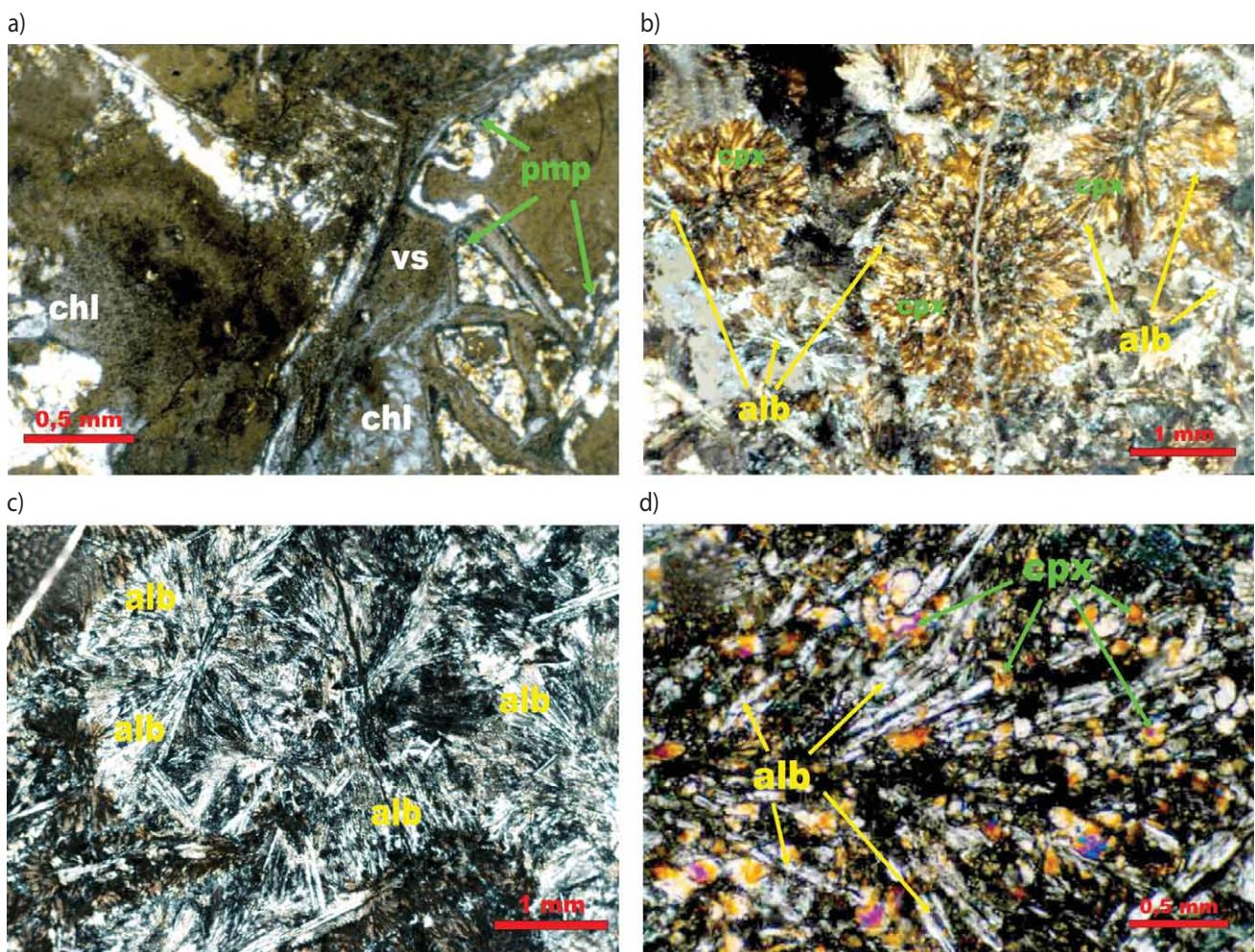
Ovim projektom obuhvaćeno je sustavno ciljano mineraloško, petrološko, geokemijsko i izotopno istraživanje složenih mezozojskih magmatskih kompleksa stijena različitih faza alpinskog orogenskog ciklusa na području gora sjeverozapadne Hrvatske. Istraživanja se provode na magmatskim, plaštnim i piroklastičnim stijenama i njihovim mineralnim fazama. Rezultati istraživanja omogućuju prikaz geneze, starosti kristalizacije, kao i ikonskog geotektonskog režima nastanka i smještanja magmi, a time i rekonstrukciju cjelovite geodinamske evolucije istraživanog dijela Tetisa. Koreliranjem dobivenih rezultata s rezultatima iz sličnih magmatskih kompleksa na području Panonskog bazena, Dinarida i Karpata, dobit će se širi regionalni značaj istraživanih stijena sjeverozapadne Hrvatske.

This project includes systemic targeted mineralogical, petrologic, geochemical and isotopic research of complex Mesozoic igneous rock complexes in different phases of the Alpine orogenic cycle in the mountainous areas of North-western Croatia. Investigations are carried out in igneous, mantle and pyroclastic rocks and their mineral phases. The results allow for the presentation of their genesis, age of crystallisation and primordial geotectonic regime of origin and emplacement of magmas, along with reconstruction of the entire geodynamic evolution of the investigated part of Tethys. By correlating the obtained results with those from similar igneous complexes in the area of Pannonian Basin, Dinarides and Carpathians, the broad regional significance of the investigated rocks in North-western Croatia will be determined. Such a



(A) Jastučaste lave (kamenolom Kraljev Vrh, Medvednica); (B) Amoeboidni jastuci s pukotinama kornjačinog oklopa (područje Svetog Lenarda, Samoborska gora).

(A) Pillow lavas (Kraljev Vrh quarry, Medvednica Mt.); (B) Amoeboid pillows with tortoise shell joints (Sveti Lenard area, Samoborska Gora Mt.).



Mikrofotografija presjeka jastuka lave: (A) zona I (površinska kora do 1 cm dubine) je izgrađena od bazičnog vulkanskog stakla (dijelom devitrificiranog uklorit) te od minerala pumpellyita, sfena i kvarca; (B) zona II (kora do 7 cm dubine) je izgrađena od smeđastih „gnjezda“ klinopiroksena i podređeno albitem(?) koji tvore sferulitnu strukturu; (C) zona III (prema središtu jastuka do dubine 20 cm) zona je karakterizirana postupnim prijelazom u divergentno-zrakastu strukturu, kao i smanjivanjem udjela zamućenih sferulitnih produkata, te odsustvom pumpellyita, uz istovremeno povećanje variolitnih svježih iglica albita, koji je mjestimično izmijenjen u uklorit; (D) zona IV (središnji dio jastuka - oko 40 cm od površine) je karakteriziran divergentno-zrakastom do granularnom strukturom koju obilježava dugoigličasti albitem s nakupljanjem granularnog do člankovitog, alotriomorfni klinopiroksena (augita) (kamenolom Kraljev Vrh, Medvednica); N+. Legenda: vs – vulkansko staklo, chl – uklorit, pmp – pumpellyit, alb – albitem, cpx – klinopiroksen.

Microphotography of a pillow lava section: (A) zone I (from the surface to 1 cm deep) is built of basic volcanic glass (partly devitrified in chlorite) and from pumpellyite, sphene and quartz; (B) zone II (crust to 7 cm deep) is built of brownish clinopyroxene and subordinated albite (?) "nests" that formed the spherulitic texture; (C) zone III (inside of the pillow to 20 cm deep) is characterised by a gradual transition from variolitic to divergent-radial texture, as well as reducing the proportion of blurred fan-shaped spherulitic products and the absence of pumpellyite, while increasing the share variolitic needles of albite that is sporadically altered to chlorite; (D) zone IV (centre of the pillow to approximately 40 cm from the surface) is characterised by a divergent-radial to granular texture marked by long-needle albite and the accumulation of granular to articulated, alotriomorphic clinopyroxene (augite) (quarry Kraljev Vrh, Medvednica); N+. Legend: vs – volcanic glass, chl – chlorite, pmp – pumpellyite, alb – albite, cpx – clinopyroxene.

Takav složen, suvremen mineraloško-petrološko-geokemijski prikaz potkrijepljen izotopnim i geološkim starostima svih magmatskih kompleksa na području predloženom za istraživanja omogućuje formiranje bogate standardizirane baze podataka koja predstavlja osnovu za karakterizaciju i valorizaciju gospodarski potencijalno zanimljivih mineralnih sirovina na području sjeverozapadne Hrvatske.

complex, modern mineralogical-petrologic-geochemical demonstration corroborated by isotopic and geologic dating of all igneous complexes in the investigated area allows for the construction of a rich and standardised database representing a basis for the description and evaluation of mineral resources with economic potential in North-western Croatia.

Tijekom 2011. nastavljeno je terensko i laboratorijsko istraživanje trijaskih magmatskih i piroklastičnih sukcesija stijena na području Kuna gore, Strahinšćice i sjevernih padina Ivanšćice. Kako bi se potpuno završila projektom predviđena istraživanja i zaokružila programirana cjelina nužan je nastavak istraživanja stijena Desinić gore i Ravne gore tijekom još jedne kalendarske godine. Istraživanja su obuhvatila snimanje geoloških profila/stupova uz detaljno uzorkovanje stijena, a zatim i determinativnu polarizacijsku mikroskopiju izbrusaka stijena. Reprezentativan broj uzoraka stijena i/ili separiranih mineralnih koncentrata analiziran je različitim analitičkim metodama (ICP, ICP-MS, EPMA, XRD,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , Ar-Ar, K/Ar) kako bi se odredio njihov kemijski sastav i izotopna starost.

Rezultati dosadašnjih istraživanja prezentirani su u znanstvenim publikacijama. Do sada je objavljeno pet znanstvenih radova u časopisima registriranim u Current Contents bazama, a jedan je u postupku objavljanja.

In 2011, field and laboratory research was continued on Triassic igneous and pyroclastic rock successions on the Kuna Gora Mountain, Strahinšćica Mountain and the northern slopes of the Ivanšćica Mountain. To complete the research specified by the project and embrace programmed unity, it has become necessary to continue the research work for another calendar year, including study of the rocks of the Desinić Gora Mountain and Ravna Gora Mountain. Investigations so far have included descriptions of geological cross-sections and columns with detailed sampling of rocks and the determinative polarisation microscopy of the rocks' thin sections. A representative number of rock and/or separated mineral concentrate samples were analysed by various analytical methods (ICP, ICP-MS, EPMA, XRD,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , Ar-Ar, K/Ar) to determine their chemical compositions and isotopic ages.

The results of the investigations to date were presented in scientific publications. Five scientific papers were published in journals and are included in the Current Content database, while another paper is currently under review.

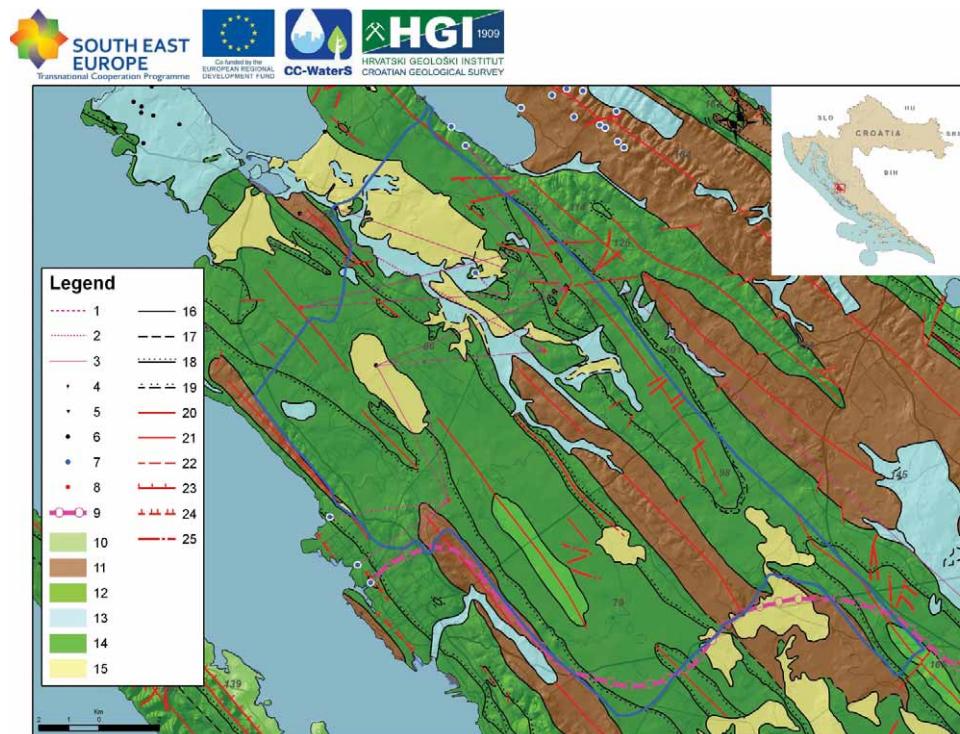
# CC-WaterS: Klimatske promjene i utjecaj na vodoopskrbu

## Climate Change and Impacts on Water Supply

Koordinator za Hrvatske vode i HGI-CGS / Coordinator for Croatian Waters and Croatian Geological Survey: Dr. sc. **Josip TERZIĆ**  
 josip.terzic@hgi-cgs.hr  
<http://www.ccwaters.eu/>

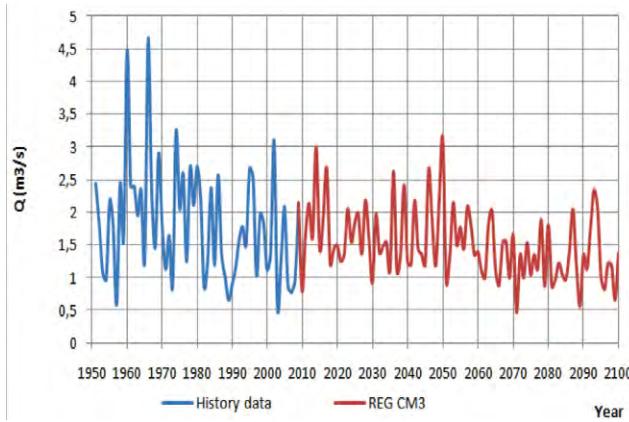
Međunarodni projekt CC-WaterS je financiran od strane Evropske Unije preko ERDF-a (Europskog fonda za regionalni razvijetak) u sklopu transnacionalnog programa jugoistočne Europe (TC-SEE Program). Hrvatski partner u projektu, Hrvatske vode, kao i Hrvatski geološki institut koji za njih vodi istraživačke rade, intenzivno su istraživali utjecaj klimatskih promjena na vodne zalihe triju pokusnih područja: Vranskog jezera na Cresu, Bokanjačkog Blata kod Zadra i Blatskog polja na Korčuli. Tijekom 2011. odvijale su se brojne aktivnosti, te su istraživa-

CC-WaterS is an international project funded by the European Union through ERDF (the European regional development fund) within the transnational East European programme (TC-SEE). The Croatian partner in the project, Croatian Waters, and the Croatian Geological Survey is conducting research for the former entity by investigating the impacts of climate change on the water supply in three test areas: Vrana Lake on Cres Island, Bokanjačko Blato near Zadar and Blatsko Polje on Korčula Island. The year 2011 was filled with investigations, workshops and report writing.



Hidrogeološki zemljovid slijeva Bokanac-Poličnik u sklopu kojeg se nalazi pilot područje Bokanjačko blato.

Hydrogeological map of the Bokanac-Poličnik catchment including the test area Bokanjačko Blato.



Kretanje srednjih godišnjih dotoka u slijev Bokanjačkog blata – povijesni podatci i prognozirana vodna bilanca do 2100. godine.

Average annual flows into the Bokanjačko Blato catchment – historical data and water balance forecasted to the year 2100.

nja, radionice i izrada izvješća po pojedinim radnim paketima, dostigli svoj vrhunac.

Izrađena su izvješća za dva najopsežnija radna paketa. Za radni paket WP4, koji se bavi istraživanjem zaliha podzemnih voda, najveći je dio istraživanja obavio podizvođač – Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci (mr. sc. Josip Rubinić i suradnici). U sklopu ovog projekta izračunate su vodne bilance svih triju pokušnih područja u današnjem stanju, kao i one utemeljene na klimatološkim prognozama za dva buduća 30-godišnja klimatološka niza: 2021.-2050. i 2071.-2100. Rezultati su ukazali na mogućnost znatnog pada dotoka u vodnoj bilanci do kraja oвoga stoljeća, pa je prognoziran gubitak (klimatski model RegCM3) od tek 0,5% na Vranskom jezeru (Cres), ali 30% za Blatsko polje na Korčuli i čak 32% za Bokanjačko blato! U sklopu radnog paketa WP5 – korištenje prostora i kakvoća vode, analizirane su moguće promjene u namjeni prostora pod utjecajem prognoziranih klimatskih promjena, te utjecaj tih promjena na kakvoću vode. Budući su u priobalnim krškim vodonosnicima količina i kakvoća vode usko povezani, tako su i radni paket WP4 i WP5 bili tematski isprepleteni. Usporedno s izradom izvješća, terenska istraživanja su nastavljena na svim pilot područjima, a prema kraju godine intenziviran je rad na završnom radnom paketu projekta, radnom paketu WP7 – upravljanje vodama. Osim toga, u sklopu diseminacije rezultata projekta intenziviran je rad na monografiji koju će izdati vodeći partner projekta, Bečki vodovod iz Austrije.

Tijekom 2011. suradnici s HGI su sudjelovali na nekoliko međunarodnih radionica projekta CC-WaterS: u Beogradu (Srbija),



Radionica TW71 – Vela Luka/Blato, svibanj, 2011.: A – radionica Vela Luka; B – na terenu – Blatsko polje, i C – neformalno druženje u konobi.

Workshop TW71 in Vela Luka/Blato, May 2011: A – workshop in Vela Luka; B – in the field in Blatsko polje, and C – socialisation at a tavern.

Ljubljani (Slovenija) i Beču (Austrija). Održana je i posljednja studentska radionica u Austrijskim Alpama (Raichenau/Rax) na kojoj je sudjelovao asistent Tihomir Frangen iz HGI-CGS-a, te dobio nagradu za najbolju prezentaciju. Krajem svibnja u Veloj Luci i Blatu (otok Korčula) organizirali smo vrlo uspješnu radionicu projekta CC-WaterS u sklopu radnog paketa WP7. Radionica je održana u Veloj Luci, s terenskim dijelom u području Blata i neformalnim druženjem u samome Blatu do sitnih jutarnjih sati. Na tome dijelu konferencije zahvaljujemo kolegama iz Vodovoda Blato d.o.o., posebno direktoru, gosp. Radi Kaštropilu. Tijekom 2012. godine projekt će biti završen, te su sve aktivnosti usmjerene prema izradi izvješća za zadnji radni paket WP7, skupnih završnih izvješća i monografije.

**Lead Partner:** Municipality of the City of Vienna (Municipal Department 31 – Waterworks; Vienna, Austria); **Project Partner 1:** Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (Forestry Section, Vienna, Austria); **Project Partner 2:** Municipality of Waidhofen an der Ybbs (Waterworks, Waidhofen an der Ybbs, Austria); **Project Partner 3:** Ministry of Spatial planning and Environment (Environmental Agency of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Slovenia); **Project Partner 4:** University of Ljubljana (Ljubljana, Slovenia); **Project Partner 5:** Public Company for Water Supply and Waste Water Disposal Ljubljana (Ljubljana, Slovenia); **Project Partner 6:** Central Directorate for Water and Environment (Department for River Basin Management, Budapest, Hungary); **Project Partner 7:** Regional Administration of Molise (Environmental Protection Unit; Campobasso, Italy); **Project Partner 8:** Academy of Romania (Institute of Geography, Bucharest, Romania); **Project Partner 9:** National Meteorological Administration (Bucharest, Romania); **Project Partner 10:** National Institute for Hydrology and Water Management (Bucharest, Romania); **Project Partner 11:** Executive Forest Agency of the Ministry of Agriculture and Food (Sofia, Bulgaria); **Project Partner 12:** Thessaloniki Water Supply & Sewerage Co.s.a. (Thessaloniki, Greece); **Project Partner 13:** Municipal Enterprise for Planning and Development of Patras s.a. (Patras, Greece); **Project Partner 14:** Aristotle University of Thessaloniki (Department of Civil Engineering, Thessaloniki, Greece); **10% Project Partner** (financed by the Lead Partner): Croatian Waters (Zagreb, Croatia); **IPA Partner 1** (IPA financial Lead Partner): University of Belgrade (Faculty of Mining and Geology, Belgrade, Serbia); **IPA Partner 2:** Jaroslav Černi Institute for Development of Water Resources (Belgrade, Serbia).

Reports were prepared for the two most extensive work packages. Work package WP4 engaged in the exploration of ground-water resources. Most of the work was carried out by the subcontractor, the Faculty of Civil Engineering, University of Rijeka (Mr. Sc. Josip Rubinić with his associates). For this project, water balances were calculated for all three test areas for present conditions and those based on climatic prognostications for two 30-year periods, 2021–2050 and 2071–2100. The results pointed to a possibility of considerable reduction of inputs in the water balance until the end of this century, forecasting the loss (climatic model RegCM3) of only 0.5 % on Vrana Lake (Cres) but 30 % for Blatsko Polje on Korčula Island and 32 % for Bokanjačko Blato! For work package WP5, concerning land use and water quality, possible changes were analysed with respect to the allocation of space under the influence of climate change forecasts, including the impact of these changes on water quality. Because quantity and quality are closely associated in the coastal karst aquifers, work packages WP4 and WP5 have also been thematically interwoven. Field investigations continued parallel to the report writing in all test areas, and towards the end of the year, the work intensified while concluding work package WP7 on water management. Work also intensified on the monograph that will be published by a leading partner in the project, the Vienna Water Supply of Austria, to disseminate project results.

In 2011, HGI-CGS and its associates participated in international workshops within the CC-WaterS project in Beograd (Serbia), Ljubljana (Slovenia) and Vienna (Austria). A students' workshop was also held in the Austrian Alps (Raichenau/Rax) with participation by assistant Tihomir Frangen from HGI-CGS. He was awarded best presentation at the workshop. At the end of May, we organised a very successful workshop within the CC-WaterS project that was a part of work package WP7. The workshop was held in Vela Luka and included a field trip to the Blato surroundings and an informal gathering in the town of Blato itself. For that part of the conference, we are grateful to our colleagues from the Water Supply of Blato d.o.o. and to the director, Mr. Rade Kaštropil, in particular. The project was concluded in 2011, so all activities are now directed to finalising the report for work package WP7, concluding reports, and preparing the monograph.

CODEN GCRC

# Geologia

Journal of the  
Croatian Geological Survey  
and the Croatian Geological Society

UDC 55:56

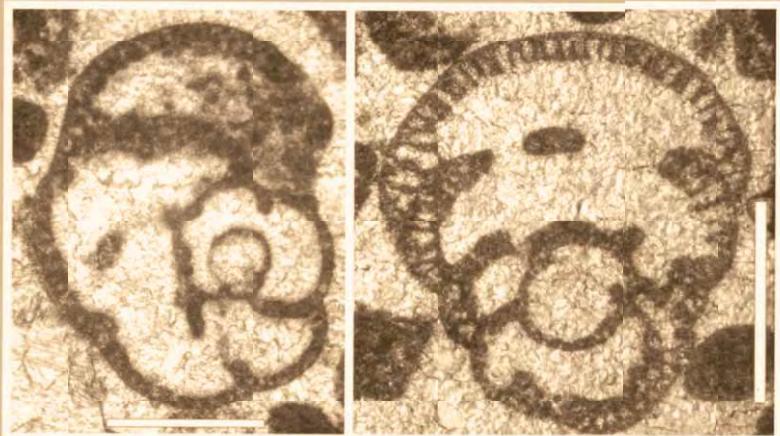
CODEN GCROE9

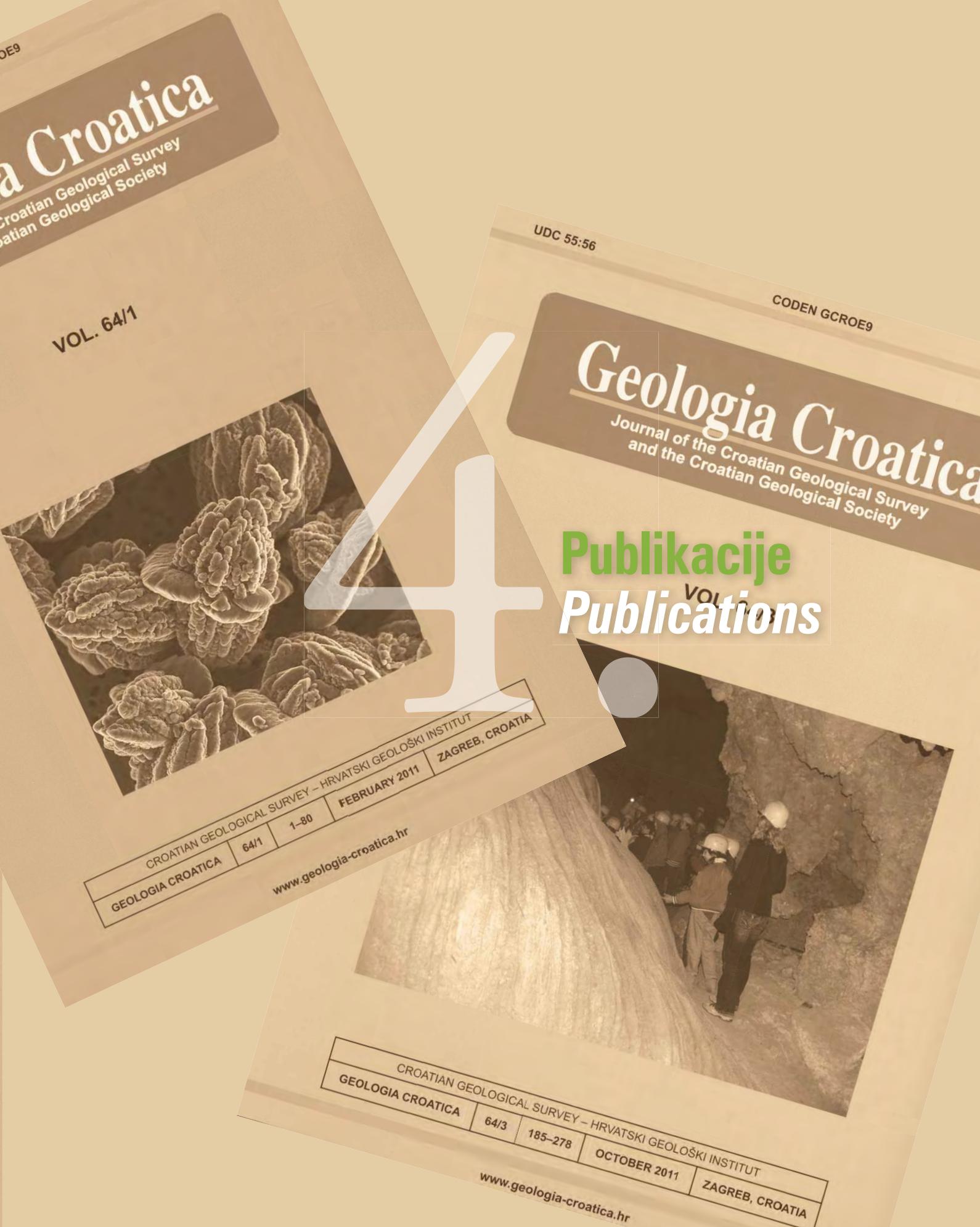
# Geologia Croatica

Journal of the Croatian Geological Survey  
and the Croatian Geological Society

GODIŠNJE IZDANJE

VOL. 64/2





a Croatica

Croatian Geological Survey  
Croatian Geological Society

VOL. 64/1



CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY – HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
GEOLOGIA CROATICA 64/1 1–80 FEBRUARY 2011 ZAGREB, CROATIA  
[www.geologia-croatica.hr](http://www.geologia-croatica.hr)

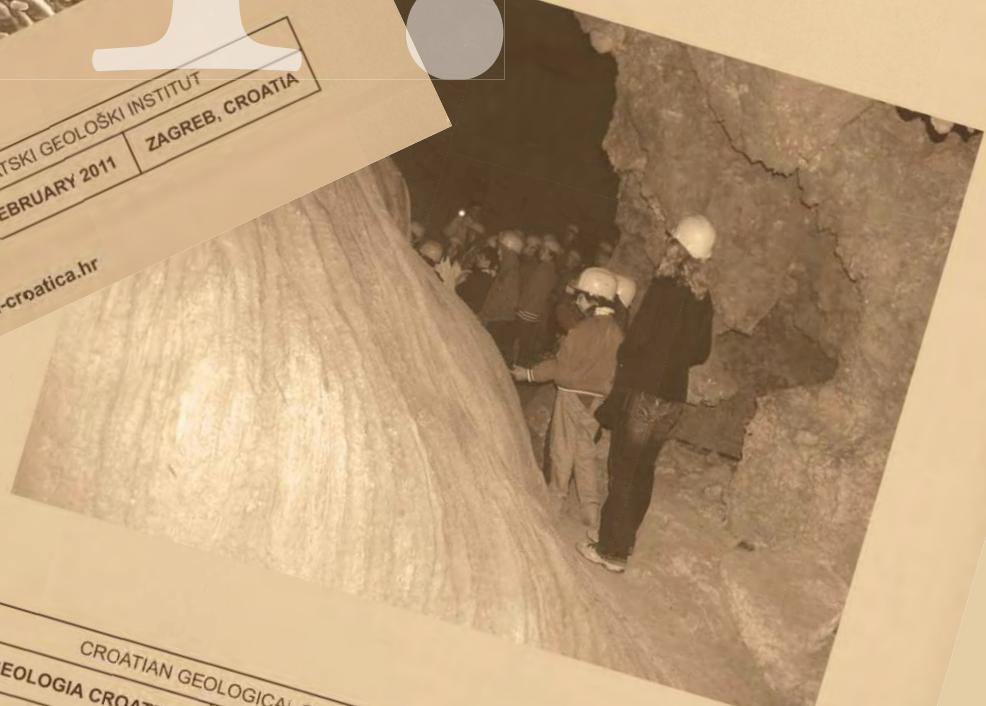
UDC 55:56

CODEN GCROE9

**Geologia Croatica**  
Journal of the Croatian Geological Survey  
and the Croatian Geological Society

**Publikacije**  
**Publications**

VOL. 64/1



CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY – HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
GEOLOGIA CROATICA 64/3 185–278 OCTOBER 2011 ZAGREB, CROATIA  
[www.geologia-croatica.hr](http://www.geologia-croatica.hr)

# 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)

U 2011. godini fond knjižnice Hrvatskog geološkog instituta povećan je za 252 knjige i 342 sveščića časopisa. Svakodnevno se radilo s korisnicima te im se pružala pomoć oko traženja literature, koja je najčešće nađena u srodnim knjižnicama na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu i Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, ili pak naručena uslugom međuknjnične posudbe preko Nacionalne sveučilišne knjižnice.

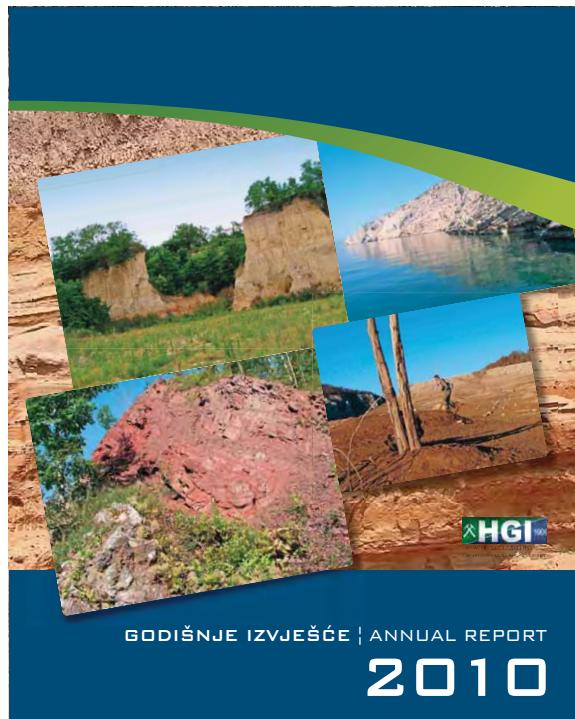
I ove godine provedena je revizija uz otpis građe koju smo obavezni obavljati svake četiri godine. Otpisano je 409 knjiga i 52 sveščića časopisa koji su ili nestali ili oštećeni. Nacionalna i sveučilišna knjižnica ovaj je put bila zainteresirana za neke naslove pa su im ti naslovi dostavljeni na daljnje čuvanje.

Knjižnica je i ove godine sudjelovala u poslovima vezanim uz časopis Geologia Croatica. Elektronička verzija objavljena na stranici [www.geologia-croatica.hr](http://www.geologia-croatica.hr) sadržava i bazu autora čiji su podatci ujednačeni i provjereni. Članci Geologie Croatice odnedavno imaju i svoje DOI (Digital Object Identifier) brojeve po-

In 2011, the HGI-CGS library added 252 books and 342 journal volumes to its collection. The library worked with clients on a daily basis by helping them search for literature that was most often found in the related libraries of the Faculty of Science and Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, or ordered by interlibrary loan through the National and University Library.

This year, an inventory was performed that included the write-off of library volumes, which we are obliged to perform every four years. A total of 409 books and 52 journal volumes that had been lost or damaged were written off. The National and University Library was also interested in some titles that we passed on to them.

The library also participated in activities related to the journal Geologia Croatica. The online version, available at the web page [www.geologia-croatica.hr](http://www.geologia-croatica.hr), includes authors' archives, the data of which have been standardised and verified. The journal's articles recently received their DOI (Digital Object Identifier) numbers to find and trace their citation index more

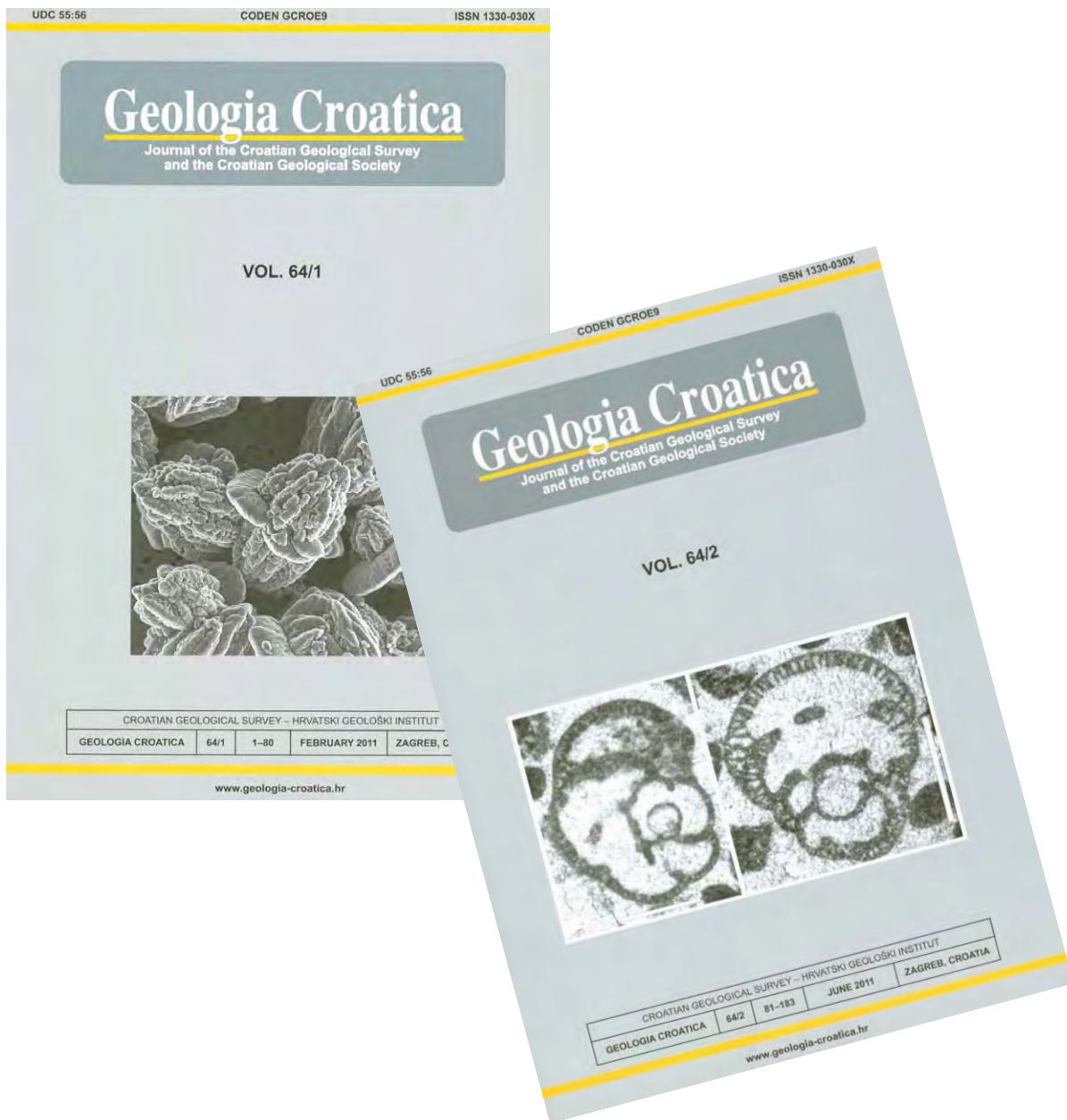


moću kojih ih je lakše pronaći i pratiti njihovu citiranost. Razmjena domaćih i stranih časopisa s Geologiom Croaticom i ove je godine bila glavni način nabave novih časopisa. Doduše, dobili smo još nekoliko obavijesti stranih institucija koje zbog troškova odustaju od razmjene papirnatih primjeraka časopisa i prelaze na elektroničke pa smo odlučili razmjenu nastaviti na taj način.

Za sljedeću godinu su najavljenja određena uređenja u prostoru knjižnice te se polako počelo s pripremama i pospremanjem. Ispraznjena su dva ormara i knjižnica se spremi na novi i osježeni izgled u kojem će se korisnici ugodnije osjećati.

easily. The exchange of domestic and foreign scientific journals with Geologia Croatica was again the main mode of procurement of new journals. Indeed, we obtained notices from several foreign institutions that, due to increasing costs, had given up sending paper journals and had moved to an online mode of communication, which is why we also decided to follow that path.

Spatial rearrangements of the library were announced for the coming year, and we began preparations and cleaning for this event. Two cabinets have been emptied, and the library is planning a new and refreshed look that will make clients feel more comfortable.



# Znanstveni časopis Geologia Croatica

## Scientific Journal Geologia Croatica

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

*Geologia 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.geologia-croatica.hr](http://www.geologia-croatica.hr)

U 2011. godini redovito su tiskana tri sveska: 64/1, 64/2 i 64/3. Na 278 stranica objavljena su 22 znanstvena rada i In Memoriam prof. dr. Vladimira Juraku (1942–2010). Od djelatnika Hrvatskog geološkog instituta, njih šestero bili su koautori na pet originalnih znanstvenih radova objavljenih tijekom godine.

*Geologia Croatica* is a scientific journal of the Croatian Geological Survey (HGI-CGS) and the Croatian Geological Society that is devoted to all fields of geoscience. Submission of papers is performed electronically through the Open Journal System. The articles are written in English and reviewed internationally. Information about the journal can be obtained through its website at [www.geologia-croatica.hr](http://www.geologia-croatica.hr).

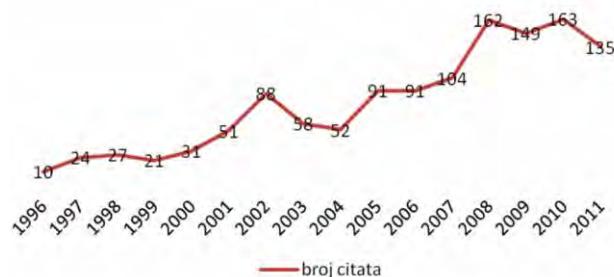
In 2011, we published three single issues, 64/1, 64/2 and 64/3. Volume 64 consisted of 278 pages with 22 manuscripts and an In Memoriam piece for Professor Vladimir Jurak (1942–2010). A list of 5 titles published in 2011 by six of CGS's employees can be found at the end of this Annual Report.

### Prirodno područje

red. br.	Časopis izdaje	Adresa	Naslov časopisa	OCJENA VRSNOĆE U 2011.
1	Hrvatsko Kemijsko Društvo	Horvatovac 102 A/II, 10000 ZAGREB	Croatia Chemica Acta	29.5
2	Hrvatsko Prirodoslovno Društvo	Frankopanska 1, 10000 ZAGREB	Periodicum Biologorum	24.0
3	ELEMENT,d.o.o.	Menčetićeva 2, 10000 ZAGREB	Mathematical Inequalities & Applications	21.5
4	Prirodoslovno-Matematički Fakultet, Geofizički Zavod A.MOHOROVIĆIĆ	Horvatovac bb, 10000 ZAGREB	Geofizika	20.5
5	Institut za oceanografiju i ribarstvo	Šetalište I.Meštrovića 63, 21000 SPLIT	Acta Adriatica	20.0
6	Prirodoslovno-Matematički Fakultet	Rooseveltov trg 6, PP 333, 10000 ZAGREB	Acta Botanica Croatica	19.0
7	Hrvatski GeoLoški Institut	Sachsova 2, 10000 ZAGREB	Geologija Croatica	19.0
8	ELEMENT,d.o.o.	Menčetićeva 2, 10000 ZAGREB	Operators and Matrices	16.5
9	Sveučilište J.J.STROSSMAYERA, Odjel za matematiku	Trg Lj. Gaja 6, 31000 OSIJEK	Mathematical Communications	16.0
10	Prirodoslovno Matematički Fakultet, Matematički Odjel	Bijenička 30, 10000 ZAGREB	Glasnik matematički	15.5
11	Hrvatski Prirodoslovni Muzej	Demetrova 1, 10000 ZAGREB	Natura Croatica	14.0
12	Hrvatsko Geografsko Društvo	Marulićev trg 19, 10000 ZAGREB	Hrvatski geografski glasnik	13.0
13	Hrvatsko EntomoLoško Društvo	Svetosimunska 25, 10000 ZAGREB	Entomologija Croatica	7.0
14	Hrvatsko Geografsko Društvo	Ul.dr.Franje Tuđmana bb, 23000 ZADAR	Geoadria	6.5
15	Hrvatsko Meteorološko Društvo	Grič 3, 10000 ZAGREB	Hrvatski meteorološki časopis	6.5
16	Geodetski Fakultet	Kačićeva 26, 10000 ZAGREB	Central European Astrophysical Bulletin	4.5
17	ELEMENT d.o.o.	Menčetićeva 2, 10000 ZAGREB	Differential equations and applicattions	4.0
18	ELEMENT,d.o.o.	Menčetićeva 2, 10000 ZAGREB	Journal of Mathematical Inequalities	4.0

Ocjena vrsnoće za 2011. godinu prema MZOŠ (izvor: [www.mzos.hr](http://www.mzos.hr)).

Assessment in the year 2011 according to the Ministry of Science, Education and Sports ([www.mzos.hr](http://www.mzos.hr)).



Broj citata u posljednjih 15 godina izlaženja znanstvenog časopisa Geologija Croatica, zaključno s danom 14.11.2011.

The number of citations in the last 15 years from the scientific journal Geologija Croatica until 14. November 2011.

MZOS je u 2011. sufinanciralo izlaženje 214 znanstvenih, znanstvenostručnih časopisa i časopisa za popularizaciju znanosti. U okviru prirodnog područja od ukupno 18 časopisa, naš časopis se s 19 bodova našao na 7. mjestu prema ocjeni vrsnoće.

Stalno radimo na poboljšanju kvalitete časopisa i na međunarodnoj prepoznatljivosti. Tako sljedeće godine dobivamo službeni čimbenik utjecaja od Thomson Reutersa jer nas prate od 2009. godine u bazi *Web of Science*. Prema SCOPUS-u, 2011. godinu smo završili na 86. mjestu od 150 geoloških časopisa, što je Q3 ili treća kvartila. SJR (SciMago Journal Rank – čimbenik utjecaja) je iznosio 0,031. Od 102 hrvatska časopisa koja se prate, bili smo na 23. mjestu.

Kontinuirano smo indeksirani 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 Ministry of Science, Education and Sports financed the publishing of 214 scientific and professional journals and magazines. Within the area of natural sciences, our journal took 7<sup>th</sup> place out of 18 journals with a total of 19 points based on the Ministry's quality assessment.

We are constantly working to improve the quality of the journal and increase its international recognition. We should receive an official impact factor from Thomson Reuters in the next year. According to the SCOPUS bibliographic database, we placed 86<sup>th</sup> in the third quartile (Q3) out of 150 geological journals. Our SciMago Journal Rank (SJR) was 0.031. Out of 102 journals in Croatia, we took 23<sup>rd</sup> place in the rankings.

We are also regularly indexed in Geo Abstracts, GeoRef, GeoArchive, Geotitles, Geobase, MINABS Online, BIOSIS, Zoological Abstracts, PASCAL, Petroleum Abstracts, Chemical Abstracts, Current Geographical Abstracts and EBSCO Academic.

UDC 55:56      CODEN GCROE9      ISSN 1330-030X

# Geologija Croatica

Journal of the Croatian Geological Survey  
and the Croatian Geological Society

VOL. 64/3

CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY – HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
GEOLOGIJA CROATICA | 64/3 | 185–278 | OCTOBER 2011 | ZAGREB, CROATIA

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

# Bibliografija djelatnika HGI-CGS-a u 2011. godini

## Bibliography of HGI-CGS Staff in 2011

### POGLAVLJA U KNJIZI / BOOK CHAPTERS

**Kuhta, Mladen.** Pazinska jama and its impact on the quality of springs in the valley of the river Raša / Pressures and Protection of the Underground Karst – Cases from Slovenia and Croatia / Prelovšek, Mitja ; Zupan Hajna, Nadja (ur.). Postojna : Karst Research Institute ZRC SAZU, 2011. Str. 128–137.

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

**Galović, Lidija;** Frechen, Manfred; **Peh, Zoran;** Durn, Goran; **Halamić, Josip.** Loess/palaeosol section in Šarengrad, Croatia – a qualitative discussion on the correlation of the geochemical and magnetic susceptibility data / *Quaternary International.* 240 (2011), 1–2; 22–34.

**Grizelj, Anita;** Tibljaš, Darko; Kovačić, Marijan; Španić, Darko. Diagenesis of Miocene pelitic sedimentary rocks in the Sava Depression (Croatia) / *Clay minerals.* 46 (2011), 1; 59–72.

**Hajek-Tadesse, Valentina;** Prtoljan Božo. Badenian Ostracoda from the Pokupsko area (Banovina, Croatia) / *Geologica Carpathica.* 62 (2011), 5/2011; 447–461.

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.* 10 (2011); xxx.

Novothny, Ágnes; Frechen, Manfred; Horváth, Erzsébet; **Wacha, Lara;** Rolf, Christian. Investigating the penultimate and last glacial cycles of the Sütő loess section (Hungary) using luminescence dating, high resolution grain size, and magnetic susceptibility data / *Quaternary international.* 234 (2011), 1/2; 75–85.

Pavelić, Davor; Kovačić, Marijan; Vlahović, Igor; **Wacha, Lara.** Pleistocene calcareous aeolian-alluvial deposition in a steep relief karstic coastal belt (island of Hvar, eastern Adriatic, Croatia) / *Sedimentary geology.* 239 (2011), 1–2; 64–79.

**Peh, Zoran;** Mileusnić, Marta; **Miko, Slobodan.** Canonical correlation analysis as a tool in the provenance study of overbank sediments from the small mountainous watersheds / *Environmental earth sciences.* 64 (2011), 4; 1139–1155.

**Slovenec, Damir;** Lugović, Boško; Meyer, Hans-Peter; Garapić Šiftar, Gordana. A Tectono-magmatic correlation of basaltic rocks from ophiolite mélanges at the North-Eastern tip of the Sava-Vardar suture Zone, Northern Croatia, constrained by geochemistry and petrology / *Ofioliti.* 36 (2011), 1; 77–100.

Šajn, Robert; **Halamić, Josip;** **Peh, Zoran;** **Galović, Lidija;** Alijagić, Jasmina. Assessment of the natural and anthropogenic sources of chemical elements in alluvial soils from the Drava River using multivariate statistical methods / *Journal of geochemical exploration.* 110 (2011), 3; 278–289.

Toševski, Aleksandar; **Pollak, Davor;** Ženko, Tomislav; Aljinović, Dunja; Tadej, Neven. Some engineering properties of limestone : Tunnel Stražina case study (Croatia) / *Tunnelling and underground space technology.* 26 (2011), 1; 242–251.

Vlahović, Igor; Mikša, Goran; Mrnjek, Ervin; Hasiotis, Stephen T.; **Velić, Ivo;** Tišljarić, Josip; **Matičec, Dubravko.** Response of tracemakers to temporary platform drowning : Lower Cenomanian of Southern Istria (Western Croatia) / *Palaeos.* 26 (2011), 9; 567–577.

**Wacha, Lara;** Frechen, Manfred. The geochronology of the „Gorjanović loess section“ in Vukovar, Croatia / *Quaternary international.* 240 (2011), 1/2; 87–99.

**Wacha, Lara;** Mikulčić Pavlaković, Snježana; Novothny, Ágnes; Crnjaković, Marta; Frechen, Manfred. Luminescence Dating of Upper Pleistocene Loess from the Island of Susak in Croatia / *Quaternary international.* 234 (2011) , 1/2; 50–61.

## RADOVU ČASOPISU GEOLOGIA CROATICA / PAPERS IN THE GEOLOGIA CROATICA JOURNAL

- Fajković, Hana; **Hasan, Ozren; Miko, Slobodan;** Juračić, Mladen; **Mesić, Saša;** Prohić, Esad. Vulnerability of the karst area related to potentially toxic elements / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society.* 64 (2011) , 1; 41–48.
- Kovačić, Marijan; **Horvat, Marija; Pikija, Mato; Slovenec, Damir.** Composition and provenance of Neogene sedimentary rocks of Dilj gora Mt.(south Pannonian Basin, Croatia) / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society.* 64 (2011) , 2; 121–132.
- Lacković, Damir; Glumac, Bosiljka; Asmerom, Yemane; **Stroj, Andrej.** Evolution of the Vaternica Cave (Medvednica Mountain, Croatia) drainage system: insights from the distribution and dating of cave deposits / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society.* 64 (2011) , 3; 213–221.
- Schlagintweit, Felix; **Velić, Ivo.** New and poorly known Middle Jurassic larger benthic foraminifera from the Karst Dinarides of Croatia / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society.* 64 (2011) , 2; 81–99.
- Sondi, Ivan; Škapin, D. Srećo; Jurina, Irena; **Slovenec, Damir.** A novel concept in the growth and design of anhydrous carbonate minerals: nano-scale aggregation mechanisms / *Geologija Croatica : journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society.* 64(2011) , 1; 61–65.

## RADOVU DRUGIM ČASOPISIMA / PAPERS IN OTHER JOURNALS

- Korunić, Zlatko; Rozman, Vlatka; **Halamić, Josip;** Kalinović, Irma; Hamel Darka. Insecticide potential of diatomaceous earth from Croatia / *IOBC/WPRS bulletin.* 69 (2011) ; 389–397.
- Markič, Miloš; Turk, Velimir; **Kruk, Boris;** Šolar, Slavko V. Premog v Murski formaciji (pontij) med Lendavo in Murskim Središčem ter v šiřem prostoru SV Slovenije / *Geologija.* 54 (2011) , 1; 97–120.
- Stroj, Andrej.** Hidrogeološka istraživanja krških vodonosnih sustava. Primjer istraživanja podzemnih tokova u zaleđu priobalnih izvora Velebitskog kanala / *Vijesti Hrvatskoga geološkog društva.* 48 (2011) , 1; 20–34.
- Wacha, Lara;** Mikulčić Pavlaković, Snježana; Frechen, Manfred; Crnjaković, Marta. The Loess Chronology of the Island of Susak, Croatia / *Eiszeitalter und Gegenwart – Quaternary Science Journal.* 60 (2011) , 1; 153–169.

## RADOVU SAŽETCI U ZBORNICIMA SKUPOVA / PAPERS AND ABSTRACTS IN PROCEEDINGS

- Bostjančić, Iris; Pollak, Davor; Podolszki, Laszlo; Gulam Vlatko.** The geological setting of the sinkholes in bare Croatian karst / *Environmental Geosciences and Engineering Survey for Territory Protection and population Safety* / Laverov, N.P. Osipov V.I. (ur.). Moscow : IE Kiseleva N.V., 2011. 60–61.
- Grgasović, Tonči.** Fosilne morske alge Biokova: ključ za razumijevanje geološke prošlosti / *Biokovo na razmeđi milenija: razvoj parka prirode u 21. stoljeću, knjiga sažetaka* / Protrka, Ksenija ; Škrabić, Hrvoje ; Srzić, Stipe (ur.). Makarska : Park prirode Biokovo, 2011. 78–80.
- Grizelj, Anita;** Tibljaš, Darko; Kovačić, Marijan. Correlation of the illite-smectite diagenesis in the Sava depression with other sub-basins of the Pannonian basin system / *Abstracts and Guide of Excursion / Kyška Pipik, Radovan ; Starek, Dušan ; Stanova, Sidonia (ur.). Banská Bystrica, Slovak Republic : Geological Institute, Slovak Academy of Science, 2011.* 12–13.
- Hajek-Tadesse, Valentina.** Holocene ostracods record of the karst lakes sediments, Cres and Mljet Islands, Adriatic Sea (Croatia) / *Joannea Geologie und Palaontologie 11* / Gross, Martin (ur.). Graz, 2011. 69–70.
- Hajek-Tadesse, Valentina.** Miocene ostracod fauna in Croatia / *Joannea Geologie und Palaontologie 11* / Gross, Martin (ur.). Graz : Universalmuseum Joanneum, 2011. 71–72.
- Hajek-Tadesse, Valentina; Miknić Mirjana.** Microfossils from Early Miocene lacustrine deposits of Pag island (SW Croatia) / *The 4 th International workshop on the Neogene from the Central and South-Eastern Europe / Pipik, K.Radovan ; Starek, Dušan ; Stanova Sidonia (ur.). Banska Bystrica : Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University, 2011.* 14–15.
- Halamić, Josip; Šorša, Ajka; Peh, Zoran; Jurišić Mitrović, Vlasta.** Assessment of Suitability of Agricultural Soils in Croatia for Agricultural Production of Plants Based on the Results of European EuroGeoSurveys Project „GEMAS“ / *Proceedings of 2nd CEFER Workshop*

on Persistent organic pollutants in food and the environment / Škrbić, Biljana ; Milanović, Spasenija (ur.). Novi Sad : Univeristy of Novi Sad, Faculty of Technology, 2011. 238–244.

**Hasan, Ozren; Miko, Slobodan; Peh, Zoran; Šparica Miko, Martina.** Geochemistry of potentially toxic elements in soils developed on karst in Croatia / Programme and Abstracts 25th International Applied Geochemistry Symposium 2011 22–26 August 2011 Rovaniemi, Finland / Pertti Sarala, V. Juhani Ojala and Marja-Leena Porsanger (ur.). Rovaniemi : Vuorimiesyhdistys – Finnish Association of Mining and Metallurgical, 2011. 146–146.

**Horvat, Marija; Slovenec Damir;** Slovenec Dragutin. Acid volcanism in the southern part of the Pannonian Basin (Dilj Mt., Croatia) / The 4th International workshop on the Neogene from the Central and South-Eastern Europe, Abstracts and Guide of Excursion / Kyška Pipik, R., Starek, D. & Stanova, S. (ur.). Banska Bystrica : Faculty of Natural Sciences, Matej Bel University, 2011. 16–17.

**Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Hasan, Ozren; Bakrač, Koraljka.** Comparison of the mineralogy and origin of clay minerals of the lake sediments of eastern Adriatic coast (Vrana Lake, Bokanjačko blato and Baćina Lake) / EUROCLAY 2011 Book of abstracts / Karakas, Zehra ; Kadir, Selahattin ; Turkmenoglu, Asuman Gunal (ur.). Antalya : Dumat Ofset, 2011. 44–44.

**Korbar, Tvrko; Fuček, Ladislav; Grgasović Tonči; Palenik, Damir; Novak, Vibor; Koch, Georg;** Blagus, Zvonko ; Huđber, Kristina ; Hodak, Tomislav. Complex geological structure of western Biokovo Mt. on the route of Sv. Ilija tunnel / Biokovo na razmeđi milenija: razvoj parka prirode u 21. stoljeću, knjiga sažetaka / Protrka, Ksenija ; Škrabić, Hrvoje ; Srzić, Stipe (ur.). Makarska : Park prirode Biokovo, 2011. 61–64.

**Korbar, Tvrko; Steuber, Thomas; Fuček, Ladislav;** Lokier, Stephen ; Jobe, Tiffany. Facies diversification and rudists during OAE 1a – a case study of Lower Aptian platform carbonates on the island of Vis (Adriatic Sea, Croatia) / UWI Mona Contribution to Geology 6 / Mitchell, Simon F (ur.). Kingston : UWI Geology Museum, 2011. 16–16.

**Kovačić, Miron; Borović, Staša;** Marković, Izidora. Geotermalne vode Republike Hrvatske: korištenje i turistička valorizacija / 5. hrvatska konferencija o vodama s međunarodnim sudjelovanjem – Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena (zbornik radova) / Biondić, Danko ; Holjević, Danko ; Tropan, Ljudevit (ur.). Opatija : Hrvatske vode, 2011. 573–579.

**Kuhta, Mladen; Brkić, Željka.** Temperature characteristics of Lake Vrana on the Island of Cres // Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena / Biondić, Danko ; Holjević, Danko ; Tropan, Ljudevit (ur.). Zagreb : Hrvatske vode, 2011. 403–410.

**Kuhta, Mladen; Stroj, Andrej.** Hidrogeološke značajke speleoloških objekata i njihova inventarizacija / Stručni seminar o speleološkom katastru, zbornik sažetaka. / Buzjak, Nenad ; Paar, Dalibor (ur.). 2011. 21–21.

**Larva, Ozren; Marković, Tamara; Brkić, Željka.** Determination of Groundwater Quality Status in the Drava Basin / Book of Abstracts / Adams, Shafick (ur.). Pretoria : GWD, 2011. 119–119.

**Larva, Ozren; Marković, Tamara; Brkić, Željka;** Beslić, Milan. Pojava visokih koncentracija mangana u podzemnoj vodi crpilišta Zapadno polje u Požegi / Aktualna problematika u vodoopskrbi i odvodnji / Beslić, Milan ; Ban, Dario (ur.). Ičići : Revelin d.o.o., 2011. 189–200.

**Larva, Ozren; Marković, Tamara; Mraz, Vinko.** Promjena izdašnosti izvorišta „Pašino vrelo“ – utjecaj klimatskih promjena ili dugogodišnje eksploatacije podzemne vode? / Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena / Biondić, D. ; Holjević, D. ; Tropan, Lj. (ur.). Zagreb : Hrvatske vode, 2011. 521–530.

Magyar Imre, Szuromi-Korecz Andrea, Nusszer András, Sütő-Szentai Mária, Nagy-Bodor Elvira, **Bakrač Koraljka**, Böhme Madelaine, Nagymarosy András. An Early Miocene (?) brackish-water Basin in Eastern Hungary / The 4th international workshop on the Neogene from the Central and South-eastern Europe, Abstracts and Guide of Excursion / Kyška Pipik, Radovan ; Starek, Dušan ; Stanova, Sidonia (ur.). Banska Bystrica, Slovak Republic : Geological Institute, Slovak Academy of Science, 2011. 12–13.

**Marković, Tamara; Ilijanić, Nikolina; Miko, Slobodan; Larva, Ozren; Brkić, Željka.** Effect of clay content on Fe, Mn-adsorption in overbank sediment of Požega valley / EUROCLAY 2011 Book of Abstracts / Karakas, Zehra ; Kadir, Selahattin ; Turkmenoglu, Asuman Gunal (ur.). Antalya : Dumat Ofset, 2011. 446–446.

**Marković, Tamara; Terzić, Josip;** Berović, Nicoletta. Using Chemical Indicators to Characterize and Determine the Impact of the Climate Change on Karstic Aquifer – Bokanjačko Blato the Testing Site of the CCwatreS Project / Book of Abstracts / Adams, Shafick (ur.). Pretoria : GWD, 2011. 147–147.

Márton, Emö; Tomljenović, Bruno; Pavelić, Davor; Pethe, Mihály; **Avanić, Radovan**; Jelen, Boris. Late Miocene clay-rich sediments from the Croatian and Slovenian parts of the Pannonian Basin – Paleomagnetism, magnetic minerals and magnetic fabric / The 4th International Workshop on the Neogene from the Central and South-Eastern Europe. Abstracts and Guide of Excursion / Kyška Pipik, Radovan ; Starek, Dušan ; Staňová, Sidónia (ur.). Banská Bystrica : Geological Institute, Slovak Academy of Sciences, 2011. 26–27.

**Miklin, Željko; Podolszki, Laszlo.** Basic engineering geological map and geographic information system of Croatia / Proceedings of the International Symposium of Landslide and Geoenvironment / Luljeta Bozo (ur.). Tirana : Natyra Press, 2011. 253–256.

- Miklin, Željko; Podolszki, Laszlo; Martinčević, Jasmina.** Inženjerskogeoške značajke nove pruge od Zagreba do Josipdola / *Zbornik radova BH kongres o željeznicama / Čvork*, Enes (ur.). Sarajevo : Udrženje konzultanata inženjera Bosne i Hercegovine, 2011. 17–17.
- Miko, Slobodan; Šparica Miko, Martina; Hasan, Ozren; Mesić, Saša; Ilijanić, Nikolina.** Geochemistry of kindergarten playground soils in Zagreb, Croatia / *Programme and Abstracts 25th International Applied Geochemistry Symposium 2011 22–26 August 2011 Rovaniemi, Finland* / Pertti Sarala, V. Juhani Ojala and Marja-Leena Porsanger (ur.). Rovaniemi : Vuorimiesyhdistys – Finnish Association of Mining and Metallurgical, 2011. 67–67.
- Mrinjek, Ervin; **Pencinger, Vili; Nemec, Wojtek; Vlahović, Igor; Matičec, Dubravko.** The effects of blind-thrust folding on foreland sedimentation: examples from the Eocene-Oligocene Dinaric foreland basin of Croatia / *Abstracts, 28th IAS Meeting of Sedimentology 2011, Zaragoza, Spain* / Bádenas, Beatriz ; Aurell, Marcos ; Alonso-Zarza, Ana M. (ur.). Zaragoza : IAS, 2011. 443–443.
- Petrinec, Branko; **Ilijanić, Nikolina; Franić, Zdenko; Miko, Slobodan.** Sedimentation rate using  $^{137}\text{Cs}$  and mineralogy of the Middle and South Adriatic Sea / *EUROCLAY 2011 Book of Abstracts* / Karakas, Zehra ; Kadir, Selahattin ; Turkmenoglu, Asuman Gunal (ur.). Antalya : Dumat Ofset, 2011. 271–271.
- Podolszki, Laszlo;** Ferić, Pavle; Miyagi, Toyohiko; Yagi, Hiroshi; Hamasaki, Eisaku; Mihalić, Snježana. Aerial photo interpretation of landslides for the purpose of landslide inventory mapping in the area of the City of Zagreb / *Monitoring and analyses for disaster mitigation of landslides, debris flow and floods. Abstract proceedings of the 2nd Japanese-Croatian Project Workshop* / Ožanić, Nevenka ; Arbanas, Željko ; Mihalić, Snježana ; Hideaki, Marui (ur.). Rijeka : Sveučilište u Rijeci, 2011. 43–43.
- Rubinić, Josip; Horvat, Bojana; **Terzić, Josip;** Bošnjak, Tomislava. Analiza klimatskih promjena/varijacija na pilot područjima u Hrvatskoj / *Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena* / Biondić, Danko ; Holjević, Danko ; Tropan, Ljudevit (ur.). Opatija : Hrvatske vode, 2011. 119–128.
- Sokač, Branko; Grgasović, Tonči; Velić, Ivo.** Paleogene Dasycladalean algae from the north-east foot of Biokovo Mt. (Dinarides Mts., Croatia) / *10th International Symposium on Fossil Algae, Abstracts* / Bucur I.I. ; Sasaran E. (ur.). Cluj-Napoca : Cluj-Napoca University Press, 2011. 80–80.
- Slišković, Ivan; Terzić, Josip; Buljan, Renato.** Krš „Niske Hercegovine“ i mogućnosti vodoopskrbe / *Zbornik Sažetaka, IV. savjetovanje geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem* / Skopljak, Ferid (ur.). Sarajevo : Udrženje/udruga geologa Bosne i Hercegovine, 2011. 275–292.
- Škrbić, Biljana; Đurišić-Mladenović, Nataša; Zorić, M.; Stafilov, Trajče; **Halamić, Josip;** Šajn, Robert. Distribution of Heavy Elements in Soil from Countries of the Balkan Region / *Proceedings 2nd CEFSEER Workshop on Persistent organic pollutants in food and the environment* / Škrbić, Biljana ; Milanović, Spasenija (ur.). Novi Sad : University of Novi Sad, Faculty of Technology, 2011. 203–209.
- Škrbić, Biljana; Zorić, M.; Đurišić-Mladenović, Nataša; **Halamić, Josip; Peh, Zoran; Šorša, Ajka;** Predojević, Z. Chemometric Survey of the Bottled Waters from Serbia and Croatia / *Proceedings 2nd CEFSEER Workshop on Persistent organic pollutants in food and the environment* / Škrbić, Biljana ; Milanović, Spasenija (ur.). Novi Sad : Univeristy of Novi Sad, Faculty of technology, 2011. 210–216.
- Terzić, Josip;** Širac, Siniša; **Miko, Slobodan;** Kuschnig, Gerhard; Lukšić, Mojca. The CC-WaterS project: project presentation with special reference to pilot sites in Croatia / *Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena* / Biondić, Danko ; Holjević, Danko ; Tropan, Ljudevit (ur.). Opatija : Hrvatske vode, 2011. 99–108.
- Vlahović, Igor; Tišljarić, Josip; **Velić, Ivo;** Enos, Paul; **Matičec, Dubravko;** Pletikosić, Nikola; Perković, Dario; **Prtoljan, Božo;** Velić, Josipa; Mrinjek, Ervin; Mikša, Goran. Tertiary carbonate breccia conundrum in the Karst Dinarides of Croatia: very massive and very neglected / *Abstracts, 28th IAS Meeting of Sedimentology 2011* / Bádenas, Beatriz ; Aurell, Marcos ; Alonso-Zarza, Ana M. (ur.). Zaragoza : IAS, 2011. 460–460.

## DISERTACIJE / DOCTORAL THESES

- Lukač Reberski, Jasmina.** Određivanje podsljevova izvorišta rijeke Gacke na osnovi hidrogeoloških pokazatelja. Zagreb : Rudarsko-geoško-naftni fakultet, 22.07. 2011., 158. Voditelj: Nakić Zoran.
- Navratil, Dražen.** Statistički model osnovnih geometrijskih značajki diskontinuiteta u mezozojskim karbonatnim stijenama. Zagreb : Rudarsko – geoško – naftni fakultet, 08.12. 2011., 208. Voditelj: Hrženjak, Petar ; Tomljenović, Bruno.
- Wacha, Lara.** Luminescence dating of loess from the island of Susak in the Northern Adriatic Sea and the “Gorjanović loess section” from Vukovar in eastern Croatia. Berlin, Njemačka : Freie Universität, Berlin, Njemačka, 17.05. 2011., 185. Voditelj: Frechen, Manfred ; Durn, Goran.

# Studije i elaborati

## Studies and Elaborates

**Bakrač, Koraljka:** Palinološka istraživanja na području lokaliteta „Jama Vrtare male“. 022/11

**Bakrač, Koraljka:** Palinološke analize arheološkog nalazišta Sopot. 021/11

**Buljan, Renato; Novosel, Tomislav; Gulam, Vlatko; Pollak, Davor:** Most „Kopno-Pelješac“ Inženjerskogeološki izvještaj za stupna mješta. Dodatni istraživački radovi. Podloga za izvedbeni projekt. 013/11

**Grizelj, Anita:** Izvješće o modalnim analizama teške mineralne frakcije „lesolikih“ i pjeskovitim sedimenata Baranje. 036/11

**Grizelj, Anita:** Izvješće o sedimentno-petrografske analizama uzoraka iz bušotine Arena Zagreb Lanište-I (AZL-1). 035/11

**Grizelj, Anita:** Izvješće o sedimentno-petrografske analizama uzoraka iz bušotine Cvjetni trg (S-2). 037/11

**Hajek-Tadesse, Valentina:** Determination and analysis of Ostracods fauna from the borehole samples: WD-2, WS-4, WS-5 of Krško area (Republic of Slovenia). 027/11

**Ilijanić, Nikolina:** Izvješće kvantitativne mineraloške fazne analize uzorka „Petrokemija Kutina“. 031/11

**Ilijanić, Nikolina:** Izvješće mineraloške analize uzorka 4511/IIP-217/10. 025/11

**Jurišić-Mitrović, Vlasta:** Rezultati kemijskih analiza uzorka „Agraria kvarc novi 0-1,3“ (Inker). 001/11

**Jurišić-Mitrović, Vlasta:** Rezultati kemijskih analiza uzorka „Ljevača masa A1“ (Inker). 002/11

**Jurišić-Mitrović, Vlasta:** Rezultati kemijskih analiza uzorka pijeska Jerovec (Inker). 006/11

**Jurišić-Mitrović, Vlasta:** Rezultati određivanja sadržaja iona u uzorcima pijeska Mazalica, Novo Mesto i Agraria. 018/11

**Kruk, Boris; Kastmüller, Željko:** Elaborat prethodne ocjene prihvatljivosti eksploatacije karbonatne sirovine za industrijsku preradu i tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Mlada Vodica“ za ekološku mrežu. 004/11

**Kruk, Boris; Kastmüller, Željko;** Mesec, Josip; Kujundžić, Trpimir; Korman, Tomislav: Zahtjev za prethodnu ocjenu zahvata (Eksploatacija građevnog pijeska i šljunka na eksploatacijskom polju „Nova Drenčina“). Elaborat prethodne ocjene prihvatljivosti istog zahvata. 010/11

**Kruk, Boris; Kastmüller, Željko;** Vlahović, Tanja; Pernar, Nikola; Tvrtković, Nikola; Bakšić, Darko: Studija o utjecaju na okoliš eksploatacije karbonatne sirovine za industrijsku preradu i tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju Mlada Vodica u općini Podcrkavlje. 012/11

**Kruk, Boris; Kruk, Ljiljana:** Elaborat o rezervama kremenog pijeska na eksploatacijskom polju „Branešći“. Obnova rezervi. 024/11

**Kruk, Boris; Kruk, Ljiljana:** Elaborat o rezervama kremenog pijeska na eksploatacijskom polju „Vranić“. Obnova rezervi. 038/11

**Kruk, Boris; Kruk, Ljiljana:** Nalaz i mišljenje o glini kao rudnom blagu na lokalitetu Zorica kod Sinja na k.č. br. 4511 u k.o. Hrvace. 029/11

**Kuhta, Mladen; Stroj, Andrej:** Studija o utjecaju na okoliš Centra za gospodarenje otpadom Dubrovačko-neretvanske županije na lokaciji Lučino Razdolje. Speleološke značajke područja zahvata. 008/11

**Larva, Ozren; Marković, Tamara; Brkić, Željka:** Hidrogeološka istraživanja na području crpilišta Zapadno polje u Požegi. II faza istraživanja. 019/11

**Marković, Tamara:** Analytical Report Chemical Analyses of Water Samples. 014/11

**Marković, Tamara:** Izvješće o izvršenim analizama Na-fluoresceina u uzorcima vode dostavljenih iz Winner project – Sarajevo. 016/11

**Marković, Tamara:** Izvješće o izvršenim analizama Na-fluoresceina u uzorcima vode dostavljenih iz RGN fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. 023/11

**Marković, Tamara:** Izvješće o izvršenim kemijskim analizama sedimenata dostavljenih iz Vodovod i kanalizacija Karlovac. 005/11

**Miklin, Željko:** Dopuna detaljne inženjerskogeološke karte podsljemenske urbanizirane zone. 026/11

**Miklin, Željko:** Inženjerskogeološko mišljenje. Katastarske čestice 4388 k.o. Šestine u pravcu ulice Kraljevac kućni broj 5 i katastarske čestice 206/1 k.o. Centar. 011/11

**Miko, Slobodan; Kruk, Boris; Hasan, Ozren; Dedić, Željko; Kruk, Ljiljana;** Krasić, Dragan: SARMa Project. Sustainable Aggregates Re-source Management in Croatia 2009–2011. 034/11

**Miko, Slobodan; Marković, Tamara; Ilijanić, Nikolina:** Kemijske analize tla sa lokacije budućeg centra „Supernova“ Zagreb, u svrhu utvrđivanja pogodnosti odlaganja kao nereaktivnog otpada. 007/11

**Slišković, Ivan, Miklin, Željko, Navratil, Dražen:** Konačni prijedlog trase željezničke pruge Zagreb-Rijeka. Dionica: Hrvatski Leskovac-Karlovac-Josipdol-Krasica (Hidrogeologija i inženjerska geologija). 030/11

**Stroj, Andrej:** Izvještaj o terenskom obilasku izvora u Štirovači i prijedlog načina uspostave opažanja. 020/11

# ZAPOSLENICI HGI-CGS | EMPLOYEES OF HGI-CGS

<b>Avanić</b>	Radovan	+385 1 6160 708	radovan.avanic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Badrjević</b>	Edin	+385 1 6160 754		Stručne službe
<b>Bakrač</b>	Koralika	+385 1 6160 706	koralika.bakrac@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Banak</b>	Adriano	+385 1 6160 708	adriano.banak@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Bastalić</b>	Nada	+385 1 6160 712	nada.bastalic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Belak</b>	Mirko	+385 1 6160 722	mirko.belak@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Bergant</b>	Stanislav	+385 1 6160 732	stanislav.bergant@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Borović</b>	Staša	+385 1 6160 704	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 724	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 700	zeljka.brkic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Brlek</b>	Mihovil	+385 1 6160 709	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 746	zeljko.dedic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Devčić</b>	Zorka	+385 1 6160 742		Stručne službe
<b>Dmitrović</b>	Aco	+385 1 6160 800	aco.dmitrovic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Dolić</b>	Mario	+385 1 6160 817	mario.dolic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Drušković</b>	Mirjana	+385 1 6160 740	mirjana.druskovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Dukovčić</b>	Slobodan	+385 1 6160 830	slobodan.dukovic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Filjak</b>	Radovan	+385 1 6160 721	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.frbezbar@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 724	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 705	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 723	tadesse@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Halamić</b>	Josip	+385 1 6160 749	josip.halamic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Hasan</b>	Ozren	+385 1 6160 746	ozren.hasan@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Hećimović</b>	Ivan	+385 1 6160 782	ivan.hecimovic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Horvat</b>	Marija	+385 1 6160 762	marija.horvat@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Hukman</b>	Katica			Stručne službe
<b>Ivanković</b>	Miroslav	+385 1 6160 742		Stručne službe
<b>Iljanić</b>	Nikolina	+385 1 6160 755	nikolina.iljanic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Jakić</b>	Mara			Stručne službe
<b>Jamičić</b>	Domagoj	+385 1 6160 717	domagoj.jamicic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<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 748	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 706	georg.koch@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kolarić</b>	Josip	+385 1 6160 714	josip.kolaric@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Korbar</b>	Tvrto	+385 1 6160 709	tvrtko.korbar@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kovačević Galović</b>	Erli	+385 1 6160 748	erli.kovacevic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine

<b>Kovačić</b>	Dragica	+385 1 6160 761	dragica.kovacic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kovačić</b>	Miron	+385 1 6160 735	miron.kovacic@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Kraljević</b>	Đurđica	+385 1 6160 809	durdica.kraljevic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Krikić</b>	Viktorija	+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
<b>Kupešić</b>	Svetlana			Stručne službe
<b>Kurečić</b>	Tomislav	+385 1 6160 707	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 Reberski</b>	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>	Jasmina	+385 1 6160 727	jasmina.martincevic@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Martinjak</b>	Jasminka	+385 1 6160 741	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 770	sasa.mesic@hgi-cgs.hr	Zavod za mineralne sirovine
<b>Mihelj</b>	Vedran	+385 1 6160 724	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.milknic@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		Stručne službe
<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>Oštrić</b>	Nenad	+385 1 6160 716	nenad.ostric@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Palenik</b>	Damir	+385 1 6160 721	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		Stručne službe
<b>Podolszki</b>	Laszlo	+385 1 6160 812	laszlo.podolszki@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Pollak</b>	Davor	+385 1 6160 812	davor.pollak@hgi-cgs.hr	Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju
<b>Pomper</b>	Nataša	+385 1 6160 713	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.prtoljan@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Serdar</b>	Draško	+385 1 6160 742		Stručne službe
<b>Severec</b>	Jasna	+385 1 6160 702	jasna.severec@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Slovenec</b>	Damir	+385 1 6160 722	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>Sokač</b>	Ivan	+385 1 6160 800	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>Sučić</b>	Vedrana	+385 1 6160 786	vedrana.sucic@hgi-cgs.hr	Stručne službe
<b>Suša</b>	Ivo	+385 1 6160 720	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 Miko</b>	Martina	+385 1 6160 770	martina.sparica@hgi-cgs.hr	Zavod za geologiju
<b>Šušak</b>	Ante			Stručne službe
<b>Terzić</b>	Josip	+385 1 6160 814	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>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	mirela.zic@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