

## Pregled aktivnosti i postignuća projekta

*Rekonstrukcija okoliša u Hrvatskoj tijekom kvartara primjenom  
izotopnih metoda*

Ines Krajcar Bronić

Institut Ruđer Bošković, Zagreb

**ZAVRŠNA RADIONICA – ZAGREB, 12.11.2018.**

Projekt HRZZ-IP-2013-11-1623  
naziva **Rekonstrukcija okoliša u Hrvatskoj tijekom kvartara primjenom izotopnih metoda** (*Reconstruction of the Quaternary environment in Croatia using isotope methods*) - **REQUENCRIM**  
financiran je sredstvima Hrvatske zaklade za znanost u razdoblju od  
1. rujna 2014. do 30. studenoga 2018. godine.

# Zašto

- Hrvatska zauzima položaj između istočnog i zapadnog mediteranskog bazena, kao i između centralne Europe i Mediterana u kojima prevladavaju **različiti klimatski sustavi**.
- **Dinarski krš** prekriva polovicu teritorija Hrvatske i obiluje različitim **karbonatnim sedimentima** koji su se pokazali dobrim arhivima paleookolišnih i paleoklimatskih uvjeta.
- Za rekonstrukciju klime i okoliša u prošlosti na osnovi zapisa u karbonatnim arhivima potrebno je provesti kompleksno **interdisciplinarno istraživanje**.
- Različiti karbonatni sedimenti kao što su sige, sedre, sedimenti u krškim jezerima i morski algni vijenci pružaju neizmjerne mogućnosti za takva istraživanja, pod uvjetom da znamo „pročitati“ zapise sačuvane u njima.
- Primjena **izotopnih metoda** nam upravo to i omogućuje.



rojekt je pokrenut s ciljem odgonetavanja izotopnih zapisa u različitim karbonatnim sedimentima Dinarskog krša iz raznih klimatskih zona.

- uključile su se tri istraživačke grupe na poticaj dr. sc. Nade Horvatinčić
  1. Laboratorij za mjerjenje niskih radioaktivnosti, IRB,
  2. Geografski odsjek i Biološki odsjek PMF,
  3. Odjel za geografiju Sveučilišta u Zadru.
- Projekt je predložen za financiranje Hrvatskoj zakladi za znanost tijekom natječaja za istraživačke projekte raspisanog u studenom 2013. godine.
- Odobren je za financiranje u iznosu od 1 milijun kuna, na 4 godine s početkom 1. rujna 2014. godine; odobreno je produljenje trajanja projekta za 3 mjeseca, do 30. studenog 2018.
- Voditeljica projekta je od početka projekta do 15.12.2016. dr. sc. [Nada Horvatinčić](#), a nakon umirovljenja postala je vanjska suradnica projekta. Voditeljstvo projekta preuzeila je dr. sc. [Ines Krajcar Bronić](#)



# Suradnici

**Dr. sc. Nada Horvatinčić**, Institut Ruđer Bošković, Zagreb,  
voditeljica projekta 1.9.2014. – 31.12.2016.

**Dr. sc. Ines Krajcar Bronić**, Institut Ruđer Bošković, Zagreb,  
voditeljica projekta 1.1.2017. – 30.11.2018.

**Dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli**, Biološki odsjek, PMF, Zagreb

**Dr. sc. Jadranka Barešić**, Institut Ruđer Bošković, Zagreb

**Dr. sc. Neven Bočić**, Geografski odsjek, PMF, Zagreb

**Dr. sc. Nenad Buzjak**, Geografski odsjek, PMF Zagreb

**Dr. sc. Sanja Faivre**, Geografski odsjek, PMF, Zagreb

**Dr. sc. Nina Lončar**, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru, Zadar

**Dr. sc. Robert Lončarić**, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru, Zadar

**Dr. sc. Andreja Sironić**, Institut Ruđer Bošković, Zagreb

**Dr. sc. Maša Surić**, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru, Zadar

**Iva Veverec**, prof. geologije i geografije, Osnovna škola Jelkovec, student  
doktorskog studija, PMF, Geografski odsjek, Zagreb

# Organizacija projekta

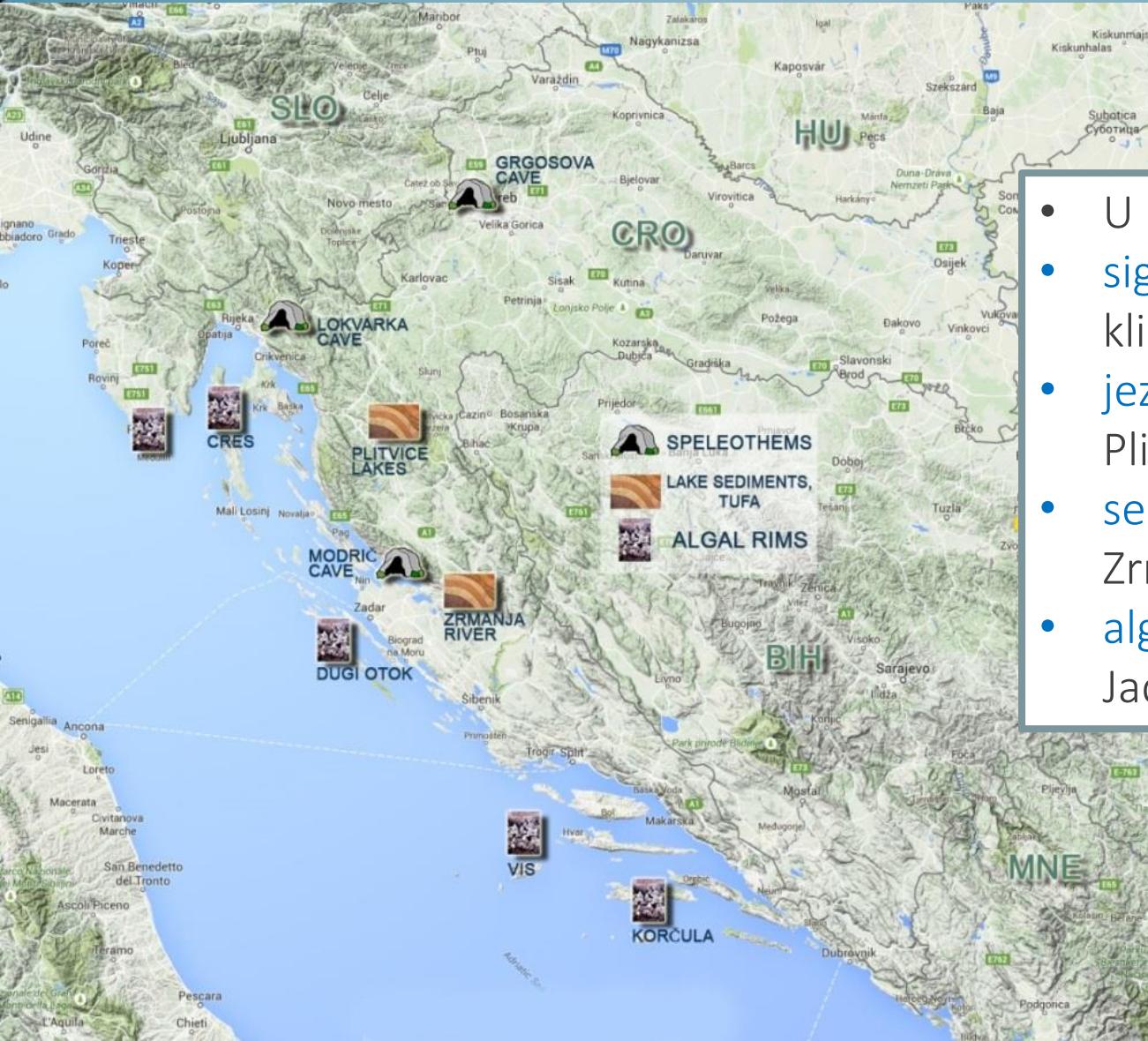
nekoliko „radnih paketa” - 3 „istraživačka” - istraživanje specifičnih karbonatnih sedimenata, a za svaki je zadužena jedna grupa suradnika.

1. Reconstruction of paleoenvironmental/paleoclimate settings from the speleothem,
2. Reconstruction of paleoenvironmental/paleoclimate settings from freshwater carbonates (lake sediments and tufa),
3. Relative sea-level changes reconstruction from algal rims, a za svaki je zadužena jedna grupa suradnika.
4. Sinteza rezultata i zajednička interpretacija, odnosno korelacija zapisa iz različitih karbonatnih arhiva
5. Diseminacija i suradnja
6. Koordinacija i praćenje provođenja projekta

Aktivnosti su se provodile u skladu s radnim i finansijskim planom. Ponekad su bile potrebne manje izmjene plana, što je HRZZ s razumijevanjem prihvaćala i odobravala.

# Što se proučavalo

- U projektu su proučavane sige iz tri špilje u različitim klimatskim područjima,
- jezerski sediment iz Plitvičkih jezera,
- sedra s područja rijeke Zrmanje,
- algni vijenci duž obale Jadranskog mora.



Lokacije uzorkovanja karbonatnih sedimenata

# Izotopne metode

U istraživanju su primijenjene sljedeće izotopne metode:

- omjeri stabilnih izotopa  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  i  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  u karbonatnim sedimentima (izražavaju se kao  $\delta^{13}\text{C}$  i  $\delta^{18}\text{O}$  vrijednosti),
  - omjeri izotopa  $^2\text{H}/^1\text{H}$  i  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  u vodi ( $\delta^2\text{H}$  i  $\delta^{18}\text{O}$ ),
  - radioaktivni izotop  $^{14}\text{C}$
  - izotopi radioaktivnog niza U-Th.
- 
- Stabilni izotopi daju informacije o okolišnim uvjetima u prošlosti, varijaciji temperature, bioprodukciji u jezerima, te ukazuju na porijeklo ugljika i mehanizme taloženja karbonata, porijeklo vode, i dr.
  - radioaktivni izotopi koriste za određivanje starosti karbonatnih sedimenata
  - Izotopni sastav ugljika ( $^{13}\text{C}$  i  $^{14}\text{C}$ ) u sustavu atmosfera – voda – bilje – sediment daje informacije o ciklusu ugljika i procesima koji se odvijaju unutar navedenog sustava, a time i o okolišnim uvjetima koji su na njih utjecali.

# Jezerski sediment



Istraživanja sedre i jezerskog sedimenta nastavila su se na dugogodišnja istraživanja karbonatnih sedimenata na Plitvičkim jezerima.

Za izotopne analize korištene su jezgre jezerskog sedimenta iz Prošćanskog jezera i jezera Kaluđerovac. Rezultate tih istraživanja predstavit će [Nada Horvatinčić](#).

Na području Plitvičkih jezera i Zrmanje sakupljene su mahovine iz vodnih sustava i određen je izotopni sastav ugljika ( $\text{a}^{14}\text{C}$  i  $\delta^{13}\text{C}$ ). O rezultatima istraživanja mahovina govorit će [Andreja Sironić](#).

# Sedra



- Istraživanja sedre na područje rijeke Zrmanje s pritokom Krupom, praćeni fizikalno-kemijski parametri vode na nekoliko lokacija duž toka rijeka kako bi se odredili uvjeti taloženja sedre, i usporedili s onima na području Plitvičkih jezera.
- Određen je izotopni sastav ugljika ( $\text{a}^{14}\text{C}$  i  $\delta^{13}\text{C}$ ) u otopljenom anorganskom ugljiku (DIC) u Zrmanji i Krupi.
- Sakupljeni su uzorci recentne sedre iz toka rijeke, te stare sedre izvan sadašnjeg toka, određena je starost sedre metodom  $^{14}\text{C}$  - [Jadranka Barešić](#)
- O istraživanju sedrene barijere Gazin kuk na Zrmanji - [Iva Veverec](#)

# Sige



Istraživanja vezana uz sige uključivala su:

- praćenje okolišnih uvjeta (temperatura, relativna vlažnost) u tri špilje, Lokvarka, Nova Grgosova, Modrič
- sakupljali su se mjesecni uzorci oborina u blizini špilja i prokapnica u špiljama,
- izmjerena je izotopni sastav oborina i prokapnice ( $\delta^2\text{H}$  i  $\delta^{18}\text{O}$  vrijednosti)
- sakupljeni su uzorci stalagmita i recentnog kalcita.
- izmjerena je sadržaj stabilnih izotopa ( $\delta^{13}\text{C}$  i  $\delta^{18}\text{O}$  vrijednosti) u sigama
- provedena analiza izotopa  $^{14}\text{C}$  i izotopa uranija i torija (starost)

Maša Surić, Robert Lončarić i Nina Lončar.

## Algni vijenci



Istraživanja alnih vijenaca koje gradi alga *Lithophyllum byssoides* duž istočne obale Jadranskog mora uključivalo je

- izviđanje novih bioloških i geomorfoloških markera,
- monitoring alnih vijenaca,
- određivanje morfologije,
- uzorkovanje za određivanje starosti ( $^{14}\text{C}$  metoda) i sadržaja stabilnih izotopa ( $\delta^{13}\text{C}$  i  $\delta^{18}\text{O}$ ),
- povezivanje izotopnog sastava s morfološkim karakteristikama i okolišnim uvjetima tijekom kasnog Holocena, odnosno posljednjih 2000 godina.

O praćenju stanja alnih vijenaca - [Tatjana Bakran-Petricioli](#).

# Marine reservoir effect - MRE

Tijekom istraživanja algnih vijenaca ustanovljeno je da marinski rezervoar efekt (MRE), odnosno tzv. početna aktivnost  $^{14}\text{C}$  u morskim karbonatima, nije dovoljno poznat za područje Jadrana, a neophodan je za preciznije određivanje starosti algi i pravilnu interpretaciju dobivenih rezultata.

Stoga je velik dio aktivnosti na projektu posvećen upravo određivanju marinskog efekta rezervoara  $^{14}\text{C}$ , što će detaljnije prikazati [Sanja Faivre](#).

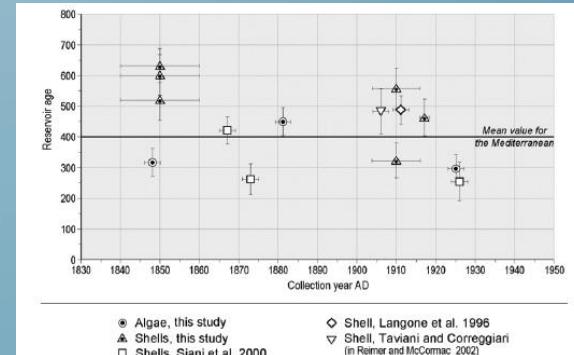
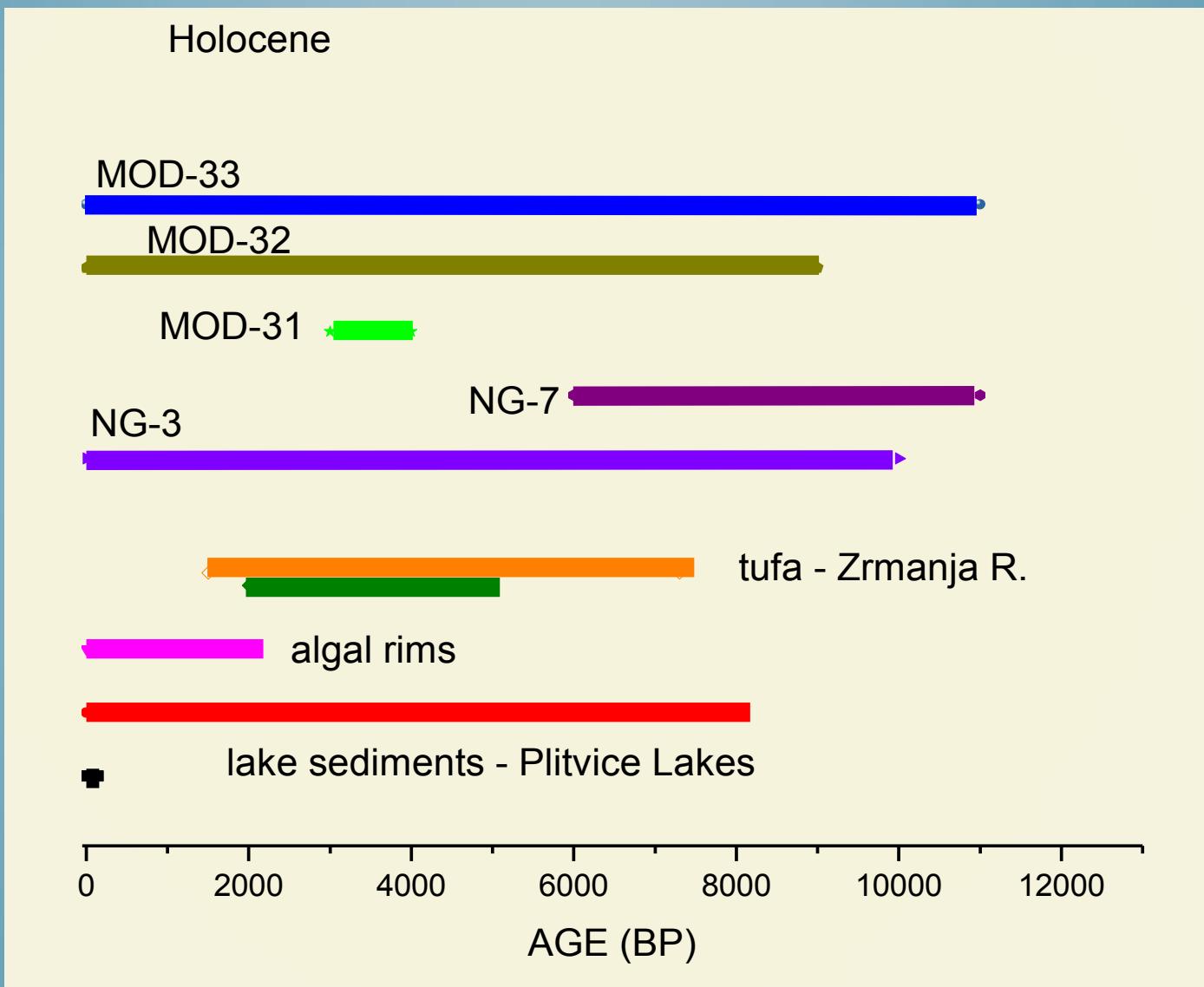


Figure 2. Reservoir age R as a function of the collection year for samples from the Adriatic Sea. The solid line represents the mean value of the Mediterranean (from Reimer and McCormac 2002).



# Diseminacija

Važan dio ovog projekta su diseminacijske aktivnosti (Bibliografija radova pridruženih projektu HRZZ-IP-2013-11-1623 u posebnom prilogu).

Projekt je vrlo složen i opsežan, zbog obimnog terenskog rada i sakupljanja uzoraka često na nepristupačnim lokacijama, velikog broja zahtjevnih analiza koje se dijelom provode u Hrvatskoj (npr.  $^{14}\text{C}$  analize), a dijelom u inozemstvu (npr. datiranje U-Th metodom, određivanje sadržaja stabilnih izotopa), i složene i dugotrajne obrade podataka odnosno njihovo međusobno povezivanje radi pravilne interpretacije. Zbog toga broj objavljenih radova u časopisima visokog čimbenika utjecaja (IF, Impact Factor) nije jako velik – objavljeno je 5 znanstvenih radova u međunarodnim časopisima.

Mnogobrojni novi radovi su ili u postupku recenzije ili gotovo završeni, a dobiveni rezultati su bogata osnova za još nekoliko publikacija.

## NEW DATA ON MARINE RADIOCARBON RESERVOIR EFFECT IN THE EASTERN ADRIATIC BASED ON PRE-BOMB MARINE ORGANISMS FROM THE INTERTIDAL ZONE AND SHALLOW SEA

Sanja Faivre<sup>1,2</sup> • Tatjana Bakran-Petricioli<sup>3</sup> • Jadranka Barešić<sup>4</sup> • Nada Horvatinčić<sup>4</sup>

Received/Prejeto: 01.01.2017

ACTA CARSOLOGICA 46/2–3, 217–227, POSTOJNA 2017

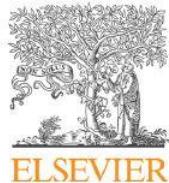
COBISS: 1.01

## CHALLENGES IN CAVE MONITORING AND SAMPLING – EXPERIENCES FROM SPELEOTHEM-BASED RESEARCHES IN CROATIAN CAVES

IZZIVI MONITORINGA IN VZORČENJA V KRAŠKIH JAMAH – IZKUŠNJE PRI RAZISKAVAH SIG NA HRVAŠKEM

Maša SURIĆ<sup>1</sup>

Quaternary International 490 (2018) 113–122



Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/quaint](http://www.elsevier.com/locate/quaint)



Speleothem-based Quaternary research in Croatian karst – A review

Maša Surić

Department of Geography, Center for Karst and Coastal Research, University of Zadar, UL dr. F. Tuđmana 24 i, 23000, Zadar, Croatia



**REQUENCRIM**

Reconstruction of the Quaternary environment in Croatia using isotope methods (2014-2018)

**HRZZ**  
Hrvatska zgrada  
za znanost



Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)



## Mineralogical, organic and isotopic composition as palaeoenvironmental records in the lake sediments of two lakes, the Plitvice Lakes, Croatia

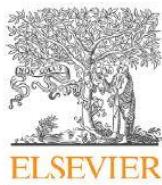
Nada Horvatinčić <sup>a,\*</sup>, Andreja Sironić <sup>a</sup>, Jadranka Barešić <sup>a</sup>, Ivan Sondi <sup>b</sup>, Ines Krajcar Bronić <sup>a</sup>, Damir Borković <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratory for Low-level Radioactivities, Ruder Bošković Institute, Bijenička 54, 10000 Zagreb, Croatia

<sup>b</sup> Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, University of Zagreb, 10000 Zagreb, Croatia

ARTICLE IN PRESS

Quaternary International xxx (2017) 1–12



Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/quaint](http://www.elsevier.com/locate/quaint)



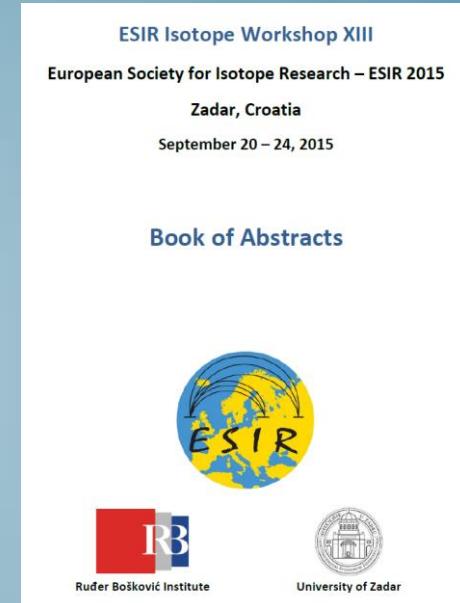
## Monitoring of selected caves as a prerequisite for the speleothem-based reconstruction of the Quaternary environment in Croatia

Maša Surić <sup>a,\*</sup>, Robert Lončarić <sup>a</sup>, Neven Bočić <sup>b</sup>, Nina Lončar <sup>a</sup>, Nenad Buzjak <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Geography, Center for Karst and Coastal Research, University of Zadar, Croatia

<sup>b</sup> University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geography, Zagreb, Croatia

- suradnici su predstavili svoje rezultate na brojnim domaćim i međunarodnim skupovima, te je tako objavljen jedan cjeloviti rad u Zborniku radova, 40 sažetaka u zbornicima skupova, te nekoliko (neobjavljenih) predavanja na sveučilištima ili skupovima.
- Isotope Workshop XIII of the European Society for Isotope Research (ESIR) u Zadru, 20.-24.9.2015., održana poludnevna radionica posvećena projektu REQUENCRIM, na kojoj je prezentirano 8 radova s rezultatima prve dvije godine istraživanja.



- Planirano je da [Iva Veverec](#) izradi doktorski rad **Geomorfološka obilježja naslaga sedre srednjeg toka rijeke Zrmanje**, mentori [Sanja Faivre](#) i [Nenad Buzjak](#).
- Prijavljena je izrada diplomskog rada:  
[Lukrecija Sršen](#): **Monitoring okolišnih uvjeta u špilji Modrič** (mentor: [R. Lončarić](#), komentor: [M.Surić](#)) na Odjelu za geografiju Sveučilišta u Zadru

Održano 5 radnih sastanaka (2.9.2014., 26.3.2015., 12.2.2016., 27.1.2017. i 23.11.2017.) na kojima se raspravljalo o provedenim istraživanjima, dobivenim rezultatima, planovima za sljedeću godinu istraživanja... I svemu ostalom što je bilo relevantno za provođenje projekta



Otvorena je internetska stranica projekta

<https://www.irb.hr/requencrim>

The screenshot shows the ResearchGate project page for 'Reconstruction of the Quaternary environment in Croatia using isotope methods (REQUENCRIM)'. The page includes a summary of the project, a list of collaborators, a goal statement, and a project log section. The project log is currently empty.

The screenshot shows the IRB website page for the project HRZZ-IP-2013-11-1623. It displays the project title, logo of the Croatian Science Foundation (hrzz), and project details such as start date (01.09.2014), end date (30.11.2018), and status (Aktivan). A sidebar on the right lists project results from four years.

stranica na portalu ResearchGate  
<https://www.researchgate.net/project/Reconstruction-of-the-Quaternary-environment-in-Croatia-using-isotope-methods-REQUENCRIM>  
posjećena 266 puta i ima 25 pratitelja (stanje 11.11.2018.)

**REQUENCRIM**

Reconstruction of the Quaternary environment in Croatia using isotope methods (2014-2018)



Hrvatska zaklada za znanost

# Program radionice

8:40 – 9:00	<b>Registracija</b>
9:00 – 10:30	<b>Otvaranje</b> <b>Ines Krajcar Bronić:</b> Pregled aktivnosti i postignuća projekta <i>Rekonstrukcija okoliša u Hrvatskoj tijekom kvartara primjenom izotopnih metoda</i> <b>Nada Horvatinčić:</b> Geochemical and isotopic analyses of palaeoenvironmental records in the lake sediments of the Plitvice Lakes, Croatia <b>Andreja Sironić:</b> Carbon isotope composition in karst aquatic mosses and possibility of using it in tufa dating
10:30 – 11:00	<b>Pauza za kavu i čaj, razgledavanje postera</b>
11:00 – 12:30	<b>Maša Surić:</b> Sige – arhivi paleookolišnih promjena <b>Nina Lončar i Robert Lončarić:</b> Područje istraživanja i metodologija monitoringa špilja, uzorkovanja siga i izotopnih analiza u svrhu rekonstrukcije paleookoliša u Hrvatskoj tijekom kvartara <b>Maša Surić:</b> Preliminarni rezultati istraživanja siga u okviru projekta REQUENCRIM
12:30	<b>Zajednička fotografija</b>
12:35 – 13:30	<b>Ručak za sve prijavljene sudionike</b>
13:30 – 14:30	<b>Sanja Faivre:</b> Algni vijenci kao markeri relativne promjene morske razine i klimatskih promjena tijekom kasnog holocena duž istočne obale Jadrana <b>Tatjana Bakran-Petricioli:</b> Praćenje stanja algnih vijenaca u Hrvatskoj
14:30 – 15:00	<b>Pauza za kavu, razgledavanje postera</b>
15:00 – 16:00	<b>Jadranka Barešić:</b> Sedre sa Zrmanje i Krupe kao arhivi promjena u paleookolišu <b>Iva Veverec:</b> Evolucija fosilne sedrene barijere Gazin kuk u rijeci Zrmanji (Hrvatska) <b>Završna rasprava i zatvaranje</b>