



**Međunarodni znanstveno-stručni skup  
„Čovjek i krš“  
International Scientific Symposium  
“Man and Karst”**

**13. – 16. 10. 2011.  
Bijakovići, Međugorje**

**KNJIGA SAŽETAKA  
BOOK OF ABSTRACTS**

**POKROVITELJ SKUPA:  
PREDSJEDNIK FEDERACIJE BOSNE I HERCEGOVINE,  
GOSPODIN ŽIVKO BUDIMIR  
SPONSOR OF THE CONFERENCE:  
PRESIDENT OF THE FEDERATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA,  
MR. ŽIVKO BUDIMIR**



**Međunarodni znanstveno-stručni skup  
„Čovjek i krš“  
International Scientific Symposium  
“Man and Karst”**

**13. – 16. 10. 2011.  
Bijakovići, Međugorje**

**KNJIGA SAŽETAKA  
BOOK OF ABSTRACTS**

Sarajevo – Međugorje, 2011.

**Centar za krš i speleologiju Sarajevo / Centre for karst and speleology, Sarajevo  
i / and**

**Fakultet društvenih znanosti Dr. Milenka Brkića, Bijakovići, Međugorje /  
Faculty of social sciences Dr. Milenko Brkć, Bijakovići, Međugorje**

**Međunarodni znanstveno-stručni skup / International scientific symposium**

**„Čovjek i krš“ / „Man and Karst“**

**KNJIGA SAŽETAKA / THE BOOK OF ABSTRACTS**

**Znanstveno-stručni odbor / Scientific committee**

Darko Bakšić (HR)  
Ognjen Bonacci (HR)  
Vlado Božić (HR)  
Jelena Čalić (RS)  
Andrej Kranjc (SI)  
Alen Lepirica (BA)  
Ivo Lučić (BA i HR)  
Andrej Mihevc (SI)  
Petar Milanović (RS)  
Jasminko Mulaomerović (BA)  
Mićko Radulović (ME)  
Boris Sket (SI)  
Radislav Tošić (BA)

**Organizacijski odbor / Organizing committee**

Admir Barjaktarović  
Tanja Bašagić  
Marko Antonio Brkić  
Jelena Kuzman Katica  
Andrija Lučić  
Simone Milanolo  
Jasmin Pašić

**Glavni urednici / Editors-in-chief**

Ivo Lučić  
Jasminko Mulaomerović

**Štampa / Print**

TDP Sarajevo

**Tiraž / Circulation**

**100 primjeraka / 100 copies**

## SAŽECI RADOVA / SADRŽAJ

Ozana Alagić

**„Geomorfološke karakteristike općine Konjic“**

Ivo Andrić, Ivana Željković

**„Analiza fizikalno kemijskih parametara tekuće vode unutar jame u odnosu na vanjskemeteorološke podatke – primjer jame Nevidna voda, BiH“**

Darko Bakšić, Dalibor Paar, Nenad Buzjak, Ivo Lučić

**„Mikroklimatska opažanja u Vjetrenici“**

Darko Bakšić, Dalibor Paar, Teo Barišić

**„Usporedba nacрта Vjetrenice ili gdje je nestala trećina špilje“**

Goran Barović

**„Morfometrija sliva Crnog mora na prostoru Crne Gore“**

Andrija Bognar, Vjekoslav Šimunović

**„Geomorfološke značajke recentne delte rijeke Neretve“**

Ognjen Bonacci

**„Hidrologija krša i društvena kretanja“**

Vlado Božić

**„Kronike“**

Ivan Carević

**„Geoekološko vrednovanje reljefa općine Dugi rat“**

Denis Cerić, Emir Trožić, Edin Smajić

**„Potrebni resursi realizacije i praćenja projekta zaštite izvora vode za piće Zdena na kraškom eko sustavu“**

Franco Cucchi

**„Klasični krš: mreža za monitoring“**

Marijeta Čalić

**„Utjecaj vrulja na raspodjelu fitoplanktona u Malostonskom zaljevu“**

Jelena Čalić

**„Karstne uvale u Dinaridima“**

Admir Čerić, Simone Milanolo, Vildan Mulagić

**„Tipizacija i klasifikacija površinskih voda prema ODV u kraškim područjima FBiH“**

Vinod Jena

**“Studije praćenja stanja okoliša u turističkoj pećini sa starovjekovnom kulturom”**

Andrej Kranjc

**„Dinarski krš i kontekst svjetske karstologije“**

Eseno Kupusović, B. Vučijak, N. Smolar-Žvanut, F. Antonelli

**“Procjena ekološki prihvatljivog protoka na kraškim vodotocima u BiH“**

Josip Lasić

**„Kamen i krš u suvremenoj splitskoj toponomastici“**

Alen Lepirica

**„Reljef planina Visokih Vanjskih Dinarida“**

Katarina Kos, Hrvoje Posliović

**„Morfološki oblici u kršu kao posljedica mehaničkog opterećenja stijena“**

Ivo Lučić

**„Karstološka i četiri druge poznatije javne slike Dinarskog krša“**

Davorin Marković

**“Dinarski krš – ugroze i načini zaštite”**

Natalija Matc, Stanislav Frančišković-Bilinski, Halka Bilinski

**„Pregled hidrogeoloških, geokemijskih i mineraloških istraživanja krškog podzemnog sustava planine Biokovo, Hrvatska“**

Andrej Mihevc

**„Prema novoj paradigmi geomorfologije Dinarskog krša“**

David Mijoč

**„Krški fenomeni Kupresa – vrtače japage i ponori rijeke Mrtvica“**

Simone Milanolo, Vildan Mulagić, Jasminko Mulaomerović

**„BiH speleological cadastre: past tentatives, present situation and future perspectives“**

Petar Milanović

**„Hidrogeološke karakteristike jugoistočnih Dinarida“**

Bernardica Milićević

**„Potrošačka odluka u turizmu Mostara“**

Jasminko Mulaomerović

**„Speleoturizam: Regija vs. Bosna i Hercegovina“**

Sanja Puljas

**„Reprodukcijski ciklus vrste *Congeria kusceri* (Bole, 1962) (Bivalvia: Dreissenidae) iz Jame u Predolcu kod Metkovića (Hrvatska)“**

Denis Radoš, Sanja Lozić, Ante Šiljeg

**„Primjena GIS metoda u analizi geomorfometrijskih značajki Duvanjskog polja“**

Mićko Radulović

**„Hidrogeologija karsta Crne Gore i aktuelni problemi u pogledu korištenja i zaštite voda“**

Josip Rubinić, Maja Čuže, Tomislava Bošnjak, Ana Katalinić

**“Hidrološki aspekti procjene ekološki prihvatljivog protoka u površinskim pritocima Vranskog jezera u Dalmaciji“**

Ugo Sauro

**„Elementi krša u kontekstu najpoznatijih mjesta ukazanja Svete Djevice Marije“**

Boris Sket

**„Jedan poučan primjer speleobiološke studije: Rod *Sphaeromides* (Crustacea: Isopoda: Cirolanidae) kao interesantan naučni i kao društveni izazov“**

Ena Šimić, Dražen Kotrošan

**„Značaj kraških polja za bosanskohercegovačku faunu ptica“**

Dalibor Vladović, Tonči Rađa, Nediljko Ževrnja

**„Vaskularna flora i vegetacija jama na području srednje Dalmacije, Hrvatska“**

Nadja Zupan Hajna, Andrej Mihevc, Petr Pruner, Pavel Bosák

**„Starost špiljskih sedimenata Dinarskog krša u JZ Sloveniji“**

## PAPERS ABTRACTS / CONTENTS

**Ozana Alagić**

GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF KONJIC MUNICIPALITY

**Ivo Andrić, Ivana Željković**

ANALYSIS OF THE CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE INFLOWING WATER INSIDE A CAVE IN RELATION TO METEOROLOGICAL PARAMETERS—EXAMPLE CAVE NEVIDNA VODA, BIH

**Darko Bakšić, Dalibor Paar, Nenad Buzjak, Ivo Lučić**

MICROCLIMATIC MONITORING IN VJETRENICA CAVE, B&H

**Darko Bakšić, Dalibor Paar, Teo Barišić**

COMPARISON OF THE MAP OF VJETRENICA, OR WHERE ONE THIRD OF THE CAVE HAS DISAPPEARED

**Goran Barović**

MORPHOMETRY OF BLACK SEA BASIN IN MONTENEGRIN TERRITORY

**Neven Bočić**

GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH OF THE OŠTARIJE-TOUNJ AREA (CROATIA) IN PURPOSE OF THE KARST PROTECTION IN THIS AREA

**Andrija Bognar, Vjekoslav Šimunović**

GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF OF THE RECENT DELTA NERETVA RIVER

**Ognjen Bonacci**

KARST HYDROLOGY AND SOCIAL MOVEMENTS

**Vlado Božić**

CHRONICLES

**Ivan Carević**

GEO-ECOLOGICAL EVALUATION OF DUGI RAT MUNICIPALITY RELIEF

**Denis Cerić, Emir Trožić, Edin Smajić**

RESOURCES REQUIRED TO IMPLEMENT AND MONITOR THE PROJECT TO PROTECT THE ZDENA DRINKING-WATER SOURCES OF A KARST ECOSYSTEM

**Franco Cucchi, Luca Zini, Luca Visintin**

CLASSICAL KARST: THE MONITORING NETWORK

**Marijeta Čalić, Marina Carić, Nenad Jasprica**

THE INFLUENCE OF SUBMARINE SPRINGS ON PHYTOPLANKTON DISTRIBUTION IN MALI STON BAY

**Jelena Čalić**

KARSTIC UVALAS IN THE DINARIDES

**Admir Ćerić, Simone Milanolo, Vildan Mujagić**

TYPIIFICATION AND CLASSIFICATION OF SURFACE WATER IN A KARST AREA OF THE FEDERATION (BOSNIA AND HERZEGOVINA) BASED ON WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

**Vinod Jena**

STUDIES ON ENVIRONMENTAL MONITORING IN ANCIENT TOURIST CAVE

**Katarina Kos, Hrvoje Posilović**

KARST MORPHOLOGICAL SHAPES AS A CONSEQUENCE OF THE MECHANICAL ROCK LOADING

**Andrej Kranjc**

THE IMPORTANCE OF DINARIC KARST FOR THE KARSTOLOGY

**Eseno Kupusović, B. Vučijak, N. Smolar-Žvanut, F. Antonelli**

ENVIRONMENTAL FLOW ASSESSMENT FOR KARST RIVERS IN BIH

**Josip Lasić**

STONE AND KARST IN CONTEMPORARY SPLIT TOPONYMY

**Alen Lepirica**

RELIEF OF THE MOUNTAINS EXTERNAL HIGH DINARIDES

**Ivo Lučić**

ONE KARSTOLOGICAL AND FOUR OTHER BETTER KNOWN PUBLIC IMAGES OF THE DINARIC KARST

**Davorin Marković**

DINARIC KARST - THREATS AND MODES OF PROTECTION

**Natalija Matić, Stanislav Frančičković-Bilinski, Halka Bilinski**

OVERVIEW OF HYDROGEOLOGICAL, GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL INVESTIGATIONS OF KARSTIC AQUIFERS OF THE BOKOVO MT, CROATIA

**Andrej Mihevc**

TOWARDS NEW PARADIGM OF DINARIC KARST GEOMORPHOLOGY

**David Mijoč**

KARST PHENOMENA IN KUPRES- KARST SINKHOLES JAPAGE AND PONORI OF RIVER MRTVICA

**Simone Milanolo, Vildan Mulagić, Jasminko Mulaomerović**

B&H SPELEOLOGICAL CADASTRE: PAST EFFORTS, PRESENT SITUATION AND FUTURE PERSPECTIVES.

**Petar Milanović**

HYDROGEOLOGICAL PROPERTIES OF SUTH-EASTERN DINARIDES

**Bernardica Milićević**

CONSUMER DECISIONS IN TOURISM MOSTAR

**Jasminko Mulaomerović**

SPELEOTOURISM: THE REGION vs. BOSNIA AND HERZEGOVINA

**Sanja Puljaš**

THE REPRODUCTIVE CYCLE OF THE „LIVING FOSSIL“ CONGERIA KUSCERI (BIVALVES:DREISSENIDAE) FROM THE PIT „JAMA U PREDOLCU“ (METKOVIĆ, CROATIA)

**Denis Radoš, Sanja Lozić, Ante Šiljeg**

THE APPLICATION OF GIS METHODS IN ANALYSIS OF GEOMORPHOMETRIC FEATURES OF DUVANJSKO POLJE

**Mičko Radulović**

KARST HYDROGEOLOGY OF MONTENEGRO AND CURRENT PROBLEMS IN TERMS OF USE AND WATER PROTECTION

**Josip Rubinić, Maja Čuže, Tomislava Bošnjak, Ana Katlinić**

HYDROLOGICAL ASSESSMENT ASPECTS OF ECOLOGICALLY ACCEPTABLE FLOW IN VRANA LAKE (DALMATIA) SURFACE TRIBUTARIES

**Ugo Sauro**

KARST ELEMENTS AND CONTEXTS OF THE MOST KNOWN APPARITIONS OF THE HOLY VIRGIN MARY

**Boris Sket**

AN EDUCATIONAL CASE OF SPELEOLOGICAL STUDIES: GENUS *SPHAEROMIDES* (CRUSTACEA: ISOPODA: CIROLANIDAE) AS AN INTERESTING SCIENTIFIC AND AS A SOCIAL CHALLENGE.

**Ena Šimić, Dražen Kotrošan**

THE IMPORTANCE OF KARST POLJES OF BIRD FAUNA OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

**Dalibor Vladović, Tonći Rađa i Nediljko Ževrnja**

VASCULAR FLORA AND VEGETATION OF THE PITS IN CENTRAL DALMATIA, CROATIA

**Nadja Zupan Hajna, Andrej Mihevc, Petr Pruner, Pavel Bosák**

AGE OF DINARIC KARST CAVE SEDIMENTS IN SW SLOVENIA

### **Krš: cjelovita slika – cjelovita briga**

*Skup Čovjek i krš* namjerava oživjeti zanemarenu karstološku tradiciju i iskoristiti je za jačanje zanimanja i istraživanja ovog dijela krša. Kao takav, skup želi biti prilog obnovi tješnje suradnje i povezivanju istraživača na Dinarskom kršu. Programski interes skupa što je moguće više osvijetliti zbivanja u posljednjih dvadesetak godina, otkada su ovakvi susreti postali rijetki. Želja nam je bila posebno potaknuti prijave radova koji će dati takve preglede, od mikroregionalne razine do cjeline Dinarskog krša i njezina šireg konteksta. Polazimo od najšireg, holističkog pojma karstologije, pa je skup otvoren ne samo za fizičko-geoznanstvene i geotehničke, nego i kulturne, privredne, povijesne i sve druge teme za kojima se pokaže interes, a koje povezuje prosta činjenica da se odigravaju na zajedničkoj krškoj pozornici. Neodvojivi dio karstologije je briga za krškim okolišima, pa posebno potičemo prijavu radova koji se tiču održivog razvoja krša. Poziv smo uputili domaćim fakultetima i institutima da iskoriste otvorena pitanja krša i na njihovu promišljanju angažiraju svoje kapacitete i povećaju svoju znanstveno-stručnu produkciju. Skup je zgodna prilika mladim istraživačima da uspostave suradnju s drugima, ne samo vršnjacima iz regije, nego i karstolozima svjetske reputacije. Kao i na sličnim dosadašnjim susretima, želimo pružiti mogućnost za preliminarno predstavljanje aktivnosti speleoloških klubova i društava, koje će upravo iza sebe imati najintenzivnije ljetno razdoblje. Sve navedeno smatramo vrijednim opravdanjem i pozivom za uključenje predstavnika nadležnih resora, gospodarstva i medija. Interesa i razloga, kao što vidimo, ima dosta, pa se nadamo da će ovaj skup zajedničkim snagama potaknuti potrebnu afirmaciju krša kao rasadnika života i riznice iznimne baštine. Mi karstolozi trebamo konačno ponuditi cjelovitu odgovornost za Dinarski krš, jer on kao vodeći brand te vrste u svijetu, uz pomoć znanosti nudi mnogo više.

Urednici

### **Karst: the complete picture – the complete care**

**International Scientific Symposium “Man and Karst”** intends to revive the neglected karstological tradition and use it to boost interest and research in this part of the karst. As such, the Symposium is set to be a contribution to the reconstruction of closer cooperation and networking of researchers in the Dinaric karst. Program interests are to highlight as much as possible events in the past twenty years, since these meetings have become rare. Application papers which will give such examinations, from the microregional level to the whole Dinaric karst and its wider context, are particularly encouraged to be submitted. The aim of this scientific symposium is to start from the widest, holistic concept of karstology. Symposium is open, not only for physical geoscientific and geotechnical topics, but also the cultural, economic, historical and other topics, which connects the simple fact that are taking place at a joint karst stage. Inseparable part of karstology is concern for karst environments, and therefore, the application papers dealing with the sustainable development of karst are specifically encouraged. This invitation is also the opportunity for the local universities and institutes to take advantage on the open issues in karst and their consideration to engage their capacities and increase their scholarly production. Symposium is a nice opportunity for young researchers to establish collaboration with others, not just their peers from the region, but also karstologists with the international reputation. As in similar previous meetings, it will be an opportunity for a preliminary presentation of the summer activities of caving clubs and societies. All of the above is considered a valuable reference and justification for the inclusion of representatives of relevant government departments, industry and media. There are plenty interest and reason for attending the symposium, and hopefully this gathering will encourage the necessary affirmation of karst as nursery of life and remarkable heritage treasures. We, karstologists, should finally offer a full responsibility for the Dinaric karst, because as an outstanding type of karst, with the help of science, the Dinaric karst offers much more.

Editors

## **GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE OPĆINE KONJIC**

**Ozana Alagić**

Prirodno–matematički fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

Ovaj rad je koncipiran u četiri poglavlja u kojima su obrazložene geomorfološke karakteristike općine Konjic. U prvom poglavlju detaljno je obrazložen geografski položaj istraživanog područja uključujući sve elemente fizičko–geografskog, društveno–geografskog i regionalno–geografskog položaja. U drugom poglavlju detaljno su obrađene geotektonske i geološke karakteristike općine Konjic. Treće i najdetaljnije poglavlje obrađuje geomorfologiju istraživanog područja uključujući geomorfološki položaj, opće karakteristike reljefa, strukturno–geomorfološke tipove reljefa i genetsku klasifikaciju reljefa istraživanog područja. Četvrto poglavlje daje prikaz zaštite životne sredine i ukazuje na geokološke probleme općine Konjic.

Kartografski prilozi u ovom radu urađeni su u programskom paketu ARCGis 9.2.

**Ključne riječi:** geologija, geomorfologija, Neretva, općina Konjic, reljef, zaštita životne sredine.

### **GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF KONJIC MUNICIPALITY**

This paper is divided into four chapters, which are explained geomorphological characteristics of the municipality of Konjic. The first chapter is explained in detail the geographical location of the study area, including all elements of the physical - geographical, socio - geographical and regional - geographic location. In the second chapter are detailed geological and geotectonic characteristics of the municipality of Konjic. The third and most detailed chapter deals with the geomorphology of the study area, including geomorphological position, the general characteristics of relief, structurally - geomorphologic types of terrain and genetic classification of the relief of the study area. The fourth chapter gives an overview of environmental and indicates geocological problems of the municipality of Konjic. Maps enclosed in this work were done in the software package ArcGIS 9.2.

**Keywords:** geology, geomorphology, Neretva, Municipality Konjic, relief, environment protection.

### **ANALIZA FIZIKALNO KEMIJSKIH PARAMETARA TEKUĆE VODE UNUTAR JAME U ODNOSU NA VANJSKE METEOROLOŠKE PODATKE–PRIMJER JAME NEVIDNA VODA, BIH**

**Ivo Andrić, Ivana Željковиć**

Građevinsko-arhitektonski fakultet, Sveučilište u Splitu, Hrvatska

Ovaj rad analizira hidrodinamički odgovor sustava unutar duboke krške jame izazvan odgovarajućim kišnim događajem. U tu svrhu prikupljena su mjerenja kemijsko-fizikalnih parametara vode na dubini od 395 m s vremenskim korakom od 10h unutar jame Nevidna voda, te su uspostavljeni višestruki linearni regresijski modeli između mjerenih parametara unutar i izvan speleološkog objekta. Jama Nevidna voda je trenutno najdublja jama u Bosni i Hercegovini (653 m), nalazi se na dinarskom masivu i svojim položajem presjeca pravce toka podzemnih voda unutar hidrogeološkog sliva rijeke Cetine. Promatrani speleološki objekt je hidrološki aktivan tokom cijele godine. Na dnu jame se nalazi jezero čija dubina na mjestima prelazi i 20 m. Unutar jezera su zapažene potopljene sige što upućuje na velike oscilacije razine vode. Kako bi se dobio bolji uvid u kompleksni hidrodinamički sustav

unutar jame uspoređena je pouzdanost višestrukih linearnih regresijskih modela s oscilacijama vanjskih meteoroloških parametara.

**Ključne riječi:** hidrologija krša, jama, višestruki linearni regresijski model, Nevidna voda

#### **ANALYSIS OF THE CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE INFLOWING WATER INSIDE A CAVE IN RELATION TO METEOROLOGICAL PARAMETERS—EXAMPLE CAVE NEVIDNA VODA, BIH**

This work analyses hydrodynamical response of the karst system inside the deep cave triggered by corresponding rainfall event. The measurements were obtained at the depth of 395 m in a time step of 10 h inside the cave Nevidna Voda and multiple linear regression models were determined that associated signal from the data logger inside the cave and meteorological parameters measured outside the cave. The cave Nevidna voda is up to date the deepest cave in Bosnia and Hercegovina (653 m). It is located in the Dinara Mountain and with its location intersects the pathways of water underground flow inside the hydrological catchment of river Cetina. The studied cave is hydrologically active during the whole year. At the bottom of the cave, the lake with depth over 20 m is to be found. The flooded speleothemes are the evidence of significant water level oscillations. In order to obtain a better understanding of the complex hydrodynamical system within the cave, the reliability of multiple linear regression models was compared to the oscillations of the meteorological parameters.

**Key words:** Karst hydrology, cave, multiple linear regression models, Neidna voda

#### **MIKROKLIMATSKA OPAŽANJA U VJETRENICI**

**Darko Bakšić<sup>1</sup>, Dalibor Paar<sup>2</sup>, Nenad Buzjak<sup>3</sup>, Ivo Lučić<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska,

<sup>2</sup>Odsjek za fiziku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, BHrvatska,

<sup>3</sup>Odsjek za geografiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska,

<sup>4</sup>Speleološka udruga Vjetrenica – Popovo polje, Ravno, BiH,

Vjetrenica je bila predmetom interesa istraživača cijelu povijest, a privlačila ih je u znatnoj mjeri upravo karakterističnim klimatskim obilježjem – pojavom snažnog „vjetra“ na ulazu u špilju. O važnosti te pojavi govori činjenica da je špilja po njoj i dobila ime.

Najstariji poznati primjer znanstvenog bavljenja Vjetrenicom vezan je upravo za pojavu strujanja zraka. To je djelo *Historia naturalis* Plinija Starijeg iz 77. godine prije Krista (Plinio Secondo 1884). Slijedi ga učena dubrovačka tradicija, unutar koje se djelo dubrovačkog kneza i filozofa Nikole Gučetića (*O Aristotelovim meteorima*, 1584), u kojem istražuje vjetar, smatra temeljem znanstvene speleologije u Hrvatskoj i BiH.

Godine 1888. austrijski se inženjer *Riedel bavio* razmatranjem pojave vjetra kako bi na njemu *izgradio mlin*. *Obavio je prvo moderno mjerenje* temperatura zraka, vode i stijena u Vjetrenici i utvrdio da iznose otprilike 11 °C. Od tada do 2004., prilikom brojnih istraživanja, osobito biospeleoloških, mjerene su trenutačne temperature zraka i vode, ali nije bilo sustavnih mjerenja, kao ni motrenja tijekom duljeg vremenskog razdoblja.

Tijekom speleoloških istraživanja u Vjetrenici u ljetu 2004. godine u razdoblju od 16. do 21. kolovoza tri puta dnevno u razdoblju od po 20 minuta mjerena je brzina strujanja zraka na ulazu, a kretala se od 5,1 do 9,8 m s<sup>-1</sup>.

U radu su prezentirani rezultati motrenja temperature zraka i relativne vlažnosti na pet lokacija u Vjetrenici, te smjera i jačine strujanja zraka na ulazu Vjetrenice u trajanju od godinu dana tijekom

2005. i 2006. godine – po prvi put u BiH – te tijekom 2010. i 2011. godine. Tijekom 2005. i 2006. godine bila je postavljena i meteorološka postaja na površini u neposrednoj blizini Vjetrenice u Zavali.

**Ključne riječi:** mikroklimatska opažanja, Vjetrenica, Dinarski krš, monitoring

### **MICROCLIMATIC MONITORING IN VJETRENICA CAVE, B&H**

Vjetrenica cave has been in the focus of speleological interest throughout history. One of the main reasons for such interest is attributed to its characteristic climatic features – the occurrence of a strong „wind“ at the entrance to the cave, hence the name of the cave (wind – vjetar – Vjetrenica).

The oldest known example of scientific interest in Vjetrenica is related precisely to the occurrence of air currents. This is the work *Historia naturalis* by Pliny the Elder, dating from 77 BC (Plinius Secundus 1884). It is followed by the erudite Dubrovnik tradition, within which the work by the Dubrovnik duke and philosopher Nikola Gučetić (*About Aristotle's Meteors*, 1584), in which he studies winds, is considered the basis of scientific speleology in Croatia and Bosnia and Herzegovina.

In 1888, the Austrian engineer Riedel investigated the occurrence of winds for the purpose of building a windmill. He conducted the first measurements of air, water and rock temperatures in Vjetrenica and found that the temperature was approximately 11 °C. From then until 2004, current air and water temperatures were measured during numerous research activities, in particular biospeleological ones. However, no systematic measurements or monitoring were made over a longer time period.

During speleological research in Vjetrenica in the summer of 2004, air current velocity at the entrance was measured for 20 minutes three times a day from 16 to 21 August. Velocity ranged from 5.1 to 9.8 m s<sup>-1</sup>.

The paper presents the results of monitoring air temperature and relative humidity in five locations in Vjetrenica, as well as the direction and strength of air current at the entrance to Vjetrenica for the period of one year during 2005 and 2006 – in Bosnia and Herzegovina for the first time – and during 2010 and 2011. In the course of 2005 and 2006, a meteorological station was set up in an area in Zavala in the immediate vicinity of Vjetrenica cave.

**Keywords:** microclimatic monitoring, Vjetrenica, Dinaric karst, monitoring

### **USPOREDBA NACRTA VJETRENICE ILI GDJE JE NESTALA TREĆINA ŠPILJE**

**<sup>1</sup>Darko Bakšić, <sup>2</sup>Dalibor Paar, <sup>3</sup>Teo Barišić**

<sup>1</sup>Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska,

<sup>2</sup>Odsjek za fiziku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska,

<sup>3</sup>Teo Barišić Speleološki odsjek Hrvatskog planinarskog društva Sv. Mihovil, Šibenik

Prema literaturnim podacima nacrt Vjetrenice rađen je u šest navrata. Prvi nacrt Vjetrenice, ujedno i prvi nacrt neke špilje u Bosni i Hercegovini napravio je Mihajlović 1890. Radovanović je 1929. godine objavio morfološko hidrološku studiju Vjetrenice cjelovit i detaljan nacrt Vjetrenice, koji su bili su ispred svog vremena te su punih 76 godina činili okosnicu svih kasnijih istraživanja o Vjetrenici.

Od 2002. do 2007. godine članovi SO PDS Velebit, SO HPD Mosor, SO HPK Sv. Mihovil, SO HPD Dubovac, SD Karlovac i SD Pionir uz pomoć i organizaciju SU Vjetrenica – Popovo polje izrađuju novi nacrt Vjetrenice, te otkrivaju nove dijelove špilje.

Usporedbom Radovanovićevog s današnjim nacrtom Vjetrenice utvrđeno je da je najspornija duljina samog objekta. Radovanović navodi da je duljina Vjetrenice 7503 m, dok duljina Vjetrenice nakon istraživanja od 2002-2007. godine iznosi 7014 m (6706 m tlocrtna duljina). Dobiva se dojam da je Radovanović poznao više kanala nego što poznajemo mi danas. Obrnuto; na novom nacrtu su kanali

kjih na Radovanovićevom nacrtu nema, a čija je ukupna duljina 1668 m (1538 m tlocrtne duljine). Novoizrađeni tlocrt pomaknut je u smjeru istoka u odnosu na Radovanovićev i to oko 300 m. U radu se daje niz pojedinosti o nacrtu Vjetrenice istraživanom u razdoblju od 2002. do 2007. godine te objašnjavaju odnosi pojedinih dijelova špilje. Zbog niza polemika kažimo samo da je Glavni kanal Vjetrenice od ulaza do najudaljenije točke Glavnog kanala nagnut  $-0,3^\circ$  te da se 74 % duljine kanala Vjetrenice nalazi u razini ili ispod razine ulaza.

**Ključne riječi:** usporedba nacрта, Vjetrenica, Dinarski krš

### **COMPARISON OF THE MAP OF VJETRENICA, OR WHERE ONE THIRD OF THE CAVE HAS DISAPPEARED**

According to literary data, maps of Vjetrenica, or some of its parts were drawn up on six occasions. The first map of Vjetrenica, and the first plan of a cave in Bosnia and Herzegovina ever, was made by Mihajlović in 1890. In 1929, Radovanović published a comprehensive and detailed map of Vjetrenica with numerous speleomorphological particulars.

Radovanović's morphological hydrological study of Vjetrenica and its map were beyond his time and formed a core of all subsequent research of Vjetrenica for the next 76 years.

From 2002 to 2007, members SO PDS Velebit, SO HPD Mosor, SO HPK Sv. Mihovil, SO HPD Dubovac, SD Karlovac and SD Pionir assisted by the SU Vjetrenica – Popovo Polje, draw up a new map of Vjetrenica and discovered new parts of the cave.

A comparison of Radovanović's map with the present map of Vjetrenica reveals some discrepancies related to the length of the site. According to Radovanović, the length of Vjetrenica is 7.503 m, whereas research of 2002 - 2007 found that the cave is 7.014 m long (6.706 m of layout length). There is a tentative conclusion that Radovanović might have known more passages than we do today. Vice versa, the new map contains some passages that do not exist in Radovanović's map in the total length of 1.668 m (1.538 m of layout length). The new ground plan is shifted eastward by about 300 m in relation to Radovanović's one.

The paper provides a large number of details related to the map of Vjetrenica investigated in the period between 2002 and 2007 and explains the relationships among certain parts of the cave. In response to numerous debates, suffice it to say that the Main Canal of Vjetrenica from the entrance to the farthest point of the Main Canal has a slope of  $-0.3^\circ$  and that 74% of the length of Vjetrenica canals is at the entrance level or below.

**Keywords:** comparison of maps, Vjetrenica, Dinaric karst

### **MORFOMETRIJA SLIVA CRNOG MORA NA PROSTORU CRNE GORE**

**Goran Barović**

Filozofski fakultet, Univerzitet u Nikšiću, Crna Gora

Sa teritorije Crne Gore vode otiču u dva morska sliva, Crnog mora i Jadranskog mora. Sagledavajući površine slivnih cjelina primjećujemo da su približne, 52% sliv Crnog mora 48% sliv Jadranskog mora. Međutim, u svim ostalim parametrima (broj tokova, dužina tokova, ...) konstatovane su znatne razlike. U svim analiziranim parametrima konstatovana je prednost na strani vodotoka u dijelu sliva Crnog mora pa će i predmet ovog rada biti prezentacija rezultata ove slivne cjeline. Na dijelu prostora Crne Gore sa kojeg vode otiču u Crno more konstatovano je pet rječnih slivova: Ibra, Lima, Čehotine, Tare i Pive. U radu će biti pojedinačno date analize riječnih slivova u više nivoa od broja tokova, njihove dužine, nadmorske visine izvora i ušća, gustine i čestine riječne mreže, ali i analiza cjelokupnog slivnog područja. Do morfometrijskih podataka koji su predmet analize došlo se

savremenim metodama kartometrisanja na topografskoj osnovi razmjera 1:25000. Analizom vodotoka utvrđene su značajne razlike među slivnim cjelinama što potvrđuje veoma raznolike prirodne uslove na relativno malom prostoru.

**Ključne riječi:** kartometrisanje, broj tokova, dužina tokova, morski sliv, riječni sliv.

### **MORPHOMETRY OF BLACK SEA BASIN IN MONTENEGRIN TERRITORY**

On the territory of Montenegro rivers belong to two basins, Black sea and Adriatic sea. By analyzing territories of each basin we can notice that they are almost equal, 52% basin of the Black sea, 48% basin of the Adriatic sea. Despite that, all other parameters are significantly different (number of watercourses, watercourse length). In all analyzed parameters watercourses that belong to Black sea basin are dominant so the topic of this paper will be presentation of results from this basin. On the territory of Montenegro where the rivers belong to Black sea basin five river basins are noticed: Ibar, Lim, Čehotina, Tara and Piva. In the paper there will be individual analysis of river basins in multiple levels from number of watercourses, their length, altitude of well and confluence, density and frequency of the river network, but also the analysis of the whole river basin area. Morphometric data which is subject of the analysis is collected by modern cartometry methods on topographic base in scale 1:25000. Analysing the watercourses significant differences were noted which confirms very diverse nature conditions on a relatively small territory.

**Key words:** cartometry, watercourse count, watercourse length, sea basin, river basin.

### **ISTRAŽIVANJE GEOMORFOLOŠKIH ZNAČAJKI PODRUČJA OŠTARIJE-TOUNJ (HRVATSKA) U SVRHU ZAŠTITE KRŠA TOG PODRUČJA**

**Neven Bočić**

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Zavod za fizičku geografiju, Sveučilište u Zagrebu

Područje Oštarije-Tounj nalazi se između Ogulinsko-plašćanske zavale (tj. krške depresije) i prostrane Unsko-koranske zaravni. Odlikuje se brojnim krškim fenomenima, a posebno špiljama. Špilja u kamenolomu Tounj (ŠukT) i špilja Tounjčica nalaze se u području brda Krpel nedaleko naselja Tounj. One za sada nisu fizički spojene, ali predstavljaju jedinstven hidrografsko-morfogenetski sustav krških provodnika. Obje špilje, a posebno ŠukT ozbiljno su ugrožene radom kamenoloma u Tounju te je JU za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima Karlovačke županije pokrenula projekt „Trajna zaštita Špilje u kamenolomu Tounj“. U okviru tog projekta izrađena je studija „Geomorfološka obilježja Špilje u kamenolomu Tounj i špilje Tounjčice s okolnim područjem“ kako bi se utvrdile osnovne geomorfološke i morfogenetske značajke ovih špilja, ali i čitavog područja s kojima špilje čine jedinstvenu i nedjeljivu cjelinu. Utvrđeni su osnovni uvjeti i čimbenici razvoja reljefa, morfostrukturne značajke reljefa te egzogeni krški i fluviokrški procesi i oblici. Posebno su obrađene geomorfološke značajke ŠukT i špilje Tounjčice. U okviru istraživanja je izrađena geomorfološka karta mjerila 1:25000. Utvrđena je izuzetna georaznolikost krških površinskih i podzemnih oblika ovog područja, ali i njihova velika ugroženost. Zbog navedenih vrijednosti i njihove ugroze predlaže se trajna zaštita obje špilje s odgovarajućom površinom nadsloja u kategoriju geomorfološki spomenik prirode. Također se zbog sigurnosti predlaže privremena sanacija ulaznog dijela špilje.

**Ključne riječi:** krš, geomorfologija, speleologija, georaznolikost, zaštita prirode, Tounj, Hrvatska

## **GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH OF THE OŠTARIJE-TOUNJ AREA (CROATIA) IN PURPOSE OF THE KARST PROTECTION IN THIS AREA**

Oštarije-Tounj area is situated between Ogulin-Plaški large karst depression and wide Una-Korana karst plateau. It is characterized by numerous karst phenomena especially caves. Cave in Tounj quarry (ŠukT) and cave Tounjčica are located in Krpel hill area near Tounj settlement. They are not physically connected (in speleological sense) but they are unique hydrographic-morphological system of the underground karst conduits. Both caves, especially ŠukT, are very threatened by quarry exploitation. Public institution for managing with protected natural values of the Karlovac county started with project “Permanent protection of the Cave in Tounj quarry” within a framework study “Geomorphological characteristics of the Cave in Tounj quarry and cave Tounjčica with surrounded area” was made. The main goal was determination of the basic geomorphologic and morphogenetic features of this caves and surrounded area because it is unique and indivisible karst complex. The basic conditions and factors of the landscape development, morphostructural characteristics and exogenous karst and fluvio karst processes and forms settled. Special attention is taken to geomorphology of these caves.

Within a framework of this work geomorphological map in scale 1:25000 was made. It is concluded that this area have a high geodiversity of the karst surface and underground forms but there is high vulnerability and threats of this karst complex. According to these conclusions it is recommended to declare this site as permanent protected area in the category of the geomorphological nature monument. Also, restoration of the destructed entrance part of the cave is proposed.

**Keywords:** karst, geomorphology, speleology, geodiversity, nature protection, Tounj, Croatia

## **GEOMORFOLOŠKE ZNAČAJKE RECENTNE DELTE RIJEKE NERETVE**

**Andrija Bognar, Vjekoslav Šimunović**

Prirodoslovno - matematički fakultet, geografski odsjek, Sveučilište u Zagrebu;  
Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti, Sveučilište u Mostaru

Delta Neretve je krajnji SZ dio makrogeomorfološke regije Južne Dalmacije koja ulazi o okvire megageomorfološke regije Hrvatskog dijela Dinarskog gorskog sustava. Unutar geomorfološke cjeline jasno se mogu izdvojiti tri mikrogeomorfološke regije i to: Čapljinsko-Hutovska, Metkovička i Opuzensko-Rogotinsko-Blacanska zavalu s recentnom deltom rijeke. Kako su sustavna geomorfološka istraživanja još u tijeku ovaj puta prezentirati će se samo reljefna problematika suvremene delte rijeke Neretve dakle, obilježja, nastanak i razvoj najnižeg dijela delte u Opuzensko-Rogotinsko-Blacanskoj zavali s time da će se zbog boljeg razumijevanja nastanka i evolucije delte uvodno naznačiti i opće morfološke osobine cjelokupnog bazena donje Neretve s sukcesijom niza starijih delta.

**Ključne riječi:** geomorfologija, obilježja, rijeka Neretva, delt

## **GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE RECENT DELTA NERETVA RIVER**

Delta of the Neretva River is the marginal NW part of the macrogeomorphological region called Southern Dalmatia with the arhipelago, which, in larger terms, belongs to the Croatian part of the Dinaric mountainous system. In that geomorfological entity, using the principles of homogenous regionalisation, three microgeomorphological regions can be picked out: the Čapljina-Hutovo Basin, Metković Basin and Opuzen-Rogotin-Blace Basin with the Delta. As a systematic geomorphologic research is still in progress, only geomorphologic problems of the Neretva River recent delta will be presented, consequently, the relief characteristics, its origin and development in the lowest part of

the Opuzen-Rogotin-Blace Basin. In order to enable better understanding of the whole Lower Neretva Basin will be given in the introduction.

**Key words:** Geomorphology, Characteristics, Neretva River, Delta

## **HIDROLOGIJA KRŠA I DRUŠTVENA KRETANJA**

**Ognjen Bonacci**

Građevinsko arhitektonski fakultet, Sveučilište u Splitu, Hrvatska

Hidrologija je znanost koja se bavi vodom iznad i ispod površine Zemlje, njenom pojavom, kretanjem i raspodjelom, kemijskim i fizičkim svojstvima kao i njenim okolišem, uključujući i odnos sa živim bićima. Njen glavni koncept, ali i interes vezan je s hidrološkim ciklusom ili ciklusom kruženja vode na izučavanom prostoru. Osnovni zadatak hidrologije predstavlja, dakle, izučavanje promjenjivosti pojave vode u prostoru i tijekom vremenu. U slučaju krša ta je promjenjivost posebno snažna. Gotovo trenutačno smjenjivanje vlažnih i sušnih razdoblja (poplava i suša) česta je pojava u svim krškim područjima, a osobito je izražena u Dinarskom kršu. Druga bitna karakteristika pojavnosti vode u kršu je snažna i izravna povezanost površinskih i podzemnih voda. Krški prostori u principu nisu posebno povoljni za razvoj i organizaciju života ljudi na njima. Stoga je jedan od osnovnih zadataka hidrologije krša izučavanja prirodnih procesa i omogućavanje poduzimanja aktivnosti koje bi čovjeku olakšale život na tim inače za njega negostoljubivim prostorima. Na kršu su izvedeni brojni zahvati i izgrađeni brojni objekti (brane, akumulacije, tuneli, dovodi vode, crpljenje podzemne vode itd.) uvijek s istim ciljem da se čovjeku olakša život.

Činjenica je da su mnogi od tih zahvata ispunili svoj osnovni zadatak, ali je isti tako činjenica da su mnogi od njih uzrokovali neočekivane negativne posljedice (prolome tla, gubitke vode iz akumulacija, presušivanje izvora, zagađenje podzemnih voda, uništavanje površinskog i podzemnog okoliša itd.). Krški okoliš vrlo je ranjiv. Pri tome se najčešće zaboravlja i zanemaruje neprocjenjiva vrijednost podzemnih ekoloških krških sustava. U radu će, kao prvo, biti iznesene osnovne karakteristike krških hidroloških procesa. Potom su ti procesi povezani s društvenim posljedicama koje oni izravno uzrokuju. Nastavno su izneseni brojni primjeri zahvata u kršu i njihovih posljedica. Naglasak će biti stavljen na izučavanje negativnih posljedica s ciljem da se ne ponove greške iz prošlosti.

**Ključne riječi:** Hidrologija, Dinarski krš, ranjivost, antropogeni utjecaji, negativne posljedice

## **KARST HYDROLOGY AND SOCIAL MOVEMENTS**

Hydrology is a scientific discipline within the earth sciences, which main focus is the terrestrial part of the hydrological cycle. It concerns the occurrence, movement and composition of water below and on the Earth's surface. Hydrological science has strong links, on a wide range of spatial and temporal scales, with oceanic, atmospheric, and solid earth sciences as well as with biological sciences. Its main task is detailed studying and explaining occurrence and variations of water in time and space and their influence on hydrological, biological, as well as on social processes. On karst terrains hydrological variability is particularly expressed. Very often heavy floods are followed by long lasting droughts. Water regime can be extremely unfavourable. This is especially case in the Dinaric karst. Second crucial hydrological characteristic in karst is direct and strong interactions between surface water and groundwater. Both of these characteristics have vigorous influence on organization of life of people living in karst areas. Living conditions are not favourable for man. Due to this reason one of the main tasks of karst hydrology is to find solutions for mitigate adverse impacts on social movements in this inhospitable areas. Since ancient times, and especially in recent time, human beings build hydrotechnical structures and undertake different measures in order to improve living conditions in

karst areas. Past experience has shown that many of these works have been suboptimal. The short term benefit resulting from them was frequently smaller than the damages caused during their long term functioning. Subterranean karst ecosystems are sensitive to environmental changes that occur on the surface. The importance of maintaining karst biological diversity goes far beyond mere protection of endangered species and beautiful landscape. Aspect of their protection today is neglected. The components and dynamics of current geomorphological variability as well as biodiversity and ecosystem functioning in karst region cannot be understood without taking into account the history of human interactions. Various and ingenious systems of land use and resource management provided a framework for the development of civilizations living on karst region. Basic hydrological karst processes are explained in this paper. They are connected with social and ecological movements from prehistory till recent time. The accent is placed on the analyses of negative consequences of human interventions in order to avoid them during the future activities.

**Keywords:** Hydrology, Karst, vulnerability, anthropogenic influence, negative consequences

## KRONIKE

**Vlado Božić**

Speleološki odsjek Hrvatskog planinarskog društva «Željezničar», Zagreb, Hrvatska

Tema izlaganja odnosi se isključivo na dio Dinarskog krša koji se prostire na području Republike Hrvatske, za razdoblje od 1990. – 2011. Kronika obuhvaća samo važnije podatke a sadrži slijedeće podteme: **Uvod** (Dinarski krš, nazivi krš i kras), **speleološka istraživanja** (razvoj speleološke opreme i tehnike, dostignuća u istraživanju špilja i jama u zemlji i inozemstvu, istraživanje umjetnog podzemlja, katastar speleoloških objekata), **posebna istraživanja u speleologiji** (povjesna, arheološka, paleontološka, geološko-hidrogeološka, meteorološka, fizikalno-kemijska i dr.), **skupovi** (u zemlji i inozemstvu); **stručni radovi** (elaborati, projekti, doktorski, msgistarski, diplomski i dr. radovi), **školovanje** (škole, tečajevi, seminari, Planinarsko učilište HPS, orijentacijska natjecanja), **udruge** (organiziranost, HSS, KS HPS, popis udruga, znanstvene institucije), **zaštita** (pravna regulativa, fizička i tehnička zaštita); **publicistika** (monografije, periodici, prospekti), **promidžba** (izložbe, sajmovi, festivali, koncerti, speleološke večeri, slikarstvo, filatelija, filmovi i sl.), **biografije** (objavljene u ovom razdoblju, popis speleologa koji su se spustili dublje od 1000 m), **bibliografija** (po podtemama).

Nisu razmatrane slijedeće djelatnosti: biospeleologija, turizam, nesreće i spašavanje. Također, zbog nedostatka vremena nisu dovoljno korišteni podaci s Interneta.

**Ključne riječi:** povijest speleologije, Hrvatska, istraživanja, edukacija, publiciranje

## CHRONICLES

The theme is related only to the Dinaric Karst on the territory of the Republic of Croatia, in the time from 1990 to 2011. The theme contains only main data and have subthemes: **Introduction** (Dinaric karst, terms «Krš» and Kras); **Speleological explorations** (development of the speleological equipment and technics, achievements in exploration of caves and pits, in Croatia nad abroad, exploration of souterrains, spelodiving, cadastre), **Special explorations** (historical, archeological, paleonthological, geological, metheorological, physical and chemical, etc.); **Expert works** (surveys, projects, doctor's and other degrees); **Schooling** (schools, courses, seminars, Mountaineering educational institution of the Croatian Mountaineering Association, orientational competition); **Clubs** (Croatian speleological Association, Kommission for Speleology of the Croatiaoan Mountaineering Association, list of clubs and scientific institutions); **Protection** (law regulation, phisical and

technical protection); **Publications** (monographs, periodics, booklets); **Advertising** (expositions, markets, festivals, concerts, speleological evenings, art, philately, etc); **Biographies** (published in this period, list of members who descended deeper than 1000 m); **Bibliography** (according to subthemes). There are not mentioned data of biospeleology, tourism, accidents and rescuing. Also, because of lack of time Internet was not used adequate, mainly published data on the paper.

**Keywords:** history of caving, Croatia, research, education, publishing

## GEOKOLOŠKO VREDNOVANJE RELJEFA OPĆINE DUGI RAT

Ivan Carević

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geografski odsjek, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

Općina Dugi Rat nalazi se u krškom dijelu Republike Hrvatske, 20 kilometara jugoistočno od Splita. Smještena je na južnim padinama istočnog dijela hrpta koji se proteže od rijeke Žrnovnice na zapadu, do rijeke Cetine na istoku.

Sam prostor općine većim dijelom ne pripada tipičnom području krša. U reljefu općine mogu se izdvojiti dva područja: područje krednih vapnenaca (oko 40 % površine), na kojem prevladavaju krški procesi i oblici, te područje eocenskih naslaga fliša (oko 55 % površine) na kojem prevladavaju fluviodenudacijski procesi i oblici.

Značajna socio-ekonomska i fizionomska transformacija prostora nastupila je od pedesetih godina 20. stoljeća. U tom razdoblju, najznačajniji proces je nagli porast stanovništva, najvećim dijelom doseljenim s obližnjeg, tipičnog krškog područja Dalmatinske zagore. Uz porast stanovništva, izmijenjena je naseljska struktura i socio-ekonomska obilježja prostora općine.

Navedene demografske i prostorne promjene odrazile su se i na reljefnu osnovu općine Dugi Rat. Reljef utječe na novu prostornu strukturu naselja, ali postaje i nositelj razvoja novih djelatnosti, posebice turizma. S druge strane, dok je poljoprivredna proizvodnja na padinama u flišu nekada bila glavni nositelj razvoja, danas su te padine najvećim dijelom napuštene i degradirane.

S obzirom na probleme pri prostornom planiranju i planiranju daljnjeg razvoja općine, te reljefne osnove kao nositelja djelatnosti, ali i ugroženog dijela prirodne osnove, provedeno je geokološko vrednovanje reljefa općine Dugi Rat. U skladu s geokološkim metodama izdvojeni su tipovi korištenja prostora. Geokološko vrednovanje provedeno je za potrebe kupališnog turizma, utvrđivanje stanja ugroženosti padinskim procesima padina u flišu, te vapnenačkog grebena za potrebe novih vidova rekreacije.

Rezultati istraživanja primjenjivi su u daljnjem planiranju upravljanja prostorom općine Dugi Rat, ali mogu biti i indikatori usmjerenosti promjena i daljnjeg razvoja priobalnog područja, kao integralnog dijela krške Hrvatske, a koji je neraskidivo demografski, ekonomsko i prometno povezan s obližnjim tipičnim krškim prostorima Dalmatinske zagore.

**Ključne riječi:** Dugi Rat, geokološko vrednovanje reljefa, turizam, upravljanje prostorom

## GEO-ECOLOGICAL EVALUATION OF DUGI RAT MUNICIPALITY RELIEF

The Dugi Rat Municipality is located in a karstic region of the Republic of Croatia, 20 kilometers southeast of Split. It is placed on south slopes of the eastern part of the ridge stretching from river Žrnovnica in the west to river Cetina in the east.

Majority of municipal area itself is not typically karstic in nature. Two areas can be differentiated in the municipal area relief: chalk limestone area (approx. 40%), dominated by karstic processes and formations, and a tract of Eocene flysch deposits (approx. 55%) characterized by fluvio-denudational processes and formations.

Significant socioeconomic and physiognomic spatial transformations have taken place since the middle of the 20th century. During that period, the most important process was a sudden increase in population, moving in mostly from neighbouring karstic areas of the Dalmatinska Zagora. Together with the population growth, structural and socioeconomic characteristics of the settlement have also changed.

Those demographical and spatial changes have been reflected in the relief basis of the Dugi Rat Municipality. As relief influences the new spatial structure of the settlement, it also becomes a driving force for new activities, especially tourism. On the other hand, while agricultural production on the flysch slopes was once a main driving force for progress, today those slopes are largely abandoned and neglected.

Recognizing the issues in regional planning and further development of the Municipality and its relief foundation as a cornerstone for economic activity, a geo-ecological relief evaluation of the Dugi Rat Municipality was performed. Using geo-ecological methods, a number of different ways of using space have been determined. Geo-ecological evaluation was made considering: the needs of bathing tourism, level of threat caused by flysch derasion processes and the opportunities for new forms of recreation along the limestone ridges.

Results of this research are applicable in future planning and spatial management in the Municipality of Dugi Rat, but can also serve as indicators of the direction of change and development in coastal areas, which are, as an integral part of karstic Croatia, demographically, economically and traffically inextricably linked to adjacent karstic areas of the Dalmatinska Zagora.

**Key words:** Dugi Rat, geo-ecological evaluation of the relief, tourism, spatial management

## **POTREBNI RESURSI REALIZACIJE I PRAĆENJA PROJEKTA ZAŠTITE IZVORA VODE ZA PIĆE ZDENA NA KRAŠKOM EKOSUSTAVU**

**Denis Cerić<sup>1</sup>, Emir Trožić<sup>2</sup>, Edin Smajić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Općina Sanski Most, Sanski Most, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>JKP «ViK» Sanski Most, Sanski Most, Bosna i Hercegovina

<sup>3</sup>Općina Hadžići, Hadžići, Bosna i Hercegovina

U uvodu će se predstaviti kratki pregled trenutnog stanja i potrebe provođenja neophodnih zaštitnih mjera izvora vode za piće Zdena i Dabar i niza kraških ponora u Lušci palanačkom polju.

Kroz pregled dosadašnjih rezultata citirat će se relevantni podaci iz *Projekta zaštite izvorišta vode za piće Zdena Općine Sanski Most*. Ovdje su dati bitni podaci o stanju ovog kraškog lokaliteta u hidro geološkom smislu, kao i pregled stanja šumskog gazdinstva. S obzirom na naseljenost ovog prostora kratki vodeni tokovi su ugroženi otpadnim vodama.

Kroz metode i diskusije definirat će se opravdanost projekta zaštite s aspekta planskih i resursnih potencijala neophodnih za realizaciju, praćenje, zatvaranje i dokumentovanje projekta.

Izvorišta Zdena i Dabar su izvorišta vode za piće Općine Sanski Most i imaju sliv koji je u potpunosti u kršu. Ranije dokazane veze kraškog polja u Lušci Palanci su potvrđena novim rezultatima.

Nakon izrade i revizije Projekta zaštite izvorišta vode za piće Zdena Općine Sanski Most, juna 2004. godine, Općinsko vijeće je donijelo novu Odluku o zaštiti izvorišta vode za piće Zdena. JKP «ViK» Sanski Most je na vidnim mjestima izvršila obilježavanje zone zaštite u Jelašinovačkom polju. Za kvalitetnu realizaciju neophodan je planski pristup ovom projektu. Projekat je dao značajne podatke o zagađivačima i kategoriji i veličini zaštitnih zona. Dat je i kratak pregled dinamike neohodnih aktivnosti. Neophodno je detaljnije razraditi sve neophodne aktivnosti i detaljan dinamički plan, sa prikazom potrebnih resursa za realizaciju i praćenje Projekta.

Ovdje će se dati pregled neophodnih aktivnosti i detaljan dinamički plan, sa prikazom potrebnih resursa za realizaciju i praćenje Projekta zaštite izvorišta vode za piće Zdena Općine Sanski Most.

**Ključne riječi:** izvorišta, sliv, kraš, kraško polje, projekat zaštite, resursi, realizacija i praćenje.

## **RESOURCES REQUIRED TO IMPLEMENT AND MONITOR THE PROJECT TO PROTECT THE ZDENA DRINKING-WATER SOURCES OF A KARST ECOSYSTEM**

A brief survey of the current state of affairs will be set out in the introduction, with an account of the necessity of introducing measures to protect the drinking-water sources of the Zdena and Dabar and the series of karst sinking rivers in Lušca, Palanačko polje.

With reference to findings to date, relevant data from the *Project to protect the Zdena drinking-water sources in Sanski Most Municipality* will be cited. Key hydro-geological data on the state of this karst site will be provided, along with an overview of the state of forestry management. The population density of the area means that short watercourses are at risk from waste water.

The feasibility of the protection project will be determined using methods and discussion as regards the planning and resources required for the implementation, monitoring, completion and documentation of the project.

The catchment area of the sources of the Zdena and Dabar, which are the sources of drinking water for Sanski Most Municipality, is purely karst. The connection with the karst polje in Lušci Palanka, which has already been demonstrated, is confirmed by new findings.

In June 2004, after developing and reviewing the project to protect the Zdena drinking-water sources of Sanski Most Municipality, the Municipal Council rendered a new decision on the protection of the Zdena drinking-water sources. JKP “ViK” Sanski Most erected notice boards in prominent places marking out the protection zone in the Jelašinovačko polje. A planned approach to the project is required to meet implementation standards. The project has provided significant information on polluters and on the category and size of protected zones. A brief overview of the action time-lines is also provided. A detailed action plan with time-lines is now required, indicating the resources needed to implement and monitor the project. Here an account of the necessary actions and detailed time-lines will be provided, indicating the resources needed to implement and monitor the project to protect the Zdena drinking-water sources of Sanski Most Municipality.

**Key words:** sources, catchment area, karst, karst polje, protection project, resources, implementation and monitoring.

## **KLASIČNI KRŠ: MREŽA ZA MONITORING**

**Franco Cucchi, Luca Zini, Luca Visintin**

Odsjek geoznanosti, Sveučilište u Trstu (Italija)  
Dipartimento di Geoscienze, Università di Trieste (Italy)

Klasični krš obuhvaća oko 200 km<sup>2</sup> sjeveroistočnog dijela talijanskog teritorija i sadrži izvorišno područje i dio podzemne mreže Timavo rijeke. Samo mali dio podzemnih voda teče u freatskim uvjetima. Zaproto, većina hidrogeološkog sustava je pod tlakom.

Na površini, karstifikacija je vrlo intenzivna i otkriva ju tisuće vrtača i špiljskih ulaza; ta krška obilježja odvođe vrlo brzo kišnicu u dubinu i onemogućuju uspostavu trajne površinske vodene mreže. Krški teritorij već je gusto naseljen, a za nekoliko godina važna nova cestovna infrastruktura će tražiti ovdje svoje mjesto.

Monitoring mreža je organizirana kako bi se provjeravalo podzemne vodne režime, kvaliteta i njihove vanjske i unutarnje ekološke značajke. U tu svrhu ona je iskoristila jezera, izvore i šupljine koje se

spuštaju do razine temeljnice, opremljene su dvije najvažnije šupljine (od kojih je jedna turistička s velikim brijem posjeta) i izbušene neke freatometričke bušotine.

**Ključne riječi:** Klasični krš, monitoring krške vode, hidrogeologija krša

### **CLASSICAL KARST: THE MONITORING NETWORK**

The Classical Karst covers about 200 km<sup>2</sup> of the north eastern Italian territory and contains the springs area and part of the Timavo river underground network. Only a small part the underground water flows in a phreatic condition. In fact most of the hydrogeological system is under pressure.

On the surface, the karstification is very intense and is revealed by thousands of dolines and cave entrances; these karst features drain very fast the rain water in depth and hinder the establishment of a perennial surface water flow network. The karst territory is already heavily populated and in a few years important new road infrastructures will insist on it.

A monitoring network has been organized in order to check the underground water regime, quality and its external and the internal environmental characteristics. For this purpose it has been taken advantage of lakes, springs and cavities that reach the base water level, by equipping two of the most important cavities (one of which is highly frequented by tourist) and by drilling some phreatimetric wells.

**Keywords:** Classical Karst, karst water monitoring, karst hydrogeology

### **UTJECAJ VRULJA NA RASPODJELU FITOPLANKTONA U MALOSTONSKOM ZALJEVU**

**Marijeta Čalić, Marina Carić, Nenad Jasprica**

Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku, Hrvatska

Malostonski zaljev je duboko uvučeno neritičko područje između poluotoka Pelješca i kopna. Važni čimbenici koji utječu na ekološke prilike u zaljevu su dotok rijeke Neretve u vanjskom i podmorski izvori slatke vode (vrulje) u unutrašnjem dijelu zaljeva. Podzemni tok koji izvire u Malostonskom zaljevu podrijetlom je iz ponorske zone Provalije u Popovom polju (Bosna i Hercegovina). Zbog velike propusnosti vapnenca, od kojeg je izgrađen priobalni pojas, utjecaj vrulja i ponora na cirkulaciju u Malostonskom zaljevu je intenzivniji tijekom zimskog i proljetnog razdoblja. Tada, podzemne vode sliva rijeke Trebišnjice u istočnoj Hercegovini obogaćuju sustav slatkim vodom i hranjivim tvarima. To se odražava na fizikalno-kemijske uvjete u zaljevu. U razdoblju aktivnosti vrulja bočata voda struji u površinskom sloju izlazeći iz Malostonskog zaljeva, dok se ispod halokline stvara ulazna struja slanije vode s otvorenog mora. Na taj način se stvara estuarijska cirkulacija u zaljevu. Na temelju 462 analizirana uzoraka fitoplanktona i fizikalno-kemijskih parametara, u 2002., po prvi put je u Malostonskom zaljevu prikazana fina vremenska raspodjela fitoplanktona te utvrđena korelacija između ekoloških čimbenika i sukcesivnog razvoja fitoplanktona. Uzorci za analizu fitoplanktona i hidrografskih parametara sakupljani su svaki tjedan na 13 metara dubokoj postaji Usko. Uz temperaturu i salinitet, kao najvažnije čimbenike razvoja fitoplanktona, važan utjecaj na populacije su imale i hranjive soli. Rijeka Neretva, vrulje i oborine su dodatni izvori nitrata i silikata u zaljevu. Nanofitoplankton (stanice 2-20 μm) je dominirao u abundanciji ukupnog fitoplanktona, a veće abundancije su zabilježene u donjem sloju vodenog stupca u razdoblju zima-proljeće.

Proljetno povećanje abundancije mikrofitoplanktona (stanice > 20 μm) zabilježeno je u gornjem dijelu vodenog stupca, a jesensko u cijelom vodenom stupcu. Hranjive soli uglavnom kontroliraju raspodjelu nanofitoplanktona i mikrofitoplanktona u razdoblju zima-proljeće, a temperatura u ljeto i jesen. U

proljeće, u uvjetima sniženog saliniteta, dovoljne koncentracija hranjivih soli i slabog miješanje vodenih masa, intenzivno cvjeta toksična vrsta *Prorocentrum minimum*.

**Ključne riječi:** fitoplankton, fizikalno-kemijski parametri, Malostonski zaljev, vrulje

### **THE INFLUENCE OF SUBMARINE SPRINGS ON PHYTOPLANKTON DISTRIBUTION IN MALI STON BAY**

Mali Ston Bay is a deeply indented neritic area between the Pelješac peninsula and the mainland. The important factors that affect the ecological conditions in the bay are the Neretva river discharging into the outer part of the bay and the specific karstic phenomena „vruljas“ in the inner part of the bay. The underground stream that flows in the bay originates from the undercurrents area Provalije in Popovo Polje (Bosnia and Herzegovina). Due to the high permeability of limestone, of which the coastal area is made, the impact of submarine springs and sinks on the circulation in the bay is more intense during the winter and spring periods. During that period, the groundwater of Trebišnjica in eastern Herzegovina enriches the system with fresh water and nutrients. This is reflected in the physico-chemical conditions in the Bay. In the period of submarine activity, brackish water flows from Mali Ston Bay in outgoing surface currents. At the same time, below halokline an ingoing bottom current of saltier water from the open sea is generated. In this way an estuarine circulation in the Bay is created. Fine temporal resolution of phytoplankton in Mali Ston bay was defined for the first time based on physical, chemical and phytoplankton composition analysis performed on 462 samples collected during 2002. Additionally, the correlation between environmental factors and phytoplankton succession was identified for that period. Phytoplankton samples were collected and hydrographic parameters were measured weekly at the 13 m deep Usko station. Temperature and salinity, combined with nutrients, were found to be the most important environmental factors driving the succession of phytoplankton community. The Neretva river, submarine springs (vrulje) and precipitation are additional sources of nitrate and silicate in the bay.

Nano fraction (cells 2-20  $\mu\text{m}$ ) was dominating phytoplankton composition. A greater abundance was observed in the lower part of the water column during winter and spring. Spring microphytoplankton (cells > 20  $\mu\text{m}$ ) abundance increase was recorded in the upper water column, and the autumn one in the entire water column. Nutrients are generally controlled the distribution of nanophytoplankton and microphytoplankton during winter and spring, whereas in summer and autumn it is controlled by temperatures. In conditions of reduced salinity, a sufficient concentration of nutrients and poor mixing of water masses, relatively intensive spring blooms were noted which were caused by toxic species *Prorocentrum minimum*.

**Keywords:** Mali Ston Bay, Physical-chemical parameters, phytoplankton, Submarine springs

### **KARSTNE UVALE U DINARIDIMA**

**Jelena Čalić**

Geografski institut „Jovan Cvijić“ SANU, Beograd, Srbija.

Osnovni segment rada je terminološko-teorijska diskusija o uvalama kao tipu površinskih depresija u karstu. Diskusija se oslanja na konkretne primere uvala iz Dinarskog karsta. Metodama detaljne morfometrijske analize i strukturno-geološkog kartiranja utvrđeno je da su proučavane uvale zatvorene površinske karstne depresije kilometarskih dimenzija, čije duže ose prate tektonski porušene zone regionalnih razmera.

**Ključne reči:** karst, površinska depresija, uvala, Dinaridi

## KARSTIC UVALAS IN THE DINARIDES

The main segment of the paper is the terminological and theoretical discussion on uvalas, as a sub-type of closed surface depressions in karst. The discussion relies on the examples of uvalas from the Dinaric karst. The methods of detailed morphometric analysis and structural-geological mapping were used to establish the general regularity, that the uvalas are closed surface karst depressions of kilometer scale, whose longer axes are developed along the tectonically broken zones of regional scale.

**Keywords:** karst, closed depression, uvala, the Dinarides

## TIPIZACIJA I KLASIFIKACIJA POVRŠINSKIH VODA PREMA ODV U KRAŠKIM PODRUČJIMA FBiH

**Admir Ćerić, Simone Milanolo, Vildan Mujagić**

Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC je ključni instrument Europske unije kojim se uspostavlja okvir za djelovanje na području politike voda na teritoriju EU. ODV sadrži niz zahtjeva uz stroga vremenska ograničenja, a sve u cilju postizanja općeg cilja – dobrog stanja voda do 2015. godine. Okvirna direktiva o vodama i Zakon o vodama u FBiH su predvidjeli da se upravljanje vodama vrši temeljem planova upravljanja koji se pripremaju za područje riječnog sliva (bazena), kao osnovne jedinice za upravljanje vodama.

Sukladno dodatku II ODV, sve površinske vode na riječnom bazenu potrebno je izdijeliti na vodna tijela, na kojima se provodi proces karakterizacije, odnosno određivanja njihovih značajki. Vodno tijelo površinskih voda označava cjelovit i značajan dio (element) površinske vode, na kojem se moraju primijeniti ciljevi zaštite okoliša iz ODV i ZOV. Određivanju vodnih tijela površinskih voda prethodi određivanje tipova površinskih voda na razmatranom slivnom području, u ovisnosti od uvjeta za nastanak, razvoj i opstanak svih vrsta flore i faune. To znači da se za implementaciju ODV sve površinske vode moraju klasificirati u tipove sličnih karakteristika u ovisnosti od geografskih, geoloških, morfoloških, fizičkih i drugih čimlac koji utječu na funkcioniranje i strukturu bioloških zajednica. Osnovni cilj tipizacije je određivanje referentnih uvjeta ekološkog i kemijskog stanja voda te sustava klasifikacije površinskih voda za svaki od identificiranih tipova.

U FBiH je primjena ODV otpočela stupanjem na snagu Zakona o vodama 2008. godine, ali još uvijek nije načinjen niti jedan plan upravljanja vodama sukladno ODV. U ovom radu prezentira se metodologija tipizacije i klasifikacije površinskih voda u kraškim područjima FBiH koja su zbog izrazite okršenosti uglavnom bezvodna i sa izrazito slabo razvijenom hidrografskom mrežom. Istraživanje je sprovedeno u riječnom bazenu Cetine i Krke na području FBiH, u kojem razvijen sustav tipizacije i klasifikacije voda prilagođen lokalnim uvjetima slivnog područja.

**Ključne riječi:** tipizacija, klasifikacija, ODV, površinske vode, krš

## TYPIFICATION AND CLASSIFICATION OF SURFACE WATER IN A KARST AREA OF THE FEDERATION (BOSNIA AND HERZEGOVINA) BASED ON WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

Water Framework Directive 2000/60/EC is the key instrument of the European Union establishing background for actions in the field of water policy on EU territory. WFD contains a number of requirements with strict implementation schedule, all in order to achieve the common goal - good water status by the year 2015. Water Framework Directive and the Water Law in the Federation

foresee that water management is established on the basis of management plans being developed at river basin level (watershed), as the basic unit for water management.

In accordance with Annex II of the WFD, all surface water in the river basin has to be divided into water bodies, on which is then implemented the process of characterization and evaluation of their features. A surface water body is a complete and significant part (element) of the surface water where the environmental objectives of the WFD and Water Law have to be applied. Before determination of the surface water bodies, determination of the type of surface waters in the catchment area under consideration should be done, taking into consideration the conditions for the emergence, development and survival of all species of flora and fauna. This means that for the implementation of the WFD, all surface water bodies must be sorted into types with similar characteristics depending on the geographic, geological, morphological, physical and other factors that affect the functioning and structure of biological communities. The main objective of this division is to determine the reference conditions for ecological and chemical water status and to define a surface water classification system for each of the identified types.

In FBiH the implementation of the WFD started with the enforcement of the Water Law in 2008 but up to now, no management plans have yet been created. This paper presents a methodology for typification of water bodies and then classification of the surface water in karst areas. These streams are, due to exceptional karstification, mostly dry with very weakly developed hydrographic network. The study was conducted in the river basin Cetina and Krka in FBiH, where the system for typification and classification of water was adapted according to the local conditions of the catchment area.

**Key words:** typology, classification, WFD, surface waters, karst

## **STUDIJE PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA U TURISTIČKOJ PEĆINI SA STAROVJEKOVNOM KULTUROM**

**Vinod Jena**

MATS Sveučilište, Raipur, India

School of Engineering & Technology, MATS University Raipur, India

Krški teritoriji i špilje predstavljaju značajne prirodne pojave. Zahtijevaju zakonsku zaštitu i praktičnu skrb. Rad se bavi aktivnostima zaštite pećina na području speleoklimatskog praćenja. Praćenje je usmjereno na detaljno istraživanje osnovnih parametara klimatskih procesa (temperatura, relativna vlažnost zraka, točka rosišta, brzina zraka, atmosferski tlak, itd.). Suština dobivenih znanja je poboljšati zaštitu špilja u praksi turističkih pećina, bolje razumjeti geo-ekosistem; odrediti utjecaje posjetitelja, razdoblje obnove i procjenu mogućih negativnih utjecaja. Ovdje predstavljamo zaštitu i praktičnu brigu turističkih pećina u Chhattisgarhu u Indiji koje je postavljena na temelju najnovijih znanstvenih spoznaja.

Izabrali smo mjesta za promatranja na temelju kojih možemo karakterizirati promjene špiljske klime u svim važnim dijelovima špilje. Ta mjesta odražavaju ekstremne razlike studiranih parametara i daju reprezentativnu sliku klimatskog režima svake pojedine špilje. Rezultati praćenja koriste se za određivanje kapaciteta nosivosti pojedinih špilja, ograničenja za posjetitelje i druge potrebne mjere. Izvođenje speleoterapeutskih događaja u promatranom špiljama ne uzrokuje nepovratne promjene na speleoklimatske uvjete; rezultati u svim slučajevima potvrđuju relativno visoku termodinamičku stabilnost špiljske klime.

**Ključne riječi:** speleologija, špiljski monitoring, mikroklima

## STUDIES ON ENVIRONMENTAL MONITORING IN ANCIENT TOURIST CAVE

Karst territories and caves represent significant nature phenomena. It requires legislative protection as well as the practical care. The paper deals with the activities of the Cave Protection in the field of speleoclimatic monitoring. The monitoring is concentrated on detail survey of basic climatic parameters processes (temperature, relative air humidity, dew point, air velocity, atmospheric pressure etc.) .The essence of obtained knowledge is to enhance cave protection in the practice of show caves, better understand the geo-ecosystems; determine visitors' influence, the period of regeneration and evaluation of possible negative influences. The present protection and practical care for the show caves in Chhattisgarh, India is done on the basis of the latest scientific knowledge. We choose the monitoring sites so that we could characterize the changes of cave climate in all important parts of the cave. The sites reflect the extreme difference of studied parameters and give a representative picture on climatic regime of the individual cave. The results of the monitoring are used for determining the carrying capacity of individual caves, limits for visitors and other necessary measures. Performing the speleotherapeutic stays in the monitored caves does not cause irreversible changes of speleoclimatic conditions; the results in all cases confirm a relatively high thermodynamic stability of the cave climate.

**Key words:** speleology, cave monitoring, microclimate

## MORFOLOŠKI OBLICI U KRŠU KAO REZULTAT MEHANIČKOG OPTEREĆENJA U STIJENAMA

**Katarina Kos, Hrvoje Posilović**

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska.

Prikazani su rezultati istraživanja o utjecaju mehaničkog opterećenja na trošenje stijena. Korištene su eksperimentalne i analitičke metode, a izrađeni su i numerički modeli metodom konačnih elemenata. Opisan je postanak kamenih mostova i lukova. Lukove možemo često vidjeti kao samostojeće strukture ili na ulazima u spilje. Kamene mostove nalazimo kao prenosnicu između dva masivna kamena bloka. Spomenute strukture u prirodi nalazimo u rasponu dimenzija od submilimetarskih do višemetarskih.

U prirodi su gotovo sve stijene pod nekom vrstom mehaničkog opterećenja.

Stijene se kroz vrijeme stabiliziraju oslobađanjem od velikih vlačnih i tlačnih sila. Do stabilizacije dolazi prestankom djelovanja primarne sile ili kroz disipaciju energije napetosti lomom. Kemijsko trošenje intenzivnije je ako je potpomognuto mehaničkim otvaranjem mikropukotina. Isto tako mikropukotine lakše nastaju ako je stijena izložena kemijskom trošenju. Često je zanemarivan i vrlo važan efekt povećanja topivosti minerala na molekularnoj razini ako su oni pod mehaničkim opterećenjem. Vapnenci kao i ostale stijene u mehaničkom smislu daleko su otporniji na tlačno naprezanje nego na vlačne sile. Do postanka spomenutih morfoloških oblika dolazi nakon glavne stabilizacije stijene. Dok u stijeni još uvijek postoji napetost, ali je ona ispod granica maksimalne elastične deformacije, odnosno loma.

Postanak kamenih lukova i mostova možemo objasniti kroz nekoliko faza. Stijenski blok ili sloj uslijed erozije ostaje bez potpore svoje podine i ostaje visjeti poduprt na krajevima. U takvom horizontalnom bloku u donjoj polovici djeluju vlačne sile, dok će gornji dio biti tlačno napregnut. Linije prostiranja mehaničkog stresa nisu linearne već imaju oblik lukova koji postaju sve ispruženiji prema centru simetrije bloka.

Najprije će biti rastrošeni i erodirani dijelovi stijene koji su pod djelovanjem vlačnih naprezanja i to duž linija stresa. Na kraju će u stijeni zaostati kompresijski napregnute strukture koje imaju oblik luka.

Mnogi morfološki oblici u okolišu su mehanički stabilne strukture, koje mogu nadživjeti mnoge promjene okoliša ostajući nepromijenjene.

**Ključne riječi:** trošenje, morfologija krša, mehaničko opterećenje

### **KARST MORPHOLOGICAL SHAPES AS A CONSEQUENCE OF THE MECHANICAL ROCK LOADING**

Influence of the mechanical loading on rock weathering is presented. The problem is studied by experimental and analytical methods, but also by numerical modeling (Finite elements method). Development of the natural stone bridges and arches is described. Arches can be found as self standing structures or on the cave entrance. Stone bridges bypass two massive stone blocks. Those structures can be seen in broad dimension range.

All rocks in nature are in some way mechanically loaded. During the time they are stabilized by liberation from the significant tensile and compression forces. Stabilization is due to primary force decrease or because of energy dissipation by fracturing.

Chemical weathering is more intensive if mechanical micro fracturing is present. But also micro fracturing is easier in the rock exposed to the chemical weathering. Increased mineral solubility under loading on the molecular level is very important factor.

Limestone's like all rocks are mechanically more resistant to the compression than to the tension.

Development of the mentioned morphological shapes is after main rock stabilization. The rock is still under stress but below maximal elastic deformation and below fracturing limit.

Stone arches and bridges development can be explained in few stages. Due to erosion of the underlying sediments, rock layer or block is in the hanging position constrained at the ends. In such horizontal block below the symmetry line tension forces are active, material above the line is in the compression. Mechanical stress trajectories are not linear but arch shaped and more shallow near the symmetry line.

Rock volume under tension forces will be weathered first and eroded following stress trajectories. At the end, only arch shaped rock volume under compression will survive weathering.

Many of the morphological shapes in the environment are mechanically stabilized structures, and they can last for the long time unchanged.

**Keywords:** weathering, karst morphology, mechanical loading

### **VAŽNOST DINARSKOG KRŠA ZA KARSTOLOGIJU**

**Andrej Kranjc**

Slovenska akademija znanosti i umjetnosti, Ljubljana, Slovenija  
Slovenian Academy of Sciences and Arts

Za početak treba reći da bez Dinarskog krša ne bi bilo karstologije, znanost koja bi se bavila kršem bila bi drugačija i ne bi se zvala karstologija, a predmet njezina istraživanja ne bi se zvao krš. U radu se objašnjava važnost Dinarskog krša za svjetsku karstologiju s tri točke gledišta: s povijesnog gledišta, s gledišta Dinarskog krša kao referentnog krša, i s gledišta današnje važnosti i značaja Dinarskog krša u svijetu. Istaknute krške pojave Dinarskog krša pojavljuju se već u dokumentima i književnosti antičkog doba i srednjeg vijeka. U 15. stoljeću pojavljuju se prvi znanstveni opisi krških pojava, u 18. stoljeću ime „Dinarske Alpe“, a 1830. je F.J.H. Hohenwart jasno zapisao da je "krš onaj pojas kamenite pokrajine koji se proteže od udinskog područja... kroz cijelu Dalmaciju, dio Bosne ... do otoka Kefalonije". Tako je naziv *kras* ušao u međunarodnu terminologiju. Dinarski krš je još dugo bio glavno područje istraživanja krša i zato su u terminologiju ušli i neki drugi njegovi pojmovi, kao:

bogaz, doline, hum, kamenica, polje, ponor, uvala ... Sam naziv i međunarodni termini dokazuju da je Dinarski krš referentni krš. Primjeri iz Dinarskog krša se pojavljuju u temeljnim djelima, priručnicima i udžbenicima o kršu. Poznavanje i istraživanje krša je svakim danom sve veće, a time se povećava poznati udio krša u svijetu. Dinarski krš se i dalje smatra najvećom krškom cjelinom u Europi, ali postoje druga veća područja krša u svijetu. Gledano u cjelini, Dinarski krš je po svojoj strukturi, kao i površinskim i podzemnim oblicima, s naglaskom na hidrološkim pojavama, jedinstvena mreža kako s europskih tako i sa svjetskog motrišta. Zato se toplo nadamo da će napori za upis Dinarskog krša na UNESCO-ov popis svjetske baštine biti uspješni.

**Ključne riječi:** Dinarski krš, karstologija, povijest istraživanja, buduća zaštita

### THE IMPORTANCE OF DINARIC KARST FOR THE KARSTOLOGY

The most important statement is that without Dinaric Karst there would be no karstology. The science dealing with karst would be different, also its name would be different and the field of its research would not be called the karst. The paper explains the importance of Dinaric Karst for the karstology from three points of view: historical issues, Dinaric Karst as the reference karst, and actual importance and significance of Dinaric Karst. Karst phenomena of Dinaric region are mentioned in the Antiquity already and followed by medieval documents and literature.

Scientific descriptions of karst phenomena appear since the 15<sup>th</sup> century; in the publications of the 18<sup>th</sup> century the name Dinaric Alps appeared and in 1830 F.J.H. Hohenwart clearly stated that “the karst is the zone of a rocky landscape lying from the Udine district... through the whole of Dalmatia, a part of Bosnia... to the island of Cephalonia”. So the name Karst passed into the international term. For a long time Dinaric Karst was the main field of karst research and therefore other local terms became international ones: bogaz, doline, hum, kamenica, polje, ponor, uvala... The name itself as well as other terms prove that Dinaric karst is the reference karst. Karst phenomena examples from Dinaric Karst appear in the basic karstological books, in manuals, and textbooks. According to extensive research there are more and more karst regions known in the World. Dinaric Karst is still considered as the largest continuous karst terrain in Europe but there are other larger territories in the World. But regarding on a whole, taking into the consideration surface and underground karst features and phenomena, especially hydrological ones, Dinaric Karst is a unique system both from the European point of view as well as from the World’s perspective. Therefore the efforts towards the inscription of Dinaric Karst on the UNESCO list of World heritage have to be strongly supported.

**Keywords:** Karst, karstology, history of research, the future protection

### PROCJENA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTICAJA ZA KRAŠKE VODOTOKE U BIH (prema prijedlogu nacrtu Pravilnika o ekološki prihvatljivom proticaju)

**E. Kupusović<sup>1</sup>, B. Vučijak<sup>2</sup>, N. Smolar-Žvanut<sup>3</sup>, F. Antonelli<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup> Federalni hidrometeorološki zavod, Bosna i Hercegovina,

<sup>2</sup> WWF Mediterranean Programme Office PO Sarajevo, Bosnia and Herzegovina,

<sup>3</sup> Institute for Water of Republic of Slovenia, Slovenia,

<sup>4</sup> WWF Mediterranean Programme Office Rome, Italy

U glavne ciljeve projekta “Živjeti Neretvu” (2008-2011), kojeg je financiralo norveško Ministarstvo vanjskih poslova i provodio WWF Mediteranski program u suradnji s WWF Norveške je spadao i cilj da se ispituju različite metode za procjenu ekološkog protoka u odabranim podslivovima u Bosni i Hercegovini, i osiguraju preporuke za razvoj odgovarajućih podzakonskih akata o ekološki prihvatljivom protoku (EPP), prema odredbama Zakona o vodama u Federaciji BiH i Republici

Srpskoj. Za istraživanje je najprije odabran dio složenog kraškog sustava Tihaljina-Mlade-Trebižat, jednog od površinskih vodotoka u zapadnoj Hercegovini. Složenost hidrodinamičkih karakteristika tečenja vode u kršu, prisutnost vještačkih utjecaja, kao i prirodne ljepote ovog kraja, te postojeći i očekivani značajan utjecaj klimatskih promjena u ovom području, bili su osnovni razlozi za izbor ovog sliva.

Na izabranim profilima tj. istražnim dionicama testirana je primjenjivost nekoliko odabranih hidroloških metoda procjene ekološkog proticaja: metoda minimalnog srednjeg mjesečnog proticaja 95% vjerojatnoće pojave (prethodno rabljena u BiH praksi), primjena srednjeg minimalnog proticaja (MNQ metoda, u uporabi u Hrvatskoj), te metoda “garantiranog ekološkog proticaja” (GEP metoda, koristi se u Srbiji). Radi analize prakse u zemljama Europske Unije, korištena su i iskustva iz Slovenije (testirana je složena metoda koja je tada bila razmatrana za usvajanje u Sloveniji), kao i Matthey metoda kao izbor “brze” metode. Primjena navedenih metoda potvrdila je da neke od njih, sa nadgradnjom istraživanja specifičnih ekoloških potreba, mogu pružiti dobar temelj za procjenu ekološki prihvatljivog proticaja u posebnostima BiH uvjeta (uključujući svakako i kraška područja) i u svjetlu klimatskih promjena, a istovremeno su uočene i naznačene i slabosti pojedinih metoda.

Rad opisuje rezultate usporedbe proračuna ekološki prihvatljivog proticaja urađenog po prethodno spomenutim metodama, te predstavlja posljedična polazišta koja su poslužila za izradu nacrt

podzakonskog akta, kao i osnove samog akta, sa naročitim osvrtom na rješenja koja se odnose na vodotoke sa režimom tečenja karakterističnim za krš.

**Ključne riječi:** ekološki proticaj, krš, Bosna i Hercegovina, Trebižat, ekosustavni pristup

#### **ENVIRONMENTAL FLOW ASSESSMENT FOR KARST RIVERS IN BIH (according to the draft Regulation on environmental flow)**

The main objectives of the project "Living Neretva" (2007-2011), funded by the Norwegian Ministry of Foreign Affairs and implemented by WWF Mediterranean Programme, in collaboration with WWF Norway, *inter alia* were to examine various methods for assessing environmental flow in selected catchments in Bosnia and Herzegovina, and provide recommendations for development of adequate Regulations on environmental flow (EF), according to the provisions of the Water Act in the Federation of BiH and the Republic Srpska. First selected research area was a part of the complex river Tihaljina - Mlade - Trebižat, that represents one of the few surface karst rivers in western Herzegovina. Complexity of hydrodynamic characteristics of water flow regime in karst, presence of artificial influences, as well as the natural beauty of this region, and existing and expected significant impact of climate change in this area, are the basic reasons for the choice of investigative area in this basin.

At selected sections, several methods of ecological flow assessment based on hydrology were tested: minimum mean monthly flow with exceeding probability 95% (present in BiH practice), mean minimum flow (MNQ method, used in Croatia), and guaranteed environmental flow (GEP method, present in Serbia). The experience from Slovenia has been chosen as a method from the nearest EU country (the complex method, which was then considered for adoption in Slovenia was tested), and Matthey method as a quick method. Application of these methods has confirmed that some of them, being upgraded with the research of ecological needs, can provide a good basis for assessing the EF in BiH conditions (including karst areas), in the context of climate changes, too.

This paper describes the comparison results of EF calculation made by different methods, and presents recommendations followed for drafting the bylaw, as well as the basics of the act, with special emphasis on solutions that address the specificities of karst rivers flow regime in BiH.

**Keywords:** environmental flow, karst, Bosnia and Herzegovina, Trebižat, ecosystem approach

## KAMEN I KRŠ U SUVREMENOJ SPLITSKOJ TOPONOMASTICI

**Josip Lasić**

Filozofski fakultet, Sveučilište u Splitu, Hrvatska

U radu se prikazuje korpus splitskih naselja (ojkonima) i ulica (hodonima) koji su imenovanjem utemeljeni na sastavnici vezanoj uz kamen i krš. Od prvih zabilježenih pa sve do današnjih dana veliki je broj toponima, ojkonima i hodonima čije je ime zasnovano na geografskoj uvjetovanosti (vrsta tla, geološki teren i struktura). Utvrđuju se stoga motivi imenovanja, navode se toponimi koji su u međuvremenu ugašeni, analiziraju se motivacijsko-strukturna svojstva današnje splitske toponomastičke terminologije kao i jezično podrijetlo. Raščlamba istraženih i analiziranih imena naselja i ulica temelji se na podacima prikupljenima terenskim istraživanjima u posljednjih dvadeset godina.

**Ključne riječi:** Split, kamen, krš, toponomastika, ojkonimija, hodonimija.

## STONE AND KARST IN CONTEMPORARY SPLIT TOPONYMY

This paper presents the corpus of the Split settlements and related streets which have been based by their designation on the component related to stone and karst (limestone area). Since the first ones have been recorded and up to the present day, there has been a large number of toponyms which name has been based upon geographical conditioning (e.g. soil type, terrain and geological structure). Therefore, the motives of their designation are being determined, the toponyms that have been abolished are being alleged and the motivational-structural features of the contemporary toponyms of Split as well as their linguistic origins are being analyzed. The analysis of the studied and analyzed place names and street names is based on data collected from field research performed in the past twenty years.

**Key words:** Split, stone, karst, toponymy, place-names, street-names.

## RELJEF PLANINA VISOKIH VANJSKIH DINARIDA

**Alen Lepirica**

Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju, Univerzitet u Tuzli,  
Bosna i Hercegovina

U radu je identificirana reljefna struktura planina Visokih Vanjskih Dinarida i provedena geomorfološka analiza područja. Opisane su morfološke i morfostrukturne karakteristike planinskog terena. Posebno su naglašeni utjecaji neotektonskih pokreta, litološkog sastava, klime i ostalih fizičkogeografskih faktora na genezu, razvoj i savremeno oblikovanje reljefnih oblika. Na temelju provedene morfološke i morfostrukturne analize područja provedena je kvalitativna morfogenetska analiza. Određeni su genetski tipovi reljefa planina Visokih Vanjskih Dinarida i utvrđen njihov prostorni raspored.

**Ključne riječi:** Visoki Vanjski Dinaridi, Bosna i Hercegovina, planinski masivi i hrbati, genetski tipovi reljefa, reljefni oblici i procesi.

## **RELIEF OF THE MOUNTAINS EXTERNAL HIGH DINARIDES**

The Original Scientific Paper covers the geomorphological analysis of the relief features and identification of the mountains relief structure. The Paper defines morphological and morphostructural characteristics of the mountain terrain with the emphasis on the neotectonic, lithostratigraphic, climate and the other natural influence on the genesis, morphoevolution and recent exodynamic of the relief. This enabled further qualitative morphogenetic analysis. Furthermore, the identification of genetical types of mountain relief and their position in the External High Dinarides have been determined.

**Keywords:** External High Dinarides of the Bosnia and Herzegovina, mountain massifs and ridge crests, genetics types of the relief, landforms and processes.

## **KARSTOLOŠKA I ČETIRI DRUGE POZNATIJE JAVNE SLIKE DINARSKOG KRŠA**

**Ivo Lučić<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Speleološka udruga Vjetrenica–Popovo polje, Ravno, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup> Fakultet društvenih znanosti dr. Milenka Brkića, Bijakovići / Međugorje, Bosna i Hercegovina

Dinarski krš je, kao i svaka druga pejzažna pojava, kulturni konstrukt koji ovisi o mnogim povijesnim, vjerskim, obrazovnim i drugim iskustvima promatrača. Kao takav, on se ponekad bitno udaljava od karstološkog pojma Dinarskog krša, te je materijal koji tvori različite, ponekad i suprotstavljene toga područja slike. U radu se utvrđuju osnovna obilježja karstološke slike Dinarskog krša, te izlažu osnovne postavke teorije krajolika i estetskih koncepata koji se nalaze u temelju vrednovanja prirode. Zatim se izdvajaju četiri najčešće i najdominantnije javne slike Dinarskog krša: unutarnja zemlja ili planinska slika Dinarskog krša, kamena pustinja, zemlja grobova i jadranska turistička razglednica. Definiraju se njihova osnova obilježja, uvjeti nastanka i njihova aktualna javna uloga. Na kraju se daju naznake kojima bi kulturne politike dinarskih zemalja navedene slike iz djelatnih uloga prevele u ulogu kulturne baštine, a na njihovo mjesto afirmirale karstološku sliku Dinarskog krša.

**Ključne riječi:** Dinarski krš, percepcija, slike, karstologija

## **ONE KARSTOLOGICAL AND FOUR OTHER BETTER KNOWN PUBLIC IMAGES OF THE DINARIC KARST**

The Dinaric karst is like any other landscape phenomena, cultural construct that depends on many historical, religious, educational and other experiences of someone who observes it. As such, it sometimes significantly departs from the karstological concept of the Dinaric karst, and that material builds different, sometimes mutually contradictory images of the same karst area. The paper defines the basic characteristics of the karstological image of the Dinaric karst, and sets out the basic theories of landscape and aesthetic concepts which are contained in the basis valuation of the nature. The four most common and the most dominant images of the Dinaric karst have been separated after that: the inner land or mountain pictures of Dinaric karst, stony desert, the land of graves and the Adriatic tourist postcards. The basis of their characteristics has been defined as terms of their origin and their current public role. At the end, author gives some indication how that cultural images could be changed from active role into the role of the cultural heritage, and how instead of them cultural politics from Dinaric countries should affirmed karstological image of the Dinaric karst.

**Keywords:** Dinaric Karst, perception, image, karstology

## DINARSKI KRŠ – UGROZE I NAČINI ZAŠTITE

**Davorin Marković**

Državni zavod za zaštitu prirode, Hrvatska

### **Osobitosti Dinarskog krša**

Veći dio područja Dinarida pokrivaju vapnenačke stijene – krš. Osobitosti ovog područja možemo promatrati kroz tri bitne sastavnice: geološko – geomorfološke, hidrogeološke i klimatološke što ga je predodredilo za jedan od „hot spot-ova“ biološke raznolikosti Europe. Osobine vapnenca bitno određuju veliku raznolikost geoloških formacija: krška polja, vrtače, ponori, špilje i jame, klanci, doline i sutjeske. Zemljopisnim položajem uvjetovana je prisutnost kontinentalne i mediteranske klime pa je ovo područje podložno vrlo velikim temperaturnim amplitudama i ekstremnim razlikama u količini oborina. Hidrogeologija krša posljedica je geomorfologije, tektonike i klimatskih osobitosti. Obilježena je brojnim rijekama ponornicama, ponorima, izvorima, estavelama te velikim podzemnim rezervama kvalitetnih količina vode na sastavcima vodonepropusnih i vodopropusnih slojeva. Posljedica gore navedenih čimbenika su izražena mozaičnost različitih stanišnih tipova i veliki broj endema i relikata.

### **Ugroze krških područja**

Zbog svojih osobina područje dinarskog krša vrlo je osjetljivo, a zbog zemljopisnog položaja na razmeđu panonske ravnice i obale Jadranskog mora, podložno vrlo velikoj ugrozi zbog nužnih infrastrukturnog povezivanja sjevera i juga. Jedna od bitnih ugroza je i vrlo izražena depopulacija krškog područja koja je posljedica izrazito depopulacijske politike u prošlosti. Ova činjenica je uzrokovala napuštanje tradicionalnog načina života u ovim krajevima što se najočitije vidi u gotovo iščezlom pregonskom pašarenju. Kako je područje Dinarida bilo naseljeno kroz više od dvije tisuće godina ono današnje prepoznavanje njegovih vrijednosti duguje upravo ekstenzivnom stočarstvu i poljoprivredi uopće, a depopulacija i napuštanje tradicionalnih oblika poljoprivrede direktno ugrožava održanje biodiverziteta te podržava ubranu sukcesiju.

Izgradnja infrastrukturnih projekata, koji su nužni u po vezivanju Sj – J te razvitku kako sjevera tako i još važnije juga, bitno ugrožava ovo područje ukoliko se projektira i provodi ne uvažavajući i ne respektirajući sve sektore koji MORAJU sudjelovati kako u planiranju tako i u nadzoru izvođenja projekata. Ovo se naročito odnosi na planiranje i izvedbe hidro-energetskih projekata te prometne infrastrukture.

### **Mogući načini zaštite**

Ono što danas prepoznajemo kao vrijednosti dinarskog krša posljedica su prirodnih osobina i nekoliko tisuća godina čovjekovog prisustva. Osnova zaštite vrijednosti Dinarskog krša je osiguranje čovjekove prisutnosti, revalorizacija i revitalizacija autohtonih pasmina te maksimalno poštivanje svih znanstvenih i stručnih spoznaja pri planiranju i izvedbi infrastrukturnih i energetskih projekata i planova

**Ključne riječi:** dinarski krš, zaštita prirode, održivi razvoj, ekstenzivno stočarstvo i poljoprivreda

## DINARIC KARST - THREATS AND MODES OF PROTECTION

### **Specifics of Dinaric karst**

Larger part of Dinarides is covered with carbonate rocks - karst. Specific characteristics of this area can be viewed from three main aspects: geological-geomorphological, hydrogeological and climatological. These three domains have defined it as one of the biodiversity hot spots of Europe. A variety of geological forms such as karst fields (polje), sink holes (ponikve), swallow holes, caves and pits, karst valleys (doline) and gorges are typical for Karst areas. Geographic position and corresponding continental and Mediterranean climate cause great temperature amplitudes and variety in the amount of precipitation. Specific karst hydrology is also consequence of geomorphology,

tectonics and climate. It is marked by numerous sinking rivers, springs, estavellas, swallow holes as well as reserves of quality water on the contacts of permeable and impermeable layers. All these factors mentioned above result in pronounced mosaic of various habitat types and great number of endems and relicts.

#### **Threats to karst areas**

Due to its natural characteristics Dinaric karst is extremely vulnerable, and because of its geographic position between the Pannonia plain and Adriatic sea it is threatened by various infrastructure projects connecting north and south. One of the significant threats for this area is also lack of inhabitants caused by the pronounced depopulation policy in the past. The abandonment of the traditional way of life in this area which is evident in the practical nonexistence of rotational grazing is a consequence of these factors. As the Dinaric area has been populated for more than 2000 years, it owes present recognition of its values in particular to extensive farming and agriculture in general, and depopulation and abandonment of traditional forms of agriculture directly threats conservation of biodiversity and supports accelerated succession.

Construction of infrastructure projects that are necessary for connection as well as development of north and even more importantly of the south, seriously threatens this area if it is not planned and implemented with emphasis and respect to all sectors which MUST take part in the planning and in the supervision of the projects. This in particular relates to planning and construction of hydro energetic projects and traffic infrastructure.

#### **Modes of protection**

Values of the Dinaric Karst as we recognize them today are product of its natural characteristics as well as several thousand years of human presence. Basic of the protection of Dinaric Karst is human presence, revalorization and revitalization of autochthonous breeds and maximal respect of all scientific and expert knowledge in planning and construction of infrastructure and energetic projects.

**Key words:** Dinaric karst, nature protection, sustainable development, extensive farming and agriculture

## **PREGLED HIDROGEOLOŠKIH, GEOKEMIJSKIH I MINERALOŠKIH ISTRAŽIVANJA KRŠKOG PODZEMNOG SUSTAVA PLANINE BOKOVO, HRVATSKA**

**Natalija Matić<sup>1</sup>, Stanislav Frančišković-Bilinski<sup>2</sup>, Halka Bilinski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Hrvatske Vode, IPA jedinica, Zagreb, Hrvatska,

<sup>2</sup>Institut «Ruđer Bošković», Zavod za istraživanje mora i okoliša, Zagreb, Hrvatska,

Istraživana su tri gravitacijska izvora (Grebice, Podgorski Vrutak i Izbitac), koji su smješteni na padinama Biokova uz Jadransku obalu Hrvatske, te su uključeni u regionalni vodoopskrbni sustav. Cilj ovog rada je dati pregled nedavnih hidrogeoloških, geokemijskih i mineraloških istraživanja ovog slivnog područja. Važnost provedenih istraživanja je posebno u tome što je ovako kompleksan pristup koji kombinira više metoda, prema našim saznanjima korišten prvi puta u svijetu za istraživanje izvora u krškim područjima. Primijenjena kombinacija hidrogeoloških, geokemijskih i mineraloških metoda pokazala se kao jako korisna za istraživanje krških vodonosnika. Hidrogeološka istraživanja provedena su tijekom dvije sezone, koristeći tehniku trasiranja podzemne vode uz pomoć Na-fluoresceina, koji je uliven u dvije jame, opažajući izvore na udaljenosti od 1.82 – 8.8 km. Dobivene prividne brzine bile su 0.21 – 0.51 cms<sup>-1</sup>. Trasiranje je prvi puta bilo djelomično efikasno, a drugi puta bezuspješno, što može biti posljedica prisutnog orudnjenja, koje predstavlja prirodnu barijeru, a otkriveno je geokemijskim i mineraloškim metodama. Koncentracije 17 otopljenih i ukupnih elemenata u izvorskim vodama su izuzetno niske, više od 3 reda veličine niže od dozvoljenih koncentracija prema hrvatskim direktivama za prvu kategoriju podzemne i pitke vode. Maseni udjeli 60 elemenata utvrđeni su u izvorskim sedimentima. Od svih određivanih elemenata u sedimentima

olovo je imalo anomalne vrijednosti, a najviša koncentracija iznosila je  $5440 \text{ mgkg}^{-1}$ , što može ukazivati na orudnjenje. Mineraloška analiza otkrila je i potvrdila značajnu prisutnost neočekivanog minerala bizmutovog ramdohrita olovnog sulfida,  $\text{Ag}_4\text{Pb}_6(\text{Sb}, \text{Bi})_{11}\text{S}_{24}$ , što može objasniti ekstremne koncentracije olova izmjerene u uzorcima sedimenata iz izvora Izbitac i Podgorski Vrutak.

**Ključne riječi:** krški izvori; trasiranje; elementi u tragovima; sedimenti, mineralogij

### **OVERVIEW OF HYDROGEOLOGICAL, GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL INVESTIGATIONS OF KARSTIC AQUIFERS OF THE BOKOVO MT, CROATIA**

Three gravity springs which are included in the regional water supply system (Grebice, Podgorski Vrutak and Izbitac) from the slopes of the Biokovo Mt, Adriatic coast of Croatia were investigated. The aim of this paper is to give an overview of recent hydrogeological, geochemical and mineralogical investigations of watershed. The significance of performed study is particularly because such complex approach, combining several methods, is according to our knowledge used for the first time in the world karst systems to study springs. The applied combination of hydrogeological, geochemical and mineralogical methods was proved to be very useful for investigations of karstic aquifers. Hydrogeological investigations were performed during two seasons with dye tracing, using Na-fluoresceine which was poured into two pits, observing springs at distances of 1.82 – 8.8 km. Apparent velocities were  $0.21 - 0.51 \text{ cms}^{-1}$ . Dye tracing was first time partially effective and second time ineffective, what could be due to immanent ore mineralization, which presents a natural barrier and was discovered by geochemical and mineralogical methods. Concentrations of 17 dissolved and total trace elements in spring waters were extremely low, more than 3 orders of magnitude less than allowed by the Croatian directives for the first category of groundwater and drinking water. The mass fractions of 60 elements were determined in spring sediments. From all determined elements in sediments lead had anomalous values and highest concentration was  $5440 \text{ mgkg}^{-1}$ , which may indicate ore mineralization.

Mineralogical analysis discovered and confirmed significant presence of unexpected mineral ramdohrite bismuthian, lead sulphide  $\text{Ag}_4\text{Pb}_6(\text{Sb}, \text{Bi})_{11}\text{S}_{24}$  what could explain extreme Pb concentrations measured in sediment samples of Izbitac and Podgorski Vrutak springs.

**Keywords:** karstic springs; dye tracing; trace elements; sediments; mineralogy

### **PREMA NOVOJ PARADIGMI GEOMORFOLOGIJE DINARSKOG KRŠA**

**Andrej Mihevc**

Institut za istraživanje krša ZRC SAZU, Postojna, Slovenia

Proteklih stoljeća Dinarski je krš postao referentno područje jer su tu brojni krški oblici u njemu bili prvi put opisani. U drugoj polovici 20. vijeka Dinarski je krš izgubio na svojoj važnosti. Za to postoje najmanje dva razloga: 1. otkrivena su brojna velika krška područja širom svijeta i 2. Dinarski krš je zbog svoje veličine i starosti previše složen za shvaćanje, pa su brojna pitanja o njegovoj starosti i evoluciji ostala neodgovorena.

Razvoj u povezanima geo-naukama prošlih desetljeća, novi podaci iz detaljnih studija krškog površja i podzemlja te bolje razumijevanje osnovnih procesa, daje osnovu za novu paradigmu geomorfološkog razvoja Dinarskog krša.

Današnje razumijevanje geomorfologije Dinarskog krša temelji se na uvažavanju postupnog i različitog razvoja pojedinih morfostrukturnih jedinica krša u uvjetima postoligocenske i aktivne tektonike. Strukturni segmenti karbonatnih stijena su bili postupno uključeni u okršavanje koje se

vršilo uz promjene klimatskih i hidrogeoloških prilika. Tako su formirane velike reljefne jedinice kao što su zaravni, polja, visoravni i planine.

U njima u se razvili karakteristični, prepoznatljivi i diagnostički oblici: doline, slijepe doline, izvorišni oblici, kupasti krš, zaravni i pećinski sistemi. Urušne ponikve koje su na nekim mjestima dominantni reljefni oblici formirali su se iz dubine prema površini zbog speleoških procesa.

Za to vrijeme denudacija je odnijela više sto metara stijena, što je razlog da današnja površina zasijeca kroz starije podzemne kraške oblike, otkriva stare pećine i stvara brojne pećinske ulaze. Kroz njih je moguće ući u reliktno pećine ili još aktivne vodene pećine.

**Ključne riječi:** Dinarski krš, geomorfologija, paradigma

### **TOWARDS NEW PARADIGM OF DINARIC KARST GEOMORPHOLOGY**

In past centuries Dinaric Karst became the reference area as here many karst features were described for the first time. In the second half of the 20.th century Dinaric karst lost on its importance. Reasons are at least two: 1. many new large karst areas were found and described around the world and 2. Dinaric karst was because its size and age too complex and difficult to comprehend and many questions concerning it's age and evolution remained unanswered.

The expansion of related geo-sciences in past decades, new data from detailed studies of karst surface and underground features and better understanding of basic processes makes now basis for a new paradigm of Dinaric karst geomorphic evolution.

The latest understanding of karst geomorphology in the Dinaric karst and the karst is based on considering the gradual and differentiated development of individual morphostructural units of karst in conditions of post Oligocene and active tectonics. Individual structurally-conditioned areas of carbonate rocks were gradually included in the karst's development that began to form under changing climatic and hydrological conditions. Thus larger karst relief units such as levelled surfaces, karst poljes, or karst plateaus and mountains formed.

Characteristic, recognizable and diagnostic features formed on them: dolines, blind valleys, pocket valleys, dry valleys, rounded hills, level surfaces, and cave systems. Collapse dolines, which in places are the dominant relief form, formed from the depth to surface due to speleological processes.

During this extension of time denudation removed several hundreds of meters of rock. The current surface cuts across older underground karst features, exposing old caves and the creating majority of cave entrances. That is why the present surface is a mixture of old, relict and present karst features that is main characteristics of Dinaric karst morphology.

**Key words:** Dinaric karst, geomorphology

### **KRŠKI FENOMENI KUPRESA – VRTAČE JAPAGE I PONORI RIJEKE MRTVICA**

**David Mijoč**

Udruga Kupreška visoravan–društvo za promidžbu Kupresa, zaštitu prirodnog, kulturnog i povijesnog naslijeđa, Bosna i Hercegovina

Kupreško polje (1200 m n. v.), samo po sebi značajan krški oblik, prostor je u kojem su se razvila brojna manja obilježja. U ovom radu bit će predstavljeni neke najistaknutije krške pojave, koje pored svojih geomorfoloških i hidrografskih vrijednosti, mogu biti prilog daljnjem razvoju turizma na Kupreškom polju. To su vrtače i ponori.

Vrtače su vrlo česte na području općine Kupres. Među njima se izdvajaju četiri vrtače u blizini sela Rastičevo, koje imaju zajednički naziv - Japage. Ističu se karakterističnim izgledom, i što je za turizam važno, lako su pristupačne. Istovremeno, zbog pristupačnosti, jedna japaga je postala odlagalište

krupnog otpada. Japaga „Mrnjašica“, promjera 300 i dubine 110 metara privlači pozornost posjetitelja zbog svog „zdjelastog“ oblika, djelomične šumovitosti i pješačke staze koja vodi do njezina dna. Vrtača „Kotlić“, nedaleko od Mrnjašice, s promjerom od 200 i dubinom od 130 metara, atraktivna je zbog svoje stjenovitosti i dubine koja povlači dozu strahopoštovanja. U blizini se nalaze još dvije manje vrtače i Rastičevsko jezero koje iz ptičje perspektive nalikuje na crno oko. Kupreškim poljem protječe više rijeka ponornice, od kojih je najduža Mrtvica. Značajna je još po tome pripada dvama velikim sljevovima: jedan dio toka se odlijeva prema Jadranskom, a drugi prema Crnom moru. Ponornu zonu Mrtvice čini nekoliko manjih i jedan veći ponor. Glavni ponor je vrlo atraktivna lokacija, u blizini koje postoje i stećci.

**Ključne riječi:** Kupreško polje, krš, japage, ponor, Mrtvica

### **KARST PHENOMENA IN KUPRES – KARST SINKHOLES JAPAGE AND PONORI OF RIVER MRTVICA**

Kupres field " Kupreško polje" (1200m), as an important karst formation, is an area which developed a lot of smaller features. This paper will present some of the most prominent karst formations, which in addition to its geomorphological and geological values, may support the further development of tourism in the Kupres field. These are the sinkholes (vrtače) and ponori.

Sinkholes are very common in the area of Kupres. However, we can separate four sinkholes in the field of Kupres, that are named Japage and that are situated near the village Rasticevo. They are prominent by their characteristic appearance and accessibility, what is very important from the touristic point of view.

But at the same time, due to this accessibility, one of the sinkholes has become a waste disposal site. Sinkhole "Mrnjasnica", which is 300 meters in diameter and 110 meters deep, attracts visitors because of its bowl-shaped form, partially forested parts and hiking trail, which is leading to the bottom of the sinkhole.

The big sinkhole, „Kotlić“, which is 200 meters in diameter and 130 meters deep and that is located not far from Mrnjasnica, is attractive because of its rocky forms and depth that is awe-inspiring. Nearby are two small sinkholes and Rasticevo Lake "Rastičevsko jezero", that looks like a black eye from the bird's eye view.

Many subterranean rivers "ponornice" run through the Kupres field " Kupreško polje" (1200 m), of which the longest is "Mrtvica", which is significant because it belongs to two major streams - one of its streams flows into the Adriatic sea and the other stream flows to the Black Sea. The subterranean river zone (ponorna zona) of Mrtvica consists of several smaller ponori and one large ponor. The largest "ponor" of Mrtvica is a very attractive location near the ancient stećak tombstones.

**Keywords:** Kupres field (Kupreško polje), krš (karst), Japage, ponor, Mrtvica

### **SPELEOLOŠKI KATASTAR BOSNE I HERCEGOVINA: NAPORI UČINJENI U PROŠLOSTI, SADAŠNJE STANJE I BUDUĆE PERSPEKTIVE**

**Simone Milanolo, Vildan Mulagić, Jasminko Mulaomerović**

Centar za krš i speleologiju Sarajevo, BiH

Od prve speleološke baze podataka, koja datira još od početka XX. stoljeća, one Lucijana Matulića i Lea Weirathera, napravljene u svrhu biospeleoloških istraživanja, do 2006. kad je objavljena knjiga koja sadrži osnovne podatke o 4033 speleološka objekta sa teritorija cijele Bosne i Hercegovine, za gotovo jedan vijek urađeno je više pokušaja speleoloških katastarskih različitih dometa. Unatoč tome sadašnje stanje je izuzetno haotično, a pitanje glavnog katastra jos uvijek neriješeno.

Trenutno, nekoliko speleoloških udruženja još uvijek pokušavaju napraviti svoju internu bazu podataka, a svako novonastalo speleološko udruženje se vjerovatno suočava sa istim problemom. Ovi katastri su, naravno, organizirani na različite načine. Oni sadrže različite opisne podatke za svaku pećinu, i uglavnom su inkompatibilni ili nepotrebni. Među speleološkim udruženjima postoji nedostatak razmjene podataka i ne ulažu se nikakvi ozbiljni naponi u standardizaciji podataka i protokolu za njihovu razmjenu. Rezultat toga je da se čak ni na jednostavno pitanje koliko pećina ima u Bosni i Hercegovini, ne može dobiti tačan odgovor.

Sa druge strane, katastar speleoloških objekata je od iznimne važnosti za nekoliko segmenata. Prije svega, za speleologe koji ih sami sastavljaju jer je to jedini učinkovit način da se zna je li neka pećina već istražena, za usmjeravanje ka daljim istraživanjima i izbjegavanje ponavljanja radova koje je već neko drugi obavio.

Nadalje, dobro strukturiran katastar speleoloških objekata predstavlja osnovu za napredna znanstvena istraživanja (npr. za biospeleološke studije) i za pravilno upravljanje kraškim područjem od strane države i lokalnih vlasti.

Danas postoji nekoliko dostupnih naprednih sustava za stavljanje profesionalnih baza podataka, uključujući Geografski informacijski sustav (GIS). Ostale susjedne države, s manje ili više iskustva i tradicije u ovoj oblasti, mogu pružiti primjer organizacijskih shema i struktura.

Ipak, srž problema je još uvijek u spremnosti speleologa i speleoloških udruženja da zajedno nađu rješenje i podijele svoje rezultate zarad zajedničkog ambicioznijeg projekta.

**Ključne riječi:** BiH, katastar speleoloških objekata, povijest

### **B&H SPELEOLOGICAL CADASTRE: PAST EFFORTS, PRESENT SITUATION AND FUTURE PERSPECTIVES**

From the first examples of a basic speleological database in B&H, which dates from early XX century, made by Lucijan Matulić and Leo Weirahter for bio-speleological research purpose, until 2006 when another book was published, which compiles 4033 data on speleological object for the whole Bosnia and Herzegovina, for almost a century it has been done more attempt for creating cave cadastres of a different range. However, the present situation remains extremely chaotic and the quest towards a central cadastre is still unresolved.

At present, several caving groups are still compiling their internal database and new emerging speleological groups are probably facing the problem how to start their own. These cadastres are of course organized in different ways, they contain different descriptive data for each cave and they are mostly incompatible or at least redundant. There is lack of exchange of data and no serious efforts have been spent to find agreement between speleological groups towards a standardization of data and protocols for their exchange. The result is that even the simple question of how many caves are known up to now in BiH cannot be answered.

On the other hand, a central cave cadastre is of paramount importance for several sectors. First of all for the same speleologists compiling it because it's the only effective way to know if a cave is already explored, to direct further explorations and to avoid repeating work already done by someone else. Second, a well-organized and self-updating structured cave cadastre represents the basic tool for more advanced scientific researches (for example for biospeleological studies) and for the correct management of the karst territory by state and local authorities.

Nowadays there are available several advanced systems for creation of professional databases including Geographic Information Systems (GIS). Other neighborhood countries with more or less tradition in this field can provide examples of organization schemes and structures. Yet, the heart of problem still resides mostly in the willingness of speleologists and speleological groups to sit together and share their results for a common ambitious project.

**Keywords:** B&H, cadastre caves, history

## HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE JUGOISTOČNIH DINARIDA

**Petar Milanović**

Region jugoistočnih Dinarida zahvata područje između Neretve na zapadu, Skadarskog jezera na istoku i obale Jadranskog mora na jugu. Severna granica ovog regiona se približno poklapa sa vododelnicom Jadranskog i Crnog mora. Više od 90% ovog regiona grade mezozojske karbonatne stene debljine preko 3000 m. Karakterišu ga brojna karstna polja čija se duža osa najčešće poklapa sa generalnim pravcem pružanja geoloških struktura (dinarski pravac). To su povremeno plavljena polja, sa površinskim tokovima koji su aktivni u period padavina. Najznačajnji tok je reka Trebišnjica dužine 90 km, od kojih je 60 km presušuju pa predstavlja najveću evropsku ponornicu.

To je jedno od najkarstifikovanijih područja na svetu, sa padavinama koje su najveće u Evropi (2000 do 5000 mm, maksimalno 8000 mm). Raspored padavina je izrazito neujednačen tako da oko 70% padne u periodu novembar – mart. Prosečna dubina karstifikacije se kreće između 250 i 350 m, a lokalno i preko 1000 m. Između 70% i 80% padavina odmah ponire. Poroznost stenske mase se kreće između 0,8% i 1,5%, a samo lokalno je veća. Izražena je koncentrisana infiltracija. Na hiljade ponora i estavela je registrovano na ovom prostoru. Kapacitet pojedinih ponora je preko 100 m<sup>3</sup>/s. Podzemno oticanje je veće od površinskog, a brzina podzemnih tokova se kreće između 0,002 i 55,2 cm/s.

Nakon intenzivnih padavina nivoi podzemnih voda reaguju već posle 3 – 4 sata, a njihove amplitude dostižu i 300 m. Vode ističu uglavnom koncentrisano preko velikih karstnih vrela sa velikim varijacijama proticaja (od par stotina litara u pa do više stotina kubika u sekundi). Većinom su to duboka sifonska vrela sa kanalima koji su u pojedinim slučajevima duboki preko 100 m u odnosu na tačku isticanja. Značajan deo voda istiche kroz brojne vrulje koje su aktivne samo u kišnom period. U period intenzivnih padavina voda, u dobro povezanim karstnim kanalima i kavernama, ima karakteristike hidrauličkog sistema pod pritiskom. U sušnom period aktivni su uglavnom bazni tokovi u zoni baze karstifikacije. Retardacioni kapacitet karstnog podzemlja je vrlo slab pa je zadržavanje vode u podzemlju kratkotrajno.

Jedini prirodni resurs ovog regiona je veliki vodni potencijal, a kaskadno raspoređena karstna polja omogućuju njegovo iskorišćenje na padu od kota oko 900 m pa do nivoa mora. Izgradnjom Višenamenskog Hidrosistema Trebišnjica režim voda ovog regiona je podvrgnut kontroli sa ciljem da se polja oslobode od poplava u vegetacionom period, a istovremeno voda iskoristi za energetske potrebe. Do sada izgrađeni deo sistema je pokazao da je to jedini mogući put za razvoj regiona. Kao i u svim slučajevima velikih uticaja na prirodu i ovde je došlo određenih neželjenih posledica od kojih su neke bile očekivane a neke ne. Već u period projektovanja urađene su brojne analize i organizovana brojna osmatranja sa ciljem da se negativni efekti svedu na minimum ili eliminišu. Krajni cilj je da se nađe ravnože između potrebe za razvojem regiona i potrebe da se negativni efekti, pogotovo na prirodu, smanje na minimum. U uslovima izuzetno razvijenog karsta jugoistočnih Dinarida gde kao posledicu bilo kakve intervencije u prirodi treba očekivati neočekivano neophodno je da se sva postojeća iskustva iskoriste kako bi neočekivanih negativnih posledica bilo što manje.

**Ključne riječi:** krš jugoistočnih Dinarida krš, hidrogeologija, krška polja, ponornice, Hidrosistem Trebišnjica

## HYDEROGEOLOGICAL PROPERTIES OF SOUTH-EASTERN DINARIDES

The region of South-Eastern Dinarides is one of the most karstified areas in the world. This region encompasses the area between Neretva River at west, the Skadar Lake at East and the Adriatic coast at south. Northern border is, approximately, watershed between the Adriatic and Black Sea catchments. More than 90% of entire area consists of Mesozoic carbonate formations with thickness over 3000 m. One of key morphological properties is number of karst poljes with longest axis in direction of main geological structures – dinaric direction. In natural conditions, during raining time, all karst poljes

becomes temporarily lakes. The surface flows at poljes exist, also, during rainy period only. The most important flow is the Trebišnjica River, the longest European sinking river. The total length of Trebišnjica River is 90 km, however, during dry period 60 km is dry.

Region of the South-Eastern Dinarides is endowed with highest precipitation in Europe, average 2000 mm – 5000 mm, in max 8000 mm. However, distribution of precipitation is uneven, i.e. 70% occurred during wet season. Average depth of karstification ranges from 250 to 350 m and locally, along the deep faults, even deeper, more than 1000. Between 70% and 80% of rainfall percolates into the underground immediately. The rock mass porosity ranges between 0.8% and 1.5%. Only locally porosity is higher. Thousands of ponors and estavelles have been registered in this area. Swallowing capacity of some of them is more than 100 m<sup>3</sup>/s. Underground flows are dominating type of water flows. Average underground flow velocity varies within a wide range, from 0.002 to 55.2 cm/s. After heavy precipitation aquifer responds is very fast – after 3 to 4 hours. Fluctuation of water table is very fast also and amplitudes are sometimes enormous, more than 300 m.

Discharge of large karst springs ranges between a few hundred liters per second up to more than 100 m<sup>3</sup>/s. Springs belongs mostly to the vauclosian type, with deep syphonal outlet channels. At some cases depth of siphons is 130 m or more. During rainy period great amount of water discharges as submarine springs along the some part of Adriatic coast. In the period of fully saturation the karst aquifer have characteristics of hydraulic system under pressure. At dry period of year underground flows are active at the zone of base of karstification, only. Due to very pure retardation capacity of karstified rock mass the groundwater residence time is short.

The only natural resource in this area is huge water potential. The step-wise karst poljes from elevation of 900 m to the sea elevation provide possibility for optimal utility of this potential. The large multipurpose hydro project “Trebišnjica” was designed as key system for regional socio-economic development. The part of system which is already finished justifies necessity for its construction and finalization. However, any change of nature in so complex environment as it is karst has negative consequences. Some of these consequences were predictable and expected, however some of them were not expected. Number of investigations and long time monitoring was organized to minimize risk which in karst is unavoidable. The ultimate aim is how to establish balance between necessity for region development and, in same time, to minimize effect of negative consequences. At so sensitive geological environment, as it is karst of South-Eastern Dinarides, expect the unexpected is rather rule than exception. Existing experience is of great importance in future construction of larges structures in karst, particularly in extremely developed karst as it is the South-Eastern Dinaric karst.

**Keywords:** karst of SI Dinarides, hydrogeology, karst poljes, sinking rivers, Hydrosystem of Trebišnjica River

## POTROŠAČKA ODLUKA U TURIZMU MOSTARA

**Bernardica Milićević**

Fakultet društvenih znanosti dr. Milenka Brkića, Bijakovići–Međugorje, Bosna i Hercegovina

Turizam na području mostarske regije u svakom slučaju zaslužuje dužnu pažnju i pruža mogućnosti razvoja gospodarstva kao cjeline. Ako objektivno sagledamo istinske vrijednosti ali i priznamo realne mane i nedostatke Hercegovine, te poduzmemo korake ka rješavanju istih sa stručnog aspekta i dugoročne strategije otvorili bismo mogućnost za postepeno ostvarivanje pozitivnih rezultata i pozicionirali turizam kao jedan od temeljnih grana razvoja privrede u regiji. Obilje prirodnih ljepota, koncentriranost velikog broja kulturno-povijesnih znamenitosti pružaju iznimno kvalitetne temelje za perspektive razvoja turizma tijekom cijele godine. Međutim, turizam u Mostaru kao privredna grana nije baš na zavidnom nivou. Potrebno je još mnogo uložiti u turizam i marketing u turizmu kako bi turizam dostigao svoj puni kapacitet. Mnogo više se može uraditi u Mostaru po tom pitanju kako bi se

onda donijele adekvatne odluke. Istraživanje tržišta ćemo uraditi na terenu, putem odgovarajućeg anonimnog anketnog upitnika. Anketni upitnik ćemo uraditi na terenu slučajnim odabirom od 50 ispitanika. Rad ćemo raditi u III poglavlja. U prvom dijelu ćemo pisati uopćeno o turizmu i marketingu. U drugom dijelu ćemo nastojati približiti ljepote koje posjeduje grad Mostar s svojom okolicom. U trećem dijelu ćemo prikazati rezultate koje smo dobili istraživanje tržišta na terenu putem odgovarajućeg anonimnog anketnog upitnika. Anketni upitnik ćemo uraditi slučajnim odabirom 50 ispitanika. Cilj rada će biti da se istaknu prednosti, nedostaci i aspekti na kojima se može stvoriti realna osnova za procvat turizma u Mostaru.

Mostar ima potencijal, ljude i što je najvažnije Mostar ima što ponuditi turistima iz cijelog svijeta. Uspijemo li poslati poruku u svijetu da svoje goste možemo iznenaditi, specifičnim spojem različitih kultura, svojim znamenitostima i dobrom zabavom, Mostar čeka cjelokupna turistička sezona i sveopći uspjeh.

**Ključne riječi:** turizam, gospodarstvo, grad Mostar

### **CONSUMER DECISIONS IN TOURISM MOSTAR**

Tourism in the Mostar region in any case deserves special attention and provides opportunities for the development of the economy as a whole. If you objectively look at the true value and acknowledge the real flaws and shortcomings Herzegovina and take steps towards addressing them with technical aspects and long-term strategy to open up the possibility for the gradual achievement of positive results and tourism as one of the basic branches of economy development in the region. An abundance of natural beauty, the concentration of a large number of cultural and historical sites provides a very good foundation for the development prospects of tourism throughout the year. However, tourism in Mostar, as a branch of the economy is not a satisfactory level. It takes much more to invest in tourism and marketing that tourism reached its full capacity. Much more can be done in Mostar on this issue in order to then make appropriate decisions. Market research will be done on the ground, through an appropriate anonymous questionnaire. The questionnaire will be done on the ground at random from 50 subjects. The work we will do in Chapter III. In the first part, we will generally write about tourism and marketing. In the second part, we will try to bring the beauty of the city of Mostar has with its surroundings. The third part will show the results that we get from the market research in the field through an appropriate anonymous questionnaire. The questionnaire will be done randomly selected by 50 respondents. The aim of the work will be to highlight the advantages, disadvantages and aspects that can create a real basis for the flourishing of tourism in Mostar. Mostar has potential, people and the most important – Mostar has something to offer to tourists from all over the world. If we send a message to the world that we can surprise our guests, a specific blend of different cultures, beautiful landmarks and a having a good time, Mostar awaits the long tourist season and overall success.

**Keywords:** tourism, economy, city of Mostar

### **SPELEOTURIZAM: REGIJA vs. BOSNA I HERCEGOVINA**

**Jasminko Mulaomerović**

Centar za krš i speleologiju Sarajevo, BiH

Iako u turističkoj literaturi ne postoji definicija speleoturizma, on egzistira u svijetu već četiri stoljeća. Pećine su posebno interesantni turistički objekti jer postoje kao već gotovi (polu)proizvodi sa vrlo karakterističnim lokalnim ambijentom, kulturnim okruženjem i nesvakidašnjim sadržajem. Kao objekti za posjetu posebno su interesantni učenicima osnovnih i srednjih škola te studentskoj omladini

kao dio nastave. Pećine osim estetskog ugođaja i edukativnog sadržaja (sa elementima avanture), djeluju povoljno i na zdravlje ljudi pa je speleoturizam interesantan svim kategorijama posjetilaca. Godišnji broj posjetilaca skoro da je nebitan za njenu ekonomsku održivost što pokazuju i primjeri u svijetu. Ulaganja u infrastrukturu su također različita. Prema našim procjenama za otvaranje nekih pećina turistima potrebno je manje od 10.000 eura.

U toku rata na prostoru bivše Jugoslavije destruirana je većina turističkih pećina (izuzev onih u Sloveniji). Nakon devedesetih dolazi do još intenzivnijeg razvoja speleoturizma. Obnavlja se infrastruktura u starim turističkim pećinama, a otvaraju nove. Prema podacima iz dostupne literature u Sloveniji je za turiste otvoreno 23 pećine i tri rudnika, Hrvatskoj 16 pećina, jedan podzemni vodovod i jedno vojno sklonište u Srbiji 6 pećina. Zna se da je otvoreno još nekoliko turističkih pećina u regionu. U Bosni i Hercegovini je izdvojeno petnaestak pećina koje mogu biti atraktivne turističke destinacije. Zbog različitih vrijednosti skoro svaka od njih može biti brend za sebe, a njihov položaj na karti Bosne i Hercegovine pokazuje da su smještene na glavnim prometnim pravicima

Ako se pretpostavi da bi u svakoj pećini koja se turistički valorizira posao dobilo između dvije i četiri osobe, onda bi sa ulaganjem oko 500.000 eura u pećinskom turizmu našlo direktno zaposlenje oko 40-50 osoba (turistički vodiči, čuvari, menadžeri), a indirektno mnogo više (ugostiteljski radnici, izrada i trgovina suvenira, transport, kućna radinost, smještaj, radnici u turističkim agencijama, različiti servisi i drugi).

Postoje i različiti fondovi koji su naklonjeni razvoju speleoturizma što pokazuju primjeri Bijambara, Titove pećine, Orlovače, Megare i sl.

**Ključne riječi:** speleoturizam, Bosna i Hercegovina, ulaganja

### **SPELEOTOURISM: THE REGION vs. BOSNIA AND HERZEGOVINA**

Though there is no definition of speleotourism in the literature of tourism, it goes back no less than four centuries. Caves are particularly interesting tourist attractions in that they constitute ready-made “products” with their own extremely distinctive local atmosphere, cultural setting and unusual features. They appeal in particular to primary and secondary school children and college students as places to visit as part of the teaching curriculum. Besides their aesthetic appeal and educational nature (with touches of adventure), they also have a positive impact on people’s health, making speleotourism of interest to visitors of all kinds. Annual visitor numbers are almost irrelevant to their economic sustainability, as examples elsewhere in the world demonstrate. Investment in infrastructure also varies; in our estimation, less than 10,000 Euros are required to open certain caves to tourists.

Almost every tourist cave in the former Yugoslavia except those in Slovenia was ruined during the war. The years following the 1990s saw a steep rise in speleotourism. The infrastructure of existing tourist caves is being renovated, and new ones are being opened. Available data reveals that 23 caves and three mines have been opened to tourists in Slovenia, sixteen caves, one subterranean waterworks and one military depot in Croatia, and six caves in Serbia. Several more tourist caves are known to have been opened in the region.

Some fifteen caves have been identified in Bosnia and Herzegovina that could become tourist attractions. Given their range of different features of interest, each of these caves in Bosnia and Herzegovina could be a “brand” in its own right. The map of Bosnia and Herzegovina reveals that they are all on or near main roads. Assuming that each cave estimated to be of interest to tourists would provide employment for two to four people, an investment of about 500,000 Euros in cave tourism would provide direct employment for about forty to fifty people (tourist guides, guards, managers), and would indirectly create many more jobs (in catering establishments, the production and sale of souvenirs, transport, cottage industries, the provision of accommodation, tourist agency staff, the provision of various services, etc.).

A number of sources of funds view favourably the development of speleotourism, as indicated by the case of, among others, Bijambare, Tito's cave, Orlovača and Megara.

**Key words:** speleotourism, Bosnia and Herzegovina, investment

**REPRODUKCIJSKI CIKLUS VRSTE *CONGERIA KUSCERI* (BOLE, 1962) (BIVALVIA: DREISSENIDAE) IZ JAME U PREDOLCU KOD METKOVIĆA (HRVATSKA)**

**Sanja Puljaš**

Prirodoslovno-matematički fakultet, Odsjek biologije, Sveučilište u Splitu, Hrvatska

Reproduktivni ciklus „fosilne vrste“ *Congeria kusceri*, Bole 1962. proučavan je tijekom perioda od godinu dana. Jedinke dužine od 4 do 17 mm uzorkovane su mjesečno iz Jame u Predolcu kraj Metkovića u Hrvatskoj, od siječnja do prosinca 2009. godine. Sve jedinke analizirane su upotrebom standardnih histoloških tehnika. Od ukupno 280 jedinki, 127 (45,35%) su bile ženke, 143 (51,07%) mužjaci, 6 (2,14%) dvospolci, dok kod 4 jedinke (1,42%) nije bila moguća determinacija spola. Populacija ima jednogodišnji reproduktivni ciklus. Period mriještenja kod oba spola traje od svibnja do prosinca. U prosincu oba spola su u fazi poslije mriještenja i oporavka. Oogeneza i spermatogeneza počinju ubrzo nakon kraja reproduktivnog ciklusa, u siječnju. Spolno zrele ženke zabilježene su kod dužine od 6 do 17 mm, a spolno zreli mužjaci kod dužine od 5 do 15,4 mm. Budući da period mriještenja započinje u svibnju kada je temperatura vode porasla sa 13 na 17,5 stupnjeva, porast temperature vode smatra se okidačem za razmnožavanje.

**Ključne riječi:** školjkaši, *Congeria kusceri*, reprodukcija, Hrvatska

**THE REPRODUCTIVE CYCLE OF THE „LIVING FOSSIL“ *CONGERIA KUSCERI* (BIVALVES:DREISSENIDAE) FROM THE PIT „JAMA U PREDOLCU“ (METKOVIĆ, CROATIA)**

The reproductive cycle of the „living fossil“ *Congeria kusceri*, Bole 1962 was studied over a period of one year. Individuals ranging from 4 to 17 mm were sampled monthly from the pit „Jama u Predolcu“ near Metković, Croatia, from January to December 2009. All individuals were analyzed using standard histological techniques. From 280 mussels, 127 (45,35%) were females, 143 (51,07%) were males, 6 (2,14%) were hermaphrodites and 4 (1,42%) had undifferentiated sex. Results indicate that this population are characterised by a single annual reproduction period. Females and males had spawning period from May to December. From December both sex appeared in post-spawning recovery stage. Oogenesis started soon after the end of the reproductive period, in January, same as a spermatogenesis. The female specimens are sexually mature at a length of 6-17mm, and males are mature at a length of 5-15,4mm. Since the spawning period occurred from May when water temperature increased from 13 to 17.5 degrees, increasing water temperature can be the primary environmental factor in triggering the timing of reproduction.

**Keywords:** Bivalves; *Congeria kusceri*; Reproduction; Croatia

## **PRIMJENA GIS METODA U ANALIZI GEOMORFOMETRIJSKIH ZNAČAJKI DUVANJSKOG POLJA**

**Denis Radoš, Sanja Lozić, Ante Šiljeg**

Prirodoslovno-matematički fakultet, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru, Hrvatska

U radu su analizirana geomorfometrijska obilježja Duvanjskog polja i njegovog planinskog ruba. Analiza se temelji na obradi digitalnog modela reljefa (DMR) uz pomoć GIS tehnologije. DMR je izrađen metodom digitalizacije izohipsa s topografske karte mjerila 1:25000. Primjenom različitih GIS metoda dobivene su rasterske i vektorske vrijednosti za sljedeće parametre: nagibi, ekspozicije, hipsometrijska obilježja i zakrivljenosti terena. Oni su vrednovani na način da im je utvrđena geografska distribucija, učestalost i dominacija u istraživanom području, točnije njihova kvantitativna obilježja. Dobiveni rezultati daju cjelovit pregled geomorfometrijskih obilježja Duvanjskog polja, po svakom parametru pojedinačno.

**Ključne riječi:** geografski informacijski sustavi (GIS), geomorfometrija, Duvanjsko polje, digitalni model reljefa (DMR)

## **THE APPLICATION OF GIS METHODS IN ANALYSIS OF GEOMORPHOMETRIC FEATURES OF DUVANJSKO POLJE**

In this paper geomorphometric characteristic of Duvanjsko polje and its mountain border were analyzed. The analysis is based on processing the digital terrain model (DTM) by means of GIS technology. DTM was created by digitizing the contours from topographical map in 1:25000 scale. Raster and vector values for several parameters (slope inclination and aspect, hipsometric features and terrain curvature) were obtained by various GIS methods. They were evaluated by means of determining their geographical distribution, frequency and domination in investigated area (more precisely, their quantitative characteristics). Results of this research are supposed to provide more complete overview of geomorphometric features of Duvanjsko polje by each parameter individually.

**Keywords:** Geographic information system (GIS), geomorphometry, Duvanjsko polje, digital terrain model (DTM)

## **HIDROGEOLOGIJA KARSTA CRNE GORE I AKTUELNI PROBLEMI U POGLEDU KORIŠTENJA I ZAŠTITE VODA**

**Mičko Radulović**

Podgorica, Crna Gora

U radu se daje kratak prikaz geološke građe i hidrogeoloških odlika teritorije Crne Gore, sa posebnim osvrtom na aktuelne probleme u pogledu korištenja, uslova zagađivanja, zaštite voda i zaštite od voda u karstnim terenima jugoistočnih Dinarida.

**Ključne riječi:** karst, voda, zaštita

## **KARST HYDROGEOLOGY OF MONTENEGRO AND CURRENT PROBLEMS IN TERMS OF USE AND WATER PROTECTION**

This paper summarizes the geological and hydrogeological characteristics of the territory of Montenegro, with special emphasis on current problems in terms of use, conditions of pollution, water protection and water protection in karst terrain of south-eastern Dinarides.

**Keywords:** karst, water, protection

## **HIDROLOŠKI ASPEKTI PROCJENE EKOLOŠKI PRIHVATLJIVOG PROTOKA U POVRŠINSKIM PRITOCIMA VRANSKOG JEZERA U DALMACIJI**

**Josip Rubinić<sup>1</sup>, Maja Čuže<sup>2</sup>, Tomislava Bošnjak<sup>3</sup>, Ana Katlinić<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Hrvatska

<sup>2,4</sup> PP Vransko jezero, Biograd na moru, Hrvatska

<sup>3</sup> Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, Hrvatska

U danom je radu na primjeru Vranskog jezera u Dalmaciji prikazan problem potrebe zaštite tog resursa od mogućeg prekomjernog korištenja voda tijekom malovodnih razdoblja ukoliko se realiziraju planovi o povećanju korištenja voda (za navodnjavanje poljoprivrede i planiranih golf igrališta) koje dotječu u jezerski sustav na području Vranskog polja. Vransko jezero predstavlja vrlo osjetljiv posebno vrijedan vodni resurs vrlo velike bioraznolikosti, koji je administrativno zaštićen kao park prirode, a jedan njegov dio ima i status ornitološkog rezervata.

Vransko jezero je kriptodepresija u neprednoj blizini mora s krškim vodonosnikom u dinamičkoj ravnoteži s morem, gdje pri nepovoljnim hidrološkim prilikama more i nepredno prodire u jezero kanalom Prosika. Stoga se tijekom iznimno sušnih godina već i pri postojećem režimu korištenja vodnih resursa u slivu zapažaju negativne posljedice, prije svega prekomjerno zaslanjivanje jezerskog sustava s kloridima čije koncentracije prelaze i 10.000 mg/l. Stoga i svako daljnje povećanje korištenje voda u njegovu slivu, a posebno Vranskom polju s kojeg jezero prima glavninu dotoka, zadire u ravnotežu tog ekosustava. Glavni vodotoci na tom polju su Glavni kanal, Jablanski kanal i Lateralni kanal kojima se prema jezeru dreniraju površinske vode, kao i preljevne vode više krških izvora lociranih u polju i na njegovom rubu. Vransko polje je jedno od rijetkih poljoprivrednih područja u Dalmaciji na kome je prisutna intenzivna poljoprivreda čije je intenziviranje planirano razvojem navodnjavanja. Prostornim je planom Zadarske županije na Vranskom polju predviđena i izgradnja čak četiri golf igrališta. To u danim uvjetima (s jedne strane uz prisutnu potrebu osiguranja primjerene zaštite ekosustava jezera i njegovih pritoka, a s druge strane istaknutu potrebu osiguranja održivog razvoja domicilnom stanovništvu upravo korištenjem prirodnih resursa koje taj protor pruža) podrazumijeva nužnost osiguranja ekološki prihvatljiva protoka (EPP) u vodotocima sliva Vranskog jezera. Stoga su u radu prodiskutirani hidrološki aspekti procjene EPP na analiziranom prostoru.

**Ključne riječi:** Vransko jezero (Dalmacija), krški ekosustav, ekološki prihvatljiv protok

## **HYDROLOGICAL ASSESSMENT ASPECTS OF ECOLOGICALLY ACCEPTABLE FLOW IN VRANA LAKE (DALMATIA) SURFACE TRIBUTARIES**

The paper presents the problem and the necessity of protecting the resources of the Vrana Lake in Dalmatia from the excessive water use during periods of low water levels, especially considering the implementation of plans to increase the use of water flowing into the lake system in the Vrana field by irrigating agricultural fields and the planned golf courses. Vrana Lake is a very sensitive and valuable water resource and is protected as both a nature park and partially as an ornithological reserve due to its great biodiversity.

Vrana lake is a cryptodepression in the immediate vicinity of the sea and its karst aquifer is in dynamic equilibrium with the sea which penetrates into the lake during unfavorable hydrological conditions through the Prosika canal. Therefore, during extremely dry years, but also in the existing water resources usage regime, negative consequences in the water basin are noticed, primarily in form of excessive salinization of lake systems (chloride concentrations may exceed 10,000 mg/l). Consequently, any further increase in the use of water in its basin, especially the Vrana field area which makes most of the inflow, threatens the balance of the ecosystem. The main streams in this field are the main canal, the Jablanac canal and the lateral canal through which surface waters are drained towards the lake as well as the overflow of water from karst springs located in the field and its outskirts.

Vrana field is one of the few agricultural areas in Dalmatia for which the irrigation development increase is planned. The County of Zadar spatial Plan plans building of four golf courses in Vrana field area. Under the circumstances it is crucial to ensure an ecologically acceptable flow (EAF) in the streams and watershed of Vrana Lake. On the one hand, there is a need of ensuring adequate protection of the lake and its tributaries ecosystems, while on the other, a sustainable development of domicile population is to be ensured by using the natural resources that it provides. The paper discusses the hydrological assessment aspects of the EAF in the analyzed area.

**Keywords:** Vrana Lake (Dalmatia), karst ecosystem, ecologically acceptable flow

## **ELEMENTI KRŠA U KONTEKSTU NAJPOZNATIJIH MJESTA UKAZANJA SVETE DJEVICE MARIJE**

**Ugo Sauro**

Odsjek za geografiju, Univerzitet u Padovi

Tri najpoznatija ukazanja Svete Djevice Marije koja su se dogodila u protekla dva stoljeća, odigrala su se među krškim oblicima i krajolicima.

Ukazanja iz Lourdesa 1858. godine desila su se u špilji, ukazanja iz Fatime 1917. u jednoj dolini; prva ukazanja u Međugorju 1981. na stijenama sa razvijenim škrapama. Ovi događaji nameću pitanja: zašto su bili izabrani takvo okruženje i takvi krški oblici? Koja su simbolička značenja tih okruženja i oblika u vezi sa porukama Svete Djevice Marije vidiocima?

Špilja u Lourdesu, koja je bila suha a odjednom je postala izvor, mogla bi značiti da je Djevica Marija, kao Majka Isusova, izvor milosti za čovječanstvo i da Ona čini sve kako bi svim ljudima približila svog božanskog sina, koji je živa voda; Fatimska dolina mogla bi biti tumačena kao „tor“ u kojem Ona pokušava okupiti čovječanstvo kako bi ga zaštitila, izmirila i obasula milošću; stijene sa škrapama u Međugorju mogle bi značiti da, čak i u našem svijetu ogrezlom u grijehu čovječanstva, Božja milost, ako je ljudi prihvate, može pomoći da se istovremeno oporave i ljudska srca i priroda.

S one strane problema razumijevanja ovih pitanja, ostaje činjenica da na ova tri mjesta milioni hodočasnika dolaze u dodir sa krškim okolišem. Stoga bi možda vrijedilo truda pružiti tim hodočasniciima neke vidove kulturnog i ambijentalnog turizma, koji bi se odnosio i na krške oblike.

**Ključne riječi:** krški krajolici, ukazanje Svete Djevice Marije, simbolički aspekti krša, didaktika krših pojava.

## **KARST ELEMENTS AND CONTEXTS OF THE MOST KNOWN APPARITIONS OF THE HOLY VIRGIN MARY**

The three most known apparitions of Holy Virgin Mary of the last two centuries have taken place in karst contexts and have had as backgrounds specific karst forms and/or landscapes.

In particular, the apparitions of Lourdes in 1858 happened in a cave; the apparitions of Fatima in 1917 occurred in a doline; the earliest apparitions of Međugorje in 1981 have taken place in a karrenfeld.

These events pose some questions: why such contexts and forms have been chosen? What could be the symbolic significance of such contexts and forms in relation with the messages of the Holy Virgin to the sighters?

The cave of Lourdes, which was dry and suddenly became a spring-cave, could signify that the Virgin Mary, as Mother of Jesus, is a spring of grace for the humankind and that She aims to bring to all the men his Son Jesus, who is living water; the doline of Fatima could be interpreted as the symbol of a fold, collecting the humankind as a herd, protecting it, pacifying it and inundating it of graces; the karrenfeld of Međugorje could mean that, even in a degraded world resulting from the sins of the humankind, the grace of God, if accepted by the individuals, may help to restore in the same time the human earths and the nature.

Beside the problems of the understanding of such queries, there is the fact that in these special places millions of pilgrims come in contact with karst environments. So, perhaps, it could be worth to propose to the pilgrims some well studied forms of cultural and environmental tourism about the karst processes and landscapes.

**Keywords:** karst landscapes, apparitions of Holy Virgin Mary, karst features as symbols, karst cultural tourism

### **JEDAN POUČAN PRIMJER SPELEOBIOLOŠKE STUDIJE: ROD SPHAEROMIDES (CRUSTACEA: ISOPODA: CIROLANIDAE) KAO INTERESANTAN NAUČNI I DRUŠTVENI IZAZOV**

**Boris Sket**

Biotehnički fakultet, Biološki odsjek, Univerzitet u Ljubljani, Slovenija

Podzemnu faunu Dinarskog područja dovoljno smo upoznali, pa možemo napustiti provizornu biogeografsku rejonizaciju i prihvatiti novoutvrđenu. U Dinaridima ograničene svojte mogu imati holodinarsko, sjevero-zapadno merodinarsko, jugo-istočno merodinarsko ili paralitoralmerodinarsko rasprostranjenje. Još uži areali u pravilu se ne poklapaju s recentnim, nego sa predkrškim slivovima. Postoje i transdinarski areali, čiji je interesantan i sada riješen primjer areal roda velikih račića *Sphaeromides*. Taj rod je poznat iz južne Francuske, iz Dinarida i iz gorja Stare planine.

Danas u Dinarskom kršu poznajemo oko 20 nalazišta, naseljenih s tri svojte tih račića. Jedan pojas duž jadranske obale, ali potpuno izvan zahvata brakičnih voda, je areal vrste *S. virei*. Molekulske analize su pokazale da su dinarske svojte srodne bugarskim, dok im francuska vrsta nije srodna. Prikazan će biti slučaj koji ukazuje kako mogu društvene ili administrativne prilike biti poticaj temeljitim istraživanjima, ili ih mogu otežavati.

**Ključne reči:** podzemna fauna, društveni odnosi, biogeografija, Dinarski krš.

### **AN EDUCATIONAL CASE OF SPELEOLOGICAL STUDIES: GENUS SPHAEROMIDES (CRUSTACEA: ISOPODA: CIROLANIDAE) AS AN INTERESTING SCIENTIFIC AND AS A SOCIAL CHALLENGE**

Subterranean fauna of the Dinaric area has been investigated to such a degree that the provisional biogeographical regionalization may be abandoned and replaced by the newly established one. The taxa, limited to the Dinaric area may exhibit a holodinaric, NW-merodinaric, SE-merodinaric, or paralittoral-merodinaric distribution pattern; the existing smaller distribution areas are usually not in accordance with extant river drainages, but with the pre-karstic ones. Also trans-dinaric distribution

patterns exist; the genus *Sphaeromides*, a large cave crustacean, exhibits such one, which is presently well understood. *Sphaeromides* is present in southern France, in Dinarides, and in Stara planina mountains.

We know at present approximately 20 *Sphaeromides* localities in the Dinaric karst. A belt along the Adriatic coast, but out of the reach of brackish waters, is the area of the species *S. virei*. Molecular analyses show us that the Dinaric taxa are related with Bulgarian taxa, but not with the French species. A case will be shown, how social relations may support, but may also impede serious investigations.

**Keywords:** subterranean fauna, social relations, biogeography, Dinaric karst.

## ZNAČAJ KRAŠKIH POLJA ZA BH FAUNU PTICA

Ena Šimić<sup>1</sup>, Dražen Kotrošan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ornitološko društvo „Naše ptice“, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup> Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Prema preliminarnim podacima, u Bosni i Hercegovini su poznata 52 kraška polja koja zauzimaju ukupnu površinu oko 1.452 km<sup>2</sup>. Kraška polja predstavljaju važne centre biodiverziteta u Bosni i Hercegovini i od posebnog su značaja za faunu ptica. Za pojedine vrste, poput grabljivica (npr. eje livadarke-*Circus pygargus* i močvarne eje-*Circus aeruginosus*), kosca (*Crex crex*), sivog svračka, (*Lanius minor*), crnoglave strnadice (*Emberiza melanocephala*), šivalice (*Cisticola juncidis*) i drugih, kraška polja su bitna staništa za gniježđenje. S druge strane, za veliki broj vrsta kraška polja su izuzetno značajna u periodu migracija. To dokazuje i novoutvrđeni seobeni put ptica nazvan „Jadranski put“. Istraživanja vršena posljednjih godina, prateći seobu ždralova (*Grus grus*), žličarki (*Platalea leucorodia*) i drugih vrsta, ukazala su na veoma važan položaj bosanskohercegovačkih kraških polja Jadranskom seobenom putu. Pored svih dosadašnjih saznanja, biološki potencijali većine bosanskohercegovačkih kraških polja još uvijek su nedovoljno ili nisu nikako poznati, jer ne postoji urađena inventarizacija i valorizacija stanja biodiverziteta na njima. Nasuprot tome, svakodnevno se planiraju različiti zahvati (izgradnje hidrocentrala, termoelektrana, vjetroparkovi, preusmjeravanje vodenih tokova, eksploatacije treseta i dr.) koji ugrožavaju biodiverzitet na kraškim poljima.

U 2011. godini pokrenut je projekt „Identification and Promotion of Karst Poljes in Bosnia - Herzegovina as Wetlands of National and International Importance“ kojeg zajednički realizuju njemačka organizacija Euronatur i tri organizacije institucije iz Bosne i Hercegovine (Ornitološko društvo „Naše ptice“, Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine i Centar za istraživanje i održivi razvoj krša). Cilj projekta je da se izvrši inventarizacija kraških polja koja bi uključila kartiranje nivoa plavljenja polja, prikupljanje podataka o ornitofauni i kartiranje značajnih vrsta, prikupljanje podataka i kartiranje flore i vegetacije, te preliminarna prikupljanja podataka o fauni vretenaca (Odonata) i kulturnim znamenitostima polja. Presentacija rezultata navedenog projekta očekuje se 2013. godine.

**Ključne riječi:** kraška polja, ornitofauna, seoba, projekt

## THE IMPORTANCE OF KARST POLJES OF BIRD FAUNA OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

According to preliminary data collected 52 karst poljes are known in Bosnia and Herzegovina with a total surface of 1.452 km<sup>2</sup>. Karst poljes are important centers of biodiversity in Bosnia and Herzegovina and they are of great importance for bird fauna. For certain species, such as birds of prey (e.g. Montagu's Harrier - *Circus pygargus* and Marsh Harrier-*Circus aeruginosus*), Corncrake (*Crex crex*), Lesser Grey Shrike (*Lanius minor*), Black-headed Bunting (*Emberiza melanocephala*), *Zitting Cisticola* (*Cisticola juncidis*) and others, karst poljes are important nesting sites. On the other hand for

a big number of species karst poljes are of great importance during migration periods. This conclusion is supported by the recently identified bird migration path called the “Adriatic Flyway”. For the past several years, researchers showed that karst poljes are very important in the “Adriatic Flyway”. This was confirmed by the constant migration monitoring of Crane (*Grus grus*), Spoonbill (*Platalea leucorodia*) and other species. Despite all the current knowledge, biological potentials of the karst poljes in Bosnia and Herzegovina are poorly known or not known at all. There is no systematic inventarisation and valorisation of their biodiversity status. In contrast, new projects in constant development (hydroelectric power stations, thermal power plants, wind farms, watercourse diversions, peat extractions etc.) are a threath to biodiversity in those very areas.

2011 marked the commencement of the project „Identification and Promotion of Karst Poljes in Bosnia - Herzegovina as Wetlands of National and International Importance“, implemented jointly by Euronatur from Germany and three organizations and institutions from Bosnia and Herzegovina (Ornithological Society “Our Birds”, National Museum of Bosnia and Herzegovina and the Center for Research and Sustainable Development of Karst). The goal of the project is to conduct the inventarisation of the karst poljes to include: mapping of the flood level, ornithofauna data collection and key species mapping, data collection of and flora and vegetation mapping, preliminary data collection on dragonflies (Odonata) and cultural values of the poljes. Presentation of the project's results is to be expected in 2013.

**Keywords:** karst poljes, ornithofauna, migration, project

## VASKULARNA FLORA I VEGETACIJA JAMA NA PODRUČJU SREDNJE DALMACIJE, HRVATSKA

Dalibor Vladović<sup>1</sup>, Tonći Rađa<sup>2</sup>, Nediljko Ževrnja<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prirodoslovni muzej i zoo, Split, Hrvatska

<sup>2</sup> Speleološko društvo „Špiljar“, Split, Hrvatska

U ovom radu prikazani su rezultati florističkih i vegetacijskih istraživanja speleoloških objekata u srednjoj Dalmaciji: Dujina jama (tankouslojeni vapnenci s tanjim lećama dolomita-turon), Golemova jama (slabouslojeni bioakumulirani vapnenci s tanjim lećama dolomita – senon) i Velika Golubinka na Kuku (vapnenci s lećama i prislojcima dolomita; breče cenoman-turon). Inventarizirana je vaskularna flora na prostorima oko ulaza u jame, te u pukotinama stijena na različitim dubinama od ulaza. Zabilježene biljke podvrgnute su taksonomskoj analizi i analizi životnih oblika.

**Ključne riječi:** Hrvatska, Dalmacija, jame, flora i vegetacija

## VASCULAR FLORA AND VEGETATION OF THE PITS IN CENTRAL DALMATIA, CROATIA

In this study are presented the results the results of floristic and vegetation research on speleological objects in the Middle Dalmatia: the pit "Dujina jama" (thinly layered limestone with thin lenses of dolomite - Turone), pit "Golemova jama" (weakly stratified bioaccumulated limestone with thin lenses of dolomite - Senonian) and pit „Velika Golubinka na Kuku“ (with limestone lenses and layers of dolomite, breccia - Cenomanian Turone). The flora of vascular plants at the area around the entrance of the pits, and in the cracks of rocks at the different depths of the entrance. The recorded plant species were conducted to the taxonomical and the life-form analysis.

**Keywords:** Croatia, Dalmatia, pits, flora and vegetation

## STAROST ŠPILJSKIH SEDIMENATA DINARSKOG KRŠA U JZ SLOVENIJI

**Nadja Zupan Hajna<sup>1</sup>, Andrej Mihevc<sup>1</sup>, Petr Pruner<sup>2</sup>, & Pavel Bosák<sup>2,1</sup>**

<sup>1</sup>Institut za istraživanje krša, ZRC SAZU, Postojna, Slovenija

<sup>2</sup>Institut za geologiju AS CR, v. v. i., Prag, Češka Republika

Pitanje evolucije krša u Sloveniji, starost površine krša i speleogeneze, a time i brzine procesa, važno je pitanje u većini prethodnih krških studija i sinteza. Većina dosadašnjih datacija krških naslaga provedena je u jugozapadnoj Sloveniji (tj. u sjeverozapadnom dijelu Dinarskog krša), koji je poznat kao Kras. Eocenski fliš je posljednji morski sediment sačuvan u njegovoj geološkoj građi. Prve procjene starosti krša u zapadnoj Sloveniji dali su geolozi i geomorfolozi. Oni su pretpostavili da se krš počeo razvijati tijekom pliocena; definirali su pretkršku fazu razvoja, kada su rijeke tekle po krškoj površini i na njoj taložile riječne sedimente, i kršku fazu kada su rijeke počele ponirati na rubovima krša. Primjena i tumačenje palaeomagnetskih analiza i magnetostratigrafije pećinskih sedimenata, klastičnih i kemogenih, koje su započele na Krasu 1997., sugeriraju značajne promjene u određivanju donjih granica starosti taloženja špiljskih sedimenata. Uzeto je i analizirano više od 2000 uzoraka s različitih lokaliteta slovenskog Dinarskog krša. Magnetostratigrafski podaci i raspored dobijenih magnetozona često pokazuje vrijeme taloženja sedimenta starije od 1,77 Ma, čak i od 5 Ma.

Na nekim mjestima rezultati su kalibrirani analizom Th / U, te paleontološkim i geomorfološkim analizama. Kalibrirani podaci donijeli su puno novih podataka o speleogenezi, starosti taloženja u špiljama, a posredno i o razvoju krškog reljefa i tektonskih pokreta. Iz temelju starosti sedimenata slijedi da su pećine i karstifikacija čak stariji, i možemo zaključiti da se evolucija pećina u Sloveniji nastavila u post-eocenskom razdoblju okršavanja.

**Ključne riječi:** starost krša, špiljski sedimenti, paleomagnetne datacije, Dinarski krš, Slovenija

### AGE OF DINARIC KARST CAVE SEDIMENTS IN SW SLOVENIA

The question of karst evolution in Slovenia, the age of karst surfaces and speleogenesis and, consequently, the rates of processes has been an important issue in most of previous karst studies and syntheses. The majority of dating of karst sediments has been carried out in south-western Slovenia (i.e. in the north-western part of the Dinaric karst), which is known as the Kras. Eocene flysch rocks are the last marine deposits preserved in the geologic record. The first estimates of the age of the karst in the western Slovenia were made by geologists and karst geomorphologists. They suspected that the karst started to evolve during Pliocene times and they defined a pre-karst phase, when rivers were flowing across the karst surface and deposited fluvial sediments, and the karstification phase when rivers began to sink at the edges of the karst. The application and interpretation of palaeomagnetic analysis and magnetostratigraphy of the cave sediments, both clastic and chemogenic, which began on Kras in 1997, suggested substantial changes in the lower limit ages of cave fill deposition. More than 2000 samples were taken and analysed from different localities of Slovenian Dinaric karst. Magnetostratigraphy data and the arrangement of obtained magnetozones often indicated ages of sediment fill over 1.77 Ma and even over 5 Ma. Results were in some sites calibrated by Th/U, paleontological and geomorphological analyses. Calibrated data contributed to reconstruction of speleogenesis, deposition in caves, and indirectly to evolution of karst surfaces and succession of tectonic movements. From the age of the cave sediments follows that the caves and karstification have to be even older and we can conclude that the evolution of caves in Slovenia took part within one post-Eocene karstification period.

**Keywords:** starost krasa, cave sediments, paleomagnetic dating, Dinaric karst, Slovenia

## SAŽECI POSTERA / SADRŽAJ

Denis Cerić, Edin Smajić, Emir Trožić

**„Procjena ranjivosti, voda, kraškog eko sustava Jelašinovačkog polja“**

Rosana Cerkvjenik, Borut Peric

**“Utjecaji čovjeka na špiljski okoliš - primjer iz Škocjanskih jama”**

Marija Crnčević, Katarina Ivanišin Kardum, Erna Raguž-Lučić, Matea Špika

**„Vodič kroz špilje DNŽ: edukativna publikacija za dječiju dob“**

Franco Cucchi

**“Gigante pećina: stanica za znanstveni monitoring u turističkoj špilji na klasičnom kršu”**

Petra Gostinčar

**“Morfografske značajke vrtače na vapnencima i dolomitima, odabrani primjeri sa Slovenskog krša”**

Sanja Japundžić

**„Hrvatski krš na fotografijama dr. Josipa Poljaka“**

Najla Kajtezović

**„Preliminarna istraživanja praživotinja u podzemnim staništima u Republici Hrvatskoj“**

Sanja Lozić, Kristina Krklec, Ante Šiljeg, Dražen Perica

**„Značajke padina i padinskih procesa na rubovima krških polja južnog dijela otoka Visa“**

Mavro Lučić, Nenad Tomašić

**„Dekalcifikacija u lesu okolice Ivanić-Grada u Hrvatskoj“**

Mirjana Miličević, Kristina Krklec, Dražen Perica

**„Morfološke karakteristike doline rijeke Doljanke, Bosna I Hercegovina“**

Dalibor Paar, Darko Bakšić, Damir Lacković, Andrej Stroj

**„Zaštita špilja i jama Dinarskog krša: primjeri iz Hrvatske“**

Nediljka Prlj Šimić, Katarina Krizmanić

**„Krški fenomeni Imotske krajine“**

Mitja Prelovšek, Stanka Šebela, Janez Turk

**“Promjene klime u Postojnskoj jami kao posljedica masovnog turizma”**

## POSTER ABSTRACTS / CONTENTS

**Denis Cerić, Edin Smajić, Emir Trožić**

VULNERABILITY ASSESSMENT, WATERS OF THE KARST ECOSYSTEM OF THE JELAŠINOVAČKO POLJE

**Rosana Cerkvenik, Borut Perić**

HUMAN IMPACTS TO THE CAVE ENVIRONMENT – AN EXAMPLE FROM ŠKOCJANSKE JAME

**Marija Crnčević, Katarina Ivanišin Kardum, Erna Raguž Lučić, Matea Špika**

GUIDEBOOK THROUGH CAVES IN DUBROVNIK-NERETVA COUNTY: EDUCATIONAL PUBLICATION FOR CHILDHOOD

**Franco Cucchi**

GIANT CAVE: A SCIENTIFIC MONITORING STATION IN A TOURISTIC CAVE ON THE CLASSICAL KARST

**Petra Gostinčar**

MORFOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF DOLINES ON LIMESTONE AND DOLOMITE BEDROCK, SELECTED CASES FROM SLOVENIAN KARST

**Sanja Japundžić**

CROATIAN CARST ON THE PHOTOGRAPHS OF DR. JOSIP POLJAK

**Najla Kajtezović**

PRELIMINARY INVESTIGATIONS OF THE PROTOZOA IN THE UNDERGROUND HABITATS OF THE REPUBLIC OF CROATIA

**Sanja Lozić, Kristina Krklec, Ante Šiljeg, Dražen Perica**

HILLSLOPES AND HILLSLOPE PROCESSES FEATURES ON EDGES OF KARST POLJES OF THE SOUTHERN PART OF VIS ISLAND, CROATIA

**Mavro Lučić, Nenad Tomašić**

DECALCIFICATION IN LOESS OF IVANIĆ-GRAD AREA, CROATIA

**Mirjana Miličević, Kristina Krklec, Dražen Perica**

MORPHOLOGICAL FEATURES OF DOLJANKA RIVER VALLEY, BOSNIA AND HERZEGOVINA

**Dalibor Paar, Darko Bakšić, Damir Lacković, Andrej Stroj**

UNDERGROUND PROTECTION IN DINARIC KARST

**Nediljka Prlj Šimić & Katarina Krizmanić**

KARST PHENOMENA OF IMOTSKA KRAJINA (IMOTSKI REGION)

**Mitja Prelovšek, Stanka Šebela, Janez Turk**

CLIMATE CHANGE IN POSTOJNSKA JAMA IN CONSEQUENCE TO THE MASSIVE TOURISM

## **PROCJENA RANJIVOSTI VODA KRAŠKOG EKOSUSTAVA JELAŠINOVAČKOG POLJA**

**Denis Cerić<sup>1</sup>, Edin Smajić<sup>2</sup>, Emir Trožić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Općina Sanski Most, Sanski Most, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>Općina Hadžići, Hadžići, Bosna i Hercegovina

<sup>3</sup>JKP «ViK» Sanski Most, Sanki Most, Bosna i Hercegovina

U uvodu će se dati objašnjenje pojmova zaštite prirode, okoline, održivog razvoja i drugi pojmovi koji se koriste u ekologiji. Na osnovu ranijih istraživanja utvrđeni su potencijalni zagađivači, terena koji je uglavnom krš obrastao nerazvijenom vegetacijom, a koji je identifikovan kao površina sliva izvora Dabar i Zdena. Citirajući lokalnu okolinsku legislativu i okolinski *acquis* EU, izvršit će se procjena ranjivosti, te procedura odobravanja zahvata na konkretnom primjeru kraškog eko sustava Jelašinovačkog polja.

S obzirom da se radi o rurarnom i slabo naseljenom područje, bez nagovještaja bržem razvoju, teško je izvršiti procjenu razvoja za naredni planski period. Međutim, s obzirom na prizvodne kapacitete koji su nekad ovdje radili, kao i na broj stanovnika koji je ovdje aktivno boravio, može se dati procjena moguće kontaminacije površinskih voda od više različiti uticaja za koje je čovjek odgovoran. Na konkretnom primjeru će se pokazati mogućnost primijene principa risk managementa, kemikalijske sigurnosti i metode procjene rizika u lokalnoj zajednici (HAZID; HAZOP i dr.)

**Ključne riječi:** priroda, okolina, ekologija, prizvodnja, odgovornost, procjena ranjivosti.

## **VULNERABILITY ASSESSMENT, WATERS OF THE KARST ECOSYSTEM OF THE JELAŠINOVAČKO POLJE**

An explanation of the terms protection of nature, environment, sustainable development and other terms used in environmental science will be provided in the introduction. Potential polluters of an area consisting mainly of karst with poorly developed plant cover, identified as the catchment area of the sources of the Dabar and Zdena, have been identified on the basis of previous research. A vulnerability assessment will be conducted with reference to local environmental legislation and the environment-related EU *acquis*, and the procedure will be set out for obtaining approval for works, using as a case study the karst ecosystem of the Jelašinovačko polje.

Since this is a rural, sparsely inhabited area with no indications of significant development, it is difficult to conduct a development assessment for the coming planning period. However, given the area's former production capacity and former active population, it is possible to provide an assessment of potential surface water contamination by human factors. The specific case will be used to demonstrate the potential for applying the principles of risk management, chemical security and risk assessment methods in the local community (HAZID, HAZOP etc.).

**Key words:** nature, environment, ecology, production, responsibility, vulnerability assessment.

## **UTJECAJI ČOVJEKA NA ŠPILJSKI OKOLIŠ - PRIMJER IZ ŠKOCJANSKIH JAMA**

**Rosana Cerkvenik, Borut Perić**

Park Škocjanske jame, Slovenija

Škocjanske jame se nalaze u škocjanskom kršu, na istočnom rubu zaravni Kras. Špilje su duge gotovo 6 km, i stalni su ponor rijeke Reka – najveće ponornice u Sloveniji - koja teče kroz glavni kanal prema izvoru oko 2 km u unutrašnjosti špilje. Oko 3 km špiljskog sustava je otvoreno za posjetitelje.

Špilja je zaštićena kao spomenik prirode na regionalnoj razini od 1980. i kao regionalni park na nacionalnoj razini od 1996. Na međunarodnoj razini, špilja je uvrštena na Popis svjetske baštine UNESCO-a 1986., a na Ramsarski popis močvara od međunarodnog značaja 1999. godine. Od 2004., park je također član UNESCO-a programa Čovjek i biosfera (MAB) kao rezervat krške biosfere.

Duga i intenzivna upotreba špilje ostavila je više utjecaja na njezin fizički okoliš, među kojima su najvidljiviji i najznačajni infrastruktura (staze, rukohvati, mostovi, uklonjeni špiljski sedimenti, električna instalacija i izgrađeni objekti), otisci i utabani fini sedimenti izvan staze, te lampenflora. Važni utjecaji na špilju proizlaze također i iz onečišćenja vode, kako one alogene koja ulazi s Rekom, tako i autogene vode koja dolazi iz kućanstva iznad špilje. Utjecaja na živu zajednicu špilje, osobito na šišmiše, nisu još dovoljno istraženi. Manje vidljivi utjecaji su grafiti, odbačeni karbid iz svjetiljki i polomljene sige.

Gore navedeni utjecaji čovjeka moraju biti razmatrani i riješeni u suradnji s različitim stručnjacima. Zaštita špiljskog okoliša s jedne strane i upotreba špilje s druge strane, trebaju biti uravnoteženi što je više moguće.

**Ključne riječi:** Škocjanske jame, upotreba pećina, utjecaj čovjeka, okoliš

## **HUMAN IMPACTS TO THE CAVE ENVIRONMENT – AN EXAMPLE FROM ŠKOCJANSKE JAME**

**Rosana Cerkvencik**, Park Škocjanske jame, Slovenija;  
**Borut Peric**, Park Škocjanske jame, Slovenija

The Škocjanske jame caves are located in the Škocjan karst, on the eastern edge of the Karst plateau. The caves are almost 6 km long and are a permanent ponor of the Reka River – the greatest sinking river in Slovenia – which flows through the main channel to the sump roughly 2 km inside the cave. Approximately 3 km of the cave system is open to visitors.

The caves have been protected as a natural monument on the regional level since 1980 and as a Regional Park on the national level since 1996. At an international level, the caves were included in the UNESCO World Heritage List in 1986 and in the Ramsar List of Wetlands of International Importance in 1999. Since 2004, the park has also been a member of the UNESCO's Man and Biosphere Programme (MAB) as the Karst Biosphere Reserve.

The cave has been in use since Prehistoric times, but the intense cave use has begun with systematic cave explorations in the 19<sup>th</sup> century, together with tourism and construction of paths and bridges. In the early 20<sup>th</sup> century the scientific research began, too. These uses of caves have remained since nowadays.

In almost two centuries of the cave use there have been more than 6 km of cave passages explored, more than 12 km of paths and bridges constructed and more than 2.600.000 visitors in the cave. In 1959 the cave was electrified and in 1986 an elevator in Velika dolina collapse doline was constructed. A long and intense cave use has left several impacts to the cave physical environment, among which the most visible and significant are infrastructure (paths, hand railings, bridges, removed cave sediments, electric installation and built objects), off trail footprints and trodden fine sediments, and lampenflora. Important impacts to the cave derive also from the water pollution, both as allogenic input with Reka River pollution and autogenic from households above the cave. The impacts to the cave biota, especially to bats are still not explored enough. Less visible impacts are graffiti, carbide dumps and broken formations.

The above mentioned human impacts have to be discussed and solved with the cooperation of different experts. The protection of cave environment on one hand and the cave use on the other is considered to be balanced as much as possible.

**Keywords:** Škocjanske jame, Classical Karst, Human Impacts, Cave Use, Cave Infrastructure

## **VODIČ KROZ ŠPILJE DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE: EDUKATIVNA PUBLIKACIJA ZA DJEČJU DOB**

**Marija Crnčević<sup>1</sup>, Katarina Ivanišin Kardum<sup>2</sup>, Erna Raguž Lučić<sup>1</sup>, Matea Špika<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Dubrovačko-neretvanske županije, Dubrovnik, Hrvatska;

<sup>2</sup>Zlatni potok 5, Dubrovnik, Hrvatska

Sukladno Zakonu o zaštiti prirode, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Dubrovačko-neretvanske županije upravlja zaštićenim prirodnim vrijednostima (područjima i vrstama) navedenog područja. Od posebnog značaja su speleološki objekti zaštićeni sukladno Zakonu o zaštiti prirode i Uredbi o proglašenju ekološke mreže, kao važna staništa za mnoge endemične, rijetke, ugrožene i zaštićene vrste. Cilj rada je bio osmisliti vodič kroz špilje Dubrovačko-neretvanske županije – edukativnu publikaciju s elementima crtanke za djecu predškolskog i školskog uzrasta. Kao stručna podloga za izradu vodiča korištene su Crvene knjige Republike Hrvatske i zakonski propisi, te podaci dosadašnjih speleoloških, biospeleoloških i arheoloških istraživanja špilje. Edukativni materijal osmišljen je na način da će biti prilagođen različitom uzrastu djece, te će uz podatke o špiljama i podzemnoj fauni kao zaštićenim prirodnim vrijednostima, sadržavati podatke o legendama i pričama, te likovne prikaze kojima se povezuje prirodna i kulturna baština. Izradom i objavljivanjem dvojezične edukativne publikacije - crtanke nadopunjuje se ponuda pedagoških programa ustanove, te se stvaraju preduvjeti za marketinšku djelatnost Ustanove.

**Ključne riječi:** zaštita prirode, crvene knjige, edukacija

## **GUIDEBOOK THROUGH CAVES IN DUBROVNIK-NERETVA COUNTY: EDUCATIONAL PUBLICATION FOR CHILDHOOD**

In accordance with the nature protection legislation, the Public Institution for the Management of Natural Protected Areas in Dubrovnik Neretva County manages the areas and species in the region. Of particular importance are speleological objects protected according to the nature protection legislation, such as important biotopes for many endemic, rare, threatened and protected species. The aim was to conceive a guidebook through the caves in Dubrovnik-Neretva County, which would at the same time be an educational publication with didactic elements, for the children of pre-school and school age. The scientific foundations of the guidebook are the Red Data Books of the Republic of Croatia and legislation.

Also, up to date speleological, bio-speleological and archaeological research data of the caves was used. The educational publication is appropriated according to the age group it is intended for. Apart from containing the information regarding the caves and the subterranean fauna as the natural protected values, it also contains the data on the local legends and tales, as well as the imagery that connects the natural and the cultural heritage. Conceiving and publishing of this bilingual educational publication – a drawing book, enriches the Institution's educational programmes and it pre conditions its marketing opportunities.

**Keywords:** nature protection, red books, education

## **GROTTA GIGANTE PEĆINA: STANICA ZA ZNANSTVENI MONITORING U TURISTIČKOJ ŠPILJI NA KLASIČNOM KRŠU**

**Grillo B., Cucchi F., Visintin L., Zini L.**

Dipartimento di Geoscienze – Università di Trieste, Via Weiss, 2 – 34100 Trieste

Grotta Gigante pećina jedna je od najvažnijih turističkih špilja u Italiji, otvorena za javnost od 1908. Nalazi se na klasičnom kršu i otkrio ju je 1840. Antonio Federico Lindner, rudarski inženjer koji je početkom XIX. stoljeća počeo istraživati podzemlje izvora Timavo rijeke. Sastoji se od velike dvorane duge 168 metara, široke 76 metara i visoke 99 metara, s ukupno više od 365.000 kubičnih metara. Zbog tih dimenzije 1995. godine je uvrštena u Guinnessovu knjigu rekorda kao najveća turistička pećina na svijetu.

Njezin središnji položaj unutar klasičnog krša, te njezina morfologija i dostupnost, otvorili su je tijekom godina za znanstveni laboratorij koji je postao referentna točka za geoznanstvena istraživanja. On danas sadrži dvija horizontalna geodetska njihala (pendulums), dva padomjera (clinometers), seizmološku stanicu, nekoliko naprava za mjerenje intenziteta ispiranja o otapanja krša, te nekoliko mjesta za kontinuirano praćenje radona.

Nedavna speleološka istraživanja omogućila su otkriće niz bunarastih kanala kojima je špilja dosegla nadmorsku visinu od 18 m i ukupnu dubinu od 252 metara. Višegodišnji naponi speleologa iz Trsta otvorili su nove granice istraživanja klasičnog krša. Novo dno je široka jama koju presijeca kanal, koji se još uvijek kopa. On je na erozijskom bazu s jasno vidljivim znakovima porasta podzemnih voda.

Kako bi se kvantificirati te hidrološke pojave, krajem prosinca 2009. Geoznanstveni odsjek (Sveučilište u Trstu) ugradio je CTD Diver za kontinuirano praćenje razine, provodljivosti i temperature vode. Podaci su se skupljali svakih pola sata tijekom devet mjeseci. Ova nova stanica nadopunjuje široku mreže monitoringa podzemnih voda krša koju nadzire Odsjek, što će omogućiti primjenu znanja o hidrodinamici krša.

**Ključne riječi:** krš, klasični krš, Giant pećina, monitoring vode i krajolika

## **GROTTA GIGANTE CAVE: A SCIENTIFIC MONITORING STATION IN A TOURISTIC CAVE ON THE CLASSICAL KARST**

The Grotta Gigante cave is one of the most important tourist cave in Italy, open to the public since 1908. It is located in the Classical Karst and it was discovered in 1840 by Antonio Federico Lindner, a mining engineer who, in the early XIX century, became involved in research Timavo underground. It consists of a large room 168 meters long, 76 meters wide and 99 meters high with a total volume of over 365000 cubic meters. These dimensions have allowed it to be included in the 1995 Guinness Book of World Records as the largest tourist cave in the world.

Its central location within the Classical Karst, its morphology, and the ease of access have encouraged, in the years, its use as a scientific laboratory and has become the reference point for Earth Sciences studies. Today it contains two horizontal geodetic pendulums, two clinometers, a seismology station, some stations measuring the intensity of leaching and karst dissolution and some Radon continuous monitoring points.

Recent speleological explorations have allowed discovering a series of wells that brings the cave to reach the altitude of 18 m a.s.l. for a total deep of 252 meters. Thanks to the efforts over several years of excavation of the Trieste covers a new frontier of study has opened for the Classical Karst. The new bottom is a wide well that intercept a tunnel, which is still being excavated. It reach the base level and are clearly visible signs of groundwater rising.

In order to quantify these hydrological signals at the end of December 2009 the Department of Geosciences (University of Trieste) has installed a CTD Diver for level, conductivity and water temperature continuous monitoring . The records include nine months of data sampled every half hour.

This new station complements the extensive karst groundwater monitoring network managed by the Department and it will permit to implement the knowledge on the karst hydrodynamic.

**Keywords:** karst, Classical Karst, Giant Cave, monitoring water and landscape

### **MORFOGRAFSKE ZNAČAJKE VRTAČE NA VAPNENCIMA I DOLOMITIMA, ODABRANI PRIMJERI SA SLOVENSKEG KRŠA**

**Petra Gostinčar**

Karst Research Institute ZRC SAZU, Postojna, Slovenija

Krš doseže oko 43% slovenske površine, uglavnom vapnenaca i dolomita, koji su ponekad smjenjuju na malim udaljenostima. Krš na vapnencima i na dolomitima se zbog svojih kemijskih i fizikalnih svojstava uvelike razlikuje. Vrtače su najčešće udubine koje se pojavljuju na slovenskom kršu – jednako na dolomitima i na vapnencima. U članku se geomorfološkog gledišta razmatraju vrtače na obje vrste stijena. Pomoću njihovih morfografskih obilježja pokušali smo utvrditi razlike između vrtača koje se pojavljuju na obližnjim vapnencima i dolomitima Krasa, Logaške zaravni i Bele krajine. Usporedili smo njihov oblik (promjer, dubina, omjer duljine i širine), gustoću i zapreminu.

**Glavne riječi:** vrtače, vapnenci, dolomiti, geomorfologija, Slovenija

### **MORFOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF DOLINES ON LIMESTONE AND DOLOMITE BEDROCK, SELECTED CASES FROM SLOVENIAN KARST**

Karst surface in Slovenia covers an area of about 43%, it is mainly developed on limestone and dolomite bedrock. Limestone and dolomite areas in Slovenia interchange on small distances. Due to chemical and physical characteristics of the two rocks, karst on limestone and dolomite is different. Dolines are the most common karst depressions on Slovenian karst and are present on both, dolomite and limestone areas. In this paper dolines on the two rocks are studied from a geomorphological point of view. With the use of their morphographical characteristics the differences between dolines on neighbouring limestone and dolomite areas are studied on selected cases from Slovenian karst – the Karst, the Logaška Planota (Logatec Plateau) and Bela Krajina. We compared their shape (perimeter, depth, length–width ratio), the density of dolines and their volume.

**Keywords:** doline, limestone, dolomite, geomorphology, Slovenia

### **HRVATSKI KRŠ NA FOTOGRAFIJAMA dr. JOSIPA POLJAKA**

**Sanja Japundžić**

Hrvatski prirodoslovni muzej, Geološko-paleontološki odjel, Zagreb, Hrvatska

*„Naš je narod uzduž hrvatskog primorja najznačajnije izrazio bitno obilježje krajeva krša rječima «golet pusta». U tima dvjema rječima ne samo da je jasno izražena morfoložka bit krša, već je dobro označen i njegov utjecaj na život čovjeka, jer krajevi primorskoga krša nisu doista ništa drugo nego nepregledni skup golih i pustih kamenih stiena, podno kojih buči razpojasano more, a preko kojih urla divlja bura svoju pjesmu pustošenja.“*

Dr. Josip Poljak, izvrсни poznavatelj krških nadzemnih i podzemnih čuda, napisao je ovaj citat koji zrcali svu oporost našeg krša, prije više od 70 godina. Poznati geolog i geomorfolog, i danasve

strastveni fotograf, ostavio je bogatu i vrijednu fotografsku zbirku s više od 3000 negativa i staklenih ploča s motivima krških oblika Hrvatske i okolnih krajeva.

**Ključne riječi:** hrvatski krš, fotografija, dr. Josip Poljak

### **CROATIAN KARST ON THE PHOTOGRAPHS OF DR. JOSIP POLJAK**

*„Our people along Croatian coast named our karst regions „pusta golet“ – desert wasteland. In these two words, all morphological essence of karst and its influence on life of a men, is clearly expressed, since the regions of coastal karst are nothing else but waste assemblage of stony shapes, below them angry sea rumble, overland wild „bura“ sings its ravage song“.*

Dr. Josip Poljak, great expert in surface and subsurface karst miracles, wrote this quotation, which reflects all the bitterness of our karst, more than 70 years ago.

Well known geologist and geomorphologist as well as impassioned photographer left us rich and valuable photographic collection of more than 3000 negatives and glass plates with various motifs of karst from Croatia and other nearby karst region.

**Key words:** Croatian karst, photography, Dr. Josip Poljak

### **PRELIMINARNA ISTRAŽIVANJA PRAŽIVOTINJA U PODZEMNIM STANIŠTIMA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

**Najla Kajtezović**

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

Praživotinje podzemnih staništa Republike Hrvatske nisu sustavno istraživane. U ovom istraživanju pregledani su uzorci iz četiri speleološka lokalitete Dinaridskog krša: dviju špilja (Kotluša i Šipun) i dviju jama (Frkina jama i Muda labudova). Uzorci su obrađeni neposredno nakon povratka s terena čime su dobiveni podaci o aktivnoj bioraznolikosti. Pronađeno je četrnaest različitih vrsta praživotinja iz nekoliko sistematskih kategorija u uzorcima iz špilja, dok u jamama nisu nađene praživotinje. Presađivanjem uzoraka u tekuću hranjivu podlogu pronadeno je dodatnih osam svojiti praživotinja koje ukazuju na visoku kriptičnu bioraznolikost tih objekata. Također, zabilježeno je da se praživotinje pojavljuju na više različitih mikrostanista.

**Ključne riječi:** praživotinje, špilje, kriptična bioraznolikost

### **PRELIMINARY INVESTIGATIONS OF THE PROTOZOA IN THE UNDERGROUND HABITATS OF THE REPUBLIC OF CROATIA**

Protozoa in the underground habitats of the Republic of Croatia have not been systematically studied. In this study samples from four speleological objects of Dinaridic karst have been analyzed: two caves (Kotluša and Šipun) and two pit caves (Frkina jama and Muda labudova). The samples have been studied immediately after returning from the terrain, thus providing the information about the active biodiversity. Fourteen different species of protozoa in the several systematic categories were found in the samples from the caves, while none were found in those from the pit caves. After culturing these samples in the liquid growth media, 8 new taxa of protozoa have been found, which shows a very high cryptic biodiversity of these objects. Also, it has been noted that the protozoa inhabit the several different types of microhabitats.

**Keywords:** protozoa, caves, cryptic biodiversity

## ZNAČAJKE PADINA I PADINSKIH PROCESA NA RUBOVIMA KRŠKIH POLJA JUŽNOG DIJELA OTOKA VISA

<sup>1</sup>Sanja Lozić, <sup>2</sup>Kristina Krklec, <sup>3</sup>Ante Šiljeg, <sup>4</sup>Dražen Perica

<sup>1</sup>Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Zadar, Hrvatska,

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski Fakultet, Zavod za pedologiju, Zagreb, Hrvatska,

<sup>1</sup>Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Zadar, Hrvatska,

<sup>1</sup>Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Zadar, Hrvatska

Morfologija okolnih padina krških polja na otoku Visu odražava prošle i sadašnje tektonske, klimatske i biološke procese koji pokreću nastanak, mobilizaciju i transport stijenske mase i tla koji rezultira oblikovanjem padina i pozicioniranjem infleksijskih točaka.

Danas otok Vis karakterizira manjak površinskih voda, stoga se intenzivno oblikovanje padina odvijalo u humidnijim periodima geološke prošlosti, u uvjetima kada je količina padalina bila viša od potencijalne evapotranspiracije.

Da bi se dobio detaljniji uvid u morfogenezu padina, analizirani su profili okolnih padina polja. Analiza oblika padina temeljena je na digitalnom modelu reljefa. Konveksne padine ukazuju na mlađa izdizanja i na njima dominiraju procesi destrukcije, dok su konkavne padine starije, s dominacijom akumulacijskih procesa. Na ovom području mladi tektonski pokreti dogodili su se tijekom neogensko-kvartarne neotektonske faze, karakterizirane pritiscima smjera sjever–jug. Ovi pritisci rezultirali su transformacijom padina, preboravanjima postojećih struktura i formiranjem novih. Reaktivacija postojećih diskontinuiteta tijekom neotektonske faze posljedica je činjenice da svaki novi tektonski ciklus, s novim režimom glavnog smjera stresa, reaktivira postojeće diskontinuitete (koji preuzimaju dio pritiska).

Usporedbom profila padina i tektonskih struktura, vidljivo je da su postojeći oblici padina, rasjedi i pukotinski sustavi u korelaciji i u gotovo „idealnom položaju“ za reaktivaciju tijekom neotektonskog ciklusa.

Analiza oblika padina, u korelaciji s tektonikom, može se koristiti za objašnjenje evolucijskih stadija, s njima povezanih procesa, kao i razlike u relativnim starostima među padinama, krškim poljima i posljedično, reljefnim značajkama padina južnog dijela otoka Visa. Također, može se koristiti za predviđanja budućih stadija evolucije padina, što može biti od velikog značaja za praktičnu primjenu.

**Ključne riječi:** morfologija padina, padinski procesi, morfogeneza padina, infleksijske točke, otok Vis

## HILLSLOPES AND HILLSLOPE PROCESSES FEATURES ON EDGES OF KARST POLJES OF THE SOUTHERN PART OF VIS ISLAND, CROATIA

The morphology of surrounding hillslopes of karst poljes of Vis Island reflects past and present tectonic, climatic and biologic processes that drive soil production, mobilization, and transport. Rock mass and soil transport results in modelling of hillslopes and positioning of inflexion points.

Today, Vis Island is characterized by the lack of water, so intense formation of hillslopes occurred during more humid period in the geologic past, when the rainfall amount was greater than the potential evapotranspiration.

To get more detailed insight into morphogenesis of the hillslopes, a number of profiles of the surrounding slopes of the poljes were analysed. The shape analysis was based on the digital elevation model. Convex slopes indicate younger uplifts and are dominated by destructive processes, while concave slopes are genetically older and are dominated by accumulation processes. In this area, younger uplifts occurred in Neogene-Quaternary Neotectonic tangential phase characterised by stress of N-S direction. This stress regime leads to a transformation of hillslope landscape, refolding of the existing structures and the formation of new ones. Reactivation of the existing discontinuity during

neotectonic phase is a consequence of the fact that each new tectonic cycle, with the new regime of the main stress direction, uses existing discontinuities (that take a part of directed pressure).

If the hillslope profiles and tectonics are compared, it can be seen that the hillslope shapes and existing faults and fracture systems are in correlation and in an almost "ideal position" for the reactivation in neotectonic cycle.

Analysis of hillslope shapes and correlation with tectonics can be used to explain evolution stages, related processes and relative age differences between hillslopes, related karst poljes, and, consequently, the relief features of southern part of Vis Island. Also, it can be used to predict future stages of evolution, which is of great importance for numerous practical purposes.

**Keywords:** hillslope morphology, hillslope processes, hillslope morphogenesis, inflexion points, Vis Island

## DEKALCIFIKACIJA U LESU OKOLICE IVANIĆ-GRADA U HRVATSKOJ

**Mavro Lučić, Nenad Tomašić**

Geološki odsjek PMF-a, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

Krš općenito i les okolice Ivanić-Grada vrlo su različiti, ali ih povezuje temeljni krški proces. Les je eolski sediment karakterističan za glacialna razdoblja pleistocena. Jedan je od najcjelovitijih zapisa klimatskih promjena tijekom kvartara. Dominantno je veličine silta (0,063 – 0,002 mm), u prosjeku 60 – 90 %, dok su pijesci (> 0,063 mm) manje zastupljeni, kao i gline (< 0,002 mm) (Muhs 2007). Mineraloški, les je uniforman i sastoji se od kvarca, plagioklasa, tinjaca, karbonata i minerala glina (smektit, klorit, kaolinit, vermikulit).

Područje istraživanja lesa se nalazi u okolici Ivanić-Grada u središnjoj Hrvatskoj. Istraživano je tlo, prijelazna zona i les na četiri lokaliteta: Čazma, Velika Ludina, Bunjani i Kloštar Ivanić. Istraživanje se sastojalo od uzorkovanja, određivanja kvalitativnog i kvantitativnog mineralnog sastava rendgenskom difrakcijom na prahu, granulometrijske analize, određivanja udjela organske tvari, kapaciteta kationske izmjene (CEC) te udjela Fe-Mn-Al oksihidroksida.

Rezultati su pokazali odsustvo karbonatne mineralne komponente, što ovaj les čini nešto drugačijim. Dokaz o prvotnom postojanju karbonatne komponente na istraživanom području vidljivi su iz OGK - list Bjelovar (Korolija et al., 1986). U njoj se navodi da na beskarbonatnom lesu leži „pravi“ les s karbonatnom komponentom u sastavu (Basch, 1983).

Karbonatna komponenta lesa okolice Ivanić-Grada nestala je istim onim procesom koji je dominantan u kršu – otapanjem i uklanjanje karbonata, dekalifikacijom. Krš je u geologiji pojam koji se uglavnom odnosi na karbonatne stijene, vapnence i dolomite. Tijekom okršavanja karbonatne stijene se fizičkim i kemijskim procesima otapaju i time se smanjuje njihova površina, ili, što je još karakterističnije, u njima nastaju različiti geomorfološki oblici. Pretpostavlja se da je do otapanja karbonata u lesu došlo djelovanjem atmosferilija i podzemnih voda. Krške stijene i les, potpuno različite po postanku, u ovom slučaju povezuje isti krški proces.

**Ključne riječi:** les, Ivanić-Grad, krš, dekalifikacija

## DECALCIFICATION IN LOESS OF IVANIĆ-GRAD AREA, CROATIA

Karst in general and loess of Ivanić-Grad area in Croatia are very different terrains, but they are connected with a basic karst process. Loess is an aeolian sediment, characteristic for the Pleistocene glacial period. It is one of the most complete records of climate change during the Quaternary. Its dominant size fraction is silt (0.063 to 0.002 mm), in average 60-90%, while sand fraction (> 0.063 mm) is less frequent, as well as clay fraction (<0.002 mm) (Muhs 2007). Mineralogically, loess is

uniform and consists of quartz, plagioclase, mica, carbonates and clay minerals (smectite, chlorite, kaolinite, vermiculite).

The study area is located nearby Ivanić-Grad in central Croatia. The soil, the transition zone and loess were sampled in Čazma, Velika Ludina, Bunjani and Kloštar Ivanić. The study employed qualitative and quantitative phase analysis by X-ray powder diffraction, granulometric analysis, determination of organic matter, cation exchange capacity (CEC) and Fe-Mn-Al oxyhydroxides content.

The results showed absence of carbonate mineral components, thus making this loess something different compared to the average loess composition. Evidence of former existence of carbonate components in loess of the study area is suggested in general geological map – sheet Bjelovar (Korolija et al., 1986). It states that above the loess without carbonate there is "real" loess with carbonate component (Basch, 1983).

The carbonate component of the loess area of Ivanić- Grad disappeared in same process that is dominant in karst – dissolution and removal of carbonate minerals, decalcification. Karst geology is a term that generally refers to the carbonate rocks, limestone and dolomite. During karstification the carbonate rocks are weathered by physical and chemical processes. Thus, these rocks are denuded and lowered on their surfaces, or, what is even more distinctive, they build various characteristic geomorphological features. It is assumed that the dissolution of carbonates in loess has been dominantly affected by atmospheric precipitation and groundwater flows. So, karst rocks and loess, totally different in origin, in this case are connected by the same karst process.

**Keywords:** loess, Ivanić-Grad, karst, decalcification

## MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE DOLINE RIJEKE DOLJANKE, BOSNA I HERCEGOVINA

Mirjana Miličević<sup>1</sup>, Kristina Krklec<sup>2</sup>, Dražen Perica<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Mostaru, Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti,  
Studij zemljopisa, Mostar, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Agronomski Fakultet, Zavod za pedologiju, Zagreb, Hrvatska,

<sup>3</sup>Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Zadar, Hrvatska

Od sjeveroistočnih padina Vran planine pa sve do Jablanice gdje se ulijeva u Neretvu, rijeka Doljanka formirala je kompozitnu dolinu ukupne dužine 18 kilometara. Nastanak doline tektonski je predisponiran, te su intenzivni tektonski pokreti doveli do relativno velike strukturno-geomorfološke diferencijacije unutar područja. Doljanka je svoje korito usjekla u magmatske stijene permotrijaske i trijasko starosti, trijasko pješčenjake, lapore i laporovito-pjeskovite vapnence, te sipare kvartarne starosti.

Strane korita u gornjem dijelu toka blago se spuštaju (5°-12°) u obliku terasa formirajući dolinsko proširenje. Dijelovi doline ispunjeni su fluvio-glacijalnim nanosima, a u gornjem dijelu toka pronađene su stare sedrene barijere.

Vertikalna raščlanjenost reljefa je visoka (100 m/km<sup>2</sup>-800 m/km<sup>2</sup>). Dolinske strane podložne su gravitacijskim procesima, a taloženi materijal (donesen procesima osipanja, spiranja i jaruženja) pretaloživan je vodom i akumuliran u donjem dijelu toka.

Režim protoka vode Doljanke izrazito je sezonski (najviše vode proteče u zimu i rano proljeće (veljača-travanj), te jesen (studeni-prosinac)) kada povremeno dolazi do formiranja bujica, te je u skladu s geografsko-fizičkim karakteristikama šireg porječja.

**Ključne riječi:** rijeka Doljanka, morfologija doline, vertikalna raščlanjenost reljefa, gravitacijski procesi, režim protoka

## MORPHOLOGICAL FEATURES OF DOLJANKA RIVER VALLEY, BOSNIA AND HERZEGOVINA

From the north-eastern slopes of the Mt. Vran all the way to Jablanica, where it flows into the Neretva River, Doljanka River formed a composite valley of the total length of 18 kilometres. Tectonic movements, which predisposed genesis of the valley, lead to relative high structural-geomorphological differentiation within the area. Doljanka formed its riverbed in magmatic rocks of Permian-Triassic age, sandstones, marls and marly-sandy limestones of Triassic age and colluvium of Quaternary age.

In the upper part of the valley slopes (5°-12°), in the form of terraces, form valley widening.

Parts of the valley are filled with fluvio-glacial sediments, and in upper parts of the valley tufa barriers are found.

Relief energy is high (100 m/km<sup>2</sup> - 800 m/km<sup>2</sup>). Valley slopes are under impact of gravitational processes, and material (sedimented by processes of dispersion, washout and gulling) is resedimented by water and accumulated in the lower part of the valley.

The regime of Doljanka River water flow is markedly seasonal (most of the water flows during the winter and early spring (February - April) and autumn (November-December) period), when, occasionally, torrent are formed, and is consistent with the physical geographic characteristics of the wider area.

**Keywords:** Doljanka River, valley morphology, relief energy, gravitational processes, regime of water flow

## ZAŠTITA ŠPILJA I JAMA DINARSKOG KRŠA: PRIMJERI IZ HRVATSKE

**Dalibor Paar<sup>1,5</sup>, Darko Bakšić<sup>2,5</sup>, Damir Lacković<sup>3,5</sup>, Andrej Stroj<sup>4,5</sup>**

<sup>1</sup> Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska,

<sup>2</sup> Šumarski fakultet, Zagreb, Hrvatska

<sup>3</sup> Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, Hrvatska

<sup>4</sup> Hrvatski geološki institut, Zagreb, Hrvatska

<sup>5</sup> Speleološko društvo Velebit & Komisija za speleologiju Hrvatskog planinarskog saveza, Zagreb, Hrvatska

U radu prezentiramo trenutno stanje i kritične aspekte zaštite krškog podzemlja u Hrvatskoj. Glavni problemi su nedovoljna razina informacija o špiljama, neefikasnost zakona o zaštiti prirode i nedostatak komunikacije između subjekata koji bi mogli pridonijeti zaštiti. Za kvalitetnu zaštitu potreban je speleološki katastar na razini države kojeg bi pratili projekti inventarizacije podataka o geologiji, speleogenezi, hidrologiji, biologiji, paleontologiji, fizici, kemiji i drugim znanstvenim područjima, ali i o razini ugroženosti pojedini špilja. Speleolozi su važan izvor ovih informacija, a izrada speleološkog nacrtja je preduvjet za daljnja istraživanja i zaštitu.

**Ključne riječi:** krš, špilja, zaštita, Dinarski krš, Hrvatska

## UNDERGROUND PROTECTION IN DINARIC KARST

We discuss the present day state and the most critical issues of karst underground protection in Croatia. The main problems are insufficient information about caves, inefficiency of cave protection acts and lack of communication between interested parties. We present examples of various impacts on karst system in Croatia. The most important examples are destructive actions in karst and pollution of groundwater and caves.

There is a need for a national database of caves supported by cave inventory projects that have to record various data about cave geology, speleogenesis, hydrology, biology, paleontology, physics, chemistry and other scientific fields. Cavers are important sources of those informations. The cave mapping is a prerequisite for cave protection.

**Keywords:** karst, cave, protection, Dinaric karst, Croatia

## KRŠKI FENOMENI IMOTSKE KRAJINE

**Nediljka Prlj Šimić & Katarina Krizmanić**

Hrvatski prirodoslovni muzej, Geološko-paleontološki odjel, Zagreb, Hrvatska

Na putu prema Međugorju, dolazeći sa zapadne strane, gotovo je nezaobilazna destinacija Imotske krajine koja se prostire na površini od 646 km<sup>2</sup>. Smjestila se iza planine Biokovo, koja je i odvaja od primorskog djela Hrvatske.

U tom golemom krškom prostranstvu oblikovani su brojni i jedinstveni krški fenomeni: polje, jezera, ponikve, doline... Po položaju, vremenu nastanka i uvjetima u kojima je nastao krš moguće je razlikovati krški reljef na obodu polja i krški reljef na dnu polja. Krški oblici po obodu su najstariji i najrazvijeniji dok se na dnu polja stvaraju samo aluvijalni oblici. Najznačajnija i javnosti najpoznatija su, svakako, imotska jezera.

„Ljuti krš“, kako ga ljudi vole zvati, jedan je od glavnih razloga siromaštva i iseljavanja ljudi iz Imotske krajine, a sad je samo pitanje može li i hoće li imotski čovjek otplatiti taj danak koristeći ove iznimne krške fenomene u turističku promidžbu i razvoj turizma.

**Ključne riječi:** Imotska krajina, krški fenomeni, jezera

## KARST PHENOMENA OF IMOTSKA KRAJINA (IMOTSKI REGION)

On the way to Medjugorje, coming from the west, almost inevitable destination is Imotska krajina (Imotski Region) that extends on the area of 646 km<sup>2</sup>. It is placed behind the Biokovo mountain, which separate this region from the coastal part of Croatia. In this huge karst area numerous and unique karst phenomena has been formed: the 'polje' (plain), lakes, sinkholes, valleys ... Due to the location, time of formation and the circumstances in which the karst originated, it is possible to distinguish karst relief on the edge of 'polje' and karst relief at the bottom of the 'polje'. Karst forms shaped at the edge of 'polje' are the oldest and most developed, while at the bottom of the 'polje' only alluvial forms appear. The most famous, and certainly best known to the public, are the lakes of Imotski. "Ljuti krš" ("Wild karst"), as people like to call it, is one of the main reasons of poverty and emigration of people from Imotski Region, and now the question raises whether the people from Imotski have the power and will to pay the tribute by using these extraordinary karst phenomena in tourism promotion and development.

**Keywords:** Imotska krajina (Imotski Region), karst phenomena, lakes

## PROMJENE KLIME U POSTOJNSKOJ JAMI KAO POSLJEDICA MASOVNOG TURIZMA

Mitja Prelovšek<sup>1</sup>, Stanka Šebela<sup>2</sup>, Janez Turk<sup>3</sup>

Karst Research Institute ZRC SAZU, Postojna, Slovenia

Najposjećenija turistička pećina u Sloveniji (Postojnska jama, 20.500 m) prima godišnje oko 500.000 posjetitelja. Redovit klimatski i biološki monitoring organiziran je od 2009. godine s naglaskom na utjecaj uporabe špilje kao prirodnog bogatstva. Unutrašnja temperatura zraka, ugljični dioksid i vanjska temperatura zraka analizirani su za ovu studiju na više lokacija u špilji tijekom praznika (2009-2011). Jednodnevni porast posjetitelja od 200 do 3.500 u veljači 2011. podigao je temperaturu zraka u špilji za najviše 0,55°C.

U godišnjem rasponu promjene temperature zraka na svim promatranim mjestima povezane su većim brojem turista. Porast posjetitelja za 60% utrostručio je vrijednosti CO<sup>2</sup>. Koncentracija CO<sup>2</sup> u Lepima jamama povećala se s 600 na 1.700 ppm i nakon 10 dana vratila na vrijednosti prije božićnih blagdana 2009. godine, što se desilo i temperaturom zraka. Maksimalni kumulativni porast CO<sup>2</sup> za 1.300 ppm predstavlja antropogeni CO<sup>2</sup> zbog povećanog broja posjetitelja. Mali porast prosječne godišnje temperature zraka u špilji 2004-2009. nije povezan s brojem posjetitelja, nego s vanjskim klimatskim promjenama. Većina Postojnske jame je dobro prozračena zbog velikog špiljskog ulaza umjetno napravljenog 1866 godine. To je glavni razlog što su se narasle vrijednosti vratile na normalne veličine kad se broj posjetitelja vratio na prethodni, prije velikih posjeta. Promjene klime kao posljedice masovnog turizma u Postojnskoj jami su kratkoročne.

**Ključne riječi:** temperatura zraka, ugljični dioksid, turistički posjeti, pećinska mikroklima, Postojnska jama, Slovenija

### CLIMATE CHANGE IN POSTOJNSKA JAMA IN CONSEQUENCE TO THE MASSIVE TOURISM

The most visited show cave in Slovenia (Postojnska Jama, 20,500 m) receives about 500,000 visitors per year. Regular climatic and biological monitoring is organized since 2009 with an emphasis on the impact of the use of the cave as a natural asset. Cave air temperature, carbon dioxide and outdoor air temperature were analysed for this study at more locations in the cave during the feast day periods (2009-2011). One-day increase in February 2011 of the visitors from 200 to 3,500 raised the cave air temperature for a maximum of 0.55 °C. The air temperature increase due to higher number of tourists is within annual range changes at all monitoring sites. The increase of visitors for 60% raised the CO<sub>2</sub> values for about 3-times. The CO<sub>2</sub> concentrations in Lepe Jame increased from 600 to 1,700 ppm and after 10 days returned back, as the temperature did, to the values before Christmas 2009 feast days. The maximal cumulative rise of CO<sub>2</sub> for 1,300 ppm represents antropogenic CO<sub>2</sub>, due to the increased number of visitors. A small increase of average annual air temperature in the cave from 2004 to 2009 is not connected with number of visitors but with the outdoor climate changes. Most of Postojnska Jama is well ventilated due to the big cave entrance artificially opened since 1866. This is the main reason that the raised values returned to their normal when the number of visitors returned back to the previous ones before the heavy visits. Climate changes in consequence to massive tourism in Postojnska Jama are short-term.

**Keywords:** air temperature, Carbon dioxide, tourist visits, cave microclimate, Postojnska Jama, Slovenia

---

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Nacionalna i univerzitetska biblioteka  
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

551.435.8(497)(048.3)

MEĐUNARODNI znanstveno-stručni skup "Čovjek i krš"  
(2011 ; Međugorje)

Knjiga sažetaka = Book of abstracts /  
Međunarodni znanstveno-stručni skup "Čovjek i  
krš", 13.-16. 10. 2011., Bijakovići, Međugorje ;  
[glavni urednici Ivo Lučić, Jasminko  
Mulaomerović]. - Sarajevo : Centar za krš i  
speleologiju ; Međugorje : Fakultet društvenih  
znanosti Dr. Milenka Brkića, 2011. - 64 str. :  
ilustr. ; 30 cm

ISBN 978-9958-9932-2-0

I. International Scientific Symposium "Man and  
Karst" (2011 ; Međugorje) vidi Međunarodni  
znanstveno-stručni skup "Čovjek i krš" (2011 ;  
Međugorje)

COBISS.BH-ID 19124998

---