

# DOBITNIK DRŽAVNE NAGRADE ZA ZNANOST

## Nagrada za životno djelo



**Prof. dr. sc. Ognjen Bonacci, dipl. ing. građ.**

Na 4. saborskoj sjednici održanoj 12. srpnja 2011. godine, Odbor za podjelu Državnih nagrada za znanost donio je Odluku o dodjeli Državnih nagrada za znanost za 2010. godinu. Radi se o najvišim priznanjima koja Hrvatski sabor dodjeljuje za znanstvena dostignuća, a dodjeljuju se u četiri kategorije: I. Nagrada za životno djelo; II. Godišnja nagrada za znanost; III. Godišnja nagrada za popularizaciju i promidžbu znanosti; IV. Godišnja nagrada znanstvenim novacima. Ove je godine nagrađeno ukupno 26 znanstvenika; šestoro za životno djelo, sedamnaestoro u kategoriji znanosti, troje za popularizaciju i promidžbu znanosti te petoro znanstvenih novaka. *Nagrada za životno djelo u području tehničkih znanosti* ove je godine dodijeljena **prof. dr. sc. Ognjenu Bonacciju**, redovitom profesoru u trajnom zvanju s Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu.

Profesor Bonacci rođen je 1942. godine u Bugojnu u Bosni i Hercegovini. Gimnaziju je pohađao u Zagrebu, a nakon mature 1961. upisao je studij građevinarstva na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu u Zagrebu, gdje je i diplomirao 1965. godine na hidrotehničkom smjeru. Ubrzo nakon diplome, godine 1966., zaposlio se u Direkciji za Savu Slavonki Brod, a poslije odsluženog vojnog roka 1967. godine u Direkciji za Savu u Zagrebu. Magistrirao je na Strojarsko-brodograđevnom fakultetu 1971. godine, a pet godina kasnije, 1976., doktorirao je na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Godine 1970. zapošljava se u Republički hidrometeorološki zavod gdje radi do sredine 1974. kada se ponovno vraća u Direkciju za Savu. Od studenog 1976. do danas radi na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Splitu (danas Fakultet građevinarstva arhitekture i geodezije). Objavio je preko 450 znanstvenih i stručnih radova. Od toga je 96 radova objavljeno u časopisima koji se referiraju u svjetskim bazama podataka. Među njima je 40 radova koji se navode u Web of Science i 66 koji se navode u SCOPUS-u.

Općenito, karakteristika njegovog znanstvenog rada je interdisciplinarnost. Povezao je vrlo uspješno inženjerske principe i koncepte s onim geofizičkim, i u novije vrijeme, prije svih hidrogeološkim, geološkim, ekološkim i klimatološkim. O tome svjedoči 40 njegovih radova objavljenih u vodećim svjetskim časopisima kao što su: *Environmental Geology, Engineering Geology, Journal of Hydrogeology, Theoretical and Applied Climatology, Journal of Hydraulic Research, Hydrological Sciences Journal, Water Sciences and Technology, Ground Water, Hydrological Processes, Regulated Rivers, Hydrogeology*

*Journal, Wasserwirtschaft, Natural Hazards and Earth System Sciences, Water Resources Bulletin, European Water Management, Engineering Geology, Environmental Geology.*

U posljednje tri godine, kao prvi autor, objavio je nekoliko kapitalnih djela među kojima se posebno ističu sljedeći radovi: 1) Impact of an inter-basin water transfer and reservoir operation on a karst open streamflow hydrological regime: an example from Dinaric karst (Croatia), *Hydrological Processes* 24, 3852-363, 2010.; 2) The changes in the Lower Drava River

water level, discharge and suspended sediment regime, *Environmental Earth Sciences* 59,1661-1670, 2010.; 3) Negative impacts of grouting on the underground karst environment, *Ecohydrology* 2, 492-502, 2009; 4) Water losses from a reservoir built in karst: the example of the Boljunčica reservoir (Istria, Croatia), *Environmental Geology* 58, 339-345, 2009.; 5) Framework for karst Ecohydrology, *Environmental Geology* 56, 891-900, 2008.; 6) Water losses from the Ričice reservoir built in the Dinaric karst, *Engineering Geology* 99, 121-127, 2008.; 7) Changes in flow conveyance and implication for flood protection, Sava River, Zagreb, *Hydrological Processes* 22, 1189-1196, 2008.; 9) Analises of water temperature regine of the Danube and its tributaries in Croatia, *Hydrological Processes* 22, 1014-1021, 2008.; 10) Sinking karst rivers hydrology: case of the Lika and Gacka (Croatia), *Acta Carsologica* 37,185-196, 2008.

Tiskao je 8 autorskih i koautorskih knjiga (tri na engleskom jeziku) i 4 uredničke knjige (sve četiri na engleskom jeziku). Posebno treba napomenuti da ga je Svjetska meteorološka organizacija iz Ženeve pozvala da s još sedmero vodećih znanstvenika iz cijelog svijeta napiše knjigu „Environmental aspects of integrated flood management“. Ova knjiga, tiskana 2006. godine, danas se u cijelom svijetu koristi kao priručnik za suvremenu borbu s poplavama. Napisao je 31 poglavlje u raznim knjigama. Posebno treba naglasiti njegov rad u knjizi „Groundwater hydrology of springs“, koju je 2009. godine tiskao Elsevier – jedan od vodećih svjetskih izdavača.

Profesor Ognjen Bonacci jedan je od vodećih svjetskih stručnjaka iz područja hidrologije krša. Njegova knjiga „Karst hydrology with special reference to the Dinaric karst“, koju je izdao Springer Verlag, danas služi kao udžbenik na brojnim sveučilištima u svijetu (SAD, Meksiko, Španjolska, Italija, Švicarska itd.). Posebno se detaljno bavi izučavanjem oborina kao glavnog pokretača svih hidroloških procesa, o čemu je 1993. godine napisao knjigu „Oborine glavna ulazna veličina u hidrološki ciklus“. U posljednjih desetak godina intenzivno se bavi problematikom klimatskih promjena i/ili varijacija te posljedica koje one mogu izazvati. Njegovi pristupi ovoj aktualnoj problematici razlikuju se po svojoj originalnosti te izazivaju brojne reakcije svjetske znanstvene zajednice. Kao pozvani predavač o svojim originalnim pristupima promjeni ili varijaciji klime govorio je na brojnim međunarodnim znanstvenim skupovima i sveučilištima u svijetu (Japan, Švicarska, Francuska, Rumunjska, Austrija, Slovenija, Srbija, Makedonija, Bugarska, Grčka, Nizozemska itd.).

Profesor Bonacci utemeljio je i u našu znanstvenu sredinu uveo novi interdisciplinarni predmet *ekohidrologiju*, a 2003. godine napisao je i knjigu istog

naslova. Radi se o prvom takvom djelu na hrvatskom jeziku, ali i o jednom od prvih pet izdanih na cijelom svijetu.

U području hidrologije krša dao je nekoliko znanstvenih doprinosa priznatih u svjetskoj zajednici, što se potvrđuje stalnim i brojnim citiranjem njegovih radova. U ISI Web of Knowledge su njegovi radovi citirani 460 puta, dok su u SCOPUS-u citirani 330 puta. Oko 50 % citata navedeno je u posljednje tri godine.

U njegove najznačajnije znanstvene doprinose spadaju: hidrološke metode definiranja površine i granice slivova u kršu; objašnjavanje fenomena ograničenih maksimalnih izlaznih kapaciteta krških izvora; ponašanje podzemnih voda u krškim provodnicima i krškoj matrici kao posljedica intenzivnih oborina; prvi je u svijetu objavio i objasnio specifično ponašanje naglih poplava u kršu; kreirao je i objavio principe nove interdisciplinarnosti koju je nazvao ekohidrologija krša; u svojim najnovijim istraživanjima objavljenim 2008. godine dokazao je da dio voda rijeke Like, koji ponire u krško podzemlje, prihranjuje vodonosnik rijeke Gacke. Na taj je način definitivno riješio dilemu koju hidrolozi i hidrogeolozi do tada nisu sa sigurnošću mogli objasniti i znanstveno objasnio fenomen velikih razlika u vodnim režimima dva bliska krška vodotoka.

Posebno važan doprinos profesora Bonaccija je u prezentiranju hrvatskih krških fenomena svjetskoj znanstvenoj zajednici. Na brojnim međunarodnim skupovima (više od 100) vezanim za izučavanje krša, kao i na brojnim sveučilištima i fakultetima bio je pozvani predavač te član znanstvenih odbora. U posljednje tri godine bio je pozvani predavač na međunarodnim znanstvenim skupovima u: Tokiju, Guilinu (Kina), Niigati (Japan), Parizu, Amsterdamu, Beču, Postojni, Bukureštu, Ohridu, Sarajevu, Postojni i Beogradu. Suradivao je i još uvijek aktivno suraduje s brojnim vodećim svjetskim stručnjacima iz područja hidrologije, posebno hidrologije krša.

Od 23. do 26. rujna 2009. organizirao je vrlo uspješnu međunarodnu interdisciplinarnu konferencije na Plitvičkim jezerima pod nazivom „Sustainability of the Karst Environment – Dinaric Karst and Other Karst Regions“. Skupu je prisustvovala gotovo cjelokupna svjetska znanstvena elita iz područja hidrologije, hidrogeologije, geologije, geografije, geomorfologije i ekologije krša.

Bio je voditelj više od 10 nacionalnih i međunarodnih znanstvenih projekata iz područja hidrologije i upravljanja vodnim resursima. Danas vodi jedan nacionalni znanstveni projekt te sudjeluje u radu dva međunarodna projekta. Izradio je preko 200 studija i projekata iz područja hidrotehnike i hidrologije. Treba istaknuti njegova rješenja primijenjena za dimenzioniranje brane

i akumulacije Sidi Jacoub u Alžiru i navodnjavanja u Etiopiji. Posebno treba naglasiti da je on autor studije o obrani grada Zagreba od poplave brdskim vodotocima Medvednice. Na osnovi te studije izveden je sustav obrane od poplava koji danas uspješno štiti grad Zagreb od poplava bujičnim vodama koje se sa Zagrebačke gore slijevaju u urbano tkivo grada Zagreba.

Profesor Bonacci je aktivan i uspješan i u području teorije i prakse hidroloških (vodnih) katastrofa, prvenstveno poplava i suša. Njegov znanstveni doprinos u području vodnih katastrofa prepoznala je međunarodna znanstvena zajednica. Kao priznanje, prije svega njegovim radovima objavljenim u vodećim međunarodnim časopisima, te njegovim aktivnostima u okviru IHP-UNESCO-a, japanska vlada je na prijedlog japanskih znanstvenika financira (s iznosom od oko 4 milijuna američkih dolara) japansko-hrvatski petogodišnji (2009.-2013.) znanstveni projekt „Risk identification and land use planning for disaster mitigation of landslides and floods in Croatia“. U spomenutom projektu on vrši ulogu glavnog menadžera projekta. U nekoliko navrata održao je pozvana predavanja u Japanu.

Bio je organizator i predsjednik znanstvenog odbora „XIX<sup>th</sup> Conference of Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management“. Radi se o prvom velikom međunarodnom skupu vezanom za upravljanje vodnim resursima u Hrvatskoj održanom u Osijeku u lipnju 1998. godine. Vrlo je aktivan u suradnji hidrologa podunavskih zemalja još od 1969. godine do danas. Bio je član znanstvenih odbora više od četrdeset međunarodnih znanstvenih skupova. Više od pola skupova održali su se u posljednjih sedam godina.

Idejni je začetnik i predsjednik prve dvije Hrvatske konferencije o vodama, najvećeg skupa hrvatskih znanstvenika i stručnjaka koji se bave interdisciplinarnim izučavanjem svih vidova vode.

Recenzent je za praktično sve vodeće svjetske i domaće znanstvene časopise u polju hidrologije i hidrotehnike: *Journal of Hydrology, Hydrological Processes, Water Resources Research, Hydrological Sciences Journal, Engineering Geology, Hydrology and Earth System Sciences, Hydrogeology Journal, Natural Hazards and Earth System Sciences, Environmental Geology, Water Research, Journal of Speleology, Journal of Flood Risk Management, Acta Carsologica, Hrvatske vode, Geologia Croatica, International Journal of Hydrological Sciences and Technology, Građevinar, Geomorphology*.

Bio je član ili je još uvijek član uredništva međunarodnih i domaćih časopisa: *Acta Hydrotehnica – Sveučilište u Ljubljani (od 2000. do danas), Karstologia – Fédération Française de Spéléologie et Association Française de Karstologie (od 2000. do danas), Hydrological*

*Sciences Journal – IAHS (od 2003. do 2010.), Adriatic Meteorology – Jadranska Meteorologija, International Journal of Hydrological Researches (od 2008. do danas)*.

Značajna je njegova nastavna djelatnost na dodiplomskom, poslijediplomskom i doktorskim studijima na svim Građevinskim fakultetima u Hrvatskoj (Zagreb, Osijek, Split i Rijeka), te na Građevinskom fakultetu u Mostaru. Bio je voditelj (mentor) diplomskih (oko 150), magistarskih (19) i doktorskih (9) radova. Odgojio je brojne hrvatske znanstvenike, što je vidljivo iz činjenice da je bio voditelj magistarskih i doktorskih disertacija praktično svih sadašnjih sveučilišnih profesora hidrologije u Hrvatskoj. Kao mentor ili član komisija za ocjenu i javnu obranu doktorskih disertacija bio je pozvan na sveučilišta u: Neuchatelu (Švicarska), Ljubljani, Novoj Gorici, Sarajevu, Beogradu, Nišu i Skopju.

Recenzent je i ocjenjivač znanstvenih projekata SAD-a, Slovenije, Srbije, Makedonije i Hrvatske.

Njegove međunarodne aktivnosti su brojne. Bio je dvije godine (2004.-2006.) predsjednik i potom dvije godine (2007.-2008.) potpredsjednik „Bureau of IHP (International Hydrological Programme) – UNESCO – Paris“. Od 2009. član je „Karst Commission of International Association of Hydrogeologists (IAH)“. Član je „Advisory Board of UNESCO IHE Institute for Water Education, Delft, Netherlands“. Na tu funkciju izabran je na „18<sup>th</sup> Session of the Intergovernmental Council of IHP-UNESCO – Paris“, 13. lipnja 2008. za razdoblje od 2009. do 2013. Radi se o najvećoj znanstveno-obrazovnoj instituciji UNESCO-a u svijetu iz područja hidrotehnike. Od 2007. do ukidanja 2010. bio je član Upravnog vijeća Centra za krš iz Gospića. „Chinese Academy of Geological Sciences“ izabrala ga je 2009. godine članom „Academic Committee for International Research Center on Karst“. Član je sljedećih međunarodnih znanstvenih udruga: International Association of Hydrogeologists, International Association of Hydrological Sciences, European Geosciences Union, American Geophysical Union, American Water Resources Association.

Osnivač je i prvih 6 godina predsjednik Hrvatskog hidrološkog društva. Član je Hrvatskog društva za zaštitu voda i mora. U Hrvatskom vijeću za suradnju s Međunarodnim hidrološkim programom UNESCO-a i Operativnim hidrološkim programom Svjetske meteorološke organizacije tijekom dva mandata vršio je funkciju predsjednika, a sada je član.

Za svoj znanstveni rad primio je državnu nagradu „Nikola Tesla“ 1988. godine te nagradu grada Splita 1988. godine. ■

# EKOTOKSIKOLOŠKO ISTRAŽIVANJE VODE RIJEKE ILOVE



**Dr. sc. Draženka Stipaničev, dipl. ing. biol.**

## ŽIVOTOPIS

Draženka Stipaničev rođena je 1973. godine u Zagrebu gdje je završila osnovnu i srednju školu. Diplomirala je 1998. godine na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od 1999. godine radi u Hrvatskim vodama, u Glavnom vodno gospodarskom laboratoriju kao samostalni inženjer na poslovima određivanja organskih zagađivala visoko djelotvornom tekućinskom kromatografijom i plinskom kromatografijom, na poslovima provedbe monitoringa stanja kakvoće voda, monitoringa zagađivača i otpadnih voda, na uzorkovanju i analizi uzoraka, na različitim intervencijama tijekom izvanrednih i iznenadnih onečišćenja na ekspertnoj i operativnoj razini te na poslovima stručne suradnje sa ostalim ovlaštenim laboratorijima. Magistarski rad pod naslovom „Učinak toksičnih sastojaka prirodnih i otpadnih voda na biljne testne organizme“ obranila je 2009. godine na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Od 2007.-2008. godine bila je suradnica na projektu „Biološki testovi za procjenu toksičnosti i genotoksičnosti voda“ u okviru projekta „Ekološko istraživanje površinskih kopnenih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama (voditeljica: prof. dr. sc. B. Pevalek-Kozlina), a od 2009.-2011. godine suradnica na projektu „Istraživanje kvalitete voda uporabom biotestova“ (voditeljica: doc. dr. sc. S. Radić Brkanac). Doktorsku disertaciju pod naslovom „Ekotoksikološko istraživanje vode rijeke Ilove“ obranila je 2011. godine na Biološkom odsjeku PMF Sveučilišta u Zagrebu. Do sada je objavila, u koautorstvu, 3 znanstvena rada citirana u bazi Current Contents, 2 rada u zbornicima s međunarodnih znanstvenih skupova, 1 kongresno priopćenje u CC časopisu i 2 priloga u zbornicima sa znanstvenih skupova.

Disertacija je obranjena 22. travnja 2011. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, pred povjerenstvom u sastavu:  
 – prof. dr. sc. Mirjana Pavlica, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (predsjednik);  
 – doc. dr. sc. Sandra Radić Brkanac, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (mentor i član);  
 – doc. dr. sc. Ksenija Durgo, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu (član);  
 – zamjena: prof. dr. sc. Branka Pevalek-Kozlina, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (član).

## PRIKAZ RADA

Doktorska disertacija svojom strukturom u potpunosti zadovoljava sve propisane uvjete. Sadrži sve propisane dijelove, napisana je na 140 stranica, ima 23 slike, 22 tablice i 335 literaturnih navoda. Na početku disertacije nalaze se dokumentacijske kartice na hrvatskom i engleskom jeziku.

Razvoj dijagnostike oštećenja ekosistema analizom biološke komponente od posebne je važnosti u otkrivanju posljedica onečišćenja okoliša. Toksične tvari prisutne u vodenom okolišu, u kojem završava većina otpadnih tvari antropogenog porijekla, utječu na zdravlje i preživljavanje organizama. Jedan od najvažnijih temeljnih prirodnih resursa je voda. Njezino onečišćenje raznim toksičnim agensima predstavlja jedan od najvažnijih problema

današnjice, posebno zbog izvora pitke vode kojih je sve manje nezagađenih. Rizik povezan sa ksenobioticima teško je kvantificirati jer se oni pojavljuju u okolišu u subtoksičnim koncentracijama, što otežava njihovu detekciju i mjerenje kemijskim analizama. Takve niske koncentracije toksikanata mogu dovesti do ozbiljnih poremećaja u funkcioniranju organizama koji nastanjuju vodeni okoliš zbog njihovog djelovanja na važne stanične molekule poput lipida, proteina i molekule DNA. Osim organizama koji su direktno izloženi onečišćenju, ne treba zaboraviti na druge organizme unutar hranidbenog lanca koji se hrane izloženim organizmima te tako predstavljaju opasnost i za zdravlje ljudi.

Okvirna direktiva o vodama, čiji je glavni cilj poboljšati, zaštititi i spriječiti daljnje pogoršanje kvalitete voda diljem Europe, dokument je koji u tom smislu obavezuje i Republiku Hrvatsku. Monitoring kvalitete voda bazira se uglavnom na fizikalno-kemijskim analizama. Takva istraživanja ne uključuju biološku komponentu, tj. procjenu učinka onečišćenja na organizme.

Cilj ove disertacije bio je biološki monitoring vode rijeke Ilove. Provedene su kemijske analize koje su obuhvaćale analizu svih potencijalno opasnih tvari za koje se očekivalo da će biti prisutne u okolišu. Glavni cilj je bio utvrditi odgovor različitim testnih organizama od prokariota (bakterije) do eukariota (alge i biljke) na različitim razinama organizacije, od molekula do organizma, nakon izlaganja uzorcima vode uzimanih u tri različita vremenska perioda. Na različitim skupinama organizama praćeni su različiti pokazatelji toksičnosti, genotoksičnosti, citotoksičnosti i mutagenosti. Uzorci vode rijeke Ilove uzimani su u jesen 2009. i 2010. te u proljeće 2010. godine. Testirani su na mutagenost Ames-testom, brojanjem revertanata bakterija *S. typhimurium* na sojevima TA98 i TA100. Chlorella-testom analiziran je stupanj gubitka pigmenta i morfometrijske promjene na dvije vrste algi *C. kessleri* i *C. vulgaris*. Standardiziranim Lemna-testom (ISO 20079) analizirani su rast i biokemijski parametri toksičnosti: koncentracija biljnih pigmenta, aktivnost antioksidacijskih enzima, sadržaj karbonila (indikator oštećenja proteina) i malondialdehida (indikator oštećenja lipida), oštećenje molekule DNA komet-testom te stabilnost genoma mjeren stupnjem polimorfizma DNA (metoda RAPD). Toksičnost i genotoksičnost uzoraka vode istražena je i Allium-testom na meristemskim stanicama vrška korjenčića luka, a također su analizirani i biokemijski parametri toksičnosti.

Rezultati biotestova dokazali su prisutnost fitotoksičnih, citotoksičnih i genotoksičnih tvari u vodi rijeke Ilove, što ukazuje na potencijalni rizik za sve žive organizme. Odabrani biotestovi i mjereni biomarkeri

pokazali su visoku osjetljivost i pouzdanost u utvrđivanju toksičnosti, odnosno genotoksičnosti onečišćivača prisutnih u vodi rijeke Ilove te dobru međusobnu korelaciju, čime su ukazali na važnost korištenja organizama na različitom organizacijskom stupnju (od prokariota do eukariota) u procjeni učinka onečišćenja voda. Ames-ovim testom na nekoncentriranim uzorcima utvrđen je statistički značajno povećan broj revertanata u odnosu na negativnu kontrolu, što ukazuje na mutageni potencijal uzoraka vode. Chlorella-testom utvrđena je veća osjetljivost vrste *C. vulgaris* od vrste *C. kessleri*. Naime, većina uzoraka uzrokovala je smanjenje promjera, površine stanica i površine kloroplasta u stanicama vrste *C. vulgaris*. Nadalje, parametri toksičnosti i genotoksičnosti kao i biokemijski pokazatelji toksičnosti na vrsti *Lemna minor* pokazali su smanjenje stope rasta te značajno smanjenje sadržaja fotosintetskih pigmenta i aktivnosti antioksidacijskih enzima. Komet-testom je utvrđeno značajno oštećenje molekule DNA u jezgrama vodene leće, a metodom RAPD i promjene u stupnju polimorfizma koje ukazuju na smanjenu stabilnost genoma u onečišćenom okolišu. Allium-testom utvrđena je inhibicija rasta korjenčića te morfološke promjene kao i smanjenje diobene aktivnosti meristemskih stanica korijena. Uočene su različite kromosomske i mitotske nepravilnosti koje ukazuju na genotoksični potencijal. Od biokemijskih pokazatelja uzorci vode izazvali su inhibiciju aktivnosti enzima katalaze. Dobiveni rezultati ukazuju na važnost uvođenja ekotoksikoloških studija u programe praćenja kakvoće voda, jer će takva testiranja, uz kemijske analize, omogućiti precizniju procjenu učinka onečišćenja na biološku komponentu okoliša.

Ova disertacija predstavlja originalni i vrijedan doprinos znanosti u području ekotoksikologije. Pristup znanstvenom problemu u okviru ove doktorske disertacije je inovativan, istraživanja su istovremeno i fundamentalna i primjenjiva, a postupci provedenih istraživanja te obrada i analiza rezultata prikazani su sustavno tako da se mogu ponoviti. Upotrebom različitih biotestova na organizmima različitog stupnja organizacije i širokog spektra biomarkera toksičnosti i genotoksičnosti, dobiveni rezultati omogućili su razumijevanje ukupnog odgovora organizama koji nastanjuju zagađene ekosisteme te primjenu tih saznanja u razvitku dijagnostike oštećenja ekosistema putem analize biološke komponente. Biljke, kao primarni producenti, važna su karika svih prehrambenih lanaca, što ukazuje na važnost ekotoksikoloških istraživanja upravo na tim organizmima. Razmatranjem vlastitih i literaturnih rezultata, pristupnica je pokazala dobru informiranost o najnovijim spoznajama u području istraživanja učinka onečišćenja voda različitim biotestovima i biomarkerima toksičnosti i genotoksičnosti. ■



# FAUNISTIČKE, TAKSONOMSKE I EKOLOŠKE TULARA (INSECTA: TRICHOPTERA) SLIVA RIJEKE CETINE



**Dr. sc. Ivan Vučković, dipl. ing. biol.**

## ŽIVOTOPIS

Dr. sc. Ivan Vučković, dipl. ing. biol., rođen je 20. srpnja 1977. godine u Sinju. Osnovnu školu pohađao je u Sinju, a nakon mature na Franjevačkoj klasičnoj gimnaziji u Sinju 1996. godine upisuje Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, gdje je i diplomirao na Biološkom odsjeku 4. srpnja 2001. godine s diplomskim radom pod naslovom „Raspodjela i distribucija fitoplanktona u estuariju rijeke Zrmanje“, pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Damira Viličića. U ožujku 2002. godine zapošljava se u Glavnom vodnogospodarskom laboratoriju Hrvatskih voda u Zagrebu. Nastavlja se stručno i znanstveno usavršavati pa 2003. godine sudjeluje na stručnom usavršavanju u Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, za grupu makrozoobentos i fitobentos (Diatomeae), a godine 2004. sudjeluje u radu više međunarodnih radionica s temom biološke analize uzoraka makrozoobentosa. U periodu od 2005. do 2007. godine sudjeluje na projektu Europske komisije, Upravljanje riječnim slivom rijeke Save, pilot projekt na rijeci Kupa te na Aqem radionici u Bratislavi u organizaciji UNDP/GEF Danube regional Project 2006. godine i Međunarodnoj školi konzervacijske biologije u Rovinju 2007. godine. Uz svoje radne obveze upisuje i poslijediplomski studij na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, gdje je magistrirao 29. veljače 2008. s magistarskim radom „Utjecaj ekoloških čimbenika na rasprostranjenost zajednice ličinki tulara (Insecta: Trichoptera) rijeke Cetine“, pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Mladena Kerovca, za koji je i nagrađen godišnjom nagradom Hrvatskih voda za najbolji magistarski rad. Od 2007. do 2009. godine sudjeluje u projektu Implementacija okvirne direktive o vodama u Hrvatskoj (Twinning Project), a 2009. odlazi na stručno usavršavanje u Essen (Emschergenossenschaft, Glavni laboratorij za površinske vode).

U proteklom je razdoblju objavio niz radova u domaćim i inozemnim časopisima te sudjelovao kao autor i koautor na brojnim stručnim i znanstvenim skupovima u zemlji i inozemstvu.

Član je stalne Hrvatsko-mađarske komisije stručnjaka za zaštitu kvalitete rijeke Drave i Dunava te stalne Hrvatsko-slovenske komisije za količinu i kakvoću voda.

Disertacija je obranjena 31. ožujka 2011. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, pred povjerenstvom u sastavu:  
– prof. dr. sc. Boris Hrašovec, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (predsjednik);  
– prof. dr. sc. Mladen Kučinić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (mentor i član);  
– prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (član).

## PRIKAZ RADA

Doktorska disertacija sadrži 176 stranica, 61 sliku, 45 tablica, 157 literaturnih navoda te XIX zasebnih priloga. Rad je podijeljen u sljedeća poglavlja: Uvod, Literaturni pregled, Materijali i metode, Rezultati, Rasprava, Zaključak, Literatura i Prilozi.

U *Uvodu* kandidat detaljno prikazuje ciljeve i svrhu ove doktorske disertacije. Ova se doktorska disertacija može sažeti u nekoliko segmenata koji obuhvaćaju sljedeća područja: fauna, odn. raznolikosti tulara u slivu rijeke Cetine te njihove ekološke i biogeografske značajke. Kao drugi segment ovog poglavlja navodi se mjesto njezine izrade.

U poglavlju *Literaturni pregled* ukazuje se na osnovne biološke, ekološke i morfološke značajke skupine tulara, njihova sistematika i filogenija te se detaljno prikazuje povijest istraživanja ove skupine kukaca i stanje njene istraženosti na području Hrvatske. Autor posebnu pažnju posvećuje prikazu osnovnih morfoloških značajki adultnih oblika i ličinki, gdje se detaljno prikazuju sve značajke potrebne za njihovo razlikovanje, uključujući i morfologiju genitalnih organa mužjaka i ženki. Genitalni organi, odnosno njihove morfološke značajke, osnovna su metoda u određivanju tulara do nivoa vrste. To posebno vrijedi kada je u pitanju muški genitalni aparat.

*Metodologija istraživanja* u kojoj se posebno navode metode prikupljanja materijala (adultnih oblika) na području rijeke Cetine i njenih pritoka Graba, Rude i Rumina prikazana je u Materijalima i metodama. Opisano je konzerviranje i adekvatno obilježavanje prikupljenog materijala te laboratorijska obrada koja je bila usmjerena na određivanje svih primjeraka do nivoa vrste te utvrđivanje spolova i njihovog međusobnog odnosa. Ženke nekih rodova (*Glossosoma*, *Hydropsyche*) određene su do tog nivoa jer determinacija ženki do nivoa vrste nije uvijek moguća. Posebni dio ovog poglavlja je detaljni prikaz statističkih metoda koje je kandidat pripremio u prikazu određenih značajki faune tulara u slivu rijeke Cetine: raznolikost (Shanon-Weaver indeks, Simpsonov indeks), dominantnost, konstantnost te faunistička sličnost između pojedinih postaja (Sorensenov indeks sličnosti faune). Autor prikazuje i literaturu kojom se služio prilikom određivanja prikupljenih primjeraka do nivoa vrste i sistematski prikaz utvrđene faune tulara na istraživanom području.

U poglavlju *Područje istraživanja* daje se precizan opis istraživanog područja u kome se prikazuju osnovne geografske, hidrološke i geološke značajke područja sliva rijeke Cetine i njenih pritoka Graba, Rude i Rumina. Detaljno se opisuju hidrološke značajke istraživanih postaja i njihov geografski položaj. Svaka od istraživanih postaja prikazana je i s jednom fotografijom, a na karti koja prikazuje istraživano područje postaje su detaljno naznačene.

*Rezultati* obuhvaćaju vrlo detaljan prikaz ovog segmenta doktorske disertacije kroz sedam zasebnih segmenata koji zajedno čine jednu sveobuhvatnu cjelinu.

Prvi skup podataka odnosi se na prikaz fizikalno-kemijskih pokazatelja dobivenih mjerenjem određenih parametara na svakoj postaji kroz cijelu godinu, odnosno u gornjem, srednjem i donjem toku rijeke Cetine, i na izvorišnim dijelovima pritoka: Grab, Rumin i Ruda. Fizikalno-kemijski pokazatelji koji su na svakoj postaji mjereni tijekom cijelog perioda istraživanja su: temperatura vode, koncentracija otopljenog kisika, zasićenje kisikom, pH-vrijednosti, električna vodljivost, alkalinitet, kemijska potrošnja kisika, koncentracija amonijevih iona, koncentracija nitratnih iona te klimatološki pokazatelji (temperatura i vlažnost zraka).

Drugi skup podataka odnosi se na analizu strukture i sastava faune na svakoj od istraživanih postaja na rijeci Cetini i njenim pritocima: Grabu, Ruminu i Rudi, odnosno rasprostranjenju faune tulara na istraživanom području.

Treći segment rezultata odnosi se na analizu faunističke sličnosti zajednica tulara na istraživanom području i analizi utvrđene njihove zajednice u ovisnosti o ekološkim čimbenicima po postajama.

Četvrti dio rezultata odnosi se na prikaz dormantnosti, konstantnosti, odnosa spolova na svakoj od istraživanih postaja te sezonske dinamike tulara na području sliva rijeke Cetine i njenih pritoka Graba, Rude i Rumina.

Peti dio rezultata, koji ima veliku taksonomsku vrijednost, odnosi se na prikaz morfoloških značajki genitalija ženke vrste *Annitella apfelbecki* (Klapalek, 1899.), koji do sada nisu bili poznati i opisa do sada nepoznate ličinke balkanske vrste tulara *Rhyacophila balcanica* (Radovanović, 1953.). Opisi genitalija vrste *A. apfelbecki* i ličinke vrste *R. balcanica* popraćeni su vrlo detaljnim crtežima, što je uobičajeno u taksonomskim radovima. Šesti segment rezultata odnosi se na analizu biogeografskih značajki utvrđene faune tulara na području rijeke Cetine i njenih pritoka Graba, Rude i Rumina.

Završni, sedmi segment doktorske disertacije, odnosi se na usporedbu faunističkih značajki tulara sliva rijeke Cetine s jedne i faune tulara NP „Krka“ (mediteransko područje), NP „Plitvička jezera“ (središnje planinsko područje) i rijeke Drave (kontinentalni nizinski dio Hrvatske) s druge strane. Ta područja odabrana su za ovu usporedbu i analizu jer se nalaze u zasebnim klimatogenim dijelovima Hrvatske: mediteransko, središnje planinsko i nizinsko kontinentalno područje te se stoga odlikuju određenim specifičnostima u sastavu faune Trichoptera. Osim toga, ovi prostori pripadaju najbolje istraženim područjima u Hrvatskoj te pružaju dobru osnovu za utvrđivanja faunističkih značajki tulara na području rijeke Cetine i njenih pritoka s jedne te utvrđivanje stupnja istraženosti te faune u slivu rijeke Cetine s druge strane.

U poglavlju *Rasprava* kandidat je jasno i razložno, uz upotrebu obilne literature, obrazložio rezultate svojih istraživanja faune tulara na području sliva rijeke Cetine. Jasno je obrazložio razloge rasprostranjenja faune na različitim tipovima staništa na području rijeke Cetine i njenih pritoka: Graba, Rude i Rumina. Na temelju tih analiza utvrđene su određene pravilnosti u distribuciji i raznolikosti faune tulara u ovisnosti o različitim dijelovima toka (izvor, gornji tok, srednji tok) i fizikalno-kemijskim parametrima koji utječu na njeno rasprostranjenje.

Kandidat je u svojim istraživanjima utvrdio 5 novih vrsta (*Agraylea sexmaculata* Curtis, 1884; *Glossosoma neretvae* Marinković-Gospodnetić, 1988; *Hydroptila tineoides* Dalman, 1819; *Hydropsyche dinarica* Marinković-Gospodnetić, 1979; *Stenophylax meridiorientalis* Malickv, 1982) tulara u fauni Hrvatske, što, s obzirom na dosadašnja saznanja, ukazuje na određene specifičnosti istraživane faune na području rijeke Cetine.

U taksonomskom djelu kandidat na kvalitetan način prikazuje morfologiju ženskih genitalija vrste *A. apfelbecki* i morfološke značajke ličinke *R. balcanica*. Dok se morfološke značajke ženskog genitalnog aparata u potpunosti razlikuju od svih drugih vrsta u tom rodu, ličinku *R. balcanica* za sada nije moguće razlikovati od nekih drugih ličinki iz roda *Rhvacophila*. Originalnost ove

doktorske disertacije je upravo spomenuta usporedba biometodologije istraživanja ličinki s jedne strane i adultnih oblika s druge strane na istim lokalitetima. U svrhu utvrđivanja podudarnosti rezultata tih dviju metoda kandidat zaključuje da, ako je cilj određenih istraživanja utvrđivanje raznolikosti faune tulara na određenom području, je neophodno prikupljanje adultnih oblika.

Na temelju usporedbe faune tulara sliva rijeke Cetine i tri dobro istražena područja na prostoru Hrvatske (Krka, Plitvice i rijeka Drava) kandidat zaključuje da fauna tulara sliva rijeke Cetine nije u potpunosti istražena (do 85%). Stoga se u budućim istraživanjima može očekivati još desetak nezabilježenih vrsta.

Disertacija i njen originalan doprinos u istraživanju i poznavanju faune, ekologije (sezonska dinamika, konstantnost, dominantnost, odnosi spolova), biogeografije i taksonomije tulara na području ovog dijela Hrvatske, odnosno mediteranskog područja Europe, na jasan su način sumirani u *Zaključcima*.

Poglavlje *Literatura* ukazuje na sposobnost kandidata u odabiru relevantne literature za predmetnu tematiku. Adekvatno prikazuje segment istraživanja tulara kojima se kandidat bavio, a odnose se na radove koji prikazuju faunu u ovom dijelu Europe. Odabrani radovi se odnose na biogeografske, ekološke i taksonomske značajke ove skupine. Citirana literatura obuhvaća 157 referenci, što ukazuje da je kandidat na adekvatan i kvalitetan način upoznat sa svim segmentima biologije ove skupine vodenih kukaca.

Disertacija je izrađena u skladu s obrazloženjem teme i zadanim ciljevima rada. Postupci korištenih metoda pri različitim analizama su sustavno prikazani pa se stoga mogu ponoviti. Dobiveni rezultati predstavljaju značajan doprinos poznavanju rasprostranjenja i ekoloških značajki ove skupine vodenih kukaca u mediteranskom dijelu Republike Hrvatske. Ovom disertacijom su postavljeni temelji za nastavak faunističkih istraživanja mediteranskih i kontinentalnih tekućica u cilju sagledavanja procesa koji su doveli do formiranja sastava faune tulara u svakome od njih. ■