

PRAĆENJE STANJA BENTOSKIH NASELJA UZ POMOĆ NOVIH TEHNIKA I TEHNOLOGIJA

Tatjana Bakran–Petricioli, *Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno–matematički fakultet, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, HR–10000 Zagreb, Hrvatska;*
tatjana.bakran-petricioli@zg.t-com.hr

Stewart Schultz i Claudia Kruschel, *Sveučilište u Zadru, Odjel za promet i pomorstvo, Ulica M. Pavlinovića bb, HR–23000 Zadar, Hrvatska*
Donat Petricioli, *D.I.I.V. d.o.o., HR–23281 Sali, Hrvatska*

Zoran Vukić, *Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Laboratorij za podvodne sustave i tehnologije, Unska 3, HR–10000 Zagreb, Hrvatska*

SAŽETAK:

Biološko istraživanje podmorja *in situ* praktično je nemoguće provesti bez upotrebe novih tehnika i tehnologija. Unatoč tome što je razvoj autonomnog ronjenja značajno doprinio istraživanju organizama i staništa u prirodnom okolišu, doseg autonomnog ronioca–biologa u podmorju vrlo je ograničen. Dio ograničenja nastojimo prevladati kroz daljinska istraživanja *in situ* koja već uspješno koristimo u Hrvatskoj. Tako u sklopu naših znanstveno–istraživačkih projekata te suradnje unutar znanstvenog programa Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH za praćenje stanja ugrožene morske cvjetnice *Posidonia oceanica* koristimo nove tehnike kao što je npr. geo–referencirana podvodna videografija te daljinski upravljane podvodne ronilice, što će u predavanju biti prikazano. Zahvaljujući odobrenom europskom projektu FP 7 REGPOT–2008–1 „Developing the Croatian Underwater Robotics Research Potential“ u budućnosti ćemo biti u mogućnosti koristiti i automatsku podvodnu ronilicu. Ovi uređaji/tehnike nisu ograničeni vremenom pod vodom, a zahvaljujući video tehnologiji s malo svjetlosti osiguravaju slike visoke rezolucije neovisno o dubini, koje je uz to moguće precizno geo–pozicionirati. Na taj način moguć je povratak na točno određeno mjesto te usporedba prethodnih i sadašnjih snimki, što je neophodno da bi se moglo redovito pratiti stanje bentoskih zajednica u podmorju. Osim znanstvenog, ove tehnike i tehnologije imaju također i značajan komercijalni potencijal.

Ključne riječi: *praćenje stanja naselja posidonije, geo–pozicionirana podmorska videografija, nove tehnologije, Hrvatska*

1. UVOD

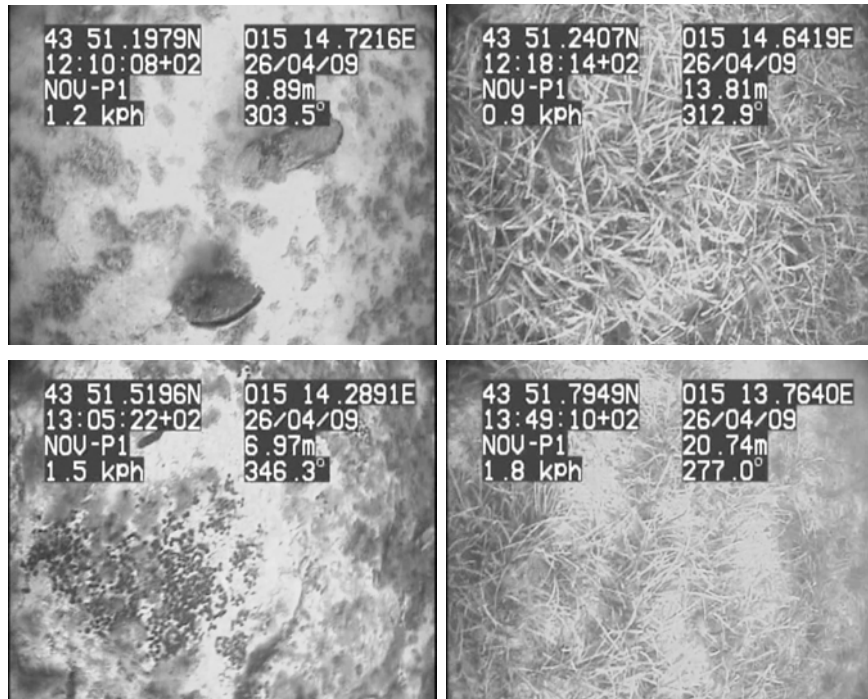
Raznolikost morskih staništa u hrvatskom dijelu Jadrana vrlo je velika zbog geomorfoloških značajki obale, formirane u krškim vapnencima, klimatoloških razlika koje nastaju zbog pružanja Jadrana u smjeru sjeverozapad–jugoistok, te glavnog smjera morskih struja u Jadranu. Morska staništa u morem preplavljenom kršu kao što su npr. morske špilje, vrulje, krški estuariji, morska jezera, te goli krš u podmorju karakteristična su za Hrvatsku i o njima još uvijek nedovoljno znamo (1). Istraživanje morskih organizama i staništa u njihovom prirodnom okolišu daleko je fizički i tehnički zahtjevnije za morskog biologa nego za njegovog kolegu koji se bavi istraživanjem na kopnu. Iako je

razvoj autonomnog ronjenja značajno doprinio „ulasku“ znanstvenika u more, doseg autonomnog ronioca–biologa u podmorju vrlo je ograničen vremenom boravka, maksimalnom dubinom te tehničkom zahtjevnosti. Dio tih ograničenja nastojimo prevladati kroz biološka daljinska istraživanja *in situ* koja provodimo u sklopu znanstvenog programa Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske: „Sustavi i tehnologije u zaštiti podmorja, priobalja i pomorskoj sigurnosti,“ (koordinator programa prof. dr. sc. Zoran Vukić). Naši znanstveni projekti: „Istraživanje ugroženih staništa morem preplavljenog krša u obalnom moru Hrvatske“ (voditeljica doc. dr. sc. Tatjana Bakran–Petricioli), „Ekologija i praćenje stanja bentoskih životnih zajednica hrvatskog Jadrana“ (voditelj doc. dr. sc. Stewart Schultz) te „RoboMarSec – Podvodna robotika u zaštiti podmorja i pomorskoj sigurnosti“ (voditelj prof. dr. sc. Zoran Vukić) kroz koje surađujemo značajni su dio navedenog programa.

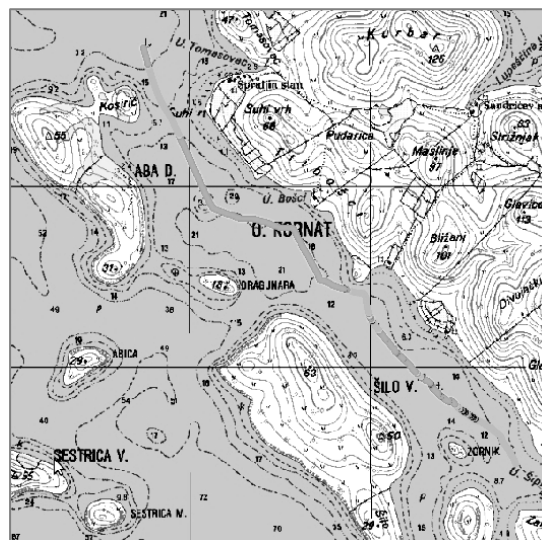
2. UPOTREBA NOVIH TEHNIKA I TEHNOLOGIJA U ISTRAŽIVANJU BENTOSKIH ZAJEDNICA

Originalnu metodu geo–referenciranog podmorskog video snimanja s površine mora (2) koristili smo tijekom 2009. godine za precizno kartiranje staništa Natura 2000 u dijelu infralitorala podmorja Nacionalnog parka Kornati za potrebe Državnog zavoda za zaštitu prirode. Video signal (video–snimku dna) koji dolazi kablom s podvodne kamere snima kamkorder na plovilu. U kamkorder istovremeno dolaze i signal s uređaja GPS, kao i signal s dubinomjera. Na taj su način na snimci, na kojoj se vidi bentoska zajednica i vrste organizama, istovremeno u vidnom polju prikazani i točni podaci o datumu, vremenu, geo–poziciji, smjeru transekta, brzini kretanja plovila te dubini ispod njega (Slika 1). Nakon očitavanja rezultata bilo je moguće napraviti točnu statistiku koja zajednica/organizam je gdje uočen i u kom obimu, kao i nacrtati točan položaj transekta na karti s vidljivom raspodjelom posidonije kao i mjesta na kojima je uočen naš zaštićeni školjkaš plemenita periska (Slika 2). Prednosti ove metode su visoka prostorna i vizualna razlučivost, uspješnost na različitim dubinama, ne–destruktivnost i vrlo brzo prikupljanje velike količine podataka. Uz dodatnu razradu očitavanja rezultata, moguće je čak napraviti i kvantifikaciju gustoće naselja u relativnim omjerima i/ili pokrovnosti morskog dna određenim staništem. Svakako treba imati na umu da, kao i za ostale metode kartiranja podmorja, uz nužno stručno znanje treba utrošiti značajnu količinu vremena i truda za uhodavanje metode i obradu podataka.

Najveći potencijal ove metode jest u tome da ona može služiti za praćenje stanja bentoskih staništa u budućnosti. Naime, za svaki centimetar snimljenog morskog dna, postoji zabilježena točna pozicija GPS, koja može služiti kao referentna točka. Uvijek se nakon određenog vremena može vratiti na isti transekt i snimiti ga ponovo. Metoda se nameće kao metoda izbora za praćenje stanja prioritarnih staništa npr. naselja posidonije, za koje će trebati svakih nekoliko godina davati izvješće o stanju. Snimanje cijele površine morskog dna pod posidonijom iziskuje puno novca, vremena i stručnosti dok je s metodom geo–referenciranog podmorskog video snimanja dovoljno napraviti nekoliko reprezentativnih transekata te ih usporediti kroz vrijeme. Tako transekte snimljene u Nacionalnom parku Kornati možemo smatrati „početnim“ stanjem za buduće praćenje stanja naselja posidonije unutar Parka.



Slika 1. Izbor nekoliko karakterističnih fotografija skinutih s video-zapisa transekta 26. travnja 2009. u NP Kornati. Gore lijevo: dio transekta na sedimentnom dnu bez puno vegetacije s brojnim velikim periskama; gore desno: gusto, kompaktno naselje posidonije između o. Kornata i otočića Šilo Velo; dolje lijevo: biocenoza infralitoralnih alga na kamenitom dnu na plićem dijelu transekta uz o. Kornat, dobro razvijeni facijes sa spužvom *Chondrilla nucula*; dolje desno: naselje posidonije na dubinama oko 20 m na dijelu transekta nasuprot uvala Bošci na o. Kornatu



Slika 2. Transekt duž kojeg je snimana geo-pozicionirana video-snimka u NP Kornati 26. travnja 2009. godine, preklapljen s nautičkom kartom; stranica kvadrata na karti je 1000 m. Tamnije sivom bojom su označena sva područja duž transekta prekrivena posidonijom, a crnom bojom sva mjesta na kojima su uočene periske na transektu. Od ukupne duljine transekta od 3689 m posidonija je prekrivala 2287 m; najpliće duž transekta posidonija je uočena na 6,5 m dubine, a najdublje na 22 m.

Također smo u okviru suradnje preliminarno istražili mogućnosti korištenja daljinski upravljanih mikro ronilica (ROV) za biološko istraživanje podmorja (3). Godine 2006. i 2007. u dvije zajedničke misije (u Parku prirode Telašćica te u prolazu Ždrelac) testirali smo upotrebu mikro ronilice VideoRay® u uskoj morskoj špilji, zatim za kartiranje naselja posidonije te za video snimanje životnih zajednica duž ronilačkog transekta. Rezultati tog rada pokazuju da mikro ronilice mogu biti vrlo korisne u istraživanjima u biologiji mora, posebno pri istraživanju bentosa na čvrstim dnima i u većim dubinama gdje autonomni ronionci–biolozi mogu boraviti vrlo kratko vrijeme. No, za prepoznavanje organizama na snimljenom materijalu nužno je na ronilici imati digitalne kamere visoke rezolucije opremljene s adekvatnom količinom svjetla (ili dovoljno osjetljive da daju sliku visoke rezolucije i s manjom količinom svjetlosti) te mogućnošću izoštravanja slike u stvarnom vremenu. Isto tako za bilježenje prostorne raspodjele vrsta organizama, odnosno životnih zajednica, ronilice moraju biti opremljene sa sustavom za precizno podvodno pozicioniranje. Od velike koristi za postavljanje i sakupljanje uređaja za dugotrajno mjerenje temperature, svjetlosti, tlaka (data–loggers) kao i za uzimanje bioloških uzoraka bili bi i precizni manipulatori. Za dobivanje kvalitetnih rezultata neophodno je uložiti značajnu količinu truda i vremena za podešavanja na terenu kojom prilikom smo ustanovili da je nužno sinergijsko djelovanje ronilaca i daljinski upravljanih ronilica.

Kroz odobreni europski projekt FP 7 REGPOT–2008–1 „Developing the Croatian Underwater Robotics Research Potential“ (koordinador prof. dr. sc. Zoran Vukić) nabavljena je nova, tehnološki napredna oprema (o kojoj će biti riječi na drugom mjestu u ovom Zborniku): daljinski upravljana ronilica, sustav za podvodno pozicioniranje, automatska sonda s različitim senzorima te automatska podvodna ronilica. Trenutno se bavimo planiranjem budućih zajedničkih interdisciplinarnih misija u ovoj godini tijekom kojih ćemo isprobati mogućnosti koje nam ta nova oprema pruža za biološko istraživanje podmorja. Vjerujemo da ćemo na taj način biti u prilici premostiti neke od prepreka koje istraživanje mora postavljati pred znanstvenike. Nije za očekivati da će se prostorna razdioba podataka o rasprostiranju organizama i životnih zajednica u moru izjednačiti s onom koju zasad imamo za kopno no upotrebom novih tehnika i tehnologija u biološkom istraživanju podmorja te suradnjom – unutar struke i među strukama – kao i korištenjem računalnog modeliranja (4) – bit će moguće napraviti značajne pomake u tom smjeru.

3. ZAKLJUČAK

Prednosti daljinskih metoda u *in situ* istraživanju pod morem, npr. geo–referencirane podmorske videografije ili npr. daljinski upravljanih ili automatskih podvodnih ronilica su značajne: nestaje vremensko ograničenje u boravku pod morem, pojavljuje se mogućnost dobivanja slike visoke rezolucije i s velikih dubina te se pojavljuje mogućnost preciznog geo–pozicioniranja zahvaljujući kojem možemo mjeriti udaljenosti i ponovo se vratiti točno na prethodno istraživane lokacije u svrhu redovitog monitoringa. Treba naglasiti da je, čak i kad su svi tehnički preduvjeti zadovoljeni, potrebno uložiti značajan trud i vrijeme na terenu u svrhu podešavanja i optimizacije metoda prije postizanja zadovoljavajućih rezultata. Veća intra– i interdisciplinarna suradnja kao i veća kreativnost

u razvoju i primjeni novih tehnika i tehnologija preduvjet su napretka u postizanju rezultata u istraživanju morskih organizama i staništa *in situ* u budućnosti.

POPIS LITERATURE

1. Bakran–Petricioli, T., Petricioli, D.: *Habitats in Submerged Karst of Eastern Adriatic Coast – Croatian Natural Heritage*, Croatian Medical Journal, 2008, 49: 455–458.
2. Schultz, S. T.: *Seagrass monitoring by underwater videography: Disturbance regimes, sampling design, and statistical power*, Aquatic Botany, 2008, 88: 228–238.
3. Bakran–Petricioli, T., Petricioli, D., Barišić, M., Mišković, N., Čižmek, H., Radolović, M.: *Marine biological research with the help of micro remote operating vehicle (ROV)*, Proceedings of the 7th IFAC Conference on Control Applications in Marine Systems – drugi dio: prilozi izvan užeg znanstvenog područja skupa (ur. Vukić, Z.), Centar za podvodne sustave i tehnologije, Zagreb, 2008.
4. Bakran–Petricioli, T., Antonić, O., Bukovec, D., Petricioli, D., Janeković, I., Križan, J., Kušan, V., Dujmović, S.: *Modelling spatial distribution of the Croatian marine benthic habitats*, Ecological Modelling, 2006, 91: 96–105.

MONITORING OF BENTHIC COMMUNITIES BY USING NEW TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES

Tatjana Bakran–Petricioli, *University of Zagreb, Faculty of Science, Biology Department, Croatia*

Stewart Schultz and Claudia Kruschel, *University of Zadar, Department of Transport and Maritime Studies, Croatia*

Donat Petricioli, *D.I.I.V. Ltd. Sali, Croatia*

Zoran Vukić, *University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Laboratory for Underwater Systems and Technologies, Croatia*

ABSTRACT:

In situ underwater biology research is practically impossible to conduct without the use of new techniques and technologies. Despite the fact that the development of autonomous diving significantly contributed to exploration of organisms and habitats in natural environment, capabilities of autonomous diver–biologist in underwater is very limited. A part of these limitations are overcome through remote research *in situ* which are already successfully used in Croatia. Within our scientific research projects and collaboration in the science programme of the Ministry of Science, Education and Sport of the Republic of Croatia for monitoring the state of the endangered marine plant *Posidonia oceanica*, we are applying new techniques such as georeferenced underwater videography and remotely operated underwater vehicles, which will be demonstrated in the lecture. Thanks to the granted European project FP7 REGPOT–2008–1 „Developing the Croatian Underwater Robotics Research Potential“ the use of an autonomous underwater vehicle will be possible in the future. This equipment and techniques are not limited with time spent underwater, and thanks to the low–light video technology they ensure photos of

high resolution regardless of the depth, which can be precisely geositioned. This gives the possibility of returning to the same exact site and comparing current with the previous videos, which is indispensable for regular monitoring of benthic communities. Apart from scientific, these techniques and technologies also have a significant commercial potential.

Key words: monitoring of Posidonia beds, geositioned underwater videography, new technologies, Croatia