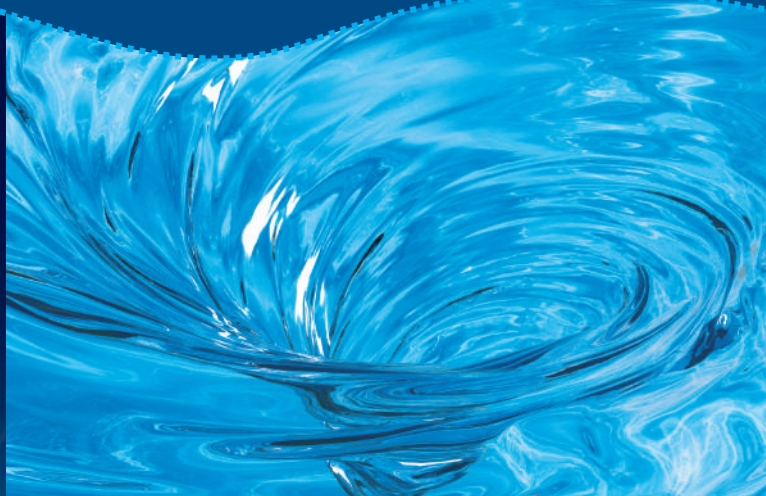


5. HRVATSKA KONFERENCIJA O VODAMA
S MEĐUNARODNIM SUDJELOVANJEM

HRVATSKE VODE PRED IZAZOVOM KLIMATSKIH PROMJENA

5th CROATIAN WATER CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

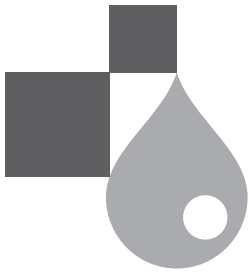
CROATIAN WATERS FACING
THE CHALLENGE OF CLIMATE CHANGES



ZBORNİK RADOVA / PROCEEDINGS



OPATIJA , 18. - 21. SVIBNJA (MAY) 2011.



5. HRVATSKA KONFERENCIJA O VODAMA
S MEĐUNARODNIM SUDJELOVANJEM

**HRVATSKE VODE PRED IZAZOVOM
KLIMATSKIH PROMJENA**

*5th CROATIAN WATER CONFERENCE
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION*

**CROATIAN WATERS FACING THE
CHALLENGE OF CLIMATE CHANGES**

**ZBORNİK RADOVA
*PROCEEDINGS***

OPATIJA 18. - 21. SVIBNJA (MAY) 2011.

Izdavač:

HRVATSKE VODE
Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Uredništvo

doc. dr. sc. Danko Biondić
dr. sc. Danko Holjević
Ljudevit Tropan, dipl.ing.

Likovno rješenje ovitka

IO d.o.o. Rijeka

Grafička priprema

IO d.o.o. Rijeka

Tisak

NEOGRAF d.o.o.
Žlibina 4, 51262 Kraljevica

ISBN 978-953-7672-01-0
CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu
pod brojem 766875

Autori su u potpunosti odgovorni za sve što je iznijeto u njihovim radovima. Izdavač, uredništvo Zbornika radova, te članovi Znanstveno - stručnog i Organizacijskog odbora 5. hrvatske konferencije o vodama s time u svezi ne snose nikakvu odgovornost.

5. HRVATSKA KONFERENCIJA O VODAMA
5th CROATIAN WATER CONFERENCE

**HRVATSKE VODE PRED IZAZOVOM
KLIMATSKIH PROMJENA**

*CROATIAN WATERS FACING THE CHALLENGE
OF CLIMATE CHANGES*

**ZBORNİK RADOVA
*PROCEEDINGS***

UREDNIŠTVO
EDITORIAL BOARD

DANKO BIONDIĆ
DANKO HOLJEVIĆ
LJUDEVIT TROPAN

OPATIJA 2011.

SADRŽAJ

Uvod	17
<hr/> REFERATI PO POZIVU <hr/>	
P 01. Zdravko Krmek, Ružica Drmić VODNO GOSPODARSTVO PRED IZAZOVOM PROVEDBE VODNOG ACQUISA	23
P 02. Jadranko Husarić, Zoran Đuroković, Danko Biondić, Mario Obrdalj ZAŠTITA OD POPLAVA U HRVATSKOJ	39
P 03. Danko Biondić, Sanja Barbalić NACRT PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA	53
P 04. Ivan Güttler, Dušan Trninić, Tomislava Bošnjak, Lidija Smec, Mirta Patarčić, Čedo Branković POTENTIAL NEAR FUTURE RUNOFF CHANGES IN CROATIA	65
<hr/> TEMA 1. STANJE VODA I O VODI OVISNIH EKOSUSTAVA, HIDROLOŠKI EKSTRE- MI I NJIHOVE POSLJEDICE, TRENDOVI - OBORINE, KOPNE NE POVR- ŠINSKE VODE, PODZEMNE VODE, PRIJELAZNE VODE I PRIOBALNO MORE <hr/>	
R 1.01. Marija Beraković, Boris Beraković KLIMATSKE PROMJENE I VODA	79
R 1.02. Živko Vuković, Ivan Halkijević GLOBALNI IZAZOVI KLIMATSKIH PROMJENA I VODNOGOSPODARSKA PLANIRANJA	89
R 1.03. Josip Terzić, Siniša Širac, Slobodan Miko, Gerhard Kuschnig, Mojca Lukšić THE CC-WATERS PROJECT: PROJECT PRESENTATION WITH SPECIAL REFERENCE TO PILOT SITES IN CROATIA	99
R 1.04. Marjana Gajić-Čapka, Ivan Güttler, Čedo Branković CLIMATE AND CLIMATE CHANGE ANALYSES FOR CC- WATERS PROJECT	109
R 1.05. Josip Rubinić, Bojana Horvat, Josip Terzić, Tomislava Bošnjak ANALIZA KLIMATSKIH PROMJENA / VARIJACIJA NA PILOT PODRUČJIMA U HRVATSKOJ	119
R 1.06. Mirta Patarčić, Ivan Güttler, Čedo Branković SIMULACIJE REGIONALNIM KLIMATSKIM MODELOM S RAZLIČITIM SHEMAMA PARAMETRIZACIJE PROCESA U TLU	129
R 1.07. Stevan Prohaska, Aleksandra Ilić, Borisava Blagojević DEFINITION OF CONDITIONAL PROBABILITY OF CATASTROPHIC FLOODS AND DROUGHTS	135
R 1.08. Ksenija Cindrić, Josip Juras, Marjana Gajić-Čapka, Domagoj Mihajlović ANALIZA SUŠE POMOĆU STANDARDIZIRANOG OBORINSKOG INDEKSA	145

R 1.09.	Atila Bezdan, Radovan Savić, Atila Salvai, Gabrijel Ondrašek EFEKTI KLIMATSKIH PROMENA NA VISINU PADAVINA U VOJVODINI 155
R 1.10.	Renata Sokol Jurković PROMJENLJIVOST GODIŠNJE KOLIČINE OBORINE NA ŠIREM ZAGREBAČKOM PODRUČJU I DIJELU SREDIŠNJE HRVATSKE 163
R 1.11.	Palma Orlović-Leko, Slađana Strmečki, Jelena Dautović, Mía Malinarić, Zlatica Kozarac, Božena Čosović, Marta Plavšić OKSIDACIJSKO STANJE ORGANSKE TVARI U OBORINAMA 169
R 1.12.	Nikolina Kovačević, Nikolina Furlan, Danica Rebić, Željko Linšak, Ivana Gobin MIKROBIOLOŠKA ANALIZA KIŠNICE U PRIMORSKO - GORANSKOJ ŽUPANIJI 177
R 1.13.	Arijana Senić, Lidija Kratofil, Vesna Tusić, Dražen Budišić PROCJENA RIZIKA OD POPLAVA NA SLIVU RIJEKE SAVE U REPUBLICI HRVATSKOJ 185
R 1.14.	Lidija Kratofil, Vesna Tusić, Arijana Senić UČESTALOST I INTENZITET VODNIH VALOVA NA SLIVU SAVE 195
R 1.15.	Andrej Vidmar, Anton Čotar, Lidija Globevnik, Mitja Brilly EXTREME FLOOD FLOW MEASUREMENT OF THE SAVA RIVER 207
R 1.16.	Luka Štravs, Mitja Brilly, Andrej Vidmar THE SAVA RIVER LOW FLOW FORECASTING SYSTEM 215
R 1.17.	Igor Ružić, Ivana Sušan, Nevenka Ožanić, Elvis Žic OTJECANJA SA SLIVA SLANOG POTOKA I IZVORA RIJEKE DUBRAČINE NA PODRUČJU VINODOLSKE DOLINE 225
R 1.18.	Mladen Petrićec, Mirjana Švonja, Ivana Ivanković, Vedrana Ričković REŽIMI OBORINA I OTJECANJA NA PODRUČJU DALMATINSKIH SLIVOVA 237
R 1.19.	Ranko Žugaj, Željko Andreić UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA PROTOK OMBLE 249
R 1.20.	Goran Palijan ODREĐIVANJE GRANIČNOG VODOSTAJA PLAVLJENJA KOPAČKOG RITA NA PRIMJERU POPLAVE U LISTOPADU - STUDENOM 2009. GODINE 259
R 1.21.	Branko Vučijak, Esena Kupusović, Nataša Smolar-Žvanut, Francesca Antonelli EKOLOŠKI PRIHVATLJIV PROTICAJ U ODRŽIVOM UPRAVLJANJU VODAMA U BIH 267
R 1.22.	Samo Čarman, Alenka Šajn Slak VAŽNOST HIDROMETRIČKIH PODATAKA U VRIJEME KLIMATSKIH PROMJENA I HIDROLOŠKIH RIZIKA 277
R 1.23.	Damir Žibrat PRINCIPI RADA I PRIMJENE VODONEPROPUSNIH ULTRAZVUČNIH INSTRUMENTATA ZA MJERENJE RAZINE 287

R 1.24.	Alena Vlašić, Mira Filipović AKTIVNOSTI KOJE UTJEČU NA STANJE VODA	295
R 1.25.	Tina Miholić, Darko Barbalić, Đorđa Medić PREGLED TIPOVA POVRŠINSKIH VODA S PRIJEDLOGOM NAJBOLJIH MJESTA IZABRANIH NA OSNOVU KEMIJSKIH ELEMENATA KOJI PRATE BIOLOŠKE ELEMENTE	305
R 1.26.	Mira Filipović, Darko Barbalić, Željka Kordej De Villa HIDROMORFOLOŠKO STANJE RIJEKA I JEZERA U REPUBLICI HRVATSKOJ	315
R 1.27.	Tina Miholić, Darko Barbalić, Sandra Šturlan Popović PREGLED STANJA VODA U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA PO ZAKONU O ZAŠTITI PRIRODE	325
R 1.28.	Darko Barbalić, Đorđa Medić, Sanja Barbalić PRIJEDLOG PROSTORNOG RASPOREDA MREŽE OPERATIVNOG MONITORINGA PREMA OKVIRNOJ DIREKTIVI O VODAMA	333
R 1.29.	Neven Bujas, Jasmina Antolić, Đorđa Medić PLANIRANJE MONITORINGA KEMIJSKOG STANJA VODA U SKLADU SA PLANOVIMA UPRAVLJANJA	341
R 1.30.	Dagmar Šurmanović, Marija Marijanović Rajčić, Siniša Širac, Zlatko Mihaljević, Grozdan Kušpilić ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI PROJEKTI - PODLOGE ZA DOPUNU UREDBE O STANDARDU KAKVOĆE VODA (NN 89/10)	349
R 1.31.	Frank Steinbacher, Robert Klar, Markus Aufleger AIRBORNE HYDROMAPPING AND HYDROCONNECT SHALLOW WATER BATHYMETRY - PIONEERING UNDERWATER INSIGHTS	359
R 1.32.	Krešimir Maldini, Helena Crnojević, Simana Milović, Sanja Maldini, Marija Marijanović Rajčić EKOTOKSIČNI METALI NA MEĐUDRŽAVNIM VODOTOCIMA REPUBLIKE HRVATSKE	371
R 1.33.	Damir Tomas, Marija Vrsalović, Sanja Maldini, Jasna Mrvčić, Marija Marijanović Rajčić KEMIJSKI POKAZATELJI ORGANSKOG ONEČIŠĆENJA NA RIJECI SAVI	379
R 1.34.	Sandra Radić Brkanac, Draženka Stipaničev TOKSIKOLOŠKO ISTRAŽIVANJE VODE RIJEKE ILOVE	385
R 1.35.	Lidija Tadić, Anamarija Grgurovac, Marija Šperac ANALIZA TEMPERATURE VODE RIJEKA DRAVE I DUNAVA	395
R 1.36.	Mladen Kuhta, Željka Brkić TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF LAKE VRANA ON THE ISLAND OF CRES	403
R 1.37.	Barbara Županić, Ivan Radelj, Branimir Barač SANACIJA I REVITALIZACIJA TRAKOŠĆANSKOG JEZERA	411

R 1.38.	Olivera Gavrilović, Milena Dalmacija, Božo Dalmacija, Dejan Krčmar, Srđan Rončević SOLIDIFIKACIJA/STABILIZACIJA SEDIMENTA VODOTOKA KRIVAJA (SRBIJA) ZAGAĐENOG METALIMA	419
R 1.39.	Renata Ćuk, Ivan Vučković, Dagmar Šurmanović, Zlatko Mihaljević TESTIRANJE PROGRAMA ASTERICS PRILIKOM OCJENE KAKVOĆE VODE	429
R 1.40.	Damir Žibrat ANALIZA PRINCIPA RADA pH TRANSMITERA NOVE GENERACIJE	439
R 1.41.	Dragutin Petošić, Ivan Mustać, Vilim Filipović, Danko. Holjević, Marinko Galiot, Anita Brajković, Marko Klarić ZNAČAJKE MONITORINGA POLJOPRIVREDNIH TALA NA PODRUČJU MELIORACIJSKOG KANALA ZA NAVODNJAVANJE BIĐ-BOSUTSKOG POLJA	447
R 1.42.	Ivan Šimunić, Ankica Senta Marić, Palma Orlović-Leko, Tanja Likso, Franjo Tomić, Tatiana Minkina, Vilim Filipović, Miran Šimunić TEŠKI METALI U HIDROMELIORIRANOM TLU I DRENAŽNOJ VODI	459
R 1.43.	Daria Čupić PREGLED STANJA TIJELA PODZEMNIH VODA	469
R 1.44.	Ranko Biondić, Božidar Biondić, Josip Rubinić, Hrvoje Meaški OCJENA STANJA I RIZIKA CJELINA PODZEMNIH VODA NA KRŠKOM PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE	479
R 1.45.	Irena Kopač GROUNDWATER MANAGEMENT HARMONIZED WITH EU WATER FRAMEWORK DIRECTIVE AND WHO WATER SAFETY PLAN IN CASE STUDY FOR PART OF NORTHEAST OF SLOVENIA	491
R 1.46.	Petru Enciu, Cristina Dumitrica INTERNAL DRIVING FORCES ON GROUNDWATER CHEMISTRY IN TIMIS PLAIN, ROMANIA	501
R 1.47.	Josip Rubinić, Milan Mihovilović REGIONALNA ANALIZA KOLEBANJA RAZINA PODZEMNIH VODA U ISTRI	511
R 1.48.	Ozren Larva, Tamara Marković, Vinko Mraz PROMJENA IZDAŠNOSTI IZVORIŠTA „PAŠINO VRELO“ - UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA ILI DUGOGODIŠNJE EKSPLOATACIJE PODZEMNE VODE ?	521
R 1.49.	Tatjana Vlahović, Andrea Bačani NITRATI U PODZEMNOJ VODI CRPILIŠTA VARAŽDIN	531
R 1.50.	Diana Mance, Danijela Lenac, Tamara Hunjak, Zvezdana Roller-Lutz, Josip Rubinić MONITORING RIJEČKIH IZVORA - RAZVOJ, PROMJENE, SAZNAJNA I PROBLEMI	541
R 1.51.	Danijela Lenac, Darija Vukić Lušić, Dušanka Ćuzela- Bilać, Vladimir Mićović POJAVE ZAMUĆENJA GLAVNIH RIJEČKIH IZVORIŠTA TIJEKOM 2008. I 2009. GODINE	551

R 1.52.	Petra Kovač-Konrad, Nenad Buzjak PRIMIENJENA SPELEORONILAČKA ISTRAŽIVANJA U ZAŠTITI KRŠKIH VODONOSNIKA HRVATSKE	561
R 1.53.	Miron Kovačić, Staša Borović, Izidora Marković GEOTERMALNE VODE REPUBLIKE HRVATSKE: KORIŠTENJE I TURISTIČKA VALORIZACIJA	573
R 1.54.	Nenad Leder, Sanja Barbalić, Valerija Filipović, Darko Barbalić PRIJEDLOG RAZGRANIČENJA PRIOBALNOG MORA REPUBLIKE HRVATSKE PREMA OKVIRNOJ DIREKTIVI O VODAMA	581
R 1.55.	Srđan Čupić, Nenad Domijan, Hrvoje Mihanović, Marko Mlinar, Nenad Leder, Zvonko Gržetić KLIMATSKE PROMJENE, PORAST RAZINE MORA NA HRVATSKOJ OBALI JADRANA ?	593
R 1.56.	Grozdan Kušpilić, Robert Precali, Vlado Dadić, Dagmar Šurmanović, Marija Marijanović Rajčić PRELIMINARNI REZULTATI NADZORNOG MONITORINGA PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA REPUBLIKE HRVATSKE PREMA OKVIRNOJ DIREKTIVI O VODAMA EU (2000/60/EC)	601
R 1.57.	Vlado Dadić, Damir Ivanković, Anica Juren, Biserka Mladinić, Melita Došen SUSTAV ZA PRAĆENJE POKAZATELJA MORSKOG OKOLIŠA, RIBARSTVA I MARIKULTURE	609
R 1.58.	Marinka Kutle PLAVA ZASTAVA U SLUŽBI ZAŠTITE MORA I OBALNOG POJASA	621
R 1.59.	Denis Pešut, Nikolina Furlan, Darija Vukić Lušić, Blanka Pružinec Popović, Vladimir Mićović, Dražen Lušić ISPITIVANJE KAKVOĆE MORA NA PLAŽAMA PRIMORSKO - GORANSKE ŽUPANIJE U 2009. I 2010. GODINI	631
R 1.60.	Branka Grbec, Mira Morović, Alica Bajić VIRTUALNI LABORATORIJ - SUSTAV ZA PRAĆENJE PROMJENJIVOSTI FIZIKALNIH PARAMETARA U ATMOSFERI, GRANIČNOM SLOJU ATMOSFERA - MORE I U MORU	639
R 1.61.	Damir Bekić, Dalibor Carević, Gordon Gilja, Neven Kuspilić MJERENJE MORSKIH STRUJA I VALOVA U ŠIBENSKOM KANALU	647
R 1.62.	Slavica Matijević, Grozdan Kušpilić, Živana Ninčević, Nada Krstulović, Natalija Bojanić, Danijela Bogner UTJECAJ PODMORSKOG ISPUSTA OTPADNIH VODA NA VODENI STUPAC I SEDIMENT U SREDNJEM JADRANU	655
R 1.63.	Elvira Bura-Nakić, Božo Žonja, Marija Marguš, Irena Ciglencečki SULFUR SPECIES IN ROGOZNICA LAKE - EXTREME ANOXIC SEAWATER SYSTEM ON THE ADRIATIC COAST	665
R 1.64.	Helena Crnojević, Renata Ćuk, Marija Marijanović Rajčić, Krešimir Maldini, Ivan Grabar, Željko Kwokal, Marina Mlakar RASPODJELA TRAGOVA METALA U VODI I DAGNJAMA ESTUARIJA KRKE I CETINE TE KAŠTELANSKOG ZALJEVA	673

R 1.65.	Iva Šebelja SEAWATER QUALITY MONITORING DURING DREDGING ACTIVITIES AT CEPSE PROJECT	683
---------	---	-----

TEMA 2. SUSTAVI UREĐENJA I KORIŠTENJA VODA I ZEMLJIŠTA - STANJE I RAZVOJNI PROJEKTI

R 2.01.	Željko Pavlin, Zlatko Pletikapić RAZLOZI IZGRADNJE I KONCEPCIJA POKRETANJA IZGRADNJE VIŠENAMJENSKIH HIDROTEHNIČKIH SUSTAVA U HRVATSKOJ	697
R 2.02.	Zoran Đuroković, Silvio Brezak, Silvija Sitar, Nives Brnić-Levada VIŠENAMJENSKI SUSTAVI U VODNOM GOSPODARSTVU - ODGOVOR NA KLIMATSKE PROMJENE	709
R 2.03.	Boris Beraković, Eva Ocvirk, Irvin Ahatović MHE BRODARCI I OBRANA OD POPLAVA KARLOVCA	719
R 2.04.	Marijan Marasović VIŠENAMJENSKO KORIŠTENJE VODA LIKE I GACKE DOGRADNJOM HIDROENERGETSKOG SUSTAVA SENJ	727
R 2.05.	Miroslav Steinbauer, Mario Obrdalj, Sanja Barbalić, Nataša Gecan PROJEKT UPRAVLJANJA NERETVOM I TREBIŠNJICOM	739
R 2.06.	Mijo Vranješ, Davor Romić PREGRADIVANJE RIJEKE NERETVE	749
R 2.07.	Goran Gjetvaj MOGUĆNOSTI POVEĆANJA STABILNOSTI HIDROTEHNIČKIH NASIPA	761
R 2.08.	Igor Ružić, Čedomir Benac, Suzana Ilić, Ivana Sušan, Kristijan Ljutić PROMJENE KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA I REGULACIJA BUJIČNIH VODOTOKA: UTJECAJ NA ŽALA LIBURNIJE I OTOKA CRESA	771
R 2.09.	Gorazd Novak, Matej Müller, Franci Steinman, Daniel Kozelj HYDRAULIC ANALYSIS OF TRANSBOUNDARY RIVERS - Dra-Mur-CI PROJECT	781
R 2.10.	Matej Mueller, Gašper Rak, Franci Steinman, Gorazd Novak, Sašo Šantl HYBRID HYDRAULIC MODELING OF HYDROPOWER PLANTS AT SAVA NEAR THE NATIONAL BORDER	789
R 2.11.	Admir Ćerić, Nijaz Lukovac, Nijaz Zerem UPRAVLJANJE VODNIM REŽIMOM LIVANJSKOG POLJA U CILJU RESTAURIRANJA MOČVARE I ZAŠTITE BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI	803
R 2.12.	Danko Holjević, Anita Brajković, Marinko Galiot, Josip Marušić, Berislav Glavaš PET GODINA REALIZACIJE NACIONALNOG PROJEKTA NAVODNJAVANJA I GOSPODARENJA POLJOPRIVREDNIM ZEMLJIŠTEM I VODAMA	815
R 2.13.	Elizabeta Kos, Ružica Drmić, Danko Holjević, Marinko Galiot, Danko Biondić HIDROTEHNIČKE MELIORACIJE U OKVIRU NOVE PODZAKONSKE REGULATIVE	825

R 2.14.	Josip Marušić, Damir Bekić, Danko Holjević UTJECAJ PRIRODNIH OBILJEŽJA MELIORACIJSKIH PODRUČJA NA GLAVNE PARAMETRE SUSTAVA POVRŠINSKE ODVODNJE	831
R 2.15.	Marko Josipović, Jasna Šošćarić, Hrvoje Plavšić, Josip Marušić, Monika Marković, Željko Kraljićak KONTROLIRANO NAVODNJAVANJE NA PRINCIPIMA ODRŽIVE POLJOPRIVREDE	843
R 2.16.	Svetlana Potkonjak, Mile Božić, Marko Bajčetić, Biljana Bošnjak TEHNO-ECONOMIC ASPECTS OF CONSTRUCTION OF REGIONAL IRRIGATION SYSTEMS	855
R 2.17.	Marijan Babić, Marinko Galiot, Danko Holjević, Josip Juraćak, Enes Obarčanin TEHNIČKI ASPEKTI STUDIJA IZVEDIVOSTI SUSTAVA NAVODNJAVANJA	863
R 2.18.	Ivana Mihalić Fabris, Josip Rubinić, Nenad Ravlić AKUMULACIJE ZA NAVODNJAVANJE U ISTRI - RAZVOJ IDEJA I NOVI PRISTUPI	873
R 2.19.	Duška Kunštek, Kristina Potočki, Ivana Carević PRIKAZ ČIMBENIKA PRI ODABIRU SUSTAVA NAVODNJAVANJA DALJ ..	883
R 2.20.	Marija Vukelić-Shutoska, Tatjana Mitkova, Mile Markoski MANAGEMENT OF WATERS AND SOILS IN SKOPJE VALLEY ACCORDING TO SUSTAINABLE AGRICULTURE	895
R 2.21.	Valery Kalinitchenko, Tatiana Minkina, Anatolij Endovitsky, Natalja Solntseva, Andrej Skovpen, Ivan Šimunić, Vladimir Chernenko, Andrej Boldyrev, Artem Rykhlik SOIL, HYDROLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL EXTREMES OF CURRENT IRRIGATION CONCEPT	905
R 2.22.	Marko Josipović, Aleksandra Sudarić, Ivica Liović, Jasna Šošćarić, Monika Marković, Hrvoje Plavšić UROD SOJE (GLYCINE MAX (L.) MERR.) I ISPIRANJE DUŠIKA U NAVODNJAVANJU I GNOJIDBI DUŠIKOM	917
R 2.23.	Monika Marković, Marko Josipović, Jasna Šošćarić, Ivan Brkić, Goran Krizmanić, Hrvoje Plavšić IRRIGATION AND N FERTILIZATION IMPACT ON MAIZE YIELD (Zea Mays L.) AND NITROGEN LEACHING	929

**TEMA 3. SUSTAVI JAVNE VODOOPSKRBE, ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPAD-
NIH VODA - STANJE I RAZVOJNI PROJEKTI**

R 3.01.	Robert Kartelo PRIPREMA VELIKIH INFRASTRUKTURNIH PROJEKATA ZA FINANCIRANJE PUTEM KOHEZIJSKOG FONDA EUROPSKE UNIJE	939
R 3.02.	Mojca Lukšić UPRAVLJANJE SREDSTVIMA EU-a ZA SUFINANCIRANJE INFRASTRUKTURNIH PROJEKATA U SEKTORU VODA	949

R 3.03.	Jelena Ambrenac AKTIVNOSTI KOMUNIKACIJE I VIDLJIVOSTI PREMA EU PROCEDURAMA U PROJEKTIMA SUFINANCIRANIM PUTEM IPA FONDA	959
R 3.04.	Lidija Šljivarić, Robert Kartelo IPA „VELIKI“ INFRASTRUKTURNI PROJEKT SLAVONSKI BROD	967
R 3.05.	Fani Bojanić, Vesna Grizelj Šimić PROJEKT ZAŠTITE OD ONEČIŠĆENJA U PRIOBALNOM PODRUČJU 1 - OCJENA REZULTATA.....	977
R 3.06.	Tanja Ecmović, Marko Veselčić, Dinko Polić PROJEKT UNUTARNJE VODE.....	985
R 3.07.	Luka Jelić, Dragutin Mihelčić OPTIMALIZACIJA VELIKIH VODOOPSKRBNIH SUSTAVA KORIŠTENJEM REGULACIJSKIH VENTILA	995
R 3.08.	Davor Malus, Dražen Vouk MOŽE LI SE ODVOJITI GAŠENJE POŽARA OD JAVNE VODOOPSKRBE ? .	1005
R 3.09.	Renata Vidaković Šutić, Mirjana Švonja, Toni Carević MOGUĆNOSTI ORGANIZACIJE VODOOPSKRBE PREMA SMJERNICAMA STRATEGIJE UPRAVLJANJA VODAMA U ŠIBENSKO - KNINSKOJ ŽUPANIJI.....	1011
R 3.10.	Dražen Vouk, Davor Malus, Ivan Halikjević, Živko Vuković MODELIRANJE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA KOPRIVNICE	1021
R 3.11.	Slaven Dobrović, Davor Ljubas, Alen Džeko ANALIZA MOGUĆNOSTI OPSKRBE OTOKA LASTOVA PITKOM VODOM KORIŠTENJEM LCA METODOLOGIJE	1031
R 3.12.	Višnja Oreščanin, Robert Kollar, Karlo Nađ APPLICATION OF ELECTROCHEMICAL METHODS FOR THE PREPARATION OF DRINKING WATER - AN EXAMPLE OF EASTERN SLAVONIA WATERS.....	1039
R 3.13.	Lovorka Bilajac, Tomislav Rukavina JAVNOZDRAVSTVENI ZNAČAJ ODRŽAVANJA KVALITETE BAZENSKIH VODA.....	1049
R 3.14.	Gebhard Weiss STORMWATER TREATMENT IN COMBINED AND SEPARATE SEWER SYSTEMS: NECESSITY AND BENEFIT	1059
R 3.15.	Marko Brajković, Gorana Čosić-Flajsig, Siniša Širac PRIMJENA TEHNOLOGIJA TREĆEG STUPNJA PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA U HRVATSKOJ	1073
R 3.16.	Tomislav Ivanković, Jasna Hrenović BIOLOŠKO UKLANJANJE FOSFATA IZ OTPADNIH VODA - PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	1087
R 3.17.	Elvira Vidović, Ante Jukić PROČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE METODOM ELEKTROKOAGULACIJE.....	1097

R 3.18.	Dean Rumora, Goran Vizentin MBR TEHNOLOGIJA, PREDNOSTI U PROIZVODNJI I ODLAGANJU OTPADNIH MULJEVA	1107
R 3.19.	Gorana Ćosić-Flajsig HRVATSKO ZAKONODAVSTVO GOSPODARENJA MULJEM SA KOMUNALNIH UREĐAJA	1117
R 3.20.	Nenad Mikulić PREGLED METODA OBRADJE PROCJEDNIH VODA, PREDNOSTI I NEDOSTACI	1131
<hr/>		
TEMA 4. VODNA POLITIKA, OBRAZOVANJE, VODNOGOSPODARSKO PLANIRANJE, MEĐUNARODNA SURADNJA I SUDJELOVANJE JAVNOSTI		
R 4.01.	Ivana Gudelj, Jasna Hrenović, Lidija Runko Luttenberger, Ankica Senta Marić, Mario Šiljeg, Vice Šoljan OBRAZOVANJE I VODNO GOSPODARSTVO	1143
R 4.02.	Josip Marušić CJELOŽIVOTNO OBRAZOVANJE ZA POTREBE VODNOG GOSPODARSTVA	1149
R 4.03.	Vanja Travaš, Nevenka Ožanić, Barbara Karleuša ULOGA EKSPERIMENTALNE HIDRAULIKE NA HIDROTEHNIČKOM USMJERENJU GRAĐEVINSKOG FAKULTETA SVEUČILIŠTA U RIJECI .	1161
R 4.04.	Snježana Zbašnik NOVI PRISTUP PLANIRANJU U VODNOM GOSPODARSTVU S POSEBNIM NAGLASKOM NA FINACIJSKO PLANIRANJE	1171
R 4.05.	Boris Crnković, Željko Požega, Vedran Pejak MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA JAVNO PRIVATNOG PARTNERSTVA U IZGRADNJI SUSTAVA JAVNE VODOOPSKRBE, ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA	1181
R 4.06.	Željko Rozić PRIMJENA SIMULACIJE I OPTIMALIZACIJE U RADU URBANOG VODNOG SUSTAVA	1191
R 4.07.	Aida Bučo-Smajić, Branka Beović TEHNIČKA PRAVILA NJEMAČKOG STRUČNOG UDRUŽENJA ZA PLIN I VODU DVGW	1205
R 4.08.	Tatjana Uzelac, Katja Sošić ZELENE POVRŠINE URBANIH SREDINA KAO POTENCIJAL ZAŠTITE OD NEGATIVNOG DJELOVANJA VODA	1211
R 4.09.	Vlado Božić VODA - UVJET ŽIVOTA U PUSTINJAČKIM ŠPILJAMA NA BRAČU	1221
R 4.10.	Mark Womersley, Božidar Deduš, Vladan Babović, Joost Buurman CLIMATE PROOFING URBAN WATERS: CHALLENGES AND ASSOCIATED RESEARCH AGENDA	1231
R 4.11.	Hrvoje Mihanović, Marko Mlinar, Srđan Čupić, Nenad Domijan, Nenad Leder, Zvonko Gržetić SPEKTRALNA ANALIZA POVRŠINSKIH VALOVA UZROKOVANIH VJETROM U SJEVERNOM JADRANU	1243
KAZALO AUTORA		1253

UVOD

Peta hrvatska konferencija o vodama održana je od 18. do 21. svibnja 2011. godine u Opatiji pod motom **HRVATSKE VODE PRED IZAZOVOM KLIMATSKIH PROMJENA**. Na konferenciji se kroz četiri znanstveno - stručne teme:

- 1. Stanje voda i o vodi ovisnih ekosustava, hidrološki ekstremi i njihove posljedice, trendovi - oborine, kopnene površinske vode, podzemne vode, prijelazne vode i priobalno more,**
- 2. Sustavi uređenja i korištenja voda i zemljišta - stanje i razvojni projekti,**
- 3. Sustavi javne vodoopskrbe, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda - stanje i razvojni projekti,**
- 4. Vodna politika, obrazovanje, vodnogospodarsko planiranje, međunarodna suradnja i sudjelovanje javnosti,**

sveobuhvatno i interdisciplinarno raspravljalo o stanju voda i upravljanju vodama u Hrvatskoj u uvjetima klimatskih promjena, a rasprave su rezultirale korisnim smjernicama za budućnost.

Klimatske promjene su evidentne, pa Hrvatska kao i ostale države mora planirati i poduzimati opsežne mjere za ublažavanje njihovih posljedica. Vodno gospodarstvo se nalazi pred velikim izazovom djelujući u promijenjenim prirodnim uvjetima koje karakteriziraju sve učestalije pojave hidroloških ekstrema, poplava i suša. U novonastalim uvjetima i nadalje se moraju osigurati dovoljne količine vode za piće za nesmetanu vodoopskrbu stanovništva i dovoljne količine tehnološke vode za nesmetanu vodoopskrbu gospodarstva. Na primjereni način mora se zaštititi stanovništvo i imovina od poplava i drugih oblika štetnog djelovanja voda, moraju se osigurati dovoljne količine vode za navodnjavanje u sušnim razdobljima kako bi se smanjile štete od suša u poljoprivredi, a mora se voditi računa i o održivom razvoju hidroenergetike kao obnovljivog izvora energije. Istovremeno se moraju provoditi sve potrebite mjere kako bi se postiglo dobro ekološko stanje voda prema europskim normama. Na petoj hrvatskoj konferenciji o vodama njeni su sudionici različitih struka predstavili stanje voda i trendove, te su predlagali interdisciplinarne stručne i znanstvene projekte i konkretna rješenja sa ciljem unapređivanja upravljanja vodama u novim uvjetima.

Novo zahtjevne zadaće pred vodnim gospodarstvom ne mogu se realizirati bez dovoljnog broja odgovarajuće obrazovanih stručnjaka, koji će svoja primarna znanja stjecati na visokim učilištima i koji će se kroz svoj radni vijek trajno stručno usavršavati. Peta hrvatska konferencija o vodama bila je prigoda da iskusni stručnjaci i znanstvenici razmjene ideje i iskustva o načinima i sadržajima edukacije vodnih gospodarstvenika, kako s aspekta primarnog obrazovanja na visokim učilištima, tako i s aspekta cjeloživotnog usavršavanja. U okviru konferencije bio je organiziran i okrugli stol na temu obrazovanja stručnjaka u vodnom gospodarstvu.

Osim znanstvenika i stručnjaka iz Hrvatske, na petoj hrvatskoj konferenciji o vodama sudjelovali su i inozemni znanstvenici i stručnjaci, koji su iznosili iskustva iz svojih zemalja u prilagodbama klimatskim promjenama. Radovi objavljeni u Zborniku radova pisani

su na službenim jezicima konferencije, hrvatskom i engleskom jeziku. Nekoliko radova pisanih na bosanskom i srpskom jeziku objavljeno je u izvornicima i nisu prevedeni na hrvatski jezik.

Organizatori konferencije:

Hrvatska komora inženjera građevinarstva, Hrvatski savez građevinskih inženjera, Hrvatsko biološko društvo, Hrvatsko društvo kemijskih inženjera, Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, Hrvatsko društvo za velike brane, Hrvatsko društvo za zaštitu voda, Hrvatsko ekološko društvo, Hrvatsko geografsko društvo, Hrvatsko geološko društvo, Hrvatsko hidrološko društvo, Hrvatsko ihtiološko društvo, Hrvatsko meteorološko društvo, Hrvatsko tloznanstveno društvo, Hrvatska udruga za sanitarno inženjerstvo.

Glavni tradicionalni suorganizator konferencije:

Hrvatske vode.

Visoki pokrovitelji konferencije:

- Predsjednik Republike Hrvatske gospodin Ivo Josipović,
- Predsjednica Vlade Republike Hrvatske gospođa Jadranka Kosor.

Pokrovitelj:

Primorsko-goranska županija

Počasni odbor konferencije:

- Ivan Jarnjak, predsjednik Nacionalnog vijeća za vode,
- Božidar Pankretić, potpredsjednik Vlade Republike Hrvatske i ministar regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva,
- Branko Bačić, ministar zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva,
- Zdravko Krmek, državni tajnik za vodno gospodarstvo,
- Nikola Ružinski, državni tajnik za zaštitu okoliša,
- Jadranko Husarić, generalni direktor Hrvatskih voda.

Znanstveno - stručni odbor konferencije:

Danko Biondić - predsjednik, Mara Artuković, Sanja Barbalić, Nenad Domijan, Anita Filipčić, Marjana Gajić - Čapka, Danko Holjević, Marko Josipović, Zlatica Kozarac, Grozdan Kušpilić, Ozren Larva, Nenad Leder, Davor Malus, Jure Margeta, Josip Marušić, Vladimir Mićović, Zlatko Mihaljević, Zoran Nakić, Nevenka Ožanić, Mladen Petrićec, Anđelka Plenković - Moraj, Davor Romić, Josip Rupčić, Siniša Širac, Jasna Šoštarić, Lidija Tadić, Dušan Trninić, Elvira Vidović, Damir Viličić, Tatjana Vlahović, Darija Vukić Lušić, Ranko Žugaj.

Organizacijski odbor konferencije:

Danko Holjević - predsjednik, Danko Biondić, Marko Ćorić, Gorana Ćosić - Flajsig, Gordan Gašparović, Stjepan Kamber, Elizabeta Kos, Željko Mažar, Ervino Mrak, Ivica Plišić, Zvonimir Sever.

THE IMPACT OF LAND USE CHANGES AND TORRENTIAL STREAMS FLOOD CONTROL ON THE LIBURNIAN AND CRES ISLAND BEACHES

SUMMARY: In this paper, we present analysis of torrential stream water regimes and land-use changes and their influence on the morphological characteristics of the pocket gravel beaches. Gravel beaches form a small part of the coastline in the Kvarner area. Most of pocket beaches are formed by the deposition of sediments from torrential flows. Here, analysis of beach characteristics and torrential basins in two investigated areas are presented. First area is located on the NE part of the island Cres, which is unmodified by human interventions and therefore provides opportunity to study natural systems. The second investigation area includes torrential streams Mošćenička Draga and Medveja where there are significant man made changes.

Due to coastal processes, sediment losses are permanent from gravel beaches. Sediment accumulation is necessary for the maintenance of their equilibrium.

The sediment supply from torrential flows is dependent on catchment characteristics such as: size of catchment, hypsometry, geology, soil and soil cover, land use, upland erosion and climate and channel networks. Torrential basin sediment production and discharges are generally reduced in the Kvarner region because of land-use changes. Flood defence works in torrential flow Mošćenička Draga have stopped sediment supply to the beach downstream; all sediment has been accumulated behind the dam. Medveja flood defence works have been done without a construction of check dam and sediment propagation had not been significantly changed. Beside this, the Mediterranean Sea level rise and more frequent and larger magnitude storms in the future are expected to cause frequent occurrence of extremely high sea levels which will result in additional beach erosion.

KEY WORDS: coast, beach, sea level, torrent, Adriatic Sea

1. UVOD

U razvijenim obalnim državama, gdje je naglašena litoralizacija, danas se posebna pažnja posvećuje upravljanju obalnim prostorom. Temeljna pretpostavka za to je prikupljanje i sistematizacija podataka o obalnom pojasu. Na tim temeljima mogu se predlagati i izvoditi tehnički zahvati te vršiti upravljanje (Cicin-Sain i Belfiore, 2005).

Morska razina je globalna granica iznad koje prevladavaju procesi trošenja stijena i odnošenja materijala, a ispod nje procesi akumulacije materijala (Cowell i Thom, 1997). Ti geomorfološki procesi posebice su izraženi na žalima. Njihove morfološke značajke ovise o donosu i načinu pronosa sedimenata s kopna, te o mehanizmima marinske erozije na obali i u plićem podmorju (Storlazzi i drugi, 2000).

Zbog djelovanja valova i morskih struja gubici sedimenata u tijelima žala su permanentna pojava (Bird, 2008). Intenzitet gubitaka sedimenata ovisi o morfološkim karakteristikama žala i hidrodinamičkim uvjetima na žalu. Donos sedimenata neophodan je za njihovo prihranjivanje i održanje ravnoteže žala, što zavisi od vodnih režima vodotoka koji se ulijevaju u more. Istraživanjem je ustanovljeno da bi izgradnja akumulacija na grčkim otocima mogla smanjiti donos nanosa na žala za čak 50% (Velegrakis i drugi, 2008). Prema istraživanjima u Kaliforniji, izgradnjom akumulacija i retencija smanjen je donos

nanosa za čak 75%. To mjestimice znatno utječe na povećanje erozije obale, pa se veliki novčani iznosi troše za umjetnu dohranu žala (Willis i Griggs, 2003).

U obalnom pojasu područja Kvarnera karbonatne stijene prevladavaju, dok su siliciklastične stijene manje zastupljene. Kvartarni sedimenti djelomično pokrivaju osnovne stijene. Sadašnji oblik stjenovitih karbonatnih obala prvenstveno je posljedica poplavljenog krškog reljefa zbog rasta morske razine (Benac i Juračić, 1998).

U području Kvarnera prevladavaju slabi i umjereni vjetrovi s čestim razdobljima tišine, dok su olujni vjetrovi brzine veće od 30 m/s rijetki i kratkotrajni. U relativno zatvorenim akvatorijima Kvarnera, privjetrišta su kraća u odnosu na otvoreni dio Jadranskog mora i stoga valovi imaju manje visine pri istoj brzini vjetra. Iako sjeveroistočni vjetar bura ima najveću učestalost i doseže najveću brzinu, vjetrovi koji pušu iz južnog kvadranta, poglavito jugo, generiraju naviše valove (Tabain, 1997).

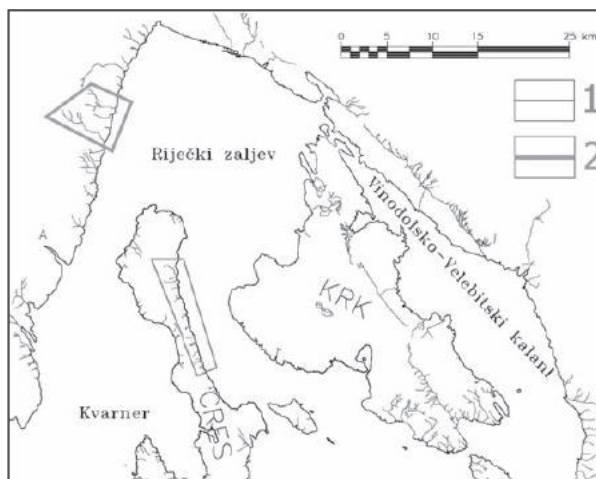
Valovima uzrokovana marinska erozija u području Kvarnera nije izražena zbog relativno zaštićenih akvatorija te vjetrova promjenljivih smjerova. Zbog toga prirodni šljunkovito-pjeskoviti žali tvore mali dio ukupne duljine obale. Različitog su oblika i veličine, i najčešće duljine manje od 50 m. Nastali su na dva različita načina: razaranjem obale tijekom procesa marinske erozije i akumuliranjem bujičnih sedimenata, kao i kombinaciju tih dvaju procesa (Juračić i drugi, 2009, Benac i drugi, 2010).

Nekontrolirana izgradnja obalnih građevina i kupališnih površina na obalama Kvarnera najčešće se obavljala vrlo nestručno, uz primjetno nagrđivanje obale. Prirodni žali pokrivaju mali dio obale i visokog su stupnja ranjivosti. S druge strane, često su okosnica turističke ponude obalnih naselja kao najprivlačnije lokacije za kupanje. Zbog nedostatka kupališta, posljednjih godina primjetan je trend nasipavanja mora radi izgradnje novih ili proširenja postojećih žala. Rezultat je ponekad suprotan: zbiva se erodiranje prirodnih pjeskovitih ili šljunkovitih žala pa su neki od njih potpuno razoreni, a drugi se primjetno smanjuju (Benac i drugi, 2007). Ti nepovoljni učinci mogu se spriječiti pažljivim planiranjem i odgovarajućom zaštitom. Isto tako, može se povećati površina prirodnih žala odgovarajućim građevinskim zahvatima.

U ovom radu obrađen je utjecaj promjene vodnog režima bujičnih vodotoka i promjena korištenja zemljišta na morfološke promjene tijela šljunkovitih žala. Uspoređene su morfodinamičke značajke žala kod naselja Mošćenička Draga i Medveja na istočnoj, Liburnijskoj obali Riječkog zaljeva gdje su bujični vodotoci pod velikim antropogenim utjecajem, sa žalima na sjeveroistočnom dijelu otoka Cresa, na kojima je taj utjecaj zanemariv.

2. ISTRAŽIVANA PODRUČJA I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno na području sjeveroistočne obala otoka Cresa te na području Medveje i Mošćeničke Drage na Liburnijskoj obali (slika 1).



Slika 1. Područje istraživanja: 1- sjeveroistočna obala Cresa, 2-Liburnijska obala

Na istraženom području otoka Cresa, poznatom i pod nazivom Tramuntana (slika 1), danas je zanemariv antropogeni utjecaj. Naime, osim naselja Beli, to je danas prostor bez stalnih stanovnika. U drugoj polovici 20. stoljeća primjetan je trend prirodnog pošumljavanja obradivih površina i pašnjaka. Posljednjih deset godina mjestimično se obnavljaju maslenici ili se sade novi. Na tom području istraženi su slivovi 15 bujičnih vodotoka i žala na njihovim krajevima. Površine slivova su različite: od 0,25 do 1,6 km², a površine žala od 250 do 2000 m².

Područje Liburnije je znatno gušće naseljeno. Međutim, u drugoj polovici 20. stoljeća primjetan je trend napuštanja naselja na većoj nadmorskoj visini, kao i istovremeno intenzivna izgradnja uz obalu. U skladu s tim vidljiv je trend prirodnog pošumljavanja nekadašnjih obradivih površina u uzvodnim dijelovima bujičnih vodotoka. Površina sliva bujice Mošćenička Draga je 10,5 km², a površina žala oko 6000 m². Površina sliva bujice Medeja je 7,5 km², a površina žala oko 8000 m². Korita bujica uređena su samo u vodotoka. Njihov uzvodni dio je unutar teritorija parka prirode Učka, zbog čega nisu izvršeni značajniji građevinski zahvati u svrhu regulacija vodotoka. U nizvodnom dijelu bujičnog vodotoka Mošćenička Draga sagrađene su dvije pregrade za akumulaciju bujičnog nanosa. Prva pregrada izgrađena je 1993. godine, a projektirani kapacitet zadržavanja nanosa pregrade bio je 1300 m³. Prilikom izgradnje nije se uvažilo projektno rješenje koje je zahtijevalo redovno čišćenje pregrade, koje je trebalo biti omogućeno izgradnjom adekvatnog prilaza. Akumuliranim nanosom iz pregrade trebalo je dohranjivati žalo (JVP Hrvatska vodoprivreda, 1992). Predviđeni prilaz do pregrade nije omogućen, pa se akumulacija iza pregrade nije čistila, te ubrzo nakon izgradnje retencija biva ispunjena vučenim bujičnim nanosom. Zbog toga je projektirana i 2002. godine izgrađena nova pregrada. Ona se nalazi oko 200 m uzvodno od prve, a zapremine je 735 m³ (Hrvatske Vode – VGO Rijeka, 2002). Pristup za čišćenje akumulacionog prostora nove pregrade nije napravljen. Na slikama 2 i 3 vidi se razlika u količini sedimenata 2004. i 2011. godine.

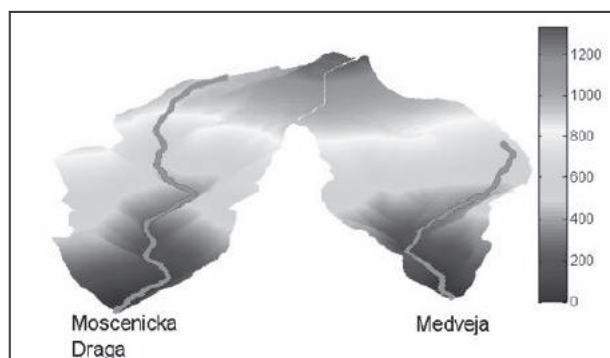


Slika 2. Pregrada za zadržavanje nanosa, bujica Moščenička Draga, stanje- 2004. godina



Slika 3 Pregrada za zadržavanje nanosa, bujica Moščenička Draga, stanje - 2011. godina

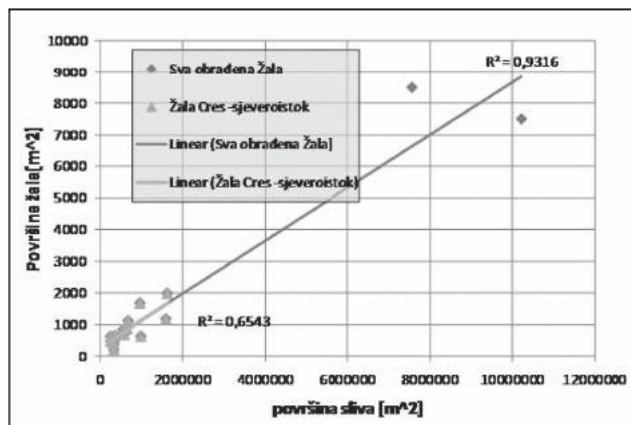
Površine žala određene su na osnovi obilaska terena, fotografija dobivenih preletom istraživog područja i geokodiranih ortofoto snimaka u mjerilu 1:5000. Površine i karakteristike slivova i bujičnih vodotoka određeni su na osnovi digitalnog modela elevacije terena Primorsko-goranske županije (DETM), kao i topografskih karata mjerila 1:25000 i 1:5000. Na slici 4 prikazan je digitalni model terena slivova bujica Moščenička Draga i Medveja s glavnim bujičnim vodotocima.



Slika 4. Digitalni model terena slivova bujica Moščenička Draga i Medveja

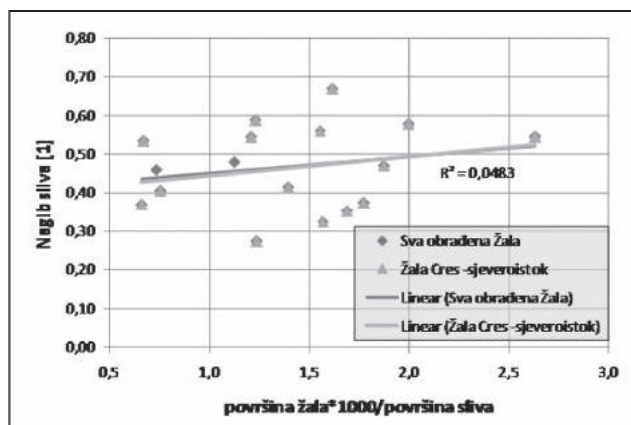
3. REZULTATI

Uspostavljen je model linearne regresije između površine žala i površine pripadajućeg sliva bujičnog vodotoka. Koefficient regresije za istražene parove površina žala i slivova na otoku Cresu pokazuje čvrste korelacijske veze ($r=0,81$; $R^2=0,65$). Korelirani parovi i model linearne regresije prikazani su na slici 5.



Slika 5. Model linearne regresije površine sliva i žala istraživanog područja

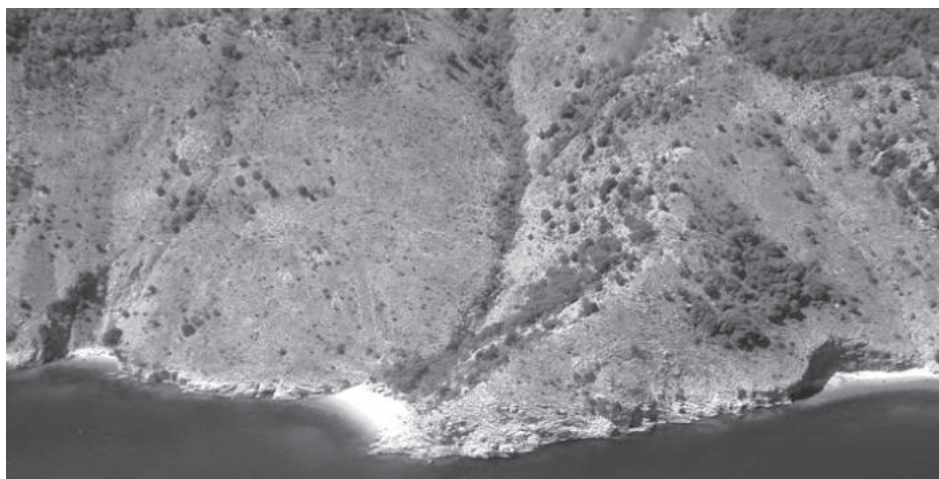
Ako se istraženim parovima površina žala i slivova otoka Cresa dodaju podaci za područja Mošćeničke Drage i Medveje linearna korelacija ima još bolje korelacijske veze ($r = 0,93$; $R^2 = 0,86$) (slika 5). Čvrste korelacijske veze između površine sliva i žala nastalih akumulacijom nanosa na njihovom ušću, dokazuju povezanost površine sliva i površine žala. To nije ovisno o drugim čimbenicima kao što su: intenzitet oborina, reljef sliva, litološki sastav i erodibilnost naslaga, način i promjene u korištenju zemljišta, vrsta i gustoća vegetacijskog pokrova te način akumuliranja i erozije sedimenta iz tijela žala.



Slika 6. Linearni model korelacije srednjeg nagiba sliva i bezdimenzionalnog koeficijenta (površina žala/površina sliva)

Nagib terena jedan je od značajnijih parametara koji bitno utječe na produkciju i pronos bujičnog nanosa. Analizirana je pretpostavka da veći nagibi terena u slivu bujičnog vodotoka stvaraju veću produkciju i pronos nanosa, zbog čega bi žala nastala na ušćima takovih slivova trebala biti relativno veća. Da bi se potvrdila navedena pretpostavka uspostavljen je model linearne regresije srednjeg nagiba sliva i bezdimenzionalnog koeficijenta koji je kvocijent površine sliva i žala nastalog na ušću bujičnog vodotoka. Na slici 6 prikazani su rezultati modela linearne regresije.

Rezultati linearne regresije prikazuju slabu korelacijsku vezu srednjeg nagiba sliva i kvocijenta površina žala i sliva na području otoka Cresa. To upućuje na zaključak da nagibi unutar sliva, a time i količina nanosa nisu ključan čimbenik koji određuje površinu žala. Potrebno je razmotriti i druge čimbenike kao što su uvjeti pronosa i akumulacije nanosa, te gubici sedimenata sa žala koji su određeni obalnim procesima. Primjer tome je žalo kod rta Dražinj (slika 7), gdje sam rt štiti žalo od marinske erozije, odnosno gubitaka sedimenata. Zbog toga žalo ima jako velik bezdimenzionalni koeficijent odnosa površine žala i sliva 2,5, a prosječna vrijednost je 1,4. Slabu korelaciju mogu uzrokovati i lokalni geološki čimbenici unutar nekog sliva, kao što su aktivni sipari i intenzivna erozija klifova.



Slika 7. Žalo kod rta Dražinj na otoku Cresu

Veza nagiba sliva i relativne površine žala na manjim slivovima na priobalnim padinama sjeveroistočne obale otoka Cresa nije dokazana. Zbog toga će biti potrebno analizirati i ostale čimbenike koji mogu utjecati na oblik i volumen tijela žala kao što su erodibilnosti naslaga u slivu, utjecaj marinske erozije i akumulaciji na obali i sl. Nasuprot tomu, veza nagiba sliva i veličine žala dobra je na istraženim žalima na Liburnijskoj obali. Razlog je najvjerojatnije njihova veličina, koja umanjuje utjecaj sekundarnih čimbenika, što bi trebalo provjeriti analiziranjem ostalih lokacija na tom dijelu obale.

Produkcija i pronos nanosa u slivovima istraženih bujica i dalje je vrlo velika unatoč znatnim pošumljavanjem zemljišta. O tome nam svjedoči primjer područja Mošćeničke Drage, gdje su se u periodu od 17 godina sedimentima potpuno ispunile dvije pregrade ukupnog volumena oko 2000 m³, (slika 2 i 3). Sudeći po nakupinama šljunka i valutica u koritu bujice uzvodno i nizvodno od tih pregrada, volumen zadržanog nanosa je

znatno veći, procijenjeno oko 500 m³. To daje godišnju produkciju vučenog nanosa od oko 150m³ godišnje.

ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je veza između površina sliva bujica i površina žala koja su nastala akumulacijom vučenog bujičnog nanosa. Koeficijent korelacije linearnog trenda ta dva parametra je vrlo velik ($r = 0,93$), neovisno o veličini sliva, uvjetima nastanka, pronosa i akumulacije sedimenata. S druge strane, ta čvrsta veza pokazuje da se promjenama u slivu i koritu bujičnog vodotoka može značajno utjecati na veličinu tijela žala. Te promjene mogu biti izražene zbog urbanizacije praćene izgradnjom infrastrukturnih građevina, regulacije vodotoka, promjena u korištenju zemljišta i sl.

Područje Mošćeničke Drage jasan je primjer posljedica poremećaja u prirodnom sustavu dohrane žala izgradnjom brane za akumulaciju vučenog nanosa. Zbog znatno slabije akumulacije sedimenata žalo je potrebno umjetno dohranjivati što iziskuje znatna materijalna sredstva. To može biti i problem zaštite okoliša, budući da umjetno nasuti materijal sadržava značajan udjel prašinasto-glinovitih čestica koje se talože na širem području nepovoljno djelujući na zajednice biocenoze morskog dna. Nepovoljna okolnost je i suviše izražena uglatost nasutog materijala na kupališnom prostoru, što nije prikladno za takove namjene.

Unatoč vidljivom trendu povećanja gustoće vegetacije, što je posljedica smanjenja obrade zemljišta, procesi produkcije i pronosa nanosa na slivovima liburnijskih bujica su i dalje izraženi. Zbog toga je kod planiranja regulacije bujičnih vodotoka na čijim se krajevima nalaze žala, prvo neophodno procijeniti potrebu obrane od poplave. U slučaju da je regulacija vodotoka neophodna, tehničkim rješenjima treba omogućiti pronos sedimenata radi prirodne prihrane žala. Taj učinak se može postići izvođenjem regulacije bujice bez poremećaja pronosa nanosa ili pak dohranjivanjem žala iskopom sedimenata akumuliranih iza pregrada.

Pozitivan je primjer prihrane žala u području Medveje. Tu je regulacija bujičnog vodotoka izvršena na pravilan način. Stoga nije zaustavljen pronos nanosa pa se prirodna prihrana žala odvija na zadovoljavajući način.

Stabilnost istraženih žala, odnosno ujednačenost odnosa površine žala i sliva, vidljiva po jakoj regresijskoj vezi, dokazuje stabilnost tih žala. Autori, ovog rada nisu na području Kvarnera vidjeli potpunu eroziju nekog žala, osim u slučaju grubog antropogenog utjecaja. Čak i u slučaju, privremenog erodiranja tijela žala zbog velikih dotoka, nakon nekoliko godina, žalo je poprimilo prvotni oblik.

Učinci klimatskih promjena već su danas vidljivi u području Kvarnera po pojavama sve učestalijih ekstremnih dnevnih oborina, kao i pojavama ekstremno visokih razina mora. Biti će neophodno analizirati njihov utjecaj na produkciju, pronos nanosa u slivovima bujica, njihovu akumulaciju na obalama, te promjene veličine i oblika žala. Čini se da će se žala u prirodnom okruženju lakše prilagoditi nešto izmijenjenim utjecajima. Nasuprot tomu, mogu se očekivati znatno veći problemi na umjetno oblikovanim žalima. Ti negativni učinci morat će se riješiti na tehnički i ekološki prihvatljiv način.

LITERATURA

- [1] ANTONIOLI, F. i SILENZI, S. (2007): *Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane*. Quaderni Soc. geol Ital., 2, 1-29.
- [2] BENAC, Č.; RUŽIĆ, I, ŽIC, E (2007): *Ranjivost obala u području Kvarnera*. Pomorski zbornik, 44, 201-214.
- [3] BENAC, Č. i JURACIĆ, M, (1998): *Geomorphological indicators of the sea level changes during Upper Pleistocene (Würm) and Holocene in the Kvarner region*. Acta Geographica Croatica 33, 27-45. (34)
- [4] BIRD, E, (2008): *Coastal Geomorphology*, 2.ed. John Wiley & Sons, Chichester, p.p. West Sussex, England, 297.
- [5] CICIN-SAIN B, i BELFIORE, S.; *Linking marine protected area to integrated coastal and ocean management: A review of theory and practice*, Ocean and Coastal Management, 48, str. 847-868, 2005
- [6] COWELL, P.J, i THOM, B.G, (1997): *Morphodynamics of coastal evolution*. In: *Coastal evolution*, Carter, R.W.G. & Woodroffe, C.D., ed., 33-86, Cambridge University Press, Cambridge.
- [7] HARDING, A.E., PALUTIKOF, J, i HOLT, T, (2009): *The climate system, The Physical Geography of the Mediterranean*. Oxford Univ. Press, 69–88, Oxford.
- [8] Hrvatske Vode – VGO Rijeka (2001): *REGULACIJA BUJICE MOŠĆENIČKA DRAGA UZVODNO OD KM 0+736,71*, neobjavljeno.
- [9] JURACIĆ, M., BENAC, Č., PIKELJ, K. & ILIĆ, S. (2009): *Comparison of the vulnerability of limestone (karst) and siliciclastic coasts (example from the Kvarner area, NE Adriatic, Croatia)*. Geomorphology, 107 (1-2), 90-99.
- [10] JVP Hrvatska Vodoprivreda (1993): *BUJICA MOŠĆENIČKA DRAGA – PREGRADA ZA NANOS*, B – 217, neobjavljeno.
- [11] STORLAZZI, C.D, i FIELD, M.E, (2000): *Sediment distribution and transport along a rocky, embayed coast: Monterey Peninsula and Carmel Bay, California*. Marine Geology, 170 (3-4), 289-316.
- [12] VELEGRAKIS, A.F, VOUSDOKAS, M.I, ANDREADIS, O, G. ADAMAKIS; PASAKALIDOU E.; MELIGONITIS R; KOKOLATOS, G, (2008): *Influence of Dams on Downstream Beaches: Eressos, Lesbos, Eastern Mediterranean*; Marine Georesources & Geotechnology, 26 (4), 350 - 371
- [13] WILLIS, C.M, i GRIGGS, G.B, (2003): *Reductions in fluvial sediment discharge by coastal dams in California and implications for beach sustainability*. Journal of Geology. 111(2):167-182.
- [14] TABAIN, T, (1997): *Standard wind wave spectrum for the Adriatic Sea revised (1977-1997)*”, Brodogradnja, 45, str. 303-313.

AUTORI

Igor Ružić ^a

Čedomir Benac ^a

Suzana Ilić ^b

Ivana Sušanĳ ^a

Kristijan Ljutić ^a

^a Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Viktora Cara Emina 5; 51000 Rijeka, igor.ruzic@gradri.hr

^b Lancaster Environment Centre & Geography Department, University of Lancaster, Lancaster LA1 4YQ, UK, s.ilic@lancaster.ac.uk