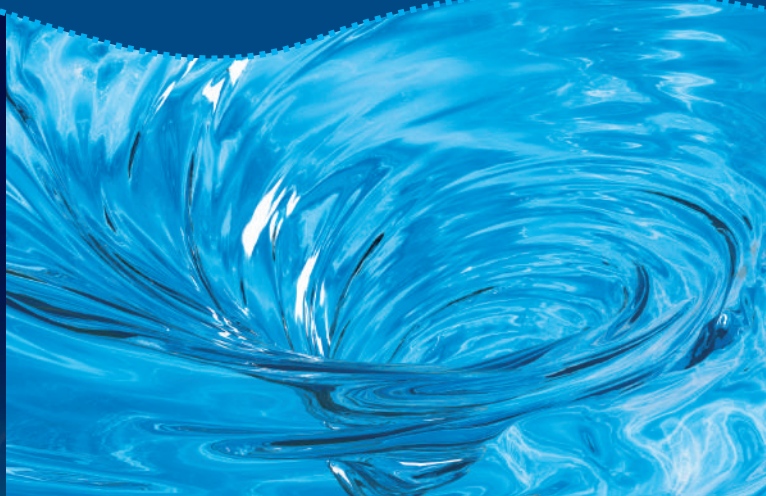


5. HRVATSKA KONFERENCIJA O VODAMA
S MEĐUNARODNIM SUDJELOVANJEM

HRVATSKE VODE PRED IZAZOVOM KLIMATSKIH PROMJENA

5th CROATIAN WATER CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

CROATIAN WATERS FACING
THE CHALLENGE OF CLIMATE CHANGES



ZBORNIK 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
------------	----

REFERATI PO POZIVU

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

TEMA 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

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 PLOVLJENJA 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 INSTRUMENATA 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 Radeljčak, 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 Čosić-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.



R 1.17.

OTJECANJA SA SLIVA SLANOG POTOKA I IZVORA RIJEKE DUBRAČINE NA PODRUČJU VINODOLSKE DOLINE

Slani potok and Dubračina river spring runoff characteristics, Vinodol valley

Igor Ružić, Ivana Sušanj, Nevenka Ožanić, Elvis Žic

SAŽETAK: U sklopu znanstvenog projekta *Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj* provedena su početna hidrološka i meteorološka mjerenja na području Vinodolske doline. Mjereni su vodostaji na dva mjerna profila; ušću Slanog potoka u rijeku Dubračinu i izvoru rijeke Dubračine, te količina oborine.

Područje Vinodola prekrivano je naslagama fliša, karakterizira ga vodonepropusnost tla, te povećana mogućnost pojave erozije tla i klizišta. Također, područje je definirano prostorno planskom dokumentacijom kao područje posebnih obilježja zbog svojih krajobraznih vrijednosti.

Prvi mjerni profil postavljen je na Slanom potoku koji je bujični vodotok, površine sliva $A \approx 2 \text{ km}^2$, velikog nagiba sliva i vodotoka (srednji pad sliva iznosi 20%) i duljinom vodotoka je 4,1 km, što rezultira brzim porastima vodostaja. U slivu Slanog potoka nalazi se najveće aktivno klizište u Hrvatskoj.

Drugi mjerni profil postavljen je 200m nizvodno od izvora rijeke Dubračine. Bilancu voda profila čine izvori Sitnik i izvor Dubračine, te površinska otjecanja (površina sliva $A \approx 1 \text{ km}^2$). U sušnom razdoblju glavninu otjecanja čini izvor Sitnik, koji rijetko presuši. U kišnom periodu aktivira se i sam izvor Dubračine, kao i površinska otjecanja. Područje oko mjernog profila je zamočvareno, sa dosta velikim retencijskim kapacitetom uzvodno od mjernog profila, što značajno utječe na otjecanja.

U ovom radu izračunati su koeficijenti otjecanja istraživanih profila u ovisnosti o intenzitetu oborina. Otjecanja Slanog potoka izrazito ovise o dijelu godine zbog utjecaja procesa evapotranspiracije. Koeficijenti otjecanja u proljeće višestruko su manji od jesenjih za istu količinu oborine.

Zamočvareno područje u slivu profila izvora Dubračine značajno utječe na otjecanja, zbog čega su koeficijenti otjecanja manji od 0,1 tijekom provedenih istraživanja.

KLJUČNE RIJEČI: Vinodol, koeficijent otjecanja, bujični vodotok, zamočvareno područje

SUMMARY: The initial hydrological and meteorological measurements were carried out in the Vinodol area as a part of Croatia-Japan scientific project *Risk identification and land-use planning for disaster mitigation of landslides and floods in Croatia*.

The Vinodol area is covered with flysch sediments. The area is defined by the land use planning documents as an area with special characteristics due to its landscape value.

The first hydrological profile is set on torrential flow Slani potok, catchment area is about 2 km². Basin slopes are very high (mean basin slope is 20%), they are main cause of rapid water level raise. The largest active landslide in Croatia is in the Slani potok catchment.

The second measurement profile is 200 m downstream from the river Dubračina spring. The water balance of profile consist of springs Sitnik and Dubračina and surface flow from catchment area (area A \approx 1 km²). Sitnik spring, which rarely dries up, makes the majority of discharges in the dry season. The area around the profile is wetland with significant retention capacity. This wetland determines runoffs from catchment.

The event runoff coefficient, defined as the portion of rainfall that becomes direct runoff during an event, is a key concept in hydrology and an important diagnostic variable for catchment response, particularly if a range of catchments and a range of events are to be compared by a single indicator. Slani potok runoff depends on the season of the year, basically because of the process of evapotranspiration.

Wetland area in the catchment area of Dubračina spring significantly affects the runoff, the mean runoff coefficients was smaller than 0.1 during the measurements.

KEY WORDS: Vinodol, runoff coefficient, torrential watercourses, wetlands

1. UVOD

U ovom radu analizirana su otjecanja na ušću Slanog potoka i rijeke Dubračine (pokraj izvora), na području Vinodola. Istraživanja su provedena u sklopu japansko-hrvatskog znanstvenog projekta *Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj*.

Tijekom istraživanja kontinuirano su mjereni vodostaji i temperature vode na dva profila, količina oborina i povremena hidrometrijska mjerenja.

Analizirani su koeficijenti otjecanja pojedinih kišnih epizoda, iz čega je istražen način reagiranja sliva na oborine različitih intenziteta tijekom godine. Proučavanjem varijabilnosti procesa otjecanja na prostornoj i vremenskoj skali moguće je odrediti mehanizme generiranja poplava i ovisnosti o vremenu i prostoru (Fiorentino and Iacobellis, 2001).

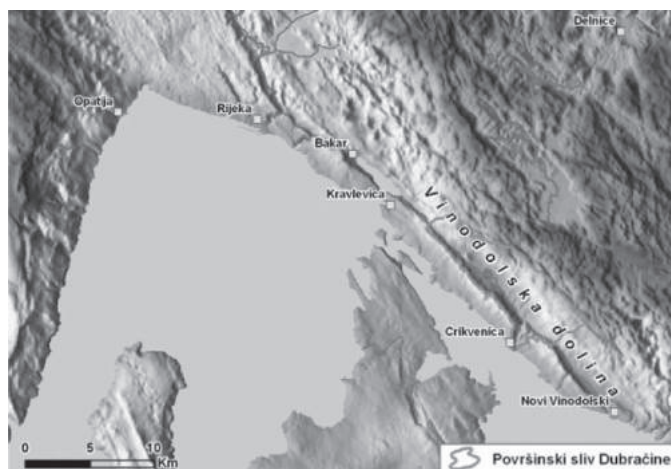
Koeficijent otjecanja pojedine kišne epizode, definiran kao kvocijent otekle i pale oborine tijekom kišne epizode, jedan je od važnijih parametara za određivanje i prognoziranje reakcije sliva na oborine (Merz and Blöschl, 2009).

U radu su uspoređena otjecanja bujičnog sliva (Slani potok) i sliva unutar kojega se nalazi zamočvareno područje koje ima velik utjecaj na otjecanje. Zamočvareno područje zaštićeno je važećom prostorno planskom regulativom (Županijski zavod za razvoj, prostorno uređenje i zaštitu okoliša (2004): *Prostorni plan područja posebnih obilježja Vinodolske doline*). U ovom radu su obrađeni rezultati mjerenja od travnja do studenog 2010 godine. Radi se o preliminarnim mjerenjima iz kojih će se sagledati osnovne hidrološke karakteristike sliva, na osnovi kojih će se predložiti daljnja istraživanja i analize.

2. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

2.1 Geografski položaj analiziranih područja

Sliv Slanog potoka i izvora Dubračine, dio su sliva Dubračine koji se nalazi u središnjem dijelu Vinodolske doline, a izdvojena je geografska cjelina istočnog kvarnerskog prostora (A. Rubinić 2009.). U geografskom smislu Vinodol je jedinstvena prostorna cjelina između Križišća na sjeverozapadu i Novog Vinodolskog na jugoistoku te primorja uz Vinodolski kanal (Slika 1.).



Slika 1. Situacijski položaj sliva Dubračine

Na području Vinodolske doline nalaze se dva glavna vodotoka koja se ulijevaju u Jadransko more i to Dubračina u Crikvenici i Novljanska Ričina u Novom Vinodolskom. Na krajnjem sjevernom dijelu Vinodolske doline nalazi se i bujica Bakarački rov koja, za razliku od prethodno spomenutih vodotoka, ima naglašeniji bujični karakter s vrlo rijetkim pojavama tečenja u svom koritu. Sliv Dubračine je svojom neposrednom površinom i vodnom bilancom najveći i najznačajniji vodotok.

2.2 Geološka građa

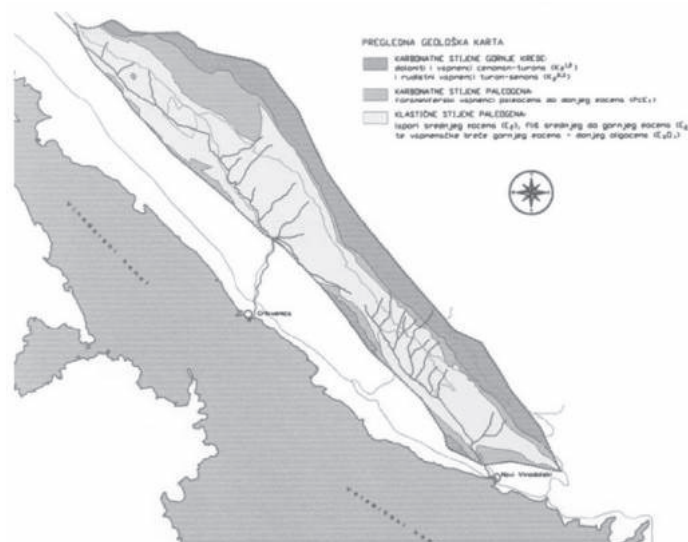
Prema podacima danim u *Prostornom planu područja posebnih obilježja Vinodolske doline* (Županijski zavod za razvoj, prostorno uređenje i zaštitu okoliša, 2004), a koji su preuzeti u nastavku, geološka građa analiziranog područja vrlo je složena.

Vinodolska dolina je krajnji jugoistočni dio veće morfološke cjeline koju osim te doline, tvore dolina Rječine, dolina Sušačke drage i depresija Bakarskog zaljeva. Sama Vinodolska dolina ima nepravilan eliptičan oblik najveće duljine do 23 km i širine do 4 km, te izlomljeno pružanje osnovnim smjerom SZ-JI. Sa sjeveroistočne strane Vinodolska dolina oštro je odvojena strmim padinama, čiji vrhovi mjestimice premašuju nadmorsku visinu od 700 m. Počevši od naselja Antovo prema jugoistoku, te padine poprimaju oblik gotovo vertikalnih litica visine preko 100 m. S jugozapadne strane dolina je odvojena od obala Vinodolskog kanala nižim primorskom bilom čiji vrhovi mjestimice imaju nadmorske visine 250 do 350 m. Cjelovitost primorskog bila je razbijena nizvodnim dijelom do-

lina Dubračine i Suhe Ričine Novljanske. Prijevojem kod naselja Križišće na sjeverozapadu, dolina je odvojena od depresije Bakarskog zaljeva. Prijevoj između naselja Saftići i Kričina dijeli samu Vinodolsku dolinu na veći sjeverozapadni i manji i jugoistočni dio, koji se postupno sužava i završava u zaleđu Novog Vinodolskog.

Vinodolska dolina ima u svom većem dijelu izrazito asimetričan poprečni profil s izrazito dužom sjeveroistočnom i znatno kraćom jugozapadnom padinom. Zato su najniže kote Vinodolske doline - korita Dubračine i Suhe Ričine Novljanske, smještene uz primorsko bilo. Veća zaravnjenja su sada potopljene prostor oko Tribaljskog jezera kao i Velo polje kod Pavlomira.

U području Vinodolske doline nalaze se litološki vrlo različite naslage. Naslage, krednog i paleogenskog perioda su litificirane pa tvore sedimentne stijene karbonatnog i klastičnog tipa. Mlađe pliocenske i kvartarne naslage su djelomični ili potpuni pokrivač na starijim stijenama. Stijene krednog perioda pripadaju gornjokrednoj epohi: cenoman-turonu ($K_2^{1,2}$) i turon-senonu ($K_2^{2,3}$). Drugi dio sedimentnih stijena pripada paleogenskoj epohi: paleocenu do donjem eocenu (PcE_1), srednjem eocenu (E_2), srednjem-gornjem eocenu ($E_{2,3}$) i gornjem eocenu-donjem oligocenu (E_3O_1) (Slika 2.).

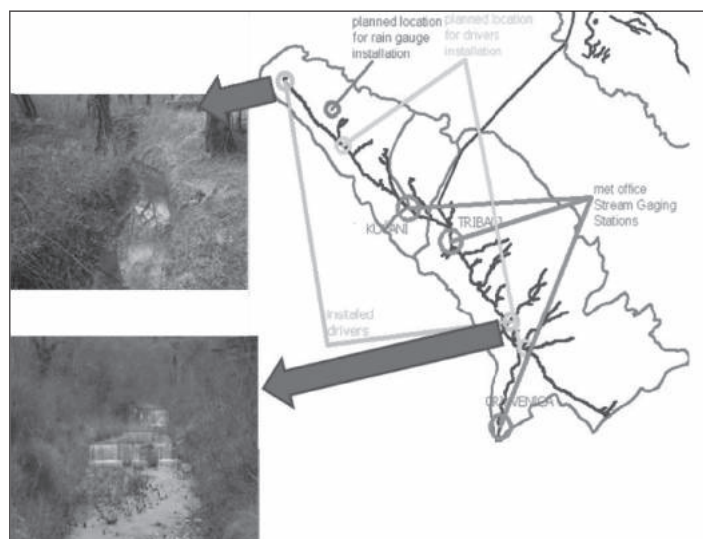


Slika 2. Pregledna geološka karta Vinodolske doline (Županijski zavod za razvoj, prostorno uređenje i zaštitu okoliša 2004.)

2.3 Opis uspostavljenih mjerenja

U sklopu istraživanja uspostavljena su stalna mjerenja vodostaja na dva hidrološka profila (Slani potok i izvor Dubračine) sa minutnom frekvencijom mjerenja vodostaja. Minutna frekvencija mjerenja je neophodna zbog bujičnog karaktera vodotoka, što je znatno otežalo obradu podataka. Vodostaji su mjereni tlačnim sondama Mini Diver proizvođača Schlumberger Water Services. Atmosferski pritisak je kompenziran podacima prikupljenim uređajem Baro Diver. Oborine su mjerene uređajem OTT-pluvio, razlučivosti

mjerenja visine oborina do jedne minute. Na Slici 3. prikazana je shema postavljene opreme. Udaljenost kišomjerne postaje od sliva Slanog potoka je osam kilometara što može uzrokovati određena odstupanja izmjerenih od stvarnih oborina u slivu. U daljnjim fazama projekta postaviti će se veći broj meteoroloških, oborinskih i hidroloških stanica.



Slika 3. Shema instalacije opreme i prikaz mjerenih profila

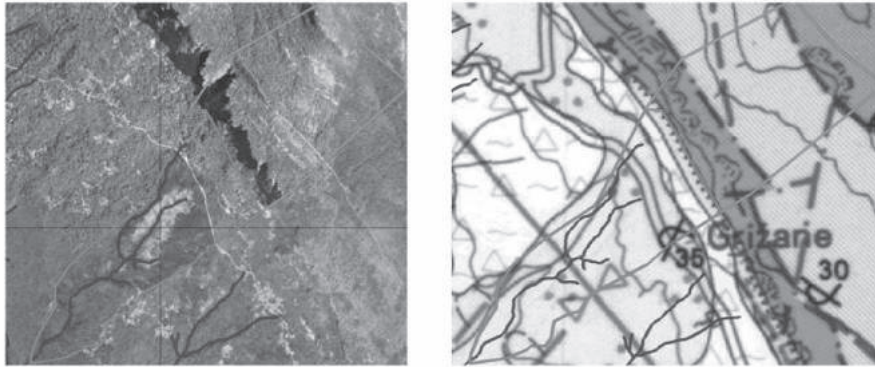
2.3.1. Slani potok

Sliv Slanog potoka površine je 2 km², pruža se od 50 do 700 m.n.m. (Slika 4.). Donji dio sliva površine 0,9 km² prekriven je flišom, te čini glavninu površinskog otjecanja. Gornji dio sliva je većinom krška zaravan sa koje su otjecanja zanemariva. Zbog toga su koeficijenti otjecanja Slanog potoka računati sa površinom sliva od 0,9 km², koja odgovara površini prekrivenoj flišom. U zoni kontakta fliša i krša nalazi se više preljevni izvora koji čine glavninu vodne bilance u sušnom razdoblju.

Sliv Slanog potoka je primjer kombiniranog djelovanja erozije. Teren zahvaćen pretjeranom (ekscenom) erozijom ima dimenzije 600 m po osi i 250 m po širini. Popratne pojave oko žarišta erozije, kao i u njemu samom, brojna su klizišta kao posljedica trošenja matičnih stijena flišnoga kompleksa i pretvaranja stijene u inženjersko tlo. Zahvaćena površina je veličine oko 3 km² pa su ugrožena okolna naselja Belgrad, Baretići, Grižane i Kamenjak, kao i okolne ceste. Retencije su gotovo u potpunosti ispunjene nanosom, uglavnom muljem.

Flišni kompleks u slivu Slanog potoka sastavljen je od silita i siltnih lapora s rijetkim proslojcima pješčenjaka. Obilježje materijala u žarištu je disperznost zbog prisutnosti čestica nanometarskih dimenzija i minerala sklonih bubrenju. To je razlog prekomjernoj erodibilnosti, kojoj pridonosi i tektonska deformiranost fliša. Tlo sadrži povećanu količinu otopljenog natrijevog iona u pornoj vodi, a indikator je mineral tenardit. Proces erodiranja zbiva se zbog prelaska koloidnih čestica gline u suspenziju u praktički stajaćoj vodi. Fenomen eflorescencije ili "cvjetanja" je posebno uočljiv tijekom sušnog razdoblja,

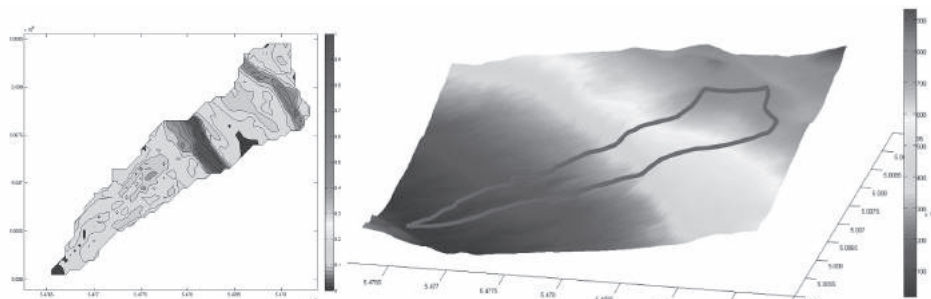
kada su na površini vidljive nakupine bijeloga praha koji je po sastavu mineral tenardit. Prah je gorko-slanog okusa što opravdava i naziv lokacije - Slani potok. Pokrivač na matičnoj stijeni (zona trošenja i padinske tvorevine) djeluje zaštitno. Međutim, jednom ogoljena flišna matična stijena ostaje dugotrajno izložena djelovanju atmosferilija, odnosno opetovanom vlaženju i sušenju, što vjerojatno uzrokuje promjenu obujma pojedinih litoloških članova fliša. Taj proces integrirano dovodi do premrežavanja stijene pukotinama sušenja kroz koje prodire padalinska voda. Konačna posljedica je razrahljivanje i razgradnja stijena, kao i njihovo postupno pretvaranje u inženjersko tlo (kategorije CW i RS). Tako nastao deluvijalni materijal ima svojstvo deformabilnosti plastičnim tečenjem, posebice kada je saturiran vodom. U određenim okolnostima te naslage su nestabilne pa nastaju klizišta slična onima na drugim lokacijama u Vinodolskoj dolini. Unatoč brojnim mjerama sanacije provedenih tijekom cijelog 20. stoljeća i dalje je izražen proces sveopće degradacije terena pa se navodi da stanje poprima svojstva "trajne elementarne nepogode" (Benac, Č., Jurak, V., Oštrić, M., Holjević, D. & Petrović, G. (2005))



Slika 4. Sliv Slanog potoka (orto-foto snimak (1:5000) i osnovna geološka karta (1:100000))

Srednji nagib sliva je 22%, nagibi se kreću u rasponu od 5% do 100% (Slika 5.), što sliv karakterizira kao veoma strm. Nagibi sliva determiniraju otjecanja i procese erozije. Vrijeme koncentracije sliva po Kirpichu je 15 minuta.

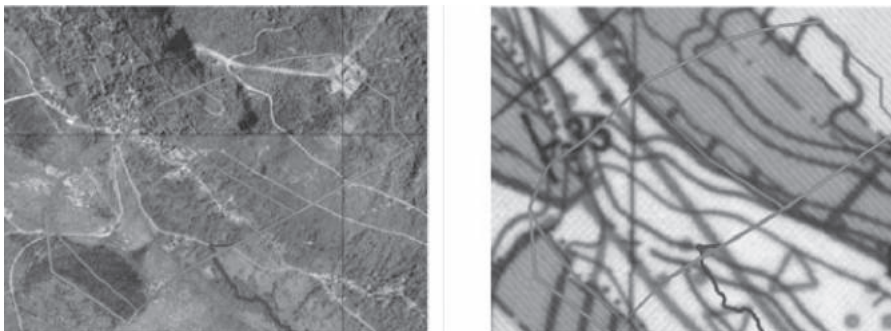
Ako se razmotri dio sliva na flišnoj podlozi srednji nagib sliva je 19%, vrijeme koncentracije je 9 minuta.



Slika 5. Karta nagiba sliva Slanog potoka.

2.3.2. Izvor Dubračine

Površina Sliva istraživanog profila na izvoru Dubračine je 0,9 km², od čega je 0,43 km² na flišnoj podlozi. Koeficijenti otjecanja određeni su na osnovi površine sliva u flišu. U zoni kontakta fliša i krša nalaze se izvor Dubračine i izvor Sitnik koji čine glavninu vodne bilance (*Slika 6.*).



Slika 6. Sliv Izvora Dubračine (orto-foto snimak (1:5000) i osnovna geološka karta (1:100000))

Srednji nagib sliva je 10%, vrijeme koncentracija sliva po Kiprichu je 9 minuta. Srednji nagib dijela sliva prekriven flišom je 6%, a vrijeme koncentracije iznosi 5 minuta.

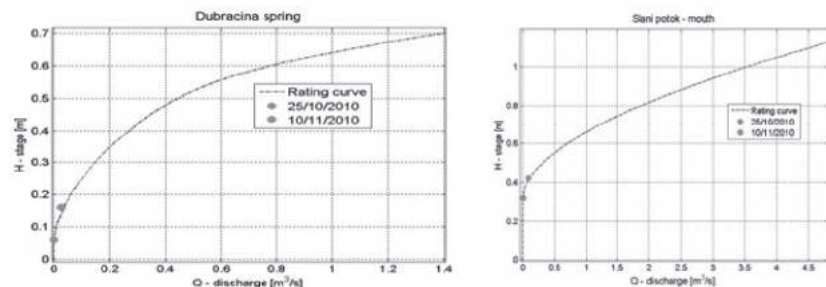
Otjecanje ovog sliva na izvoru Dubračine determinirano je utjecajem zamočvarenog područja zapadno od mjernog profila (*Slika 7.*).



Slika 7. Zamočvareno područje na izvoru Dubračine

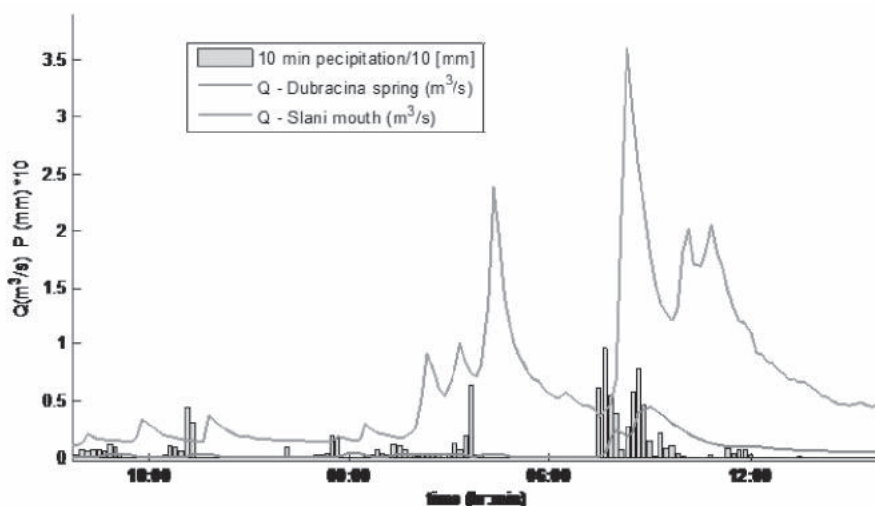
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Protoci mjerenih profila određeni su na osnovi konsumpcijskih krivulja, koje su konstruirane na osnovi mjerenja i hidrauličkih parametara profila (*Slika 8.*).



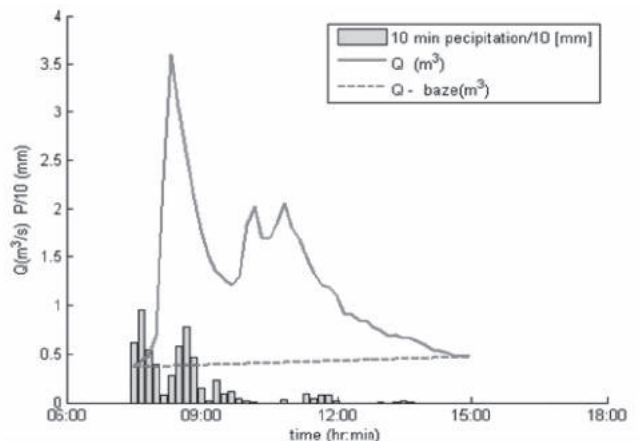
Slika 8. Konsumpcijske krivulje mjernih profila: Izvor Durbačine i Slani potok

Na *Slici 8.* prikazana je protočna krivulja i rezultati dva mjerenja protoka. Mjerenja pri većim protocima nisu napravljena zbog bujičnog karaktera vodotoka, te su moguća odstupanje vršnih protoka. O brzim prirastima vodostaja svjedoči zapis mjerenja dana 30.05.2010. godine, kada su protoke Slanog potoka porasle od 0,45 na 3,60 m³/s za 18 minuta, a recesija hidrograma je također bila brza (*Slika 9.*).



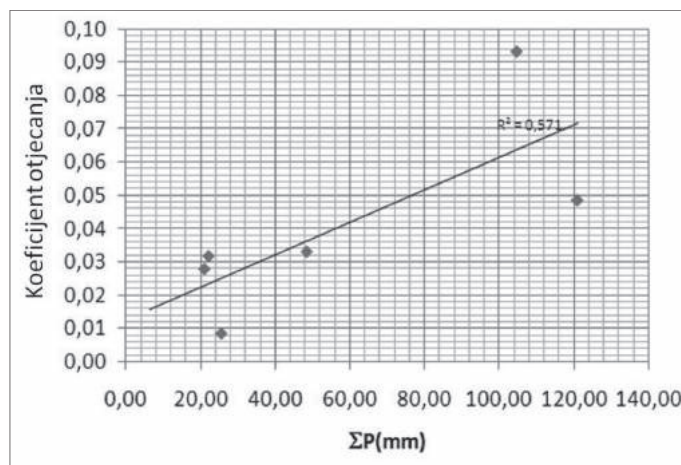
Slika 9. Hidrogram otjecanja i 10min intenziteti oborina mjerenih profila 30.05.2010. godine

Koeficijent otjecanja je definiran kao kvocijent otekle i pale oborine. Otekle oborine odnosno ukupne protoke mjernog profila tijekom pojedine kišne epizode određene su odvajanjem baznog od površinskog otjecanja na hidrogramu. Pala oborina određena je na osnovu zapisa oborina i površine sliva (*Slika 10.*). U ovom radu određeni koeficijenti otjecanja pojedine kišne epizode na osnovi površina donjih dijelova slivova koji su prekriveni flišom i imaju znatno veća otjecanja od gornjih dijelova sliva, koji su u kršu, kojeg karakterizira slabo ili nikakvo otjecanje.



Slika 10. Primjer hidrograma otjecanja i 10 min int. Oborina, Skani Potok 30.05.2010. godine

Koeficijenti otjecanja istraživanog profila na izvoru Duračine određeni su na primjeru 6 kišnih epizoda. Rezultati su prikazani na *Slici 11*.

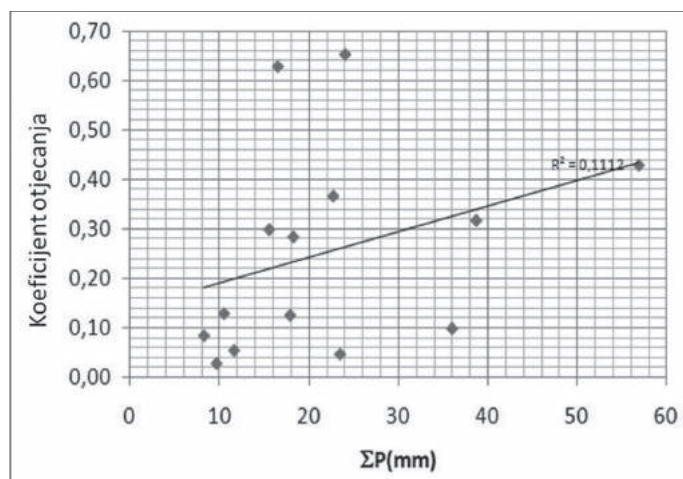


Slika 11. Koeficijenti otjecanja Izvora Dubračine

Koeficijenti površinskog otjecanja su veoma mali (do 0,10). Autori su najprije smatrali da je to rezultat greške u mjerenju odnosno obradi, no i nakon ponovljenih analiza rezultati su ostali isti, te se može zaključiti da su otjecanja mala zbog akumulacionog kapaciteta i evapotranspiracije zamočvarenog područja. U daljnjim istraživanjima preciznije će se odrediti koeficijenti površinskog otjecanja. Linearni regresijski model uspostavljen između koeficijenata otjecanja i oborina koje su izazvale otjecanja na izvru Dubračine pokazuje čvrstu vezu i daje koeficijent regresije $R^2=0,57$.

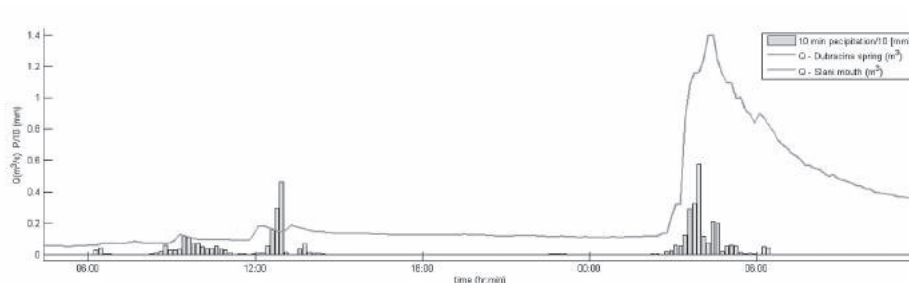
Koeficijenti otjecanja Slanog potoka određeni su na 13 kišnih epizoda. Koeficijenti

površinskog otjecanja ušća Slanog Potoka kreću se u rasponu od 0,03 do 0,70. *Slika 12.* prikazuje koeficijente otjecanja u ovisnosti o količini oborine kišne epizode.



Slika 12. Koeficijenti otjecanja Slanog Potoka

Najveće vrijednosti koeficijenta otjecanja Slanog potoka zabilježene su u studenom (19.11.2010.). Na *Slici 13.* prikazane su dvije kišne epizode, prva (18.11) je imala mali koeficijent otjecanja zbog prethodnog sušnog perioda. Tijekom druge kišne epizode (19.11.) palo je 24 mm oborina, tlo je bilo saturirano te je zabilježen koeficijent otjecanja 0,65.



Slika 13. Hidrogram otjecanja i 10 min int. oborina, Slani Potok 18-19.11.2010. godine

Najmanja vrijednost koeficijenta otjecanja zabilježena je 20.06.2010, iznosi 0,03. U tom je razdoblju evapotranspiracija vrlo visoka, a otjecanja se javljaju tek nakon obilnijih oborina.

Linearni regresijski model koeficijenata otjecanja i oborine koje su izazvale otjecanja na ušću Slanog potoka pokazuju slabu vezu i koeficijent regresije je $R^2=0,12$.

ZAKLJUČAK

Linearni regresijski model odnosa koeficijenata otjecanja i oborina koje su izazvale otjecanja na ušću Slanog potoka pokazuje slabu korelaciju ta dva parametra, dok je na izvoru Dubračine korelacija istih parametaradobra. Ta razlika uzrokovana je veličinom sliva, ali i udaljenosti meteorološke postaje od sliva Slanog potoka, koja iznosi 8 km.

Utjecaj vegetacije tijekom vegetativnog perioda na otjecanja Slanog potoka su značajna. To najbolje pokazuje koeficijent otjecanja tijekom oborinske epizode od 20 mm, koji je u lipnju 2010. iznosio 0,03, a u studenom 0,65. Otjecanja Slanog potoka ovise o sezoni ali i o ukupnim oborinama, odnosno saturiranosti tla. Najveće protoke na Slanom potoku tijekom spomenutih mjerenja od cca. 3,60 m³/s, zabilježene su 30.5.2010. U slučaju da su te oborine pale tijekom kasne jeseni ili zime, velika je vjerojatnost da bi protoke i koeficijenti otjecanja bili znatno veći.

Vršni koeficijenti otjecanja na profilu izvora Dubračine su izrazito mali (do 0,10), vjerojatno posljedica retencionog kapaciteta zamočvarenog područja. Koeficijenti otjecanja dva istražena sliva trebala bi biti podjednaka uzimajući u obzir fizičke karakteristike slivnog područja. Naime, Slani potok ima veći, izduženiji i strmiji sliv, izvor Dubračina ima manji, blaži i zaobljeni sliv. Otjecanja sa manjih slivova u pravilu su veća. No na ovim primjerima razlike otjecanja su značajne, te istraženi sliv na izvoru Dubračine može biti ogledni primjer prirodnog sustava obrane od poplave malih slivova. Potrebno ga je kvalitetno istražiti, te poštovati prostorno plansku dokumentaciju po kojoj je to područje zaštićeno.

LITERATURA

- [1] Benac, Č., Jurak, V., Oštrić, M., Holjević, D. & Petrović, G. (2005): *Pojava prekomjerne erozije u području Slanog potoka (Vinodolska dolina)*. –In: *Knjiga sažetaka 3. Hrvatskog geološkog kongresa*, 173-174 (I. VELIĆ, I. VLAHOVIĆ & R. BIONDIĆ, eds.), Opatija, rujan 2005. Hrvatski geološki institut, Zagreb.
- [2] Fiorentino, M., Iacobellis, V. (2001): *New insights into the climatic and geologic controls on the probability distribution of floods*. *Water Resources Research* 37 (3), 721–730.
- [3] Grimani, I., Šušnjar, M., Bukovac, J., Milan, A., Nikler, J., Crnolatac, J., Šikić, I., Blašković, I. (1973): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000 – list Crikvenica*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd.
- [4] Merz, R., Blöschl, G. (2009): *A regional analysis of event runoff coefficients with respect to climate and catchment characteristics in Austria*. *Water Resources Research*. doi:10.1029/2008WR007163
- [5] Rubinić, A. (2009): *Hidrologija sliva Dubračine*. Arhiva Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. Rijeka, npublicirano.
- [6] Županijski zavod za razvoj, prostorno uređenje i zaštitu okoliša. (2000): *Prostorni plan Primorsko-goranske županije*. Stručna dokumentacija. Rijeka, npublicirano.
- [7] Županijski zavod za razvoj, prostorno uređenje i zaštitu okoliša. (2004): *Prostorni plan područja posebnih obilježja Vinodolske doline*. Stručna dokumentacija. Rijeka, npublicirano.

Ovaj je članak nastao kao rezultat rada na Međunarodnom hrvatsko-japanskom znanstvenom projektu *Identifikacija rizika i planiranja korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj (Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia)*, Radna grupa za poplave i blatne tokove (Flash flood and debris flow working group) koju sa hrvatske strane vodi prof.dr.sc. Nevenka Ožanić sa Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, a sa japanske prof.dr.sc. Yousuke Yamashiki, DPRI, Kyoto University.

AUTORI

Igor Ružić, dipl.ing.građ. ^a

Ivana Sušanj, dipl.ing.građ. ^a

prof. dr. sc. Nevenka Ožanić, dipl.ing.građ. ^a

mr. sc. Elvis Žic, dipl.ing.građ. ^a

Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci; Viktora Cara Emina 5; 51000 Rijeka, Hrvatska,
e-mail: {igor.ruzic, ivana.susanj, nozanic, elvis.zic}@gradri.hr;