



DANI | **NAPREDAK**
GOSPODARENJA | **KROZ**
VODAMA | **ZNANOST**
2013 | S MEĐUNARODNIM
SUDJELOVANJEM

25. i 26. rujna 2013. / Hotel International / Zagreb

ZBORNIK RADOVA



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET



HRVATSKE VODE



HRVATSKO DRUŠTVO ZA
ODVODNJU I NAVODNJAVANJE



HRVATSKO HIDROLOŠKO
DRUŠTVO

2. STRUČNO-ZNANSTVENI SKUP
DANI GOSPODARENJA VODAMA 2013
NAPREDAK KROZ ZNANOST

S MEĐUNARODNIM SUDJELOVANJEM
Zagreb, 25.-26. rujna 2013.

2ND PROFESSIONAL & SCIENTIFIC CONFERENCE
WATER MANAGEMENT DAYS 2013
PROGRESS THROUGH SCIENCE
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
Zagreb, September 25th-26th 2013

ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS

Zagreb, rujan 2013.

IZDAVAČ:

Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Kačićeva 26, 10000 Zagreb

UREDNIK:

Doc.dr.sc. Damir Bekić

GRAFIČKA PRIPREMA:

Marko Nujić
Igor Kerin

TISAK:

Uvez d.o.o.
Klake 7, 10290 Zaprešić

ISBN: 978-953-6272-55-6

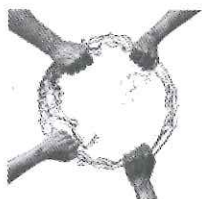
Autori radova su u potpunosti odgovorni za sadržaj i oblik svojih radova. Izdavač, urednik i organizatori Skupa ne snose odgovornost za stavove iznesene u ovom Zborniku.



Sadržaj

1. HRVATSKO DRUŠTVO ZA ODVODNJU I NAVODNJEVANJE (HDON)
1963-2013.
Danko Holjević, Josip Marušić 1
2. HIDROLOŠKO-HIDRAULIČKA ANALIZA VODENOG VALA RIJEKE DRAVE
5.11.2012. NA ŠIREM PODRUČJU HE VARAŽDIN
Damir Bekić, Ana Mioč, Igor Kerin 41
3. UBLAŽAVANJE NEPOGODA KOD POPLAVA I ODRONA ZEMLJE U
HRVATSKOJ KROZ HRVATSKO-JAPANSKU SURADNJU
*Nevenka Ožanić, Barbara Karleuša, Nevena Dragičević, Ivana Sušanj, Elvis
Žic, Igor Ružić, Nino Krvavica* 63
4. TWINNING PROJEKT „RAZVOJ KARATA OPASNOSTI OD POPLAVA I
RIZIKA OD POPLAVA U HRVATSKOJ“
Mario Cerutti, Alan Cibilić, Danko Biondić, Sanja Barbalić, Darko Barbalić 95
5. POTAPANJE POLIETILENSKIH PODMORSKIH ISPUSTA
Ana Ivančić Aučina 107
6. SIMULACIJSKI MODEL NESTACIONARNOG TEČENJA SREDNJEG
POSAVLJA
Dario Kolarić, Berislav Brkić 127
7. PROMJENE U UPRAVLJANJU VODAMA USLIJED PRIKLJUČENJA
REPUBLIKE HRVATSKE EUROPSKOJ UNIJI
Željko Vodička, Elizabeta Kos, Vladimir Šimić 155
8. ISPITIVANJA KOEFICIJENTA PROPUSNOSTI TLA NA KANALU ZA
NAVODNJEVANJE BIĐ-BOSUTSKOG POLJA
Danijela Marčić, Meho Saša Kovačević, Mladen Cvetković 171
9. INSPIRE I PRIPADAJUĆI HIDROGRAFSKI MODELI
Andrej Abramić, Valdo Cetl, Vanda Nunes de Lima 201
10. VIŠENAMJENSKO VREDNOVANJE FUNKCIJE LUKOBRANA NA
PRIMJERU SEKUNDARNOG LUKOBRANA LUKE GAŽENICA
Ivo Barbalić, Jure Barbalić 211

11. PRIKAZ PROBOJA DRAVSKOG NASIPA KOD NASELJA OTOK VIRJE <i>Goran Gjetvaj, Filip Gjetvaj</i>	225
12. RISK MANAGEMENT AND MOUNTAIN NATURAL HAZARDS <i>Matjaž Mikoš</i>	245
13. UTJECAJ IZBORA RUBNIH UVJETA NA REZULTATE MODELA CIRKULACIJE MORA <i>Goran Lončar, Marin Paladin, Goran Gjetvaj</i>	269
14. IZGRADNJA VELIKIH SUSTAVA ZA NAVODNJAVANJE U SLOVENIJI: ISKUSTVA ZA BUDUĆNOST <i>Rozalija Cvejić, Miran Klinc, Marina Pintar</i>	283
15. STANJE PROVEDBE PROJEKTA NAPNAV <i>Marinko Galiot, Danko Holjević, Anita Brajković, Josip Marušić</i>	295
16. TLAK VALA NA VERTIKALNI ZID <i>Marko Pršić</i>	311
17. IMPLEMENTACIJA ZAJEDNIČKIH PRINCIPA ZA RAZVOJ PLOVNIH PUTOVA I ZAŠTITU OKOLIŠA-PRIMJER RIJEKE SAVE <i>Željko Milković, Mato Brnardić</i>	341
18. PRIKAZ NAPREDNIH NUMERIČKIH MODELA ZA PRORAČUNE DEFORMACIJA VJETROVNIH MORSKIH VALOVA <i>Dalibor Carević, Kristina Potočki</i>	359
19. PRIMJER PRIMJENE EKSPERTNOG SUSTAVA I GIS-A PRI UREĐENJU MALIH SLIVOVA <i>Marina Barbalić, Josip Petraš</i>	379
20. PRIMJENA KARATA OPASNOSTI I RIZIKA OD POPLAVE U PROSTORNO-PLANSKOJ DOKUMENTACIJI <i>Damir Bekić, Eamon McKeogh</i>	397
21. MULTIFUNKCIONALNI VALNI DISIPATORI S PRIMJENOM NA PLAŽI MOŠČENIČKA DRAGA <i>Kruno Fafandžel, Davorin Medaković, Dalibor Carević</i>	413



UBLAŽAVANJE NEPOGODA KOD POPLAVA I ODRONA ZEMLJE U HRVATSKOJ KROZ HRVATSKO-JAPANSKU SURADNJU

*Nevenka Ožanić¹, Barbara Karleuša², Nevena Dragičević³,
Ivana Sušanj⁴, Elvis Žic⁵, Igor Ružić⁶, Nino Krvavica⁷*

SAŽETAK:

U radu su prikazani ciljevi, aktivnosti i dosadašnji rezultati provedenih istraživanja vezanih uz bilateralan hrvatsko-japanski projekt "Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj", s naglaskom na aktivnosti Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci u okviru Radne grupe za blatne tokove i poplave (Working group 2, WG2). Aktivnosti Projekta provode se na pilot područjima koja se nalaze u blizini gradova gdje su smještena tri partnerska hrvatska sveučilišta, tj. u Rijeci, Zagrebu i Splitu. Pilot područja na širem riječkom području obuhvaćaju slivove Dubračine - Slanog Potoka, Mošćeničke Drage i Rječine.

Ključne riječi: ublažavanje nepogoda, poplave, odroni zemlje

ABSTRACT:

This paper presents the objectives, activities and research results as outcomes from the bilateral Croatian – Japanese project „Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods”, with the accent on the Faculty of Civil Engineering (University of Rijeka) activities within Mud flow and flash flood working group (Working group 2 – WG2). The project activities are carried out on the pilot areas near cities in which three partner Croatian Universities are located (Rijeka, Zagreb and Split). Pilot areas near the Rijeka city are the catchments of the Dubračina, Mošćenička Draga and Rječina rivers.

Keywords: disaster mitigation, floods, landslides

¹ prof.dr.sc. Nevenka Ožanić, mag.ing.aedif., Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, nozanic@gradri.hr

² prof.dr.sc. Barbara Karleuša, mag.ing.aedif., Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, barbara.karleusa@gradri.hr

³ Nevena Dragičević, mag.ing.aedif., Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, nevena.dragicevic@gradri.hr

⁴ Ivana Sušanj, mag.ing.aedif., Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, ivana.susanj@gradri.hr

⁵ mr.sc. Elvis Žic, mag.ing.aedif., Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, elvis.zic@gradri.hr

⁶ Igor Ružić, mag.ing.aedif., Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, igor.ruzic@gradri.hr

⁷ Nino Krvavica, mag.ing.aedif., nino.krvavica@gradri.hr

1 UVOD

Hazardni događaj je prirodni fenomen koji se javlja na naseljenom području i čije posljedice su gubitak ljudskih života i/ili značajne materijalne štete. Takav fenomen naziva se prirodna katastrofa. Isti događaj na nenaseljenom području i području koje nije od interesa za čovjeka ne karakterizira se kao katastrofalni događaj te je rijetko predmetom detaljnije analize.

Suše, poplave, bujične poplave, tečenje nekoherentnog materijala, tečenje stijenske mase, neki su od primjera prirodnih pojava s mogućim katastrofalnim posljedicama. Ove je pojave nemoguće izbjeći, ali na njihov ishod, odnosno na razmjer njihovih posljedica, čovjek može utjecati, kako pozitivno, smanjujući razmjer potencijalnih šteta, tako i negativno, doprinoseći većoj šteti nego bi je sam prirodni događaj uzrokovao [1].

Na bujične poplave i erozijske procese utječe veliki broj prirodnih, ali i antropogenih faktora. Kombinacija više različitih faktora, koji pojedinačno ili u kombinaciji mogu postati faktori „pokretači“, najčešće je uzrok katastrofalnih događaja [2].

Pojave poplava, blatnih tokova i aktivnih klizišta, uspostava njihova monitoringa, sustavi ranog upozoravanja za poplave i klizišta prilagođeni hidrološkim i geološkim uvjetima na tim područjima, definiranje zona hazarda metodama procjene osjetljivosti i hazarda na osnovi lokalnih geoloških uvjeta dio su istraživačkih aktivnosti usmjerenih ka ublažavanju i prevenciji budućih katastrofalnih događaja na nekom prostoru. Upravo su te aktivnosti obuhvaćene bilateralnim hrvatsko-japanskim, znanstveno-istraživačkim projektom „Identifikacija rizika i planiranje 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) [3].

Projekt je pokrenut 2008. godine, kada je izabran na natječaju kao jedan od projekata u programu „Znanstveno i tehnološko istraživačko partnerstvo za održivi razvoj“ (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development, SATREP) kojega financiraju Japanska agencija za znanost i tehnologiju (Japan Agency for Science and Technology-JST) i Japanska agencija za međunarodnu suradnju (Japan International Cooperation Agency-JICA). U okviru SATREP programa omogućeno je zajedničko istraživanje japanskih i hrvatskih znanstvenika, a iz programa se financiraju troškovi međunarodne razmjene istraživača i donira se oprema za implementaciju aktivnosti projekta. Japanske partnerske institucije u projektu su Sveučilište u Niigati (The Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery), Sveučilište u Kyotu (Disaster Prevention Research Institute, DPRI) i neprofitna organizacija Međunarodni konzorcij za klizišta (International Consortium on Landslides, ICL). Projekt je sufinanciran i nadziran od strane Ministarstva

znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske. Hrvatske partnerske institucije u projektu su tri hrvatska sveučilišta, Sveučilište u Rijeci (Građevinski fakultet), Sveučilište u Zagrebu (Rudarsko-geološko-naftni fakultet i Agronomski fakultet) i Sveučilište u Splitu (Građevinsko-arhitektonski fakultet), kao i Hrvatski geološki institut. Vrijednost projekta je oko 4 milijuna USD uz duljinu trajanja od 5 godina, a u njemu sudjeluje približno 15 istraživača iz Japana te 20-tak iz Hrvatske. Voditelj projekta s japanske strane je prof.dr.sc. Hideaki Marui sa Sveučilišta u Niigati, a voditelj s hrvatske strane je prof.dr.sc. Nevenka Ožanić sa Sveučilišta u Rijeci. U okviru ovog projekta provode se međunarodna istraživanja u Hrvatskoj koja se bave procjenom i ublažavanjem hazarda i rizika od poplava i klizišta u Hrvatskoj. Jedan od glavnih ciljeva projekta je analiza geohazarda i razvoj smjernica za primjenu rezultata Projekta u sustavu prostornog uređenja. Aktivnosti projekta provode se na pilot područjima koja se nalaze u blizini gradova gdje su smještena tri partnerska hrvatska sveučilišta, tj. u Rijeci, Zagrebu i Splitu.

U okviru projekta provodi se više grupa istraživanja i analiza:

- identifikacija i kartiranje klizišta,
- sustavni složeni monitoring klizišta,
- ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava tala i stijena,
- modeliranje dinamike klizanja tla,
- modeliranje propagacije poplavnih valova i blatnih tokova;
- kontinuirani monitoring toka sedimenata,
- zoniranje osjetljivosti i hazarda klizanja,
- uspostavljanje sustava ranog upozoravanja i
- razvoj mjera ublažavanja rizika kroz sustav prostornog uređenja.

Vrednovanje Projekta zajednički provode JICA (Japan International Cooperation Agency) i hrvatska institucija zadužena za Projekt (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH). Prvo cjelovito vrednovanje provedeno je 23. veljače 2012., kako bi se ispitala razina izvođenja i ostvarenja. Rezultati provedbe Projekta ocijenjeni su visokom ocjenom što je i potpisano u Izvješću 13. srpnja 2012. u Zagrebu (slika 1.). Drugo i završno vrednovanje Projekta planirano je u prosincu 2013.

Aktivnosti projekta organizirane su u tri radne grupe. Svrha ovoga rada je dati kratak prikaz aktivnosti Projekta kao i praktičnu primjenu rezultata istraživanja s posebnim naglaskom na aktivnosti radne grupe za poplave i blatne tokove na području Primorsko-goranske županije.

U okviru Radne grupe za klizišta (Working Group 1, WG1) provode se aktivnosti sustavnog složenog monitoringa klizišta u realnom vremenu, laboratorijske analize uzoraka tla te numeričke analize ponašanja klizišta u statičkim i dinamičkim uvjetima na odabranim klizištima. Laboratorijsku opremu, uključujući novo razvijeni prstenasti aparat za izravno smicanje, software za analize

stabilnosti klizišta i opremu za sustave sveobuhvatnog monitoringa klizišta donirala je Vlada Japana.

U okviru Radne grupe za poplave i blatne tokove (Working Group 2, WG2) provode se aktivnosti sustavnog opažanja meteoroloških i hidroloških parametara na predviđenim slivnim područjima i koritima vodotoka (rijekama, bujicama i bujičnim područjima) u realnom vremenu, numeričke i hidrološke analize mjerenih parametara te izrada simulacijskih modela poplava, blatnih tokova i tečenja na analiziranim područjima za potrebe izrade sustava ranog upozoravanja na spomenute pojave, a sve prilagođeno hidrološkim i geološkim uvjetima u Hrvatskoj.

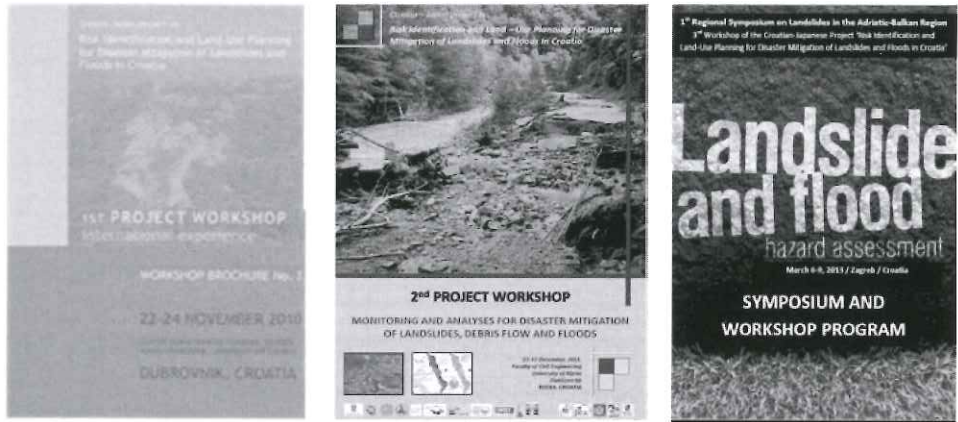


Slika 1. Potpisivanje Izvješća o provedbi Projekta (voditelji projekta, direktor projekta - MZOS i JICA) u prisustvu japanskog ambasadora u RH 13.07.2012.

Neophodnu mjernu i istraživačku opremu, softwareske programe te opremu za sustave meteoroloških i hidroloških opažanja u najvećem je dijelu donirala Vlada Japana. Za potrebe analize odabranih istražnih područja u okolici Rijeke i Splita dio opreme osigurao je Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci. U ovom radu dat će se prikaz aktivnosti članova Radne grupe za poplave i blatne tokove s Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci na pilot područjima u široj riječkoj okolici, a ona obuhvaćaju slivove Dubračine - Slanog Potoka, Mošćeničke Drage i Rječine.

Aktivnostima Radne grupe za kartiranje hazarda i razvoj uputa za primjenu u prostornom planiranju (Working Group 3, WG3) obuhvaćen je razvoj inventara klizišta pomoću tehnika daljinskih istraživanja [4, 5] te razvoj metoda analize i zoniranja hazarda klizanja [6, 7, 8]. Softver i hardver, kao i ulazne podatke, koji uključuju stereo parove avionskih snimaka, digitalne modele visina, podatke LiDAR-a (eng. Light Detection and Ranging) i satelitske snimke donirat će Vlada Japana. Aktivnosti projekta koje slijede su primjena rezultata projekta (karata i digitalnih podataka) u jedinicama lokalne uprave, u obliku uputa za primjenu u sustavu prostornog uređenja i gradnje.

U studenom 2010., prosincu 2011. i ožujku 2013. godine u Hrvatskoj su organizirane znanstvene radionice Projekta sa svrhom diseminacije rezultata projekta između članova Projekta, ali i znanstvenika iz drugih institucija iz regije (slike 2. – 5.). Radionice doprinose i uspostavljanju regionalne suradnje, što je značajno za održivost rezultata Projekta i nakon što isti završi u ožujku 2014.



Slika 2. Naslovnice programa prve, druge i treće radionice Projekta.



Slika 3. Sudionici 2. radionice Projekta održane u Dubrovniku (studeni 2010.).



Slika 4. Sudionici 2. radionice Projekta održane na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci (prosinac 2011.).



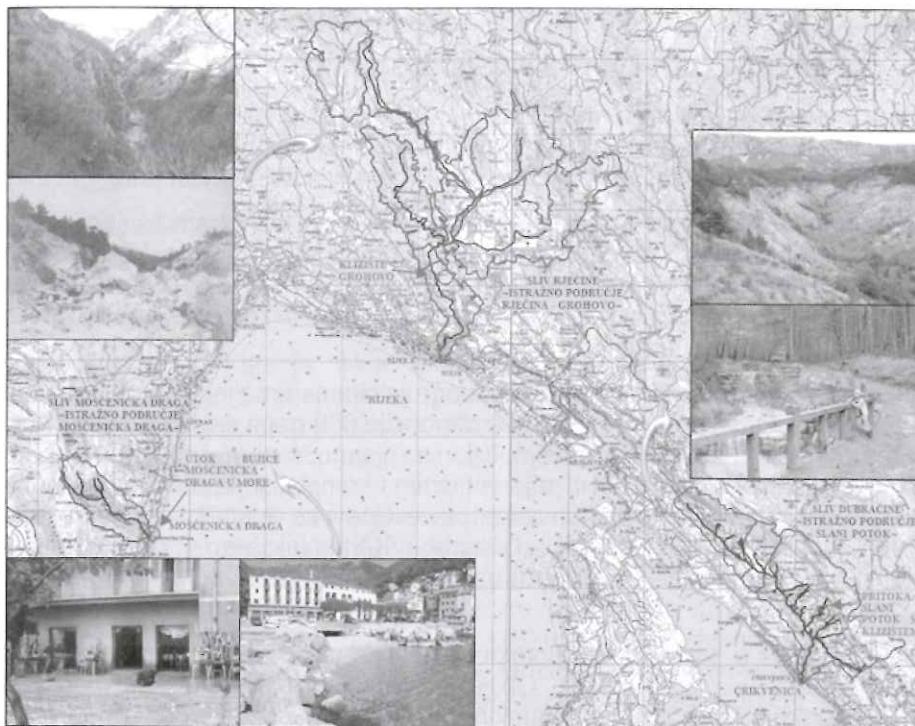
Slika 5. Sudionici 3. radionice Projekta održane u Zagrebu (ožujak 2013.).

2 ISTRAŽIVANJA GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U RIJECI U SKLOPU RADNE GRUPE ZA BLATNE TOKOVE I POPLAVE

2.1 Uvodno o područjima na kojima se provode istraživanja

Projekt „Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj” u široj Riječkoj okolini obuhvaća tri istražna područja (slika 6.).

Jedno istraživačko područje predstavlja sliv Rječine i unutar njega aktivno klizište Grohovo koje se nalazi na sjevernoj padini doline Rječine. Vodotok Rječina bujičnog je karaktera znatnih oscilacija protoka tijekom godine, velikim produkcijama i pronosom nanosa, kao i prostorne varijabilnosti u geometriji. Kroz povijest dokumentiran je niz potresa, poplava i pojava nestabilnosti na padinama doline Rječine. Krajem 19. stoljeća na toj je lokaciji registrirana višestruka pojava klizanja kao i učestale poplave čije su posljedice bile katastrofalne. Grohovo je najveće poznato aktivno klizište u jadranskom pojasu Republike Hrvatske. Nažalost, sanacija klizišta nikada nije do kraja sprovedena, a njegovo bi ponovno pokretanje, uzrokovano intenzivnim oborinama, podlokavanjem padina uz korito vodotoka i/ili potresom, moglo uzrokovati značajan pronos materijala duž vodotoka kao i pregrađivanje samog korita Rječine. Lom tako nastalih barijera, prelijevanje brane Valići uslijed podizanja razine vode u samoj akumulaciji, kao posljedice aktiviranja klizišta uzvodno od brane te, u najgorem slučaju, lom brane neki su od scenarija koji bi potencijalno mogli ugroziti ljudske živote, prirodu i materijalna dobra nizvodnog područja i samog centra grada Rijeke [10,11,13].



Slika 6. Istražna područja u široj okolici Rijeke obuhvaćena projektom [6,7,8,9].

Drugo istraživačko područje nalazi se na sjevernoj padini Vinodolske kotline u dolini rijeke Dubračine. Ono obuhvaća sliv i klizište bujice Slani Potok. Podaci o ugroženosti ovog područja od erozije uz vodotoke Slani Potok i Mala Dubračina datiraju još iz kraja 19. stoljeća. Sanacija je provedena više puta uređivanjem objekata na vodotocima s namjerom smanjenja brzine toka vode u periodima velikih oborina i nastanka bujica, međutim nije spriječila daljnje povećanje površina zona erozije. Zbog toga na tom području postoji opasnost od približavanja nestabilnosti naseljima u sjevernom dijelu područja i posljedičnog ugrožavanja dobara nizvodno [10,13].

Treća istraživačka lokacija se nalazi u općini Mošćenička Draga koja je smještena jugozapadno od Rijeke. Ona obuhvaća obalno područje i slivno područje bujičnog vodotoka koji prolazi kroz sam centar Mošćeničke Drage gdje se ulijeva u more. Na ovom području poznatom po učestalim poplavama značajan je utjecaj olujnih nevremena, valova i morskih mijena na potencijalne bujične i površinske poplavne vode [10].

Izabrana pilot područja razlikuju se po svojim hidrološkim i geološkim karakteristikama, ali i mogućim posljedicama. Poplavne vode ovih područja mogu znatno utjecati te uzrokovati velike štete na nizvodnim urbanim područjima, odnosno u centru Rijeke, Crikvenice i Mošćeničke Drage, što je u povijesti i zabilježeno.

2.2 Sliv rijeke Dubračine – sliv Slanog potoka

Unutar Projekta na području sliva Slanog Potoka (slika 5.) u okviru Radne grupe za poplave i blatne tokove (WG2) provode se aktivnosti sustavnog opažanja meteoroloških i hidroloških parametara.

Sliv Slanog potoka dio je sliva Dubračine koji se nalazi u središnjem dijelu Vinodolske doline, a izdvojena je geografska cjelina istočnog kvarnerskog prostora [14]. U geografskom smislu Vinodol je jedinstvena prostorna cjelina između Križišća na sjeverozapadu i Novog Vinodolskog na jugoistoku te primorja uz Vinodolski kanal.

Sliv Slanog potoka je primjer kombiniranog djelovanja erozije. Teren zahvaćen pretjeranom (eksczesnom) 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 [15,16].

Flišni kompleks u slivu Slanog potoka sastavljen je od siltita i siltnih lapora s rijetkim prosljocima pješćenjaka. 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 [15,17].

Sliv Slanog Potoka se proučava ili djelomično sanira dugi niz godina. Prvi korak ka boljem shvaćanju procesa koji se događaju na području Slanog potoka je pregled raspoložive dokumentacije vezane za izradu podloga, istraživanja, sanacija i prijedloga sanacije. U razdoblju od 1965. do 2010. godine izrađen je niz projekata, idejnih projekata i elaborata za sanacije na slivu Slanog Potoka i slivu Male Dubračine od kojih se u nastavku spominju oni izvedeni. „Glavni projekt uređenja klizišta na lijevom pobočju srednjeg toka ispod sela Kamenjak“ (Opća vodna zajednica, 1965.) je izrađen u svrhu osiguranja novoasfaltirane ceste Podbadanj-Kamenjak i dijela naselja Kamenjak, a čiji su radovi u cijelosti realizirani. „Elaborat o neposrednoj zaštiti dionice ceste Grižane-Kamenjak“ (Geotehnika, 1976.) obuhvaća klizište na slivu Male Dubračine i radovi iz tog projekta su izvedeni. Tijekom 1981. i 1982. godine su Hidroprojekt i nedavno 2010. godine, Institut za Elektoprivredu i energetiku d.d. izradili sveukupno četiri idejna projekta u svrhu sanacije područja Slanog Potoka i Male Dubračine, no ti projekti nikada nisu dosegli razinu glavnih projekata pa time nisu nikada niti izvedeni na terenu [18].

Za područje Slanog Potoka i šire obavljen je i niz geoloških, inženjerskogeoloških, hidrogeoloških i geomehaničkih ispitivanja te su izrađeni elaborati. Istraživanja na predmetnom području započela su još 1957. godine a

niz istraživanja proveli su Geološki institut SR Hrvatske i IGH SRH (1957.), Rijekaprojekt – geotehničko istraživanje (1965.), Institut za geološka istraživanja SRH (1968.), IGH Zagreb (1974.), Geoexpert Zagreb (1976.), Općina Crikvenica, OVP Rijeka (1977.), RGN (1980.), IGH PC Rijeka (2000.) i RGN (2001.). Provedeno je sondiranje tla te laboratorijsko ispitivanje niza uzoraka s ciljem utvrđivanja fizičko-mehaničkih značajki uzoraka, a izveden je niz piezometara, iscrtane su karte kliznih ploha i detaljne geološke karte [18].

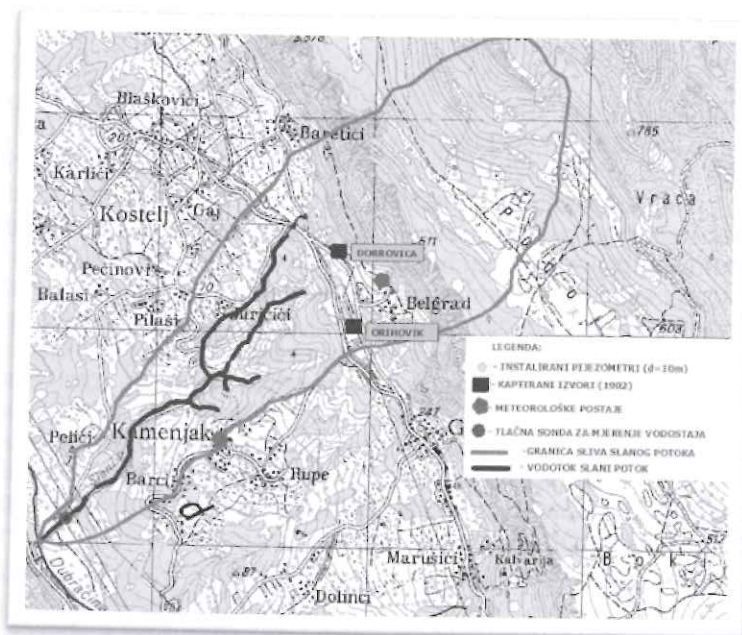
Većina spomenutih projekata sanacije nije izvedena niti korištena za potpuno rješavanje problema ekscesivne erozije, pojave lokalnih klizišta i bujica, a za neke sanacije izvedene na terenu niti ne postoji projektna dokumentacija ili je ista izgubljena.

Cjelokupnu sliku stanja sliva moguće je dobiti kroz uvid u postojeću dokumentaciju te detaljan obilazak sliva. Tijekom 19. stoljeća na području Slanog Potoka izgrađen je sustav primarnih poprečnih objekata na vodotoku (bujične pregrade) te je provedena djelomična površinska odvodnja zidanim jarcima i kinetama, podzemna odvodnja sustavom procjednica i djelomično pošumljavanje dijelova zahvaćenih erozijom, a početkom 20. stoljeća kaptirana su dva primarna izvora u svrhu vodoopskrbe (Izvor Dobrovica i Izvor Orihovik). U razdoblju od 1937. do 1941. godine izgrađena je velika zidana pregrada ispod Juričića stijene koja je nadvišena zemljanim nasipom do visine od 11 metara te obuhvatna kineta ukupne dužine od 925 metara na desnoj pritoci Slanog Potoka koja se proteže od ceste Sušik – Grižane a ulijeva se u glavni tok ispod konsolidaciono-retencione temeljne pregrade. U srednjem i donjem toku Slanog Potoka vršena je izgradnja sekundarnih pregrada u svrhu zaustavljanja pronosa nanosa. Oko 1950. godine izrađen je cjelokupni sustav sekundarnih pregrada i pragova s prilaznom cestom s ostalim pratećim objektima za cijelu dužinu vodotoka. U razdoblju od 1953. do 1965. godine trajali su radovi vezani za obnovu drenažnih rovova ispod Juričića stijena i ispod naselja Rupa koji, uz sustavno održavanje i izradu primarnih i sekundarnih pregrada, nisu spriječili da katastrofalne bujice 1964. godine izazovu velike štete na objektima i na samom slivu te aktiviraju lokalna klizanja terena i izazovu povećanje erozije. Godine 1965. uređen je dio klizišta na lijevom pobočju srednjeg toka ispod sela Kamenjak u svrhu zaštite ceste Podbadanj – Kamenjak [18]. Nakon 1965. godine izvedena su već ranije spomenuta istraživanja te izrađeni idejni projekti. Redoviti zahvati na predmetnom području su čišćenje korita od vegetacije u svrhu održavanja protočnosti, no čišćenje zaplavnog prostora bujičnih pregrada i njihova obnova nije napravljena već godinama.

Kako je već ranije rečeno, na ovom području s vrlo kompleksnom problematikom izrađen je veći broj geoloških, hidrogeoloških i geomehaničkih ispitivanja dok jednako važna, detaljnija hidrološka i meteorološka istraživanja nisu napravljena. Kako se meteorološki podaci s mjernih postaja Rijeka i Crikvenica, koji su u vlasništvu Državnog hidrometeorološkog zavoda, zbog udaljenosti i različito geografski uvjetovanih oborina ne može u potpunosti uzimati kao relevantne, u sklopu Hrvatsko – Japanskog projekta krenulo se u mjerenje i analizu meteoroloških i hidroloških parametara s ciljem izrade

hidrološkog modela na slivu Slanog Potoka, ali i šire na području sliva rijeke Dubračine. Pokretač procesa erozije i klizišta na području Slanog potoka, a i na cijelom slivu rijeke Dubračine je površinsko i podzemno otjecanje. Naime, površinsko i podpovršinsko kretanje oborinske vode rastvara flišno tlo i izaziva ekscesivnu eroziju, klizanje tla te pojave blatnih tokova i bujica. Izrada hidrološkog modela te hidrološke analize prikupljenih meteoroloških i hidroloških podataka bit će dobra podloga za izradu projekata sanacije u slivu Slanog potoka, ali i omogućiti prevenciju ekscesivnih procesa na analiziranom području.

U sklopu istraživanja tijekom 2011. godine uspostavljena su stalna mjerenja vodostaja na ušću Slanog potoka u rijeku Dubračinu s minutnom frekvencijom mjerenja vodostaja, mjereni tlačnom sondom Mini Diver proizvođača Schlumberger Water Services (slike 7., 8. i 9.). Meteorološki podaci mjere se na dvije lokacije (Kamenjak i Belgrad) na slivu Slanog potoka s desetominutnom frekvencijom mjerenja koristeći meteorološke stanice Vantage Pro 2 proizvođača Davis Instruments Corporation. Na slivu Slanog potoka uz Županijsku cestu koja vodi prema Grižanama izvedena su i tri piezometra dubine do 10 metara u kojima se mjeri razina podzemne vode desetominutnom frekvencijom s već gore spomenutim tlačnim sondama Mini Diver.



Slika 7. Prikaz sliva Slanog Potoka lokacijom instalirane mjerne opreme.



Slika 8. i 9. Pripreme za postavljanje mjerne opreme na Slanom Potoku.

Rezultati dosadašnjih istraživanja sa Slanog Potoka publicirani su kroz veći broj znanstvenih i stručnih radova u kojima su napravljene analize hidroloških i meteoroloških parametara [19] te obrade zabilježenih velikih voda [20]. U pripremi je i izrada Kataloga vodotoka na području Vinodolske doline u programskom paketu ArcGIS 10.1 koji će dati cjeloviti pregled stanja izvedenih objekata sanacije na analiziranom području.

2.3 Rječina - područje klizišta Grohovo i sliva Rječine

Klizište Grohovo se nalazi na sjevernoj padini u središnjem dijelu vodotoka Rječine, sjeverno od grada Rijeke. Iako je posljednje klizanje stijenske mase na tom području zabilježeno 1996. godine, klizište je još uvijek vrlo aktivno. Šire područje u blizini klizišta je geomehanički nestabilno, a klizišta su glavni geološki hazard [21]. Različiti tipovi pokreta na padinama uključuju reliktna i umirena duboka klizišta, reaktivirane odrone s litica vapnenca na vrhu padina i reaktivirana klizanja koluvijalnih naslaga (dominantno krupnozrnih fragmenata i blokova vapnenaca) po flišnoj osnovnoj stijeni. Klizište Grohovo najveće je aktivno kompleksno složeno retrogresivno klizište u obalnom području Hrvatske [22]. Ukupna veličina klizišta procjenjuje se na oko 18 ha (300 x 600 m). Siliciklastični fliš ili osnovne stijene se odlikuju značajnom litološkom heterogenošću zbog čestog vertikalnog i bočnog izmjenjivanja različitih litoloških članova kao što su lapori, kameni nanosi, šejlovi i sitnozrnati pješčenjaci [22,23]. Cijelo područje je obilježeno mrežom malih potoka koji ugrožavaju stabilnost padina i značajno povećavaju reprodukciju nanosa (sedimenata) u slivu vodotoka Rječine.

Krajem 19. i tijekom 20. stoljeća na širem području klizišta Grohovo provedeno je nekoliko značajnih projekata, istražnih studija i radova, kao i studija vezanih za revitalizaciju i mogućnost primjene srednjeg i kanjonskog dijela sliva Rječine u sportsko-rekreacijsko-kulturološke svrhe [24]. Jedan od zasigurno najznačajnijih projekata je svakako Regulacija srednjeg i donjeg toka Rječine [25]. Naime, katastrofalna poplava iz 1898. godine i nekoliko značajnih klizišta na području Grohova dodatno je potaknulo zabrinutu vlast u gradu Rijeci da iste godine započne s regulacijama donjeg i srednjeg toka vodotoka Rječine.

Radovi su trajali gotovo 11 godina (1898.-1908.) unutar kojih su za smanjenje vodne snage, nanosa i sprječavanje klizanja nestabilnog materijala izgrađeni 23 brane, 1 kaskada, obalni zid kod Grohova te obalni nasipi s premještajem korita kod Čankova. U novije vrijeme valja napomenuti projekt pod nazivom „Matematički model pucanja brane Valići i propagacije poplavnog vala“ kojeg su izradili znanstvenici s Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci [26]. Također postoje razne hidrogeološke studije unutar sliva Rječine [27] te razne vodnogospodarske studije [28,29]. Početkom ovog stoljeća, zbog učestalijeg klizanja i odronjavanja nestabilne stijenske mase na Županijskoj cesti 5017 izrađeno je nekoliko studija sanacija kliznih ploha na istoimenoj cesti, a popratno s time i nekoliko istražnih bušotina.

U sklopu hidroloških istraživanja na znanstvenom hrvatsko-japanskom projektu vrši se kontinuirano prikupljanje hidroloških podataka u svrhu izrade 2D i 3D numeričkih modela za simuliranje propagacija velikih vodnih valova i debritnog toka za slučaj pojave klizišta i odrona velike količine debritnog materijala u korito Rječine. Krajem mjeseca svibnja 2011. godine instalirana je meteorološka stanica MS1 (DAVIS VANTAGE PRO 2) na kruni brane Valići (slika 10.), nedaleko od samog klizišta Grohovo. Meteorološka stanica kontinuirano mjeri 35 hidroloških parametara s vremenskim inkrementom od 10 minuta. Prikupljanje hidroloških podataka započelo je 13. lipnja 2011. godine. Uskoro se planira instalacija nove meteorološke stanice na lokaciji MS2 ili MS3 (slika 10).



Slika 10. Karta postojećih i planiranih instaliranih mjernih uređaja na području klizišta Grohovo.

Na samoj nožici klizišta Grohovo instalirana su tri Mini Diver instrumenta (MD1, MD2 i MD3) za mjerenje površinskih (i procjednih podzemnih) voda koje se sakupljaju kroz gabionski potporni zid. Mini Diver instrument ima ugrađen keramički senzor pritiska, senzor za temperaturu, kućište za snimanje podataka i bateriju za napajanje. Sadrži u sebi kapacitet memorije od 24000 mjernih podataka. Mini Diveri su postavljeni na dno u sredini poprečnog profila sabirnih kanala u izbušene rupe dubine 17 cm. Programirani su na vremenski inkrement

od 1 minute. Mjere kontinuirano razine površinskih voda u kanalu te temperature vode od srpnja mjeseca 2011. godine. Na temelju izmjerenih razina voda u odvodnim kanalima u realnom vremenu te na temelju hidrauličkih i geometrijskih parametara na poprečnim presjecima kanala na kojima su instalirani Mini Diver instrumenti, izračunavaju se maksimalne mjesečne brzine tečenja, maksimalni mjesečni protoci i ukupni mjesečni volumeni vode u odvodnim kanalima. Hidrauličkim proračunom otjecanja oborinske vode u odvodnim kanalima u podnožju klizišta Grohovo, proračunate su kumulativne godišnje količine oborinske vode za 2011. i 2012. godinu s vrijednostima od 66266,71 m³ i 42931,91 m³ [30].

Na području klizišta Grohovo ugrađeno je 5 piezometara (G1, G2, G3, G5 i G7), (slika 9.). Tri piezometra (G1, G2 i G3) su ugrađena u donjem dijelu klizišta, dok su dva piezometra (G5 i G7) ugrađena u središnjem dijelu klizišta. U sklopu znanstvenog projekta trenutno su instalirana četiri Mini Diver instrumenta u piezometrima G1 (Mini Diver MD4), G3 (MD5), G5 (MD6) i G7 (MD7). Kontinuirano mjerenje promjena razina podzemne vode u piezometru G1 vrši se od prosinca 2011., u piezometru G3 od veljače 2012. godine, dok su u mjesec ožujku 2013. instalirana dva nova Mini Diver instrumenta u piezometrima G5 i G7.

Metode istraživanja bazirane su na ulaznim hidrološkim i hidrauličkim podacima sakupljenim terenskim mjerenjima na području klizišta Grohovo, 2D i 3D numeričkom modeliranju propagacije debrinog toka (primjena SPH metode, PFC3D algoritma, SOLFEC algoritma, FLO2D kompjuterskog programa) kao i na primjeni GIS tehnologije.

Na temelju prikupljenih hidroloških i hidrogeoloških podataka na navedenom području biti će izrađeni 2D i 3D numerički modeli propagacije debrinih tokova nizvodno od samog klizišta (točnije od brane Valići). Kao jedan od mogućih scenarija uzeti će se u razmatranje i mogućnost pucanja brane Valići, odnosno propagacija toka nastala miješanjem vode iz akumulacije s materijalom nastalim klizanjem stijenske mase s područja klizišta Grohovo. Uz pomoć dobivenih simulacijskih prikaza debrinog tečenja kvantificirat će se volumetrija deponiranog krupnozrnatog i sitnozrnatog materijala, brzine napredovanja, dubine deponiranog materijala kao i doseg debrinih tokova na analiziranom području. Predmetne analize trebale bi omogućiti kvantifikaciju pojedinih ulaznih parametara koji iniciraju nastanak debrinih tokova. Uspostavljeni odnosi definiranih parametara trebali bi omogućiti uspostavljanje korelacija između geomorfoloških i hidrogeoloških uvjeta te specifičnosti terenskih uvjeta s parametrima tla karakterističnim za nastanak debrinih tokova. Definiranjem kritičnih geomorfoloških i hidrogeoloških parametara tla koji uvjetuju pojavu debrinih tokova na flišnom području omogućiti će se procjena hazarda i mjera za ublažavanje hazarda na širem području oko klizišta Grohovo.

Glavni cilj ovog dijela projekta je da se na temelju rezultata uspostavljenog sustava meteorološkog i geotehničkog monitoringa na području klizišta Grohovo izradi efikasan i adekvatan sustav za rano uzbunjivanje stanovništva na širem području klizišta, uključujući i urbani dio grada Rijeke (prvenstveno područje

Školjića i Delte). Osim u istraživačke svrhe, uspostavljeni sustav monitoringa omogućio bi službama za krizne situacije lokalnih zajednica korištenje podataka i sustava monitoringa odgovarajuće intervencije za prevenciju opasnosti ili odgovarajuće naznake o potrebnim mjerama evakuacije i zaštite stanovništva i materijalnih dobara.

Za potrebe Projekta 2012. je provedeno mjerenje stalnih profila akumulacije i usporedba s profilima mjerenima 2001. u cilju izrade 3D modela akumulacije Valići (slika 11. i 12.). Na slikama 13. i 14. prikazana su i druga mjerenja provedena tijekom 2012. godine u slivu Rječine.



Slika 11. Mjerni profili na akumulaciji Valići.



Slika 12. Mjerenje na stalnim profilima akumulacije Valići 2012.

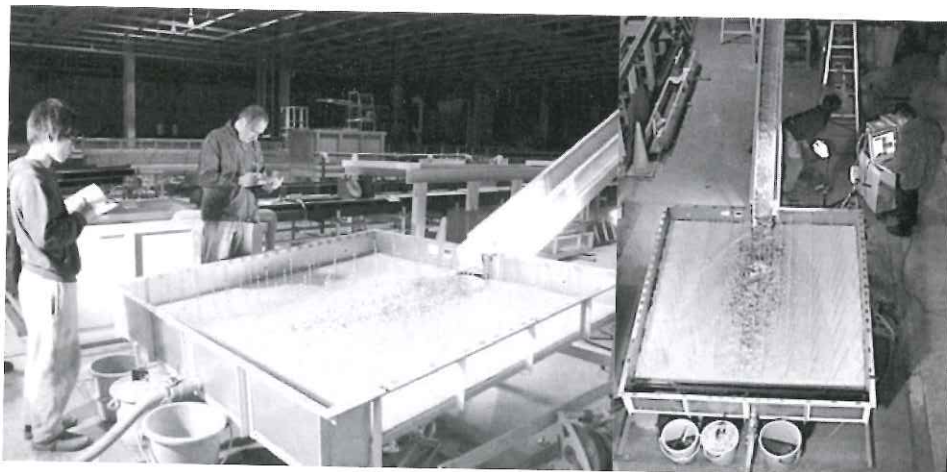
Laboratorijski istražni radovi provode se u Japanu (Kyoto Sveučilište, DPRI Institut), a obuhvaćaju izradu fizikalnih modela i simulaciju tečenja za različite scenarije pojava poplava i debrinarnih tokova (slika 15.). Također se paralelno s izradom fizikalnih modela vrši komparacija dobivenih geomehaničkih i hidrauličkih fizikalnih parametara s Hydro-Debris 2D i 3D numeričkim modelima [31,32,33].



Slika 13. Mjerenja na slivu Rječine (svibanj 2012.).



Slika 14. Uzorkovanje podzemne vode na lokaciji klizišta Grohovo (prosinac 2012.).



Slika 15. Fizikalni model propagacije debritnog toka, Ujigawa Open Laboratory, Kyoto University.

2.4 Sliv bujice Mošćenička Draga

Mošćenička Draga je primorsko turističko mjesto smješteno 15 km jugozapadno od Rijeke. Sliv istoimene bujice Mošćenička Draga površine je približno 11 km^2 , dužine 6 km te 2 km širine. Sam vodotok je duboko usječen u stijensku masu te završava u samom centru turističkog mjesta Mošćenička Draga, gdje se ulijeva u more. Većinu sliva karakteriziraju vodopropusne vapnenačke stijene. Područje oko ušća bujice relativno je ravno, nastalo akumulacijom vučenog bujičnog nanosa te izrazito vodopropusno. Zbog toga do otjecanja, u tom dijelu sliva, dolazi samo za vrijeme ekstremnijih oborina.

Tijekom povijesti na području sliva te u samom mjestu Mošćenička Draga zabilježeno je više bujičnih poplava znatnih materijalnih šteta (slika 16.).

Istraživanja na području sliva Mošćeničke Drage, u sklopu hrvatsko-japanskog projekta, započela su tijekom 2009. godine prvim preliminarnim istraživanjima i probnim mjerenjima.

Ciljevi tih istraživanja na ovom istražnom području u sklopu projekta su:

- Prevencija potencijalnih poplava u mjestu Mošćenička Draga
- Umanjenje troškova dohrane žala u Mošćeničkoj Dragi
- Istražiti vodne pojave na području Mošćeničke Drage
- Uspostava sustava ranog uzbunjivanja u slučaju pojave bujičnih poplava.

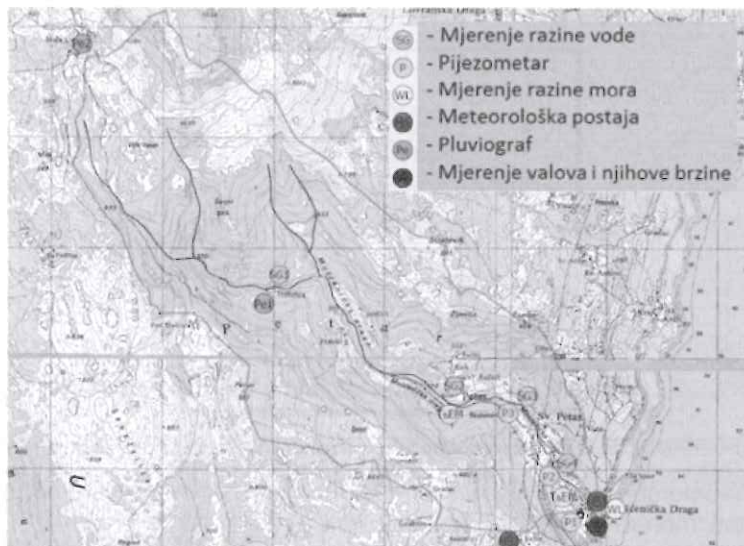


Slika 16. Foto dokumentacija poplava u Mošćeničkoj Dragi 1963. (arhiv J. Rubinić) i 2005. (foto I. Ružić).

Da bi se navedeni ciljevi istraživanja mogli ostvariti, neophodno bilo je uspostaviti sustav kontinuiranog mjerenja i bilježenja podataka na tom području.

Sustav ranog uzbunjivanja i maksimalni protoci nekog vodotoka mogu se precizno odrediti jedino na osnovi dovoljno dugačkog niza mjerenja protoka i oborina. Zbog toga su u svibnju 2010. godine uspostavljena stalna hidrološka i meteorološka mjerenja, instalacijom mjerne opreme na području samog sliva, što se može vidjeti na slici 17. [35].

Na analiziranom slivnom području instalirane su četiri hidrološke postaje, dvije meteorološke (slika 18) i dvije oborinske postaje. Povremeno se mjere valovi i razine mora. Također, planirana su i kontinuirana mjerenja razina podzemnih voda, koja zbog nedostatka financijskih sredstava do danas nisu provedena.



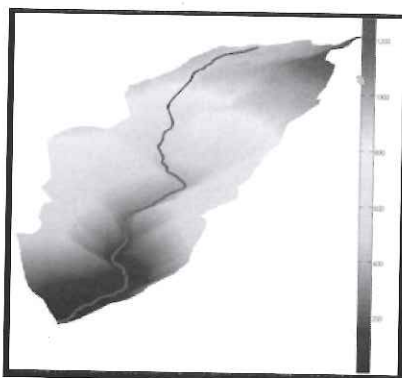
Slika 17. Pregledna karta instalacije opreme na području Mošćeničke Drage [32].



Slika 18. Meteorološka postaja Selce, Mošćenice.

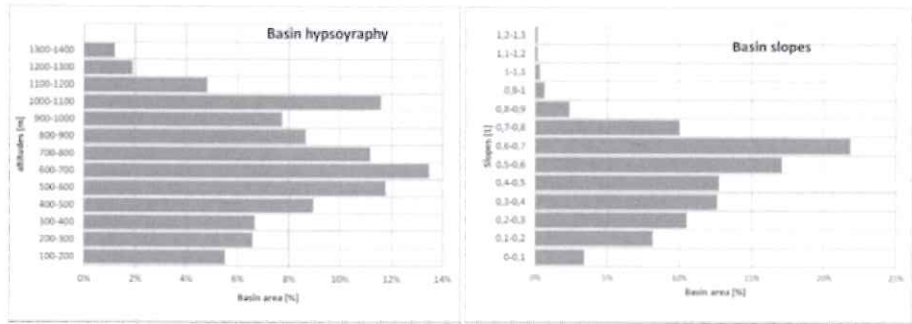
Dosadašnja istraživanja maksimalnih bujičnih otjecanja zasnivala su se na proračunima koji koriste parametarske hidrološke metode. Primjena modernih tehnologija omogućuje kontinuirana, jeftina, jednostavna i kvalitetna mjerenja razina vode, protoka i meteoroloških parametara. Na temelju njih, procijenjeni maksimalni protoci bujice Mošćenička Draga kreću se od 60 do 90 m³/s [34].

Za potrebe istraživanja izrađen je digitalni model sliva (slika 19.) koji se zasniva na digitalnom modelu visine mjerila 1:5000 (Geofoto, 2006) i konture sliva u GIS-u.



Slika 19. Digitalni model sliva bujice Mošćenička Draga.

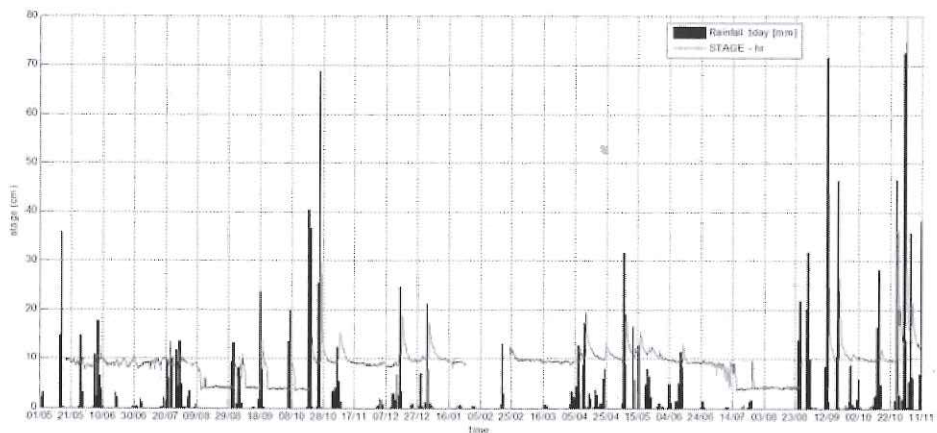
Srednja nadmorska visina sliva iznosi 576 m, a visinski se prostire od 0 do 1400 metara nad morem (slika 20). Izrazito velik srednji nagib sliva, 47%, uvelike definira karakteristike otjecanja na samom slivu. Slikom 20. prikazana je distribucija nagiba sliva, dobivena na osnovu ranije prikazanog digitalnog modela sliva.



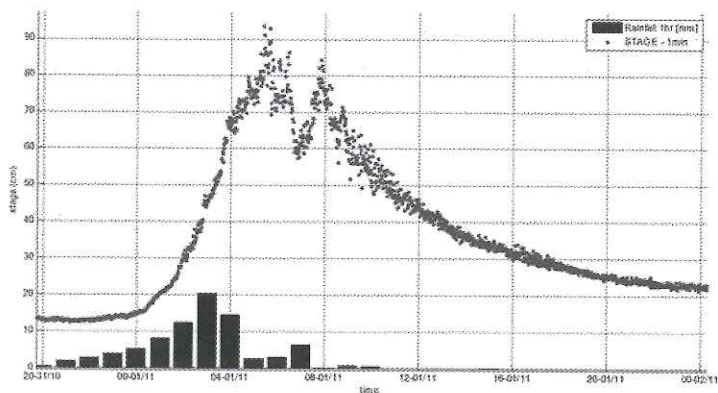
Slika 20. Hipsometrija i nagibi sliva bujice Mošćenička Draga.

Temeljem podataka dobivenih kontinuiranim mjerenjem za razdoblje od svibnja 2011. godine do studenog 2012. godine napravljen je prikaz mjerenih satnih oborina te minutnih vodostaja (slika 21.).

Jedan od ciljeva projekta je i određivanje porasta vodostaja bujičnog vodotoka u ovisnosti o oborinama, vlažnosti tla, vegetativnom ciklusu, ispunjenosti krškog vodonosnika i sl. Maksimalni protoci kod bujičnih vodotoka usko su vezani uz maksimalne oborine te se prva pojava događa neposredno nakon druge. Razlog tome je vrijeme koncentracije bujičnih slivova koje je u pravilu malo. Na slici 22. prikazano je podizanje vodnog vala, zabilježenog dana 1.11.2012. godine, koje predstavlja tipičan primjer otjecanja bujičnih vodotoka.



Slika 21. Mošćenička Draga (Trebišće), satne oborine i minutni vodostaji svibanj 2011. - studeni 2012.



Slika 22. Mošćenička Draga (Trebišće), satne oborine (plava) i minutni vodostaji (crvena) - 1.11.2012.

Spomenutog dana, 1.11.2012. godine, palo je 80-ak mm oborina u vremenskom razdoblju od deset sati, unutar kojeg je najveća satna oborina iznosila 21 mm. Zabilježen je maksimalni vodostaj 93 cm. Vremensko razdoblje u kojem je vodostaj rastao iznosi četiri sata, a razlog je konstantna oborina. Istraživanjem otjecanja dovoljno dugog vremenskog niza mogu se odrediti hidrološki parametri istraživane bujice, a ti parametri su maksimalna protoka, vrijeme koncentracije sliva, prirast vodostaja u ovisnosti o intenzitetu oborina i mnogi drugi, što se očekuje kao jedan od ishoda projekta [12].

Trenutno se razvija model simulacije otjecanja bujice Mošćenička Draga korištenjem algoritama umjetne inteligencije na osnovi prikazanih mjerenih podataka. Do sada su takvi modeli uspostavljeni na višestruko većim slivovima, za razliku od sliva Mošćeničke Drage koji je znatno manji te će kao takav poslužiti za usporedbu primjene metodologije na malim i velikim slivovima.

3 SURADNJA S INSTITUCIJAMA, ORGANIZACIJAMA I LOKALNOM ZAJEDNICOM U CILJU INTEGRACIJE I DISEMINACIJE ZNANJA

Značajnu ulogu u zaštiti od katastrofalnog događaja (poplave, klizanja, erozije) ima integracija zajedničkih saznanja i stečenih vještina te suradnja različitih privatnih i vladinih institucija, organizacija i udruženja, s naglaskom na stvaranje multidisciplinarnog radnog okruženja s ciljem boljih, inovativnih i suvremenih dugoročnih rješenja u borbi protiv katastrofa. Upravo na tom području, unutar već ranije spomenutog projekta, i iz spomenutih razloga, nastoje se objediniti interesne skupine iz različitih disciplina, kako unutar okruženja Republike Hrvatske, tako i van njenih granica. Bitno je spomenuti suradnju triju hrvatskih sveučilišta te njihovih mladih znanstvenika (Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Zagrebu te Sveučilište u Splitu), kako međusobno, tako i sa Sveučilištima i

znanstvenicima u Japanu (Sveučilište u Niigati i Sveučilište u Kyotu). S obzirom na veliki raspon aktivnosti unutar projekta, kao i interes za istraživački rad na područjima od interesa za javnost na lokalnoj i regionalnoj razini, uspostavljena je suradnja s lokalnim vlastima (Grad Rijeka, Općina Vinodolska, Općina Mošćenička Draga, ...), vladinim institucijama (Hrvatske vode, Hrvatski Geološki Institut), neprofitabilnim organizacijama (Hrvatsko Hidrološko Društvo), Ministarstvom znanosti, obrazovanja i športa te međunarodnim institucijama (International Consortium on Landslides (ICL)). Jedan od rezultata istraživačkog rada na projektu je i interes vanjskih institucija za suradnju, poput Instituta Ruđer Bošković, Hrvatske kontrole zračne plovidbe, Državnog hidrometeorološkog zavoda, Primorsko-goranske županije, Grada Rijeke itd.) te daljnji nastavak istraživanja blisko povezanog s problematikom koja se obrađuje unutar projekta.

Suradnja s institucijama u Japanu omogućila je istraživanje i usavršavanje mladim istraživačima iz Hrvatske, od kojih je većina boravila povremeno na znanstveno-istraživačkim institucijama u Japanu u vremenskom periodu od jednog tjedna do tri mjeseca, dok su dva istraživača upisala i pohađaju doktorski studij u Japanu na Sveučilištu u Kyotu. Jednako tako, profesori s Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci u više su navrata boravili u Japanu kao pozvani predavači na konferencijama (slika 23.), radionicama (slika 24.) i obilascima lokacijama pogođenih poplavama, klizištima i odronima zemlje (slike 25., 26., 27. 28. i 29.). Učestali posjeti su se odvijali i u suprotnom smjeru pa su tako znanstvenici i stručnjaci iz Japana često boravili u Hrvatskoj kako bi sudjelovali u radionicama projekta, sastancima i istraživanjima.



Slika 23. The first Anniversary Symposium - "Disaster Prevention and Mitigation Niigata University - 13. - 16. travanj 2012.



Slika 24. Japan-Croatia workshop - Risk identification and land-use planning for disaster mitigation of landslides and floods in Croatia (14. - 23. veljače 2010.)



Slika 25. Obilazak regulacija i klizišta na istočnoj obali Japana 2010.

Jedan od ciljeva projekta je i diseminacija rezultata te informiranje i sudjelovanje javnosti. Cilj je poboljšati razumijevanje lokalnog stanovništva o upravljanju rizicima od katastrofa kako bi se cjelovito, pravovremeno i uspješnije rješavali problemi povezani s njima te omogućio budući razvoj tih područja [6].

Iz navedenog razloga tijekom projekta organizirane su razne prezentacije lokalnoj zajednici od početnog upoznavanja javnosti s projektom (slika 30.), preko prezentiranja rezultata po provedenim istraživanjima, ali i uključivanja lokalnog stanovništva u samo istraživanje.



Slika 26: Obilazak regulacija u sklopu klizišta u travnju 2011.



Slika 27. Obilazak sustava za obranu od poplava na rijeci Nagara (Nagoya) u travnju 2013.



Slika 28. Posjet hrvatske delegacije Sveučilištu u Kyotu gdje studiraju i studenti iz Hrvatske i ICHARM of Public Work Research Institute (Tokyo) u travnju 2013.



Slika 29. Obilazak klizišta Yui (Shizuoka) i regulacije u travnju 2013.



Slika 30. Presentacija Projekta – Grad Rijeka 21. ožujka 2011.

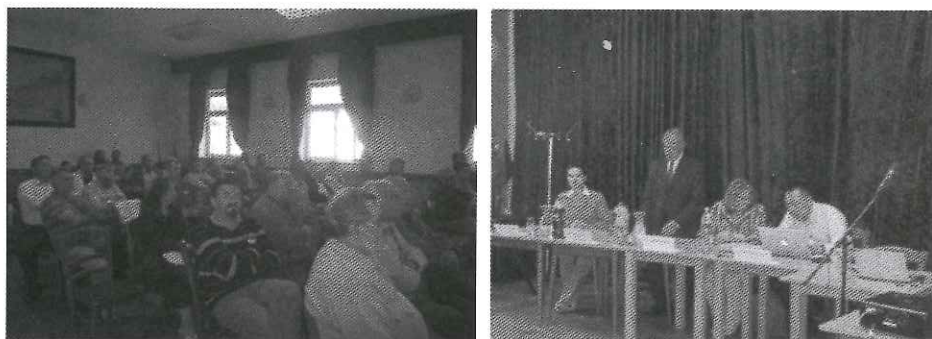
Na dva istražna područja, Slanom Potoku i Mošćeničkoj Dragi, u sklopu javne prezentacije ciljeva i rezultata projekta lokalnoj i široj zajednici (slika 31. i 32.), provedeno je istraživanje o upoznatosti lokalnog stanovništva s problemima poplava i erozije na tim područjima i to primjenom metode anketiranja.



Slika 31. Presentacija Projekta u Općini Mošćenička Draga [36].

Na slici 33. i 34. prikazani su pozivi lokalnom stanovništvu na prezentaciju projekta za oba istražna područja, Mošćenička Draga i Slani Potok.

Za potrebe lakše analize rezultata ankete ispitanici su trebali navesti pripadnost jednoj od dvije grupacije: lokalno stanovništvo ili lokalna, regionalna vlast, mediji i ostale institucije usko vezane uz problematiku i izvor informacija. Za obje grupe primijenjen je isti anketni listić s ukupno 16 pitanja te dva dodatna za područje Mošćeničke Drage. Cilj ovog istraživanja bio je odrediti razinu svijesti i informiranost lokalnog stanovništva, njihovo poznavanje mjera djelovanja u trenutku katastrofe kao i svakodnevne mjere prevencije i ublažavanja budućih događaja tog karaktera. Rezultati provedenog istraživanja su prezentirani na dva skupa [9,36], a dio rezultata je prikazan na slikama 35. i 36.

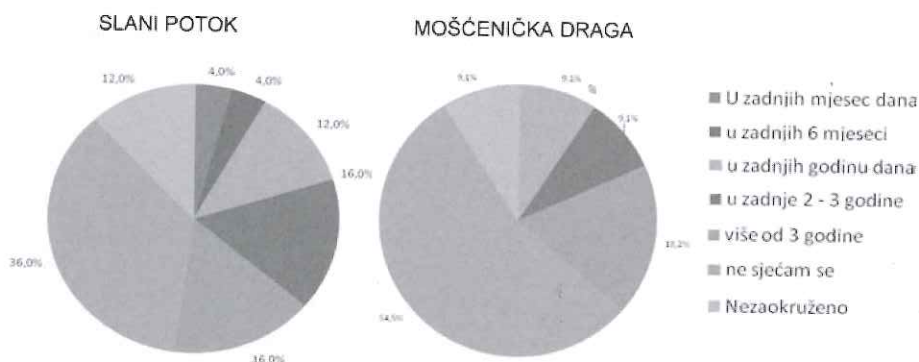


Slika 32. Presentacija Projekta u Vinodolskoj općini [36].



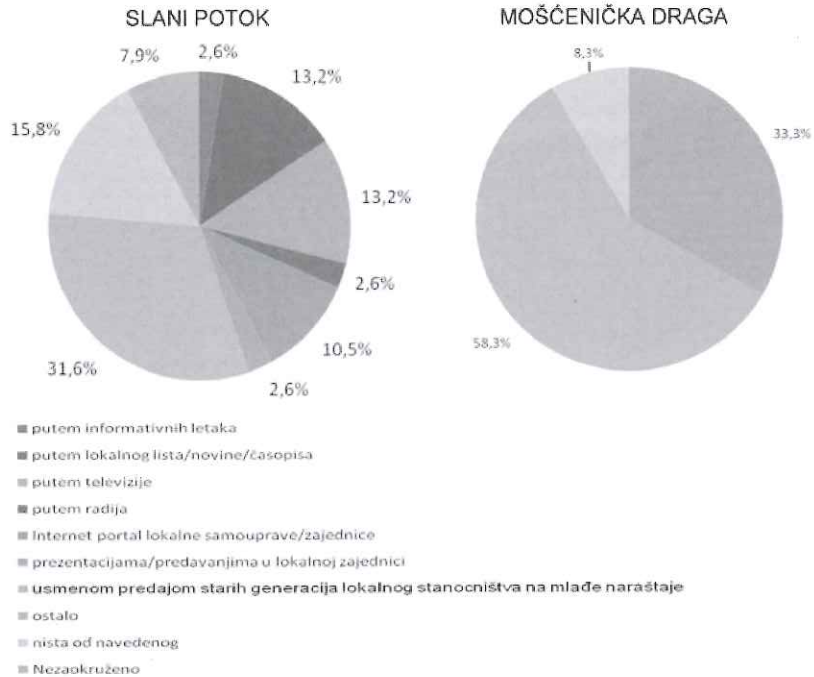
Slika 33. Poziv na prezentaciju Projekta u Općini Mošćenička Draga.

Slika 34. Poziv na prezentaciju Projekta u Vinodolskoj općini.



Slika 35. Rezultati ankete za pitanje „Kada ste kao stanovnik ovog prostora naišli na informacije vezane uz problem lokalnih bujica i erozija“.

Da bi se problem u potpunosti mogao sagledati bilo je potrebno analizirati učestalost prethodno provedene razmjene informacija između lokalne vlasti i lokalnog stanovništva o postojanju problema te provedenim, izvedenim i planiranim budućim mjerama prevencije i ublažavanja.



Slika 36. Rezultati ankete za pitanje „U kojem obliku ste informacije vezane uz problem lokalnih bujica i erozija imali priliku vidjeti odnosno čuti?“.

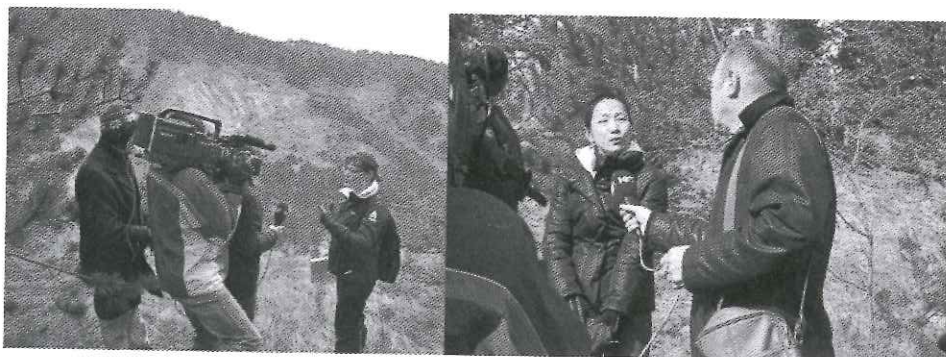
Informiranje javnosti o rizicima od katastrofalnog događaja vrlo je bitan i sastavni dio gospodarenja vodama (katastrofama) koji značajno može umanjiti ljudske i materijalne štete, a uključuje podizanje svijesti o problematici na nekom području, lokalnoj i široj javnosti kroz prepoznavanje problema, identifikaciju rizika, određivanje razine rizika i mjere zaštite ljudi i dobara.

Diseminacija rezultata te prosljeđivanje informacija o provedenim i planiranim budućim aktivnostima na projektu odvijaju se putem različitih medija. Tu spada nekoliko intervjua na nacionalnoj televiziji (slika 37.), veći broj istih na lokalnim i regionalnim televizijskim postajama, radio emisije, novinski članci u lokalnim i regionalnim novinama (slika 38.) i časopisima, nekoliko javnih prezentacija lokalnim vlastima, lokalnom stanovništvu te ostaloj zainteresiranoj javnosti, veliki broj znanstvenih radova unutar hrvatskih i inozemnih znanstvenih časopisa kao i znanstveni radovi na nizu međunarodnih konferencija.

Organizirane su i tri međunarodne konferencije na temu projekta održane na području Republike Hrvatske koje su okupile znanstvenike diljem svijeta s ciljem razmjene noviteta u znanosti o zajedničkoj problematici vezanoj uz katastrofe, o čemu je bilo riječi u Uvodu.

Ovakav pristup omogućava pojedincima i skupinama razmjenu mišljenja (putem javnih rasprava, prezentacija, medija itd.) čime se utječe na poboljšanje

kvalitete i učinkovitosti donošenja odluka u gospodarenju vodama na tim područjima [37].



Slika 37. Snimanje priloga za HRVATSKU TELEVIZIJU - 4. ožujka 2011.



Slika 38. Članci iz dnevnih novina – Novi list.

4 ZAKLJUČAK

Bilateralan hrvatsko-japanski projekt "Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj" predstavlja jedan od oblika suradnje u kojoj se iskustva i znanja znanstvenika i stručnjaka jedne zemlje (u ovom slučaju Japana) mogu prenositi i izmijenjivati te zajedno s iskustvima i znanjima druge zemlje (u ovom slučaju Hrvatske) rezultirati doprinosom ublažavanju rizika od prirodnih katastrofa u toj drugoj zemlji. Treba istaknuti da su se kroz radionice projekta uključili i stručnjaci šireg područja (Italije, Slovenije, Bosne i Hercegovine, Mađarske, Srbije, Crne Gore Albanije i dr.) te će znanja i iskustva ovog projekta svakako dati doprinos ublažavanju nepogoda od prirodnih katastrofa i u susjednim zemljama.

Koristi od projekta su višestruke. Očekivani rezultati istraživanja su: identifikacija i kartiranje najznačajnijih klizišta u Hrvatskoj na kojima će biti uspostavljen sustavni složeni monitoring klizišta te provedeno ispitivanje fizičkih i mehaničkih svojstava tala i stijena, modeliranje dinamike klizanja tla, modeliranje propagacije poplavnih valova i blatnih tokova, kontinuirani monitoring toka sedimenata, zoniranje osjetljivosti i hazarda klizanja, uspostavljanje sustava ranog upozoravanja i razvoj mjera ublažavanja rizika kroz sustav prostornog uređenja. Sve navedeno doprinijet će ublažavanju rizika od prirodnih katastrofa u Hrvatskoj.

Uz te rezultate ostvaruju se i druge koristi pa je tako uspostavljena bolja suradnja znanstvenika, stručnjaka i lokalne zajednice. Uključivanje i informiranje javnosti kroz razne faze projekta putem javnih prezentacija i medija, pa i u izravnom kontaktu na terenu, pokazalo se izuzetno važnim i korisnim u sakupljanju podataka, ali i u implementaciji rješenja.

Treba istaknuti da je u ovom radu, s obzirom na tematiku skupa, dan osvrt na aktivnosti Radne grupe za poplave i blatne tokove (Working Group 2, WG2) s Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci na pilot područjima u okolini Rijeke i to slivove Dubračine - Slanog Potoka, Mošćeničke Drage i Rječine, no aktivnosti cijelog Projekta su znatno šire.

ZAHVALA

Materijal objavljen u radu proizlazi iz istraživanja u sklopu bilateralnog hrvatsko – japanskog projekta „Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj” te dio iz istraživanja znanstvenog projekta „Hidrologija osjetljivih vodnih resursa u kršu”. (114-0982709-2549) financiranog od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta RH.

POPIS LITERATURE

- [1] Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning, Department of Regional Development and Environment Executive Secretariat for Economic and Social Affairs Organization of American States, Washington, USA, 1991.
- [2] E.A: Castellanos, Abella: Multi-scale landslide risk assessment in Cuba, PHD, University of Utrecht, Netherlands, 2008.
- [3] Ožanić, N., Arbanas, Ž., Mihalić Arbanas, S., Sušanji, I., Žic, E., Ružić, I., Dragičević, N.: Hrvatsko – japanski projekt o poplavama i klizištima: znanstvene aktivnosti i primjena rezultata, Zbornik radova: Okrugli stol – Zaštita od poplava u Hrvatskoj, u: Biondić, D., Holjević, D., Vukovar, Hrvatske vode, 2012., 171-188.
- [4] Colombo, A.; Lanteri, L.; Ramasco, M.; Troisi, C.: Systematic Gis-based landslide inventory as the first step for effective landslide hazard management, Landslides 2, 2005., 291-301.
- [5] Khattak, G.A.; Owen, L.A., Kamp, U.; Harp, E.L.: Evolution of earthquake-triggered landslides in the Kashmir Himalaya northern Pakistan, Geomorphology, vol 115, No 1-2, 2010, 102-108
- [6] Chacon, J.; Irigaray, C.; Fernández, T., El Hamdouni, R.: Engineering geology maps: landslides and geographical information systems. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 65, 2006., 341-411.
- [7] Van Westen, C.; Castellanos, E.; Kuriakose, S.L.: Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview, Engineering geology, vol 102, No 1-3, 2008., 112-131.
- [8] Fell, R.; Corominas, J.; Bonnard, C.; Cascini, L.; Leroi, E.; Savage, W.Z.: Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, Engineering geology, 102, 2008., 85-98
- [9] Dragičević, N., Karleuša, B.; Ožanić, N.: Uključivanje javnosti u zaštitu od erozije i bujica//Graditeljstvo-polugan znanja / Lakušić, Stjepan (ur.), Cavtat : Hrvatski savez građevinskih inženjera, 2012. 775-784
- [10] Ožanić, N., Sušanji, I., Ružić, I., Žic, E., Dragičević, N.: Monitoring and Analyses for the Working Group II (WG2) in Rijeka Area in Croatian- Japanese Project // Book of Proceedings of 2nd Project Workshop: Risk identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia – Monitoring and analyses for disaster mitigation of landslides, debris flow and floods/ u:Ožanić, N., Arbanas, Ž., Mihalić, S., Marui, H., Rijeka, Sveučilište u Rijeci, 2012.
- [11] Žic, E., Vivoda, M., Benac, Č.: Uzroci i posljedice regulacije toka Rječine, Zbornik radova 5. Međunarodne konferencije o industrijskoj baštini, PRO TORPEDO Rijeka, 2012. (u postupku objavljivanja)
- [12] Ružić, I., Benac, Č.: Mošćenička Draga Investigating Sight – Hydrology and Coastal Processes // Book of Proceeding of 2nd Project Workshop: Risk identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia – Monitoring and analyses for disaster mitigation of landslides, debris flow and floods/ u:Ožanić, N., Arbanas, Ž., Mihalić, S., Marui, H., Rijeka, Sveučilište u Rijeci, 2012.
- [13] Bonacci, O., Kisić, I., Ožanić, N.: Identifikacija rizika i planiranje korištenja zemljišta za ublažavanje nepogoda kod odrona zemlje i poplava u Hrvatskoj//Hrvatska

- platforma za smanjenje rizika od katastrofa / Trut Damir (ur.). Zagreb : Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2010. 72-77
- [14] Rubinić, A., Hidrologija sliva Dubračine, Arhiva Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, nepublicirano, 2009.
- [15] Aljinović D., Jurak V., Mileusnić M., Slovenec D., Presečki F., The origin and composition of flysch deposits as an attribute to the excessive erosion of the Slani Potok Valley („Salty Creek“), Croatia, *Geologia Croatia* 63/3, pp 313-322, 2010.
- [16] Benac, Č., Jurak, V., Oštrić, M., Holjević, D. & Petrović, G., 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, rujna 2005. Hrvatski geološki institut, Zagreb, 2005.
- [17] Grimani, I., Šušnjar, M., Bukovac, J., Milan, A., Nikler, J., Crnolatac, J., Šikić, I., Blašković, I., Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000 – list Crikvenica, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 1973.
- [18] Jurković, J., Goluža, D., Ančić, M., Sokolić, Ž., Selenc, Z. i drugi, Idejno rješenje uređenja sliva Slani potok, Institut za elektroprivredu i energetiku d.d. i Geotehnički studio, Zagreb, Arhiva Hrvatske vode, 2010.
- [19] Ružić I., Sušanjan I., Ožanić N., Analyses of event runoff coefficients: Slani potok and Dubračina river, Croatia–Japan Project on Risk Identification And Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia: 1st Project Workshop „International Experience“, Dubrovnik (Croatia), 2010.
- [20] Sušanjan, I., Ožanić, N., Yamashiki, Y., Analysis of flash flood occurred at Slani potok, Croatia–Japan Project on Risk Identification And Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia: 3rd Project Workshop, Zagreb (Croatia), 2012.
- [21] Vivoda M, Benac Č, Žic E, Đomlija P, Dugonjić Jovančević S, (2012) Geohazard u dolini Rječine u prošlosti i sadašnjosti. *Hrvatske vode*. 20, 81; 105-116.
- [22] Benac Č, Arbanas Ž, Jurak V, Oštrić M, Ožanić N, (2005) Complex landslide in the Rječina River valley (Croatia): origin and sliding mechanism. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*. 64(4): 361-371.
- [23] Benac Č, Jurak V, Oštrić M, (2006) Qualitative assessment of geohazard in the Rječina Valley, Croatia. *Proceedings of the 10th IAEG International Congress: IAEG Engineering geology for tomorrow's cities*, The Geological Society of London, 658 (1-7).
- [24] Magaš O, (1999) Šetnica uz Rječinu, U ediciji „Rječina i Zvir - regulacija i revitalizacija“, Državni arhiv Rijeka, Rijeka, str. 41-55
- [25] Žic E, Vivoda M, Benac Č, (2012) Regulacija srednjeg toka vodotoka Rječine (1898.-1908.), Zbornik sažetaka 5th International conference on industrial heritage thematically related to Rijeka and the industrial building heritage - architecture and civil engineering heritage: Collection of summaries, Palinić, Nana (ur.), Rijeka, Pro Torpedo, str. 164-165
- [26] Sopta L, Mačešić S, Škifić J, Pintar S, (2000) Matematički model pucanja brane Valići i propagacije poplavnog vala, Industrijski projekt, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka, 58 str.
- [27] Biondić B, Goatti V, Vulić Ž, (1978) Hidrogeološka istraživanja u slivu izvora Rječine, Grobničkog polja, Zvira i Martinsčice. Zbornik radova Simpozijuma o istraživanju, eksploatiranju i gospodarjenju podzemnim vodama, Zagreb, str. 61-69

- [28] Karleuša B, Oštrić M, Rubinić J, (2003) Vodnogospodarski elementi prostornog planiranja u kršu na primjeru sliva Rječine, Znanstveno-stručni simpozij s međunarodnim sudjelovanjem Voda u kršu slivova Cetine, Neretve i Trebišnjice: Zbornik radova / Goluža, Mato (ur.). Mostar: Sveučilište u Mostaru, str. 85-94
- [29] Ožanić N, Rubinić J, Karleuša B, Holjević D, (2005) Problems of High Water Appearances in Urban Areas, IX. International Symposium on WATER MANAGEMENT AND HYDRAULIC ENGINEERING Proceedings / Nachtnebel, H.P.; Jugović, C.J. (ur.). Austrija: BOKU University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Beč, str. 395-402
- [30] Žic E, Sušanj I, Ružić I, Ožanić N, Yamashiki Y, (2013) Hydrologic data analysis for the Grohovo landslide area. 1st Regional Symposium on Landslides in Adriatic-Balkan Region, 3rd Workshop of the Croatian-Japanese Project „Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia”, Arbanas Ž, Arbanas Mihelić S. (ur.), Zagreb, 07.-09.03.2013. (u fazi objavljivanja)
- [31] Yamashiki Y, Mohd Remy Rozainy M A Z, Matsumoto T, Takahashi T, Takara K, (2012a) Simulation and Calibration of Hydro-Debris 2D Model (HD2DM) to Predict the Particle Segregation Processes in Debris Flow. Journal of Civil Engineering and Architecture. 6(6) (Serial No. 55): 690–698.
- [32] Yamashiki Y, Mohd Remy Rozainy M A Z, Matsumoto T, Takahashi T, Takara K, (2012b) Experimental study of debris particles movement characteristics at low and high slope. Journal of Global Environment Engineering. Vol. 17: 9-18.
- [33] Žic E, Yamashiki Y, Kurokawa S, Fujiki S, Ožanić N, Bićanić N, (2013) Validation study of debris flow movement – laboratory experiments and numerical simulation. 1st Regional Symposium on Landslides in Adriatic-Balkan Region, 3rd Workshop of the Croatian-Japanese Project „Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia”, Arbanas Ž, Arbanas Mihelić S. (ur.), Zagreb, 07.-09.03.2013. (u fazi objavljivanja u Zborniku radova)
- [34] JVP Hrvatska Vodoprivreda (1993): Bujica Mošćenička Draga – pregrada za nanos, B – 217, neobjavljeno
- [35] Ružić I., Benac Č., Mošćenička draga investigating sight – Hydrology and coastal processes, Croatia–Japan Project on Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia: 2nd Project Workshop „Monitoring and Analyses for Disaster Mitigation of Landslides, Debris Flow and Floods”, Rijeka (Croatia), 15-17. 12., 2011., Book of proceedings, pp 91-94, 2012.
- [36] Dragičević, N.; Karleuša, B.; Ožanić, N.: involving the public in flash flood and erosion mitigation, Croatia–Japan Project on Risk Identification and Land-Use Planning for Disaster Mitigation of Landslides and Floods in Croatia, 3rd Project Workshop: Landslide and flood hazard assessment, 06-09.03. 2013., Book of proceedings (u fazi objavljivanja)-
- [37] Colombo, A., Hervas, J., Vetere Arellano, A.L.: Guidelines on Flash Flood Prevention and Mitigation, European Commission Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, Technological and Economic Risk management, Natural Risk Sector, 2002.