

GEODINAMIKA ŽALA U PODRUČJU KVARNERA



dr. sc. Igor Ružić, dipl. ing. građ.

ŽIVOTOPIS

Igor Ružić rođen je u Rijeci 6. travnja 1977. godine. Osnovno školovanje, a potom i gimnaziju, završio je u Rijeci. 1996. godine upisao je Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci gdje je 2003. godine i diplomirao pod mentorstvom prof. dr. sc. Nevenke Ožanić i mr. sc. Josipa Rubinića. Njegov diplomski rad "Analiza razina mora sjevernojadranskog područja i njihova međuodnosa s pojavama visokih razina voda u vodotocima na primjeru ušća Dubračine", predložen je za nagradu Hrvatskih voda u konkurenciji najboljih diplomskih radova iz hidrotehnike s područja Hrvatske, kao najbolji takav rad na Građevinskom fakultetu Rijeka u akademskoj godini 2003./2004.

Nakon završenog fakulteta zapošljava se u Hrvatskim vodama, VGO Rijeka, gdje radi kao projektant suradnik na projektima regulacija vodotoka. Na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci zapošljava se 2005. godine u Zavodu za hidrotehniku i geotehniku. Godine 2006. upisuje poslijediplomski doktorski studij građevinarstva na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, smjer hidrotehnika i geotehnika.

U zvanju asistenta sudjelovao je u izvođenju vježbi na predmetima iz područja hidrotehnike na preddiplomskom, diplomskom, stručnom i specijalističkom studiju. Sudjelovao je u radu više nacionalnih i međunarodnih znanstvenih projekata u svojstvu suradnika.

Igor Ružić je tijekom 2012. godine boravio na University Lancaster u Ujedinjenom Kraljevstvu, u sklopu stipendijskog programa hrvatske zaklade za znanost "Istraživanje morfo-dinamičkih promjena žala na području Kvarnera".

Tijekom 2013. godine boravio je na Kyoto University u Japanu u sklopu hrvatsko-japanskog bilateralnog projekta „Risk identification and land-use planning for disaster mitigation of landslides and floods in Croatia“.

Doktorski rad je obranio 22. prosinca 2014. godine.

Dr. sc. Igor Ružić je izabran u znanstveno zvanje znanstveni suradnik, a i dalje je zaposlen na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci u zvanju višeg asistenta. Sudjeluje u radu IPA ADRIATIC CBC PROGRAMME znanstvenog projekta "Networking for Safe Drinking Water Supply in Adriatic Region" – DRINKADRIA i hrvatsko-slovenskog znanstvenog projekta EFRR, OP SLO-HR "Življenje-Voda/Život-Voda!" – ŽIVO.

Doktorska disertacija je obranjena 22. prosinca 2014. godine na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

prof. dr. sc. Nevenka Ožanić,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
(predsjednica povjerenstva),

dr. sc. Suzana Ilić,
University of Lancaster
(mentorica i članica),

prof. dr. sc. Čedomir Benac,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
(mentor i član),

doc. dr. sc. Dalibor Carević,
Građevinski fakultet Sveučilišta u
Zagrebu (član),

izv. prof. dr. sc. Barbara Karleuša,
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
(članica).

PRIKAZ DOKTORSKOG RADA

Doktorski rad: „Geodinamika žala u području Kvarnera“ napisan je na 183 stranice, a sadrži 13 tablica, 84 grafička priloga i 270 literaturna navoda. Sastoji se od 9 poglavlja.

Osnovni je cilj doktorskog rada bio izvršiti znanstvenu analizu geodinamičkih procesa na minijaturnim šljunčanim žalima u području Kvarnera. Također je bilo potrebno dati znanstveno objašnjenje pod kojim uvjetima su žali stabilni,

odnosno pod kojim uvjetima dolazi do njihove erozije u dijelovima ili u cijelosti.

Prethodno je izvršeno rekognosciranje gotovo svih žala na liburnijskoj i vinodolskoj obali Kvarnera, kao i na otocima Cresu i Krku. Nakon obavljene analize odabrane su za mjerenje pogodne i dovoljno različite mikrolokacije. Detaljna *in situ* mjerenja obavljena su u uvali Uboka južno od Mošćeničke

Drage, uvali Klančac kod Brseča i na lokaciji Škrila, zapadno od Stare Baške, na jugoistočnoj obali otoka Krka.

Odabrana je metoda Structure-from-Motion fotogrametrije, odnosno metoda trodimenzionalnih oblaka točaka zbog svoje visoke razlučivosti i preciznosti. Istražene lokacije vrlo su pogodne za primjenu ove metode mjerenja zbog granulometrijskog sastava tijela žala, reljefa okolne obale, te povoljnih pozicija za snimanja. Kvaliteta trodimenzionalnih oblaka točaka snimljenih žala zadovoljila je sve potrebe provedenih istraživanja, a horizontalna i vertikalna točnost modela je +/- 5 cm. Prednost korištenja ove metodologije pokazala se prilikom uzastopnih mjerenja jednog žala, kod kojeg su definirane stalne kontrolne točke za georeferenciranje trodimenzionalnih oblaka točaka, jer je pojedinačno mjerenje trajalo manje od 30 minuta, što je bitno za interpretaciju geodinamičkih promjena u njihovim tijelima.

Numeričke simulacije valova istraživanih područja provedene su na dubinama dna deriviranim iz snimaka podmorja i izmjerenih oblaka točaka. Primjena oblaka točaka u numeričkim simulacijama valovanja omogućila je precizne simulacije djelovanja valova na žalo, kao i prikaz rezultata tih simulacija na foto-realističnim oblacima točaka.

Mjerenjima pomoću metode Structure-from-Motion fotogrametrije ustanovljeno je da se žali na sve tri odabrane lokacije nalaze u osjetljivoj geodinamičkoj ravnoteži. Uzrok tomu je geološka građa i izravna izloženost obale destruktivnom djelovanju valova i strujanja vode, a mjestimično povremeno površinsko i podzemno istjecanje.

Na lokaciji žala Klančac, kod Brseča, istražen je utjecaj djelovanja vjetrovnih valova na žal omeđeno strmim liticama izgrađenim od relativno rezistentne vapnenačke stijenske mase. Vjetrovni valovi izazivaju značajne morfološke promjene tog minijaturnog žala. Zabilježene su varijacije volumena tijela žala od 137 m³ do 225 m³, tijekom 9 provedenih mjerenja u razdoblju od 4. 10. 2013. do 27. 12. 2013. Erozijska žala nastala je djelovanjem najvećih valova iz jugoistočnog smjera (jugo) i sjeveroistočnog smjera (bura) tijekom samo jednog olujnog događaja. Oporavak žala, odnosno povratak na oblik poprečnih profila i volumena tijela žala zbivao se znatno sporije. Generiran je umjerenim valovima jugoistočnog i sjeveroistočnog smjera. Mjerenja su pokazala visoku korelacijsku vezu između promjena volumena žala i visine značajnog dubokovodnog vala, neovisno o smjeru valova. Važan utjecaj na dinamiku žala Klančac su litice u njegovom zaleđu, jer se na njihovim kosinama zbiva lom visokih valova, i na taj način povećava brzina povratnih struja.

Na lokaciji žala Uboka, južno od Mošćeničke Drage, istražen je utjecaj prodora slatkih voda na morfološke promjene tijela žala, prethodno nastalog akumulacijom bujičnih sedimenata pretežito veličine šljunka. Istjecanjem slatkih voda dolazi do nastanka privremenog kanala kroz koji otječe voda do mora i koncentrirane erozije tijela žala oko tog mjesta. Zabilježene su oscilacije volumena žala od 712 m³ do 820 m³ tijekom 11 provedenih mjerenja u razdoblju od 2. siječnja 2012. do 12. travnja 2012. Erodirani sedimenti tijela žala lepezasto su akumulirani u podmorju ispred ušća kanala. Djelovanjem vjetrovnih valova dolazi do potpunog povratka sedimenata na

žalo. Na tom žalu došlo je do povećanja volumena njegovog tijela i tijekom djelovanja najvećih valova zbog nesmetanog transporta sedimenata prema obali.

Posebnost žala na lokaciji Škrila, zapadno od naselja Stara Baška, izražena je erozija klifa. Usporedbom aerofotografija i ortofoto karata različitih generacija, ustanovljeno je pomicanje kosine klifa za 4 do 5 m tijekom razdoblja od četrdeset godina. Dokazana je međuzavisnost između nazadovanja klifa i povećanja tijela žala. Osnovni uzrok nestabilnosti kosina na klifovima je utjecaj destruktivnog djelovanja valova, a sekundarno, procesi trošenja siparnih breča u kojima je oblikovan klif. Dok se erozija na kosinama klifa zbiva neprekidno, odroni velikih blokova zbivaju se epizodno, nakon stvaranja pukotina u stijenskoj masi.

Iz zajedničke ocjene doktorskog rada može se izdvojiti sljedeće:

„U doktorskom radu „Dinamika žala u području Kvarnera“, koji je izradio Igor Ružić, prvi puta je detaljno objašnjena interakcija između destruktivnog djelovanja valova i morskog struja, dotoka voda iz krškog zaleđa erozijsko-akumulacijskih procesa na obali, u specifičnim uvjetima hrvatskog područja Jadranskog mora. Obrađene su tri lokacije s minijaturnim žalima na kojima se zbivaju različiti geodinamički procesi. One su odabrane nakon detaljnog pregleda gotovo svih žala u području Kvarnera. Žalo Klančac kod Brseča specifično je po povremenoj, gotovo potpunoj eroziji sedimenata iz tijela. Mjerenjima je dokazana međuzavisnost između visine i smjera vjetrovnih valova te načina erozije, odnosno akumulacije sedimenata, odnosno promjene volumena tijela. Žalo Uboka, južno od Mošćeničke Drage specifično je po periodičnom toku površinskih, ali i podzemnih voda iz krškog zaleđa kroz njegovo tijelo. Dokazana je složena međuzavisnost između protoka, erozije i akumulacije sedimenata te utjecaja vjetrovnih valova, odnosno njihova osjetljiva geodinamička ravnoteža. Posebnost žala Škrila, zapadno od naselja Stara Baška, na otoku Krku, izražena je erozija klifa. Dokazana je međuzavisnost između nazadovanja klifa u gotovo četrdesetogodišnjem razdoblju i povećanja tijela žala. Također su dokazani uzroci obrušavanja stijenske mase i objašnjen geotehnički model pojava nestabilnosti. Korištenjem Structure-from-Motion fotogrametrije prvi puta je na hrvatskoj obali Jadranskog mora primijenjena nova tehnologija mjerenja i postignuta centimetarska točnost i velika brzina mjerenja, što je neophodno za dokazivanje brzih promjena morfologije žala. Odabrana tema istraživanja, primijenjena tehnologija i dobiveni rezultati svakako predstavljaju novinu ne samo u području hidrotehnike, već i obalne oceanografije i geotehnike. Sve prethodno navedeno je izvorni znanstveni doprinos u pojašnjenju specifičnih geodinamičkih procesa koji se zbivaju u kanalskom dijelu Jadranskog mora. Primijenjene metode mjerenja i dobiveni rezultati imat će široku promjenu hidrotehničkom i geotehničkom inženjerstvu“

Doktorski rad „Dinamika žala u području Kvarnera“ izrađen je pod mentorstvom dr. sc. Suzane Ilić (University of Lancaster, Lancaster Environment Centre, Ujedinjeno Kraljevstvo) i prof. dr. sc. Čedomira Benca (Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Zavod za hidrotehniku i geotehniku). ■