

Promjene žala na području Medića i Mimica od kraja šezdesetih godina 20. stoljeća do danas

Stjepan Tomislav Rajčić, Sanja Faivre, Nenad Buzjak

U radu se analiziraju promjene žala u uvalama Rašćine, Juto i Kutleša u posljednjih četrdeset godina. Razmotreni su osnovni prirodni čimbenici njihova oblikovanja, a osobita pozornost posvećena je antropogenim utjecajima koji su taj prirodni razvoj poremetili te načinu na koji obalni sustav reagira na antropogene modifikacije. Izgradnja dužobalnih konstrukcija, kao i odlaganje materijala u neposrednoj blizini obale i u more zbog naglog širenja obližnjih naselja i razvoja turizma, uzrokovali su višak sedimenta u moru koji uzrokuje progradaciju i eroziju pojedinih segmenata žala.

Ključne riječi: obalna geomorfologija, žalo, antropogeni utjecaji (geomorfologija), omiško primorje, Jadransko more, Hrvatska

The Changes in Beaches Surfaces in the Medići and Mimice Area from 1960 till Today

The paper deals with the changes in beach surfaces during the last 40 years in the bays of Rašćine, Juto and Kutleša. The main natural factors of their formation have been presented, but the focus of attention has been the anthropogenic influences that have disturbed their natural evolution, and the way in which this coastal system has reacted to anthropogenic modifications. The construction of coastal structures, as well as the uncontrolled disposal of material left after construction in the vicinity of the coast and even in the sea, due to the quick expansion of nearby settlements and tourism development, has provoked a surplus of sediments in the sea, causing progradation and erosion of particular beach segments.

Key words: coastal geomorphology, beach, anthropogenic influences (geomorphology), Omiš littoral, Adriatic Sea, Croatia

UVOD

Predmet ovog istraživanja su žala u uvalama Rašćine, Juto i Kutleša smještene u omiškom primorju uz naselja Mediće i Mimice. Ta su žala nastala u podnožjima jaruga gdje su povremeni vodeni tokovi nosili rastrošeni materijal s padina Omiške Dinare. Početkom šezdesetih godina 20. stoljeća, kada je izgrađena jadranska magistrala, to se područje počelo intenzivnije razvijati. Turizam je postao glavna gospodarska grana, a

antropogene aktivnosti u cijelom su se području intenzivirale i značajno ga preobrazile. Mala agrarno-stočarska naselja, u prošlosti smještena na padinama podalje od mora, danas su napuštena, a nova središta kupališnog turizma osnovana su na obali. To se ogleda u povećanom broju građevinskih radova nedaleko od mora, pretežno izgradnji kuća i apartmana, ali i izgradnji različitih obalnih konstrukcija duž same obalne crte. Prilikom izgradnje jadranske magistrale i kuća, čiji su se temelji usijekali u strme padine, velika se količina materijala (pretežno flišnoga) odlagala u užemu obalnom prostoru. Na taj način ljudske aktivnosti ometaju prirodne procese i prirodni razvoj žala. Upravo te antropogeno utjecane promjene glavni su predmet ovog istraživanja. Kao rezultat takvih aktivnosti neka su prirodna žala erodirala, na nekima je došlo do akumulacije materijala, a mjestimično su nastala i potpuno nova žala. Te su promjene razmatrane tijekom posljednjih četrdeset godina, razdoblja u kojem čovjek intenzivno djeluje na priobalje.

Žala su u prošlosti bila udaljena od naseljenih zona. U posljednjih šezdesetak godina za njima je sve veća potražnja zbog razvoja kupališnog turizma. No istraživanja su pokazala da je tendencija većine današnjih žala, njih 70%, erozija (Bird, 1985). Samo 10% svjetskih žala raste, a oko 20% pokazuje relativnu stabilnost. Budući da su žala po definiciji akumulacijski oblici, njihova aktualna erozija svjedoči o preokretu u njihovoj evoluciji.

Dio materijala na žalima nasljeđe je postglacijalne transgresije, tijekom koje je more uzazadno guralo sedimente. Kada se nivo mora u područjima udaljenim od glacijalnih kapa prije 5000 do 6000 godina počeo stabilizirati, žala su obilovala materijalom. Potom se donos materijala smanjio te je uspostavljena krhka ravnoteža.

Tu ravnotežu čovjek neprestano remeti. S jedne strane, brojni građevinski radovi duž tekućica daju povremeno veliku količinu antropogeno pokrenutog sedimenta koji dopijeva u more i tako kao višak hrani i povećava žala. S druge strane, izgradnja brana na rijekama kao i iskopavanje pijeska i šljunka za građevinske radove iz korita rijeka, ponekad i sa žala, uvjetuju smanjenje količine materijala koji je mogao biti raspoređen po žalima. Sedimenti koji ostaju zarobljeni iza brana, više ne dolaze u more. Tako žala koja se uzazadno pomiču, a to se uvijek odvija epizodično (u kratkome vremenskom intervalu) tijekom nevremena, ostaju bez materijala za rekonstitucioniranje u vrijeme povoljne sezone, što objašnjava dominaciju erozije na brojnim obalama (Pirazzoli, 1993).

Žala oblikovana u plavinskome materijalu potopljenih krških dolina i jaruga najčešći su tip žala duž hrvatske obale. Tokovi tih jaruga i dolina također su danas antropogeno modificirani, što utječe na smanjenje prirodnoga hranjenja žala (Juračić i dr., 2009). Promjene u vegetacijskom pokrovu, zbog smanjenja agrarnog iskorištavanja u posljednjih nekoliko desetljeća, također utječu na promjenu u količini donosa sedimenata iz jaruga.

S druge strane, građevinski radovi duž obale mogu također utjecati i na rast žala. Primjer je žalo Prve drage u Senju, koje je u posljednjih 35 godina naraslo za 12 m (Favre, neobjavljeno) zbog dužobalnih radova koji se odvijaju jugoistočno od same uvale, pa more prenosi materijal sjevernije.

Umjesto rješavanja direktnog uzroka problema, a to je generalno smanjena količina sedimenta, čovjek pokušava stabilizirati procese erozije sustavima zaštite (zaštitni zidovi, strukture za lom valova, postavljanje tetrapoda, gradnja pojaseva od lomljenoga kamena),

što probleme samo odgađa. Brojna velika obalna zdanja poremetila su transport materijala te su oblikovane akumulacije uz molove koji zaustavljaju morske struje, a s druge strane molova dolazi do erozije. Upravo takvi primjeri zabilježeni su i na istraživanom području, što je potaknulo detaljniju analizu utjecaja čovjeka na preoblikovanje žala.

Promjenama obalne crte kroz analizu progradacije riječnih ušća u razdoblju od nekoliko stotina godina bavili su se brojni autori, npr. ušćem Rječine (Benac i Arbanas, 1990), ušćem Dragonje, Mirne i Raše (Benac i dr., 1991, Juračić i dr., 1995). Analizom promjena riječnih ušća rijeke Mirne, a osobito rijeke Raše na starim topografskim kartama 1771., 1882. i 1930. bavili su se Benac i dr. (2007). No recentne promjene manjih žala do sada nisu u nas analizirane. U okviru radova o morfološkoj evoluciji obala, osobito Kvarnera (npr. Benac, 1989; Benac, 1992; Benac, 1996) nalazimo analize profila jaruga kao i općenite pretpostavke o preoblikovanju tijela žala zbog podizanja morske razine. Ali radovi koji se bave promjenama žala pod utjecajem čovjeka, oblikovanih u plavinskome materijalu, nedostaju.

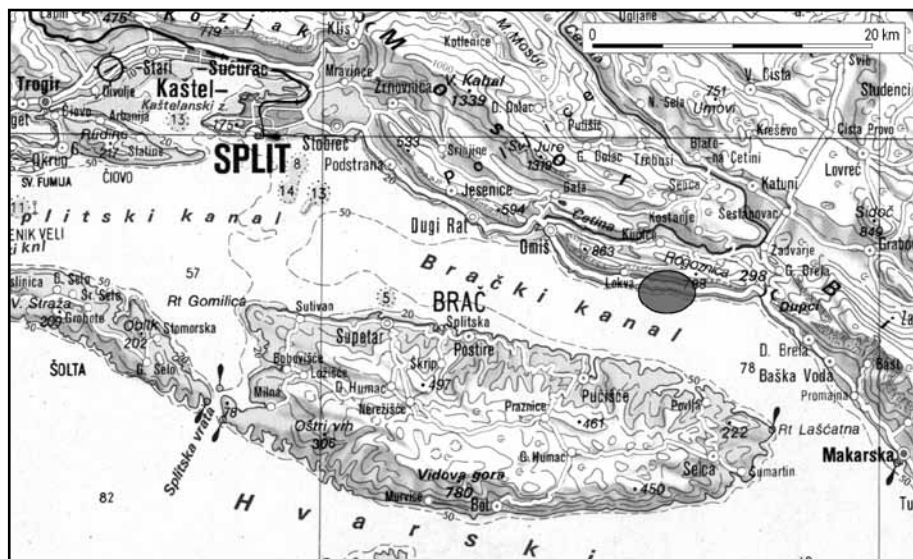
PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Geološka, geomorfološka i geodinamička obilježja istraživanog područja

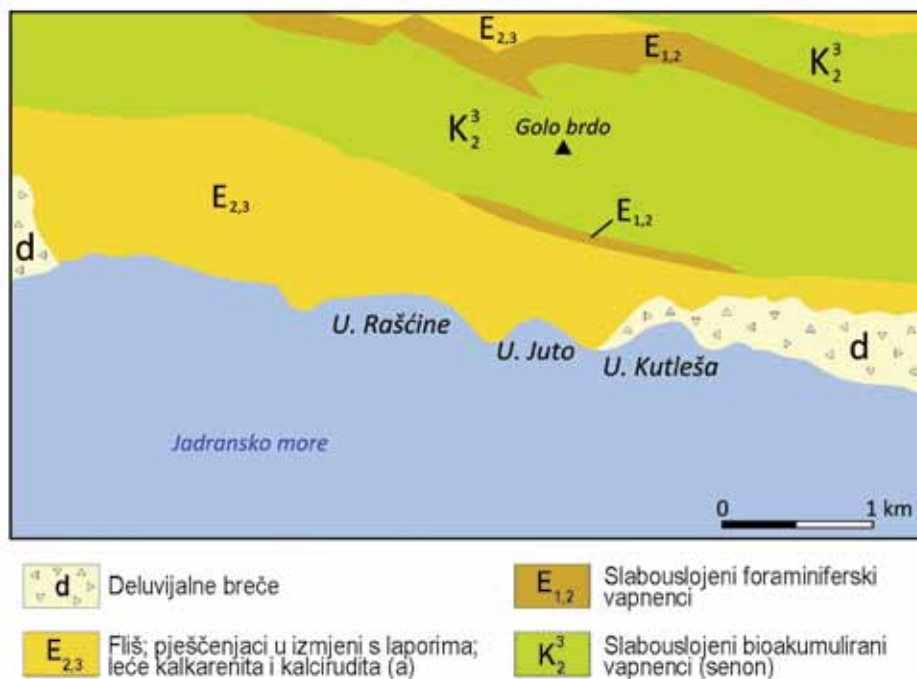
Istraživana žala smještena su u podnožju Omiške Dinare, u dijelu omiškog primorja između ušća Cetine i Vrulje (sl. 1). Dio su mikrogeomorfološke regije *Gorski hrbat Mosora s podgorjem i gorskom gredom Omiške Dinare* (Bognar, 2001). To područje izgrađuju karbonatne i klastične naslage mezozojske i kenozojske starosti. Na istraživanom području izdvojene su sljedeće litostratigrafske jedinice: fliš, slabouslojeni vapnenci te breče s fragmentima foraminiferskog vapnenca (sl. 2). Flišne naslage taložene su u vrijeme tercijara, a izgrađuju ih pješčenjaci i dendritični vapnenci u izmjeni s laporima. Senonski slabouslojeni vapnenci pretežno su gromadasti i svijetlosivi, sa sporadičnim ulošcima dolomita. Na području uvale Kutleša prisutne su i slabo vezane pleistocenske breče (sl. 2). U genetskom pogledu to su transportirane trošine karbonatno-klastičnih stijena jurske, kredne i tercijarne starosti akumuliranih u nižim područjima.

Osnovni tip strukturne deformacije te tektonske jedinice jest ljuskava građa. Vapnenci senona na južnim padinama Mosora tvore prevrnutu antiklinale reversno natisnute tektonski reduciranim krilima na eocenski fliš (Marinčić i dr., 1977).

Razlika između vapnenca i fliša vidljiva je i u krajoliku. Flišni pojasevi zeleniji su i obrađeni, dok su vapnenačke padine uglavnom obilježene razvojem stjenovitoga krša. Za razliku od vapnenaca s brojnim pukotinama, glinovite naslage čine fliš nepropusnim, te se javljaju povremeni tokovi i izvori. Ti povremeni tokovi usjekli su jaruge u padine Omiške Dinare iznad uvala Raščine, Juto i Kutleša. Materijal u uvalama predstavlja aktivnošću mora pretaložene bujične i spiranjem snesene padinske taložine, među kojima dominira šljunak (Bognar, 1995). Drugi važan izvor krupnog materijala na žalima jest urušavanje i osipanje. Uvale Raščine i Juto oblikovane su u flišu, dok u području Kutleše dominiraju pleistocenske breče (sl. 2). Obala omiškog primorja manje je razvedena od obale drugih dijelova dalmatinskog primorja te taj dio obale ima više-manje sličnu ekspoziciju vjetrovima i morskim strujama.



Sl. 1. Područje istraživanja
Fig. 1 Investigated area



Sl. 2. Generalizirana geološka karta istraživanog područja (prema OGK 1 : 100.000; Marinčić i dr., 1976)
Fig. 2 Generalised Geological map of the investigated area (according to the Main Geological Map 1:100 000; Marinčić et al., 1976)

Bazen Jadranskog mora u današnjem obliku nastao je izdizanjem razine mora za oko 116 – 126 m (Fairbanks, 1989) od posljednjega glacijala Würma. Budući da podmorje u području omiškog primorja (Brački kanal) ne prelazi dubinu od 78 m, očito je da su današnje obale geološki gledano vrlo mlade i da se učinci transgresije mora odražavaju u potapanju nekadašnjeg intenzivno okršenog reljefa (Bognar, 1995).

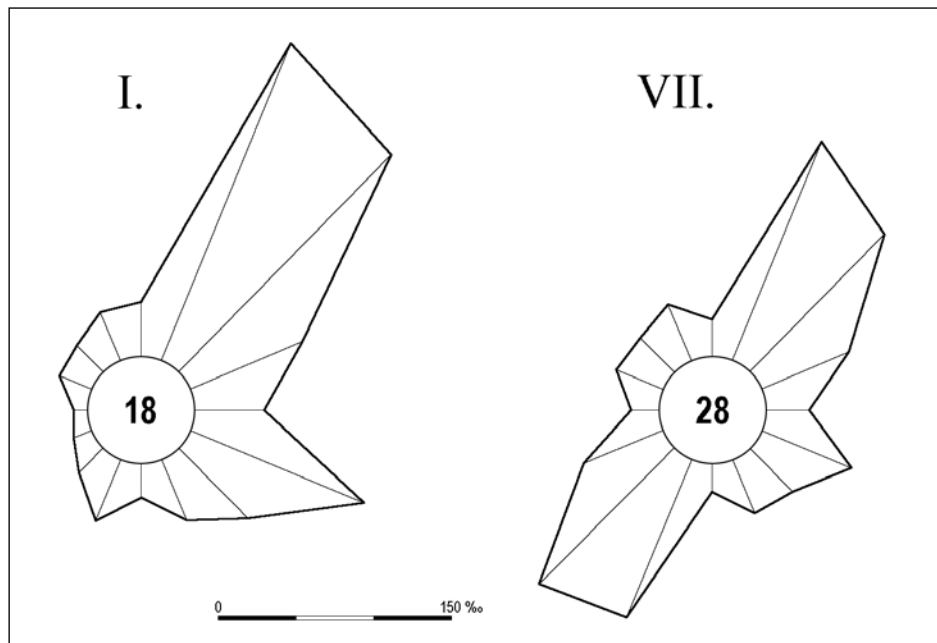
Tektonsko okružje istraživanog područja definirano je kretanjem Jadranske mikroploče i odupiranjem Dinarida tim pokretima. Sveprisutna tektonska aktivnost u neogenu i kvartaru uzrokuje neprestano sužavanje prostora Jadranske mikroploče (Oldow i dr., 2002). Pokreti Jadranske mikroploče uzrokuju nastanak velike tranzicijske zone između Jadranske mikroploče i Dinarida. Ona se proteže u smjeru SZ – JI (Prelogović i dr., 2004; Herak i dr., 2005). Područje istraživanja nalazi se upravo na kontaktu te tranzicijske zone i Dinarida, a obilježeno je rasjedom Mosor-Biokovo.

Na promjenu razine mora općenito utječu eustatički, glacio-hidro-izostatički i tektonski čimbenici. Eustatičke su promjene su globalne, dok glacio-hidro-izostatički i tektonski čimbenici i lokalno variraju (Antonoli i dr., 2007). Generalno, morska razina na istočnoj obali Jadranskog mora raste (Šegota, 1976; Surić i dr., 2005; Surić i dr., 2009), s tim da je rast izraženiji na sjevernom Jadranu, dok je na južnome morska razina gotovo stabilna (Faivre i Fouache, 2003). Uspoređujući podatke različitih mareografskih postaja u Hrvatskoj, Orlić i Pasarić (1997, 2000) ustanovili su da razina mora raste od 1 mm/god. na sjevernom Jadranu do 0 mm/god. na južnom Jadranu. To znači da je u posljednjih nekoliko dekada na području Splita i Dubrovnika odnos kopna i mora više-manje stabilan. Promjene morske razine na splitskom području u posljednjih 2000 godina nisu još dovoljno istražene. Na području Istre i Kvarnera u tom je razdoblju ustanovljen porast od 1 do 1,5 m (Faivre i Fouache, 2003; Faivre i dr., 2010a; Faivre i dr. u tisku). Na području otoka Visa morska razina izračunata je uz pomoć arheoloških ostataka. Prije 2400 godina srednja razina mora bila je za -1,99 m, a prije 2000 godina za -1,7 m niža od današnje (Faivre i dr., 2010b). Hrvatska je obala pretežito stjenovita i stoga generalno gledajući nije jako osjetljiva na predviđeni rast morske razine (Juračić i dr., 2009; Barić i dr., 2008). No eventualni značajniji porast u budućnosti ugrozio bi prije svega niska deltasta područja, slatkovodna jezera te mala uska žala koja nemaju mogućnost unazadnog pomicanja (Brunel i Sabatier, 2009), pa tako i ona u omiškom primorju.

Marinska dinamika

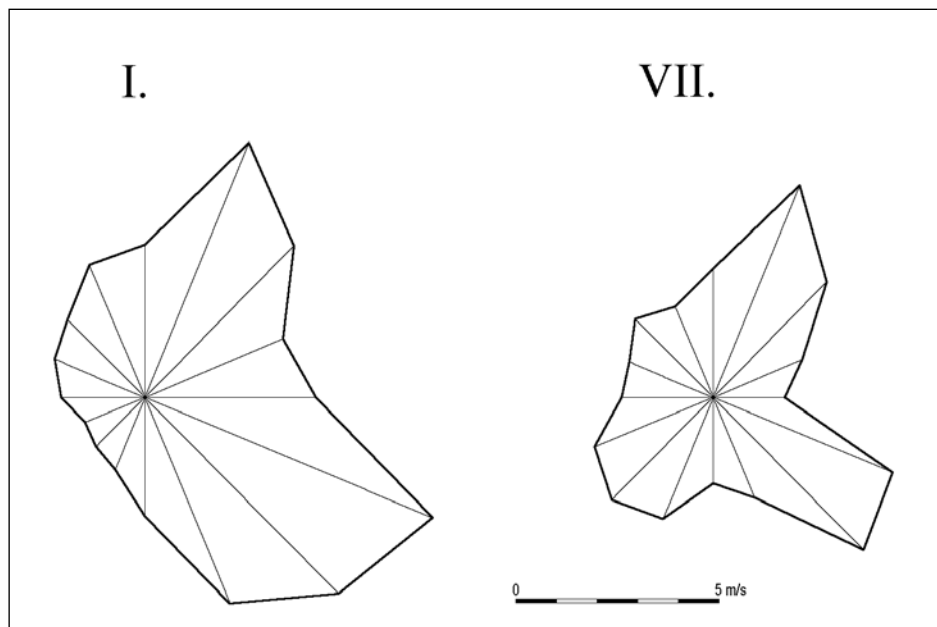
Uz navedena strukturna i geodinamička obilježja na oblikovanje žala omiškog primorja utječu valovi i morske struje. Ta obala, s prosječnom amplitudom morskih mijena od ± 25 cm (mareograf Split), spada u kategoriju mikroplimnih obala, te morske mijene nemaju velik utjecaj na njeno oblikovanje.

Kako je za nastanak valova najvažniji utjecaj vjetera, potrebno je razmotriti brzinu i čestinu vjetrova u ekstremnim mjesecima (siječnju i srpnju) za najbližu meteorološku postaju Split (sl. 3 i 4), koja je općenito dobar reprezentant zračnog strujanja na obali (Šegota i Filipčić, 1996). U Splitu je izražena dominacija dvaju smjerova vjetera. U siječnju su najčešći vjetrovi iz sjeveroistočnoga kvadranta (većinom bura) i jugoistočnoga kvadranta (većinom jugo). Iako je bura najčešći vjetar, veću brzinu postiže jugo, koji je i



Sl. 3. Srednja čestina vjetra za postaju Split – Marjan 1961. – 1990. (Filipčić, 1995)

Fig. 3 Mean wind frequency for the Split – Marjan station 1961 – 1990 (Filipčić, 1995)

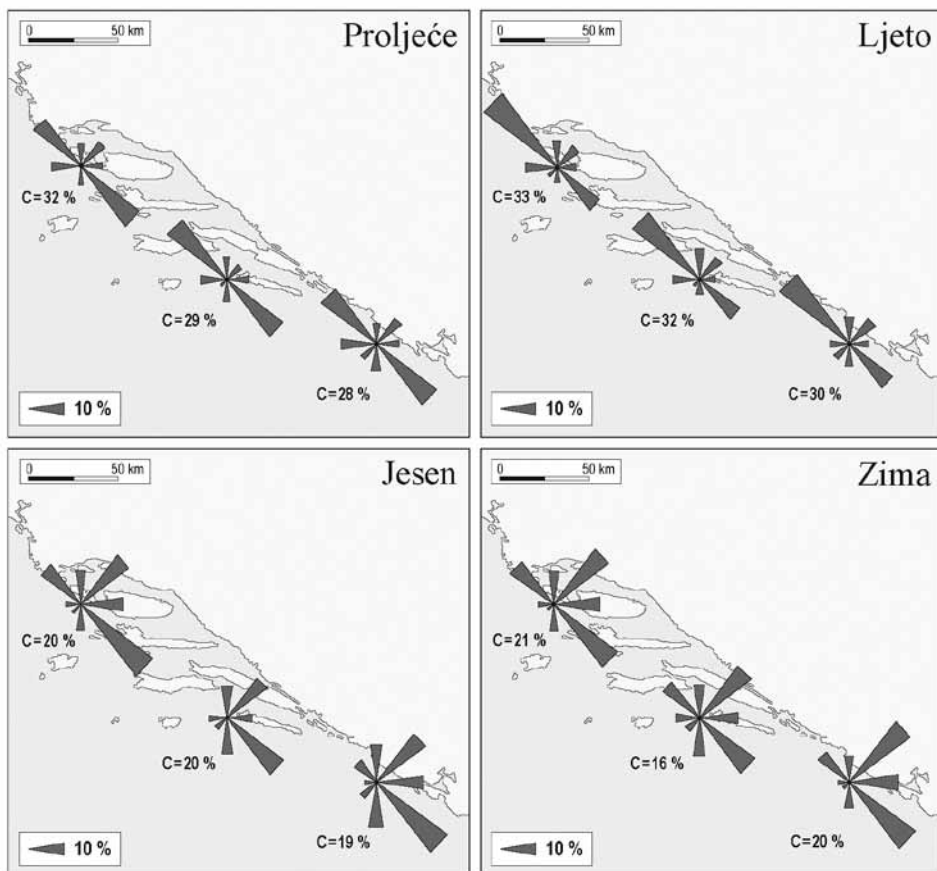


Sl. 4. Srednja brzina vjetra za postaju Split – Marjan 1961. – 1990. (Filipčić, 1995)

Fig. 4 Mean wind speed for the Split – Marjan station 1961 – 1990 (Filipčić, 1995)

najjači vjetar hladnog dijela godine. Važnost ostalih vjetrova zanemariva je. U srpnju je po čestini i dalje važno sjeveroistočno strujanje, dok vjetrove iz jugoistočnoga kvadranta zamjenjuju vjetrovi iz jugozapadnoga kvadranta. Ljeti s jugozapada puše zmorac na koji se superponira maestral, dok najveći dio sjeveroistočne komponente čini kopnenjak. Brzina svih vjetrova ljeti se smanjuje, a tišine su češće nego zimi. Jugo i dalje ostaje najjači vjetar, iako je znatno rjeđi i slabiji, dok jugozapadni vjetrovi ne postižu značajniju brzinu (Filipčić, 1995). Osim zimi jugo je čest vjetar u rano proljeće (ožujak, travanj) i jesen (listopad, studeni) (Penzar i dr., 2001). Tijekom posljednjih dekada opaženo je i povećanje učestalosti i brzine juga na Jadranu (Pirazzoli, 1996).

Značajke valova uzrokovanih vjetrom ovise o smjeru, brzini i trajanju vjetra, veličini područja nad kojim ti vjetrovi pušu te o topografiji morskog dna. Zbog toga na području Jadranskog mora jugo stvara znatno više valove od bure pri istoj brzini i trajanju vjetra (Gržetić, 2002). Srednje čestine smjera napredovanja valova, mirnog mora i relativne čestine valnih visina po godišnjim dobima za taj su dio srednjeg Jadrana mjerene na otvorenome moru ispred otoka Šolte (sl. 5 i 6). Zimi i ujesen prevladavaju valovi JI smjera, a

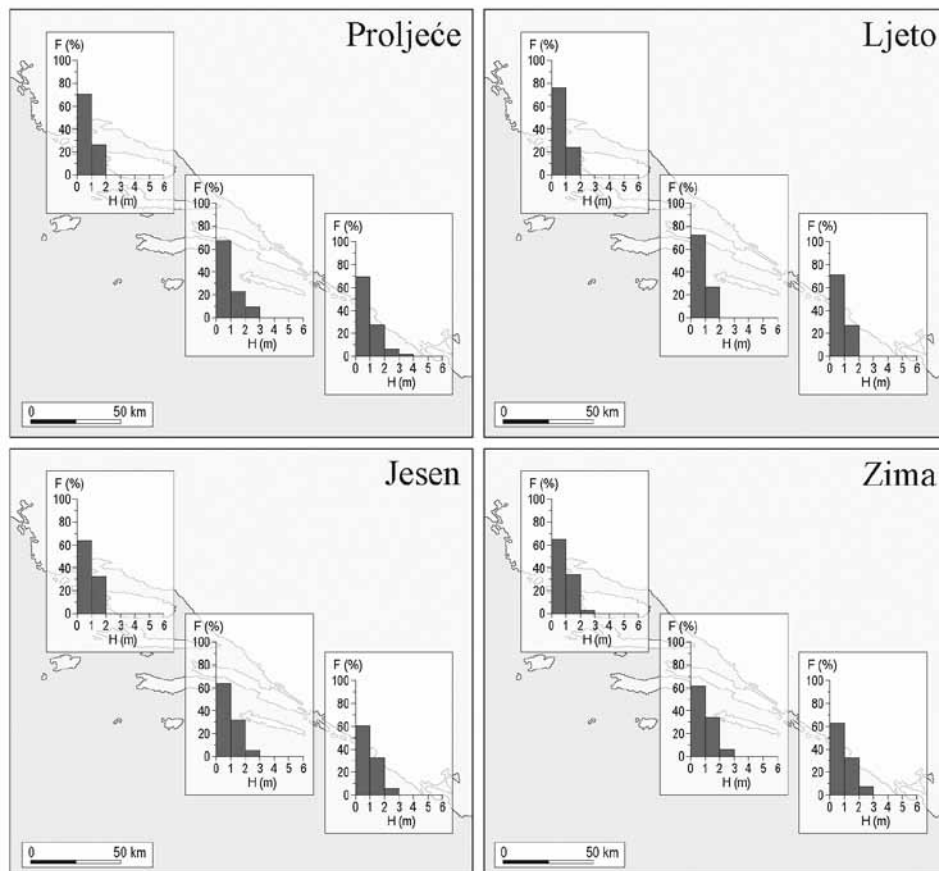


Sl. 5. Srednje sezonske čestine smjera napredovanja valova i mirnog mora (C) (Gržetić, 2002)

Fig. 5. Mean seasonal frequency of the wave progress and calms direction (C) (Gržetić, 2002)

značajni su i valovi SZ i SI smjera. U proljeće su najčešći valovi SZ i JI smjera, dok se ljeti učestalost valova JI smjera smanjuje i prevladavaju valovi SZ smjera. Ljeti i u proljeće pojave mirnog mora češće su nego zimi i ujesen. Viši valovi češći su zimi i ujesen, dok se u proljeće, a posebice ljeti, njihova čestina smanjuje. Najčešće su visine valova na Jadranu od 0,5 do 1,5 m (Gržetić, 2002). Budući da se zračno strujanje na obali i na otvorenome moru razlikuje (Šegota i Filipčić, 1996), podaci o valovima mjenjenim na otvorenome moru ispred Šolte ne mogu u potpunosti reprezentirati čestinu i visinu valova u omiškom primorju, ali precizniji podaci nisu dostupni.

S obzirom na to da valovi utječu na taloženje sedimenata, valovi se dijele na valove lijepog vremena i valove olujnog vremena. Valovi lijepog vremena kružnim gibanjem podižu s morskog dna sedimente, koje zatim prihvaćaju vodene struje i prenose prema obali. Nasuprot njima, valovi olujnog vremena, zbog velike energije, približno jednaku količinu sedimenata prenose prema obali i od obale, zbog čega je konačni učinak premeštanja sedimenata zahvaćenih olujnim valovima prema obali općenito manji nego pri valovima lijepog vremena (Tišljar, 2004). Olujni valovi međutim u zoni udaranja imaju



Sl. 6. Relativne čestine valnih visina (H) po sezonama (Gržetić, 2002)

Fig. 6. Mean frequency of wave heights (H) according to seasons (Gržetić, 2002)

snažan učinak u razaranju obale i sedimenta žala, pri čemu njihove povratne struje odnose izuzetno velike količine taloga na potopljeni dio žala (obalno lice) i odobalje. Na taj način olujni valovi općenito uzrokuju eroziju sedimenata žala, a valovi lijepog vremena akumulaciju (Tišljar, 2004).

Većinu valova olujnog vremena izaziva jugo, dok valove lijepog vremena izazivaju uglavnom ostali vjetrovi. Jugo je umjeren, jak ili olujni vjetar koji puše dugo i ravnomjerno, a izaziva najviše valove, koji su u ovom dijelu Jadrana najčešće jugoistočnog smjera. To je vidljivo i iz navedenih podataka o smjeru i visini valova za područje ispred otoka Šolte. Zimi i u jesen prevladavaju valovi juga i čestina je visokih valova najveća, dok se u proljeće i ljeto sa smanjenjem čestine JI valova smanjuje i udio visokih valova. Visina najvišega izmjerenog vala za vrijeme juga na srednjem Jadranu iznosi 8,4 m, a maksimalne valne duljine oko 80 m (Gržetić, 2002). U Splitu je između 1961. i 1990. najdulje neprekinuto trajanje juga bilo 25 sati, a najjači je udar bio 41,4 m/s (Vukičević, 1991). Sve to upućuje na činjenicu da će valovi juga bitno utjecati na žala istraživanog područja.

METODE ISTRAŽIVANJA

Za analizu promjena duž obalne crte istraživanog područja upotrijebljena je metoda ponovljene fotografije. Da bi se kvantificiralo uočene promjene, obalna je zona potom precizno kartirana GPS-uređajem. U uvali gdje su zabilježene najveće promjene analiziran je i raspored sedimenata po veličini zrna. Terenska istraživanja obavljena su tijekom 2009. i početkom 2010. godine.

Bit metode ponovljene fotografije jest utvrđivanje promjena u nekom području u određenom vremenskom intervalu usporedbom dviju ili više fotografija snimljenih s istog mjesta u različito vrijeme. Ponovljena fotografija osobito je preporučljiva metoda kada je potrebno učestalo i neposredno praćenje promjena kroz duži vremenski slijed i kada je važno praćenje manjih detalja (Turner i dr., 2003). No ona ima i nedostatke. Za razliku od aviosnimke ili satelitske snimke, koje pružaju sveobuhvatan i nesmetan pogled odozgo na krajolik, ponovljena fotografija daje manje sveobuhvatan i pristraniji prikaz krajolika, a uz to fotografije ne prikazuju prostor ortogonalno, već povećavaju veličinu bližih elemenata krajolika i tako otežavaju kvantifikaciju, iako je ne čine nužno nemogućom (Pickard, 2002). U ovom istraživanju metoda ponovljene fotografije upotrijebljena je u analizi promjena žala u uvali Rašćine. Ona je osobito dobra kada raspoložemo većim brojem fotografija snimljenih u što duljemu vremenskom rasponu. S obzirom na to da je za prostor Hrvatske vrlo teško doći do aviosnimaka različite starosti, osobito za duže razdoblje, ta se metoda pokazala zanimljivom za analizu manjih, punktualnih lokacija.

U svim su uvalama kartirani objekti obalnog prostora koji na bilo koji način mogu utjecati na preoblikovanje žala, primjerice molovi, lukobrani i sl. Točan položaj objekata određen je GPS-uređajem Garmin Vista eTrex te potom unesen na Hrvatsku osnovnu kartu 1 : 5000 (HOK 5) izrađenu 1988. godine. GPS-uređajem određen je i trenutni položaj obalne crte na žalima, čije su koordinate u trenutku kartiranja također unesene na HOK 5. Prema fizičko-geografskoj definiciji, obalna crta je fiksna crta koja se ucrtava na topografskim kartama kao ploha geoida određena srednjom razinom mora. Uspoređujući današnji položaj obalne crte s položajem iz 1988., utvrđeno je na kojim je dijelovima

obale u međuvremenu došlo do progradacije žala, definirani su dijelovi na kojima je došlo do erozije te zone na kojima se obalna crta nije mijenjala. Važno je napomenuti da, zbog utjecaja morskih mijena, položaj obalne crte u trenutku kartiranja nije i položaj srednje razine mora. Zbog toga je trenutni kartirani položaj obalne crte potrebno korigirati prema izmjerenim vrijednostima na mareografu – u ovom slučaju to je mareograf Split. Kako amplituda morskih mijena za područje istraživanja nije velika (± 25 cm, mareograf Split), ni moguća odstupanja nisu značajna. Naravno, valja naglasiti da je taj tip kartiranja moguće obavljati isključivo kada more nije valovito. Znatno veća pogreška pri radu može biti uzrokovana ograničenom preciznošću ručnog GPS-prijamnika, čija točnost može varirati (Župan i dr., 2007; Župan i Lapaine, 2007). Prilikom kartiranja očitana točnost prema procjeni prijamnika iznosila je prosječno ± 3 m.

Analiza rasporeda sedimenata po veličini zrna poslužila je analiziranju obalnih procesa koji su utjecali na oblikovanje žala. Sedimenti na žalima grupirani su u određene razrede po veličini zrna i dan je njihov prostorni raspored u trenutku kartiranja. Analizirana su isključivo žala u uvali Raščine jer su tu zamijećene najveće promjene u promatranom razdoblju.

REZULTATI

Na sl. 7 prikazan je niz od tri fotografije na kojima je vidljiv dio uvale Raščine zapadno od jaruge. Prva fotografija snimljena je krajem šezdesetih godina 20. stoljeća (sl. 7a), druga 1994. (sl. 7b), a treća 2009. (sl. 7c). Na fotografiji s kraja šezdesetih godina prikazano je žalo koje se proteže od dna jaruge na zapad. Slika prikazuje izgled žala prije



Sl. 7a. Zapadni dio uvale Raščine, od dna jaruge prema zapadu; fotografija područja snimljena krajem šezdesetih godina 20. stoljeća

Fig. 7a Western part of the Raščine Bay, westward from the gully mouth, picture taken at the end of the 1960s



Sl. 7b. Zapadni dio uvale Raščine, od dna jaruge prema zapadu; fotografija područja snimljena 1994.
Fig. 7b Western part of the Raščine Bay, westward from the gully mouth, picture taken in 1994



Sl. 7c. Zapadni dio uvale Raščine, od dna jaruge prema zapadu; fotografija područja snimljena 11. lipnja 2009.
Fig. 7c Western part of the Raščine Bay, westward from the gully mouth, picture taken in 2009

utjecaja čovjeka na obalu. Prema zapadu ono je sve uže i na kraju ga zamjenjuje stjenovita obala. Uspoređujući fotografiju iz 1994. s onom s kraja šezdesetih, vidi se da je u tom razdoblju došlo do akumulacije materijala. U najzapadnijem dijelu uvale, na području na kojem je šezdesetih bila stjenovita obala, nastala su žala široka nekoliko metara, a zapadni dio tada postojećeg žala (podno jaruge) proširen je. Promjene na dijelu žala podno jaruge teže je pratiti zbog nepostojanja velikih stijenskih blokova koji služe kao reperi. Uspoređujući fotografije iz 1994. i 2009., uočava se da je u tom razdoblju došlo do erozije. U najzapadnijem se dijelu uvale širina žala smanjila, a neki su dijelovi potpuno nestali. Dakle u zapadnom dijelu uvale Raščine evidentirana je akumulacija materijala od kraja šezdesetih do barem 1994., a potom erozija negdje između 1994. i 2009., tako da je žalo danas slično onome s kraja šezdesetih. Analizirajući fotografije snimljene 1994. i 2009., mogu se primijetiti velike količine flišnog materijala odloženog duž obale. Iz fotografija je vidljivo da se taj materijal osipavao te tako također pridonosio procesu akumulacije.

Na fotografijama je također vrlo jasno uočljiva promjena vegetacijskog pokrova, koji je krajem šezdesetih bio bitno oskudniji nego danas.

Na slikama 8 a i b prikazani su dio uvale Raščine istočno od jaruge i naselje Mediči. Prva fotografija snimljena je također krajem šezdesetih godina, a druga 2009. Na fotografiji snimljenoj krajem šezdesetih vidljivo je da je obala u tom području pretežno stjenovita. Primjećuje se da je cjelokupni okoliš do 2009. značajno izmijenjen antropogenim djelovanjem. Izgrađeni su molovi i lukobran, dio obale je betoniran, a i naselje se znatno proširilo prema obali. Također je jasno vidljivo da obala više nije pretežito stjenovita jer su uz molove i lukobrane nastala prostrana žala. Dakle u istočnom dijelu uvale Raščine u tom je razdoblju evidentirana izrazita akumulacija materijala.



Sl. 8a. Istočni dio uvale Raščine i naselje Mediči; fotografija područja snimljena krajem šezdesetih godina 20. stoljeća

Fig. 8a Eastern part of the Raščine Bay with the Mediči settlement, picture taken at the end of 1960s



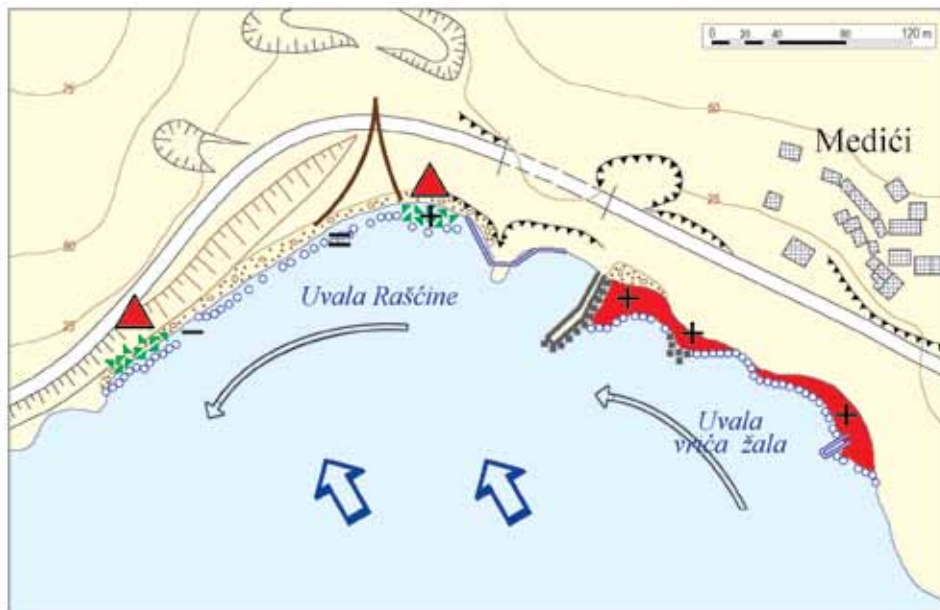
Sl. 8b. Istočni dio uvala Rašćine i naselje Medići; fotografija područja snimljena 2009.

Fig. 8b Eastern part of the Rašćine Bay with the Medići settlement, picture taken in 2009

Prilikom utvrđivanja promjena na žalima metodom ponovljene fotografije, potrebno je voditi računa o tome da su žala dinamički sustavi i neprestano se mijenjaju. Prema tome, potrebno je uzeti u obzir i privremene promjene, primjerice one pod utjecajem morskih mijena kao i sezonske promjene. No s obzirom na kontinuirano praćenje istraživanog područja kao i na obujam promjena bilo je moguće utvrditi neke procese koji se odvijaju na žalima. Osim toga valja imati na umu i da evidentirane promjene, primjerice erozija i progradacija žala, ne moraju nužno upućivati na kontinuirani trend.

Trenutni položaj obalne crte na žalima uvala Rašćine, Kutleše i Juto kartiran je i prikazan na segmentima HOK-a 5 iz 1988. godine (sl. 9). Prema izmjerenim vrijednostima na mareografu Split u trenutku kartiranja, treba uzeti u obzir i trenutna odstupanja pod utjecajem morskih mijena, koja su u trenutku kartiranja varirala do ± 10 cm u odnosu na srednju razinu mora, tj. u odnosu na obalnu crtu na karti. Stoga je ta vrijednost definirana kao moguća greška (sl. 9 a, b, c).

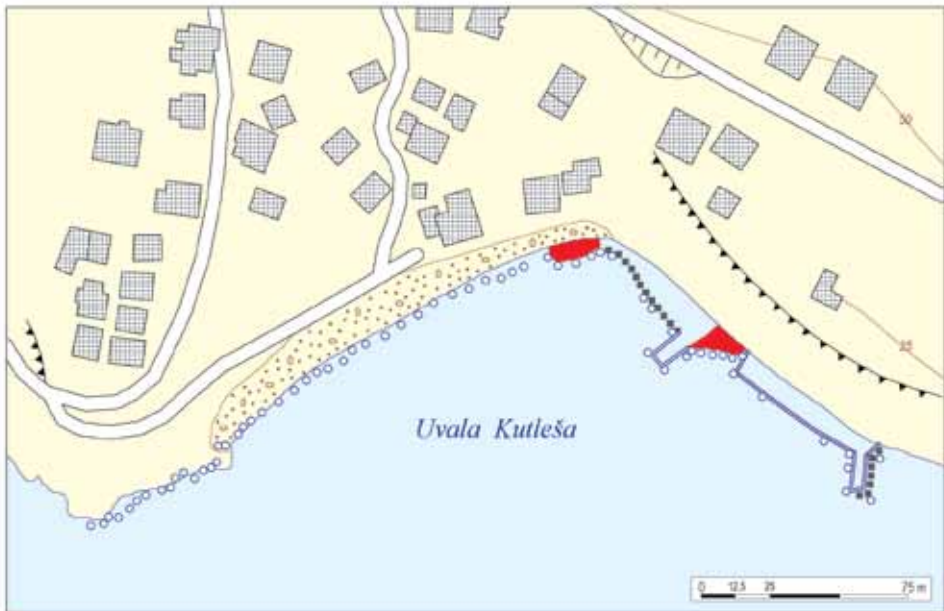
Značajne promjene obalne crte ustanovljene su u uvalama Rašćine i Kutleša, dok u uvali Juto nisu zabilježene veće promjene u dvadesetjednogodišnjem razdoblju. Uspoređujući današnji položaj obalne crte u uvali Rašćine s onim iz 1988., kada je karta izrađena, izdvojene su zone izrazite progradacije žala u istočnom dijelu uvala (sl. 9a). Prije 1988. u uvali Rašćine izgrađen je veliki lukobran, a nakon toga dva manja mola, koji su zajedno dodatno pospješili progradaciju žala. U uvali Kutleša obala se počinje antropogeno mijenjati tek nakon 1988. te su također vidljive značajne promjene. Izgrađena su dva mola i kao posljedica tih zahvata uočljive su dvije nove akumulacijske zone (sl. 9c). Svi antropogeni



Sl. 9a. Položaj obalne crte i kartirani objekti u uvali Raščine
Fig. 9a Shoreline position with objects mapped in the bay of Raščine



Sl. 9b. Položaj obalne crte i kartirani objekti u uvali Juto
Fig. 9b Shoreline position with objects mapped in the bay of Juto



Sl. 9c. Položaj obalne crte i kartirani objekti u uvali Kutleša

Fig. 9c Shoreline position with objects mapped in the bay of Kutleša

Legenda uz sliku 9a., 9b. i 9c

Legend of figure 9a, 9b and 9c

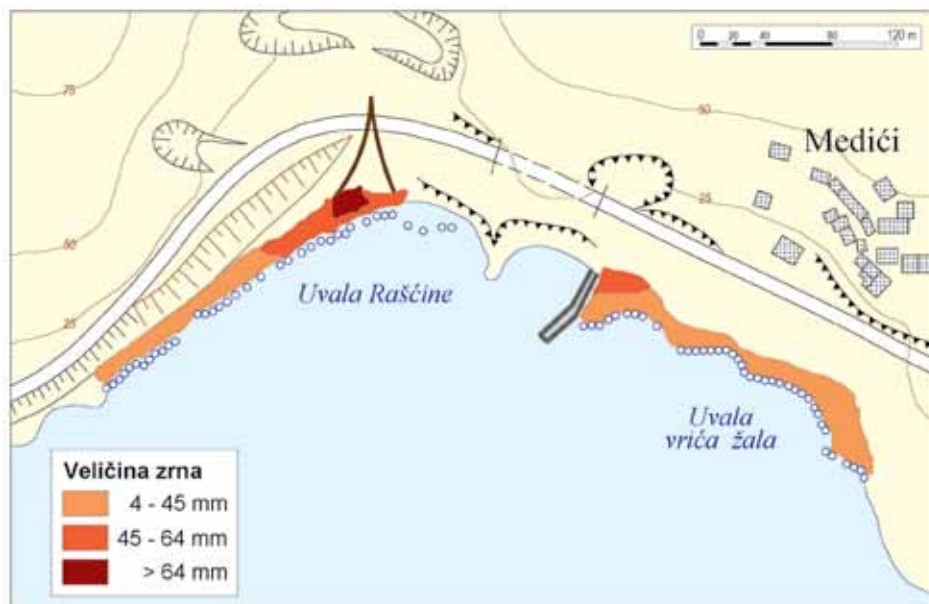


zahvati također su vidljivi s istočne strane uvale, gdje je obala, osim izgradnjom molova, dijelom betonirana, a dijelom izgrađena od nabacanoga kamenja.

Gotovo cijelom duljinom istočnog dijela uvale Raščine došlo je do progradacije žala ukupne površine od oko 2440 m². Žala su prosječno duga oko 10 m, a mjestimično dosežu vrijednosti i do 40 m. U uvali Kutleša te su vrijednosti manje. Kreću se od oko 6 m do maksimalno 12 m. U toj uvali formirana su dva odvojena žala, površine od oko 118 i 127 m². Veličina novonastalih antropogeno uzrokovanih žala direktno je ovisna o veličini i tipu obalnih konstrukcija. U zonama osipanja i urušavanja vidljive su manje zone progradacije, a te su zone nestabilnosti direktno povezane i s odlaganjem materijala.

U uvalama Raščine i Kutleša antropogeno su izmijenjeni istočni dijelovi obala (izgradnja lukobrana i molova) jer su relativno zaštićeniji, a materijal se odlaže uglavnom na zapadnim dijelovima, kao što je slučaj u uvalama Raščine i Juto. Stoga se vjerojatno materijal odložen u uvali Juto sedimentira u uvali Raščine zbog dužobalnog transporta sedimenta (sl. 9 a, b, c).

U uvali Raščine 5. rujna 2009. kartirana je raspodjela sedimenata po veličini zrna. Sedimenti na žalima grupirani su u tri razreda. Pregled njihova prostornog rasporeda u uvali Raščine prikazan je na slici 10. Sedimenti na žalu u trenutku kartiranja relativno su pravilno raspoređeni. Sedimenti krupnijeg zrna nalaze se bliže jaruzi, a s udaljenošću materijal postaje sve sitniji. Na velikom dijelu novonastalih žala sediment je uglavnom sitnijeg zrna (4–45 mm) i nema kontinuirane klasične raspodjele sedimenta od krupnijega u stražnjemu, unutrašnjem dijelu žala prema sitnijemu u prednjem dijelu žala.



Sl. 10. Raspored sedimenata žala u uvali Raščine prema veličini zrna. Neobojeni dio – segment žala koji nije analiziran u ovom radu zbog kontinuiranih antropogenih utjecaja.

Fig. 10. Sediment distribution on the beaches of Raščine Bay according to particle size. The uncoloured segment of the beach was not analysed in this work due to the continuous anthropogenic influences.

RASPRAVA

Širina i nagib žala u funkciji su količine dostupnog materijala, energije vala i struja koje taj materijal mogu prenositi. Sedimenti koji čine žala najčešće su kopnenog podrijetla, osobito u umjerenim i hladnim područjima (Pirazzoli, 1993). Fini pijesak i valutice nastaju razaranjem istaknutih dijelova obale, erozijom strmaca ili čvrstoga riječnog nosa. Upravo su bujični tokovi donosili taložine s padina Omiške Dinare u prošlosti i bili glavni izvor sedimenata kojim su se hranila žala. Danas je donos sedimenata bujičnim tokovima prilično smanjen i ne utječe značajno na razvoj žala. Korita jaruga mjestimično su obrasla gustim raslinjem ili su betonirana, a za vrijeme kiša tijekom 2009. godine nije uočen značajniji donos sedimenata. No gradnja različitih obalnih konstrukcija i neplansko odlaganje materijala duž obale uzrokuju velike promjene.

Materijal bačen u more postupno se djelovanjem marinskih procesa akumulira na prirodnim, a osobito na antropogeno modificiranim dijelovima obale i uzrokuje progradaciju žala. S druge strane, materijal odložen na obalu postupno se osipava i urušava na žalo te i tako uzrokuje njegovu mjestimičnu progradaciju. Višak materijala taložio se najprije na zapadnoj strani uvale Rašćine jer nije bilo prepreka na njezinu istočnom dijelu. Nakon izgradnje molova materijal je zaustavljen s njihove istočne strane. Kao posljedica manjka materijala, na zapadnoj strani dolazi do erozije žala. Kako u prošlosti na tom dijelu obale nije postojalo prirodno žalo, može se zaključiti da valovi erodirajući žalo vraćaju obalu u njeno ravnotežno stanje koje je bilo poremećeno odlaganjem materijala. Erozijski materijal zapadnog dijela žala uzrokuju prije svega olujni valovi. Kao što je već istaknuto, valove olujnog vremena s najvećom energijom na Jadranu izaziva jugo, koji je ovdje jugoistočnog smjera (Penzar i dr., 2001). Najzapadniji dio uvale najizloženiji je valovima s jugoistoka. Oni se velikom snagom i gotovo okomito razbijaju o obalu, pri čemu krupniji materijal odbacuju na vrh zone mlata, dok sitniji odnose u more unazadnim povlačenjem, što je glavni uzrok erozije žala za vrijeme juga. Terenskim je radom ustanovljeno da su nakon jakih valova izazvanih jugom promjene na žalima najveće. Prestankom juga zaustavlja se destruktivno djelovanje mora na obalu te se erodirani materijal djelomično vraća na žalo. To je faza konstruktivnog djelovanja valova na obalu. Bura kao mahovit vjetar izaziva valove male valne duljine koji se ne razbijaju velikom snagom o obalu, tako da nisu toliko značajni za promjene žala istraživanog područja. Valovi nastali pod utjecajem ostalih vjetrova također utječu na oblikovanje žala u tom području, ali u manjoj mjeri. Njihov utjecaj, kao i sezonske promjene na žalima, potrebno je detaljnije istražiti.

Na temelju specifičnog oblika i smještaja novonastalih žala u istočnom dijelu uvale Rašćine, moguće je utvrditi vezu smjera transporta sedimenata i razvoja žala. Pješćani i šljunčani materijal u tom prostoru zbijen je uz istočne strane molova i lukobrana, što potvrđuje dužobalnu migraciju sedimenata, generalno od istoka prema zapadu. Na taj način antropogene konstrukcije ometaju dužobalnu migraciju sedimenata i uzrokuju stvaranje prostranih žala na njihovim istočnim stranama, gdje postoji jak priljev sedimenata. Razvoj tih žala teško je predvidjeti. Ako ne bude daljnjeg odlaganja materijala duž obale, može se očekivati daljnja erozija pojedinih segmenata žala.

Problem detektiranja promjena gore navedenim metodama jest činjenica da je žalo dinamički sustav, podložan čestim promjenama. Valovi, morske mijene, struje i vjetrovi

stalno mijenjaju obalu s ciljem postizanja dinamičke ravnoteže (Hsu i dr., 2007). To otežava detaljniju kvantifikaciju promjena, no ipak je moguće utvrditi neke opće činjenice. Metode kartiranja i mjerenja obalne crte GPS-om, za razliku od analize fotografija, daju precizniji i sveobuhvatan prikaz promjena, no u ovom konkretnom slučaju u užemu vremenskom okviru. Dok fotografije pokrivaju razdoblje od četrdesetak godina, GPS-analizom prikazane su promjene u posljednjih dvadesetak godina. Ograničavajući je čimbenik taj što zaključke možemo temeljiti na vremenskim intervalima jer nije moguće zaključiti kada su točno pojedine promjene započele i završile. Dakle promatramo procese kroz intervale koje definira prikupljena dokumentacija. Ova bi analiza bila puno konkretnija kada bi postojali podaci o količini i dinamici odlaganja materijala, međutim s obzirom na to da je ta aktivnost zapravo nekontrolirana, do tih je podataka direktno nemoguće doći.

Novonastala žala svakako su adut turizma ovog područja te su lokalnom stanovništvu dobrodošla, a dio obale na kojem dominira erozija za sada ne ugrožava čovjeka ni njegove aktivnosti. No na mnogim lokacijama u svijetu zaustavljanje sedimenata duž obale i remećenje prirodnog transporta uzrokovali su nastanak velikih erozijskih zona u zaleđu, koje danas ugrožavaju stanovništvo ili ljudsku djelatnost. Stoga je npr. u SAD-u prilikom izgradnje velikih obalnih konstrukcija obavezna i izgradnja sedimentnih obilaznica (*bypassa*) da se transport sedimenata ne zaustavi. Sedimenti se usisavaju iz zone akumulacije i dovode tunelom do mjesta gdje mogu nastaviti prirodni put.

ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju najveće promjene duž obalne crte u posljednjih četrdesetak godina evidentirane su na žalima u uvali Rašćine. Najvažniji je uzrok promjena djelovanje čovjeka na prostor. Razvoj područja počeo je izgradnjom magistralne ceste šezdesetih godina prošlog stoljeća, koja i dovodi veći broj stanovnika u taj obalni prostor. Dinamika izgradnje direktno je utjecala na dinamiku odlaganja materijala u priobalju, što je pak uzrokovalo nastanak viška sedimenta u moru. Taj višak sedimenta krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća počinje se akumulirati na zapadnoj strani uvale Rašćine. Nakon izgradnje lukobrana i molova osamdesetih godina s istočne strane uvale, sedimenti se počinju sidriti s njihovih istočnih strana. Dolazi do nastanka novih žala i njihove postupne progradacije. Naime dužobalni transport odvija se prateći obalu generalno u smjeru istok – zapad te ga novonastale konstrukcije ometaju, a sedimenti se zaustavljaju duž novoizgrađenih obalnih struktura. Stoga do zapadnog dijela uvale Rašćine sedimenti više ne dolaze. Tako je progradacija žala sa zapadne strane uvale zaustavljena, a polako počinje erozija, čije su posljedice vidljive na recentnim fotografijama. Terenskim radom ustanovljeno je da su upravo valovi juga ti koji izazivaju eroziju i odnose sitniji materijal sa žala. Time se zapadni dio obale polako vraća u stanje ravnoteže. Navedena evolucija žala tog područja potvrđuje i dužobalni transport sedimenta generalno od istoka prema zapadu. U uvali Kutleša u posljednjih dvadeset godina obala je bitno izmijenjena izgradnjom molova i uređivanjem šetnice, ali se progradacija javlja samo u dva manja segmenta, dok u uvali Juto nisu zabilježene veće promjene.

U današnje vrijeme intenzivnog čovjekova utjecaja na reljef, kao i globalnih problema rasta morske razine i povećanja učestalosti olujnih nevremena, posebno je važno ustano-

viti zakonitosti i procese koji djeluju na žala, kako one prirodne tako i one antropogeno uvjetovane, a sve u svrhu razumnog upravljanja priobaljem. To posebno vrijedi za ovo područje, u kojem su žala najvažniji turistički resurs.

ZAHVALA

Prikazani rezultati proizašli su iz znanstvenog projekta *Geomorfološka i geoekološka istraživanja krša RH* br. 119-1191306-1305 provedenog uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

Posebno zahvaljujemo Srđanu Čupiću iz Hrvatskoga hidrografskog instituta na korekciji podatka na srednju razinu mora, Ivici Renduliću za crtanje karata te Čedi Mimici za prikupljene fotografije.

LITERATURA I IZVORI

- Antonioli, F., Anzidei, M., Lambeck, K., Auriemma, R., Gaddi, D., Furlani, S., Orru, P., Solinas, E., Gaspari, A., Karinja, S., Kovačić V., Surace, L., 2007: Sea level change during the Holocene in Sardinia and in the northeastern Adriatic (central Mediterranean Sea) from archaeological and geomorphological data, *Quaternary Science Reviews* 26, 2463-2486.
- Barić, A., Grbec, B., Bogner, D., 2008: Potential Implications of Sea-Level Rise for Croatia, *Journal of Coastal Research* 24/2, 299-305.
- Benac, Č., 1989: Morphogenesis of very steep and vertical coast in the area of Kvarner, *Pomorski zbornik* 27, 485-495.
- Benac, Č., 1992: Recentni geomorfološki procesi i oblici u području Riječkog zaljeva, *Geografski glasnik* 54, 1-18.
- Benac, Č., 1996: Rast morske razine i promjene reljefa na obalama Kvarnera, *Pomorski zbornik* 34, 345-359.
- Benac, Č., Arbanas, Ž., 1990: Sedimentacija u području ušća Rječine, *Pomorski zbornik* 28, 593-609.
- Benac, Č., Arbanas, Ž., Pavlovec, E., 1991: Postanak i geotehničke osobitosti doline i zaljeva Raše, *Pomorski zbornik* 29, 475-492.
- Benac, Č., Rubinić, J., Ružić, I., Celija, I., 2007: Geomorfološka evolucija riječnih ušća na Istarskom poluotoku, u: *4. hrvatska konferencija o vodama: Hrvatske vode i Europska Unija – izazovi i mogućnosti* (ur. Gereš, D.), Zagreb, 273-280.
- Bird, E. C. F., 1985: *Coastline Changes*, Wiley, Chichester.
- Bognar, A., 1995: Geomorfološke značajke Splita i njegove okolice, *Geografski horizont*, 2, 4-15.
- Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, *Acta Geographica Croatica*, 34 (1999), 7-29.
- Brunel, C., Sabatier, F., 2009: Potential influence of sea-level rise in controlling shoreline position on the French Mediterranean Coast, *Geomorphology* 107, 47-57.
- Fairbanks, R. G., 1989: A 17 000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation, *Nature* 342, 637-642.
- Faivre, S., Fouache, E., 2003: Some tectonic influences on Croatian shoreline evolution in the last 2000 years, *Z.Geomorph.N.F.* 47, 521-537.
- Faivre, S., Fouache, E., Kovačić, V., Gluščević, S., 2010a: Some geomorphological and archaeological indicators of the Croatian shoreline evolution in the last two thousand years, Geology of the Adriatic area, *GeoActa Special Publication* 3, 125-133.
- Faivre, S., Fouache, E., Ghilardi, M., Antonioli, F., Furlani, S., Kovačić, V.: Relative sea level change in Istria (Croatia) during the last millenia, doi. 10.1016/j.quaint. 2010.05.027, in press.

- Favre, S., Bakran-Petricioli, T., Horvatinčić, N., 2010b: Relative Sea-Level Change during the Late Holocene on the Island of Vis (Croatia), *Geodinamica Acta*, 23/5-6, 209-223.
- Filipčić, A., 1995: Klima Splita. *Geografski horizont* 41 (2), 16-20.
- Herak, D., Herak, M., Prelogović, E., Markušić, S., Markulin, Ž., 2005: Jabuka island (Central Adriatic Sea) earthquakes of 2003, *Tectonophysics* 398, 167-180.
- Hsu, T. W., Lin, T. Y., Tseng, I. F., 2007: Human Impact on Coastal Erosion in Taiwan, *Journal of Coastal Research*, 23/4, 961-973.
- Juračić, M., Benac, Č., Pikelj, K., Ilić, S., 2009: Comparison of the vulnerability of limestone (karst) and siliciclastic coasts (example from the Kvarner area, NE Adriatic, Croatia), *Geomorphology* 107, 90-99.
- Juračić, M., Sondi, I., Rubinić, J., Pravdić, V., 1995: Sedimentacija u neravnotežnom estuariju pod utjecajem Rijeke: krški estuarij Raše (Hrvatska), u: *Proceedings of the First Croatian Geological Congress*, Opatija, 18-21. 10. 1995. 1, 265-268.
- Marinčić, S., Korolija, B., Majcen, Ž., 1976: *Osnovna geološka karta 1:100 000*, list Omiš K33-22, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1968-69), Savezni geološki zavod, Beograd.
- Marinčić, S., Korolija, B., Mamužić, P., Magaš, N., Majcen, Ž., Brkić, M., Benček, Đ., 1977: *Tumač za list Omiš K 33-22O osnovne geološke karte 1:100 000*, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Oldow, J. S., Ferranti, L., Lewis, D. S., Campbell, J. K., D'Argenio, B., Catalano, R., Pappone, G., Carmignani, L., Conti, P., Aiken, C. L. V., 2002: Active fragmentation of Adria, the North African promontory, central Mediterranean orogen, *Geology* 30/9, 779-782.
- Orlić, M., Pasarić, M., 1997: *Seven decades of the tide-gauge measurements at Bakar*, Prirodoslovna istraživanja Riječkog područja, 201-210.
- Orlić, M., Pasarić, M., 2000: *Sea-level changes and crustal movements recorded along the east Adriatic coast*, *Nuovo Cim. C*23, 351-364.
- Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M., 2001: *Vrijeme i klima Hrvatskog Jadrana*, Bibliotheka Geographia Croatica, Zagreb.
- Pickard, J., 2002: Assessing vegetation change over a century using repeat photography, *Australian Journal of Botany* 50, 409-414.
- Pirazzoli, P. A., 1993: *Les Littoraux*, Nathan Université, Pariz, 191 p.
- Pirazzoli, P. A., 1996: *Sea Level Changes. The last 20 000 Years*, Wiley, Chichester, New York, 211.
- Prelogović, E., Pribičević, B., Ivković, Ž., Dragičević, I., Buljan, R., Tomljenović, B., 2004: Recent structural fabric of the Dinarides and tectonically active zones important for petroleum-geological exploration, *Nafta* 4, 155-161.
- Gržetić, Z. (ur.), 2002: *Peljar za male brodove*, Hrvatski hidrografski institut, Split.
- Surić, M., Juračić, M., Horvatinčić, N., Krajcar Bronić, I., 2005: Late Pleistocene-Holocene sea-level rise and the pattern of coastal karst inundation: records from submerged speleothems along the Eastern Adriatic Coast (Croatia), *Mar. Geol.* 214 (1-3), 163-175.
- Surić, M., Richards, D. A., Hoffmann, D. L., Tibljaš, D., Juračić, M., 2009: Sea-level change during MIS 5a based on submerged speleothems from the eastern Adriatic Sea (Croatia), *Mar. Geol.* 262, 62-67.
- Šegota, T., 1976: Sea level change of the Adriatic sea according to mareograph data from the Bakar and Split mareographs (Yugoslavia), *Geografski glasnik* 38, 301-312.
- Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb
- Tišljar, J., 2004: *Sedimentologija klastičnih i silicijskih taložina*, Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- Turner, R. M., Webb, R. H., Bowers, J. E., Hastings, J. R., 2003: *The Changing Mile Revisited: An Ecological Study of Vegetation Change with Time in the Lower Mile of an Arid and Semiarid Region*, University of Arizona Press, Tucson, AZ.

- Vukičević, V., 1991: Statistička analiza olujnog juga u Splitu, *Vijesti pomorske meteorološke službe* 36, 7-17.
- Župan, R., Frangeš, S., Stošić, A., 2007: Mogućnosti ručnih GPS-uređaja pri dopuni prostornih planova, u: *SIG 2007. simpozij o inženjerskoj geodeziji s međunarodnim sudjelovanjem – Zbornik radova* (ur. Novaković, G.), Zagreb, 2007., Hrvatsko geodetsko društvo, Zagreb, 339-346.
- Župan, R., Lapaine, M., 2007: Ispitivanje preciznosti mjerenja ručnim GPS-uređajem GPSMAP 76CS, *Kartografija i Geoinformacije*, poseban broj, 272-285.
- Privatna zbirka fotografija.*

SUMMARY

The Changes in Beaches Surfaces in the Medići and Mimice Area from 1960 till Today

Stjepan Tomislav Rajčić, Sanja Faivre, Nenad Buzjak

The paper deals with the changes in beach surfaces during the last 40 years in the bays of Rašćine, Juto and Kutleša. The main natural factors of their formation have been presented, but the focus has been on the anthropogenic influences which disturbed their natural evolution, and on the way in which this coastal system has reacted to anthropogenic modifications. The construction of coastal structures, as well as the uncontrolled disposal of material left after construction in the vicinity of the coast and even in the sea, due to the quick expansion of nearby settlements and tourism development, has provoked a surplus of sediments in the sea, causing progradation and erosion of particular beach segments. The first accumulations appeared in the western part of the Rašćine Bay in the period from the end of the 1960s till 1994. After the construction of the breakwater and piers, the material accumulated on the eastern sides of the newly erected structures along which the progradation of beaches occurred, while in the western part of the bay in the period after 1994, beaches started to erode. Consequently, the western part of the shore returned toward a state of equilibrium. Smaller progradation areas were also found in the bay of Kutleša, while no changes were observed in the Juto Bay from the year 1988. This example shows (confirms) the vulnerability of the accumulative coasts to sediment quantity changes, regardless of their origin, natural or anthropogenic.

Primljeno (Received): 20 – 09 – 2010

Prihvaćeno (Accepted): 09 – 11 – 2010

Stjepan Tomislav Rajčić, univ.bacc geogr.

Student II godine diplomskog studija:

Fizička geografija s geoekologijom na
Geografskom odsjeku PMF-a u Zagrebu
Svačićeva 1, Split

Dr. sc. **Sanja Faivre**, izv. prof.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Zavod za fizičku geografiju

Marulićev trg 19/II, Zagreb

sfavire@geog.pmf.hr

Dr. sc. **Nenad Buzjak**, doc.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Zavod za fizičku geografiju

Marulićev trg 19/II, Zagreb