

MONITORING PLAŽA U CRNOJ GORI

Prof. dr Sava PETKOVIĆ, dipl. građ. inž.
Poljoprivredni fakultet, Beograd
Uroš TATOMIR, dipl. inž. šum., Simo PETKOVIĆ, dipl. građ. inž.,
Adriatik, Centar za marinski i priobalni inženjering i konsalting, Kotor

REZIME

Problem erozije plaža u Crnoj Gori prisutan je već duži niz godina. Međutim, tom problemu nije posvećivana odgovarajuća pažnja sve dok intenzitet erozije na nekim najugroženijim plažama nije dostigao zabrinjavajuće razmere. Imajući u vidu izuzetan značaj koje prirodne plaže imaju u razvoju turizma u Crnoj Gori, JP Morsko dobro Crne Gore je prihvatilo inicijativu da se započne dugoročni projekat monitoringa crnogorskih plaža. Realizacija Projekta monitoringa plaža u Crnoj Gori je započeta sredinom 2004. godine a do avgusta 2006. godine je izvršeno sedam kontrolnih merenja na odabranim plažama. I pored relativno kratkog perioda od početka realizacije projekta, dobijeni rezultati jasno ukazuju na veoma izražene tendencije sezonske migracije nanosnih masa na plažama. Na svim plažama se uočava postepen gubitak nanosa sa plaža. U radu je detaljno analiziran problem erozije plaže Mogren u Budvi.

Ključne reči: Monitoring, plaže, erozija, Crna Gora, Mogren

1. UVOD

Problem erozije plaža u Crnoj Gori prisutan je već duži niz godina. Međutim, tom problemu nije posvećivana odgovarajuća pažnja sve dok intenzitet erozije na nekim najugroženijim plažama nije dostigao zabrinjavajuće razmere. Kao posledica nekoliko izuzetno jakih olujnih nevremena u zimskom periodu 1999-2000. godine, na nekoliko lokacija duž crnogorskog primorja je došlo do značajnih oštećenja objekata i plaža. Najveća oštećenja registrovana su na glavnom lukobranu luke Bar, pa je bilo neophodno izvršiti sanaciju oštećenog lukobrana. Značajna oštećenja registrovana su na plažama u Sutomoru i Petrovcu, gde su pod dejstvom talasa

srušene neke deonice obalnih zidova, a usled erozionog dejstva talasa su širine plaža značajno smanjene. Početkom 2001. godine JP Morsko dobro Crne Gore je donelo odluku da se izrade projekti revitalizacija plaža u Sutomoru i Petrovcu. Tokom 2002. godine završen je i projekat revitalizacije plaže Mogren u Budvi. Tokom rada na ovim projektima zaključeno je da je neophodno započeti projekat monitoringa najugroženijih plaža. Naime, osim vidljivog smanjenja širina plaža ne postoje nikakvi konkretni podaci o gubicima materijala sa plaža usled erozionog dejstva talasa. Početkom januara 2004. godine, južni deo crnogorskog primorja je zahvatilo izuzetno jako nevreme. Preovlađivali su talasi iz zapadnog pravca koji su izazvali mnogobrojna oštećenja objekata i plaža. Najznačajnija oštećenja registrovana su na plažama u Pržnom i u uvali Maslina.

Imajući u vidu izuzetan značaj koje prirodne plaže imaju u razvoju turizma u Crnoj Gori, JP Morsko dobro Crne Gore je donelo odluku da se inicira dugoročni projekat monitoringa crnogorskih plaža. Prve aktivnosti na praćenju promena na crnogorskim plažama započete su sredinom 2004. godine. Imajući u vidu složenost problema erozije plaža, kao i relativno veliki broj plaža ugroženih erozionim procesima, bilo je neophodno je da se u početnoj fazi projekta prate promene samo na nekim karakterističnim plažama. Projekat monitoringa plaža u Crnoj Gori je baziran na iskustvima drugih zemalja u kojima se monitoring plaža vrši već duži niz godina. Zbog toga je pre početka radova na monitoringu plaža u Crnoj Gori najpre izrađena analiza osnovnih karakteristika projekata monitoringa plaža u svetu. Ova analiza je poslužila i za izradu odgovarajućeg priručnika za realizaciju programa merenja i praćenja promena na plažama u Crnoj Gori [1]. Paralelno sa radovima na monitoringu plaža u Crnoj Gori neophodno je prikupljati sve raspoložive podatke o karakteristikama osnovnih prirodnih faktora duž crnogorskog primorja, kao i podatke i podloge o izgledu i karakteristikama

plaža u prošlosti. Očekuje se da će predviđeni program monitoringa omogućiti dobijanje ključnih podataka za efikasno upravljanje plažama i za realizaciju održivog razvoja u priobalnom pojasu Crne Gore.

2. MONITORING ODABRANIH PLAŽA U CRNOJ GORI

Pod monitoringom plaža se podrazumeva utvrđivanje stanja plaža (oblik, dimenzije, nagibi na suvom i pod vodom), karakteristika nanosa (srednji prečnik zrna, granulometrijski i mineraloški sastav), kao i određivanje bilansa nanosa na plaži. Najpre je bilo potrebno odabrati nekoliko karakterističnih plaža na kojima će se započeti program monitoringa. Osnovni kriterijum za izbor plaža je bio intenzitet erozije, ali su uzimani u obzir i neki drugi faktori kao što su na primer tip i veličina plaže. U okviru prethodnih razmatranja već su spomenute plaže u Petrovcu i Sutomoru, kao i plaža Mogren u Budvi. Program monitoringa upravo je započet na plažama u Petrovcu, Pržnom i plaži Mogren. Nakon prve godine realizacije projekta, tim plažama je priključena i plaža u Sutomoru. Na odabranim plažama su utvrđeni takozvani evidencioni profili na kojima su vršena geodetska snimanja. Snimanjem poprečnih profila je obuhvaćena cela širina plaže na suvom i deo plaže pod vodom do dubina od približno deset metara. Naime, sa aspekta stabilnosti plaža i kretanja nanosa posebno su bitne karakteristike plaže pod vodom. Osim geodetskih snimanja kojima se utvrđuje konfiguracija plaže, bilo je neophodno izvršiti i odgovarajuće terenske radove u cilju dobijanja kvantitativnih pokazatelja nanosa na plaži. Uzorci nanosa su zahvatani i na suvom i pod vodom. Broj zahvaćenih uzoraka je trebalo da bude dovoljan, kako bi se omogućila i analiza zavisnosti nagiba profila plaže i krupnoće zrna nanosa. Za svaku plažu je bilo potrebno izvršiti mineralošku analizu nanosa kako bi se na pouzdan način moglo utvrditi poreklo nanosa na plaži. Takođe će veoma važan deo monitoringa predstavljati fotografisanje plaža.

U prethodnom tekstu je naglašeno da su Projektom monitoringa plaža u Crnoj Gori obuhvaćene tri plaže: plaže u Pržnom i Petrovcu, i plaža Mogren u Budvi. Realizacija Projekta monitoringa plaža u Crnoj Gori je poverena Centru za marinski i priobalni inženjering i konsalting 'Adriatik' iz Kotora. Realizacija Projekta monitoringa plaža u Crnoj Gori je započeta sredinom 2004. godine a do sredine 2006.godine je izvršeno sedam kontrolnih merenja na odabranim plažama. Već nakon prve godine realizacije projekta dobijeni su

veoma interesantni podaci, pa će u narednom tekstu biti dat pregled najvažnijih rezultata. Za ilustraciju problema erozije i rezultata monitoringa odabrana je plaža Mogren u Budvi.

3. EROZIJA PLAŽE MOGREN

2.1 Opšti podaci o plaži Mogren

Dužina plaže Mogren iznosi približno 300 metara, dok je prosečna širina plaže 20 metara. Plaža je pokrivena krupnim peskom crvene boje. Plaža je strmim stenovitim grebenom podeljena na dva približno jednaka dela. Izgled plaže Mogren iz 1931. godine prikazan je na Slici 1. Može se uočiti da su u to vreme obe plaže bile povezane, to jest da se stenoviti greben na sredini plaže nalazio na suvom. U zaleđu plaže nalazi se veoma strmo brdo Spas, pa je pristup plaži sa kopna moguć samo pešačkom stazom iz pravca Budve.

Mada se postepeno smanjenje plaže Mogren uočava već duži niz godina do sada nisu preduzimanje bilo kakve mere u cilju zaustavljanja procesa erozije plaže. U cilju dobijanja relevantnih podataka o karakteristikama ugrožene plaže Mogren, krajem 2001. godine su izvršeni neophodni terenski – istražni radovi. Na osnovu geodetskih snimanja 13 poprečnih profila plaže, na međusobnom razmaku od 20 i 25 m, dobijeni su podaci o širini i nagibu plaže (na suvom i pod vodom) na deonici dužine oko 300 m. Rezultati snimanja poprečnih profila plaže omogućili su utvrđivanje karakteristika nagiba plaže, kako na suvom, tako i pod vodom. Generalno govoreći nagibi plaže su dosta stmi. Nagibi plaže na suvom kreću se od 1:6,6 do 1:10, a srednji nagib cele plaže iznosi 1:8,3. Nagibi plaže pod vodom su blaži i kreću se od 1:10 do 1:15. Prosečan nagib plaže pod vodom iznosi 1:13,5 [2].

Na nekoliko karakterističnih poprečnih profila plaže zahvaćeni su uzorci nanosa u cilju dobijanja podataka o granulometrijskom i mineraloškom sastavu nanosa na plaži. Ukupno je zahvaćeno 8 uzoraka nanosa, od kojih su tri sa morskog dna, dva sa linije ureza mora i četiri sa plaže na suvom. Na osnovu zastupljenosti pojedinih veličina zrna, nanos sa plaže Mogren je svrstan u grupu šljunkovito-krupnozrnih peskova ili po Atterbegovoj skali u sitno šljunkoviti krupni pesak. Prečnik zrna sa zastupljenošću od 50%, d_{50} , varira u zahvaćenom uzorcima od 1,1 do 10,5 mm. Interesantno je da za sedam od devet zahvaćenih uzoraka, prečnik zrna d_{50} varira približno između 1 i 3 mm. Potrebno je naglasiti da su prve analize granulometrijskog sastava nanosa

plaže Mogren izvršene davne 1986. godine u okviru izrade Studije uređenja morske obale u Budvanskom zalivu, koja je izvršena u Institutu za vodoprivredu "Jaroslav Černi" iz Beograda [3]. Rezultati tadašnjih analiza zahvaćenih uzoraka pokazali su da je nanos sa plaže Mogren veoma homogenog sastava sa prečnicima d_{50} između 2,7 i 5,9 mm. Svih pet zahvaćenih uzoraka sa suvozemnog dela plaže mogli su se svrstati u

kategoriju sitnih šljunkova. Očigledno je da je tokom 16 godina, između dva terenska merenja, došlo do smanjenja prečnika zrna nanosa, usled abrazije zrna nanosa na plaži. Veoma je važno istaći da su zrna nanosa na plaži poreklom od kopnenih stena iz zone Budve. To znači da je plaža Mogren nastala skoro isključivo kao posledica erozije u slivu bujičnog toka koji se nekada ulivao u more na plaži Mogren.



Slika 1. Izgled plaže Mogren iz 1931. godine

S obzirom da je u prošlosti plaža Mogren bila stabilna, očigledno je da je postojala ravnoteža između količina nanosa koje su pod dejstvom talasa odnošene u more i količina nanosa koje su stizale na obalu iz bujičnog toka koji se nekada ulivao u more u zoni uvale Mogren. Naime, posle izgradnje jadranske magistrale najveći deo erodiranog nanosa iz sliva bujice se zadržava iznad magistrale, pa plaža više nema nekadašnji prirodni priliv nanosa. Kasnije je kao posledica regulacionih radova u slivu, ušće bujičnog toka u more izmešteno van plaže, tako da je plaža potpuno ostala bez prirodnog priliva nanosa. Kako je plaža u zimskom periodu veoma izložena dejstvu talasa velikih visina, na plaži su započeli erozioni procesi koji utiču na postepeno smanjenje njene širine. Izgled plaže Mogren pri dejstvu talasa većih visina je prikazan na Slici 2. Uočava se da je širina plaže nedovoljna za amortizaciju dejstva talasa, i da talasi većih visina dopiru do stenovite obale na kraju plaže. Pri udaru talasa u stenovitu obalu, vertikalna komponenta hidrodinamičke sile pruzrokuje veoma intenzivno odnošenje materijala sa plaže u more. Kako talasi većih visina prevlađuju u zimskom

periodu, najintenzivnija erozija plaža se odvija u tom periodu. Posle svake zime se na plaži formira takozvani "zimski" profil plaže za koji je karakteristično značajno skraćivanje širine plaže. Erodirani materijal sa plaže se taloži u moru na dubinama koje približno odgovaraju dubinama na kojima se javlja lomljenje talasa većih visina. Na taj način se duž cele plaže formiraju podvodni pragovi od erodiranog nanosa. Tokom leta talasi postepeno vraćaju erodirani materijal na obalu, pa se na obali formira takozvani "letnji" profil plaže, za koji je karakteristično značajno povećanje širine plaže u odnosu na zimski period. U većini slučajeva talasi u letnjem periodu ne uspevaju da vrate na obalu sav materijal koji je u zimskom periodu erodiran. Da bi neka plaža bila stabilna, neophodno je da se taj deficit nanosnih naslaga na plaži nadoknađuje prirodnim ili veštačkim prilivom nanosa na plažu. U slučaju plaže Mogren prirodni priliv nanosa na plažu praktično ne postoji. Zbog toga je vrlo verovatno da će se u budućnosti intenzitet erozionih procesa na plaži Mogren još više povećati.



Slika 2. Izgled plaže Mogren pri dejstvu talasa

Sadašnji izgled plaže Mogren je prikazan na Slici 3. Jasno se uočava da je središnji greben u vodi, i da nije moguće preći suvozemnim putem sa jednog na drugi deo plaže Mogren. Takođe se može uočiti da sadašnji početni potopljeni deo plaže, zbog plitke vode i peskovitog dna, ima veoma svetlu boju. Upoređenjem te slike sa izgledom plaže iz 1931. godine, moglo bi se zaključiti da spoljna kontura sadašnjeg potopljenog dela plaže približno odgovara nekadašnjoj liniji obale. Grubo bi moglo proceniti da je u proteklih sedamdestak godina širina plaže Mogren smanjena za jednu trećinu, sa 30 na sadašnjih 20 m.

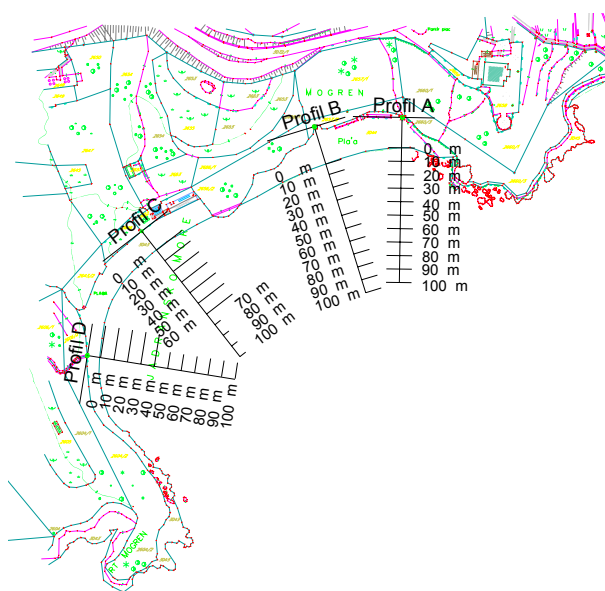
3.2 Monitoring plaže Mogren

Promene plaže Mogren praćene su na četiri kontrolna profila, po dva na obe polovine plaže. Položaj kontrolnih profila prikazan je na Slici 4. Može se uočiti da su snimanja poprečnih profila pod vodom vršena do udaljenosti od 100 m od linije obale. Na toj udaljenosti dubine vode dostižu vrednosti od oko 7 metara. Imajući u vidu karakteristike talasa pri jačim nevremenima, gde visine talasa retko premašuju vrednost od 5 m, može se zaključiti da je snimanjima praktično obuhvaćena celokupna priobalna zona u kojoj se odvija značajnije kretanje nanosnih formacija. Naime, intenzivno kretanje nanosnih formacija na morskome dnu se odvija od linije loma talasa do obalne linije. Talasi visine 5 m i periode 9 s, lome se na plaži Mogren na dubinama između 5 i 6 metara.

Rezultati prvih sedam snimanja plaže, koja približno prate godišnja doba, ukazuju da se najintenzivnije promene dešavaju u zoni profila A. Na Slici 5 prikazani



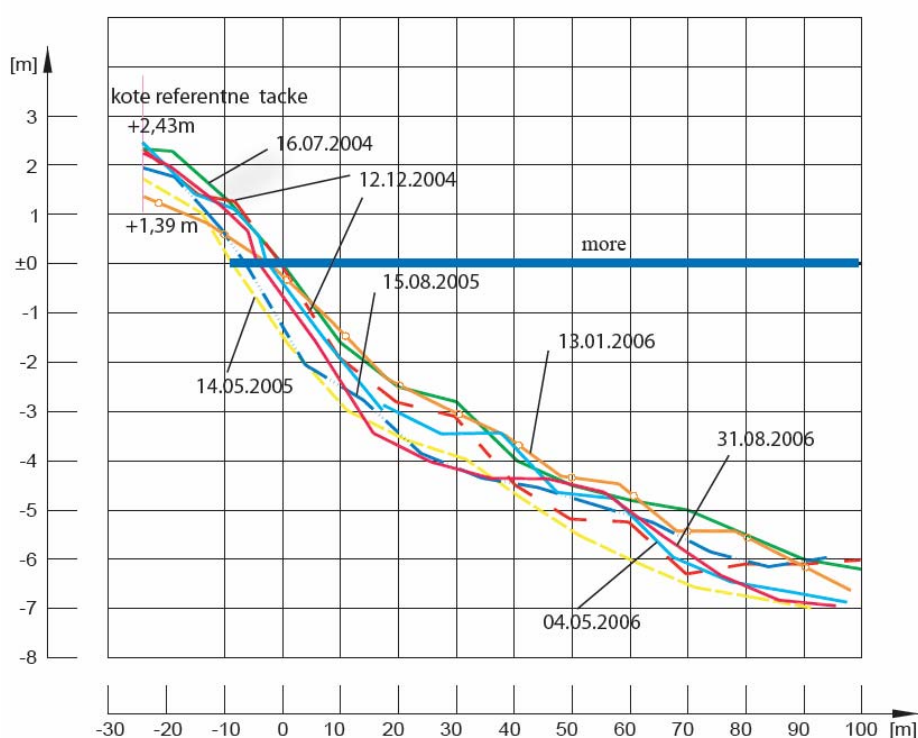
Slika 3. Sadašnji izgled plaže Mogren



Slika 4. Položaj kontrolnih profila na plaži Mogren

su rezultati snimanja poprečnog profila plaže na profilu A. Može se uočiti da se tokom dosadašnjeg perioda monitoringa odvijale značajne promene, kako na suvom delu plaže, tako i pod vodom. Na dubini od oko 5m, varijacije promena kote morskog dna iznose oko 1,5 m. U periodu od dve godine (jul 2004 i avgust 2006. godine) došlo je do smanjenja širine plaže za oko 4 m. Međutim, jasno je uočljiva i cikličnost promena na plaži. Najintenzivnija erozija registrovana je tokom zimskog perioda 2004-2005. godine. Između snimanja u decembru 2004 i maju 2005. godine, širina plaže je

smanjena za skoro 10 m. Izgled profila A u maju 2005. godine odgovarao bi takozvanom zimskom profilu plaže Mogren. Logično je pretpostaviti da su se tokom te zime javljala nevremena sa pojavom talasa velikih visina. Sa druge strane letnji profili plaže (jul 2004, i avgust 2005 i 2006. godine) pokazuju da postoji jasna tendencija da se tokom leta deo erodiranog materijala vraća na obalu. Međutim, zbog nedostatka prirodnog priliva nanosa na plažu, evidentno je smanjenje širine plaže. Smanjenje širine plaže konstatovano je i za ostale plaže obahačene projektom monitoringa.

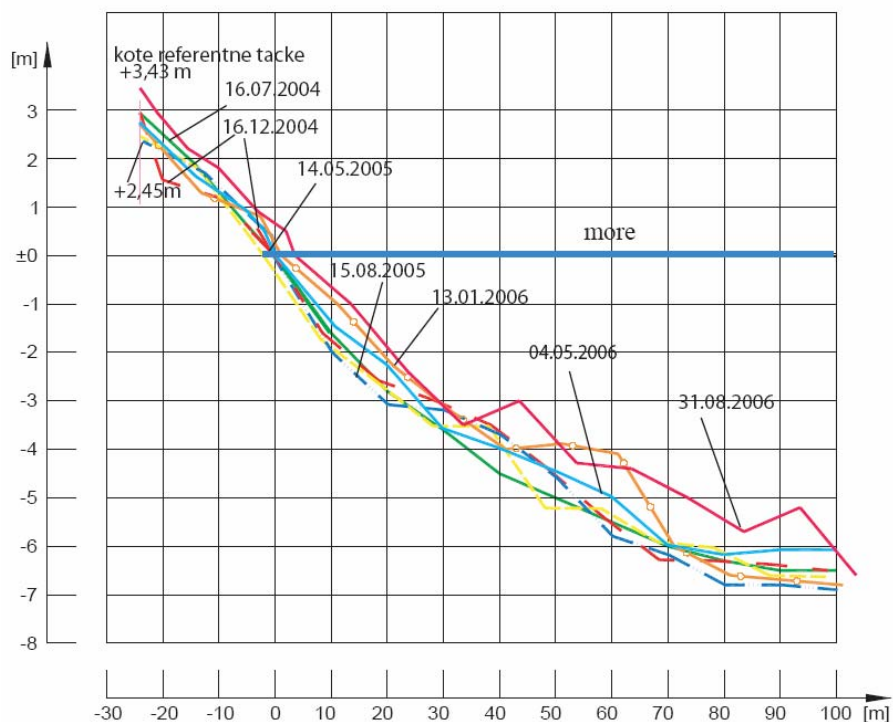


Slika 5. Promene poprečnog profila A na plaži Mogren

Rezultati snimanja poprečnog profila B plaže Mogren prikazani su na Slici 6. Generalno govoreći promene na profilu B plaže Mogren su nešto manje izraženije u odnosu na profil A. Taj zaključak se ne odnosi na zonu po vodom, na dubinama između 3 i 7 metara. U toj zoni varijacije kote morskog dna iznose oko 1,5 m tokom dosadašnjeg perioda monitoringa. Na Slici 6 se jasno uočavaju i podvodni pragovi na morskome dnu. Podvodni pragovi su indikator lokacija lomljena najvećih talasa tokom zimskog perioda. Može se pretpostaviti da podvodni pragovi značajno utiču na redukciju visina talasa. Zbog toga

promene na suvozemnom delu plaže nisu preterano izražene.

Potrebno je naglasiti da postoji i veoma izražena dinamika pokretanja nanosnih formacija na dnu u poprečnom pravcu. Tokom zime dominiraju talasi iz južnog i jugoistočnog pravca, pa morske struje izazavane dejstvom takvih talasa pokreću nanos u severozapadnom smeru. U letnjem periodu dominiraju vetrovi iz severozapadnog i zapadnog pravca, pa talasi prouzrokuju kretanje nanosa na plaži u jugoistočnom pravcu.



Slika 6. Promene poprečnog profila B na plaži Mogren

4. ZAKLJUČCI

U poslednjih nekoliko decenija u svetu je sve izraženija erozija morskih obala i plaža. Osim prirodnih faktora na povećani intenzitet erozije obala i plaža su veoma značajno uticale ljudske aktivnosti u priobalju. Kako plaže predstavljaju jedan od najznačajnijih prirodnih resursa turističkih zemalja, zaštita obala i plaža je postala jedna od najznačajnijih oblasti u pomorskom inženjerstvu. Da bi se utvrdio stepen ugroženosti pojedinih plaža, neophodno je vršiti sistematska merenja i osmatranja kroz realizaciju projekata monitoringa plaža.

Mada je problem erozije plaža u Crnoj Gori prisutan već duži niz godina, tek sredinom 2004. godine je započeta realizacija projekta monitoringa nekih najugroženijih plaža. I pored toga što je period dosadašnjih merenja i osmatranja veoma kratak, prvi dobijeni rezultati daju veoma dobar uvid u dinamiku kretanja nanosanih masa na plažama. Na svim plažama obuhvaćenim projektom monitoringa konstatovano je postepeno smanjenje širine plaže. Jasno je uočljiva i sezonska cikličnost promena

na plažama. U toku zime, pod uticajem talasa većih visina, dolazi do odnošenja materijala sa plaža u more i smanjenja širina plaža. Tokom leta, talasi vraćaju deo erodiranog materijala na obalu. Nagla urbanizacija i nekontrolisana igradnja objekata u priobalju, kao i antierozioni radovi u slivovima bujičnih tokova koji se ulivaju u more, uticali su da prirodan priliv nanosa na crnogorske plaže postane beznačajan. Zbog toga se može očekivati još veći intenzitet erozionih procesa na crnogorskim plažama.

LITERATURA

- Wentworth
- [1] *Monitoring plaža u Crnoj Gori*, (2006), Adriatik, Centar za marinski i priobalni inženjering, Kotor
 - [2] *Projekat revitalizacije plaže Mogren*, (2002), PIM-Invest, Tivat
 - [3] *Uređenje morske obale u Budvi*, (1986), Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd

BEACH MONITORING IN MONTENEGRO

by

Prof. dr Sava PETKOVIĆ, dipl. građ. inž.
Poljoprivredni fakultet, Beograd
Uroš TATOMIR, dipl. inž. šum., Simo PETKOVIĆ, dipl. građ. inž.,
Adriatik, Centar za marinski i priobalni inženjering i konsalting, Kotor

Summary

The problem of beaches erosion in Montenegro has been persistent over the period of several years so far. However, this problem had been completely neglected until the moment when the erosion rate on some beaches became extremely important. Having in mind the importance of beaches in future development of the tourism in Montenegro, the Public Enterprise for Coastal Zone Management accepted the project of the monitoring of the Montenegrin beaches. The realization of the project started at the middle of 2004, and up to the August of 2006 six measurements on the selected

beaches were performed. Although these activities have started only recently, the results of beach monitoring show very important seasonal variations of sediment movement on the beaches. The gradual decrease of beach widths is noticed for all selected beaches. The problem of erosion of Mogren beach in Budva was selected for detailed analysis in this paper.

Key words: Monitoring, beaches, erosion, Montenegro, Mogren beach

Redigovano 22.12.2006.