

# Određivanje položaja obalne linije i proračun širine plaže na temelju video-nadzornog sustava - primjer plaža Ploče u Rijeci

---

Miličević, Hanna; Carević, Dalibor; Bujak, Damjan

Source / Izvornik: **ZBORNIK RADOVA** devetog skupa mladih istraživača iz područja građevinarstva i srodnih tehničkih znanosti, 2022, 65 - 70

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:237:042569>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom](#).

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb](#)



# ODREĐIVANJE POLOŽAJA OBALNE LINIJE I PRORAČUN ŠIRINE PLAŽE NA TEMELJU VIDEO-NADZORNOG SUSTAVA- PRIMJER PLAŽE PLOČE U RIJECI

Determination of shoreline position and calculation of the beach width by a video monitoring system – the example of the Ploče beach in Rijeka

**Hanna Miličević<sup>1</sup>**, izv.prof.dr.sc. **Dalibor Carević<sup>2</sup>**, dr.sc. **Damjan Bujak<sup>3</sup>**

Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, hanna.milicevic@grad.unizg.hr

Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, dalibor.carevic@grad.unizg.hr

Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, damjan.bujak@grad.unizg.hr

## Sažetak

Informacije o promjeni položaja obalne linije su ključne za efikasno upravljanje obalom. Pouzdanom metodom za promatranje ponašanja plaže pri različitim vremenskim utjecajima u razdoblju u danima, mjesecima i godinama smatra se video nadzorni sustav. Priprema plaže za razdoblje turističke sezone često zahtjeva dodatno nasipavanje prirodne obalne linije šljunčanim materijalom. Obalnim inženjerima je od velike važnosti poznavati područja najintenzivnije erozije kako bi se nasipavanje izvršilo racionalno i bez nepotrebnih troškova. U ovom je radu na primjeru plaže Ploče u Rijeci predstavljen CoastSnap softverski paket koji osim detekcije položaja obalne linije omogućava i proračun širine plaže uzrokovane pronosom sedimenta. Najuočljiviji rezultati se javljaju poslije olujnih događaja, gdje se jasno razaznaju najosjetljivija mjesta u kojima dolazi do najvećih promjena.

*Ključne riječi: video-nadzorni sustav, erozija, plaža Ploče, pronos sedimenta, šljunčane plaže*

## Abstract

Information on shoreline changes is critical for effective coastal management. A video monitoring system is considered a reliable method to observe the behavior of the beach under different weather influences over a period of days, months, and years. Preparing the beach for the tourist season often requires additional nourishment of the natural shoreline with gravel material. It is of great importance for coastal engineers to know the areas with the most severe erosion so that the nourishment can be carried out rationally and without unnecessary costs. This paper presents the CoastSnap software package using the example of the Ploče beach in Rijeka, which, in addition to determining the shoreline, also allows the calculation of the beach width caused by sediment transport. The most noticeable results occur before and after storm events, and clearly show the most sensitive places where the greatest changes occur.

*Keywords: video-monitoring system, erosion, Ploče beach, sediment transport, gravel beaches*

## 1. Uvod

Predviđanje dugoročnih promjena položaja obalne linije jedan je od osnovnih zadataka obalnih znanstvenika i inženjera. Kako bi se pružio kvalitetniji rekreacijski sadržaj plaže, ili se proširio njen postojeći kapacitet, često se izvodi nasipavanje šljunčanim materijalom [1]. S obzirom na kompleksnost prirodnih karakteristika valova koji uzrokuju morfološku aktivnost obale u obliku erozije, proučavanje i procjena dugotrajnog ponašanja obale je nužna za očuvanje i iskoristivost plaže tijekom turističke sezone. Nasipavanje materijala zahtjeva velike troškove [2], te je potrebno predvidjeti najosjetljivije dijelove obale, tj. dijelove na kojim se javlja najintenzivniji utjecaj erozije u obliku smanjenja širine plaže. Jedna od najpraktičnijih tehnologija u zadnjih nekoliko desetljeća za procjenu prirodnih i antropogenih promjena obalne linije je video sustav [3]. U ovom radu predstaviti ćemo postupak proračuna širine/površine plaže uz pomoć detektiranih položaja obalne linije video nadzornim sustavom. U sljedećim poglavljima ukratko ćemo opisati korištenu metodu i dobivene rezultate.

## 2. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na umjetnoj šljunčanoj plaži Ploče, na sjeverozapadnom dijelu grada Rijeke, Kantridi (Slika 1). Plaža je izgrađena 2011. godine kao dio sportsko-rekreacijskog kompleksa, bazeni Kantrida [4]. Duljina plaže iznosi 320 m, te je 30 metarskim središnjim perom podijeljena na dvije cjeline, tj. na „zapadni“ i „istočni“ dio. U cilju praćenja promjena položaja obalne linije, koji je važan za određivanje mjesta najvećih promjena širine plaže uzrokovanih poprečnim pronosom sedimenta ugrađen je Argus sustav video-monitoringa plaže. Sustav se sastoji od dvije Blackfly S GigE kamere (BFS-PGE-122S6C-C) s rezolucijom od 4,096 x 3,000 piksela na visini od 13.8 m iznad srednje razine mora, sa ciljem omogućavanja kontinuiranih video snimki visoke rezolucije istočnog i zapadnog dijela plaže. Primjena ovakve metode omogućava nam dvije ključne stvari: 1) osrednjavanje niza fotografija u 10-minutnom intervalu za uočavanje brzih pojava na obali poput uspinjanja vala (eng.: wave run-up), odnosno spuštanja vala (eng.: wave run-down) kao i tzv. zapljuskivanje vala (eng.: wave swash) prilikom kojeg dolaze najintenzivnije promjene u poprečnom smjeru i 2) transformacija/rektifikacija tzv.

kosih slika u tlocrt obalnog područja, kako bi se kvantitativne informacije dobile u stvarnim koordinatama [3].

Pomoću video nadzornog sustava, u zimskom periodu od 30. rujna 2020. do 27. ožujka 2021., zbog veće prisutnosti razornih valova uzrokovanih olujama koji omogućavaju uočljivije promjene položaja obalne linije, prikupljeno je 69 fotografija zapadnog i 66 fotografija istočnog dijela plaže. Cilj prikupljanja niza fotografija je zapravo proračun promjene širine/površine i detekciju položaja najintenzivnijeg djelovanja erozije pomoću digitalne analize slike bez ikakvog terenskog mjerenja. Formula kojom je određena promjena površine plaže izgleda:

$$P_p = \sum_{i=1}^N \check{S}_p \cdot D_T \quad (1)$$

gdje  $P_p$  predstavlja površinu plaže,  $\check{S}_p$  širinu plaže,  $D_T$  duljinu plaže između presjeka (u našem slučaju 2 m) i  $N$  je broj presjeka.



**Slika 1.** Umjetna šljunčana plaža Ploče u Rijeci izgrađena 2011. godine

Postavljeno je ukupno 79 presjeka okomito duž obale s razmakom od 2 m na istočnom i zapadnom dijelu plaže (Slika 2.). Presjeci su postavljeni kao potreba softverskog paketa CoastSnap u programskom jeziku Matlab za poluautomatsko iscrtavanje položaja obalnih linija i proračun širine plaže. Za detaljnije objašnjenje algoritma spomenutog proračuna preporučuje se članak [5]. Za promatrani period dobiveno je ukupno 135 obalnih linija, za lakšu vizualizaciju prikazane su pomoću AutoCAD-a zajedno s maksimalnom (anvelopa prema kopnu) odnosno minimalnom (anvelopa prema moru) promjenom položaja obalne linije zbog utjecaja valova, olujnih događaja, pronosa sedimenta sl. (Slika 2.). U ovom radu prikazat ćemo promjenu širine plaže prije i poslije olujnog događaja u prosincu 2020. godine tijekom promatranog perioda istraživanja.



**Slika 2.** Okomito položeni presjeci uzduž obale (žute linije) i položaj promjene obalnih linija u razdoblju od 30.rujna 2020. do 27. ožujka 2021. (narandžaste linije)

### 3. Rezultati

Na slici 3. prikazane su promjene širine plaže na svakom presjeku, gdje se može uočiti da se najveće promjene događaju na zapadnoj obali između 5-og i 20-og presjeka, 25-og i 35-og presjeka, te 40 i 45 presjeka, gdje se primijeti pojava erozijskih procesa ali i povećanje širine plaže na određenim dijelovima. Za razliku od zapadnog dijela, duž čitave istočne strane obale javlja se erozija, gdje se vidi maksimalno smanjenje širine od 2.22 m uz središnje pero. S obzirom da se uz pomoć CoastSnap aplikacije može dobiti promjena širine plaže u promatranom periodu, koristeći formulu (1) može se odrediti i promjene površine plaže kao jedan od osnovnih parametara za prikaz potrebe dohranjivanja plaže u cilju povećanja kvalitete rekreacijskih usluga.



**Slika 3.** Promjena širine zapadnog i istočnog dijela plaže poslije olujnog događaja u prosincu 2020. godine

## 4. Zaključak

Nadziranje promjena na obali pomoću video nadzornog sustava pokazalo se kao vrlo uspješna i perspektivna metoda za praćenje morfodinamičkih procesa. Prednost ove metode, osim relativno malih troškova i pristupačnosti, je i mogućnost praćenja ponašanja obalne linije i prilikom loših vremenskih uvjeta, što je drugim metodama teško postići. Daljnjim istraživanjima želi se poboljšati točnost procjene položaja obalne linije korištenjem konvolucijskih neuronskih mreža, koje bi znatno smanjile vrijeme detekcije obalne linije, te poboljšale trenutni poluautomatski način koji zahtjeva i ručne korekcije.

## Literatura

- [1] Lončar G., Carević D., Ilić S., Kravica N., Kalinić F.: "Morfodinamika šljunčanog žala Ploče u uvjetima jakog juga," *Hrvatske vode*, 28(113), 2020, (205-216), Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/249870>.
- [2] Kalinić F., Lončar G.: "Morfodinamika i održivost nasipane šljunčane plaže – primjer plaža Ploče u Rijeci, 6. Simpozij doktorskog studija građevinarstva: Zbornik radova, prof.dr.sc. Nina Štirmer, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu- Građevinski fakultet Zagreb, (85–96), 2020., <https://doi.org/10.5592/CO/PhDSym.2020.07>
- [3] Harley M.D., Andriolo U., Armaroli C., Ciavola P., "Shoreline rotation and response to nourishment of a gravel embayed beach using a low-cost video monitoring technique: San Michele-Sassi Neri, Central Italy," *Journal of Coastal Conservation*, 18(5), 2014, (551–565), doi: 10.1007/s11852-013-0292-x.
- [4] Tadić A, Ružić I., Kravica N., Ilić S., "Post-nourishment changes of an artificial gravel pocket beach using UAV imagery " *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(3):358, 2022, <https://doi.org/10.3390/jmse10030358>.
- [5] Harley M.D., Kinsela M.A., Sánchez-García E., Vos K., "Shoreline change mapping using crowd-sourced smartphone images," *Coastal Engineering*, 150, 2019, (175–189), doi: 10.1016/j.coastaleng.2019.04.003.