

Analiza dohranjivanja i nasipavanja plaža u Hrvatskoj

Bogovac, Tonko; Carević, Dalibor; Bujak, Damjan; Novaković, Vjekoslav:

Source / Izvornik: **Građevinar, 2023, 75, 355 - 365**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

<https://doi.org/10.14256/JCE.3470.2022>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:300667>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-13**

Repository / Repozitorij:

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



Primljen / Received: 7.2.2022.

Ispravljen / Corrected: 8.3.2023.

Prihvaćen / Accepted: 30.3.2023.

Dostupno online / Available online: 10.5.2023.

Analiza dohranjivanja i nasipavanja plaža u Hrvatskoj

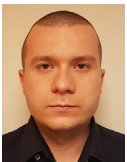
Autori:



Tonko Bogovac, mag.phys.geophys
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
tonko.bogovac@grad.unizg.hr
Autor za korespondenciju



Izv.prof.dr.sc. **Dalibor Carević**, dipl.ing.grad.
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
dalibor.carevic@grad.unizg.hr



Doc.dr.sc. **Damjan Bujak**, mag.ing.aedif.
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
damjan.bujak@grad.unizg.hr



Vjekoslav Novaković, mag.ing.aedif.
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
vjekoslav.novakovic@grad.unizg.hr

Pregledni rad

Tonko Bogovac, Dalibor Carević, Damjan Bujak, Vjekoslav Novaković

Analiza dohranjivanja i nasipavanja plaža u Hrvatskoj

Plaže istočne obale Jadrana čine temelj turističke ponude Hrvatske, ali su pod iznimnim pritiskom turizma i klimatskih promjena. Za upravljanje obalom potrebni su podatci, a zasad izostaje i nacionalna strategija. Podatci o plažama prikupljeni su iz regionalnih programa svake županije, potom su prikupljeni podatci o postupku dohranjivanja obale putem ankete jedinica lokalne samouprave, a posebno su i analizirane snimke iz zraka za podatke o nasipavanju (tj. izgradnji) obale. Hrvatska ima 1904 pretežito male šljunčane plaže, provodi dohranu svake druge godine u malim količinama, a ujedno je i nasipala 27 % nove površine, sve pretežito za potrebe plaža, luka i turizma.

Ključne riječi:

dohranjivanje plaža, nasipavanje obale, šljunčane plaže, upravljanje obalom, erozija

Subject review

Tonko Bogovac, Dalibor Carević, Damjan Bujak, Vjekoslav Novaković

Analysis of beach nourishment and construction in Croatia

Beaches on the eastern Adriatic coast are the basis of Croatia's tourism offering while also being under pressure from climate change. Data is necessary to manage beaches effectively, but data is lacking as well as the long awaited national strategy for coastal management. This paper collected data about beaches from regional documents, nourishment data was obtained by survey from local municipalities while beach construction data was obtained from aerial photogrammetry. Croatia has more than 1904 small gravel beaches and nourishment is performed in small increments beinnaly, while more than 27 % of existing beach area has been constructed all primarily for the needs of beaches, marines and tourism.

Key words:

beach nourishment, beach construction, gravel beaches, beach management, erosion

1. Uvod

Hrvatska obala Jadrana bogata je velikim brojem plaža o kojima izostaje publiciranih podataka. Nepoznat je ukupan broj plaža, kakav sediment na njima prevladava, njihove duljine, površine i ostali relevantni podatci. Manjak podataka otežava upravljanje obalnim područjem za koje su zadužene jedinice lokalne samouprave u Hrvatskoj, a bez podrške nacionalne strategije [1, 2]. Plaže na hrvatskoj obali pod posebnim su pritiskom turizma i klimatskih promjena. Turizam u Hrvatskoj se oslanja na "sun and sea" model koji doprinosi s 20 % BDP-a zahvaljujući dugim boravcima turista koji su gusto koncentrirani na obali u ljetnim mjesecima [3]. Zimski mjeseci, s druge strane, obilježeni su utjecajem olujnih događaja koji plaže preoblikuju i preraspodjeljuju sediment, a ovisno o intenzitetu olujnog događaja rezultiraju i erozijom. Erozijski u ovom kontekstu je nepovratni gubitak materijala s plaže uslijed njegova transporta izvan područja utjecaja valova, a čime se i smanjuje površina plaže [4]. Utjecaj olujnih događaja na obalu mijenja se zahvaljujući klimatskim promjenama, zbog promjene vjetrovalne klime [5] i zbog promjene morske razine [6, 7]. Na Jadranu klimatske promjene dovode do tek do blagih promjena u učestalosti i intenzitetu olujnih, i posljedično, valnih događaja [8-10] koji oblikuju obalu, a nisu očekivane ni promjene u razini olujnih uspora karakterističnih za Jadran [11]. Međutim, porast srednje morske razine na Jadranu očekivan je i značajan, te će iznositi od 40 do 80 cm do kraja stoljeća, ovisno o budućim emisijama stakleničkih plinova [12-14]. Osim srednje razine mora, mijenja se i ekstremna razina mora, te će današnji ekstremni porast od 80 na jugu do 120 cm na sjeveru Jadrana, kakvi se u sadašnjoj klimi pojavljuju jednom u 100 godina [15], u budućnosti postati zastupljeni u prosjeku svake tri ili pola godine u srednjem ili najgorem RCP (engl. *Representative Concentration Pathways*, hr. reprezentativna putanja koncentracije) scenariju stakleničkih plinova [16]. Osim promjena u razini mora i vjetrovalne klime, abrazija materijala, ali i promjene u oborinskom priljevu materijala, mogu utjecati na plažu. Primjerice, urbanizacija obalnog prostora ili izgradnja infrastrukture mogu spriječiti oborinski priljev sedimenta kao u slučaju plaže Mogren izgradnjom magistrale iznad plaže [17]. Nisu li navedeni procesi u ravnoteži i rezultiraju li pretežitim gubitkom materijala, plaža erodira i polako nestaje, osim ako se ne umiješa ljudsko djelovanje. Kao protumjera eroziji prevladava praksa dohranjivanja plaža [18] (engl. *beach nourishment*). Dohrana plaže je postupak koji pripada redovitom održavanju plaže, a podrazumijeva dodavanje materijala na plažu s ciljem nadoknade materijala koji je prethodno izgubljen erozijom ili abrazijom. U odnosu na dohranu plaže, nasipavanje je mjera izgradnje plaže, a podrazumijeva povećanje kapaciteta postojeće plaže. Većina europskih zemalja na svojim pješčanim plažama redovito provodi postupke dohrane, a praksa je prisutna i u Hrvatskoj. Hrvatska se ubraja među zemlje poput Italije, Španjolske i Francuske koje, kako navodi [18], nemaju strategiju upravljanja obalom već djeluju tek kad nastupi erozijski događaj. Međutim, zemlje poput Danske, Ujedinjenog Kraljevstva, Nizozemske i Njemačke

oslanjaju se na nacionalni plan koji zadaje okvir dohranjivanja i intervencija u obalu, ali i evaluiraju učinkovitosti pojedinih projekata, te djeluju proaktivno kako bi spriječile buduću štetu. Drugim riječima, Hrvatska ima uvelike prostora za napredak u načinu na koji provodi dohranjivanje svoje obale, a prvi korak uz donošenje jasne strategije upravljanja obalom jest i prikupljanje podataka o obali.

Dohrana kao postupak glavna je mjera za upravljanje plažom iz više razloga: prilagodljiva je uvjetima na obali koji se mogu brzo izmijeniti, postupak dohrane nije invazivan i ne narušava postojeću dinamiku procesa na obali, a ujedno ima i nizak utjecaj na okoliš ako se pravilno izvede i ne provodi često [19]. U struci nedostaje referentnih podataka o opsegu erozije na hrvatskoj obali i učinkovitosti primijenjenih mjera dohrane. Stoga se u ovom radu pristupilo prikupljanju podataka o broju plaža i dohrani u Hrvatskoj putem prikupljenih PL/14 obrazaca i anketiranja jedinica lokalne samouprave. Promjenu obalne linije moguće je različitim metodama pratiti u budućnosti, a javljaju se i novi, jednostavniji i financijski pristupačniji, sustavi za monitoring obale temeljeni na metodama fotogrametrije [20, 21] i bespilotnih letjelica [22] koji omogućuju izradu trodimenzionalnih modela obale u visokoj rezoluciji i praćenje morfoloških promjena. Za rekonstrukciju promjena obalne linije u prošlosti može se poslužiti i analizom povijesnih fotografija sa satelita ili zraka, a takvom usporedbom fotografija pratio se gubitak litica u more centralne Kalifornije, SAD [23] i promjena obalne linije u Kampaniji, Italija [24]. Analizom postojećih snimki obale iz zraka, objavljenih na Geoportalu, dobio se dodatni podatak o nasipavanju hrvatske obale od 1968. godine do danas.

Cilj je ovog rada predočiti podatke o plažama u Hrvatskoj prikupljene na temelju različitih izvora koji do sada nisu publicirani, a nastavno na prethodno objavljeni članak na konferenciji [25] i članak o korištenju umjetne inteligencije za predviđanje potrebne količine materijala za dohranu plaže [26]. Podatci prikupljeni sa PL/14 obrazaca govore o broju i osnovnim karakteristikama plaža u Hrvatskoj. Anketa jedinica lokalne samouprave govori o učestalosti prakse dohranjivanja obale i omogućuje stavljanje tih praksi u lokalni i međunarodni kontekst. Analiza snimaka obale iz zraka na Geoportalu omogućuje uvid u količinu nasipane obale od 1968. do sada. Time se prikazuje stanje hrvatskih plaža i obala u kontekstu praksi dohrane i nasipavanja.

2. Metode

2.1. Prikupljanje podataka

Publiciranih podataka o plažama hrvatskog Jadrana gotovo i nema. Zato su prikupljeni podatci od jedinica lokalne samouprave koje upravljaju plažama i aerosnimke. Podatci su prikupljeni iz tri izvora: prvi izvor podataka su županije koje su za potrebe izrade regionalnih programa upravljanja i uređenja morskih plaža, [27-33] evidentirale podatke o plažama na temelju PL/14 obrazaca (slika 1.) za evaluaciju plaža 2015. godine.

OBRAZAC ZA EVALUACIJU PLAŽA (PL/14)

1. Grad, općina, županija, naziv plaže Županija: _____ Grad/općina: _____ Naziv plaže: _____		9. Da li plaža ima Plavu zastavu? a) da <input type="checkbox"/> Za koje godine? _____ b) ne <input type="checkbox"/>																												
2. Dužina plaže: _____ m Površina plaže: _____ m ²		10. Da li je plaži dozvoljen pristup kućnim ljubimcima? a) da <input type="checkbox"/> b) ne <input type="checkbox"/>																												
3. Klasifikacija plaže: a) prirodna <input type="checkbox"/> b) uređena <input type="checkbox"/> - udaljena <input type="checkbox"/> - mjesna <input type="checkbox"/> - ruralna <input type="checkbox"/> - urbana <input type="checkbox"/> - plaža turističkog kompleksa <input type="checkbox"/>		11. Da li se sustavno prati kakvoća mora po Uredbi o kakvoći mora za kupanje (NN 73/08)? a) da <input type="checkbox"/> b) ne <input type="checkbox"/>																												
4. Ukoliko je prethodni odgovor pod a, odredite stupanj zaštite plaže: - popurna zaštita <input type="checkbox"/> - djelomična zaštita <input type="checkbox"/> - bez zaštite <input type="checkbox"/>		12. Koliki je procijenjeni sadašnji vršni kapacitet plaže u glavnoj turističkoj sezoni? _____ kupača																												
5. Tip plaže prema značajkama plažnog sedimenta: Geološki sastav Pijesak <input type="checkbox"/> Sitni šljunak <input type="checkbox"/> Šljunak <input type="checkbox"/> Kamen <input type="checkbox"/> Stijene <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> Ostalo <input type="checkbox"/>		13. Da li je plaža prilagođena osobama s posebnim potrebama? a) da <input type="checkbox"/> b) ne <input type="checkbox"/>																												
6. Dostupnost (prilaz) plaži: a) asfaltna cesta <input type="checkbox"/> b) samo morski prilaz <input type="checkbox"/> c) bijela cesta <input type="checkbox"/> d) morski prilaz <input type="checkbox"/> - samo za iskrcaj putnika <input type="checkbox"/> - uređeno pristajalište <input type="checkbox"/> e) pješačka staza <input type="checkbox"/> f) obalni put <input type="checkbox"/> g) nešto drugo, navedite što _____		14. Temeljem utvrđenog stanja, što karakterizira plažu? Prirodni resursi zabava <input type="checkbox"/> animacija <input type="checkbox"/> sport i rekreacija <input type="checkbox"/> gastro ponuda <input type="checkbox"/> odmor i relaksacija <input type="checkbox"/> bijeg od svakodnevice <input type="checkbox"/> nudizam <input type="checkbox"/> ponuda za kućne ljubimce <input type="checkbox"/> događanja <input type="checkbox"/> zdravstvene pogodnosti <input type="checkbox"/> škola plivanja <input type="checkbox"/> nešto drugo? <input type="checkbox"/> (Upišite što!) _____																												
7. Da li je plaža pod koncesijom? a) da <input type="checkbox"/> od _____ do _____ b) ne <input type="checkbox"/>		15. Da li su određene granice pomorskog dobra? a) da <input type="checkbox"/> b) ne <input type="checkbox"/> c) djelomično (objašnjenje) _____																												
8. Ako postoji koncesija (koncesijsko odobrenje), što obuhvaća koncesija (koncesijsko odobrenje)? <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Koncesija</th> <th>Koncesijsko odobrenje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) korištenje plaže</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b) ugostiteljske objekte</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c) sportske sadržaje</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d) parkiralište</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e) sanitarni čvor</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>f) ostalo (navedite što!)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			Koncesija	Koncesijsko odobrenje	a) korištenje plaže	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b) ugostiteljske objekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c) sportske sadržaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d) parkiralište	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e) sanitarni čvor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	f) ostalo (navedite što!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16. Da li imate interes za uređenje postojećih i novih plažnih prostora? a) da <input type="checkbox"/> b) ne <input type="checkbox"/>							
	Koncesija	Koncesijsko odobrenje																												
a) korištenje plaže	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
b) ugostiteljske objekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
c) sportske sadržaje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
d) parkiralište	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
e) sanitarni čvor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
f) ostalo (navedite što!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
17. Ako je Vaš odgovor na prethodno pitanje DA; da li posjedujete sljedeću dokumentaciju? <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th>DA</th> <th>NE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) izvod iz katastarskog plana s popisom katastarskih čestica na kopnu koje su predmetom uređenja</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b) vlasnički list s popisom čestica (provjeriti da li je upisano pomorsko dobro ili nešto treće)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>c) izdana lokacijska informacija (prema Zakonu o prostornom uređenju NN 153/13, članak 36)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>d) odluka o koncesiji (Zakon o prostornom uređenju NN 153/13, Zakon o koncesijama NN 143/12, Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama NN 158/03, 141/06, 38/09 i 123/11)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>e) eventualnu pripadnost plaže sustavu ekološke mreže Natura 2000</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>f) izvršenu procjenu okoliša, ako je potrebna, a sukladno Uredbi o procjeni utjecaja na okoliš (NN 64/08, 67/09)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>g) izradeni idejni projekt uređenja plaže</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>h) lokacijsku dozvolu (ako je riječ o zahvalu u prostoru npr. nasipavanju i drugo)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>					DA	NE	a) izvod iz katastarskog plana s popisom katastarskih čestica na kopnu koje su predmetom uređenja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b) vlasnički list s popisom čestica (provjeriti da li je upisano pomorsko dobro ili nešto treće)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c) izdana lokacijska informacija (prema Zakonu o prostornom uređenju NN 153/13, članak 36)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d) odluka o koncesiji (Zakon o prostornom uređenju NN 153/13, Zakon o koncesijama NN 143/12, Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama NN 158/03, 141/06, 38/09 i 123/11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e) eventualnu pripadnost plaže sustavu ekološke mreže Natura 2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	f) izvršenu procjenu okoliša, ako je potrebna, a sukladno Uredbi o procjeni utjecaja na okoliš (NN 64/08, 67/09)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	g) izradeni idejni projekt uređenja plaže	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	h) lokacijsku dozvolu (ako je riječ o zahvalu u prostoru npr. nasipavanju i drugo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	DA	NE																												
a) izvod iz katastarskog plana s popisom katastarskih čestica na kopnu koje su predmetom uređenja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
b) vlasnički list s popisom čestica (provjeriti da li je upisano pomorsko dobro ili nešto treće)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
c) izdana lokacijska informacija (prema Zakonu o prostornom uređenju NN 153/13, članak 36)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
d) odluka o koncesiji (Zakon o prostornom uređenju NN 153/13, Zakon o koncesijama NN 143/12, Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama NN 158/03, 141/06, 38/09 i 123/11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
e) eventualnu pripadnost plaže sustavu ekološke mreže Natura 2000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
f) izvršenu procjenu okoliša, ako je potrebna, a sukladno Uredbi o procjeni utjecaja na okoliš (NN 64/08, 67/09)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
g) izradeni idejni projekt uređenja plaže	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
h) lokacijsku dozvolu (ako je riječ o zahvalu u prostoru npr. nasipavanju i drugo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

Slika 1. Neispunjeni PL/14 obrazac za evidenciju plaža i izradu regionalnih programa

Od ispunjenih PL/14 obrazaca za cijelu Hrvatsku preuzeti su podaci o nazivima plaža, pripadnim općinama i županijama, duljinama obalne linije plaža, površinama plaža, te podatak o materijalu na obali (u obrascu je navedeno kao "geološki sastav")

gdje je bilo moguće evidentirati više kategorija od navedenih: pijesak, stini šljunak, šljunak, kamen, stijene, beton i ostalo. Na temelju tog izvora stvorena je baza podataka o plažama. Iz baze je utvrđen ukupan broj plaža u regionalnim programima i zastupljenost različitih materijala na tim plažama. Izvedeni su i medijani duljine plaža i površina plaža.

Drugi izvor podataka je anketni obrazac (slika 2.) napravljen u sklopu projekta Beachex, a putem kojeg su općine isporučile dodatne podatke za svako dohranjanje plaže iz baze za svaku godinu između 2015. i 2019. (uključivo): godišnji troškovi dohranjanja u kunama bez PDV-a, količina materijala korištena pri dohrani u m³, prosječna veličina zrna materijala, izvođač radova i izvorište materijala, te koordinate plaže. Podacima iz ovog izvora nadopunjena je prethodno stvorena baza.

Granulacija materijala je naknadno grupirana u pet kategorija ako je isključivo pripadala tim rasponima: pijesak i sitni šljunak (0,063-4 mm), sitni šljunak (4-16 mm), krupni šljunak (16-64 mm), ali i miješani materijal (ako je granulacija obuhvaćala dvije ili više prethodnih kategorija) te nepoznato u slučaju kad granulacija nije navedena u anketnom obrascu. Određena je učestalost dohranjanja plaža, tj. broj dohrana plaže tijekom pet godina za koje su prikupljeni podatci.

Tijekom analize pokazalo se da pojedine dohrane, a u nekim slučajevima i sve dohrane u pojedinoj općini, imaju izrazito visoke ili niske troškove po jedinici materijala, visoke troškove po metru obalne linije ili su se koristile velike količine materijala po metru obalne linije i slično. Takvi podatci, koji po vrijednosti odskakuju od ostalih, nisu isključeni iz ove analize, iako za to potencijalno postoji osnova, ali svakako predstavljaju slučajeve koje treba dodatno istražiti i analizirati. Također, za neke dohrane su izostali podatci o količini materijala ili o duljini obalne linije plaže te zbog nedostatka tih podataka nije bilo moguće izračunati druge izvedene veličine. U tom slučaju napomenuto je u opisu rezultata da su rezultati dobiveni za uzorak podataka umanjen za podatke koji nedostaju.

Treći izvor podataka je Geoportal državne geodetske uprave na kojem su dostupne snimke jadranske obale iz zraka za 1968. godinu, te koje su uspoređene sa snimkama iz 2020. godine. Usporedbom obalne linije između dvije snimke utvrđen je broj i površina izgrađenih plaža u vremenu između tih snimaka.

2.2. Određivanje ukupnih godišnjih i jediničnih troškova i količina dohranjanja

Podatci s anketnih listića analizirani su i izračunat je medijan i srednjak broja dohrana za svaku plažu za razdoblje od 2015. do 2019. godine. Određene su i ukupne godišnje količine materijala upotrijebljene za dohranu kao i troškovi dohranjanja za razdoblje od 2015. do 2019. Podatci su grupirani po županijama, uspoređen je i broj dohranjenih plaža u odnosu na ukupni broj plaža u regionalnom programu za tu županiju, te postotak dohranjenih plaža od onih za koje je ispunjen anketni obrazac po

	Naziv plaže	Godina	Godišnji troškovi dohranivanja bez PDV-a [kn] (1 EUR = 7,49 kn, srednji devizni tečaj za razdoblje 2015.-2019.)	Godišnja količina dohranivanja [m ³]	Ime izvođača radova dohranivanja	Naziv izvorišta kamena (ako je poznato)	Prosječna veličina zrna materijala (ako je poznato) [mm]	Geografske koordinate plaže
PRIMJER	1. Ploče	2019.	20000,00	50	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	45.340663, 14.370982
		2018.	23000,00	92	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
		2017.	36000,00	145	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
		2016.	17000,00	118	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
		2015.	50000,00	150	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
	2. Igralište do betonskog sunčališta i rampe	2019.	5000,00	12	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	45.339830, 14.375182
		2018.	17000,00	55	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
		2017.	12000,00	52	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
		2016.	16000,00	108	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	
		2015.	25000,00	85	Dohranjivanje d.o.o	Čufarov kamenolom, Brijuni	32	

Slika 2. Primjer ispunjenog anketnog obrasca za prikupljanje podataka o pojedinačnim dohranama plaža

županiji, ali i postotak dohranjenih plaža od ukupnog broja plaža za tu županiju.

Određen je jedinični financijski trošak dohranivanja po metru obalne linije (kn/m) dijeljenjem ukupnog troška dohranivanja s duljinom obalne linije za plažu na kojoj je obavljeno dohranivanje i financijski trošak za jedinicu materijala iskorištenog za dohranu (kn/m³). Dobiveni financijski trošak dohranivanja po metru obalne linije potom je usrednjen za svaku županiju o svakoj godini anketnog razdoblja, ali i za cijelu državu. Na *box-and-whiskers* dijagramima prikazane su kvartili, medijan i srednje vrijednosti jediničnog troška materijala (kn/m³).

Ponovljena je i analiza iz [18], a u kojoj su, na temelju anketnog razdoblja, određene količine ukupno potrošenog materijala, duljine obalne linije koja se dohranjuje (obalna linija plaže koja je dohranjena tijekom anketnog razdoblja zbraja se samo jednom) i ukupne dohranjene obalne linije (svaka obalna linija plaže broji se za svako dohranivanje), iznos ukupne obalne linije pijeska

i šljunka (dobivena zbrojem ukupne obalne linije za svaku od 1904 plaže), a izvedena je srednja vrijednost godišnjeg troška materijala po metru obalne linije, srednja količina materijala po obalnoj liniji, srednja količina materijala po metru ukupne pješčane i šljunčane obalne linije te prosječan broj dohrana po plaži, prosječni interval između dohrana, omjer dohranjene obalne linije i obalne linije pijeska i šljunka, te raspon u količini materijala po jedinici obalne linije. Time se podatci dobiveni za Hrvatsku mogu usporediti s onima koji su izvedeni za druge europske zemlje [18].

2.3. Određivanje površina nasipavanja obalne linije

Usporedbom obalne linije na snimkama iz zraka iz 1968. i 2020. moguće je odrediti lokacije na kojima se vizualno uočava pomak obalne linije prema moru, tj. nasipavanje. Zbog općenito male oscilacije plime i oseke na hrvatskoj obali Jadranskog mora, ovu metodu je moguće primijeniti bez provedbe posebnih analiza

utjecaja razine mora. U radu je provedena analiza svake uočene lokacije na način da su zabilježeni površina nasipavanja i naziv lokacije. Na taj način su prikupljeni podaci za ukupno 1026 uočenih lokacija koje su razvrstane u četiri kategorije: plaža (nasuta i/ili betonirana površina plaže), luka (marine, komunalne lučice, gradske luke, industrijske luke), gradski prostor (parkirališta, ceste, parkovi i sl.) i industrija. S obzirom na teškoće u procjenjivanju granice između nasipavanja industrijskih luka i prostora za potrebe industrije, ti su podaci manje precizni, ali ukupna suma je vjerodostojna (luke + industrija). Na pojedinim lokacijama je zbog loše kvalitete snimke iz 1968. procijenjena obalna linija manje pouzdana, ali se radi o manjem broju slučajeva. Svakako treba napomenuti da metoda primijenjena u ovom radu nije posve precizna te je za preciznije podatke potrebno provesti detaljniju analizu koja će uključiti točnije georeferenciranje karata po pojedinim zonama.

3. Rezultati i rasprava

3.1. Dohranjivanje plaža

Uvidom u regionalne programe i izvorne PL/14 obrasce utvrđeno je postojanje 1904 plaža na hrvatskoj obali. Na PL/14 obrascu bilo je moguće označiti više materijala prisutnih na plaži, a po učestalosti najčešće je naveden šljunak (prisutan na 1108 plaža; odnosno na 58 % plaža iz baze podataka), potom stijene (792; 42 %) i dalje kamen (716; 38 %), sitni šljunak (597; 31 %), beton (550; 29 %), pijesak (361; 19 %) te ostalo (22; 1 %). Medijan duljine obalne linije za 1740 plaža za koje je bila navedena duljina iznosi 200 m, a za površinu medijan iznosi 1456 m² na uzorku od 1814 plaža s upisanom površinom.

Na anketni obrazac odazvala se 89 (68 %) općina od 130, te je 56 općina prijavilo dohranjivanje plaža iz baze od 1904 plaže između 2015. i 2019. godine, a 33 općine utvrdile su da nisu dohranjivale plaže iz baze u tom razdoblju. Anketirane općine, njih 89, obuhvaćaju sveukupno 1400 plaža od kojih je na 256

provedena barem jedna od sveukupno 828 dohrana tijekom pet godina. U prosjeku i medijanu, učestalost dohranjivanja plaža iznosi tri puta u promatranih 5 godina.

Prema tablici 1., najveći broj plaža ima Primorsko-goranska županija (406), a najviše se dohranjuje u Zadarskoj županiji kako u apsolutnim brojkama (67 plaža), ali i u postotku dohranjenih plaža od ukupnog broja plaža (22,3 %). U apsolutnom broju plaža najmanje se dohranjuje u Ličko-senjskoj županiji - samo 15 plaža, ali po ukupnom postotku dohranjenih plaža najmanje dohranjuje Splitsko-dalmatinska županija s tek 7,5 % ukupnog broja plaža. Međutim, svi iznosi navedeni u tablici su vrlo vjerojatno viši jer se trećina općina nije odazvala na anketu. Većina dohrana plaža, njih 75 %, u troškovima iznosi manje od 30 000 kn, te koristi manje od 120 m³ materijala. Stoga većinu ukupnih troškova dohrane i potrošenog materijala čini tek manji broj dohrana - 15 % svih dohrana odgovorno je za 75 % ukupnog troška dohranjivanja i ukupne količine materijala iskorištene tijekom 5 godina.

Ukupni anketirani financijski trošak dohranjivanja plaža tijekom 2015. do 2019. iznosi 33,58 milijuna kuna, 1 EUR = 7,49 kn, srednji devizni tečaj za razdoblje 2015.-2019. (iz tablice 1.), a godišnji troškovi zaokruženi na dvije decimale prikazani su na slici 3. Od 2015. do 2019. godine nastupa porast troškova iz godine u godinu, a najviše troškova bilo je 2018., i to 10,75 milijuna kuna.

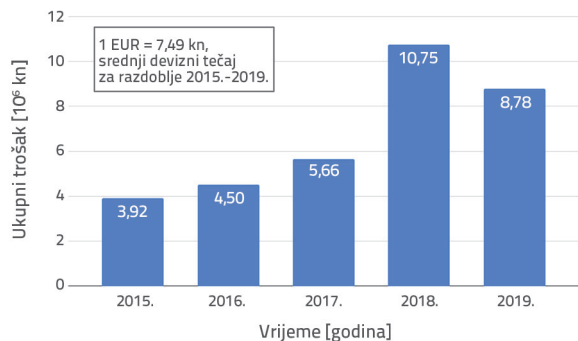
Na slici 4. prikazani su godišnji iznosi količina materijala za dohranu dobiveni anketom. Ukupno je evidentirana potrošnja od 194 000 m³ različitog materijala iskorištenog pri dohrani. Porast količina materijala uočen je 2018. i 2019. godine, a kada je iskorišteno 4, odnosno 2,5 puta više materijala nego prve tri godine koje je obuhvatila anketa.

Uzme li se u obzir činjenica da se trećina općina (41 od 130) nije odazvala na upite da ispune anketni obrazac o dohrani, lako je pretpostaviti da su iznosi troškova i materijala upotrijebljeni tijekom 2015. i 2019. godine viši. Analiza provedena u [25] uvodi korekcijski faktor temeljen na omjeru broja plaža za koje su anketom dobiveni podatci i za koje nisu, a kako bi se odredili

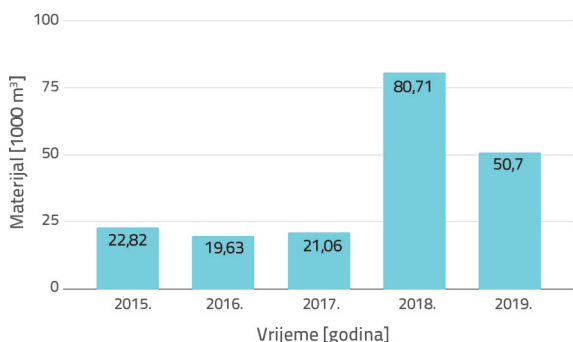
Tablica 1. Podatci o broju plaža i dohranjenih plaža po županijama, te troškovi u materijalu i novcu

Županija	Broj općina	Broj plaža	Broj dohranjenih plaža	Broj plaža evidentiranih anketom	% dohranjenih plaža od broja evidentiranih anketom	% dohranjenih od ukupnog broja plaža	Ukupni troškovi dohrane [kn]	Ukupna količina materijala [m ³]
Dubrovačko-neretvanska	18	278	28	205	13,7	10,1	1.596.461,20	4.182,00
Ličko-senjska	3	181	15	60	25	8,3	637.000,00	4.900,00
Splitsko-dalmatinska	32	347	26	206	12,6	7,5	8.090.718,41	54.889,41
Šibensko-kninska	10	142	27	81	33,3	19	4.310.369,24	30.026,21
Istarska	21	250	35	239	14,6	14	2.427.748,36	8.944,53
Primorsko-goranska	20	406	58	345	16,8	14,3	4.068.070,50	17.849,11
Zadarska	26	300	67	264	25,4	22,3	12.448.394,51	74.088,99
Ukupno	130	1904	256	1400	18,3	13,4	33.578.762,22	194.880,25

stvarni ukupni iznosi. Iznesen je zaključak da ukupni troškovi iznose približno 47 milijuna kuna i 280.000 m³ materijala.



Slika 3. Ukupni financijski trošak dohranjivanja u Hrvatskoj, iznosi dobiveni anketom (plavo) u milijunima kuna bez PDV-a



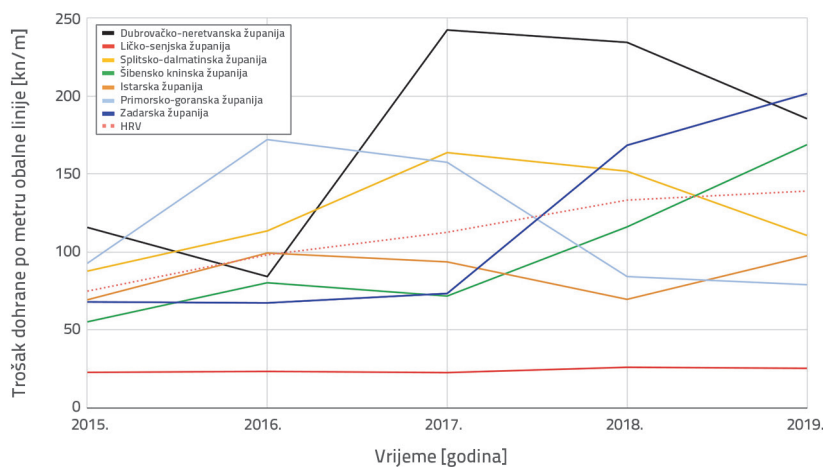
Slika 4. Ukupna količina materijala korištena u dohrani u Hrvatskoj, količine dobivene anketom (svjetloplavo) u tisućama m³

Na godišnjoj razini uočen je porast troškova dohrane, a za potvrdu trenda u količinama materijala potrebno je prikupiti dulji niz podataka. Postojeći značajni skok u troškovima i količinama koji se dogodio 2018. godine otežava donošenje zaključka o trendu. Za porast u troškovima i materijalima 2018. godine dijelom je odgovorna rekonstrukcija plaže Ždrijac kod grada Nina kad je utrošeno 2,6 milijuna kuna i 33 235 m³ materijala 2018. te Kraljičina plaža s 1,2 milijuna kuna troškova i 15 110 m³ materijala 2019. godine, također kod grada Nina. Dohrane kod grada Nina specifične su i zbog jaružanja pješčanog materijala s morskog dna na plažu, što značajno poskupljuje radove, dok se u ostalim slučajevima u pravilu koristio riječni šljunak. Uzlazni trend u troškovima i količinama dohranjivanja prikazan na slici 3. opstaje čak i ako se uklone troškovi plaža grada Nina. Na slici 5. prikazan je prosječan iznos jediničnih troškova po metru obalne

linije za svaku županiju i za cijelu Hrvatsku, za pojedinu godinu. I ovdje je jasan porast u troškovima dohrane po metru obalne linije od 2015. do 2019. godine, s povećanjem jediničnog troška dohrane sa 75 kn po metru obalne linije 2015. do 139 kn po metru obalne linije u 2019. na razini cijele Hrvatske. Moguće objašnjenje porasta u troškovima (ukupnim i jediničnim) jest u potporama Ministarstva turizma u sklopu Programa razvoja javne turističke infrastrukture koji je obuhvatio i plaže u razdoblju od 2015. do 2020. godine. U [25] na slici 4. napravljena je identična analiza iz koje su izuzete dohrane s izrazito visokim troškovima ili količinama upotrijebljenog materijala. U ovom slučaju, bez izuzimanja podataka, jedinični troškovi dohrane po metru obalne linije su veći nego u [25], a trend porasta troškova je prisutan u obje varijante.

Ispodprosječne troškove dohranjivanja u odnosu na ukupni državni prosjek imaju Ličko-senjska županija, Istarska i Šibensko-kninska županija; Zadarska županija u navedenom razdoblju nadilazi državni prosjek; Dubrovačko-neretvanska županija najskuplje dohranjuje metar obalne linije; Primorsko-goranska županija smanjuje troškove ispod državnog prosjeka; a Splitsko-dalmatinska županija troši više u promatranom razdoblju i iznad državnog prosjeka.

U radu Hansona i sur. [18] istražene su prakse dohranjivanja plaža za niz europskih zemalja, te su napravljene međusobne usporedbe. U tablici 2. izračunani su pokazatelji kakve koristi Hanson, a kako bi Hrvatsku mogli usporediti s ostalim zemljama u tom radu. Broj godina tijekom kojih su se promatrale aktivnosti dohranjivanja (Y) je samo 5, jer nisu prikupljeni podatci za dulji period, premda se zasigurno dohranjivanje obavljalo u Hrvatskoj i prije 2015. godine. Količina materijala korištenog pri dohrani (V) je malena u usporedbi s ostalim zemljama gdje se količine materijala broje i preko nekoliko desetaka milijuna, ali za dulji vremenski period, opsežnija istraživanja i dulje obale.



Slika 5. Prosječni financijski trošak dohrane po metru obalne linije po županijama i za cijelu Hrvatsku, na uzorku od 794 dohrane (95,9 % od 828 evidentiranih dohrana), 34 nisu obuhvaćene zbog nedostatka podataka o duljini obale

Tablica 2. Parametri korišteni za međusobnu usporedbu dohranjanja po državama prema radu [18] iz kojeg su preuzete vrijednosti za druge zemlje

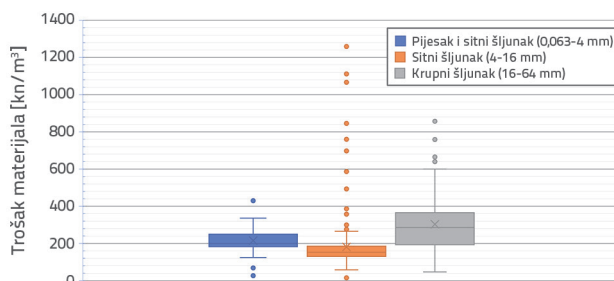
Država	HR	FR	IT	DE	NL	ES	UK	DK	USA
Y = Broj promatranih godina [god]	5	33	37	48	10	13	44	24	46
V = Ukupna količina materijala [10^6 m^3]	0,196	12	15	50	60,2	110	20	31	144
LN = Duljina dohranjene obale (broji se obalna linija plaže pri dohranjanju, ali samo jednom) [km]	107	35	73	128	152	200	/	80	350
LP = Ukupna duljina dohranjene obale (broji se obalna linija plaže pri svakom dohranjanju) [km]	285	190	85	313	297	525	/	515	/
LS = Ukupna duljina pješčane i šljunčane obale [km]	618	1960	6320	602	292	1760	3670	500	61400
AVN = Količina materijala dohranjena po metru obalne linije godišnje = $V/LN/Y$ [$\text{m}^3/\text{m}/\text{god.}$]	0,36	10,4	5,6	10	39,6	42,3	/	16	9
AVP = Prosječna količina materijala za sve projekte = V/LP [m^3/m]	0,68	63	176	210	207	210	/	60	/
AVS = Prosječna količina materijala po duljini cijele pješčane i šljunčane obale = $V/LS/Y$ [$\text{m}^3/\text{m}/\text{god.}$]	0,06	0,19	0,11	1,7	20,6	4,8	/	2,6	0,05
ANF = Broj dohranjanja po plaži = LP/LN (/)	2,66	5,4	1,2	2,4	1,9	2,6	/	6,4	/
ARI = Prosječni interval između dohrana = Y/ANF godina [god]	1,88	6,1	31,8	19,6	5,2	4,9	/	3,7	/
Postotak dohranjene obale LN/LS [%]	17	1,8	2	21,6	52,1	11,4	/	16	0,6
RUV = Raspon korištenog volumena po metru obalne linije [m^3/m]	0,004-10,8	3,3-400	19-511	30-500	31-596	70-450	/	10-100	/

Duljina obalne linije koja je dohranjivana (LN, obala pri svakom dohranjanju broji se samo jednom) i duljina dohranjene obale (LP, obala svako dohranjanje se broji) iznosi 107 odnosno 285 km, što je usporedivo s drugim zemljama rada [18], a koje u pravilu imaju puno duđu obalnu liniju, kako ukupnu, tako i pješčanu i šljunčanu (LS). U Hrvatskoj su korištene količine materijala (V) malene, pa su i sve izvedene veličine vezane uz količinu materijala (AVN, AVP, AVS) manje i to za nekoliko redova veličine u usporedbi s ostalim državama. Učestalost broja dohrana po lokaciji (ANF) je usporediva s drugim zemljama, ali i visoka ako se uzme u obzir da je promatrano samo 5 godina u slučaju Hrvatske, a u drugim zemljama 10 do 48 godina. Slično možemo zaključiti i iz intervala između dohrana (ARI) - svake približno dvije godine plaže se ponovno dohranjuju, a što je znatno češće nego kod ostalih država koje dohranjuju svake četiri godine ili rjeđe.

Postotak dohranjene obale je visok, 17 %, s obzirom na to da većina plaža koje dohranjujemo ima tek oko 200 metara obalne linije, a usporedivo je s postotkom dohranjene obale Njemačke ili Danske. Raspon korištenog volumena pri dohrani (RUV) je znatno manji nego drugdje, odnosno Hrvatska dohranjuje s vrlo malim količinama materijala godišnje.

Na slici 6. prikazani su *box-and-whiskers* dijagrami za jedinične cijene m^3 tri različite kategorije materijala koji su navedeni u anketi. Cijena je najniža, u medijanu, za sitni šljunak (4-16 mm) u iznosu od 152 kn/m^3 , potom slijedi pijesak i sitni šljunak (0,06-4 mm) u iznosu od 200 kn/m^3 te potom krupni šljunak (16-64 mm) koji je najskuplji u iznosu od 286 kn/m^3 . Srednji iznosi troškova 1 m^3 materijala nisu značajno drukčiji,

te su oko 10 % viši od medijana. Troškovi za 1 m^3 krupnog šljunka (16-64 mm) pokazuju najveću varijabilnost između 193 i 366 kn/m^3 .



Slika 6. Dijagram jediničnog troška metra kubnog materijala za tri različite vrste materijala (1 EUR = 7,49 kn, srednji devizni tečaj za razdoblje 2015.-2019.)

3.2. Nasipavanje plaža

Nadalje se prikazuju rezultati dobiveni usporedbom aerosnimaka iz 1968. i 2020. Analizom podataka dobiveno je da je od 1968.g. do danas nasuto ukupno 7,513 km^2 mora. Za usporedbu, ukupna površina pomorskog dobra (kopno uz obalnu liniju) jednaka je 38,235 km^2 , prema čemu možemo zaključiti da je od 1968. do danas nasipavanjem zauzet dio mora jednak udjelu 19,6 % pomorskog dobra. Površina pomorskog dobra je izračunana kao umnožak ukupne duljine hrvatske obalne linije (6372,57 km) i širine pomorskog dobra od 6 m po jednoj od definicija iz [34].

Tablica 3. Broj lokacija na kojima je uočeno nasipavanje obalne linije 1968.-2020. godine i pripadne površine

Županija	Kategorija plaža	Kategorija luka	Kategorija gradski prostor	Kategorija industrija	Ukupni broj lokacija	Ukupna površina [km ²]
Istarska	96	46	25	4	171	0,974
Primorsko-goranska	44	35	30	5	114	1,073
Ličko-senjska	41	24	15	2	82	0,202
Zadarska	136	107	60	6	309	2,092
Šibensko-kninska	20	17	8	2	47	0,593
Splitsko-dalmatinska	68	30	28	4	130	2,000
Dubrovačko-neretvanska	80	44	46	3	173	0,579
Ukupni broj lokacija	485	303	212	26	1026	7,513
Ukupna površina [km ²]	1,859	3,107	1,677	0,869		

Broj obuhvaćenih lokacija na kojima je uočeno nasipavanje obalne linije podijeljen je po županijama i kategorijama te je prikazan u tablici 3. Iz navedenog tabličnog prikaza uočava se da najviše nasutih lokacija pripada kategoriji plaže s 485 lokacija, a slijede je kategorija luka s 303 lokacije, potom gradski prostor s 212 i industrija s 26 lokacija. Ako se promatraju površine, onda se nasipavalo najviše u kategoriji luka s 3,107 km², a potom u kategoriji plaža s 1,859 km². Ovakvo velika površina nasipavanja u kategoriji luka upućuje na značajno ulaganje u turistički sektor (izgradnja marina), ulaganje u prometnu povezanost otoka i kopna (luke otvorene za javni promet) te ulaganje u komunalne lučice tijekom razdoblja od 1968. do danas.

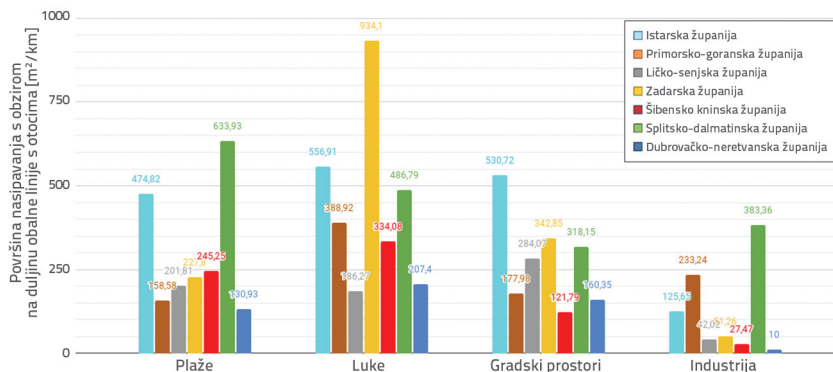
Najviše lokacija je uočeno u Zadarskoj županiji u svim kategorijama s ukupnim brojem od 309 lokacija, a prati je Dubrovačko-neretvanska županija sa 173 lokacije. Izračunali se prosječna vrijednost nasipavanja za sve županije, dobije se 1,073 km². Iz ovog podatka se može zaključiti da se u promatranom razdoblju provodilo iznadprosječno nasipavanje obalne linije u Zadarskoj i Splitsko-dalmatinskoj županiji, prosječno nasipavanje bilo je u Primorsko-goranskoj, a u ostalim županijama nasipavalo se ispod hrvatskoga prosjeka. Treba dodati da je najveće nasipavanje u Zadarskoj županiji provedeno za potrebe gradnje luke Gaženica s površinom nasipavanja 0,452 km² dok je u Splitsko-dalmatinskoj županiji najveći podatak zabilježen za plažu Žnjan od 0,277 km².

Navedenom analizom utvrđeno je da je nasipavanje mora nastupilo na 485 različitih plaža, što u odnosu na ukupan broj plaža (definiran u PL/14 obrascima) od 1904 plaže čini udio od 25 % ukupnog broja plaža.

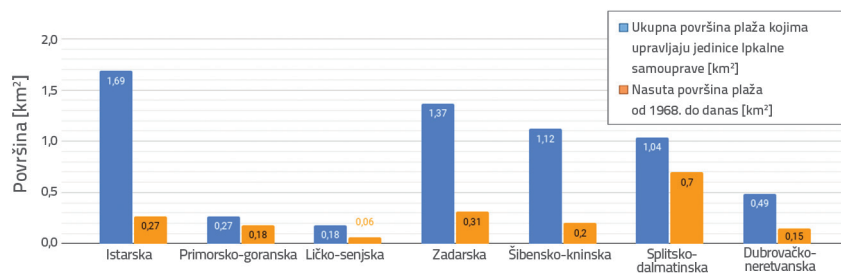
Na slici 7. prikazan je relativan omjer površine nasipavanja obalne linije i ukupne dužine obalne linije pojedinih županija (s otocima). Na ovaj način

se za potrebe procjene razmjera nasipavanja po županijama (i kategorijama) uzima u obzir i veličina pojedine županije. Duljine obalnih linija s otocima su: Istarska županija 576,9 km, Primorsko-goranska 1118,7 km, Ličko-senjska 282,73 km, Zadarska 1344,65 km, Šibensko-kninska 814,28 km, Splitsko-dalmatinska 1097,5 km i Dubrovačko-neretvanska županija 1138 km. Službeni podatak o duljini obalne linije županija nije javno dostupan pa su korišteni javno dostupni neslužbeni podaci koji dobro odražavaju stvarno stanje. Iz slike 7. županije s najvećim relativnim omjerom nasipavanja su: Zadarska u kategoriji luke, Istarska u kategoriji gradski prostor i Splitsko-dalmatinska županija u kategoriji plaže i industrija. Treba istaknuti da je u slučaju Istarske županije ovakav omjer (m²/km) dao povećane vrijednosti jer ta županija ima najmanje otoka u odnosu na ukupnu kopnenu duljinu obalne linije, odnosno ima najmanji omjer duljine obalne linije s otocima i duljine obalne linije bez otoka.

Županije s najvećim nasipavanjem za potrebe razvoja luka (turističkih, za javni promet i sl.) jesu Zadarska, Istarska i Splitsko-dalmatinska. Županije u kojima se provodilo najveće nasipavanje za potrebe razvoja industrije su Splitsko-dalmatinska, Primorsko-goranska i Istarska. Proširenje u



Slika 7. Površina nasipavanja obale s obzirom na duljinu obalne linije s otocima pojedinih županija



Slika 8. Odnos ukupne površine i nasute površine plaža

more za potrebe povećanja kapaciteta plaža zabilježeno je s najvećim omjerom u Splitsko-dalmatinskoj i Istarskoj županiji. Gradski prostor se širio prema moru najviše u Istarskoj i Zadarskoj županiji. Županije koje su iznad hrvatskog prosjeka u kategorijama nasipavanja gradskog prostora i plaža trebale bi dugoročno smanjivati (demotivirati) trend osvajanja mora, posebno kroz strategije upravljanja prostorom i kroz prostorne planove. S druge strane ograničenje širenja u more za potrebe razvoja luka i industrije kosi se s principima gospodarskog razvoja i potreba stanovništva, ali je potrebno osvijestiti i druge tehničke mogućnosti razvoja ovakve infrastrukture na postojećem kopnu, u zaleđu i u napuštenim lučkim i industrijskim prostorima.

Na slici 8. je usporedba ukupne površine plaža definiranih u PL/14 obrascima po županijama (plavi stupovi) i površina plaža nasutih u razdoblju 1968.-2020. (smeđi stupovi) prema metodologiji opisanoj u poglavlju 2.3. Udio površina nasutih u razdoblju 1968.-2020. u odnosu na ukupne sadašnje površine plaža iznosi između 17,8 % za Šibensko-kninsku do 67,0 % za Splitsko-dalmatinsku županiju. Za cijelu Hrvatsku je u razdoblju 1968.-2020. nasuta površina mora jednaka 27,1 % ukupno evidentiranih površina plaža. Neke su županije u danom razdoblju natprosječno nasipavale svoje plaže (Splitsko-dalmatinska, Ličko-senjska i Dubrovačko-neretvanska) te bi se trebale u budućnosti više orijentirati na aktivaciju prostora u zaleđu plaža kao atraktivnom turističkom prostoru.

Prikazana analiza ima određena ograničenja u smislu da je ukupan broj plaža definiran u PL/14 obrascima vjerojatno manji od stvarnog ukupnog broja plaža. U radu [2] procjenjuje se da je u Hrvatskoj ukupno 2000 plaža. Dodatno ograničenje analize jest to da metodologijom opisanom u poglavlju 2.3 nisu obuhvaćene pojedinačne lokacije na kojima je izvedeno nasipavanja (ili betoniranje) mora s površinama manjim ~80 m² kao što su razni manji molovi, gatovi, privežišta i hidrotehnička pera, te je vjerojatno ukupna površina nasipavanja u Hrvatskoj veća.

4. Zaključak

Nedostatak temeljnih podataka o plažama i obali Republike Hrvatske predstavlja značajan izazov u znanosti i upravljanju obalom. Prikupljeni podatci iz regionalnih programa, a koji su trebali poslužiti za izradu nacionalne strategije upravljanja

obalnim područjem, analizirani su u sklopu ovog rada i time daju pregled stanja obalnog i plažnog područja Republike Hrvatske koje ima naglasak na rekreaciju i turizam. Također su na temelju ankete prikupljeni i podatci o dohranjanju hrvatske obale tijekom 2015.-2019., a uvidom u snimke iz zraka dostupne na Geoportalu i u novonasipane površine od 1968. do 2020. godine.

Hrvatska obala je bogata plažama, a zasigurno broji 1904 jedinstvene plaže, a od kojih je većina šljunčana ili sadrži i šljunak, a tek u malom postotku pijesak. Prosječna plaža duga je tek 200 metara, te pokriva površinu od 1456 m². Bez obzira na to, usporedni podatci pokazuju da Hrvatska po duljini obale obuhvaćenim dohranom sliči Njemačkoj, Nizozemskoj ili Danskoj, uz iznimku da dohrane provodi s gotovo dvogodišnjom učestalosti umjesto na 21, 52 ili 16-godišnjom vremenskoj skali navedenih zemalja [18]. Također je važno istaknuti da se količine materijala upotrijebljenog na godišnjoj razini po metru obalne linije koji se dohranjuje značajno razlikuju: Hrvatska koristi tek 0,36 m³ materijala godišnje po metru obalne linije, a spomenute zemlje više od 10 m³ po metru obale godišnje, pa čak dva ili tri puta više. Tijekom pet godina promatranog razdoblja brojnim dohranama akumulirani trošak dohranjanja iznosi zasigurno više od 33 milijuna kuna, a i u more je odbačeno više od 194.000 m³ materijala od pijeska do krupnog šljunka. S obzirom na to, troškovi dohranjanja pokazuju tendenciju porasta.

Hrvatska je bogata šljunčanim plažama kraćim od 200 metara koje dohranjuje gotovo svake druge godine s 0,36 m³ materijala po metru obalne linije, i to na 17 % piješčane ili šljunčane obalne linije. Rezultat je koji ide u prilog zaključku da je dohrana u Hrvatskoj prije svega alat za održavanje plaže za potrebe turizma, radije nego za suzbijanje erozije i gubitka obale kako se koristi u drugim državama. Nedostatak jasne strategije upravljanja obalom [1] u kombinaciji s pritiskom turizma zasigurno je pridonijelo uspostavljanju tako drastično različite prakse, a što je i potencijalno detrementalno za okoliš s na to obzirom da učestala praksa dohranjanja nosi štetne posljedice [19]. Buduća istraživanja s fokusom na konkretne lokacije, a koja će primarno uzeti u obzir vjetrovalnu klimu područja i preraspodjelu sedimenta, mogla bi dodatno rasvijetliti potrebu i učinke ovakvog hrvatskog načina dohranjanja obale. Posebno je potrebno promotriti i manji broj dohrana, a koje su odgovorne za većinu potrošenih sredstava i materijala. Očekivanje je da bi upravo te bile bolje usporedive s europskim praksama, ali je nejasno jesu li opravdane ili predstavljaju nasipavanje pod krinkom dohrane.

U širem vremenskom razdoblju praksa nasipavanja obale također je učestala, ali s primarnim naglaskom na plaže i turizam, barem što se tiče nasipavanja po lokalitetima, makar je količina nasute površine veća kad je u pitanju potreba luka. Međutim, i to se može tumačiti kao potreba turizma - turistima su potrebne marine kao i dobra prometna povezanost s

otocima. Površina mora nasipavanjem smanjena je tako za 7,5 km², a što predstavlja dobitak kopna proporcionalan 20 % prethodno postojećeg pomorskog dobra, odnosno 27 % prethodno postojećih površina plaža. Treba i pretpostaviti da svi spomenuti rezultati ne odražavaju u potpunosti konačni broj plaža, dohranjivanja ili nasipavanja, te su dodatna i detaljnija istraživanja, ali i nacionalni plan, svakako potrebni. No može se reći da visoki postotci nasipanih površina kao i količine materijala upotrijebljenih u dohrani u suprotnosti sa smjerom kakav je zacrtao Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem [35], a kojima se Hrvatska obvezala na uspostavu obalnog odmaka od 100 metara za gradnju kako bi se očuvao prirodni okoliš, te prostorom racionalnije upravljalo. Osim što postoji takav normativni pritisak za uspostavljanje

jasne strategije upravljanja obalnim područjem, raširenost i nesustavnost postojećih praksi, kao i snažan pritisak turizma na obalni prostor, dodatni su razlozi zbog kojih je važno da Hrvatska ozbiljno i strateški započne upravljati obalnim područjem. A pri tome glavno težište tek treba, umjesto na turizam, staviti na ugrozu obalnog područja od klimatskih promjena.

Zahvala

Rad je financiran iz Programa "Znanstvena suradnja" Hrvatske zaklade za znanost, koji je financirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda u sklopu Operativnog programa Učinkoviti ljudski potencijali 2014.-2020.

LITERATURA

- [1] Kovačić, M., Srećko, F., Perišić, M.: The issue of coastal area management in Croatia: beach management, *Academica Turistica*, 3 (2010) 1/2 pp. 53-63
- [2] Favro, S., Kovačić, M., Perišić, M.: Social and economic forms of beach managing in Croatia, *Coastal Processes 2013*, Gran Canaria, 2013.
- [3] Orsini, K., Ostojić, V.: Croatia's Tourism Industry: Beyond the Sun and Sea, *European Economy - Economic Briefs* 36 (2018)
- [4] Cohen, O., Anthony, E.J.: Gravel beach erosion and nourishment in Nice, French Riviera, Méditerranée. *Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean geography*, 108 (2007), pp. 99-103, 2007
- [5] Codignotto, J.O., Dragani, W.C., Martin, P.B., Simionato C.G., Medina R.A., Alonso G.: Wind-wave climate change and increasing erosion in the outer Río de la Plata, Argentina, *Continental Shelf Research*, 38 (2012), pp. 110-116
- [6] Bruun, P.: Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion, *Journal of the Waterways and Harbors Division*, 88 (1962) 1, pp. 117-130
- [7] Schwartz, M.L.: The Bruun Theory of Sea-Level Rise as a Cause of Shore Erosion, *The Journal of Geology*, 75 (1967) 1, pp. 76-92
- [8] Belušić Vozila, A., Güttler, I., Ahrens, B., Obermann-Hellhund, A., Telišman Prtenjak, M.: Wind Over the Adriatic Region in CORDEX Climate Change Scenarios, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124 (2019) 1, pp. 110-130.
- [9] Benetazzo, A., Fedele, F., Carniel, S., Ricchi, A., Bucchignani, E., Sclavo, M.: Wave climate of the Adriatic Sea: a future scenario simulation, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12 (2012) 6, pp. 2065-2076
- [10] Bonaldo, D., Bucchignani, E., Pomaro, A., Ricchi, A., Sclavo, M., Carniel S.: Wind waves in the Adriatic Sea under a severe climate change scenario and implications for the coasts, *International Journal of Climatology*, 40 (2020) 12, pp. 5389-5406
- [11] Međugorac, I., Pasarić, M., Güttler, I.: Will the wind associated with the Adriatic storm surges change in future climate?, *Theoretical and Applied Climatology*, 143 (2021) 1-2, pp. 1-18
- [12] Pasarić, M., Orlić, M.: Meteorological forcing of the Adriatic: present vs. projected climate conditions, *Geofizika*, 21 (2004) 1, pp. 69-87
- [13] Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Pean, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maxcoock, T.K., Watefield, T., Yelekçi, Ö., Yu, R., Zhou, B.: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021.
- [14] Vilibić, I., Šepić, J., Pasarić, M., Orlić, M.: The Adriatic Sea: A Long-Standing Laboratory for Sea Level Studies, *Pure and Applied Geophysics*, 174 (2017) 10, pp. 3765-3811
- [15] Lončar, G., Krvavica, N., Šepić, J., Bekić, D., Gašparović, M., Kulić, T.: Potencijal primjene javno dostupnih baza podataka u svrhu procjene opasnosti od poplava mora u priobalnim gradovima Republike Hrvatske, *Hrvatske vode*, 30 (2022) 121, pp. 185-200
- [16] Vousdoukas, M.I., Voukouvalas, E., Annunziato, A., Giardino, A., Feyen, L.: Projections of extreme storm surge levels along Europe, *Climate Dynamics*, 47 (2016) 9-10, pp. 3171-3190
- [17] Petković, S., Tatomir, U., Petković, S.: Monitoring plaža u Crnoj Gori, *Vodoprivreda*, 38 (2006) 4-6, pp. 239-244
- [18] Hanson, H., Brampton, A., Capobianco, M., Dette, H.H., Hamm, L., Lastrup, C., Lechuga, A., Spangoff, R.: Beach nourishment projects, practices, and objectives-a European overview, *Coastal Engineering*, 47 (2002) 2, pp. 81-111
- [19] Speybroeck, J., Bonte, D., Courtens, W., Gheschiere, T., Grootaert, P., Maelfait, J.P., Mathys, M., Provoost, S., Sabbe, K., Stienen, E.W.M., Lancker, V.V., Vincx, M., Degraer, S.: Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16 (2006) 4, pp. 419-435.
- [20] Pikelj, K., Ružić, I., Ilić, S., James, M.R., Kordić, B.: Implementing an efficient beach erosion monitoring system for coastal management in Croatia, *Ocean & Coastal Management*, 156 (2018), pp. 223-238
- [21] Pikelj, K., Ružić, I., James, M.R., Ilić, S.: Structure-from-Motion (SfM) monitoring of nourished gravel beaches in Croatia, *Coasts, Marine Structures and Breakwaters*, Liverpool, pp. 561-564, 2018.

- [22] Tadić, A., Ružič, I., Krvavica, N., Ilić, S.: Post-Nourishment Changes of an Artificial Gravel Pocket Beach Using UAV Imagery, *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (2022) 3, p. 358
- [23] Griggs, G., Davar, L., Reguero, B.G.: Documenting a Century of Coastline Change along Central California and Associated Challenges: From the Qualitative to the Quantitative, *Water*, 11 (2019) 12, p. 2648.
- [24] Maglione, P., Parente, C., Vallario, A.: High Resolution Satellite Images to Reconstruct Recent Evolution of Domitian Coastline, *American Journal of Applied Sciences*, 12 (2015) 7, pp. 506-515
- [25] Bogovac, T., Carević, D., Bujak, D., Ilić, S., Vukovac, M.: Održivost dohranjivanja plaža u Hrvatskoj, 8. Sabor hrvatskih graditelja, 2021.
- [26] Bujak, D., Bogovac, T., Carević, D., Ilić, S., Lončar, G.: Application of Artificial Neural Networks to Predict Beach Nourishment Volume Requirements, *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (2021) 8, pp. 786
- [27] Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Primorsko-goranske županije, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija, 2015.
- [28] Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Šibensko-kninske županije, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija, 2014.
- [29] IGH Urbanizam and Horwath & Horwath Consulting, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama Zadarske županije, IGH Urbanizam and Horwath & Horwath Consulting, 2015.
- [30] Institut za turizam, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama u Istarskoj županiji, Institut za turizam, 2015.
- [31] Razvojna agencija Ličko-senjske županije - LIRA, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Ličko-senjske županije, Razvojna agencija Ličko-senjske županije - LIRA, 2017.
- [32] SAFEGE, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Splitsko-dalmatinske županije, SAFEGE, 2015.
- [33] Trames Consultants, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Dubrovačko-neretvanske županije, Trames Consultants, 2015.
- [34] Hrvatski Sabor, Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003_10_158_2257.html
- [35] Hrvatski Sabor, Zakon o potvrđivanju Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2012_11_8_96.html