

Održivost dohranjivanja plaža u Hrvatskoj

Bogovac, Tonko; Carević, Dalibor; Bujak, Damjan; Ilić, Suzana; Vukovac, Mateja

Source / Izvornik: **Zbornik radova 8. Sabora hrvatskih graditelja, 2021, 141 - 153**

Conference paper / Rad u zborniku

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

<https://doi.org/10.14256/8SHG.2021.170>

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:464192>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**

Repository / Repozitorij:

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



Održivost dohranjivanja plaža u Hrvatskoj
8. Sabor hrvatskih graditelja

Tonko Bogovac¹, Dalibor Carević¹, Damjan Bujak¹, Suzana Ilić², Mateja Vukovac¹

¹*Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Fra Andrije Kačića-Miošića 26, 10 000 Zagreb*

²*Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster, United Kingdom, LA1 4YQ*

Sažetak

Dohrana plaža prevladavajuća je praksa kontroliranja erozije obale u svijetu. U Hrvatskoj se dohrana također koristi, ali nedostatak podataka o plažama i o provedenim dohranama je značajan problem. Prikupljanjem podataka od jedinica lokalne samouprave formirana je baza plaža i analizom podataka određena je učestalost i opseg dohrane plaža na hrvatskoj obali. Promatra se održivost dohranjivanja plaža u budućnosti s obzirom na trenutne prakse.

Ključne riječi: dohranjivanje plaža, šljunčane plaže, upravljanje obalom, erozija

Sustainability of beach nourishment in Croatia
8th Congress of Croatian Builders

Abstract

Beach nourishment is the most common measure for controlling erosion in the world. Croatian beaches are also being nourished, but the lack of data about beaches and nourishment projects presents a problem. Gathering data from municipalities on the coast a beach database is formed and analysed with the intention of understanding the scope of beach nourishment practices. The sustainability of nourishment practices in Croatia is discussed.

Key words: beach nourishment, 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 i upravljanje obalnim područjem za koje su zadužene jedinice lokalne samouprave u Hrvatskoj. Plaže na hrvatskoj obali pod pritiskom su rastuće gospodarske grane turizma, ali i pod utjecajem klimatskih promjena koje dovode do povećanja broja i intenziteta olujnih događaja, kao i porasta morske razine što sve zajedno rezultira erozijom [1]. Kao mjera za kontroliranje erozije uzrokovane olujnim događajima prevladava praksa dohranjivanja plaža [2]. Većina europskih zemalja na svojim pješačnim plažama redovito provodi postupke dohrane, a praksa je prisutna i u Hrvatskoj. Dohrana plaže je postupak koji spada pod redovito održavanje plaže, a podrazumijeva dodavanje materijala na plažu s ciljem nadoknade materijala koji je prethodno izgubljen erozijom ili abrazijom. Ovaj postupak se često, namjerno ili nenamjerno, u praksi miješa s izgradnjom plaža koja podrazumijeva i povećanje kapaciteta plaže, a ujedno je i puno strože reguliran. Dohrana kao postupak dominantna je mjera za upravljanje plažom iz više razloga: prilagodljiva je uvjetima na obali koji se mogu relativno brzo izmijeniti, postupak dohrane nije invazivan i ne narušava postojeću dinamiku procesa na obali, a ujedno ima i nizak utjecaj na okoliš ukoliko se pravilno izvede i ne provodi često [3]. Hrvatskoj javnosti su postupci dohrane poznati isključivo na temelju primjera loše prakse s iznimno negativnim utjecajem na okoliš ([4], [5]), dok u struci nedostaje referentnih podataka o opsegu erozije na hrvatskoj obali i učinkovitosti mjere dohrane. Različitim metodama moguće je pratiti eroziju obale, a javljaju se i novi, jednostavni i financijski pristupačni, sustavi za monitoring obale temeljeni na metodama fotogrametrije [6]. Međutim, u trenutku kada izostaje jasna strategija upravljanja obalom i redovita mjerenja stanja plaža, moguće je osloniti se na podatke jedinica lokalne samouprave i usporedbom s podacima o dohrani ostalih zemalja doći do zaključaka kako i zašto dohranjujemo plaže, te u kojem kontekstu su te prakse održive.

Cilj ovog rada je prezentirati prikupljene podatke o plažama na temelju različitih izvora koji do sada nisu publicirani: konkretno podatci prikupljeni s PL/14 obrazaca, kao i podatci o dohranama plaža, ali i prostorni podatci o plažama prikupljeni od jedinica lokalne samouprave. Na tim podacima napravljena je analiza s ciljem određivanja učestalosti i troškova (financijskih i materijalnih) dohrane na hrvatskoj obali. Dodatno, promatranjem odnosa privjetrišta i troška dohranjivanja plaža određeno je postoji li poveznica između intenziteta olujnih i valnih događaja s troškovima dohranjivanja.

2 Metode

2.1 Prikupljanje podataka

Prikupljenih i publiciranih podataka o plažama hrvatskog Jadrana gotovo da nema. Zato su prikupljeni podatci od jedinica lokalne samouprave koje upravljaju plažama. Podatci su prikupljeni iz dva izvora: prvi izvor podataka su županije koje su za potrebe izrade regionalnih programa upravljanja i uređenja morskih plaža ([7], [8], [9], [10], [11], [12] i [13]) evidentirale podatke o plažama na temelju PL/14 obrazaca za evaluaciju plaža 2015. godine. Od ispunjenih PL/14 obrazaca za cijelu Hrvatsku preuzeti su podatci o nazivima plaža, pripadnim općinama i županijama, duljinama obalne linije plaža, površinama plaža, te podatak o 'geološkom sastavu' gdje je bilo moguće odabrati više kategorija od navedenih: pijesak, sitni šljunak, kamen, stijene, beton i ostalo. Na temelju tog izvora stvorena je baza plaža.

Drugi izvor podataka su bile općine koje su na zahtjev isporučile dodatne podatke putem anketnog obrasca za plaže iz baze za svaku godinu između 2015. i 2019. godine (uključivo): troškovi dohranjivanja u kunama bez PDV-a, količina materijala korištena pri dohrani u m³, prosječna granulacija materijala, izvođač radova i izvorište materijala, koordinate plaže. Podacima iz ovog izvora nadopunjena je prethodno stvorena baza.

Granulacija materijala je grupirana u 5 kategorija ukoliko je isključivo spadala u te raspone: pijesak i sitni šljunak (0,063-4 mm), sitni šljunak (4-16 mm), krupni šljunak (16-64 mm), ali i miješani materijal (ukoliko je granulacija obuhvaćala dva ili više prethodnih kategorija) te nepoznato u slučaju kad granulacija nije navedena. Određena je učestalost dohranjivanja plaža, tj. broj dohrana plaže tijekom 5 godina za koje su prikupljeni podatci, a prostorna raspodjela plaža i pripadnih učestalosti prikazana je na Slika 1. Dodatno, jedinični trošak dohrane metra obalne

linije plaže određen je usrednjavanjem pripadnih jediničnih troškova po pojedinoj županiji u pojedinoj godini, a prikazan je na Slika 4. Kao outliers izuzeta je 61 dohrana u gradu Ninu (5 dohrana), općini Primošten (2), Kostrena (5), Lumbarda (1), Sveti Filip i Jakov (20), Tisno (7), te individualno dohrane plaža Jasenice, Banj, Soline (3), Solitudo (3), Štikovica (3), Stobreč-Kaval (4) i Melić. Razlozi izuzimanja su visoke količine troškova po jedinici materijala, nedostatak količine materijala, visokih troškova po metru obalne linije, velike količine materijala po metru obalne linije.

2.2 Određivanje ukupnih godišnjih iznosa troškova i količina

Za Slika 2 i Slika 3 određen je ukupni godišnji trošak i količina materijala dohranjivanja na temelju podataka prikupljenih anketnim obrascem. Dio općina (32%) nije dao na uvid podatke o dohrani, stoga je napravljena procjena ukupnih iznosa troškova i količina materijala. Procjena je napravljena na temelju prikupljenih podataka koji su na razini svake županije ispravljani korekcijskim faktorom navedenim u Tablica 1.

U Tablica 1 navedeno je po županijama: broj općina, broj plaža, broj dohranjenih plaža, broj anketiranih plaža, postotak dohranjenih plaža od anketiranih, vjerojatni broj dohranjenih plaža, postotak dohranjenih plaža od ukupnog broja plaža, te korekcijski faktor za tu županiju.

Primjer izračuna korekcijskog faktora (stupac 8) daje se u nastavku. U Dubrovačko-neretvanskoj županiji anketnim uzorkom pokriveno je 205 plaža (stupac 4) od kojih se 28 dohranjuje (stupac 3). Iz toga se može izračunati postotak dohranjenih plaža od broja anketiranih što iznosi 13,7% (stupac 5). Ako taj postotak primijenimo na ukupan broj plaža u županiji koji iznosi 278 (stupac 2) dobije se vjerojatni broj plaža koje se dohranjuju što iznosi 38 (stupac 6). Korekcijski faktor se dobije kao omjer stupca 6 i stupca 3, što iznosi $38/28=1,36$. Korekcijskim faktorom se množe (povećavaju) anketirani podaci o troškovima i količinama materijala prikazani plavom bojom na grafičkim priložima (Slika 2 i Slika 3) te se dobivaju statistički vjerojatni podaci na razini cijele Hrvatske prikazani crvenim stupcima.

2.2 Jedinični troškovi i količine materijala

Na kutijastim dijagramima na Slika 5 **Error! Reference source not found.** i Slika 6, prikazane su jedinične vrijednosti troškova i količina materijala po metru obale, kao i iznos troškova po metru kubičnom materijala. Jedinični iznosi određeni su dijeljenjem s duljinom obalne linije. Kutijasti dijagrami određeni su na temelju svih pojedinačnih dohrana. Za medijan se koristio inkluzivni medijan. Za 21 dohranu nije bilo podataka o količini upotrijebljenog materijala, a za 25 dohrana nije bilo podataka o duljini obale – te dohrane su izostavljene.

2.3 Odnos duljine privjetrišta i jediničnog troška dohrane po metru obalne linije

Usrednjeni trošak dohrane po metru obalne linije za pojedinu plažu dobiven je zbrajanjem jediničnih troškova za svako godišnje dohranjivanje i dijeljenjem s brojem izvršenih dohrana. Usrednjeni iznosi stavljeni su u odnos s privjetrištem pripadne plaže na Slika 7. Izostavljeni su podatci za 7 plaža bez koordinata, dodatno 4 bez orijentacije i 11 bez pripadne duljine obale. Privjetrište je određeno na temelju metode efektivnog privjetrišta opisanom metodom [14] a na temelju koordinata plaža dobivenih iz anketnog obrasca i koristeći se računalnim jezikom R i programom *fetch-len* [15] te vektorskom podlogom europske obale [16]. Privjetrišta su izračunata za smjerove bure, juga i lebića odnosno za 45°, 135° i 225°, a korišten je i okolni prostor (*spread*) od $\pm 40^\circ$ s korakom od 8° kako bi se uvaži utjecaj razvedenosti obale.

Na temelju koordinate plaža određena je i njihova orijentacija, odnosno smjer okomit na liniju koja spaja početnu i krajnju točku plaže, a orijentiranu prema pučini. Smjer je dan u stupnjevima u odnosu na sjever koji predstavlja 0° . Ovisno o dominantnom smjeru vjetra za pripadnu orijentaciju, plaže su grupirane u kategorije bura (orijentacija između 338° i 90°), jugo (90° i 205°), i lebić (205° i 295°). Za svaku od tri kategorije izračunat je i Pearsonov koeficijent korelacije za određivanje postojanja korelacije između duljine privjetrišta i jediničnog troška dohranjivanja po metru obale.

3 Rezultati i diskusija

Uvidom u PL/14 obrasce utvrđeno je postojanje 1904 plaže na hrvatskoj obali. Na PL/14 obrascu u kategoriji geološki sastav plaža bilo je moguće označiti više kategorija, a po učestalosti najčešće je naveden šljunak (prisutan na 1108 plaža; odnosno na 58% plaža iz baze), potom stijene (792; 42%) i dalje kamen (716; 38%), sitni šljunak (597; 31%), beton (550; 29%) i pijesak (361; 19%), te ostalo (22; 1%). Medijan duljine obalne linije za 1740 plaža

za koje je bila navedena duljina iznosi 200 m, dok za površinu medijan iznosi 1456 m² na uzorku od 1814 plaža s upisanom površinom.

Na anketni obrazac odazvalo se 89 općina od 130 (68%), te je 56 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 5 godina – plaže su prikazane na Slika 1. U prosjeku i medijanu, učestalost dohranjivanja plaža iznosi 3 puta u promatranih 5 godina.



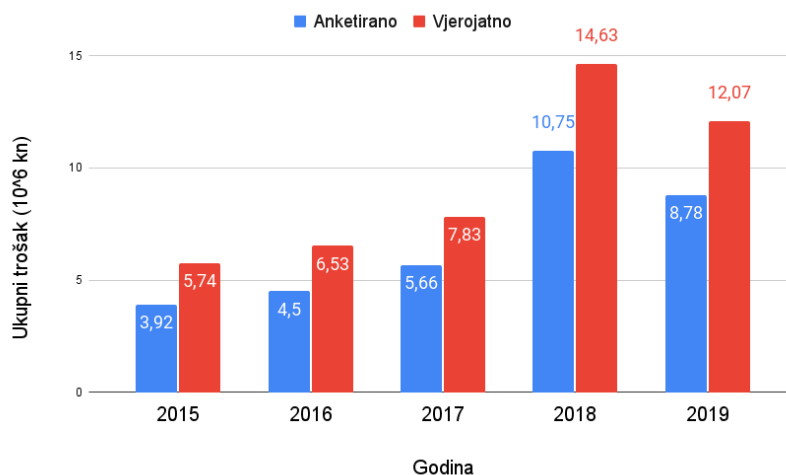
Slika 1. Prikaz prostorne raspodjele 250 plaža (za 6 nedostaju koordinata) i učestalosti dohrane

Tablica 1. Podatci o broju dohranjenih plaža i korekcijski faktori navedeni po županijama

	1	2	3	4	5	6	7	8
Županija	# općina	# plaža	# dohranjenih plaža	# anketiranih plaža	% dohranjenih plaža od # anketiranih	Vjerojatni broj dohranjenih plaža	% dohranjenih od ukupnog # plaža	Korekcijski faktor
Dubrovačko-neretvanska	18	278	28	205	13,7	38	10,1	1,36
Ličko-senjska	3	181	15	60	25	45	8,3	3,02
Splitsko-dalmatinska	32	347	26	206	12,6	44	7,5	1,68
Šibensko-kninska	10	142	27	81	33,3	47	19	1,75
Istarska	21	250	35	239	14,6	37	14	1,04
Primorsko-goranska	20	406	58	345	16,8	68	14,3	1,18

Zadarska	26	300	67	264	25,4	76	22,3	1,14
Ukupno	130	1904	256	1400		355		

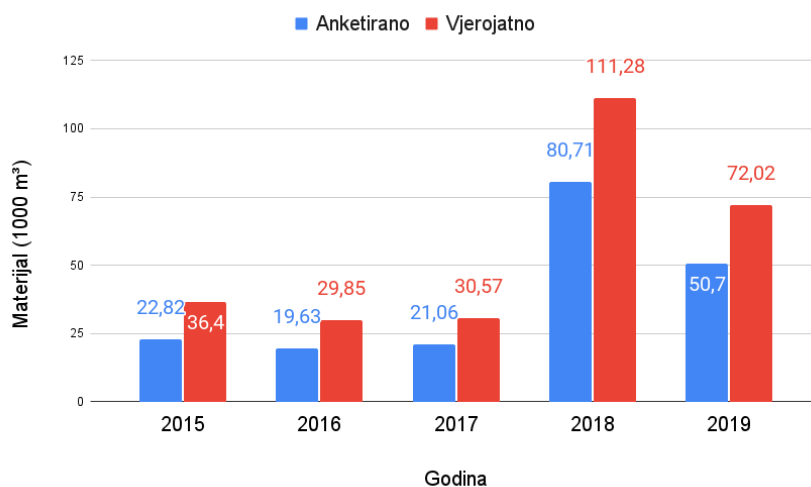
Najveći broj plaža broji Primorsko-goranska županija (406), a najviše se dohranjuje u Zadarskoj županiji kako u apsolutnim brojkama (67 plaža), ali i u postotku dohranjenih plaža od ukupnog broja plaža (22,3%). Najveći korekcijski faktor ima Ličko-senjska županija, 3,02 jer 2 od sveukupno 3 općine nisu ustupile podatke.



Slika 2. Ukupni trošak dohranjivanja u Hrvatskoj, iznosi dobiveni anketom (plavo) i vjerojatni iznosi (crveno) u milijunima kuna bez PDV-a

Korekcijskim faktorima iz Tablica 1 pomnoženi su ukupni anketirani iznosi troškova i materijala za svaku pojedinu županiju, a rezultat je prikazan na Slika 2. Ukupni anketirani trošak dohranjivanja plaža tijekom 2015. do 2019. iznosi 33,61 milijun kuna. Korekcijom iznosa troškova u svim županijama dobiven je vjerojatni ukupni trošak za navedeno razdoblje od 46,8 milijuna kuna. Na Slika 2 vidi se i porast troškova iz godine u godinu s maksimumom 2018. godine u vjerojatnom iznosu od 14,63 milijuna kuna.

Na Slika 3 prikazani su godišnji iznosi količina materijala korištenih pri dohrani, kako iz uzorka dobivenog anketom, tako i vjerojatni iznosi, za razdoblje od 2015. do 2019. godine. Ukupno je evidentirana potrošnja od 194 000 m³ različitog materijala iskorištenog pri dohrani, a vjerojatni iznosi dobiveni korekcijom je 280 000 m³. Porast količina materijala uočen je 2018. godine kada je iskorišteno 4 puta više materijala nego prethodne godine.

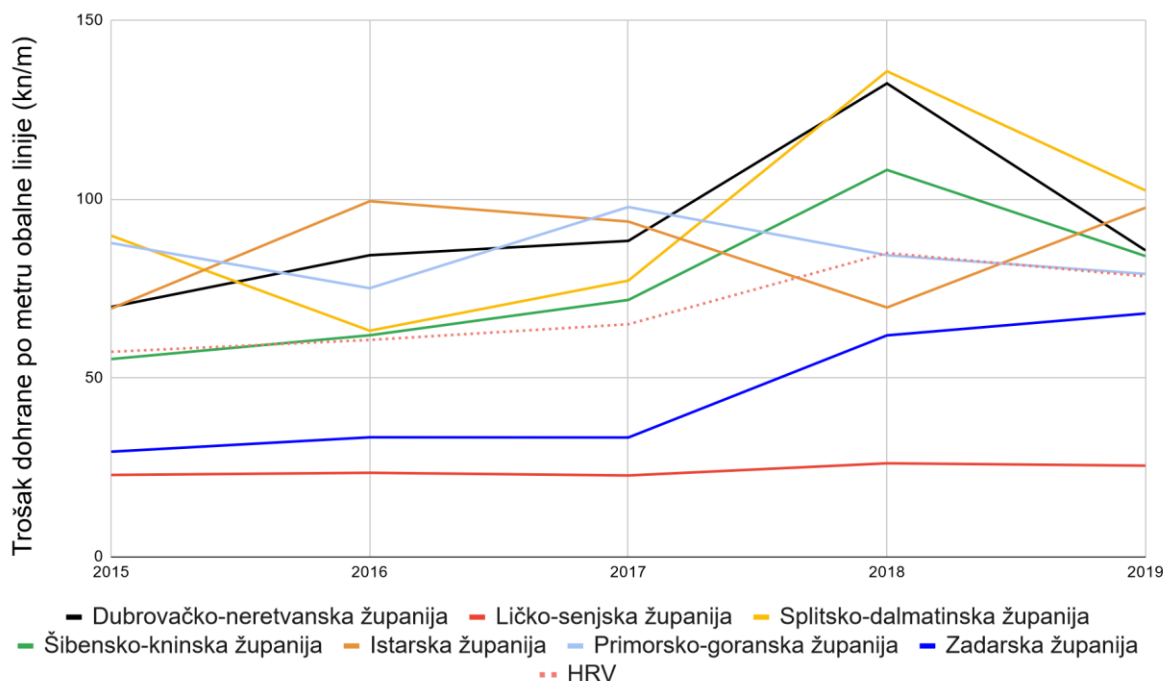


Slika 3. Ukupna količina materijala korištena u dohrani u Hrvatskoj, količine dobivene anketom (plavo) i vjerojatne količine (crveno)

Na godišnjoj razini uočen je porast troškova dohrane, dok za potvrdu trenda u količinama materijala bilo bi potrebno 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 koja je doprinjela s 2,6 milijuna kuna troškova i 33 235 m³ materijala 2018. godine, i 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 što značajno poskupljuje radove, dok se u ostalim slučajevima u pravilu koristio riječni šljunak. Uzlazni trend u troškovima dohranjivanja prikazan na Slika 2 opstaje čak i ako se uklone troškovi plaža grada Nina. Uklanjanje grada Nina ne objašnjava značajan skok u troškovima i količinama materijala u 2018. godini.

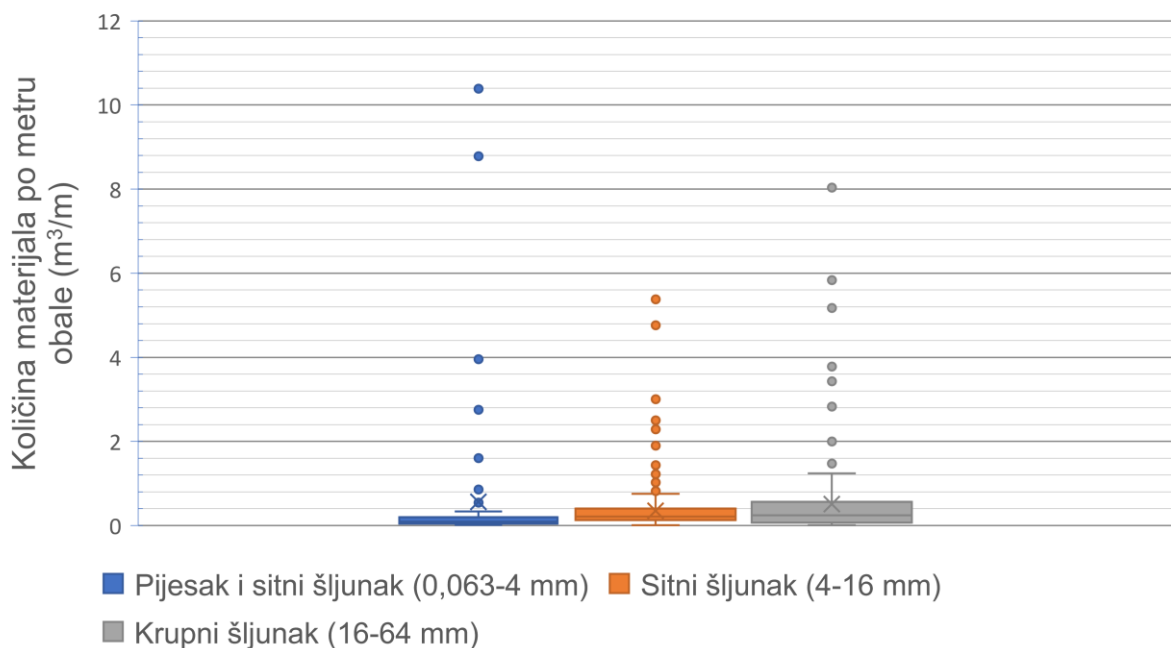
Na Slika 4 prikazan je prosječan iznos jediničnih troškova po županijama i za cijelu Hrvatsku, za pojedinu godinu. Prethodno su izuzete dohrane navedene u metodama, uključujući i dohrane u gradu Ninu. I ovdje je jasan porast u troškovima dohrane po metru obalne linije od 2015. do 2019. godine, s povećanjem jediničnog troška dohrane s 57 kn/m 2015. do 78 kn/m u 2019. na razini cijele Hrvatske. Moguće objašnjenje porasta u troškovima (ukupnim i jediničnim) je u potporama Ministarstva turizma u sklopu Programa razvoja javne turističke infrastrukture koji je obuhvatio i plaže u razdoblju od 2015. do 2020. godine.

Ispodprosječne troškove dohranjivanja u odnosu na ukupni državni prosjek imaju samo Ličko-senjska i Zadarska županija, dok sve ostale županije imaju iznadprosječne troškove dohranjivanja.



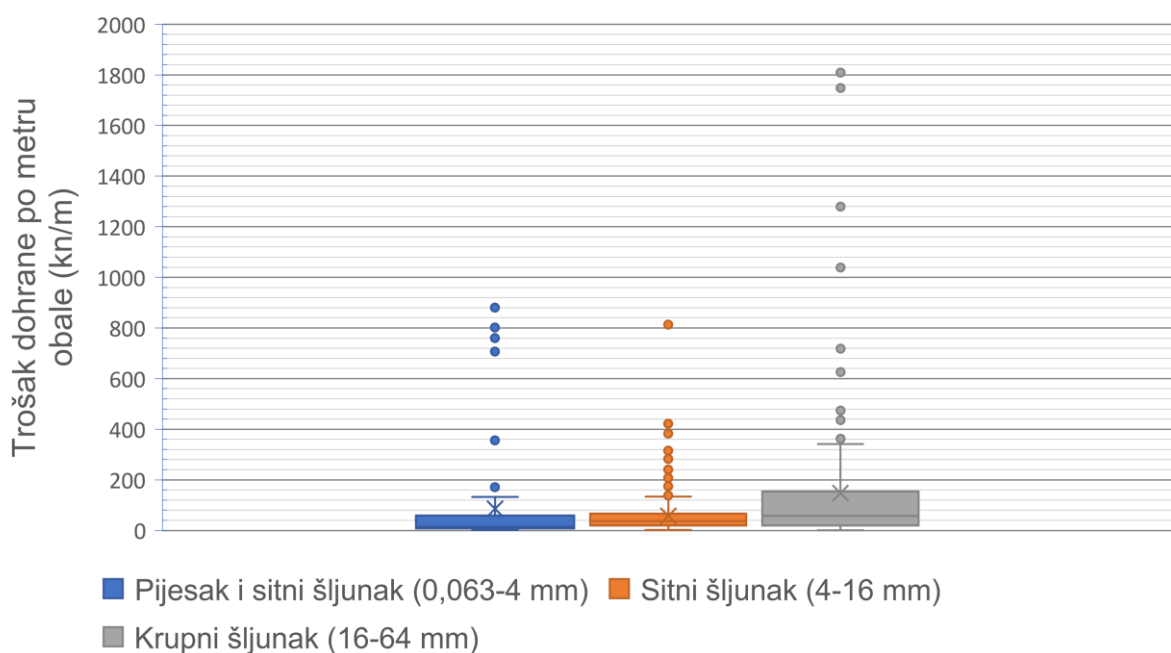
Slika 4. Prosječni troška dohrane po metru obalne linije po županijama i za cijelu Hrvatsku, na uzorku od 733 dohrane (88,5% od 828 evidentiranih dohrana), 34 nisu navedene zbog nedostatka podataka o duljini obale, a 61 dohrana je izbačena iz računa

Dalje su prikazani kutijasti dijagrami (*box-and-whisker plot*) za jedinične iznose različitih parametara za 3 kategorije materijala: pijesak i sitni šljunak (0,063-4 mm), sitni šljunak (4-16 mm) i krupni šljunak (16-64 mm). Na Slika 5 prikazan je iznos količine materijala iskorišten po metru obalne linije. Pripadni medijani za različite kategorije materijala iznose 0,09; 0,21 i 0,24 m³/m, a ujedno se mogu shvatiti i kao prosječni godišnji gubitak materijala plaže po metru obalne linije. Srednjak za kategoriju pijeska i sitnog šljunka (0,063-4 mm) iznosi 0,57 m³/m, te spada među *outliere*. Kod krupnog šljunka količine materijala najviše variraju što je vidljivo iz veličine pravokutnika. U usporedbi s prosječnim europskim vrijednostima za pješčane plaže dobivenim u radu Hansona [1], dobiveni iznosi su značajno manji. Hanson tako navodi podatke od 5,6 m³/m godišnje za Italiju do čak 42,3 m³/m godišnje za Španjolsku.



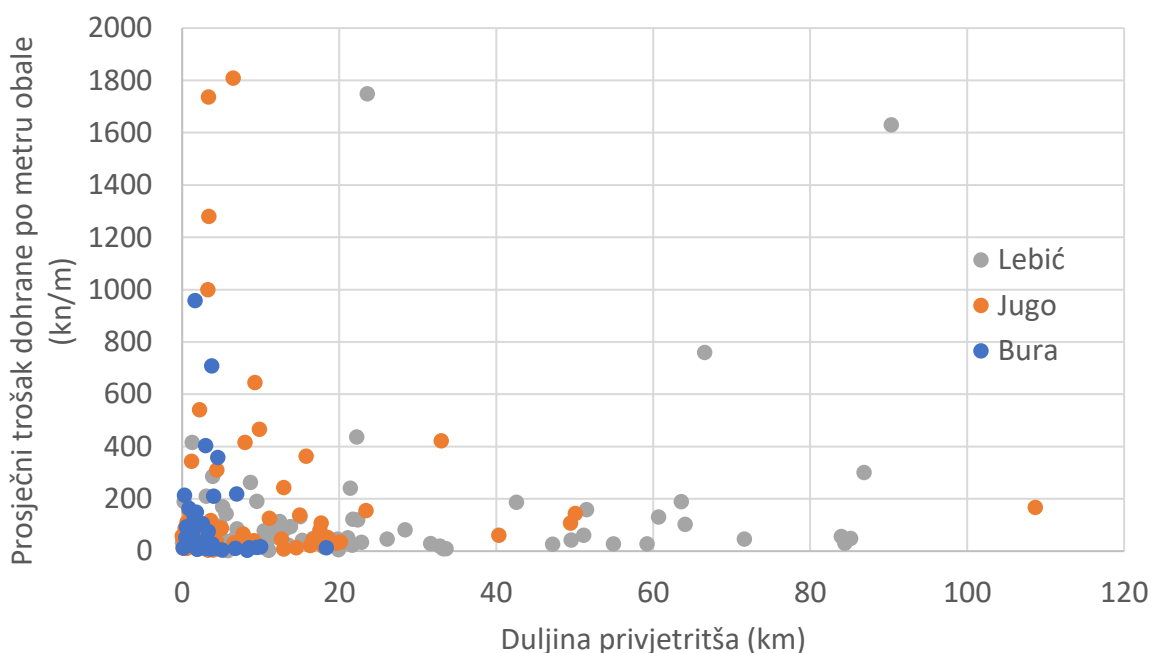
Slika 5. Kutijasti dijagram količina materijala po metru obale za 3 različite vrste materijala

Slika 6 prikazuje jedinični trošak dohrane po metru obalne linije. Ponovno najviše varira cijena dohrane metra obalne linije za krupni šljunak (16-64 mm). Medijani iznose 14 kn/m za pijesak i sitni šljunak (0,063-4 mm), potom 37 kn/m za sitni šljunak (4-16 mm) i 58 kn/m za krupni šljunak (16-64 mm). Dok za dohranu granulacijama do 16 mm u 75% slučajeva (gornji kvartil) trošak dohrane metra obalne linije iznosi i do 70 kn, trošak dohrane krupnim šljunkom postiže iznose do 154 kn/m. Najskuplje je održavati plaže s krupnim šljunkom, potom sa sitnim šljunkom, a plaže s pijeskom i sitnim šljunkom najjeftinije su za održavanje.



Slika 6. Kutijasti dijagram troška dohrane metra obalne linije za 3 različite vrste materijala

Na Sliku 7 prikazan je odnos prosječnog jediničnog troška dohrane po metru obalne linije i privjetrišta plaža iz dominantnog smjera vjetra ovisno o orijentaciji plaže. Očekivana je korelacija troškova po metru obalne linije i privjetrišta, međutim ista nije uočena. Pearsonovi koeficijenti korelacije ne upućuju na direktnu vezu između troškova dohranjivanja plaža po metru obalne linije s duljinom privjetrišta. Pripadni Pearsonovi koeficijenti iznose za buru -0,143, za jugo -0,001 i za lebić 0,285. Za slučaj plaža koje su tijekom promatranih 5 godina dohranjene 4 ili 5 puta, dakle redovito dohranjivane plaže, također nema jasne korelacije, a Pearsonovi koeficijenti korelacije u tom slučaju iznose 0,02; -0,02 i -0,11 za buru, jugo i lebić. Nema značajnog broja plaža s velikim privjetrištem i visokom jediničnom cijenom dohrane po metru obalne linije, već je većina plaža grupirana s jediničnim troškovima ispod 300 kn/m i s privjetrištima ispod 20 km.



Slika 7. Odnos prosječnog jediničnog troška dohrane po metru obalne linije i duljine privjetrišta kategorizirano prema različitim orijentacijama plaža (lebić, jugo, bura)

S grafičkog prikaza (Slika 7) se vidi da iznadprosječne troškove dohranjivanja imaju neke plaže sa relativno malom dužinom privjetrišta. Ta činjenica ukazuje da i relativno mali valovi ($H_s \leq 1,5\text{m}$) mogu izazvati značajne troškove dohranjivanja. Jedan od mogućih uzroka je u tome da su dotične plaže pogrešno projektirane (ako se radi o umjetnim plažama) što znači da je raspored i dimenzija zaštitnih pera i pragova neprikladna. Još jedan mogući razlog (za umjetne plaže) je da pozicija plaže uopće nije prikladna za formiranje umjetne plaže zbog izloženosti valovima. Ukoliko se radi o prirodnim plažama moguć razlog velikim troškovima dohranjivanja je u tome što lokacija nije prikladna za povećanje površine plažnog prostora bez primjene nekih od hidrotehničkih mjera (pera, pragovi, prikladna granulacija materijala). Neki od visokih troškova dohranjivanja se javljaju na lokacijama na kojima se pod pojmom dohranjivanja vrši nasipavanje plaža, ali u manjim godišnjim obrocima, čime se izbjegava ishođenje potrebnih dozvola (postupak zaštite okoliša i dozvola za gradnju).

4 Zaključak

Na temelju PL/14 obrazaca evidentirane su 1904 plaže u Hrvatskoj, a većina (58%) sadrži šljunak (ne isključivo), medijanska plaža u Hrvatskoj je duga 200 metara i pokriva površinu od 1456 metara kvadratnih. Metodologija određivanja karakterističnih podataka navedenih u PL/14 obrascima (materijal, duljina i površina plaža) nije poznata niti dostupna. Od 130 općina 89 je anketnim obrascem prijavilo 828 dohrana između 2015. i 2019. godine na 256

različitim plaža s približno 3 dohrane svake plaže u prosjeku. Pri tome je tijekom 5 godina potrošeno 33 milijuna kuna te 190 000 m³ pijeska i šljunka, a stvarni iznosi na razini Hrvatske mogu dosežati i do 46 milijuna kuna i 280 000 m³ materijala.

Općenito, dohrane u Hrvatskoj koriste male količine materijala po metru obalne linije u odnosu na druge europske zemlje [2], ispod 0,24 m³/m za krupni šljunak (16-64 mm), 0,21 m³/m za pijesak i sitni šljunak (4-16 mm) i 0,09 m³/m za pijesak i sitni šljunak (0,063-4 mm). Jedinični troškovi godišnjeg održavanja plaže po metru obalne linije kreću se od 14 kn/m za pijesak i sitni šljunak (0,063-4 mm), preko 37 kn/m za sitni šljunak (4-16 mm) i do 58 kn/m za krupni šljunak (16-64 mm).

Nedostatak jasne poveznice troškova održavanja dohranom s privjetrištem impliciraju da održavanje plaže dohranom nije povezano isključivo s olujnim vremenom kakvom je plaža izložena. Osim mogućnosti da nepravilno projektiranje i dohrana plaža diktiraju troškove održavanja, ne možemo isključiti mogućnost da su troškovi održavanja plaže vezani uz potrebe i pritisak turizma (povećanje prihvatnog kapaciteta plaža). Česta dohranjivanja i male količine materijala po metru obalne linije mogu tako biti posljedica godišnjeg uređivanja plaža pred turističku sezonu iz estetskih razloga, ali i s ciljem dugoročnog povećanja prihvatnog kapaciteta.

Ukoliko je razlog dohranjivanja plaža isključivo zbog potreba turizma, nameće se pitanje održivosti prakse dohranjivanja. Procjenjuje se da će utjecaj klimatskih promjena dovesti do gubitka obale i plaža i time uzrokovati veću potrebu za dohranjivanjem, a u kombinaciji s posljedicama turizma u obliku povećanja vrijednosti imovine u obalnom području zasigurno će dovesti i do učestalijeg dohranjivanja [17]. Uočeni trend porasta troškova, a potencijalno i materijala, neograničen je i nekontroliran izostankom jasne strategije upravljanja obalom temeljene na protokolu o integralnom upravljanju obalom [18], jednako kao i nerazumijevanjem fizikalnih procesa koji uzrokuju eroziju. Time se i mjera dohrane plaža u ovom trenutku može opisati kao neodrživo rješenje za problem erozije obale u Hrvatskoj.

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] Intergovernmental Panel on Climate Change, The IPCC impacts assessment, Australian Government Pub. Service, 1992.
- [2] Hanson, H., Brampton, A. Capobianco, M., Dette, H.H., Hamm, L., Lastrup, C., Lechuga, A., Spanhoff, R.: Beach nourishment projects, practices, and objectives—a European overview., *Coastal engineering*, 47(2), pp. 81-111, 2002.
- [3] Speybroeck, J., Bonte, D., Courtens, W., Gheschiere, T., Grootaert, P., Maelfait, J.P., Mathys, M., Provoost, S., Sabbe, K., Stienen, E.W., Lancker, V.V., Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review, *Aquatic conservation: Marine and Freshwater ecosystems*, 16(4), pp. 419-435, 2006.
- [4] 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, pp. 223-238, 2018.
- [5] Trames Consultants, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Dubrovačko-neretvanske županije, Trames Consultants, Dubrovnik, 2015.
- [6] SAFEGE, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Splitsko-dalmatinske županije, SAFEGE, Zagreb, 2015.
- [7] IGH Urbanizam i Horwath & Horwath Consulting, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama Zadarske županije, IGH Urbanizam i Horwath & Horwath Consulting, Zagreb, 2015.
- [8] 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, Opatija, 2014.
- [9] Razvojna agencija Ličko-senjske županije - LIRA, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama na području Ličko-senjske županije, Razvojna agencija Ličko-senjske županije – LIRA, Gospić, 2017.
- [10] 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, Opatija, 2015.
- [11] Institut za turizam, Regionalni program uređenja i upravljanja morskim plažama u Istarskoj županiji, Institut za turizam, Zagreb, 2015.
- [12] T. Saville, The Effect of Fetch Width on Wave Generation, Washington, D.C.: US Beach Erosion Board, 1954.
- [13] CRAN, waver: Calculate Fetch and Wave Energy, <https://rdr.io/cran/waver/>, 27.8.2021.
- [14] Europska agencija za okoliš, Europe coastline shapefile, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-coastline-for-analysis-1/gis-data/europe-coastline-shapefile>, 27.8.2021.
- [15] Smith, M.D., Slott, J.M., McNamara, D., Murray, A.B., Beach nourishment as a dynamic capital accumulation problem, *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(1), pp. 58-71, 2009.
- [16] Hrvatski Sabor, Zakon o potvrđivanju Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2012_11_8_96.html, 27.8.2021.
- [17] M. Glavan, Nelegalno nasipavanje i dohrana plaža haraju Jadranom: Istražili smo zašto devastaciji obale nitko ne uspijeva stati na kraj, Novi List, <https://www.novilist.hr/novosti/nelegalno-nasipavanje-i-dohrana-plaza-posast-koja-hara-jadranskom-obalom/>, 27.8.2021.
- [18] TRIS - neovisni novinarski portal, »Kako zaustaviti ubojice podmorja: Makarske vlasti opet devastiraju plaže zemljanim otpadom,« TRIS - neovisni novinarski portal, <http://tris.com.hr/2021/04/kako-zaustaviti-ubojice-podmorja-makarske-vlasti-opet-devastiraju-plaze-zemljanim-otpadom/>, 27.8.2021.