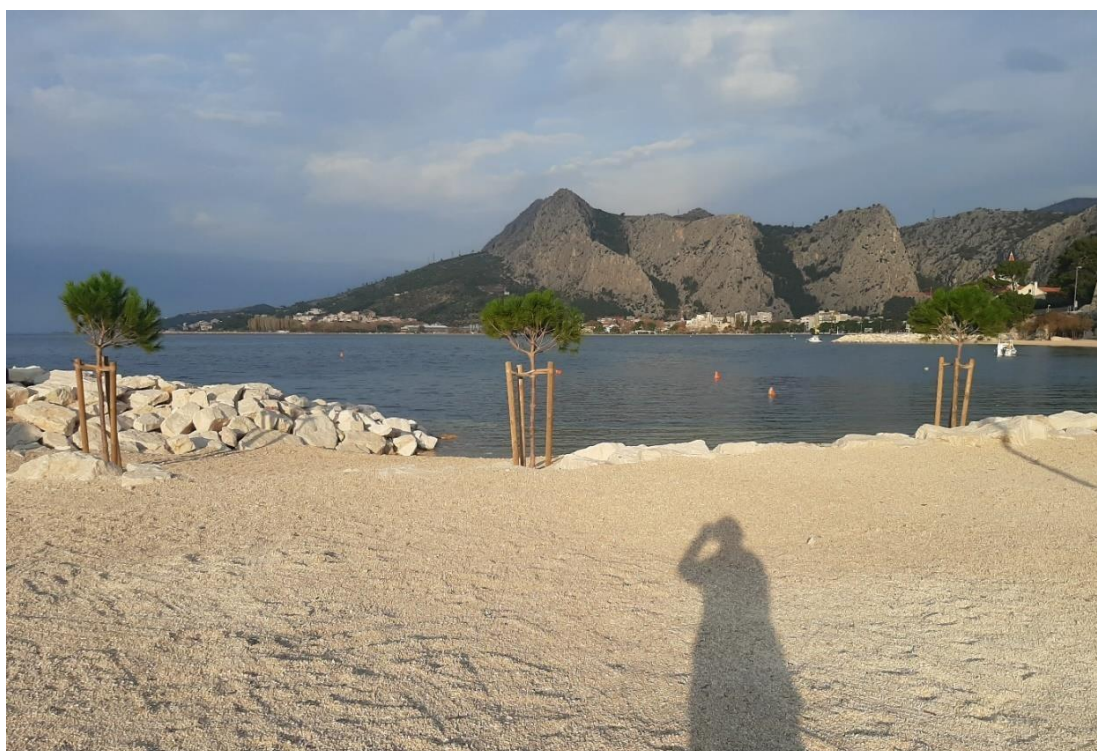


Utjecaj nasipavanja obale i dohranjivanja plaža na morske pridnene zajednice

Stručni osvrt



Projekt SEAS podržan je s € 149.848,11 financijske podrške Islanda, Lihtenštajna i Norveške u okviru Europskog gospodarskog prostora i Norveških grantova.



Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce
Obala hrvatskog narodnog preporoda 7
21000 Split
tel: +385.21.360779
email: info@sunce-st.org
www.sunce-st.org

Projekt: „Sačuvajmo ekosustave mora aktivnim sudjelovanjem – SEAS“

Naslov: Utjecaj nasipavanja obale i dohranjivanja plaža na morske pridnene zajednice

Autorica: dr. sc. Silvija Kipson

Naručitelj: Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce, Obala HNP 7/III,
21 000 Split

Ugovor br.: 1/2021

Autorica se najsrdačnije zahvaljuje Milvani Arko-Pijevac na pruženim informacijama te neobjavljenim podacima i fotografijama korištenim u studiji slučaja nasipavanja plaže Grabrova u Jadranovu (studija slučaja br. 4). Nije dopušteno daljnje reproduciranje podataka i fotografija bez odobrenja M. Arko-Pijevac.

Sadržaj

| | |
|--|----|
| Uvod..... | 1 |
| Utjecaj nasipavanja obale i dohranjivanja plaža na živi svijet..... | 6 |
| 1. Studija slučaja: utjecaj nasipavanja plaže Poniente (Benidorm, Valencija, Španjolska) na naselje morske cvjetnice <i>Posidonia oceanica</i> | 12 |
| 2. Studija slučaja: izgradnja plaža unutar ekološke mreže (u predjelu Maslinica, otok Hvar) – primjer glavne ocjene prihvatljivosti zahvata | 16 |
| 3. Studija slučaja: utjecaj nasipavanja šljunčane plaže Portonovo (zapadna obala Jadranskog mora) na pridnene zajednice..... | 31 |
| 4. Studija slučaja: istraživanje utjecaja nasipavanja plaže Grabrova u Jadranovu – preliminarni rezultati..... | 38 |
| Zaključci | 44 |
| Preporuke..... | 45 |
| Literatura..... | 48 |

Uvod

Obalna područja svugdje u svijetu spadaju u najnaseljenija, najatraktivnija i najvrjednija područja a Jadranska je obala neupitno jedan od ključnih hrvatskih razvojnih resursa, prvenstveno za turizam. Nažalost, pri tim pokušajima razvoja turizma učestalo svjedočimo nestručnim zahvatima „uređenja obale“ koji degradiraju jadranske obalne ekosustave i krajobraz. S obzirom na to da su po tom pitanju naročito aktualni zahvati formiranja i nasipavanja plaža, koji privlače i najviše medijske pozornosti, te da su procjene utjecaja takvih zahvata i jedne od najzastupljenijih u znanstvenoj literaturi, u ovom ću se izvještaju najviše osvrnuti natak taj tip zahvata, ali napominjem da su isti ili vrlo slični utjecaji prisutni i kod drugih oblika nasipavanja/izgradnje obale, npr. za potrebe izgradnje objekata kao što su marine, komunalne lučice, obalne šetnice i ceste.

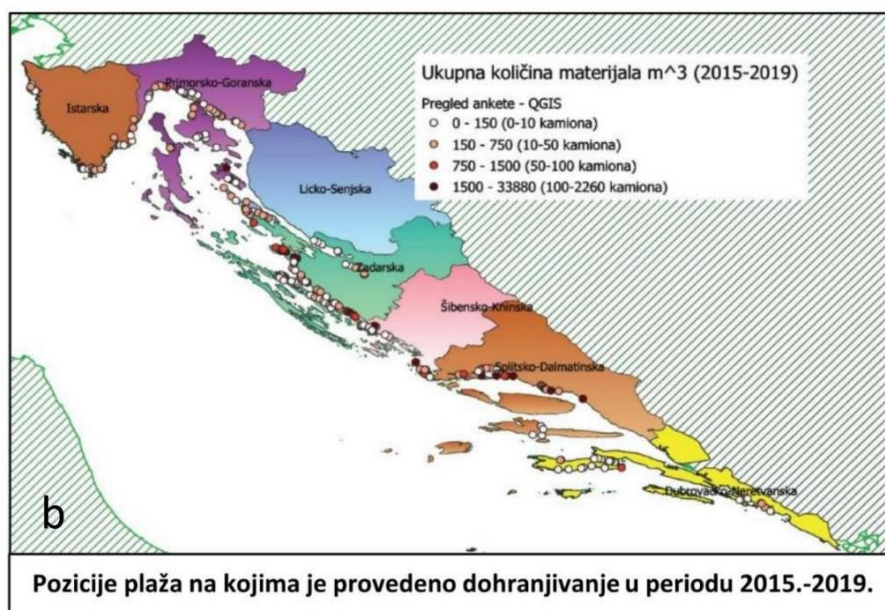
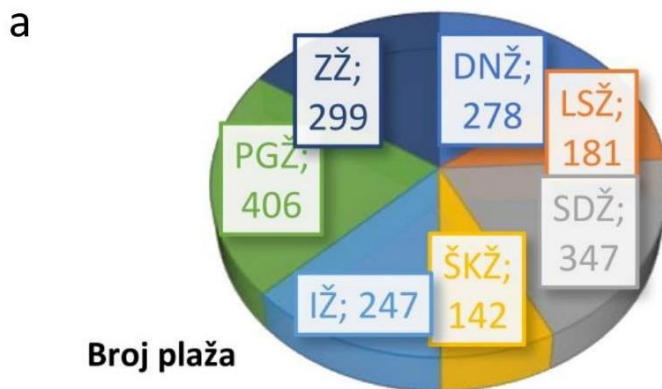
Hrvatsku obalu karakteriziraju strme stjenovite obale koje se uglavnom sastoje od karstificiranoga vapnenca (90 %), flišnih naslaga (6 %) te manjim dijelom od eruptivnih stijena i piroklastita, dok udio šljunčanih i pjeskovitih plaža ne prelazi 5 % (Pikelj, 2013). Ukupna duljina plaža u Hrvatskoj, utvrđena regionalnim programima uređenja i upravljanja plažama, iznosi 619 km, dok je prosječna duljina obale hrvatskih plaža 370 m, što ih uvrštava među najkraće na svijetu (Carević, 2020). Stoga se priobalne općine i gradovi odlučuju na gradnju sve većeg brojanovih plaža i/ili na proširenje kapaciteta postojećih, kako bi, prema vlastitoj procjeni, zadovoljile potrebe rastućeg broja turista. Dakle, plaže se nasipavaju ili dohranjuju. Dok nasipavanje spada u kategoriju građenja (novih površina plaže) te iziskuje provođenje postupaka zaštite okoliša i izdavanje dozvola za građenje, dohranjivanje plaža spada u kategoriju tehničkoga održavanja plaža na način da se ne mijenja (bitno) pozicija postojeće obalne linije.

U Republici Hrvatskoj postoji oko 2000 plaža (Slika 1a). Anketom provedenom u sklopu projekta „Beachex“ (vidi Okvir 1) utvrđeno je da se dohranjivanje provodi na 354 plaže te da prosječni godišnji troškovi dohranjivanja iznose 9,3 milijuna kuna i da su posljednjih godina u

Iceland
 Liechtenstein
 Norway

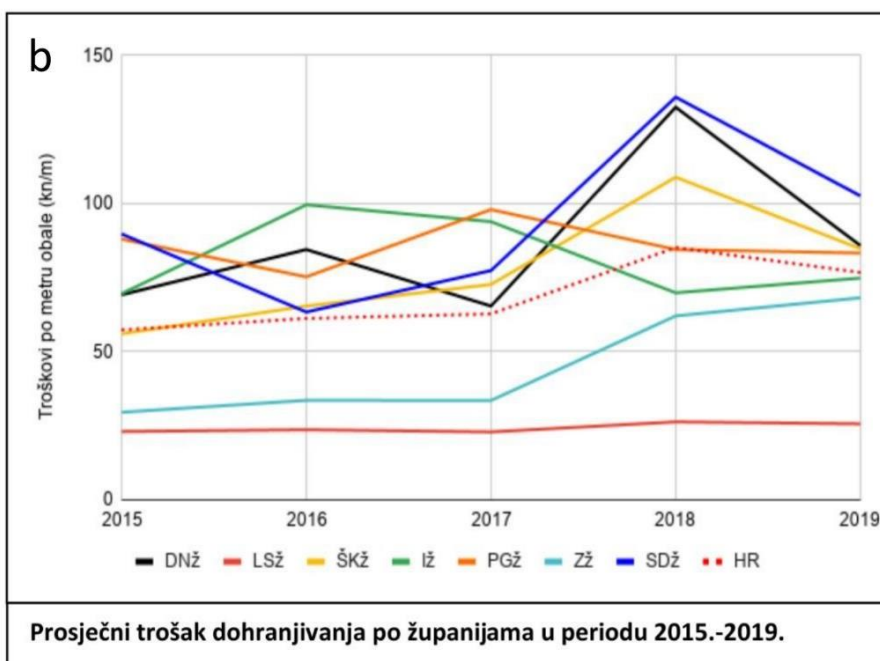
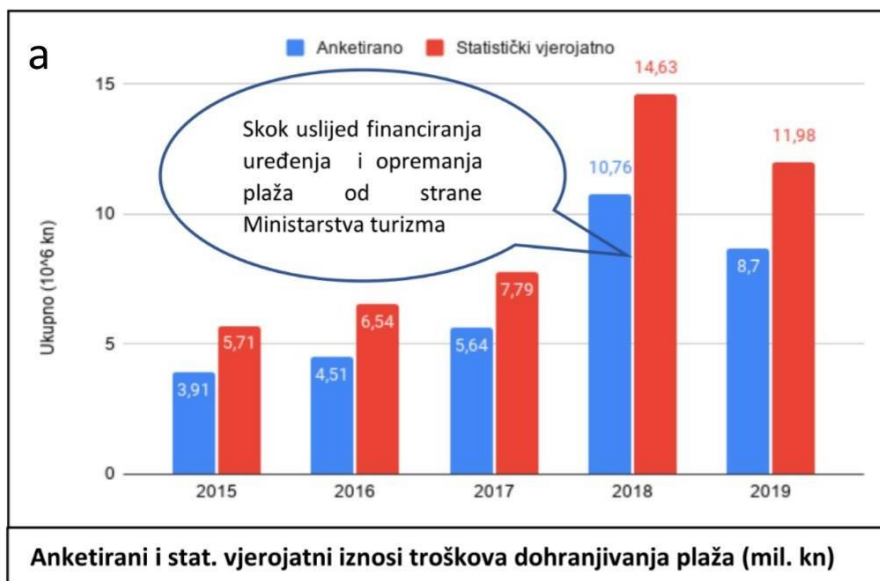
Active citizens fund

porastu (Slika 2), dok se u prosjeku potroši 56000 m³ odnosno 3700 kamiona nasipnog materijala (Slika 1b, Carević, 2020).



Slika 1. Plaže u Republici Hrvatskoj: a) broj plaža u pojedinoj županiji, b) lokacija plaža na kojima je provedeno dohranjivanje u periodu 2015. – 2019. god. te ukupna količina utrošenog materijala.

Županije: IŽ = Istarska, PGŽ = Primorsko-goranska, LSŽ = Ličko-senjska, ZŽ = Zadarska, ŠKŽ = Šibensko-kninska, SDŽ = Splitsko-dalmatinska, DNŽ = Dubrovačko-neretvanska. Preuzeto iz ankete provedene u sklopu projekta „Beachex“ o stanju dohranjivanja plaža u RH u periodu 2015. – 2019. god. (<http://grad.hr/beachex/>).



Slika 2. Plaže u Republici Hrvatskoj: a) ukupni godišnji troškovi dohranjivanja, b) prosječni troškovi dohranjivanja po metru obale za svaku županiju. Za kratice županija vidi Sliku 1. Preuzeto iz Ankete provedene u sklopu projekta „Beachex“ o stanju dohranjivanja plaža u RH u periodu 2015. – 2019. god. (<http://grad.hr/beachex/>).

Pri tom neki od recentno izrađenih županijskih strateških dokumenata, poput Obalnog plana Splitsko-dalmatinske županije (Granum Salis, 2021; dalje u tekstu Obalni plan SDŽ-a), ističu kako se većina plaža održava, odnosno godišnje dohranjuje, bez utemeljenja u stručno-izrađenom projektu. Iako se spomenuti dokument osvrće na situaciju u SDŽ-u, sličnu situaciju možemo očekivati i u mnogim drugim županijama. Takav bi stručno-izrađen projekt trebao uključivati:

- analizu geomorfoloških karakteristika područja i valnih prilika
- ocjenu pogodnosti lokacije za izgradnju (ako se radi o umjetnoj plaži)
- dizajn plaže, uključujući i pera za njenu zaštitu, u skladu s postojećim terenom i valnim prilikama
- definiranje pokosa plaže na način koji je čini prikladnom za korištenje, ali i relativno stabilnom i otpornom na utjecaj valova
- dizajn podmorskog nasipa/praga koji zadržava materijal plaže i uzrokuje lom vala čime smanjuje njegovo destruktivno djelovanje na plažu
- definiranje raspona granulacije materijala za nasipavanje (drobljeni stijenski materijal) u skladu s energijom valova kojoj je plaža izložena.

Nadalje, Obalni plan SDŽ-a ističe kako se, u nedostatku financijskih sredstava za pripremu i izvedbu takvog cjelovitog projekta, jedinice lokalne samouprave odlučuju za inicijalno jeftiniju praksu formiranja plaža *ad hoc* nasipanjem materijala duž obalne linije, na poželjnim mjestima, a koja nisu nužno najpogodnija za takav zahvat. Bez elemenata u dizajnu i izvedbi koji bi osigurali njihovu stabilnost i otpornost na utjecaj valova, tako formirane plaže „plešu jedno ljeto“ tj., u najboljem slučaju, traju jednu ljetnu sezonu, a potom ih zimske oluje većim dijelom naprosto „odnesu“. Pri tom se previđa da je inicijalno skuplje rješenje, zbog svoje trajnosti, dugoročno i isplativije, a i tijekom cijelog perioda korištenja kvalitetnije. Osim toga, takvim se postupanjem u velikoj mjeri smanjuje

negativan utjecaj dohranjivanog materijala na okolna pridnena morska staništa jer je količina erodiranog dohranjivanog materijala bitnomanja kod kvalitetno projektirane i izvedene plaže (Obalni plan SDŽ-a, Granum Salis, 2021).

Sukladno Uredbi o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14) za sve zahvate koji obuhvaćaju nasipavanje morske obale, produbljivanje i isušivanje morskog dna te izgradnju građevina u moru duljine 50 m i više, provodi se postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš. Utjecaj na prirodu i okoliš prvenstveno se razmatra osnovom procjene zatečenog stanja prirodnih sastavnica okoliša, a u slučaju izgradnje plaže, stanjem pridnenih zajednica u moru, odnosno području zahvata koje će se nasipati. Osnovom izrađenog *Elaborata za postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš* nadležno Ministarstvo donosi rješenje sukladno zaključcima Elaborata, kojim se utvrđuje treba li izraditi procjenu prihvatljivost zahvata za okoliš, obuhvatiti mjere zaštite okoliša i predložiti plan provedbe mjera.

Utjecaj nasipavanja obale i dohranjivanja plaža na živi svijet

Ukratko, mogući utjecaji za vrijeme pripreme i izgradnje te korištenja zahvata koji uključuje nasipavanje obala/plaža dijele se na direktne utjecaje zahvata zauzimanjem dijela stanišnih površina te indirektne utjecaje koji proizlaze iz potencijalne promjene hidrodinamike i pronosa sedimenata uslijed dodavanja novih količina pri nasipavanju plaža (EKOINVEST, 2020). U ovisnosti o samom postupku i vremenu izvođenja zahvata te o količini i kvaliteti nasipnog materijala (Speybroeck i sur., 2006), potencijalni utjecaji nasipavanja ili dohranjivanja plaža na živi svijet uključuju:

- sedimentaciju koja zatrpava/guši sesilne (nepomične) organizme, a posljedično utječe i na mobilne vrste koje o njima ovise, npr. one koje se njima hrane (npr. Aragones i sur., 2015);
- povećanje turbiditeta i smanjenje prozirnost mora, što prvenstveno negativno utječe na fotofilne organizme, a posljedično i na druge sastavnice hranidbene mreže, poput biljojednih vrsta riba kojima umanjuje mogućnost hranjenja (Goatley i Bellwood, 2013);
- obogaćivanje mora hranjivim solima, ako ih korišteni nasipani materijal sadrži, te moguću eutrofikaciju koja dalje može dovesti do pojave sluzavih nakupina algi koje se talože na nepomičnim organizmima morskog dna i onemogućavaju im fotosintezu, hranjenje i/ili izmjenu plinova sa stupcem morske vode; eutrofikacija također može dovesti do povećanog rasta epifita na listovima morskih cvjetnica čime im također umanjuje sposobnost fotosinteze i potencijalno ih izlaže većem pritisku biljojeda (vidi González-Correa i sur., 2008 i tamo navedene reference);
- nemogućnost adekvatnog hranjenja, razmnožavanja i/ili novačenja novih jedinki uslijed gomilanja nasipanog ili naknadno nanesenog materijala na prirodnom staništu tih organizama (npr. Avissar, 2006);

- onečišćenje teškim metalima, policikličkim aromatskim ugljikovodicima (PAH), polikloriranim bifenilima (PCB) i dr., ako ih korišteni nasipani materijal sadrži (Speybroeck i sur., 2006; Pit i sur., 2017);
- negativne utjecaje na pojedine stanišne tipove i vrste uslijed povećanog prisustva ljudi, povećane buke i neprikladno odloženog otpada tijekom korištenja plaža (EKOINVEST, 2020).

Dakle, moguće su različite promjene biogeokemije okoliša koji prestaje biti pogodno stanište za dotadašnje organizme. Potencijalni utjecaj prvenstveno zahvaća supra-, medio- i infralitoralne zajednice, ali često i neke kopnene. Pri tom treba istaknuti da su dosadašnja istraživanja potencijalnih utjecaja nasipavanja ili dohranjivanja plaža u najvećoj mjeri fokusirana na pješčane plaže, dok su šljunčane plaže daleko manje istraživane i utjecaj pri zahvatu na njima daleko je manje poznat (npr. Ponti i sur., 2013). Nadalje, vezano za utjecaj nasipavanja/dohranjivanja plaža na morska staništa i životne zajednice u Sredozemnom moru, u fokusu su najčešće naselja morskih cvjetnica, poglavito naselja posidonije (*Posidonia oceanica*) kao jedna od ekološki najvrjednijih i najugroženijih morskih staništa, a čija se dubinska rasprostranjenost, naročito gornja granica naselja, može nalaziti u zoni potencijalnih utjecaja.

Naime, poznato je da dohranjivanje/nasipavanje može negativno utjecati na obližnja naselja posidonije povećanjem turbiditeta i posljedičnim smanjenjem svjetlosti potrebne za fotosintezu, dovodeći do drastičnog smanjenja rasta i čak potpunog nestajanja ove morske cvjetnice (Fernández Torquemada i Sánchez Lizaso, 2005; González-Correa i sur., 2008). Nadalje, nasipani materijal bogat hranjivim solima može potaknuti rast epifita na listovima posidonije i time također umanjiti njenu sposobnost fotosinteze (vidi González-Correa i sur., 2008 i tamo navedene reference). U ekstremnim slučajevima nasipavanje može dovesti i do zatrpavanja. Ako je zahvat umjeren i ne uzrokuje dugotrajno zatrpavanje, posidonija može preživjeti iako sporo raste. Prosječni rast u visinu procijenjen joj je na oko 1 cm/godišnje (Marbá i Duarte, 1998). No, u slučajevima dugotrajnog utjecaja nasipavanja velikom

količinom materijala, biljka neće moći narasti dovoljno brzo i najvjerojatnije će uginuti uslijed zatrpavanja. Eksperimentalna istraživanja pokazuju da posidonija dobro podnosi zatrpavanje rizoma do 4 cm, dok iznad toga dolazi do značajnog pada njenog rasta od 65 % te smanjenja populacije unutar 8 – 12 tjedana. Zatrpavanje od 9 cm uzrokuje stopostotan mortalitet (Manzanera i sur., 2011). Nadalje, studija provedena 18 godina nakon zahvata nasipavanja plaže pokazala je da učinak zatrpavanja na posidoniju može biti dugotrajan (González-Correa i sur., 2008). Utjecaj zabilježen njihovim istraživanjem vjerojatno je bio posljedica promijenjenih karakteristika sedimenta (tj. većih količina praha i gline te organske tvari) koji se očitovao u smanjenju ukupne proizvodnje rizoma od 45 %, smanjenju škrobnih rezervi od 21 %, smanjenju od 25 % u proizvodnji listova na horizontalnim rizomima te značajno manjom pokrovnošću naselja posidonije te većom površinom „mrtvog matte-a” u usporedbi s posidonijom na kontrolnim lokacijama (González-Correa i sur., 2008). Na temelju tih podataka, autori zaključuju da je sposobnost prirodnog oporavka naselja posidonije na lokacijama podvrgnutim nasipavanju prije gotovo 20 godina umanjena za čak 45 %.

Što se tiče utjecaja na zajednice pješčanih dna, ona staništa koja se nalaze u obalnoj zoni izražene hidrodinamike i inače su karakterizirana naizmjeničnim procesima sedimentacije i resuspenzije, u kojima se pijesci raspodjeljuju ovisno o veličini čestica. Povećanje suspendiranih čestica uslijed nasipavanja može u određenoj mjeri pogodovati organizmima koji se hrane filtriranjem, no isto tako ono može negativno utjecati na mnoge druge vrste (Hartnoll, 1998). Naime, više od 50 % varijabilnosti u sastavu, gustoći i dinamici zajednica pomičnih dna povezano je s varijacijama u sastavu i veličini zrna sedimenata (Colosio i sur., 2007). Općenito se ova staništa smatraju manje osjetljivima budući da su organizmi prilagođeni povremenoj izmjeni dinamike sedimenata pa postoji određena mogućnost oporavka između poremećaja. No isto tako, različite vrste mogu različito reagirati na poremećaj te im treba različito vrijeme oporavka, kao što je ilustrirano u Tablici 1. na primjeru nekoliko skupina/vrsta beskralježnjaka pomičnih dna. S obzirom na navedeno, značajni utjecaji mogu nastati jedino u slučaju dugoročne izloženosti pojačanim koncentracijama

suspendiranog sedimenta ili u slučaju unošenja sedimenta izrazito različitih svojstava od prirodno prisutnog (s velikim organskim opterećenjem i/ ili izrazito zagađenih).

U zajednicama čvrstog dna kronično izlaganje pojačanoj sedimentaciji uzrokuje promjene u relativnoj zastupljenosti pojedinih vrsta, prvenstveno algi. Pri izrazito povećanom prinosu sedimenta smanjuje se brojnost inkrustrirajućih algi (vjerojatno kao posljedica kombiniranih učinaka slabe razine svjetlosti i zatrpavanja), a povećava se brojnost busenastih (engl. „turf“) algi (Airoldi, 2003), što pogoduje i naseljavanju invazivnih vrsta tolerantnih na sedimentaciju, poput crvene alge *Womersleyella setacea* (Balata i sur., 2007), ali i zelene alge *Caulerpa cylindracea*. Slika 3. ilustrira neke od posljedica recentnog nasipavanja plaže (tvoreći antropogena staništa u supra- i mediolitoralu i uzrokujući zamućenje stupca morske vode; Slike 3a, 3b) s jasno vidljivim slojem finog sedimenta koji prekriva infralitoralne zajednice čvrstog dna (Slika 3c).

Tablica 1. Pregled inicijalnih odgovora (O) i vremena do uočljivog prestanka utjecaja nasipavanja (T) na neke vrste beskraljnjaka pomičnih dna: „-“ označava smanjenu brojnost, „+“ označava povećanu brojnost, „=“ označava istu brojnost kao i prije utjecaja, a „>“ označava utjecaj nasipavanja koji je i dalje bio uočljiv na kraju istraživanja. Ref = literaturna referenca. Sažeto u: Wooldridge i sur. (2016).

| Amfipodni rakovi | | Izopodni rakovi | | <i>Emerita</i> spp. | | <i>Donax</i> spp. | | <i>Scolelepis squamta</i> | | Drugi mnogočetinaši | | Ref. |
|------------------|----------|-----------------|---------|---------------------|-----------|-------------------|----------|---------------------------|---------|---------------------|---------|------|
| O | T | O | T | O | T | O | T | O | T | O | T | |
| = | NP | | | | | = | NP | | | | | a |
| | | | | - | 0.75 mj. | | | | | | | b |
| - | 1 god. | | | - | 1 god. | - | 1 god. | + | 1 god. | | | c |
| - | 1 god. | | | | | | | | | | | d |
| =,- | > 1 god. | | | =,- | > 1 god. | =,- | > 1 god. | =,+ | 8 mj. | | | e |
| = | NP | | | | | | | + | > 4 mj. | + | > 4 mj. | f |
| | | | | - | > 10 mj. | - | > 10 mj. | | | | | g |
| - | > 9 mj. | | | - | 4 - 5 mj. | - | > 9 mj. | = | NP | = | NP | h |
| - | > 3 god. | | | - | 1 god. | - | > 3 god. | = | NP | = | NP | i |
| | 5 mj. | - | > 5 mj. | | | | | | | - | 5 mj. | j |
| | | | | | | | | | | | | k |

Reference: a) Faninini i sur. 2009, b) Gorzelany i Nelson 1987, c) Hayden i Dolan 1974, d) Leewis i sur. 2012, e) Jones i sur. 2008, f) Manning i sur. 2014, g) Menn i sur. 2003, h) Peterson i sur. 2000, i) Peterson i sur. 2006, j) Peterson i sur. 2014, k) Schlacher i sur. 2012



Slika 3. Primjer neposrednog utjecaja nasipavanje plaže Cvitačka/Biloševac u Makarskoj: a) nasipani stjenoviti materijal s visokim udjelom zemlje u supra- i mediolitoralu, b) замуćenje stupca morske vode i c) sloj finog sedimenta koji prekriva infralitoralnu zajednicu čvrstog dna. Preuzeto iz: Birčić i Rajčić (2021).

S obzirom na različitu osjetljivost pridnenih zajednica i vrsta na nasipavanje obale u ovisnosti i o samom zahvatu te lokalno prisutnim čimbenicima, razmjer potencijalnih utjecaja najučinkovitije je ilustrirati prikazima nekoliko studija slučajeva. U sklopu ovog stručnog osvrta, izabrane su četiri mediteranske studije slučaja, po jedna iz Španjolske i Italije te dvije iz Hrvatske, koje su ukratko prikazane u nastavku.

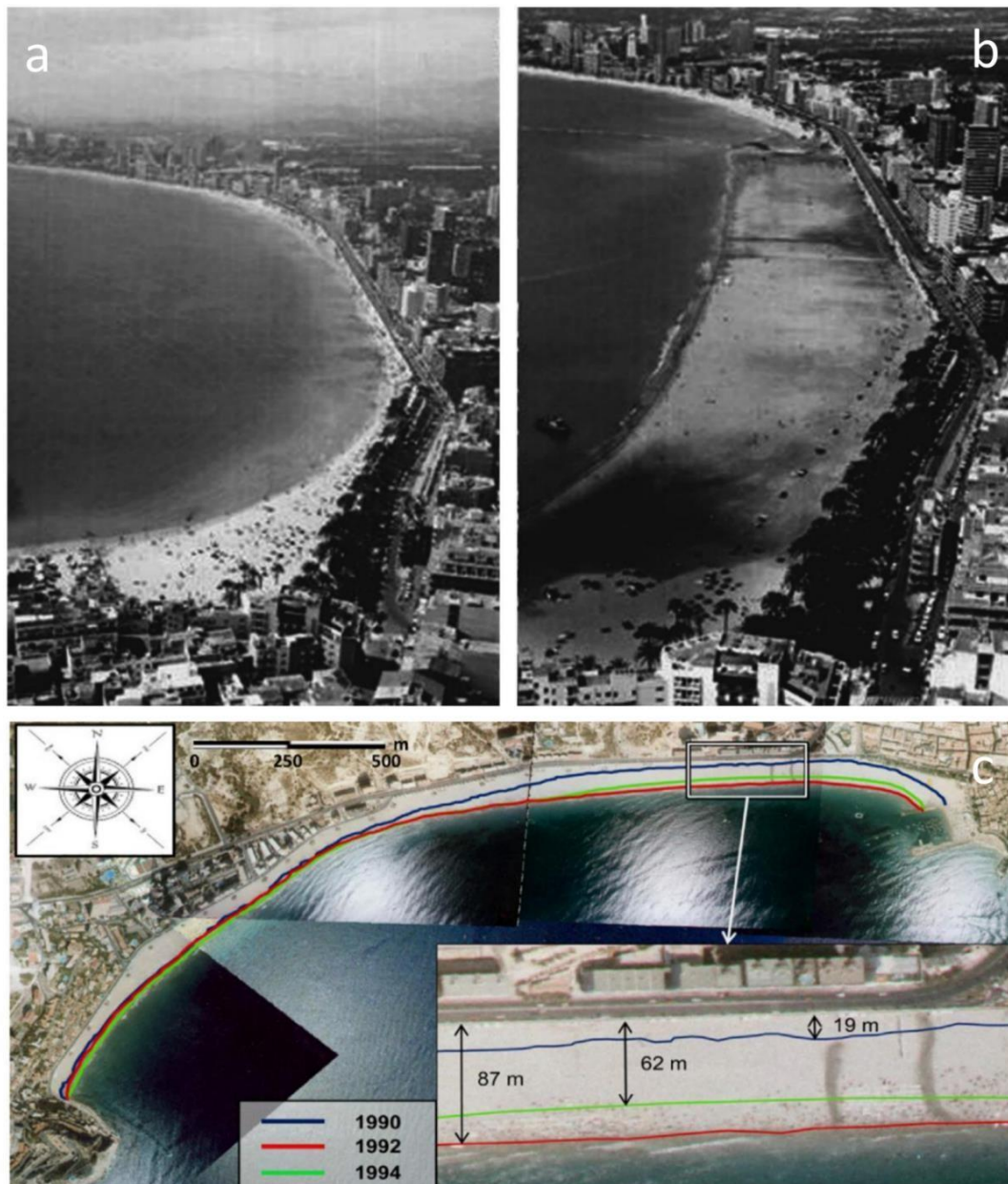
Studija slučaja plaže Poniente u Benidormu (Valencija, Španjolska) ilustrira predimenzioniran, neprimjereno izveden zahvat nasipavanja koji je ošteti dio naselja posidonije ispred plaže. Zbog izrazito sporog rasta posidonije svako se uništavanje može smatrati ireverzibilnim, barem za vrijeme trajanja prosječnog ljudskog života. U ovom slučaju, za postizanje eventualne plaže željenih kapaciteta u trajanju od 30-ak godina (za period 1991 – 2024. god.), uništen je dio prirodne baštine čiji je nastanak potencijalno trajao tisućama godina. Istovremeno, studija demonstrira alternativno rješenje za postizanje usporedive funkcionalnosti plaže kroz jednako razdoblje, uz uštedu nasipanog materijala koji je sam po sebi vrijedan i ograničen resurs te bez uništavanja posidonije.

I dok studija slučaja plaže Poniente demonstrira utjecaj velikog zahvata nasipavanja plaže, druga studija slučaja uvale Maslinica na otoku Hvaru procjenjuje potencijalni utjecaj manjih zahvata nasipavanja/dohranjivanja šljunčane plaže, što je definitivno najčešći slučaj duž našeg dijela Jadranske obale. Osim posidonije, ova studija slučaja uzima u obzir i utjecaj na druga ciljna staništa predmetnog područja ekološke mreže na otoku Hvaru. Međutim, radi se o studiji procjene utjecaja budućeg zahvata, a ne o ciljanom, kvantificiranom istraživanju utjecaja ili praćenju stanja nakon provedenog zahvata. O potonjem ima izrazito malo objavljenih istraživanja, a treća studija slučaja, ona plaže u uvali Portonovo (blizina Ankone), ilustrira jedno takvo istraživanje na drugoj, zapadnoj obali Jadranskog mora. No, iako u trenutku izrade ovog izvještaja istraživanje u sklopu interdisciplinarnog projekta „Beachex“ (vidi Okvir 1) na našoj obali nije bilo završeno, četvrta studija slučaja ilustrira dobro dizajnirano istraživanje utjecaja nasipavanja plaže Grabrova u Jadranovu na pridnene zajednice te ističe problematiku nestručno izvedenih elaborata o ocjeni potrebe za

1. Studija slučaja: utjecaj nasipavanja plaže Poniente (Benidorm, Valencija, Španjolska) na naselje morske cvjetnice *Posidonia oceanica*

Plaža Poniente u Benidormu na španjolskoj obali Sredozemnog mora važna je turistička atrakcija u Valenciji. Proteže se na gotovo 3 km obale i tvori je fini pijesak (0.3 mm). Zbog južne ekspozicije i zaklona koji stvara masiv planina Helada, zaštićena je od oluja nego neka druga područja na istočnoj obali Španjolske, no svejedno je izložena učestalim valovima iz smjera istoka – jugoistoka. Kao odgovor na utjecaj oluja iz tog smjera, koje su uzrokovale strukturalna oštećenja zida obalne šetnice, 1991. godine usvojeno je rješenje koje je uključivalo nasipavanje/dohranjivanje istočnog dijela plaže u duljini 1350 m. Ukupna količina nasipanog pijeska, iskopanog s morskog dna u blizini planina Helada, iznosila je 710847 m³, dakle utrošeno je više od 500 m³ za svaki dužni metar plaže. To je rezultiralo proširenjem plaže s početnih 20 m na 100 m širine (Slika 4a, 4b) te bilo je potrebno izgraditi i pero koje bi zadržavalo pijesak i sprječavalo zatrpavanje dna unutar obližnje lučice.

Evolucija obalne linije pratila se preklapanjem serije georeferenciranih orto-foto snimaka te se na Slici 4c može usporediti širina plaže 1990. god. (prije nasipavanja), kao i 1992. i 1994. godine, dakle nakon prve i treće godine od inicijalnog nasipavanja. Uz to je praćen smjer valova oceanografskim plutačama te batimetrijski profili na 12 transekata postavljenih vertikalno na smjer pružanja plaže (Slika 5a). Vezano uz potencijalni utjecaj na posidoniju, na istim je transektima nekoliko mjeseci nakon nasipavanja zabilježena i njena prisutnost, dubina gornjeg ruba (gornje, najbliže granice njenog rasprostranjenja) i udaljenost ruba od plaže (uzima se kao referentno stanje), te ti su podatci uspoređeni s onima prikupljenim 2006. godine. Od ostalih parametara, bilježena je i gustoća i duljina listova te granulometrija kako bi se utvrdilo jesu li su se udjeli praha, gline i pijeska u sedimentu mijenjali kroz vrijeme i je li to imalo utjecaj na posidoniju.

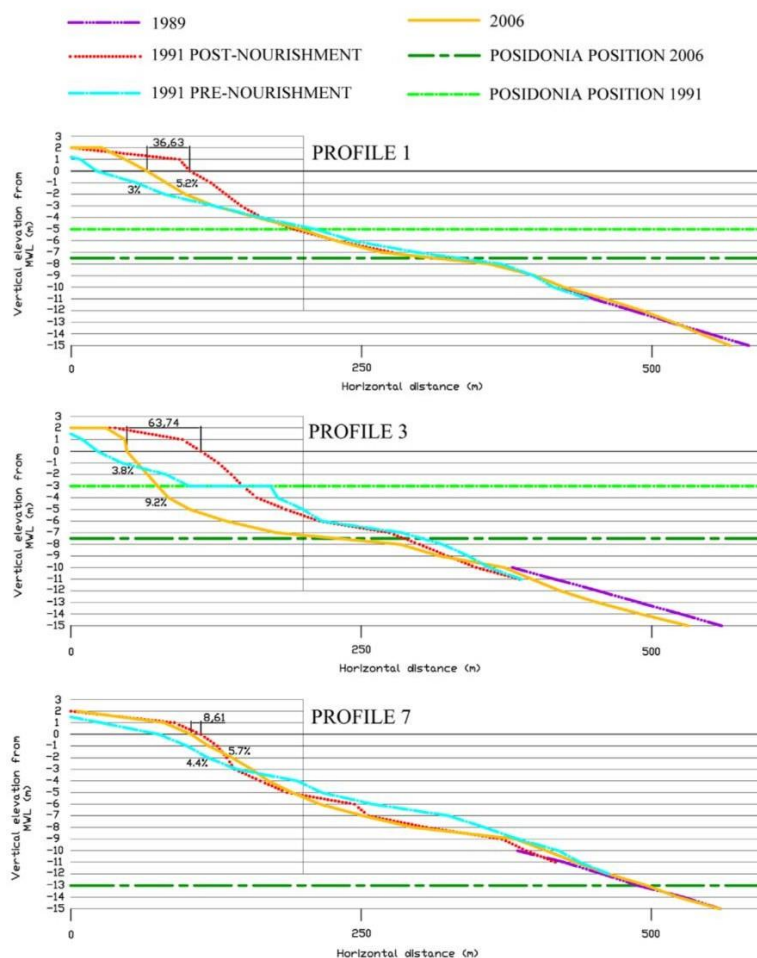


Slika 4. Plaža Poniente u Benidormu (Španjolska): a) zračna snimka prije nasipavanja, b) zračna snimka tijekom nasipavanja, c) preklapljene orto-foto snimke između 1990. (prije nasipavanja) te 1992. i 1994. godine (prve i treće godine nakon nasipavanja). Preuzeto i prilagođeno iz Aragones i sur. 2015.

Utvrđeno je kako su velike količine pijeska nasipane u kratkom vremenu pri zahvatu na plaži Poniente zatrpale dio posidonije koja se nalazila ispred plaže i glavni su uzrok njena

uginuća. Ispred nasipanog dijela plaže evidentno je povlačenje gornjeg ruba posidonije s početnih 3 ili 5 m dubine na dubinu od 7.5 m (Slika 5b, transekti 1 i 3). Nestankom posidonije, nestale su i usluge ekosustava koje ona pruža u vidu stabilizacije sedimenta i ublažavanja energije valova što je dodatno uzrokovalo odnošenje nasipanog materijala. Slika 5b (naročito transekt br. 3) ilustrira poklapanje profila prije i poslije nasipavanja od 8 m dubine nadalje, što se poklapa s prisutnošću posidonije, dok su najevidentnije promjene profila, tj. gubitak materijala, prisutne pliće od 7.5 m dubine, dakle tamo gdje je posidonija nestala. Ovakav je trend rezultirao smanjenjem širine plaže za više od 20 m u periodu od dvije godine nakon nasipavanja. Dakle, neadekvatno provedeno nasipavanje, koje je uključivalo prevelike količine materijala, prouzročilo je ekološku i ekonomsku štetu kako na mjestu nasipavanja, u vidu gubitka posidonije, njene ekološke uloge i usluga ekosustava koje ona pruža te krajnjeg gubitka nasipanog materijala, tako i na mjestu ekstrakcije vrijednog i ograničenog resursa – pijeska, na kojem se opet utjecalo na morsko dno. Uz sve to, proširenje plaže u zacrtanim gabaritima nije dugoročnije postignuto.

Alternativni izračun pokazao je kako bi inicijalno proširenje plaže od 60 m (umjesto izvedenih 100 m) u prvoj fazi bilo zadovoljavajuće funkcionalnosti u pogledu njene javne uporabe u svrhu rekreacije i dr., izbjeglo bi se uništenje naselja posidonije, zadržala bi se stabilnost plažnog profila i smanjili prvotni gubitci nasipanog pijeska. Tek nakon 20 godina bilo bi potrebno ponovno nasipati plažu kako bi se ponovno proširila na 60 m. Za obje bi faze ukupno trebalo 341630 m^3 pijeska, dakle 52 % manje od količine utrošene u zahvatu 1991 god., a za isti period funkcionalnosti plaže. Uz sve to, prirodna baština u vidu naselja posidonije, potencijalno starog nekoliko stotina do tisuća godina, ne bi bila uništena. Za više detalja vidi Aragonés i sur. (2015).



Slika 5. Plaža Poniente: a) lokacija istraživanih transekata okomito na smjer pružanja plaže i b) usporedba dubine gornjeg ruba naselja posidonije i transporta pijeska 1991. god. (prije nasipavanja) i 2006. god. (sedam godina nakon nasipavanja) na tri reprezentativna transekta (br. 1 nasipana zona najbliža lučici, br. 3 središnji dio nasipane zone najizloženije regresiji i br. 7 zapadni dio plaže koji nije nasipavan). Napomena: na transektu br. 7 nije zabilježen referentna dubina gornjeg ruba posidonije (iz 1991. god.). Preuzeto i prilagođeno iz Aragonés i sur. 2015.

2. Studija slučaja izgradnje plaža unutar ekološke mreže (u predjelu Maslinica, otok Hvar) – primjer glavne ocjene prihvatljivosti zahvata

U cilju utvrđivanja razine značajnosti utjecaja zahvata uređenja obale na predjelu Maslinica na otoku Hvaru, koji je uključivao i proširenje plažnih nasipa na dvije postojeće plaže, a koji zadire u područje ekološke mreže (POVS HR3000456 Hvar – od uvale Vitarna do uvale Maslinica), tvrtki EKOINVEST nadležno je Ministarstvo (u 2019. god. to je bilo Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, op.a.) povjerilo zadatak izrade studije glavne ocjene prihvatljivosti navedenog zahvata. Detaljnije, razmatrali su se potencijalni utjecaji na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže, a koji mogu biti posljedica provođenja pojedinih aktivnosti unutar njegova obuhvata za vrijeme pripreme i izgradnje te korištenja zahvata (EKOINVEST 2020).

U predmetnom Natura 2000 području prisutna su sljedeća ciljna staništa:

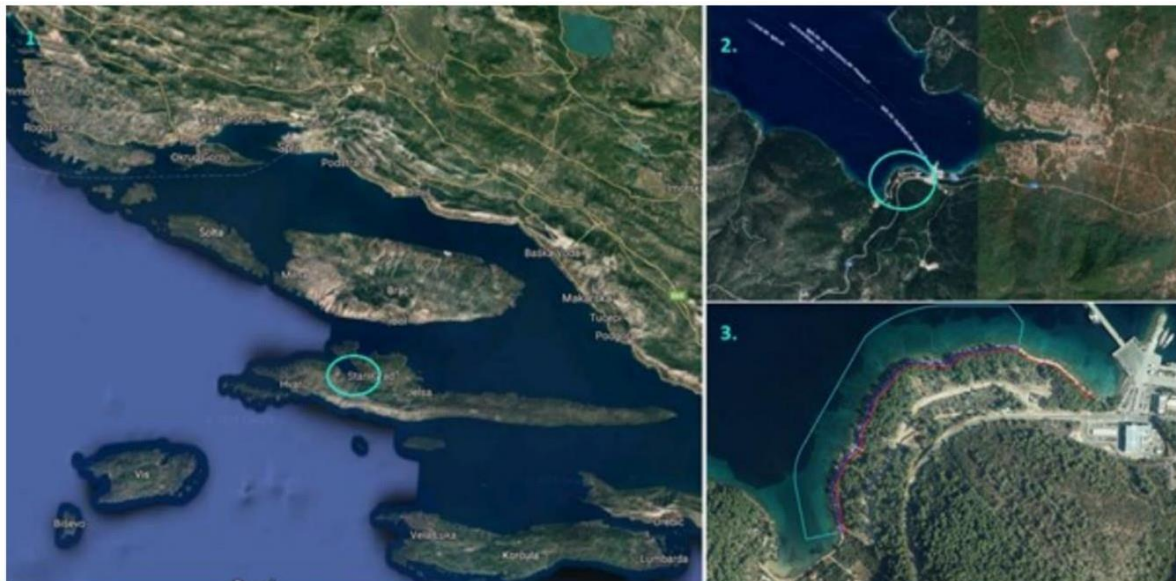
- 1120* Naselja posidonije (*Posidonion oceanicae*)
- 1110 Pješčana dna trajno prekrivena morem
- 1170 Grebeni
- 1140 Muljevita i pješčana dna izložena zraku za vrijeme oseke.

Gusto i dobro razvijeno naselje posidonije nalazi se u prosjeku na udaljenosti od 70 m od obale, u najbližim dijelovima oko 50 m, a u samoj uvali na otprilike 165 m udaljenosti od obale (Slika 6). Na istočnoj granici obuhvata zahvata gornji rub naselja nalazi se na 9 m dubine, dok se prema zapadu, cijelom dužinom istraživanog područja, gornji rub naselja u prosjeku nalazi na dubini između 7 – 8 m. Naselja posidonije uglavnom se nastavljaju u dubinu na biocenuzu sitnih ujednačenih pijesaka (NKS kod G.3.2.2.), a na nekim dijelovima i na infralitoralna čvrsta

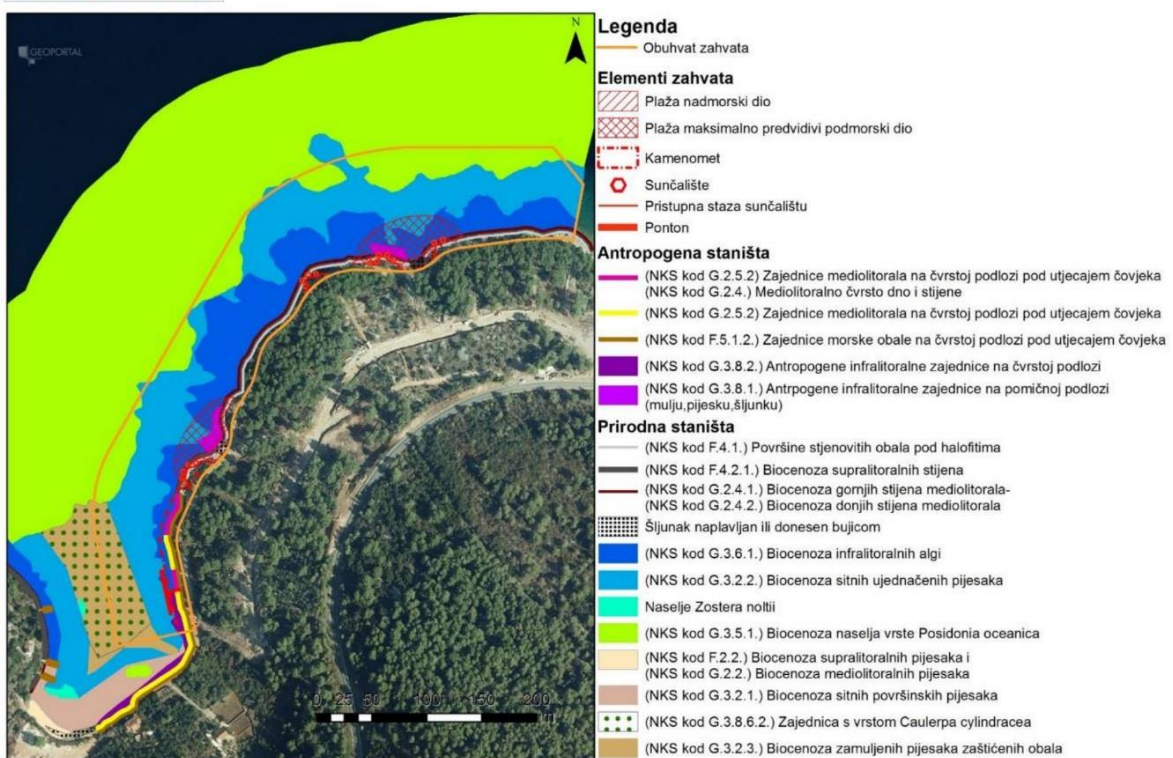
dna i stijene (NKS kod G.3.6.). Na izlazu iz uvale Maslinica rub naselja posidonije nalazi se na 7 m dubine i pojavljuje se zajedno s biocенозом zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (NKS kod G.3.2.3). U samom dnu uvale Maslinica, neposredno uz obalu, na okvirnoj udaljenosti 8 m od obale, nalazi se manje, kružno naselje posidonije površine otprilike 200 m² (Slika 6, EKOINVEST, 2020).

Što se tiče stanišnog tipa „1110 Pješčana dna trajno prekrivena morem“, kao što je već spomenuto, biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka (NKS kod G.3.2.2.) prisutna je od gornjeg ruba naselja posidonije prema obali te zauzima najveću površinu istraživanog područja (cca. 2,7 ha). Iako se laicima na prvi pogled ova životna zajednica doima pustom, površinski sloj pijeska stanište je mnogim organizmima (školjkašima, mnogočetinašima, amfipodnim račićima, desetonožnim rakovima, nepravilnim ježincima) koji se tu hrane i razmnožavaju. Nadalje, u dnu uvale Maslinica prisutna je i biocenoza sitnih površinskih pijesaka (NKS kod G.3.2.1.), na koju se u plićem dijelu, bliže obali, nastavlja stanišni tip „1140 Muljevita i pješčana dna izložena zraku za vrijeme oseke“ te zauzima površinu od cca 0,34 ha. Kako je prethodno navedeno, unutar nje nalazi se manje kružno naselje posidonije, kao i manje naselje strogo zaštićene morske cvjetnice patuljaste sviline *Zostera noltii* površine cca 50 m². Također, u dijelu uvale zabilježeno je i naselje invazivne zelene alge *Caulerpa cylindracea* (Slika 6, EKOINVEST, 2020).

Urbanističkim planom uređenja predmetno područje predviđeno je za sportsko-rekreacijsku namjenu – kupalište (R3), kao komplementarni sadržaj zoni mješovite, pretežito turističke namjene. Zahvat na dvjema postojećim plažama uključivao je proširenje i stabilizaciju plažnog nasipa s obuhvatom zahvata u prosjeku 90 m duljine x 35 m širine podmorskog dijela i 25 m duljine x 10 m širine nadmorskog dijela za svaku plažu (Slika 7).



EKOINVEST



Slika 6. Lokacija i karta morskih staništa predjela Maslinica na otoku Hvaru na kojima je planiran i zahvat nasipavanja dviju plaža. Preuzeto iz EKOINVEST (2020).



Slika 7. Predjel Maslinica na otoku Hvaru, unutar Ekološke mreže: a) postojeće stanje prije zahvata i b) predviđeno stanje nakon nasipavanja jedne od dviju plaža. Preuzeto iz EKOINVEST (2020).

Na temelju terenskog ronilačkog pregleda i izrađene karte morskih staništa, izrađenog hidrodinamičkog modela mora, numeričkih simulacija hidrodinamičkih uvjeta djelovanja ekstremnih valova koji se javljaju očekivano jednom u pet godina (PP = 5 god.) na obalnu zonu zahvata te analize pronosa sedimenta doneseni su zaključci o razini značajnosti utjecaja zahvata nasipavanja plaža na ciljna staništa ovog Natura 2000 područja, kako tijekom pripreme i izgradnje tako i tijekom korištenja (EKOINVEST, 2020), a koji su istaknuti u nastavku.

1120 Naselja posidonije (*Posidonium oceanicae*)

(NKS kod G.3.5.1.) Biocenoza naselja vrste *Posidonia oceanica* – utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- Neće biti direktnog negativnog utjecaja zauzeća površina izgradnjom obalnih struktura plaža zbog udaljenosti naselja posidonije od minimalno cca 30 m.
- U svrhu oblikovanja plaže u novim gabaritima, vrši se štemanje sika i uklanjanje sedimenta u obalnom dijelu i na dijelu akvatorija predviđenom za nasipavanje, u prosjeku 30 m udaljenom od gornje granice rasprostranjenja naselja posidonije. Uslijed tih radova, može doći do resuspenzije i pronosa sedimenta zbog mehaničkog oštećenja morskog dna, no ne očekuju se njihovi negativni utjecaji na posidoniju, zbog udaljenosti, kratkog trajanja radova te načina uklanjanja sedimenta „usisavanjem“ posebnim strojevima.
- Sukladno prikazanoj analizi pronosa sedimenta, pri nasipavanju plaže može doći do pronosa dijela od 10 % sitne frakcije, međutim, s obzirom na količinu nasutog sedimenta, udaljenost od gornjeg ruba posidonije i hidrodinamičke uvjete na lokaciji, ne postoji vjerojatnost negativnih utjecaja na naselja posidonije.
- Mogući su negativni utjecaji uslijed sidrenja i odsidravanja specifičnih plovila za izvođenje radova izgradnje plaža (barža – mauna, plovnih bagera ili drugog odgovarajućeg plovila), bilo tijekom izvođenja radova ili izvan radnog vremena, zbog

oštećivanja rizoma naselja. Ovaj utjecaj moguće je umanjiti regulacijom sidrenja radnih plovila.

(NKS kod G.3.5.1.) Biocenoza naselja vrste *Posidonia oceanica* - utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža, podmorski prag postaviti će se na udaljenosti od cca 30 m od gornjeg ruba naselja posidonije, a obalna linija na području plaže neznatno će se izmijeniti. Sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na posidoniju.
- Nakon erozivnih procesa sitne frakcije plažnog materijala, izazvanih ekstremnim valovima, može se javiti nužda za prihranjivanjem plaže, tijekom koje bi se predvidivo nasulo 2 m³ plažnog materijala po plaži. Sitna frakcija, s udjelom od maksimalno 10 %, tada će uzrokovati zamućenje stupca morske vode. Očekivano vrijeme potpune sedimentacije nakon nasipavanja maksimalno je 1 h, pri čemu će brzina pojedinih čestica varirati u ovisnosti o njihovoj granulaciji. Pronos sedimenta pri nasipavanju ovisit će o maritimnim uvjetima. Pri uobičajenim uvjetima, očekuje se da će se sav materijal zadržati u obuhvatu plaže, osobito uzimajući u obzir da se nasipavanje pri prihranjivanju vrši na nadmorski dio plaže. S obzirom na navedeno, prihranjivanje plaže neće imati negativan utjecaj na posidoniju.
- Korisnici plaža također neće imati negativan utjecaj na naselja posidonije s obzirom na njenu udaljenost od obalne linije te dubinu gornje granice rasprostiranja.
- Ne očekuju se negativni utjecaji na naselja posidonije otpadnim vodama s tuševa na plažama potencijalno onečišćenim sredstvima za osobnu higijenu zbog udaljenosti od min. 70 m.

1110 Pješčana dna trajno prekrivena morem

(NKS kod G.3.2.2.) Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka - utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- Izgradnjom plaža doći će do direktnog zauzimanja 913 m² površine predmetne biocenoze što ukupno čini 3,3 % njene površine u istraživanom području, tj. 0,095 % površine ciljnog stanišnog tipa „1110 Pješčana dna trajno prekrivena morem“. Navedeni utjecaji stoga se ne smatraju značajnima.
- Uslijed izvođenja radova štemanja sika i uklanjanja sedimenta za pripremu izgradnje plaža te nasipavanja plažnog materijala, javit će se privremeni, kratkoročni poremećaji sedimenta malog dosega, izvan gabarita planiranih građevina. Kako je osjetljivost ove biocenoze na takve utjecaje niska, budući da su organizmi prilagođeni povremenoj izmjeni dinamike sedimenata, ovi zahvati neće imati negativnih utjecaja na nju.
- Manji negativni utjecaji mogu nastati ako se uklonjeni materijal bude odložio natrag u more, na površine predmetne biocenoze. Ovaj utjecaj moguće je umanjiti pravilnom organizacijom izvođenja radova u svrhu gospodarenja otpadom.
- Sukladno prikazanoj analizi pronosa sedimenta, pri nasipavanju plaže može doći do pronosa dijela od 10 % sitne frakcije, koji bi se najvećim dijelom taložio upravo na području predmetne biocenoze, međutim, budući da se radi o jako malim količinama te da su njeni organizmi prilagođeni povremenoj izmjeni dinamike sedimenata, aktivnosti nasipavanja neće imati negativnih utjecaja na nju. Manji negativni utjecaji na predmetnu biocenozu vezani uz nasipavanje plaža mogu nastati u slučaju unošenja sedimenta izrazito različitih svojstava od prirodno prisutnog (s velikim organskim opterećenjem i/ili visoko zagađeni). Ovi utjecaji mogu se umanjiti pažljivim odabirom svojstava plažnog materijala.
- Pri sidrenju i odsidravanju specifičnih plovila za izvođenje radova izgradnje plaža (barža – mauna, plovnih bagera ili drugog odgovarajućeg plovila), bilo tijekom izvođenja radova ili izvan radnog vremena, doći će do lokalnih poremećaja sedimenta, tj. stanišnih uvjeta predmetne biocenoze, međutim, budući da se radi o pomičnim sedimentima, u zoni izražene hidrodinamike, kojom je omogućen oporavak od takvih utjecaja te da su utjecaji privremeni, malog intenziteta, u ovom se slučaju ne

smatraju negativnima. No, mogući su negativni utjecaji sidrenja i odsidranja radnih plovila u zoni rasprostranjenosti invazivne zelene alge *Caulerpa cylindracea* uslijed kojih može doći do otkidanja njenog talusa i širenja na predmetnu biocenozu na kojoj trenutačno nije zabilježena. Ovaj utjecaj moguće je umanjiti regulacijom sidrenja radnih plovila

(NKS kod G.3.2.2.) Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka - utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža obalna linija neznatno će se izmijeniti te, sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora, pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na prisutne biocenoze.
- Nakon erozivnih procesa sitne frakcije plažnog materijala izazvanih ekstremnim valovima, može se javiti nužda za prihranjivanjem plaže tijekom koje bi se predvidivo nasulo 2m³ plažnog materijala po plaži. Sitna frakcija s udjelom od maksimalno 10 % tada će uzrokovati zamućenje stupca morske vode. Očekivano vrijeme potpune sedimentacije nakon nasipavanja maksimalno je 1 h, pri čemu će brzina pojedinih čestica varirati u ovisnosti o njihovoj granulaciji. Pronos sedimenta pri nasipavanju ovisit će o maritimnim uvjetima. Pri uobičajenim uvjetima, očekuje se da će se sav materijal zadržati u obuhvatu plaže, osobito uzimajući u obzir da se nasipavanje pri prihranjivanju vrši na nadmorski dio plaže. S obzirom na navedeno, prihranjivanje plaže neće imati negativan utjecaj na predmetnu biocenozu.

(NKS kod G.3.2.1.) Biocenoza sitnih površinskih pijesaka – utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- Sukladno planiranim lokacijama plaža ne očekuju se direktni negativni utjecaji zauzimanja predmetnog staništa uslijed njihove izgradnje.

- Ne očekuju se negativni utjecaji pronosa sedimenta tijekom izvođenja radova štemanja sika i uklanjanja sedimenta za pripremu izgradnje plaža, te nasipavanja plažnog materijala, budući da je najmanja udaljenost od najbliže plaže 160 m obalne linije.

(NKS kod G.3.2.1.) Biocenoza sitnih površinskih pijesaka – utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža obalna linija neznatno će se izmijeniti te, sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora, pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na prisutne biocenoze.
- Ne očekuju se negativni utjecaji pronosa sedimenta u slučaju potrebe prihranjivanja plaža budući da je najmanja udaljenost od najbliže plaže 160 m obalne linije.

1170 Grebeni

(NKS kod F.4.2.1.) Biocenoza supralitoralnih stijena – utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- Očekuje se direktan gubitak određenih površina predmetne biocenoze uslijed izvođenja radova štemanja i nasipavanja plažnim materijalom u ukupnoj duljini od 50 m, tj. površini od 250 m², što čini udio od 0,031 % stanišnog tipa „1170 Grebeni“, zbog čega se ovi dugotrajni, i većim dijelom nepovratni, utjecaji ne smatraju značajnima.
- Kako je supralitoral stepenica priobalja stalno izvan mora, ne očekuju se negativni utjecaji pronosa sedimenta tijekom izvođenja radova štemanja sika i uklanjanja sedimenta za pripremu izgradnje plaža, kao ni nasipavanja plažnog materijala.
- Manji negativni, ali dugoročni utjecaji mogu nastati oštećenjem biocenoza supralitoralne stepenice uslijed kretanja mehanizacije tijekom izvođenja radova s

kopna. Ovi se utjecaji mogu umanjiti pravilnim postupanjem pri izvođenju radova, budući da do lokacija zahvata postoje pristupni putovi.

- Mogući su negativni utjecaji izlivenog goriva i/ili mineralnih ulja u slučaju nesreća. Ovi se utjecaji mogu umanjiti povećanjem spremnosti za reakciju u takvim okolnostima.

(NKS kod F.4.2.1.) Biocenoza supralitoralnih stijena – utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža obalna linija neznatno će se izmijeniti te, sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora, pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na prisutne biocenoze, odnosno, neće se smanjiti zona zapljuskivanja morem.
- Ne očekuju se negativni utjecaji pronosa sedimenta u slučaju potrebe prihranjivanja plaža budući da je supralitoral stepenica priobalja stalno izvan mora.

(NKS kod G.2.4.1.) Biocenoza gornjih stijena mediolitorala i (NKS kod G.2.4.2.) Biocenoza donjih stijena mediolitorala – utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- Očekuje se direktan gubitak određenih površina predmetnih biocenoza uslijed izvođenja radova štemanja sika i nasipavanja plažnim materijalom u ukupnoj duljini od 177 m, tj. površini od 265,5 m², tj. 0,033 % stanišnog tipa „1170 Grebeni“. Iako je utjecaj dugotrajan, i većim dijelom nepovratan, zbog male površine koju zauzima, ovaj se utjecaj ne smatra značajnim.
- Tijekom izvođenja radova štemanja sika i nasipavanja plažnog materijala doći će do pronosa manjih količina sitne frakcije sedimenta izvan gabarita novoplaniranih plaža. Međutim, ti su utjecaji kratkoročni i malog dosega, a budući da je predmetna zona izložena jakoj hidrodinamici, uvjeti će se vrlo brzo stabilizirati zbog čega se ovi utjecaji ne smatraju negativnima.

- Mogući su negativni utjecaji izlivenog goriva i/ili mineralnih ulja u slučaju nesreća. Ovi se utjecaji mogu umanjiti povećanjem spremnosti za reakciju u takvim okolnostima.

(NKS kod G.2.4.1.) Biocenoza gornjih stijena mediolitorala i (NKS kod G.2.4.2.) Biocenoza donjih stijena mediolitorala – utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža obalna linija neznatno će se izmijeniti te, sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora, pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na prisutne biocenoze, odnosno, neće se smanjiti zona zapljuskivanja morem.
- U slučaju potrebe prihranjivanja plaža, moguća je pojava pronosa sedimenta na područje predmetnih biocenoza koje se rasprostiru uz njihove granice. Međutim, ti su utjecaji indirektni, kratkoročni i malog dosega, a budući da su organizmi ove biocenoze prilagođeni određenim razinama povremenog stresa, te da će se uvjeti uslijed djelovanja jake hidrodinamike karakteristične za ovu zonu brzo stabilizirati, smatra se da privremeni utjecaji predmetne aktivnosti neće imati negativnih učinaka.

(NKS kod G.3.6.1.) Biocenoza infralitoralnih alga – utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- U planiranim gabaritima podmorskog dijela obiju plaža, na čvrstim infralitoralnim stijenama zabilježene su (NKS kod G.3.8.1.) antropogene infralitoralne zajednice na pomičnoj podlozi (mulju, pijesku, šljunku), tj. podlozi koja je nastala nasipanjem. Zajedno zauzimaju površinu od cca 700 m², tj. 0.088 % površine ciljnog stanišnog tipa „1170 Grebeni“. Izgradnjom plaža zauzet će se dodatnih 2338 m² površine biocenoza inralitoralnih alga, odnosno novih 0,29 % površine istog ciljnog stanišnog tipa. Navedeni negativni utjecaji stoga se ne smatraju značajnima.

- Uslijed izvođenja radova štemanja sika i uklanjanja sedimenta za pripremu izgradnje te nasipavanja plažnog materijala, javit će se kratkoročni poremećaji sedimenta malog dosega. Kako je osjetljivost ove biocenoze na takve utjecaje niska, budući da su organizmi prilagođeni povremenoj izmjeni dinamike sedimenata, predmetni zahvati neće imati negativnih utjecaja na nju.
- Manji negativni utjecaji mogu nastati ako se uklonjeni materijal odloži natrag u more, na površine predmetne biocenoze. Ovaj utjecaj moguće je umanjiti pravilnom organizacijom izvođenja radova u svrhu gospodarenja otpadom.

(NKS kod G.3.6.1.) Biocenoza infralitoralnih alga – utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža obalna linija neznatno će se izmijeniti te, sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora, pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na prisutne biocenoze, odnosno, neće se smanjiti zona zapljuskivanja morem.
- U slučaju potrebe prihranjivanja plaža, moguća je pojava pronosa sedimenta na područje predmetnih biocenoza koje se rasprostiru uz njihove granice. Međutim, ti su utjecaji indirektni, kratkoročni i malog dosega, a budući da su organizmi ove biocenoze prilagođeni određenim razinama povremenog stresa, te da će se uvjeti uslijed djelovanja jake hidrodinamike karakteristične za ovu zonu brzo stabilizirati, smatra se da privremeni utjecaji predmetne aktivnosti neće imati negativnih učinaka.

1140 Muljevita i pješčana dna izložena zraku za vrijeme oseke

(NKS kod F.2.2.1.) Biocenoza supralitoralnih pijesaka i (NKS kod G.2.2.1.) Biocenoza mediolitoralnih pijesaka – utjecaj tijekom pripreme i izgradnje:

- Ne očekuju se negativni utjecaji pronosa sedimenta tijekom izvođenja radova štemanja sika i uklanjanja sedimenta za pripremu izgradnje plaža te nasipavanja plažnog materijala budući da je najmanja udaljenost od najbliže plaže 230 m zračne linije.
- Ne očekuju se negativni utjecaji mehanizacije i radnih vozila pri izvođenju radova jer se predmetne biocenoze nalaze izvan obuhvata zahvata te izvan prilaznih putova svim pojedinačnim dijelovima zahvata.
- Značajni negativni utjecaji mogu nastati ako se materijal uklonjen nakon štemanja sika i uklanjanja sedimenta odloži na površine ili u neposrednu blizinu predmetnih biocenoza koje su prisutne s izrazito malom površinom. Ovaj utjecaj moguće je umanjiti pravilnom organizacijom izvođenja radova u svrhu gospodarenja otpadom.

(NKS kod F.2.2.1.) Biocenoza supralitoralnih pijesaka i (NKS kod G.2.2.1.) Biocenoza mediolitoralnih pijesaka – utjecaj tijekom korištenja:

- Izgradnjom plaža obalna linija neznatno će se izmijeniti te, sukladno analizi izmjene hidrodinamike mora, pokazano je da novoizgrađene strukture neće imati utjecaja na istu te stoga neće doći ni do negativnih utjecaja na biocenoze supralitoralnih i mediolitoralnih pijesaka.
- Ne očekuju se negativni utjecaji pronosa sedimenta u slučaju potrebe prihranjivanja plaža budući da je najmanja udaljenost predmetnih biocenoza od najbliže plaže 230 m zračne linije.
- Izgradnja plaža povećat će broj posjetitelja područja, što se potencijalno može odraziti na povećanje korištenja predmetnih biocenoza kao pješčanih plaža, koje su kupačima tradicionalno privlačne. Na takav način intenziviraju se postojeći negativni utjecaji, budući da predmetne biocenoze lokalni stanovnici već koriste kao plaže. Negativni utjecaji pojačavaju se uslijed uklanjanja biogenih naplavina. Međutim, u ovoj fazi teško

je procijeniti stupanj njihove privlačnosti s obzirom na profil posjetitelja, koji se veže uz obližnji turistički kompleks, a utoliko i značaj utjecaja koji će nastati kao rezultat predmetnog zahvata. Iz predostrožnosti utjecaj se procjenjuje negativnim.

- Ne očekuju se negativni utjecaji otpadnih voda s tuševa na plažama potencijalno onečišćenih sredstvima za osobnu higijenu jer se plaže nalaze na udaljenosti od cca 230 m zračne linije.

Kako bi se ublažili potencijalni negativni utjecaji izgradnje te kasnijeg korištenja dviju plaža na ciljna staništa, predložene su sljedeće mjere (EKONIVEST, 2020):

1. Prije početka pripreme i izvođenja zahvata izvođače radova treba upoznati s položajem ciljnih staništa područja ekološke mreže te načinom postupanja tijekom radova u svrhu njihovog očuvanja.
2. Prije pripreme i izvođenja podvodnih radova izvođače radova treba upoznati s područjem rasprostranjenja u obuhvatu zahvata i opasnostima fragmentacije talusa invazivne vrste *Caulerpa cylindracea*.
3. Tijekom obavljanja obijanja sika, uklanjanja sedimenta i drugih radova u kojima nastaje višak iskopa, zabranjeno je njegovo privremeno i/ili trajno odlaganje na podmorske ili kopnene površine područja ekološke mreže, osim na lokaciji na kojoj će se koristiti za izgradnju obalnih građevina.
4. Zabranjeno je sidrenje specifičnih plovila za izvođenje radova (barža – mauna, plovni bagera ili drugih odgovarajućih plovila), bilo tijekom izvođenja radova ili izvan radnog vremena, na području ciljnih stanišnih tipova ekološke mreže, osim na području (NKS kod G.3.2.2.) Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka.

5. Zabranjeno je sidrenje specifičnih plovila za izvođenje radova (barža – mauna, plovniha bagera ili drugih odgovarajućih plovila), bilo tijekom izvođenja radova ili izvan radnog vremena, na području rasprostranjenja invazivne vrste *Caulerpa cylindracea*.

6. Zabranjeno je kretanje radne mehanizacije i vozila na područjima prirodnog supralitorala, tj. (NKS kod F.4.2.1.) Biocenoza supralitoralnih stijena, izvan gabarita planiranih obalnih građevina.

7. Za nasipavanje završnog sloja plaža treba koristiti materijal D50 = 20 mm, vapnenačkog porijekla, u kojem udio organske tvari ne prelazi udio koji je zastupljen u (NKS kod G.3.2.2.) Biocenozi sitnih ujednačenih pijesaka.

8. Pri pripremi i izgradnji treba osigurati dovoljnu količinu upijajućih brana u slučaju iznenadnog onečišćenja mora.

9. Najmanje jednom godišnje, i u tom slučaju na kraju sezone, treba provoditi prikupljanje otpada sa morskog dna i obalnog područja čitavog obuhvata zahvata te pravilno ga odložiti kako bi se spriječio negativan utjecaj nakupljanja otpada na ciljane stanišne tipove ekološke mreže.

10. Treba zabraniti korištenje sredstava za osobnu higijenu na tuševima na plažama.

U zaključku, utvrđeno je da će direktnim utjecajima, uslijed izgradnje i korištenja dviju plaža, uz primjenu mjera ublažavanja negativnih utjecaja zahvata na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže, potencijalno doći do trajnog gubitka 0,095 % površine stanišnog tipa „1110 Pješčana dna“ trajno prekrivena morem te 0,031 % površine stanišnog tipa „1170 Grebeni“. S obzirom na navedeno, uz provedbu predloženih mjera ublažavanja, ocjenjeno je da predmetni zahvat neće imati značajnih negativnih utjecaja na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže (EKOINVEST, 2020).

3. Studija slučaja: utjecaj nasipavanja šljunčane plaže Portonovo (zapadna obala Jadranskog mora) na pridnene zajednice

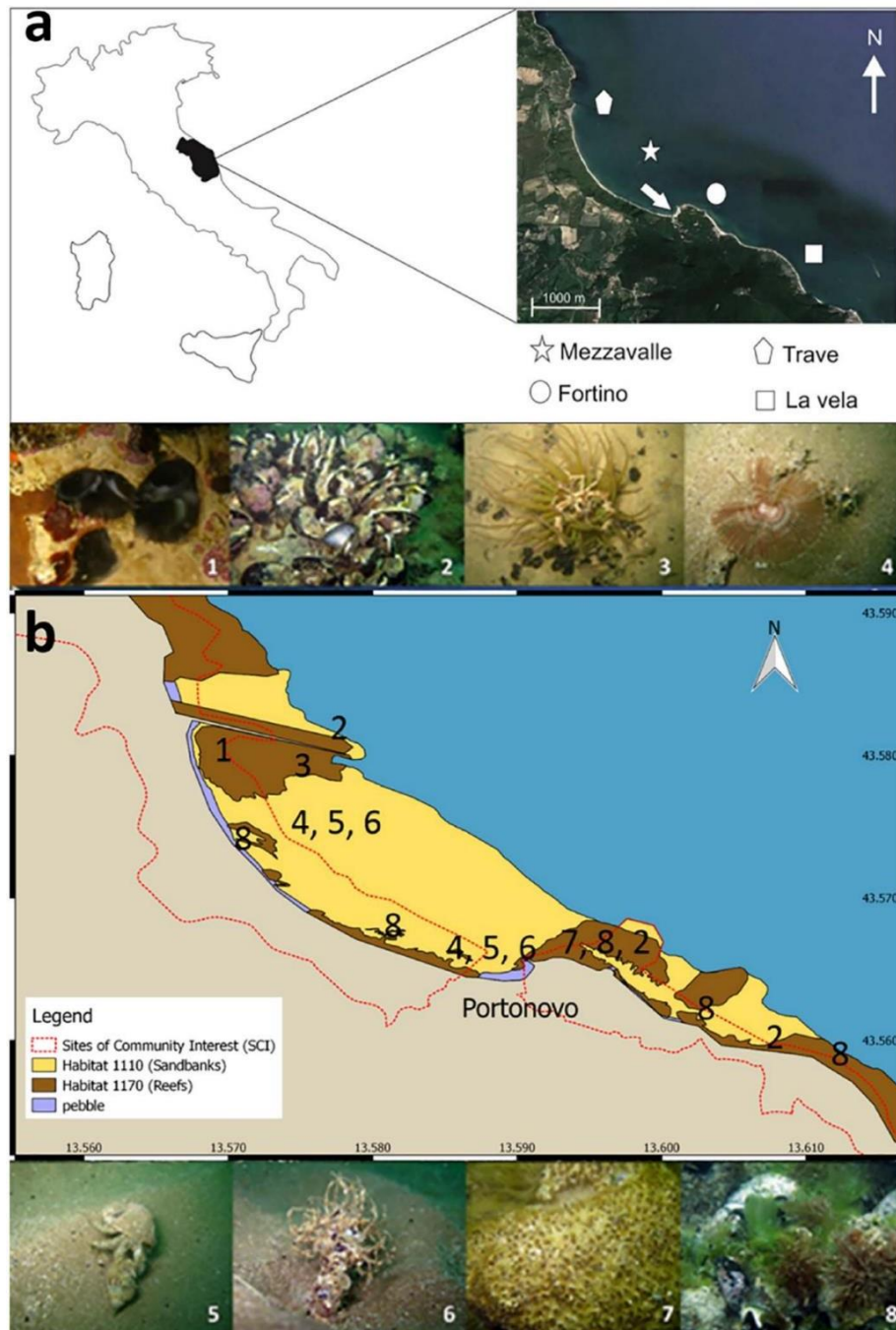
Šljunčanu plažu u uvali Portonovo, na talijanskoj obali Jadrana (u blizini Ankone, Slika 8a), tvori odronjeno kamenje i oblutice, koje su dodatno oblikovali valovi, te nakupljeni finiji sediment iz okolnog područja (Ponti i sur., 2013). Za potrebe turističkog posjećivanja, plaža je dohranjivana ili nasipana u više navrata i praćeni su različiti potencijalni utjecaji na živi svijet u podmorju ispred plaže. U lipnju 2011. godine dohranjen je mali dio plaže, dok se na njenom središnjem dijelu nije interveniralo (Slika 9a). Potencijalni utjecaj na pridnene zajednice pratio se fotografskim uzorkovanjem dvaput godišnje na dvjema postajama na kojima se plaža dohranjivala (Slika 9a, postaje A i B) te na dvije kontrolne postaje (Slika 9a, postaje C i D). U prve dvije godine nakon dohranjivanja nije bilo značajnih razlika u indeksima raznolikosti vrsta ili u obilju većine zabilježenih bentoskih organizama, poput dagnji i algi roda *Cystoseira*. Jedino je abundancija vlasulje *Anemonia viridis* bila značajno veća na kontrolnim postajama u nekim razdobljima promatranja, međutim, autori studije nisu detaljnije elaborirali potencijalne uzroke te zaključuju kako, generalno gledano, ovaj relativno mali izvedeni zahvat dohranjivanja nije imao značajan utjecaj na obližnje pridnene zajednice (Ponti i sur., 2013).

U lipnju 2013. godine plaža u uvali Portonovo ponovno je dohranjivana/nasipavana (Slika 8, 9b) kako bi se obalna linija vratila na razinu one iz 2010. godine. To je značilo nasipavanje i u širinu od 18 m od trenutne obalne linije, a primjenjena je tehnika “klasičnog profilnog dohranjivanja” kojom se nasipava materijal diljem cijele zone plime i oseke (Speybroeck i sur., 2006). Prije nasipavanja materijal je ispran kako bi se izbjegli dodatni utjecaji na prozirnost mora i stope sedimentacije. Nasipano je 2500 m³ šljunka i oblutica (promjera između 4 i 64 mm; prema Wentworth-Krumbein klasifikaciji), tj. vapnenački materijal iz obližnje špilje na kopnu, veličinom i mineralnim sastavom sličan onome na plaži podvrgnutoj nasipavanju.

Ukupno je nasipana površina plaže od 5000 m², u dužini oko 400 m. Radovi su se odvijali u dvije faze tijekom šest dana: prva se faza sastojala od redistribucije već prisutnog materijala, dok se dodatni materijal nasipavao tijekom druge faze. Od mehanizacije, u objema su se fazama koristili bageri-utovarivači. Iako je korišten šljunak, određena količina finog sedimenta uvijek je bila prisutna, djelomično nastalog abrazijom tijekom raspoređivanja novog materijala na plaži te utjecajem valova / morskih struja.

Kako bi utvrdili potencijalni utjecaj dohranjivanja plaže na naseljavanje i preživljavanje novih jedinki makrofaune, autori studije postavili su umjetne podloge na četiri postaje (šest PVC ploča dimenzija 15 × 15 cm na svakoj postaji) u blizini nasipane plaže te onih koje nisu bile nasipane (kontrola). Na svakoj su postaji tri ploče postavljene horizontalno i tri vertikalno, s obzirom na podlogu, i to tako da je jedna strana ploče bila izložena valovima („izložena površina“), dok druga nije („zaštićena površina“). Ploče su izvađene nakon mjeseca dana, dakle bile su u moru i nakon završenog zahvata dohrane, kako bi se utvrdio potencijalni utjecaj redistribucije nasipanog materijala uslijed djelovanja valova. Uz navedeno, mjerena je i prozirnost mora te stopa sedimentacije.

Tijekom ovog nasipavanja korištena je umjerena količina materijala, i što se tiče ukupne utrošene količine (2500 m³) i što se tiče krajnje količine nasipane po dužnom metru (100 – 120 m³). Također, treba naglasiti da je veličina čestica nasipanog materijala bila slična onoj već prije prisutnoj, što čini važan preduvjet za smanjenje potencijalnog utjecaja na sastav makrofaune koja uvelike ovisi o osobinama sedimenta i količini organske tvari u njemu. No, isto tako, nasipavanje je provedeno u ljeto, u vrlo osjetljivom razdoblju s obzirom na fenologiju i životni ciklus nekih lokalno prisutnih bentoskih vrsta.



Slika 8. Lokacija istraživanja utjecaja dohranjivanja plaže u 2013. god. u uvali Portonovo kraj Ankone na zapadnoj obali Jadranskog mora (a) te karta staništa i neke reprezentativne bentoske vrste (makrofauna). Preuzeto iz Danovaro i sur. (2018).



Slika 9. Područje Portonovo u blizini Ankone na talijanskoj obali Jadrana: a) postaje istraživanja potencijalnog utjecaja nasipavanja plaže u 2011. god. (Ponti i sur. 2013), b) vizualizacija plaže Portonovo u 2013. god. čiji su utjecaj nasipavanja istraživali Danovaro i sur. (2018).

U životnim zajednicama stjenovite podloge, u istraživanom području, dominirali su rakovi i žarnjaci. Osim njih, u značajnom broju bili su prisutni i drugi uobičajeni organizmi u makrofaunalnim zajednicama Jadranskog mora, poput mnogočetinaša i mekušaca. U usporedbi postaje s utjecajem nasipavanja i kontrolnih postaja, najočitiya razlika bila je povećanje brojnosti mnogočetinaša iz porodice Spirorbidae te smanjenje brojnosti drugih mnogočetinaša na postaji s utjecajem. Takav je rezultat pripisan utjecaju nasipavanja, iako autori ne mogu u potpunosti isključiti niti utjecaj drugih potencijalnih čimbenika. Naime, dosadašnja su istraživanja utvrdila različit utjecaj nasipavanja na mnogočetinaše koji može biti pozitivan, negativan ili neutralan (Peterson i sur., 2006; Lewis i sur., 2012; Wooldridge i sur., 2016). Ovdje uočene razlike autori objašnjavaju potencijalnim razlikama u osjetljivosti zajednica na promjene u okolišu. S obzirom na to da spirobidni mnogočetinaši dobro podnose promjene u karakteristikama podloge, a zasjenjena područja mogu povećati uspješnost naseljavanja novih jedinki, novi nasipani materijal, koji se transportirao i dalje u podmorje, mogao im je pogodovati u tom pogledu.

Ova studija također je utvrdila značajne razlike u pokrovnosti zajednica na izloženim stranama eksperimentalnih ploča, na postaji s utjecajem i kontrolnim postajama. Uočene se razlike dovode u vezu s lokalnim hidrodinamizmom te autori preporučaju da se lokalni hidrodinamizam detaljno razmotri pri osmišljavanju eksperimentalnih dizajna u sličnim studijama koje bi utvrđivale utjecaj nasipavanja plaža, kako bi se izbjegle pogreške uslijed velike varijabilnosti uzrokovane neadekvatnim postavljanjem eksperimentalnih ploča.

No unatoč gore navedenim razlikama, generalno gledano, taksonomski sastav i ukupna biomasa makrofaune nisu se značajno razlikovali između postaje izložene nasipavanju i kontrolnih postaja, na temelju čega su autori studije zaključili da nije bilo značajnog utjecaja nasipavanja niti na te ključne elemente funkcioniranja ekosustava.

Izostanak značajnog utjecaja na bentosku faunu utvrđen je i u nekim drugim morskim područjima (npr. Semeoshenkova i Newton, 2015; Bigongiari i sur., 2015). Prema autorima ove studije, činjenica da u pridnenim zajednicama sjeverno-središnjeg dijela Jadranskog

mora tipično dominiraju oportunističke vrste mogla bi utjecati na smanjenje direktnog utjecaja ljudskih aktivnosti, uključujući nasipavanje plaža. Nadalje, ovo područje karakterizira velika varijabilnost okolišnih uvjeta, kao npr. pridnenog graničnog sloja, riječnih nanosa te količine dostupnih hranjivih tvari. Osim toga, pridnene zajednice mediolitorala i gornjeg infralitorala tipično su vrlo varijabilne što može znatno otežati razlikovanje posljedica utjecaja umjerenog nasipavanja plaže od spomenute prirodno prisutne varijabilnosti. S obzirom na to da je istraživanje provedeno u obalnom području, na relativno maloj prostornoj skali, autori smatraju da je moguće isključiti potencijalni utjecaj iz drugih izvora. U zaključku, ova studija govori u prilog malim zahvatima dohranjivanja/nasipavanja plaža kao ekokompatibilnoj soluciji za rješavanje problema obalne erozije, iako održivost same metode uvelike ovisi o ukupnoj količini materijala korištenog za dohranjivanje te o lokalnim okolišnim uvjetima. Za više detalja vidi Danovaro i sur. (2018).

OKVIR br.1

„BEACHEX: ODRŽIVA GRADNJA PLAŽA – GRADNJA NOVIH I POVEĆANJE KAPACITETA POSTOJEĆIH PLAŽA“ (2019. – 2023.)

„BEACHEX“ je znanstveni projekt kojeg u razdoblju od 2019. do 2023. god. provode Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Lancaster Environment Centre – Lancaster University i financiran je 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.“.

Jedan je od ciljeva ovog interdisciplinarnog projekta i procjena utjecaja nasipavanja (i dohranjivanja) plaža na biljne i životinjske zajednice na temelju ronilačkih pregleda podmorja plaža te utvrđivanju dosega materijala žala ispod mora. Istraživanja se provode na umjetnim plažama: Srima (Vodice), Raduča (Primošten), Žnjan (Split), Solaris (Šibenik) i Ploče (Rijeka) s višegodišnjom praksom dohranjivanja. Dosad prikupljeni podaci ukazuju na ograničeni doseg materijala iz tijela plaže koji iznosi oko 10 do 15 metara od obalne linije prema moru. Vezano za potencijalne utjecaje nasipavanja (i dohranjivanja) plaža na biljne i životinjske zajednice, u projektu se načelno ističe problem fizičkoga prekrivanja morskoga dna koji posebno dolazi do izražaja kad su u pitanju ugrožene biljne i životinjske vrste koje se nakon uništavanja (prekrivanjem dna) teško ili nikako ne oporavljaju, na primjer, livade zaštićene cvjetnice *Posidonia oceanica* te plemenita periska *Pinna nobilis*. Kao još veći ekološki problem ističe se primjena neodgovarajućega materijala za nasipavanje (i dohranjivanje) koji u sebi ima povećani udio čestica gline i praha koje plutaju te organskih primjesa. Pri nasipavanju takvim neprikladnim materijalom dolazi do sedimentacije sitnih čestica na širokom području oko plaže, što dovodi do sprječavanja procesa fotosinteze te ugibanja algi i cvjetnica na dnu i posljedično do ugibanja životinjskih organizama. Još se ne zna koliko je tako uništenom podmorskom krajobrazu potrebno vremena da se oporavi, ali, na primjer, u podmorju ispred plaže Žnjan još uvijek se uočavaju posljedice sedimentacije nakon nasipavanja i dohranjivanja plaže neprikladnim materijalom (Carević, 2020). Nažalost, u javno dostupnim materijalima nije specificirano koji su to točno utvrđeni i kvantificirani utjecaji, a objavljivanje znanstvene publikacije na tu temu tek slijedi.

4. Studija slučaja: istraživanje utjecaja nasipavanja plaže Grabrova u Jadranovu – preliminarni rezultati

Uz prvotno predviđena istraživanja na pet plaža (vidi Okvir br. 1) naknadno je u projekt „Bechex“ uključen i slučaj formiranja plaže Grabrova u Jadranovu (Primorsko-goranska županija, Slike 10 i 11). Radovi su započeli u 2019. god., a završeni u 2021. god. Plaža je formirana u širini od 24 m od obalne linije, a dužina joj je 250 m. Na obalnom dijelu plaža se prostire na 4500 m², a u moru na 3000 m² (<https://tunera.info/finis-uredenja-plaze-grabrova/>). Istraživanje utjecaja nasipavanja na životne zajednice u podmorju započelo je u srpnju 2021. god. pod vodstvom morske biologinje Milvane Arko-Pijevac. S obzirom na to da se sastav, struktura i rasprostranjenost pridnenih zajednica smatraju pouzdanim pokazateljima prilika u ekosustavu, izabrane su kao varijable za detekciju poremećaja i procjenu kvalitete životne sredine. Prema informacijama dobivenim od voditeljice istraživanja M. Arko-Pijevac, do sad je provedeno biocenološko istraživanje na temelju ronilačkog pregleda i fotodokumentacije podmorja duž jednog transektu (dužine 120 m u SZ smjeru) i uzorkovan je sediment na trima dubinama (6, 10 i 15 m). U nastavku istraživanja planira se provođenje istovjetnog uzorkovanja na još dvama transektima okomitima na smjer pružanja obalne linije.

Predmetnim su zahvatom supralitoralna i mediolitoralna zona nasipane drobljenim kamenom veličine od 1 do 4 mm. U supralitoralnoj, mediolitoralnoj i infralitoralnoj zoni do 4 m dubine nisu utvrđeni živi organizmi (Slika 12a). U infralitoralnoj stepenici na udaljenosti od 20 do 25 m prisutan je kameni nasip nagiba od cca 45° koji se spušta do 6 m dubine (Slika 12b). Kameni nasip sastoji se od većih kamenih blokova i kamenja. Tijekom uzimanja uzoraka sedimenta primijećen je sloj mulja koji je prekrivao krupnije zrnato dno pa čak i kamenito. U zoni infralitorala cijelog područja prevladavaju naslage busenastih algi s dominacijom nitrofilnih vrsta roda *Cladophora* (npr. *Cladophora prolifera*). Dominantni kompleks algi iz roda *Cladophora* kao i roda *Polysiphonia* te zelena alga *Dasycladus vermicularis* (Slika 13)

ukazuju na pojačanu sedimentaciju. Općenito govoreći, razvoju nakupina algi nepričvršćenih za morsko dno, kao što je utvrđeno na predmetnoj lokaciji, pogoduje povišena temperatura, dovoljna količina hranjivih tvari u stupcu vode, pojačana sedimentacija i posljedično smanjenje osvjetljenosti.

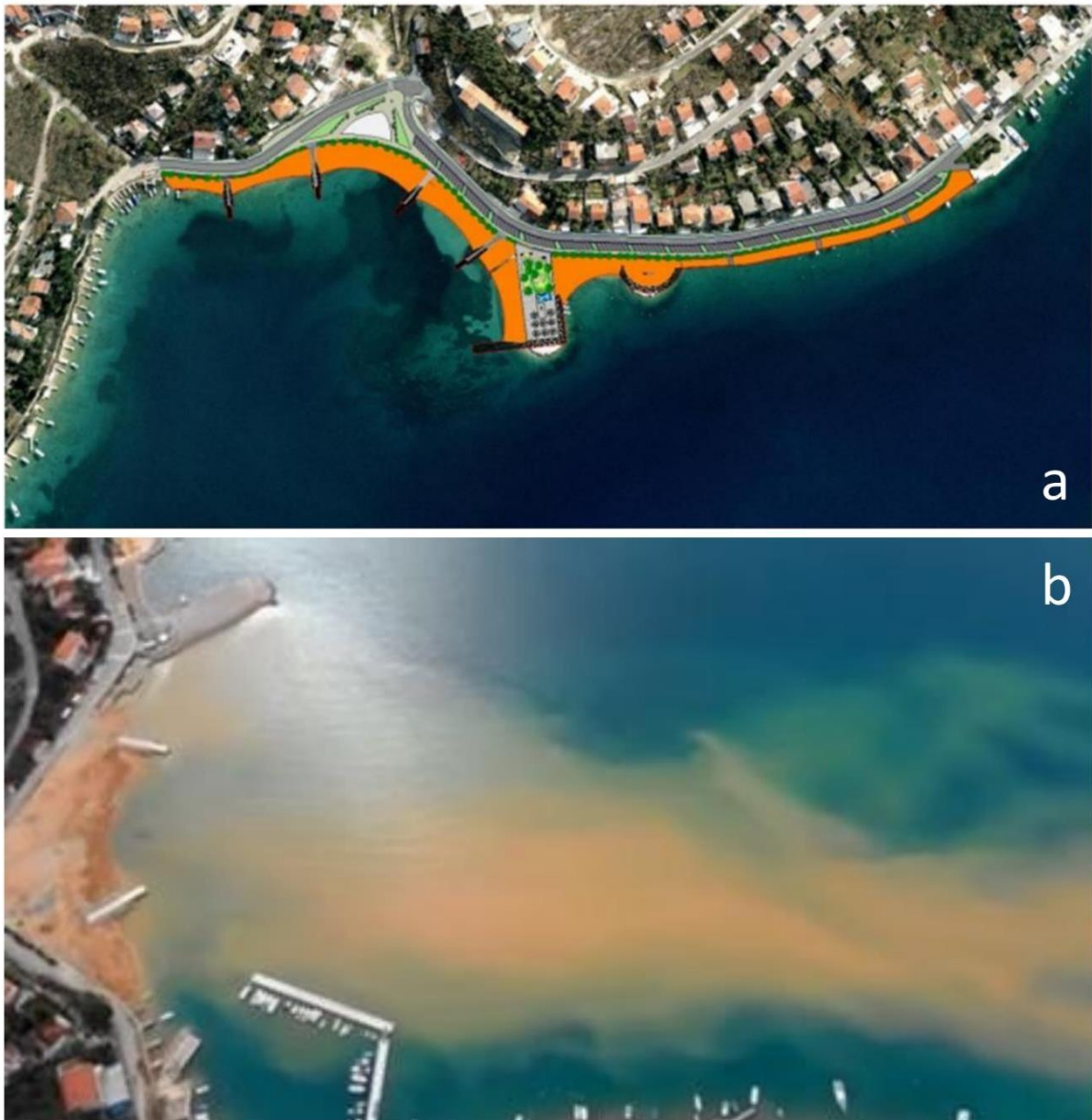


Slika 10. Nasipani materijal s primjesama zemlje korišten pri formiranju plaže Grabrova u Jadranovu, Primorsko-Goranska županija (fotografije anonimnih mještana, ustupljene ljubaznošću M. Arko-Pijevac).

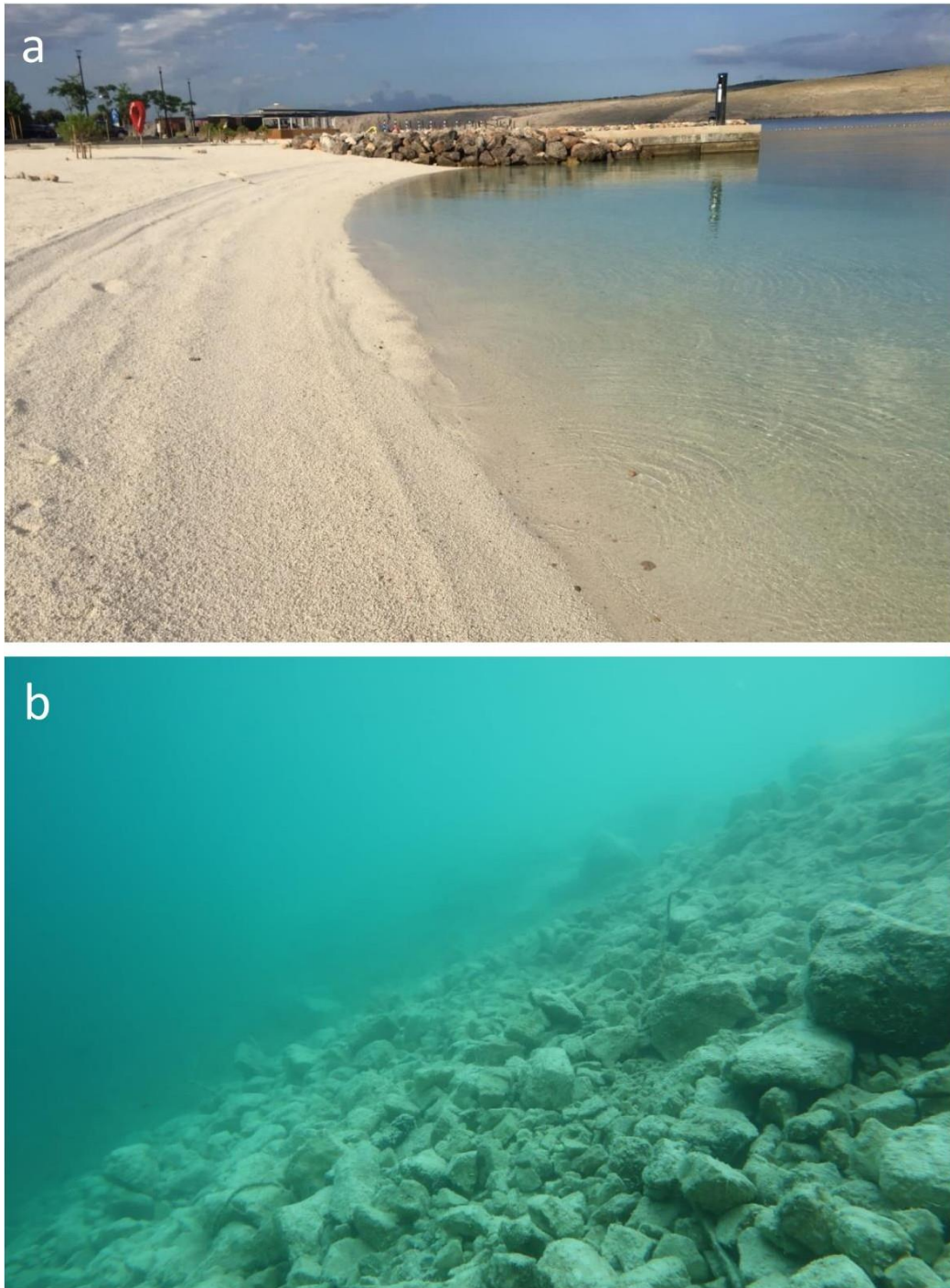
Nažalost, na predmetnom području, kao i u većini slučajeva, ne postoje podatci o referentnom (početnom) stanju prisutnih životnih zajednica što će otežati utvrđivanje potencijalnih “suptilnijih” utjecaja nasipavanja. To će se pokušati kompenzirati dodatnim istraživanjem duž transekata na obližnjim, sličnim lokacijama koje nisu bile pod utjecajem nasipavanja. Ipak, dodatni izazov utvrđivanju utjecaja samog nasipavanja predstavlja izloženost pridnenih zajednica drugim stresorima prisutnim u sjevernom Jadranu, kao što su

opetovane pojave sluzavih nakupina algi, naročito tijekom lipnja i srpnja posljednjih godina (osobna zapažanja S. Kipson i Slika 13) i već prisutna povišena stopa sedimentacije na mnogim područjima, neovisno o nasipavanju.

Inače, osim korištenja nasipnog materijala sa značajnim udjelom zemlje (Slike 10 i 11b), plaža Grabrova pobudila je pozornost i zbog prijave uslijed uništenja populacije strogo zaštićene plemenite periske 2019. god. (Čatipović, 2019), u vrijeme kad je masovna smrtnost uslijed zaraze parazitom zahvatila već 2/3 naše obale. Na predmetnom je području bilo između 30 i 35 jedinki, a pokušaji obustave radova do iznalaženja rješenja za spas periski nisu polučili rezultate (M. Arko-Pijevac, osobna komunikacija; Čatipović, 2019). Taj slučaj, između ostalog, ilustrira problematiku nestručno izvedenog elaborata za postupak ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš u kojem prisutna populacija periski uopće nije bila zabilježena. Naime, na osnovu izrađenog Elaborata nadležno Ministarstvo donijelo je rješenje kojim se ne treba izraditi studija prihvatljivosti zahvata za okoliš, obuhvatiti mjere zaštite okoliša i predložiti plan provedbe mjera. Prema informacijama dobivenim od djelatnice MINGOR-a (Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja), do sad nije zabilježen niti jedan slučaj odgovaranja izvođača elaborata za nestručnu izvedbu (D. Schneider, osobna komunikacija).



Slika 11. Uvala Grabrova, Jadranovo (Tihi kanal): a) vizualizacija izgradnje nove plaže na temelju snimke morskog dna do otprilike 17 m dubine (uz obalu se izmjenjuje kamenito i pomično dno), b) širenje čestica zemlje površinskom strujom u SZ smjeru tijekom nasipavanja (ustupljeno ljubaznošću M. Arko-Pijevac).



Slika 12. Plaža Grabrova u Jadranovu: a) nasipana supralitoralna, mediolitoralna i plića infralitoralna stepenica bez živih organizama, b) morsko dno nasipano krupnijim kamenjem na dubini 4 – 6 m (ustupljeno ljubaznošću M. Arko- Pijevac).



Slika 13. Spužva *Aplysina aerophoba* prekrivena sluzavim algnim nakupinama u srpnju 2021. god. Uočavaju se i primjerci zelene alge *Dasycladus vermicularis*, vrste koja preferira područja s jačom sedimentacijom. Uvala Grabrova, dubina 7 m. (ustupljeno ljubaznošću M. Arko-Pijevac).

Zaključci

U zaključku, vezano uz tematiku nasipavanja obale, izgradnje i dohranjivanja plaža, bitno je istaknuti sljedeće:

1. Potencijalni utjecaj nasipavanja ovisi o samom postupku i vremenu izvođenja zahvata te o količini i kvaliteti (osobito s obzirom na udio sitnih čestica) nasipnog materijala.
2. Potencijalni utjecaj postoji i na mjestu vađenja nasipnog materijala, kao i na mjestu nasipavanja (vidi npr. Paoli i sur., 2013).
3. Utjecaji se mogu razlikovati u vremenu i/ili prostoru – oni mogu biti kratkoročni i dugoročni (npr. na oportunističke kratkoživuće vrste ili na dugoživuće, sesilne) te ovise o uvjetima na predmetnoj lokaciji; npr. izloženosti obale, nagibu terena, hidrodinamizmu – procjene utjecaja trebaju uzeti u obzir sve bitne lokalne čimbenike (npr. Colosio i sur., 2007) i stoga ih treba provoditi za svaki slučaj posebno.
4. Nedostaju adekvatni podatci o referentnom (početnom) stanju prisutnih životnih zajednica na lokacijama nasipavanja što otežava utvrđivanje potencijalnih “suptilnijih” utjecaja. S obzirom na to da se nalaze u priobalnom pojasu često urbaniziranih sredina, već su izložene određenim antropogenim utjecajima i u njima se nalaze i mnoge oportunističke vrste koje mogu “zamaskirati” dodatni ljudski utjecaj u vidu nasipavanja. Nadalje, neke od zajednica s utjecajem (npr. pridnene zajednice mediolitorala i gornjeg infralitorala) tipično su vrlo varijabilne što može znatno otežati razlikovanje posljedica utjecaja “umjerenog” nasipavanja plaže od njihove prirodno prisutne varijabilnosti.
5. Nedostaje dobro dizajniranih, jasno kvantificiranih istraživanja utjecaja nasipavanja na našem tipu obale.
6. Nedostaje jasna zakonska regulativa koja propisuje kvalitetu nasipnog/plažnog materijala.
7. Nedostaje efikasni nadzor pri izvršavanju radova nasipavanja.
8. Elaborati ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš ponekad su nestručno izvedeni. Evidentno je da nisu uključivali terenski pregled podmorja, a izgledno je i da izvođači nestručno izrađenog elaborata ne snose nikakve posljedice.

Preporuke

Pod pritiscima turizma i razvoja izgledno je da će se zahvati nasipavanja obale i dohranjivanja plaža provoditi i ubuduće. No, kako bi oni bili prihvatljiviji po utjecaju na okoliš (i na mjestu prikupljanja materijala kao i na mjestu njegovog korištenja), utjecaju na krajobraz te održiviji i u financijskom smislu (vezano za optimizaciju količine nasipanog materijala i učestalost zahvata) potrebno je:

- I) izraditi ili izmijeniti/nadopuniti zakonsku regulativu koja bi definirala metode i načine dohranjivanja, uključujući nužne standarde o kvaliteti plažnog materijala (naročito ograničavanju udjela sitnih čestica u nasipima – osim plaža primjenjivo i na izgradnju objekata poput marina, komunalnih lučica, obalnih šetnica i cesta; također osigurati ujednačenu i nedvoznačnu terminologiju s geološkog i građevinarskog aspekta) te regulativu koja bi jasno razlikovala dohranjivanje od nasipavanja plaža (Carević, <http://grad.hr/beachex/>)
- II) promovirati “dobru praksu” povezano s problematikom erozije plaža (istaknutu npr. u Obalnom planu SDŽ-a) koja bi uključivala:
 1. utvrđivanje „vrućih točaka“ erozije plaža (na temelju praćenja dinamike gubitka sedimenta, promjena stanja životnih zajednica na morskom dnu ispred njih te ocjene ranjivosti prostora zaleđa plaže na poplave mora)
 2. provođenje analize rizika trajnog gubitka plaže i posljedične štete za turistički sektor, štete zbog degradacije staništa plaže i susjednih staništa u moru te štete zbog gubitka zaštitne funkcije plaže za prostor njenog zaleđa
 3. izradu projekta sanacije plaža od erozije u sklopu kojeg bi se:
 - a. definirala izloženost plaže ovisno o njoj orijentaciji u odnosu na glavne smjerove puhanja dominantnih vjetrova te time definirala ranjivost i otpornost plaže
 - b. praćenjem i mjerenjem utvrdile valne i klimatske prilike na svakoj definiranoj lokaciji
 - c. definirale količine potrebnog materijala za dohranu, prostorni raspored, vrijeme u godini i period nasipavanja
 - d. mjerenjima utvrdio idealan raspon veličine zrna materijala potrebnog za dohranu/izradu pojedine plaže, ovisno o valnim prilikama, a vodeći računa o

vizualnim karakteristikama i karakteristikama mineralnog sastava sedimenta plaža na obližnjim prirodnim plažama grada, općine i/ili županije

- e. osiguralo kontinuirano praćenje morfodinamike saniranih plaža i promjene stanja životnih zajednica na morskom dnu ispred njih u cilju ispravljanja prakse nasipavanja i održavanja plaže u budućnosti
 - f. u suradnji sa sektorom rudarstva, osmislio plan za osiguranje sigurne opskrbe dovoljnim količinama drobljenog stijenskog materijala potrebne kvalitete i raspona zrna za dohranu plaža
 - g. informirali posjetitelji plaže (informativne ploče na plaži) o načinu održavanja plaže koju posjećuju.
- III) zagovarati adekvatni nadzor pri izvođenju radova (npr. metoda, količine i kvalitete nasipnog materijala)
- IV) zagovarati alternativna, održivija rješenja, npr.:
1. koncept povećanja kapaciteta plaža koji predviđa mjere kojima se minimalno utječe na prirodnu ravnotežu, tj. ukupno djelovanje vjetrovnih valova, oborinskih dotoka i drugih djelovanja na žalo koji omogućavaju prirodnu obnovu samih plaža (Carević, 2020) te uključuje npr.:
 - a. proširenje plaže u zaleđe (terasiranje, pošumljavanje autohtonom vegetacijom)
 - b. izgradnju pješačkih šetnica duž plaža
 - c. izgradnju tzv. džepnih plaža koje osiguravaju prilaz moru
 - d. izgradnju manjih obalnih sunčališta (nasipavanjem, betonom) ili postavljanje “sezonskih” sunčališta (potencijalno i od umjetnih materijala) koja se nakon ljetne sezone mogu ukloniti
 2. prirodna rješenja (engl. “nature-based solutions”, vidi Morris i sur., 2021): npr. održavati dobar konzervacijski status morskih cvjetnica koje svojim pleterom rizoma i korijenja stabiliziraju sediment dok listovima umanjuju energiju valova čime sprječavaju ili barem umanjuju eroziju obale te djeluju kao “prirodne čuvarice plaža”. Među svim ostalima, i ovu ekološku uslugu koju nam morske cvjetnice pružaju treba promovirati u svakoj prilici.

Također, mišljenja sam da svaki zahvat nasipavanja/dohranjivanja plaža/obale koji na bilo koji način može negativno utjecati na dugoživuće, spororastuće vrste, a posebno one koje su i “ekološki inženjeri” te grade strukturno kompleksna naselja od dodatne važnosti za bioraznolikost u infralitoralnoj, kao što su npr. livade posidonije ili grebeni kamenog koralja *Cladocora caespitosa*, treba prvenstveno izbjeći ili, tek sekundarno, pronaći odgovarajuću alternativu! Njihov je oporavak neizvjestan i može trajati desetljećima, a često se može smatrati ireverzibilnim, dok mitigacijske/restoracijske akcije (npr. transplantacija na drugu lokaciju) također nisu jeftine i njihova je uspješnost i dalje često upitna (vidi npr. Boudouresque i sur., 2021).

Literatura

Airoidi, L. (2003) The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review*, (41), 161-236.

Anketa projekta beachex o stanju dohranjivanja plaža u republici hrvatskoj u periodu 2015. – 2019.

<http://grad.hr/beachex/> (pristupljeno 23. prosinca 2021.)

Aragonés, L.; García-Barba, J.; García-Bleda, E.; López, I.; Serra, J.C. (2015). Beach nourishment impact on *Posidonia oceanica*: Ca se study of Poniente Beach (Benidorm, Spain). *Ocean Engineering*, 107, 1-12.

Avissar, N. G. (2006). Modeling Potential Impacts of Beach Replenishment on Horseshoe Crab Nesting Habitat Suitability. *Coastal Management*, 34 (4), 427-441.

Balata, D.; Piazzini, L.; Benedetti-Cecchi, L. (2007). Sediment disturbance and loss of beta diversity on subtidal rocky reefs. *Ecology*, 88 (10), 2455–2461. doi:10.1890/07-0053.1

Bigongiari, N.; Cipriani, L.E.; Pranzini, E.; Renzi, M.; Vitale, G. (2015). Assessing shelf aggregate environmental compatibility and suitability for beach nourishment: A case study for Tuscany (Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 93 (1-2), 183-193.

Birčić, I.; Rajčić, N. (2021). *Kartiranje podmorja općine Makarska – plaža Cvitačka/Biloševac. Izveštaj*. Podvodno istraživački klub Sveučilišta u Splitu, Split, 14 str.

Boudouresque, C-F.; Blanfuné, A.; Pergent, G.; Thibaut, T. (2021). Restoration of Seagrass Meadows in the Mediterranean Sea: A Critical Review of Effectiveness and Ethical Issues. *Water*, (13), 1034.

<https://doi.org/10.3390/w13081034>

Carević, D. (2020). Održiva gradnja nasutih plaža „Beachex 2019 – 2023“. *Građevinar*, 72 (12), 1173-1179.

Colosio, F.; Abbiati, M.; Airoidi, L. (2007). Effects of beach nourishment on sediments and benthic assemblages. *Marine Pollution Bulletin*, 54 (8), 1197-206.

Čatipović, S. (2019). Dok znanstvenici pokušavaju spasiti zaštićenu školjku, u Jadranovu zbog plaže – uništili njezino stanište.

<https://www.rtl.hr/vijesti-hr/potruga/3599249/nestaje-zasticena-vrsta-dok-znanstvenici-pokusavaju-spasiti-skoljku-u-jadranovu-unistili-staniste-zbog-plaze/> (pristupljeno 23.

Danovaro, R.; Nepotea, E.; LoMartire, M.; Ciottia, C.; De Grandis, G.; Corinaldesi, C.; Carugati, L.; Cerrano, C.; Pica, D.; Di Camillo, C. G.; Dell'Anno, A. (2018). Limited impact of beach nourishment on macrofaunal recruitment/settlement in a site of community interest in coastal area of the Adriatic Sea (Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 128, 259-266.

EKOINVEST. (2020). *Studija glavne ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu: uređenje obale na predjelu Maslinica na otoku Hvaru*. Zagreb.

Fernández-Torquemada, Y.; Sánchez-Lizaso, J. L. (2005). Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320 (1), 57-63.

Goatley, C. H. R.; Bellwood, D.R. (2013). Ecological Consequences of Sediment on High-Energy CoralReefs. *PLoS ONE*, 8 (10).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077737>

González-Correa, J. M.; Fernández Torquemada, Y.; Sánchez Lizaso, J. L. (2008). Long-term effect of beach replenishment on natural recovery of shallow *Posidonia oceanica* meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76 (4), 834-844.

Granum, Salis (2021). Plan upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Splitsko-dalmatinske županije (Obalni plan SDŽ). Prijedlog nakon provedenog savjetovanja i uvažavanja komentara zainteresirane javnosti. Split.

Hartnoll, R. G. (1998). Volume VIII. Circalittoral faunal turf biotopes: An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association of Marine Sciences, Oban, Scotland. (UK Marine SAC Project. Natura 2000 reports.)

Leewis, L.; Van Bodegom, P. M.; Rozema, J.; Janssen, G. M. (2012). Does beach nourishment have long-term effects on intertidal macroinvertebrate species abundance? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 113, 172-181.

Manzanera, M.; Alcoverro, T.; Tomás, F.; Romero, J. (2011). Response of *Posidonia oceanica* to burial dynamics. *Marine Ecology Progress Series*, 423, 47-56.

Marbá, N.; Duarte, C. M. (1998). Rhizome elongation and seagrass clonal growth. *Marine Ecology Progress Series*, 17, 269-280.

Morris, R. L.; Bishop, M. J.; Boon, P.; Browne, N. K.; Carley, J. T.; Fest, B. J.; Fraser, M. W.; Ghisalberti, M.; Kendrick, G. A.; Konlechner, T. M.; Lovelock, C. E.; Lowe, R. J.; Rogers, A. A.;

Simpson, V.; Strain, E. M. A.; Van Rooijen, A. A.; Waters, E.; Swearer, S. E. (2021). The Australian Guide to Nature-Based Methods for Reducing Risk from Coastal Hazards. *Earth Systems and Climate Change Hub Report*, 26. NESP Earth Systems and Climate Change Hub, Australija.

Paoli, C.; Gastaldo, I.; Vassallo, P. (2013). The environmental cost to restore beach ecoservices. *Ecological Engineering*, 52, 182-190.

Peterson, C. H.; Bishop, M. J.; Johnson, G. A.; D'Anna, L. M.; Manning, L. M. (2006). Exploiting beach filling as an unaffordable experiment: Benthic intertidal impacts propagating upwards to shorebirds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 338 (2), 205-221.

Pikelj, K.; Juračić, M. (2013). Eastern Adriatic Coast (EAC): Geomorphology and Coastal Vulnerability of a Karstic Coast. *Journal of Coastal Research*, 29 (4), 944-957.

Pit, I. R.; Dekker, S. C.; Kanters, T. J.; Wassen, M. J.; Griffioen, J. (2017). Mobilisation of toxic trace elements under various beach nourishments. *Environmental Pollution*, (231), 1063-1074.

Ponti, M.; De Grandis, G.; Abbiati, M.; Tombolesi, P. (2013). Possible effects of pebble beach nourishment on benthic assemblages. *XXIII Congresso della Società Italiana di Ecologia, Università Politecnica delle Marche*, 16-18.

[http://www.ecology.unibo.it/page/2013%20SITE%20%20Poster%20Portonovo%202013%20\(small\).pdf](http://www.ecology.unibo.it/page/2013%20SITE%20%20Poster%20Portonovo%202013%20(small).pdf) (pristupljeno 23. prosinca 2021.)

Semeoshenkova, V.; Newton, A. (2015). Overview of erosion and beach quality issues in three Southern European countries: Portugal, Spain and Italy. *Ocean & Coastal Management*, 118, 12-21.

Speybroeck, J.; Bonte, D.; Courtens, W.; Gheschiere, T.; Grootaert, P.; Maelfait, J. P.; Mathys, M.; Provoost, S.; Sabbe, K.; Stienen, W. M.; Van Lancker, V.; Vincx, M.; Degraer, S. (2006). Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16, 419-435.

Wooldridge, T.; Henter, H. J.; Kohn, J. R. (2016). Effects of beach replenishment on intertidal invertebrates: A 15-month, eight beach study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 175, 24-33.