

Projekt LIFE ARTINA – LIFE17 NAT/HR/000594
“Seabird Conservation Network in the Adriatic”

ZAVRŠNO TEHNIČKO IZVJEŠĆE PRAĆENJA
MORSKOG OTPADA I PRIJEDLOG MJERA ZA
NJEGOVO SMANJENJE
(Prosinac, 2021.)

Udruga za prirodu okoliš i održivi razvoj

Obrada podataka i izrada izvješća:

Dr.sc. Pero Tutman“, Fedra Dokoza*, Tena Šarčević*

Terensko prikupljanje podataka: Vida Zrnčić*, Tena Šarčević*, Ana Ivelja+, Ivan Jurica+, Stjepan Ivelja+, Ivana Lagetar+, Alexandra Carol Horvat+, Kristina Odžak#, Patricia Plenča#, Fedra Dokoza*, Ana Miletić*, Tea Kuzmičić Rosandić, Anamarija Paradinović, Katarina Bilušić*, Luce Pavin*

Autori fotografija: Tena Šarčević, Vida Zrnčić, Kristina Odžak, Fedra Dokoza

* Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce, * Institut za oceanografiju i ribarstvo, + Javna ustanova Park prirode Lastovsko otočje# Udruga studenata Sveučilišnoga odjela za studije mora 'OCEANUS'

Sažetak

Praćenje prisutnosti morskog otpada neophodni je dio procjene opsega i mogućeg utjecaja u cilju osmišljavanja odgovarajućih metoda ublažavanja ulaska otpada u more. Prikupljanje podataka o morskome otpadu pruža informacije o količinama, trendovima i izvorima morskog otpada, a te se informacije mogu koristiti za usmjeravanje ka učinkovitim mjerama ublažavanja i za testiranje učinkovitost postojećih zakona i propisa.

Novija istraživanja u svijetu ukazuju na posebnu osjetljivost morskih ptica zbog mogućnosti konzumacije morskog otpada ili zaplitanja u njega. U okviru projekta cilj je bio utvrditi količinu i sastav otpada koji pluta na površini mora ili se nalazi na plažama unutar projektnog područja, značajnog za gniježđenje i hranjenje cjevonosnica gregule, kaukala, te sredozemnog galeba. Cjevonosnice mogu biti posebno osjetljivije zbog načina hranjenja pri samoj površini, lošeg kapaciteta regurgitacije te manjeg volumena želuca. Za potrebe provođenja monitoringa morskog otpada na području Parka prirode Lastovsko otočje praćeni su sljedeći parametri: količina i sastav otpada naplavljenog na obali te količina i sastav otpada na površini mora. Monitoring je proveden u listopadu 2019., svibnju i listopadu 2020. i svibnju 2021., na plažama Kremena, Saplun i Sito te na morskoj površini oko obale Parka.

Metodologija monitoringa je preuzeta iz projekta DefishGear. Otpad prikupljen na plažama razvrstan je prema odgovarajućim kategorijama propisanim u dokumentu „Beach Litter Monitoring Sheet“ (Vlachogianni, 2015a) i „Floating litter monitoring methodology“ (Vlachogianni, 2015b) čija je primjenjivost na našoj obali ispitana na terenu kroz projekt DeFishGear (Vlachogianni i sur., 2016). Odabrane lokacije praćenja stanja morskog otpada na plažama prema preuzetoj metodologiji morale su biti minimalno 100 metara duljine s nagibom od minimalno 1,5 do maksimalno 4,5 stupnjeva, otvorene prema moru bez prirodnih ili umjetnih prepreka, pristupačne kroz cijelu godinu te u idealnom slučaju, izuzete od bilo kakvog čišćenja. Na području Parka, tim kriterijima udovoljavale su plaže Kremena, Saplun i Sito.

Morski otpad naplavljen na obali prikupljao se i određivao po zadanom transektu. Svi predmeti antropogenog porijekla veći od 2,5 cm bilježili su se u projektom zadanom formularu. Predmeti su svrstani u 8 osnovnih kategorija (umjetni polimerni materijali – plastika i stiropor, guma, tekstil, papir i karton, obrađeno drvo, metal, staklo i keramika te neidentificirani materijali i

kemikalije), koje su proširene s nizom najčešćih predmeta koji se mogu pronaći na plažama. Ukupna količina otpada koja je prikupljena na svim plažama predviđenim za monitoriranje detaljno je analizirana na kvalitativno – kvantitativnoj razini, odnosno svakom je pojedinačnom prikupljenom predmetu određena njegova pripadnost odgovarajućoj kategoriji materijala, te je u okviru toga utvrđena njegova brojnost i masa.

Tijekom monitoringa količine i sastava krutog otpada naplavljenog na obali zabilježeno je, klasificirano i uklonjeno ukupno 42.047 različitih komada otpada. Ukupna masa prikupljenog otpada iznosila je 745,70 kg, gdje je najveći udio u masi činila kategorija Umjetni polimerni materijali sa 55,54% (414,23 kg), te nakon nje obrađeno drvo sa 33,17% (251,43 kg). Preostalih oko 12% čine preostale kategorije morskog otpada. Uočen je trend ukupnog porasta nakupljanja morskog otpada na monitoriranim plažama, posebice tijekom svibnja na plaži Sito. Najveći broj predmeta naplavljenih na plažama zabilježen je na plaži Sito (20.468), nakon toga na plaži Saplun (10.901) te nešto manji na plaži Kremena (10.678). Broj skupljenih otpadnih predmeta na svim lokacijama pokazuje značajne sezonske oscilacije. Tijekom monitoringa u proljetnom dijelu godine prikupljeno je 12.932, odnosno 13.545 predmeta, dok je na istim lokacijama u jesenskom dijelu godine skupljeno 7.420 odnosno 8.142 otpadnih predmeta. Odnosno u istom dijelu godine ukupan broj skupljenih otpadnih predmeta bio je sličan. Najveće sezonsko odstupanje zabilježeno je na lokaciji Sito gdje je zabilježen značajan porast unosa otpada unatoč prethodno obavljenim akcijama čišćenja otpada.

Na svim istraživanim područjima uvjerljivo najveći udio zabilježenih predmeta sačinjavaju umjetni polimerni materijali (plastika) sa 94,94%. Značajno prevladavanje plastike među prikupljenim predmetima ukazuje da je najveći dio predmeta doplutao na ovo područje nošen površinskim morskim strujanjima i vjetrom. U drugu najzastupljeniju kategoriju pripada kategorija staklo/keramika (2,32%), nakon čega su slijedile kategorije obrađenog drva (1,56%), metala (0,45%), predmeti od gume (0,44%), papira (0,17%), te neidentificirane i/ili kemikalije sa 0,12%. Od ukupno zabilježenih predmeta samo je 0,02% bilo tekstila. Veliki broj pronađenih predmeta na istraživanim plažama odnosi se na razlomljene komadiće polistirena, te komadiće tanke plastike kojima nije bilo moguće odrediti izvor, te plastične čepove i poklopce od pića svrstane u plastičnu ambalažu od hrane te plastične vrećice i plastične folije.

Analizirajući otpad naplavljen na plažama prema brojnosti, utvrđeno je da su najučestaliji pronađeni predmeti Komadići polistirena veličinske kategorije 2,5 – 50 cm, koji su sačinjavali 27,83% (11.705 komada) ukupnog otpada, nakon čega je slijedila kategorija, Komadići plastike 2,5 – 50 cm sa 10,50% (4.417 komada), Plastični čepovi i poklopci od pića sa 6,74% (2.837 komada) te kategorija, Plastične vrećice sa 5,91 %, odnosno 2.486 ukupno sakupljenih komada.

Prema ranije definiranim potencijalnim izvorima prikupljenog otpada, analiza je ukazala da se većina može povezati s ribarstvom i marikulturom (31,19%), s obzirom na veliki dio zabilježenih predmeta koji se koriste u tim aktivnostima (polistirenska ambalaža za pakiranje ribe, mrežice za uzgoj školjkaša). Od ostalih važnijih izvora nakon toga slijede turizam i rekreacijske aktivnosti (19,90%) te nepoznati izvor (10,50%). Na preostale procijenjene izvore preostaje 38,41%.

Čistoća plaža procijenjena je na osnovu indeksa čistoće obale („Clean coast index“): Indeks čistoće (CCI) kao preporuka alata za procjenu čistoće obalnog područja koji mjeri plastični otpad kao pokazatelj čistoće plaža, kako sezonski, tako i ukupno. Prema ovom indeksu plaže Saprun i Sito klasificirane su kao „vrlo prljave“ s vrlo visokim vrijednostima indeksa, dok je plaža Kremena također klasificirana kao „vrlo prljava“, ali na granici vrijednosti sa „prljava“.

Praćenje količina i sastava otpada na površini mora napravljeno je vizualnim promatranjem, s plovila, pri brzini od oko 3 čvora. Na 2 lokacije na moru s po 5 transekata udaljene 1 NM od obale, dok je širina promatračkog transekta iznosila 10 m, što je dovoljno za promatranje plutajućeg otpada u rasponu veličine od 2,5 cm do 50 m. Dužina transekta je odgovarala 1 satu promatranja. Smjer promatranja bio je okomit na smjer kretanja plovila. Svaki uočeni predmet unesen je u listu koja sadrži popis glavnih kategorija i predmeta otpada.

Plutajući je otpad određen na temelju pripadnosti odnosno tipa zabilježenog materijala i njegove veličine. Ukupno je identificirano 836 različitih predmeta plutajućeg otpada. Plastika je najzastupljenija kategorija plutajućeg krutog otpada, kako na pojedinačnim postajama, tako i u ukupnom udjelu sa 95,93%, nakon čega sa značajno manjim udjelom slijede papir i obrađeno drvo sa 1,07%, metal s 0,95%, te guma s 0,35%, neodređeno s 0,23% i staklo s 0,11% ukupnog udjela na svim postajama. Prema pojedinačnim kategorijama, najzastupljenija je Komadići plastike 2,5 cm >< 50 cm sa 18,42%, nakon čega slijede Plastične vrećice za kupovinu sa 16,02%, te Komadići polistirena 2,5 cm >< 50 cm sa 12,32% i Granule poliuretana <5 mm sa

11,96%. U odnosu na važnije potencijalne izvore zabilježenog otpada, procijenjeno je da se 62,57% može povezati s ribarstvom i marikulturom, 17,44% s priobalnim aktivnostima, dok je 7,27% nepoznatog izvora. Prevladavanje navedenih potkategorija otpada ukazuje na činjenicu da se plastika u moru dugo zadržava te se vremenom usitnjuje u manje komade koji dalje nastavljaju svoje dugotrajno putovanje.

Rezultati dobiveni nakon završetka istraživanja pružaju jasniju sliku o količinama, sastavu i potencijalnim izvorima morskog otpada, ali daju i strateški doprinos u pogledu budućeg koordiniranja, usklađivanja i standardizacije praćenja morskog otpada na nacionalnoj razini.

Otkrivanje izvora, odnosno gospodarskog sektora ili ljudske aktivnosti iz koje potječe, ključno je za utvrđivanje ciljanih mjera za borbu protiv morskog otpada i osiguravanje dobrog stanja okoliša. Lastovsko otočje je uglavnom „krajnja stanica“ za morski otpad nošen s drugih područja vjetrovima i morskim strujama. Ipak, dio otpada u moru dolazi i sa samog otoka, nefunkcionalnog lokalnog sustava prikupljanja i zbrinjavanja otpada, neuređenog odlagališta otpada s kojeg vjetar i kiša raznosi otpad u okolno more te neodgovornog ponašanja pojedinaca. Najveći udio zabilježenog morskog otpada je plastika, koja je prema drugim istraživanjima ujedno i najveći problem za morske ptice. Dodatni potencijalni problem primijećen tijekom istraživanja je i organski otpad iz lokalnih restorana koji se neadekvatno zbrinjava i doprinosi širenju populacije štakora koji vrše predaciju na jaja i mlade ptice. Nesanirano odlagalište i dostupnost hrane pomaže u širenju populacije galeba klaukavca koji također negativno djeluje na gniježđenje morskih ptica. Najznačajnije lokalne mjere za smanjivanje utjecaja na morske ptice su: provođenje redovitog čišćenja morske obale, unaprjeđenje sustava prikupljanja i zbrinjavanja otpada na otoku, sanacija lokalnog odlagališta otpada poticanje izbjegavanja prodaje, distribucije i korištenja proizvoda od plastike za jednokratnu upotrebu. Značajan dio zabilježenog morskog otpada potječe iz ribarstva i marikulture, stoga je potrebno zagovarati nacionalne mjere za smanjenje ovog otpada. Kako bi se jasnije utvrdio direktan utjecaj otpada na lokalne populacije morskih ptica potrebno je razviti sustave praćenja plastičnog otpada kraj gnijezda te iz želudaca pronađenih mrtvih ptica. U svrhu praćenja učinkovitosti provedbe nacionalnih i lokalnih mjera za smanjenje morskog otpada potrebno je nastaviti program praćenja (monitoringa) morskog otpada, naročito na plažama, koji će omogućiti određivanje sezonskih kolebanja količine i sastava morskog otpada

kao i odgovarajućih trendova u prostornim i vremenskim razmjerima. U program praćenja se predlaže uključiti i jednostavne analize otpada prikupljenog tijekom akcija čišćenja morske obale i podmorja.

Summary

Monitoring the presence of marine litter is a necessary part to assess the extent and potential impact to devise appropriate methods to mitigate the entry of litter into the sea. Collecting data on marine litter from beaches provides information on the quantities, trends, and sources of marine litter. This information can be used to guide effective mitigation measures and to test the effectiveness of existing laws and regulations.

Recent research in the world indicates the special sensitivity of seabirds due to the possibility of consuming or becoming entangled in marine litter. The project is aimed to determine the amount and composition of litter floating on the sea surface located on beaches within the project area that are important for nesting and feeding of shearwaters Yelkouan shearwater and Scopoli's shearwater and The Audouin's gull. Shearwaters can be particularly sensitive due to surface feeding, poor regurgitation capacity, and lower gastric volume.

During monitoring of marine litter in the Lastovo Islands Nature Park, the following parameters were monitored: the amount and composition of litter deposited on the beach and the quantity and composition of litter on the sea surface. Monitoring was conducted in October 2019, May and October 2020, and May 2021, on the beaches of Kremena, Sapljun, and Sito and on the sea surface around the coast of the Park. The default methodology from the DefishGear project was taken over for monitoring the marine litter deposited on the beaches and the sea surface within the Park. Litter collected on the beaches was classified according to the appropriate categories prescribed in the document "*Beach Litter Monitoring Sheet*" and "*Floating litter monitoring methodology*" whose applicability on our coast was tested in the field through the project DeFishGear (Vlachogianni et al., 2016). Selected monitoring sites must be a minimum of 100 meters in length with a slope of a minimum of 1,5 to a maximum of 4,5 degrees, open to the sea without natural or man-made obstacles, accessible throughout the year, and ideally exempt from any cleaning. In the area of the Park, the beaches of Kremena, Sapljun, and Sito meet these criteria.



Marine debris deposited on the beaches was collected and determined by a given transect. All objects of anthropogenic origin larger than 2,5 cm were recorded in the project given form. The items are classified into 8 basic categories (artificial polymeric materials - plastic and styrofoam, rubber, textiles, paper and cardboard, processed wood, metal, glass and ceramics, and unidentified materials and chemicals). Each category is further expanded with a range of the most common items that can be found on beaches. The total amount of litter collected on all beaches planned for monitoring was analyzed in detail at the qualitative-quantitative level. Each individually collected item was determined its belonging to the appropriate category of materials, and within that its number and mass were determined.

During the monitoring of the amount and composition of marine litter deposited on the beach a total of 42.047 different items of marine litter were recorded, classified, and removed. The total mass of collected litter was 745,70 kg, where the largest share in the mass was the category of Artificial polymeric materials with 55,54% (414,23 kg), followed by treated wood with 33,17% (251,43 kg). The remaining 12% are the remaining categories of marine litter. A trend of an overall increase in the accumulation of marine litter on monitored beaches was observed, especially during May on Sito beach. The largest number of items flooded on the beaches was recorded on Sito beach (20.468), followed by Saplun beach (10.901), and slightly smaller on Kremena beach (10.678). The number of collected litter items at all locations shows significant seasonal oscillations. During the monitoring in the spring part of the year, 12.932 or 13.545 items were collected, while at the same locations in the autumn part of the year 7.420 or 8.142 items of marine litter were collected. That is, in the same part of the year, the total number of collected litter items was similar. The largest seasonal deviation was recorded at the Sito locations, where a significant increase in marine litter intake was recorded, despite previously performed cleaning actions.

In all researched areas, the largest share of recorded objects consists of artificial polymeric materials (plastics) with 94,94%. The significant predominance of plastic among the collected items indicates that most of the items floated to this area were carried by surface sea currents and wind. The second most common category is glass / ceramics (2,32%), followed by the categories of treated wood (1,56%), metal (0,45%), rubber items (0,44%), paper (0,17%), and



Projekt LIFE Artina sufinanciran je sredstvima Europske unije iz LIFE Programa.

Projekt sufinancira Ured za udruge Republike Hrvatske.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

unidentified and / or chemicals (0,12%). Of the total recorded items, only 0,02% were textiles. Many items found on the monitored beaches were primarily related to broken pieces of polystyrene, and items of thin plastic that could not be determined by the source, and plastic caps and lids from beverages classified in plastic food packaging, and plastic bags and plastic foil.

Analyzing the litter deposited on the beaches according to the number, it was determined that the most common items found were Pieces of polystyrene in the size category 2,5 - 50 cm, which accounted for 27,83% (11.705 items) of total litter, followed by category, Pieces of plastic 2,5 - 50 cm with 10,50% (4.417 items), Plastic stoppers and lids from drinks with 6,74% (2.837 items), and the category, Plastic bags with 5,91%, or 2.486 total collected items.

According to previously defined potential sources of collected litter, the analysis indicated that most can be related to fisheries and mariculture (31,19%), given the large number of recorded items used in these activities (polystyrene packaging for fish packaging, shellfish nets). Other important sources are followed by tourism and recreational activities (19,90%), and an unknown source (10,50%) given the significant amounts of plastic items. The remaining 38,41% is estimated on the other sources.

Beach cleanliness was assessed based on the Clean Coast Index (CCI) as a recommendation for a coastal cleanliness assessment tool that measures plastic litter as an indicator of beach cleanliness, both seasonally and overall. According to this index, Saprun and Sito beaches are classified as "very dirty" with very high index values, while Kremena beach is also classified as "very dirty", but on the border of values with "dirty".

Monitoring of the quantities and composition of marine litter on the sea surface was done by visual observation, from the vessel, at a speed of about 3 knots. At 2 locations on the sea with 5 transects 1 NM away from the shore, while the width of the observation transect is 10 m, which is enough to observe floating debris ranging from 2,5 cm to 50 m. The length of the transect corresponded to 1 hour of observation. The direction of observation was perpendicular to the direction of movement of the vessel. Each observed item is entered in a list containing the main categories and items of litter.

Floating litter is determined based on the affiliation or type of recorded material and its size. A total of 836 different floating debris items were identified. Plastic is the most common category

of floating litter, both at individual stations and in the total share with 95,93%, followed by paper and processed wood with a significantly lower share with 1,07%, metal with 0,95%, and rubber with 0,35%, indeterminate with 0,23% and glass with 0,11% of the total share at all stations.

According to individual categories, the most common is Pieces of plastic 2,5 cm > < 50 cm with 18,42%, followed by Plastic shopping bags with 16,02%, and Pieces of polystyrene 2,5 cm > < 50 cm with 12,32% and Polyurethane Granules < 5 mm with 11,96%. Concerning the more important potential sources of recorded litter, it is estimated that 62,57% can be associated with fisheries and mariculture, 17,44% with coastal activities, while 7,27% is of an unknown source.

The predominance of these subcategories of litter indicates the fact that plastic is retained in the sea for a long time and over time is crushed into smaller pieces that continue their long journey. The results obtained after the research provide a clearer picture of the quantities, composition, and potential sources of marine litter, but also provide a strategic contribution to the future coordination, harmonization, and standardization of marine litter monitoring at the national level.

Discovering the source, i.e., the economic sector or human activity from which it originates is crucial for determining targeted measures to combat marine litter and ensure good environmental status. The Lastovo archipelago is mainly the "final stop" for marine litter carried from other areas by winds and sea currents. However, part of the litter in the sea comes from the island itself, a dysfunctional local waste collection and disposal system, an unregulated landfill from which wind and rain disperse waste into the surrounding sea, and irresponsible behavior of individuals. The largest share of recorded marine litter is plastic, which according to other research is also the biggest problem for seabirds. An additional potential problem observed during the research is organic waste from local restaurants, which is inadequately disposed of and contributes to the spread of the population of rats that are endangering eggs and young birds. Untreated landfills and food availability are also helping to expand the population of the blue-headed gull, which also has a negative effect on seabird nesting. The most important local measures to reduce the impact on seabirds are regular cleaning of the seashore, improvement of the waste collection and disposal system on the island, rehabilitation of the local landfill, encouragement to avoid the sale, distribution, and use of disposable plastic



products. A significant part of the recorded marine litter comes from fisheries and mariculture, so it is necessary to advocate national measures to reduce this litter. In order to determine more clearly the direct impact of litter on local seabird populations, it is necessary to develop systems for monitoring plastic litter near nests and dead birds found in the stomachs. To monitor the effectiveness of national and local measures to reduce marine litter, it is necessary to continue the program of monitoring (monitoring) marine litter, especially on beaches, which will determine seasonal fluctuations in the amount and composition of marine litter as well as relevant spatial and temporal trends. It is proposed to include in the monitoring program simple analyzes of litter collected during sea and submarine cleaning actions.



Projekt LIFE Artina sufinanciran je sredstvima Europske unije iz LIFE Programa.

Projekt sufinancira Ured za udruge Republike Hrvatske.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. Uvod..... | 12 |
| 2. Vrste morskog otpada i porijeklo | 14 |
| 3. Stanje gospodarenja morskim otpadom u Republici Hrvatskoj | 17 |
| 4. Utjecaj morskog otpada na morske ptice | 21 |
| 5. Metodologija uzorkovanja, mjerenja i laboratorijske obrade | 23 |
| 5.1. Količina i sastav krutog otpada naplavljenog na obali..... | 23 |
| 5.2. Količina i sastav krutog otpada na površini mora | 29 |
| 6. Rezultati monitoringa | 33 |
| 6.1. Monitoring količine i sastava krutog otpada naplavljenog na obali | 33 |
| 6.2. Monitoring sastava i količine plutajućeg krutog otpada na površini mora | 48 |
| 7. Međunarodna istraživanja utjecaja otpada na morske ptice | 54 |
| 8. Mjere za smanjenje otpada iz mora i daljnje praćenje stanja | 58 |
| 9. Rasprava..... | 60 |
| 10. Preporuke..... | 68 |
| 11. Zaključci..... | 70 |
| 12. Prijedlog lokalnih mjera za smanjenje otpada iz mora | 72 |
| 13. Literatura | 75 |

1. Uvod

Povijest onečišćenja morskog okoliša seže do samih početaka povijesti ljudske civilizacije. Međutim, problematika s onečišćenjem morskim otpadom nije dobila značajniju pažnju sve dok nije postignuta razina praga sa štetnim posljedicama na ekosustave i organizme. Usprkos tome, u većini se zemalja i dalje stvaraju ogromne količine otpada, a trendovi su općenito u porastu. Morski otpad se općenito određuje kao bilo koji postojani, proizvedeni ili prerađeni čvrsti materijal koji nije prirodnog podrijetla nego ga je proizveo i koristio, te odbacio čovjek izravno u more ili je pak taj materijal tamo dospio s kopna putem rijeka, odvodnje i kanalizacije ili vjetrom. Pojavljuje se kao plutajući na površini mora, ispod površine mora (u vodenom stupcu), na morskom dnu, te naplavljen na plažama (UNEP, 2009). Morski otpad je posljedica načina na koji pojedinci i društvo stvaraju i odnose se prema otpadu na kopnu. Vezano uz socio-ekonomsko i industrijsko stanje, odnosno razvoj društva, umnožavaju se i načini kao i putevi unosa i dospijevanja otpada, odnosno njegov prijenos u morskom okolišu. Međutim, bez obzira na izvor i porijeklo, morski otpad je rasprostranjena pojava na području čitavog Jadranskog mora, te trajan ekološki i sociološki problem svake države koja ima izlaz na njega. Morski otpad predstavlja jednu od najbrže rastućih prijetnji morskim ekosustavima s velikim okolišnim i gospodarskim posljedicama, a veliki udio količina odnosi se na plastični materijal koji zbog svoje dugovječnosti predstavlja najveću opasnost za morski život, okoliš i ljudsko zdravlje. Važno je napomenuti da otpad dospijeva u more isključivo uslijed ljudskih aktivnosti na kopnu ili moru, odnosno zbog nedostataka i propusta u sustavu gospodarenja otpadom. Morski otpad je prepoznat kao jedna od glavnih prijetnji morskim ekosustavima kako na globalnoj razini, tako i u Mediteranu zbog svojih ekoloških, ekonomskih, sigurnosnih, zdravstvenih i kulturnih utjecaja. Može se naći u svim svjetskim morima i oceanima, ne samo u gusto naseljenim područjima, nego i u onima daleko od očitih izvora unosa i ljudskog utjecaja. Predstavlja važan i složeni višedimenzionalni izazov sa značajnim posljedicama na morski i priobalni okoliš, kao i ljudske priobalne i maritimne aktivnosti u cijelom svijetu, potencijalno ugrožavajući funkcionalnost samog ekosustava i smanjenje kvalitete priobalnih voda za ribolov i turizam. Ovi su utjecaji jednako kulturalni kao i multisektorski, a posljedica su loše prakse gospodarenja



otpadom, nedostatka odgovarajuće infrastrukture, štetnih utjecaja ljudskih aktivnosti i neodgovarajućeg ponašanja javnosti nesvjesne mogućih posljedica svojih postupaka.

Ovome treba pridodati i izostanak provedbe odgovarajućih zakonskih i provedbenih sustava na svim razinama; međunarodnim, regionalnim i nacionalnim kao i nedostatka financijskih sredstava za njegovo uklanjanje. Procjenjuje se da oko 80% otpada u more dopijeva iz kopnenih izvora i aktivnosti s kopna, primjerice komunalni otpad s nepropisnih odlagališta, ispiranjem u more oborinskim vodama, kao nusprodukt ekstenzivnih i nekontroliranih turističkih aktivnosti i sl. Oko 20% morskog otpada završava kao rezultat neodgovornih aktivnosti u pomorskom prometu i ribarstvu (UNEP, 2009). Tim više što su trendovi proizvodnje plastike u stalnom porastu, dodatni problem plastičnog otpada, kao najzastupljenijeg u prirodi je što se s vremenom ne razgrađuje nego se raspada na sitne komadiće, tzv. mikroplastiku. Ona predstavlja iznimnu i dalekosežnu prijetnju za okoliš i živa bića obzirom da potencijalno može dospjeti u hranidbeni lanac. Smatra se da čak oko 80% ukupnog otpada na Mediteranu čini mikroplastika koja nastaje raspadanjem i usitnjavanjem plastičnog otpada koji je već prisutan u moru (UNEP, 2009; UNEP/MAP, 2015).



Projekt LIFE Artina sufinanciran je sredstvima Europske unije iz LIFE Programa.

Projekt sufinancira Ured za udruge Republike Hrvatske.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

2. Vrste morskog otpada i porijeklo

Kruti otpad koji dopiye u more je raznolikog porijekla, uporabe, sastava, veličine, oblika, trajnosti, ekološke „prihvatljivosti“ itd. Glavne kategorije otpada su razne vrste plastike, metala, stakla, gume i papira. Svi ti materijali u svojoj završnici čine štetu na više razina: od vizualne do ugrožavanja živog svijeta u okolišu. Osim toga, morski otpad predstavlja rizik za ljudsko zdravlje, stvara smetnju aktivnostima na moru, te umanjuje kvalitetu korištenja morske vode (ribarstvo ili bilo koje drugo legitimno korištenje mora). Među predmetima koji su u cijelosti ili u dijelovima postali otpad, značajno prevladavaju umjetni materijali pod zajedničkim nazivom plastika, predstavljeni u 5 glavnih plastomera od ukupno 50-ak postojećih: polietilen (PE), polipropilen (PP), polietilentereftalan (PET), polivinilklorid (PVC) i polistiren (PS). U ukupnom otpadu iz mora prevladavaju plastomeri, koji u njegovom plutajućem obliku čine i više od 80 – 90%. Sposobnost plutanja, te spora razgradivost plastičnog otpada jedan je od najvećih problema kada se nađe u morskom okolišu. S vremenom, pod utjecajem prirodnih procesa, plastika „stari“ te se postupno razgrađuje fragmentacijom na manje dimenzije. Prema veličinskim frakcijama, otpad dimenzija do 20 mm se klasificira kao mali, a manje od 5 mm kao mikrootpad, odnosno mikroplastika. Ovaj segment morskog otpada je najslabije istražen, a ujedno je i potencijalno najopasniji jer ga razni morski organizmi mogu zamijeniti za plijen, pa kao takav može izravno ući u hranidbeni lanac. Kako bi sa sigurnošću mogli prepoznati mjesta i načine stvaranja morskog otpada potrebno je utvrditi lokaciju i način nastanka, te ulaska u morsko okruženje, odnosno način prijenosa i dopijevanja na određena područja. Poznavanje navedenog nužno je i za određivanje djelotvornih postupaka i mjera usmjerenih ka uklanjanju i ublažavanju utjecaja, što su i zahtjevi integrirani *Okvirnom direktivom o morskoj strategiji* (ODMS – MSFD; *Marine Strategy Framework Directive*). Otpad dopiyeva u mora iz različitih točkastih i difuznih izvora koji mogu biti kopneni i morski, a također može prijeći velike udaljenosti prije nego dopiye na obalu ili potone na morsko dno. Određivanje izvora može biti teško i zahtjevno, pogotovo kada se otpad duže vremena zadrži u morskom okolišu. Morski otpad se ne sastoji samo od predmeta koji se razmjerno lako mogu odrediti i povezati s određenim izvorom (npr. štapići za uši – kanalizacijski izvori, opušci cigareta – priobalne aktivnosti, ribarski alati – ribolovni sektor), nego i od pojedinačnih predmeta koji mogu potjecati

iz različitih izvora (plastične boce – turizam, pomorski promet, itd.), te neodređenih predmeta poput malih plastičnih fragmenata nastalih raspadanjem većih. Takve je fragmente vrlo teško odrediti u odnosu na početnu svrhu i podrijetlo. Nadalje, određeno područje može biti izloženo pritisku otpada iz različitih izvora; lokalnih, regionalnih ili čak udaljenih, jer otpad može dospjeti morskim strujama i vjetrovima s velikih udaljenosti. Zbog svoje postojanosti i male mase, te mogućnosti plutanja osobito se plastika može prenijeti na velike udaljenosti i ostati u moru neodređeno vrijeme, što onda otežava procjenu zemljopisnog, sektorskog i vremenskog podrijetla. Iz svega navedenog jasno je da je precizno utvrđivanje podrijetla različitih predmeta koji čine morski otpad težak i složeni zadatak.

Prema definiranim izvorima (Veiga i sur., 2016), otpad iz mora se može razvrstati u više različitih glavnih kategorija koje uglavnom uključuju:

- a) priobalne aktivnosti (uključuju loše gospodarenje otpadom, turizam i rekreacijske aktivnosti),
- b) ribarstvo i marikultura,
- c) pomorstvo,
- d) ilegalna odlagališta,
- e) osobna higijena i kanalizacijski izvori (npr. štapići za uši, tamponi itd.),
- f) povezano s medicinskim aktivnostima,
- g) poljoprivreda,
- h) neodređeni izvori.

Ova se podjela temelji na pretpostavci da se određeni predmeti pronađeni u otpadu iz mora uobičajeno ili učestalo koriste u pojedinim sektorima (npr. turizam) ili se ispuštaju u okoliš po jasno definiranim putovima (npr. kanalizacijski ispusti). Svijest o značaju kojeg otpad iz mora predstavlja s obzirom na okoliš, gospodarstvo i zdravlje ljudi sve je prisutnija, a posebno na razini upravljanja morem kao najznačajnijim gospodarskim resursom o čijoj ravnoteži i očuvanosti ovise brojni ekosustavi, odnosno njihovo gospodarsko korištenje. Premda je problematika vezana za morski otpad prisutna više od 30-ak godina na području Mediterana, kod izrade procjena količina i vrsta, kao i izvora morskog otpada koje su do sada napravljene, nailazilo se uglavnom na problem nepostojanja odgovarajućeg zajedničkog pristupa procjeni i praćenju ove vrste otpada. Najčešće uočeni nedostaci odnose se na lošu ili nepostojeću



administrativnu koordinaciju, nedostatna financijska sredstva i tehničke kapacitete te slabu provedbu postojećeg zakonodavstva vezanog za gospodarenje otpadom. Osim toga, evidentno je nepostojanje dovoljne baze podataka o količinama, sastavu i trendovima morskog otpada, slabo razumijevanje oceanografskih i klimatskih procesa koji utječu na njegovu raspodjelu i zadržavanje u morskom okolišu, te poznavanje daljnje sudbine morskog otpada kada jednom dospije u more (vrijeme razgrađivanja, tonjenja na dno i slično). Nadalje, na regionalnoj su razini metodologija uzorkovanja i analize podataka slabo razvijeni i nedovoljno međusobno usporedivi. S obzirom da su istraživanja i akcije prikupljanja otpada uglavnom provodile nevladine organizacije i pojedinci na manjim područjima (obično plažama), ona nisu rađena ciljano, pa su i dobiveni podaci oskudni i prostorno izolirani, te kao takvi slabo usporedivi. U okviru izrade procjene postojećeg stanja morskog otpada, potrebno je također izraditi procjenu njegovih ekonomskih učinaka te dodatno istražiti utjecaj morskog otpada na prirodne resurse i ljudsko zdravlje, sljedeći regionalni pristup te pristup Europske komisije (EK) u primjeni ODMS. Prema izvješću Svjetskog ekonomskog foruma, u svjetskim će oceanima do 2050. biti više plastike nego ribe. Proizvodnja plastike porasla je s 15 milijuna tona u šezdesetim godinama 20. stoljeća na 311 milijuna tona u 2014. godini, a očekuje se da će se utrostručiti do 2050. Danas plastika predstavlja 80% otpada u svim oceanima svijeta (UNEP, 2009; UNEP/MAP, 2015). Iako je prevencija onečišćenja morskog okoliša otpadom osigurana donošenjem više pravnih dokumenata na međunarodnoj, regionalnoj i nacionalnim razinama, učinkovitost takvih instrumenata i inicijativa još uvijek nije jasna. Za sada ne postoji konvencija koja je izravno posvećena rješavanju problema onečišćenja morskom plastikom, niti jedinstveni mehanizmi za regulaciju i kontrolu njezinog širenja. Uzimajući u obzir da onečišćenje mora proizlazi iz kopnenih i morskih izvora, potrebno je odrediti mjere koje izravno reguliraju onečišćenje mora i općenitije mjere usmjerene na smanjenje proizvodnje, prodaje i potrošnje plastike, što može imati značajnu ulogu u smanjenju zagađenja mora morskim otpadom.



Projekt LIFE Artina sufinanciran je sredstvima Europske unije iz LIFE Programa.

Projekt sufinancira Ured za udruge Republike Hrvatske.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

3. Stanje gospodarenja morskim otpadom u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj problematika morskog otpada je dijelom sastavni dio sadržaja krovnog Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19), u kojem se smatra posebnom kategorijom otpada (čl.53). Morski otpad je definiran kao „otpad u morskom okolišu i obalnom području u neposrednom kontaktu s morem koji nastaje ljudskim aktivnostima na kopnu ili moru, a nalazi se na površini mora, u vodenom stupcu, na morskom dnu ili je naplavljen“ (čl. 4.). U okviru članka 16. navedenog zakona gospodarenje otpadom u morskom okolišu obuhvaća aktivnosti „gospodarenja otpadom nastalim usred istraživanja i iskorištavanja epikontinentalnog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja, potapanje otpada s plovnog objekta, zrakoplova i gospodarenje morskim otpadom“.

Okvirna direktiva o morskoj strategiji Europskog Parlamenta i Vijeća od 17. lipnja 2008. (2008/56/EZ) uspostavlja okvir za djelovanje Zajednice u području politike morskog okoliša, unutar kojeg države članice moraju poduzimati mjere za postizanje ili održavanje dobrog stanja morskog okoliša (DSO – GES Good Environmental Status) najkasnije do 2020. godine, uključujući i one vezane za morski otpad koji je definiran kao jedan od važnih pritisaka na morski okoliš. Republika Hrvatska je donošenjem Uredbe o uspostavi okvira za djelovanje RH u zaštiti morskog okoliša (NN 136/11), te Uredbe o izradi i provedbi dokumenata Strategije upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem (NN 112/14, 39/17, 112/18) u nacionalno zakonodavstvo transponirala odredbe ODMS i na nju povezane Odluke komisije 2010/477/EU o kriterijima i metodološkim standardima o dobrom stanju morskog okoliša, te Protokol Barcelonske konvencije o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja (NN-MU 8/2012, tzv. IUOP protokol). Uredbom se uređuju polazne osnove i mjerila za izradu, razvoj, provedbu i praćenje provedbe Strategije zaštite morskog okoliša i obalnog područja koja svoju zakonsku obvezu izrade ima u Zakonu o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18). Uredbom se također postavlja okvir za koordinaciju i integraciju procesa planiranja upravljanja za morsko (sukladno ODMS-u) i obalno (sukladno IUOP protokolu) područje Republike Hrvatske.



Prema odredbama ODMS donesen je Program mjera zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem (2017). Programom se određuju mjere koje je potrebno poduzeti radi postizanja i/ili održavanja dobrog stanja okoliša te mjere koje je potrebno poduzeti radi ostvarivanja ciljeva upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem. Jedan od strateških prioriteta Programa mjera zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem (NN 97/17) je Strateški prioritet 3. Poboljšanje provedbe instrumenata za postizanje dobrog stanjaorskog okoliša i obalnog područja koji sadrži posebni cilj 3.3. Unaprjeđenje sustava upravljanja morskim otpadom.

Neovisno o izvoru i načinu dospijevanja, morski otpad je rastući okolišni problem na području Jadranskog mora i trajan ekološki i sociološki izazov okolnih država. Uz probleme nakupljanja otpada na plažama, ugroženo je i morsko dno na kojemu su zabilježene velike količine otpada. Količina i zastupljenost plastičnog otpada na dnu Jadranskog mora među najvišima je u Europi nakon sjeveroistočnog dijela Sredozemnog i Keltskog mora. Područje uz Jadransko more je gusto naseljeno uz visok stupanj razvoja i industrijalizacije. Otpad tamo dospijeva od oko četiri milijuna ljudi koji žive uz njegove obale, a broj se tijekom turističke sezone poveća gotovo šest puta. Osim ekološkog, morski otpad ima i važan društveno – ekonomski utjecaj koji pogađa obalne zajednice koje većim dijelom svoj lokalni razvoj temelje na turizmu.

Problemorskog otpada je sve vidljiviji i očigledniji u Republici Hrvatskoj, a poznavanje njegove problematike uglavnom odgovara stanju na području Mediterana. Jadran je svojom površinom (138.600 km²) relativno malo i plitko poluzatvoreno more povezano s ostalim dijelom Mediterana 70 km širokim Otrantskim vratima. S obzirom na gusto naseljene i industrijalizirane obale, kao i na intenzivan brodski promet, te režimorskog strujanja, zabilježen je značajan utjecaj opterećenja morskim otpadom.

Premda je problematikaorskog otpada prepoznata kao jedna od glavnih prijetnji morskim ekosustavima u Mediteranu zbog svojih ekoloških, ekonomskih, sigurnosnih, zdravstvenih i kulturnih utjecaja, za hrvatski je dio Jadranskog mora problem nedostatak odgovarajućih podataka iz sustavnih istraživanja. Povremeno su provedene akcije čišćenja otpada s plaža, kao i ronjenjem sorskog dna, ali bez usklađene metodologije i bez analize prikupljenih količinaorskog otpada. Takvi podaci prikupljeni u različitim inicijativama uglavnom nisu usporedivi i onemogućavaju valjane zaključke o prethodnoj ili sadašnjoj situaciji i praćenje



Projekt LIFE Artina sufinanciran je sredstvima Europske unije iz LIFE Programa.

Projekt sufinancira Ured za udruge Republike Hrvatske.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost.

trendova. Pored otpada koji na različite načine i kroz različite aktivnosti dopijeva u more, poseban problem predstavlja unos prekograničnog otpada koji morskim i vjetrovnim strujama dopijeva iz susjednih zemalja na Jadranskom moru, posebice za vrijeme iznimno nepovoljnih meteoroloških i hidroloških prilika. Takav otpad na području južnog Jadrana može činiti gotovo 70% udjela u ukupnoj količini.

Problemom onečišćenja plastičnim otpadom posebno su pogođeni južnodalmatinski otoci uslijed postojećeg režima cirkulacije i zbog dugog razdoblja jakih južnih vjetrova. Na južnim obalama izloženih otoka (Vis, Mljet, Korčula, Lastovo) i poluotoku Pelješcu izražen je povećani akumulacijski potencijal prekograničnog otpada. Obala ovih otoka nije izrazito razvedena, mjestimice je strma i teže pristupačna. Izložena je intenzivnom utjecaju valova, posebice na južnim dijelovima otoka. Kako je obala hrvatskog dijela Jadrana većinom strma i stjenovita znatni dio otpada ne bude izbačen na obalu već dugo pluta dok ne potone (vrećice, plastične PET boce) na morsko dno i akumulira se u određenim područjima niske energije strujanja mora. Poseban problem predstavljaju pretežno nenaseljene i građevinski nedirnite uvale u obliku lijevka koje su povremeno značajno opterećene otpadom doplutalim s mora. Posebno su ugrožene uvale okrenute prema jugoistoku, jugu i jugozapadu. Uz vjetrove južnih smjerova, na kretanje plutajućeg otpada jednako utječu i morske struje.

U posljednjem je desetljeću Hrvatska doživjela više ekstremnih ekoloških katastrofa vezano uz plutajući otpad (uglavnom plastične boce, vrećice i ostali plastični otpad u golemim količinama) koji je nanesen na obalu. S prvim jesenskim i rano zimskim nevremenima uzrokovanim južnim i jugoistočnim vjetrovima započinje naplavlivanje obale velikim količinama otpada. Izuzetno velika gustoća morskog otpada zabilježena na hrvatskim plažama (2,9 predmeta/m²), uglavnom je posljedica visokih vrijednosti zabilježenih na otoku Visu (11±3,9 predmeta/m²) tijekom ovakvih događaja (Vlachogianni i sur., 2017).

Rezultati modeliranja Liubartseva i sur. (2016) za unos plastičnog otpada na obalu, izračunato za 54 odabrana obalna segmenta u razdoblju od 6 godina, pokazuju da otoke Vis i Mljet karakteriziraju potencijalno visoki unosi plastike od 4 kg/(po km na dan), odnosno 18,8 kg/(po km na dan).

Premda je problematika morskog otpada u hrvatskom dijelu Jadrana prisutna već dulje vrijeme, naše su spoznaje o tome još uvijek prilično oskudne. Podaci znanstvenih istraživanja o njegovoj



količini, rasprostranjenosti i sastavu poprilično su rijetki i ograničeni, te kao takvi nedovoljni za donošenje sustavnih zaključaka o njegovim trendovima. Više je razloga tome, ali uglavnom je posljedica nepostojećeg sustava praćenja i bilježenja podataka o otpadu iz mora. Većina postojećih objavljenih podataka potječe iz rijetkih i prostorno raštrkanih znanstvenih istraživanja ili akcija čišćenja koje se provode uglavnom na plažama izvan turističke sezone na inicijativu jedinica lokalne samouprave, županija ili koncesionara, te pojedinačnim akcijama nevladinih udruga za zaštitu okoliša (poput udruge Sunce, Zelena akcija itd.) u suradnji s lokalnim vlastima. Postoje i aktivnosti uklanjanja morskog otpada kroz pojedine akcije ronilačkih klubova. Takve ronilačke ekološke akcije obično su pokretane zbog vađenja krupnijeg otpada uz obale i rive manjih naselja. Međutim, nije razvijeno sustavno koordiniranje takvih aktivnosti prikupljanja otpada, kao niti evidencija i praćenje tako prikupljenog otpada s podacima o sastavu, prostornoj rasprostranjenosti i potencijalnim izvorima. U većini slučajeva prikupljeni su podaci prijavljeni kao ukupna količina prikupljenog otpada ili količina otpada prikupljena prema vrsti materijala bez daljnje klasifikacije vrsta predmeta.



Projekt LIFE Artina sufinanciran je sredstvima Europske unije iz LIFE Programa.

Projekt sufinancira Ured za udruge Republike Hrvatske.

Projekt je sufinanciran sredstvima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

4. Utjecaj morskog otpada na morske ptice

Plastični otpad iz mora utječe na životinje ulaskom u hranidbenu mrežu te zaplitanjem životinja u plastične mase, ali doprinosi i širenju neautohtonih vrsta. Morski kralježnjaci, kod kojih je zabilježena konzumacija i zaplitanje u otpad iz mora, uključuju mnoge zaštićene i ugrožene vrste. Nedavnim istraživanjem otkriveno je da se broj vrsta morskih ptica kod kojih je zabilježena konzumacija ili zaplitanje od 1990-ih godina povećao, s 44 na 56% (138 do 174 vrste). Slična situacija je i kod utjecaja na morske vrste sisavaca, kornjače i ribe. (Good i sur. 2020).

Morske ptice posebno su osjetljive na konzumaciju plastike koja se nalazi u moru. Većina vrsta morskih ptica hrani se na ili u blizini površine mora te često zamjenjuje plastiku za plijen (Provencher 2019). Posebna pozornost unutar projekta LIFE Artina obratila se na cjevonosnice, koje su kako navodi Hameru (2013.) pelagične, dugovječne ptice s niskom reproduktivnom stopom, te na njih snažno utječu prijetnje poput grabežljivaca, konzumacija plastike te smrtnost prilikom ribolova parangalima, što dovodi brojne vrste do ruba izumiranja.

Problematika konzumacije plastike prvi je put zabilježena kod morskih ptica 1960-ih, dok danas postoji relativno sveobuhvatna i raširena literatura o utjecaju otpada na morske ptice, u usporedbi s drugim skupinama morske faune (Provencher 2019). Broj morskih ptica koje umiru pod utjecajem plastičnog otpada u moru, trenutno se procjenjuje na 1 milijun godišnje. Ova statistika postaje još ozbiljnija uzme li se u obzir brzina rasta ovog problema. Prema podacima WWF-a objavljenih 2018. godine, 1960. godine utvrđena je prisutnost plastike u želucu kod manje od 5% proučavanih primjeraka morskih ptica, dok se taj broj 1980. godine povećao na 80%. Na temelju istraživanja i suvremenih studija, očekuje se da će do 2050. godine 99% svih vrsta morskih ptica u želucu imati plastiku (Slika 1).

U cilju kontrole količine proizvedenog otpada vlade širom svijeta traže načine za praćenje izvora otpada i načina na koji on dospijeva u okoliš. Praćenje želučanog sadržaja subarktičke vrste morske ptice sjeverni fulmar (*Fulmarus glacialis*) kao pokazatelja kakvoće okoliša jedan je od primjera provedbe praćenja stanja u okviru konvencije Oslo-Pariz (OSPAR) i Okvirne direktiva o morskoj strategiji (MSFD) (Acampora 2016).



Slika 1 Broj morskih ptica koje umiru pod utjecajem plastičnog otpada u moru, trenutno se procjenjuje na 1 milijun godišnje (Autor: Udruga Sunce)

5. Metodologija uzorkovanja, mjerenja i laboratorijske obrade

Odabrana metodologija uzorkovanja, mjerenja i laboratorijske obrade podataka slijedili su preporučenu metodologiju za pojedine promatrane pokazatelje, odnosno prema pripadnosti pojedinoj skupini otpada preporučenoj prema EU MSFD TG10 „Smjernice o praćenju otpada iz mora u europskim morima“ (*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, 2013*) - MSFD Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML) European Commission – ODMS Tehnička podgrupa za morski otpad Europske komisije (Galgani i sur., 2013), uzimajući u obzir nacrt UNEP/MAP MEDPOL „Dokument o praćenju ekološkog cilja 10: otpad iz mora (2014)“; (UNEP/MAP MEDPOL Monitoring Guidance Document on Ecological Objective 10: Marine Litter (2014), čija je primjenjivost na našoj obali ispitana na terenu kroz projekt DeFishGear (Vlachogianni i sur., 2015a). Za potrebe provođenja monitoringa morskog otpada na području Parka prirode „Lastovsko otočje“ praćeni su sljedeći parametri: – količina i sastav krutog otpada naplavljenog na obali, – količina i sastav krutog otpada na površini mora.

5.1. Količina i sastav krutog otpada naplavljenog na obali

Metodologija primijenjena za monitoriranje ovog parametra pripravljena je temeljem preporuka EU MSFD TG10 „Smjernice o praćenju otpada iz mora u europskim morima (2013.)“; (*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, 2013*), OSPAR „Smjernice za praćenje otpada iz mora na plažama u OSPAR- ovom pomorskom području (2010); (OSPAR “Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area (2010)) i NOAA „Praćenje i procjena otpada iz mora: preporuke za praćenje trendova otpada iz mora u morskom okolišu (2013.); (NOOA „Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment“ (2013), uzimajući u obzir nacrt UNEP/MAP MEDPOL „Dokument o praćenju ekološkog cilja 10: otpad iz mora (2014)“; (UNEP/MAP MEDPOL Monitoring Guidance Document on Ecological Objective 10: Marine Litter (2014), čija je primjenjivost na našoj obali ispitana na terenu kroz projekt DeFishGear (Vlachogianni, 2015a).

5.1.1. Korištena metodologija

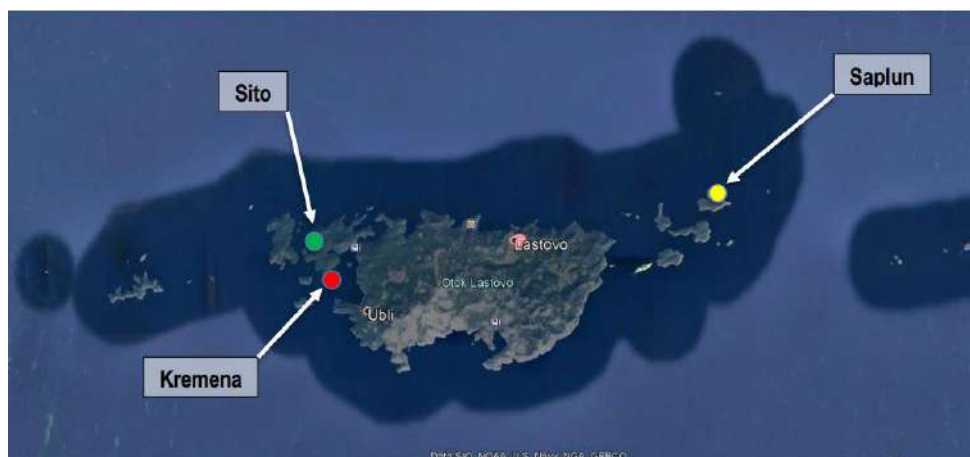
Lokacije za praćenje stanja otpada iz mora na plažama odabrane su temeljem zadanih kriterija detaljno opisanih u dokumentu Vlachogianni i sur. (2015a), kao i u projektnom zadatku (Tutman, 2019: „Prilagodba protokola za monitoring otpada iz mora na plažama i na morskoj površini, definiranje točaka uzorkovanja na području Parka prirode Lastovsko otočje, te obrada prikupljenih podataka u okviru projekta LIFE ARTINA – LIFE17 NAT/HR/000594 “Seabird Conservation Network in the Adriatic”). Lokacije praćenja stanja odabrane su uz zadovoljavanje sljedećih kriterija:

- da imaju minimalno 100 metara duljine, od početka do kraja plaže po njenoj dužini,
- nagib od minimalno 1,5 do maksimalno 4,5 stupnjeva,
- da su otvorene prema moru bez prirodnih ili umjetnih prepreka koje bi zadržavale otpad iz mora, pristupačne kroz cijelu godinu,
- u idealnom slučaju biti izuzete od bilo kakvog čišćenja.

Temeljem ranije spomenutih preporuka strategije za standardizirano praćenje otpada iz mora naplavljenog na obali, te prijedloga od strane PP Lastovsko otočje, monitoring je obavljen na plažama Kremena, Saplun i Sito (Tablica 1, Slika 2, Slika 3, Slika 4, Slika 5). S obzirom na pretpostavku da je otpad u okolišu heterogeno rasprostranjen u ovisnosti o ljudskim aktivnostima te geografskim, oceanografskim i meteorološkim uvjetima, lokacije uzorkovanja određene su na način da se razlikuju u izloženosti (vjetar/valovi/morske struje), odnosno po pretpostavljenim različitim pritiscima s kopna i mora. Sve su tri plaže izložene različitim hidrografskim uvjetima kao i vjetrovima, te imaju najveće površine.

Tablica 1 Lokacije za monitoring otpada naplavljenog na obali

| | Plaža | Dužina (m) | Širina (m) | Tip plaže | Vjetrovi |
|----|---------|------------|------------|-----------|----------------------|
| 1. | Kremena | 150 | 20 | šljunak | bura |
| 2. | Saplun | 150 | 10 | pijesak | tramuntana/ maestral |
| 3. | Sito | 100 | 10 | šljunak | maestral |



Slika 2 Područje otoka Lastova s lokacijama monitoringa otpada naplavljenog na obali.



Slika 3 Lokacija za monitoring otpada naplavljenog na obali; plaža Kremena (Autor: Udruga Sunce)



Slika 4 Lokacija za monitoring otpada naplavljenog na obali; plaža Sito (Autor: Udruga Sunce)



Slika 5 Lokacija za monitoring otpada naplavljenog na obali; plaža Saplun (Autor: Udruga Sunce)

Na plažama Saplun i Sito praćenje je obavljeno na jednom transektu od 100 x 10 metara, dok je praćenje stanja otpada na plaži Kremena rađeno na jednom transektu od 100 x 20 m. Na svakoj je plaži u četiri navrata provedeno praćenje stanja morskog otpada naplavljenog na obali (listopad 2019. i 2020., te svibanj 2020. i 2021.). Praćenje stanja morskog otpada naplavljenog na obali provedeno je na standardizirani način (Vlachogianni i sur., 2015a), tako da su se po zadanom transektu prikupljali i određivali svi predmeti antropogenog porijekla veći od 2,5 cm, koji su se bilježili u projektu zadanom formularu (Slika 6). Predmeti su svrstani u 8 osnovnih kategorija (umjetni polimerni materijali – plastika i stiropor, guma, tekstil, papir i karton, obrađeno drvo, metal, staklo i keramika, te neidentificirani materijali i kemikalije) (Slika 7).

Svaka kategorija dalje je proširena s nizom najčešćih predmeta koji se mogu pronaći na plažama. Svaki uočeni predmet unijet je u listu za unos, koja sadrži popis glavnih kategorija i predmeta zabilježenog otpada. Svaka vrsta predmeta u listi sadrži jedinstveni identifikacijski broj; prikupljeni su podaci unijeti u listu tijekom promatranja.



Slika 6 Unos podataka o količini i vrsti otpada u monitoring protokol (Autor: Udruga Sunce)



Slika 7 Razvrstavanje otpada prema materijalu (Autor: Udruga Sunce)

Uzevši u obzir postojeće klasifikacije izvora otpada (UNEP/MAP, 2015; Veiga i sur., 2016; Vlachogianni i sur., 2017), te specifičnost istraživanih područja, prilagođena je lista izvora otpada koja se temelji na International Coastal Cleanup (ICC) kampanjama globalno koordiniranim od strane američke nevladine udruge Ocean Conservancy. Morski otpad naplavljen na obalu tako je klasificiran u 5 glavnih kategorija:

- **Uzobalne aktivnosti** (turizam, rekreacija, gospodarenje otpadom) – otpad koji se ubraja u ovu kategoriju uključuje predmete koji nastaju od aktivnosti na kopnu kao što su turizam i rekreacija (korisnici plaža, otpad iz djelatnosti sporta i rekreacije, plažni ugostiteljski objekti, hoteli, festivali, neadekvatno gospodarenje otpadom na plaži) kao i otpad koji nastaje na kopnu nošen djelovanjem vjetra, oluja i rijeka zbog lošeg gospodarenja otpadom od strane jedinica lokalne samouprave. Indikativni predmeti ove kategorije su plastične trgovačke vrećice, boce i limenke za piće, čepovi/poklopci, posuđe i pribor za jelo, ambalaža hrane, slamke, igračke, baloni, itd.
- **Aktivnosti na moru** (plovidba, ribolov, marikultura) – otpad koji se ubraja u ovu kategoriju uključuje predmete koji nastaju na bilo kojoj vrsti teretnih/vojnih/putničkih plovila poput rekreacijskih čamaca, ribolovnih brodova, brodova za krstarenje, trajekata

i kao rezultat gospodarskog i rekreacijskog ribolova te akvakulture (Slika 8). Također uključuje i otpad odobalne industrije (platforme). Indikativni predmeti ove kategorije su spremnici ribolovnih mamaca, spremnici sredstava za čišćenje, plutače/bove, vrše, ribolovne mreže, mreže za dagnje i kamenice, ribolovne kašete, kante, ribolovni monofilament, štapići kemijskog svjetla, ambalaža naftnih derivata, palete, plastične folije, konopci i trake za vezivanje, itd. (Slika 9).

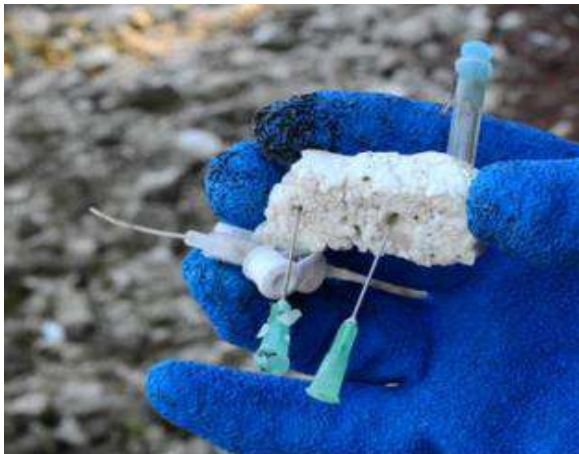
- **Aktivnosti vezane uz pušenje** – otpad koji se ubraja u ovu kategoriju obuhvaća nepropisno odbacivanje opušaka, filtera za cigarete, upaljača, kutija i vrećica za cigarete kao i ostalog pribora (papir i sprave za motanje duhana).
- **Odbacivanje otpada** – otpad koji se ubraja u ovu kategoriju odnosi se na otpad nepropisno ostavljenim ili odloženim u okolišu odnosno onaj otpad koji je karakterističan za ilegalna odlagališta kao što je građevni otpad, dijelovi automobila, električni i elektronički uređaji i oprema, baterije i akumulatori, odjeća i obuća, itd.
- **Medicinska i osobna higijena** – otpad koji se ubraja u ovu kategoriju obuhvaća predmete vezane uz medicinsku i osobnu higijenu (Slika 10). Mogu potjecati od korisnika kojih ih ostavljaju ili odlažu direktno na obali ili ih ubacuju u zahodska školjke ili odbacuju na ulicama, a koji kasnije kroz kanalizacijski sustav fekalne, oborinske ili mješovite odvodnje dostižu u priobalje tj. morski okoliš. Uključuje i sličan otpad kojim se nepropisno gospodari na moru. Prisutnost ovih predmeta može biti indikator prisutnosti oku nevidljivog onečišćenja. Indikativni predmeti ove kategorije su kondomi, dječje pelene, (vlažne) maramice, ulošci, tamponi, šprice, tablete, razni, aplikatori, flasteri, četkice i paste za zube, štapići za uši, kreme, itd. (Slika 11).



Slika 8 Otpad povezan uz marikulturu (Autor: Udruga Sunce)



Slika 9 Dijelovi polistirenskih ribarskih kašeta (Autor: Udruga Sunce)



Slika 10 Medicinski otpad sakupljen na plažama (Autor: Udruga Sunce)



Slika 11 Prisutnost sitnijeg plastičnog otpada (Autor: Udruga Sunce)

5.2. Količina i sastav krutog otpada na površini mora

Metodologija primijenjena za monitoriranje ovog parametra pripremljena je temeljem preporuka EU MSFD TG10 „Smjernice o praćenju otpada iz mora u europskim morima (2013.)“; (*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, 2013*) i NOAA „Praćenje i procjena otpada iz mora: preporuke za praćenje trendova otpada iz mora u morskom okolišu (2013.)“; (*NOOA „Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment“ (2013)*), uzimajući u obzir nacrt UNEP/MAP MEDPOL „Dokument o praćenju ekološkog cilja 10: otpad iz mora (2014)“; (UNEP/MAP MEDPOL

Monitoring Guidance Document on Ecological Objective 10: Marine Litter (2014), čija je primjenjivost na našoj obali ispitana na terenu kroz projekt DeFishGear (Vlachogianni, 2015b).

5.2.1. Korištena metodologija

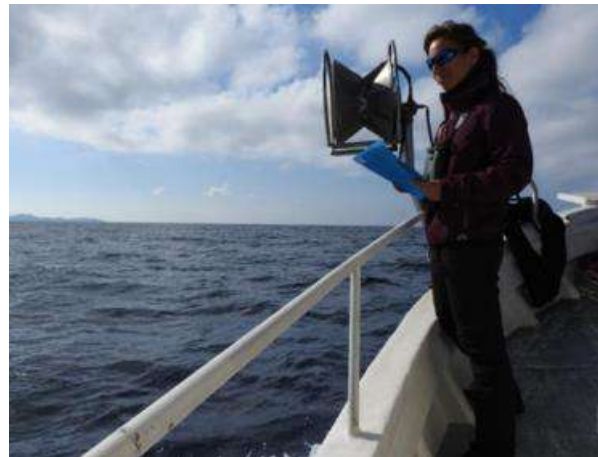
Praćenje količina i sastava krutog otpada na površini mora obavljen je vizualnim promatranjem, s plovila, pri brzini od oko 3 čvora. Izabrane lokacije se nalaze na udaljenosti od 1 nm od obale, širina promatračkog transekta je 10 m, što je dovoljno za promatranje predmeta plutajućeg otpada u rasponu veličine od 2,5 cm do 50 m (Slika 12). Dužina transekta je odgovarala 1 satu promatranja za svako istraživanje pri brzini plovila od oko 3 čvora. Promatranje, kvantificiranje i identificiranje predmeta plutajućeg otpada vršili su promatrači koji prepoznaju plutajuće predmete prema listi predmeta u prilogu (*Floating litter monitoring methodology*) (Slika 14). Smjer promatranja bio je okomit na smjer kretanja plovila. Duljina transekta određena je zemljopisnom širinom i dužinom početnih i krajnjih točaka dobivenih GPS-om (Tablica 2). Temeljem spomenutih preporuka strategije za standardizirano praćenje plutajućeg otpada na površini mora, monitoring je proveden na izabranim transektima s jugoistočne te sa zapadne strane otoka Lastova (Slika 14). Radi se o 2 lokacije na moru s po 5 transekata na svakoj. Svaki uočeni predmet unijet je u listu koja sadrži popis glavnih kategorija i predmeta otpada (Slika 15). Svaka vrsta predmeta u listi sadrži jedinstveni identifikacijski broj. Osim vrste i količine zabilježenog plutajućeg otpada, prije samog početka izvođenja monitoringa, u listu su uneseni i podaci koji se odnose na datum i vrijeme izvođenja monitoringa, kao i ostali traženi podaci. Jedinica za izražavanje količina plutajućeg otpada na morskoj površini je broj predmeta (N) po kvadratnom kilometru (predmeti otpada na površini mora – N/km²) (Slika 16).



Slika 12 Područje otoka Lastova s lokacijama za monitoring krutog otpada na površini mora. Oznake na karti – brojevi i boje odgovaraju onima u Tablici 2.



Slika 13 Monitoring krutog otpada na površini mora (Autor: Udruga Sunce)



Slika 14 Unos podataka tijekom monitoringa otpada na površini mora (Autor: Udruga Sunce)



Slika 15 Otpad od polistirena na površini mora (Autor: Udruga Sunce)



Slika 16 Plastični otpad na površini mora (Autor: Udruga Sunce)

Tablica 2 Transekti za monitoring otpada na površini mora.

| | Jugoistočna strana | | Zapadna strana | |
|----|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| | Početna točka | Završna točka | Početna točka | Završna točka |
| 1. | 42°42'34.70" S | 42°40'46.32" I | 42°43'04.13" S | 42°40'46.32" S |
| | 16°54'05.19" I | 16°57'20.45" I | 16°48'53.52" I | 16°57'20.45" I |
| 2. | 42°43'04.42" S | 42°41'31.91" I | 42°43'50.13" S | 42°42'07.61" S |
| | 16°55'43.69" I | 16°59'15.07" I | 16°48'02.53" I | 16°44'37.14" I |
| 3. | 42°43'43.79" S | 42°42'08.97" I | 42°44'24.23" S | 42°43'19.96" S |
| | 16°56'47.43" I | 17°00'14.87" I | 16°46'24.54" I | 16°42'39.75" I |
| 4. | 42°44'40.99" S | 42°43'40.66" I | 42°46'22.66" S | 42°47'51.24" S |
| | 16°57'27.36" I | 17°01'17.00" I | 16°45'31.50" I | 16°41'56.12" I |
| 5. | 42°44'52.19" S | 42°46'04.76" I | 42°47'26.55" S | 42°50'01.13" S |
| | 16°59'37.12" I | 17°03'22.54" I | 16°48'22.97" I | 16°46'21.85" I |

6. Rezultati monitoringa

6.1. Monitoring količine i sastava krutog otpada naplavljenog na obali

Ukupna količina otpada koja je prikupljena na svim plažama predviđenim za monitoriranje detaljno je analizirana na kvalitativno – kvantitativnoj razini, odnosno svakom je pojedinačnom prikupljenom predmetu određena njegova pripadnost odgovarajućoj kategoriji materijala, te je u okviru toga utvrđena njegova brojnost i masa. Otpad prikupljen na plažama razvrstan je prema odgovarajućim kategorijama propisanim u dokumentu „Beach Litter Monitoring Sheet“ (Vlachogianni, 2015a) – odnosno prema predloženoj tablici u uputama za monitoring morskog otpada na plaži. Sukladno navedenom, prikupljeni je otpad razvrstan u osam glavnih kategorija: *umjetni polimerni materijali (plastika), guma, tekstil, papir/karton, metal, staklo/keramika, obrađeno drvo* i kategorija *neodređeno*. Također, unutar svake od navedenih kategorija postoji i detaljnija podjela prema pripadajućim potkategorijama. Svi rezultati su pripremljeni u obliku i vrijednostima preporučenim EU MSFD TG10 „Smjernice o praćenju otpada iz mora u europskim morima (2013.)“; (*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, 2013*), OSPAR „Smjernice za praćenje otpada iz mora na plažama u OSPAR-ovom pomorskom području (2010); (*OSPAR “Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area (2010)*) i NOAA „Praćenje i procjena otpada iz mora: preporuke za praćenje trendova otpada iz mora u morskom okolišu (2013.); (*NOOA „Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment“ (2013)*), uzimajući u obzir nacrt UNEP/MAP MEDPOL „Dokument o praćenju ekološkog cilja 10: otpad iz mora (2014)“; (*UNEP/MAP MEDPOL Monitoring Guidance Document on Ecological Objective 10: Marine Litter (2014)*), čija je primjenjivost na našoj obali ispitana na terenu kroz projekt DeFishGear (Vlachogianni i sur., 2016).

Cjelokupni prikupljeni otpad je detaljno prebrojen, te je zabilježena ukupna brojnost komada otpada, te brojnost svake pojedine kategorije i potkategorije. Otpad koji nije bilo moguće identificirati ili se ne nalazi u tablicama, bilježen je kao dodatna kategorija – Ostalo. Dodatno, izvagana je i zabilježena masa ukupno prikupljenog otpada, kao i masa pojedine kategorije i značajnije potkategorije. U Tablica 3 prikazani su datumi provođenja monitoringa količine i sastava krutog otpada naplavljenog na obali.

Tablica 3 Naziv i zemljopisni položaj monitoriranih plaža, te datumi provođenja monitoringa količine i sastava krutog otpada naplavljenog na obali.

| mjerni parametar | | | | | | |
|--|--|------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|---|
| - količina i sastav krutog otpada naplavljenog na obali | | | | | | |
| postaja | vrijeme mjerenja | početne koordinate transeкта | | završne koordinate transeкта | | metoda mjerenja |
| | | X (S) | Y (I) | X (S) | Y (I) | |
| Saplun | 22.10.2019. 26.05.2020. 22.10.2020. 05.05.2021. | 42.779363 | 16.985869 | 42.779601 | 16.987022 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje, vaganje) |
| Sito | 23.10.2019. 24.05.2020. 18.10.2020. 07.05.2021. | 42.766250 | 16.802639 | 42.767104 | 16.802367 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje, vaganje) |
| Kremena | 24.10.2019. 25.05.2020. 22.10.2020. 03.05.2021. | 42.452273 | 16.483901 | 42.452272 | 16.484271 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje, vaganje) |

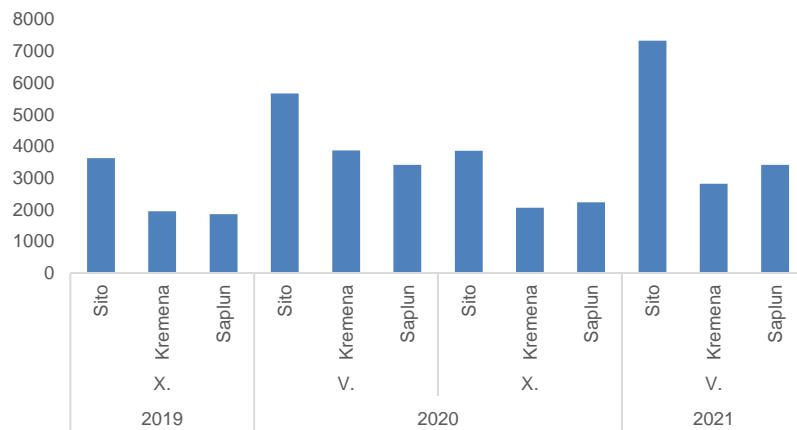
Tijekom provođenja monitoringa količine i sastava krutog otpada naplavljenog na obali (listopad 2019., svibanj 2020., i listopad 2020., te svibanj 2021.), na istraživanim plažama Kremena, Saplun i Sito zabilježeno je, klasificirano i uklonjeno ukupno 42.047 različitih komada otpada (Slika 17, Tablica 4). Zabilježeni predmeti su pripadali svim različitim kategorijama otpada u moru: umjetni polimerni materijali – plastika, tekstil, staklo/keramika, metal, papir/karton, guma, obrađeno drvo i kategoriji ostalo.

Ukupna masa prikupljenog otpada iznosila je 745,70 kg, gdje je najveći udio u masi činila kategorija *Umjetni polimerni materijali* sa 55,54% (414,23 kg), te nakon nje *Obrađeno drvo* sa 33,17% (251,43 kg) (Slika 18). Preostalih oko 12% čine preostale kategorije morskog otpada. Međutim, ovdje je potrebno istaknuti kako masa prikupljenog morskog otpada nije posebno dobar indikator za usporedbe jer značajno koleba u ovisnosti o vlažnosti samog predmeta (posebice kad je drvo u pitanju), te sadržajem pijeska, vode ili šljunka (u bocama npr.). Stoga u nastavku nije posebna pažnja posvećena obradi podataka baziranih na masi predmeta već isključivo na njihovoj brojnosti.

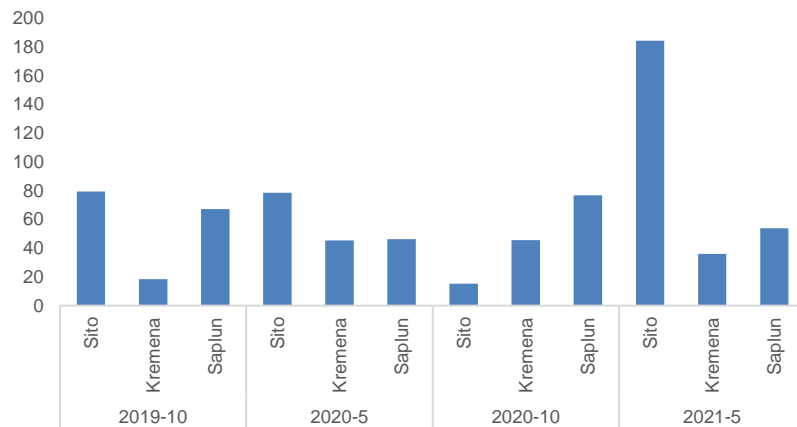
Tijekom istraživanja na monitoringu zabilježene kategorije su značajno kolebale u količini i sastavu u odnosu na područje istraživanja, odnosno pojedinačne plaže. Uočljiv je trend ukupnog porasta nakupljanja morskog otpada na monitoriranim plažama, posebice tijekom

svibnja na plaži Sito. Trendovi su izraženi kako u pogledu brojnosti, tako i u pogledu sastava nakupljenog otpada. Ukupno gledajući, najveći broj predmeta naplavljenih na plažama zabilježen je na plaži Sito (20.468), nakon toga na plaži Saplun (10.901), te nešto manji na plaži Kremena (10.678) (Slika 19). S obzirom da su zbog različitih geomorfoloških konfiguracija plaža (duljine i širine, odnosno oblika) bile različite površine istraživanih transekata, za usporedbu je najprimjerenije koristiti broj skupljenih predmeta po m². Količina zabilježenih predmeta otpada na plaži bila je najveća na plaži Sito s prosječnim brojem 5,116 kom/m², nakon čega slijedi plaža Saplun s 1,816 kom/m², te plaža Kremena s 0,889 kom/m². To se može objasniti činjenicom da se radi o lokaciji na pučinskom otoku koji je direktno izložen prevladavajućim morskim strujama u Jadranu (strujanje u smjeru od jugoistoka prema sjeverozapadu) koje nanose plutajući morski otpad s otvorenog mora. Sama lokacija je isto tako izložena jugu za kojeg je i zamijećeno veće nanošenje otpada na plažu.

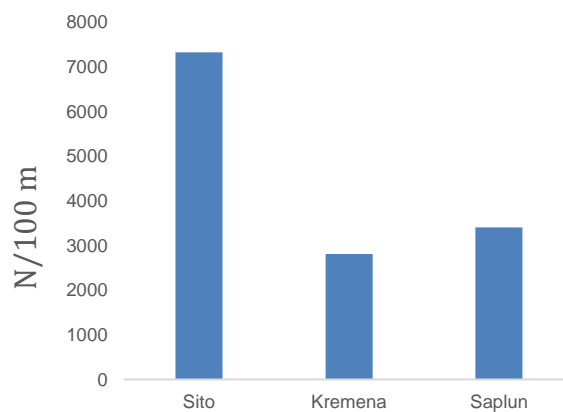
Broj skupljenih otpadnih predmeta na svim lokacijama pokazuje značajne sezonske oscilacije. Tijekom monitoringa u proljetnom dijelu godine prikupljeno je 12.932, odnosno 13.545 predmeta, dok je na istim lokacijama u jesenskom dijelu godine skupljeno 7.420 odnosno 8.142 otpadnih predmeta, odnosno u istom dijelu godine ukupan broj skupljenih otpadnih predmeta bio je sličan. Najveće sezonsko odstupanje zabilježeno je na lokacijama Sito gdje je zabilježen značajan porast unosa otpada unatoč prethodno obavljenim akcijama čišćenja otpada (Slika 20). Po broju skupljenih otpadnih predmeta u proljetnom i jesenskom dijelu godine na svim lokacijama najviše varira kategorija umjetni polimerni materijali – plastika (Slika 21).



Slika 17 Prikaz kolebanja ukupnog broja predmeta (N) na monitoriranim plažama.



Slika 18 Prikaz kolebanja ukupne mase predmeta (kg) na monitoriranim plažama



Slika 19 Prikaz kolebanja ukupnog broja predmeta (N) na pojedinim monitoriranim plažama.

Prevladavajući hidrodinamički uvjeti kao i krški tip reljefa obale Lastovskog otočja (visoke stjenovite obale s rijetkim uvalama) potencijalno može djelovati na omogućavanje takvog sezonalnog unosa otpada s mora putem priobalnih površinskih strujanja.

Tablica 4 Količina zabilježenih predmeta (N/m²) na istraživanim plažama tijekom monitoringa

| Lokacija istraživanja | Vrijeme uzorkovanja | Količina zabilježenih predmeta (N/m ²) |
|-----------------------|---------------------|--|
| Kremena | listopad 2019. | 0,647 |
| | svibanj 2020. | 1,288 |
| | listopad 2020. | 0,686 |
| | svibanj 2021. | 0,937 |
| Saplun | listopad 2019. | 1,236 |
| | svibanj 2020. | 2,271 |
| | listopad 2020. | 1,488 |
| | svibanj 2021. | 2,271 |
| Sito | listopad 2019. | 3,622 |
| | svibanj 2020. | 5,661 |
| | listopad 2020. | 3,855 |
| | svibanj 2021. | 7,327 |



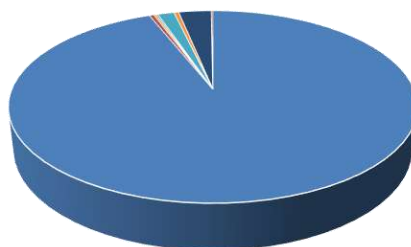
Slika 20 Stakleni i medicinski otpad (Autor: Udruga Sunce)



Slika 21 Komadići od polistirena (Autor: Udruga Sunce)

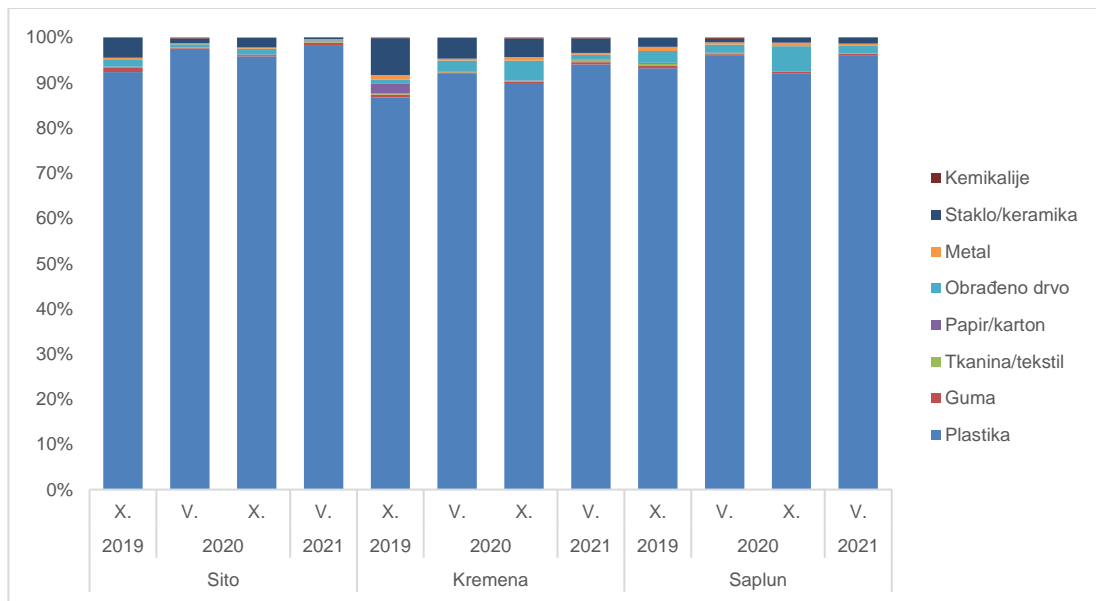
Na svim istraživanim područjima uvjerljivo najveći udio zabilježenih predmeta sačinjavaju umjetni polimerni materijali (plastika) sa 94,94% (Slika 22). Tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja na pojedinačnim plažama kao i u različito vrijeme monitoriranja plastika je kolebala u rasponu od 87,05% do 98,11% (Slika 23). Značajno prevladavanje plastike među

prikupljenim predmetima ukazuje da je najveći dio predmeta doplutao na ovo područje nošen prevladavajućim površinskim morskim strujanjima i vjetrom. U drugu najzastupljeniju kategoriju pripada kategorija staklo/keramika (2,32%), nakon čega su slijedile kategorije obrađenog drva (1,56%), metala (0,45%), predmeti od gume (0,44%), papira (0,17%), te neidentificirano i/ili kemikalije sa 0,12% (Slika 24). Od ukupno zabilježenih predmeta samo je 0,02% bilo tekstila. U grupi *Ostalo* obuhvaćene su kategorije različitog materijalnog sastava, no i unutar navedene grupe, daleko najzastupljeniji su otpadni predmeti od umjetnih polimernih materijala (Slika 25). Slična je raspodjela prevladavala i u odnosu na udjele u masi prikupljenog otpada, gdje je na pojedinačnim plažama najveći udio u masi činila kategorija *Umjetni polimerni materijal*, te *Obrađeno drvo* s različitim vrijednostima u odnosu na pojedinačne plaže i vrijeme monitoringa (Tablica 5).

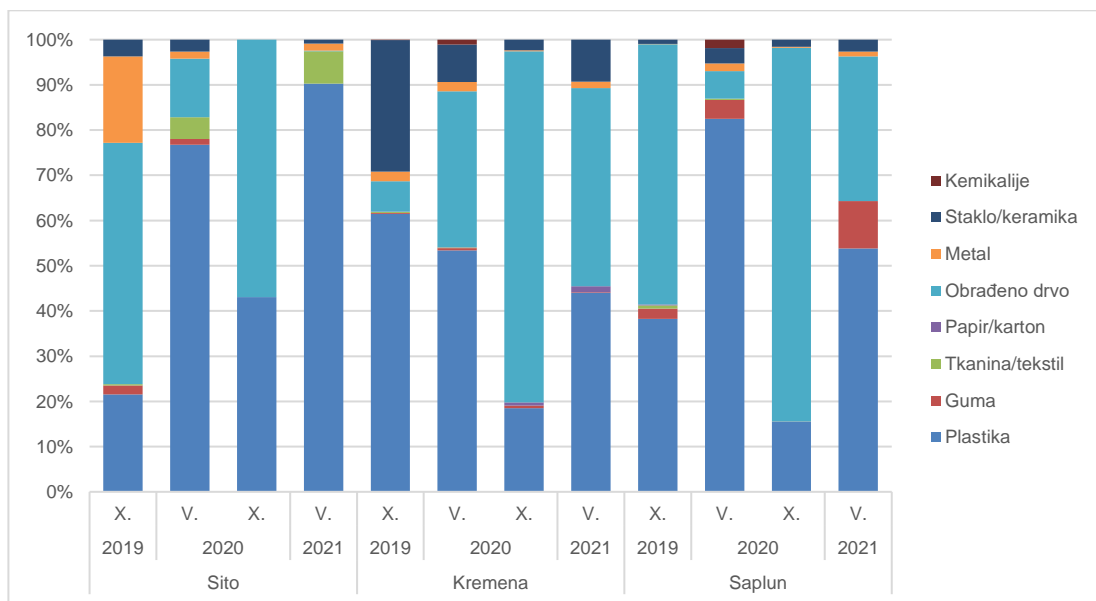


- Plastika
- Guma
- Tkanina/tekstil
- Papir/karton
- Obrađeno drvo
- Metal
- Staklo/keramika
- Kemikalije

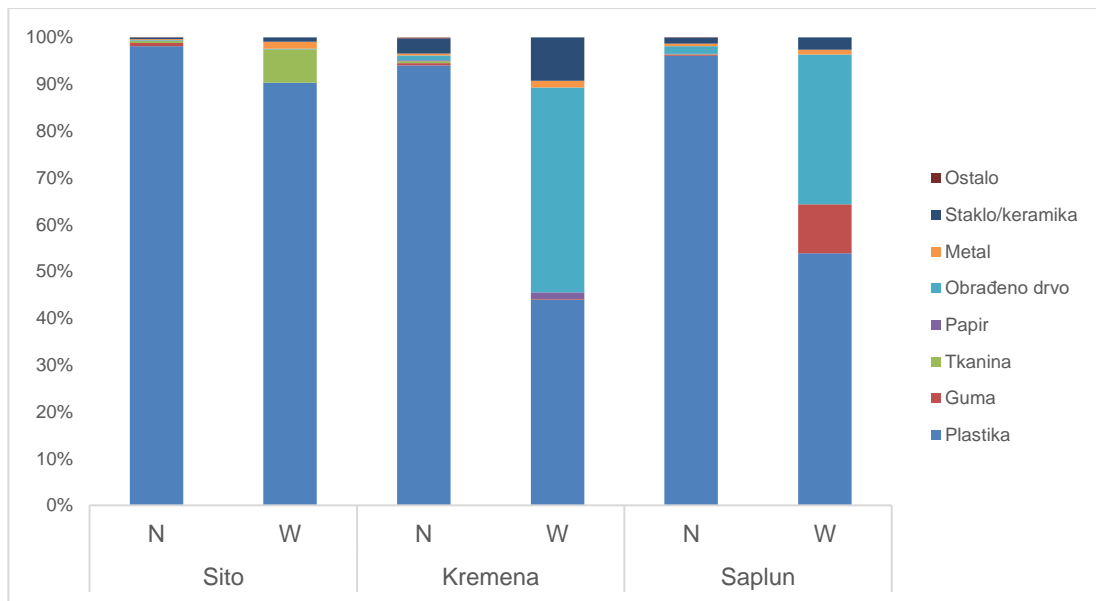
Slika 22 Ukupni sastav i postotna zastupljenost različitih kategorija krutog otpada naplavljenog na plažama zabilježenih tijekom monitoringa.



Slika 23 Ukupni sastav i postotna zastupljenost različitih kategorija krutog otpada naplavljenog na pojedinačnim plažama zabilježenih tijekom monitoringa.



Slika 24 Ukupni sastav i masena zastupljenost različitih kategorija krutog otpada naplavljenog na pojedinačnim plažama zabilježenih tijekom monitoringa



Slika 25 Udio različitih kategorija otpada na monitoriranim plažama prema broju (N) i masi (W) prikupljenih predmeta.

Značajno veliki broj pronađenih predmeta na istraživanim plažama prvenstveno se odnosi na razlomljene komadiće polistirena, te komadiće tanke plastike kojima nije bilo moguće odrediti izvor, te plastične čepove i poklopce od pića svrstane u plastičnu ambalažu od hrane, te plastične vrećice i plastične folije (Slika 26, Slika 27).



Slika 26 Komadići polistirena (Autor: Udruga Sunce)



Slika 27 Komadići plastike (Autor: Udruga Sunce)

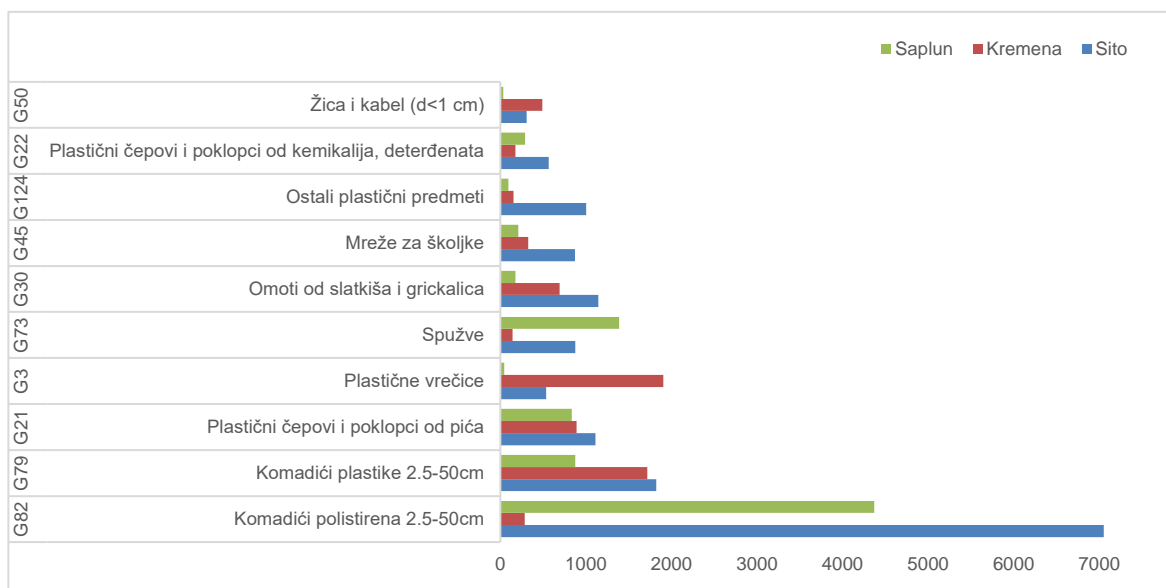
Tablica 5 Sastav, prikazan brojem predmeta i postotna zastupljenost različitih kategorija krutog otpada naplavljenog na pojedinačnim plažama Lastovskog otočja zabilježenih tijekom monitoringa.

| listopad 2019. | | | | | | | | | |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|
| Postaja | plastika | tekstil | staklo/keramika | metal | papir/karton | guma | obrađeno drvo | neodređeno | Ukupno |
| Kremena | 1.735 87,05% | 5 0,25% | 158 7,92% | 19 0,95% | 43 2,15% | 12 0,60% | 17 0,85% | 4 0,2% | 1.943 |
| Saplun | 1.728 92,11% | 9 0,47% | 37 1,97% | 17 0,90% | 3 0,15% | 10 0,53% | 49 2,61% | 2 0,10% | 1.855 |
| Sito | 3.345 95,70% | 2 0,05% | 164 4,69% | 17 0,48% | 3 0,08% | 37 1,05% | 54 1,54% | / / | 3.622 |
| Ukupno | 6.808 92,44% | 16 0,21% | 359 4,87% | 53 0,71% | 49 0,66% | 59 0,80% | 120 1,62% | 6 0,08% | 7.420 |
| svibanj 2020. | | | | | | | | | |
| Postaja | plastika | tekstil | staklo/keramika | metal | papir/karton | guma | obrađeno drvo | neodređeno | Ukupno |
| Kremena | 3.554 91,97% | 9 0,23% | 178 4,60% | 17 0,43% | 1 0,02% | 10 0,25% | 92 2,38% | 13 0,33% | 3.864 |
| Saplun | 3.274 96,09% | 11 0,32% | 26 0,76% | 18 0,52% | 1 0,02% | 7 0,20% | 59 1,73% | 11 0,32% | 3.407 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|
| Sito | 5.519 97,49% | 13 0,22% | 59 1,04% | 13 0,22% | / / | 8 0,14% | 35 0,61% | 14 0,24% | 5.661 |
| Ukupno | 12.347 95,47% | 33 0,25% | 263 1,95% | 48 0,37% | 2 0,01% | 25 0,19% | 186 1,43% | 38 0,29% | 12.932 |
| listopad 2020. | | | | | | | | | |
| Postaja | plastika | tekstil | staklo/keramika | metal | papir/karton | guma | obrađeno drvo | neodređeno | Ukupno |
| Kremena | 1.898 90,12% | 4 0,18% | 85 4,03% | 15 0,71% | 1 0,04% | 7 0,33% | 91 4,32% | 5 0,71% | 2.106 |
| Saplun | 2.072 92,04% | 1 0,04% | 26 1,05% | 18 0,79% | 1 0,04% | 11 0,48% | 122 5,41% | / / | 2.251 |
| Sito | 3.692 95,77% | / / | 82 2,12% | 10 0,25% | 5 0,12% | 12 0,31% | 50 1,29% | 4 0,10% | 3.855 |
| Ukupno | 7.662 93,30% | 5 0,06% | 193 2,35% | 43 0,52% | 7 0,08% | 30 0,36% | 263 3,20% | 9 0,10% | 8.212 |
| svibanj 2021. | | | | | | | | | |
| Postaja | plastika | tekstil | staklo/keramika | metal | papir/karton | guma | obrađeno drvo | neodređeno | Ukupno |
| Kremena | 2.643 94,02% | 11 0,39% | 90 3,20% | 12 0,42% | 5 0,17% | 14 0,49% | 29 1,03% | 7 0,24% | 2.811 |

| | | | | | | | | | |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|
| Saplun | 3.273 96,06% | 3 0,08% | 44 1,29% | 18 0,52% | 3 0,08% | 9 0,26% | 55 1,61% | 2 0,05% | 3.407 |
| Sito | 7.189 98,11% | 28 0,38% | 27 0,36% | 16 0,21% | 7 0,09% | 52 0,70% | 6 0,08% | 2 0,02% | 7.327 |
| Ukupno | 13.105 96,75% | 42 0,31% | 161 1,18% | 46 0,33% | 15 0,11% | 75 0,55% | 90 0,66% | 11 0,08% | 13.545 |
| ukupno | | | | | | | | | |
| Postaja | plastika | tekstil | staklo/keramika | metal | papir/karton | guma | obrađeno drvo | neodređeno | Ukupno |
| Kremena | 9.830 92,05% | 29 0,27% | 511 4,78% | 63 0,58% | 50 0,46% | 43 0,40% | 229 2,14% | 29 0,27% | 10.678 |
| Saplun | 10.347 94,91% | 24 0,22% | 133 1,22% | 71 0,65% | 8 0,07% | 37 0,33% | 285 2,61% | 15 0,13% | 10.901 |
| Sito | 19.745 96,46% | 43 0,21% | 332 1,62% | 56 0,27% | 15 0,07% | 109 0,53% | 145 0,70% | 20 0,09% | 20.468 |
| Ukupno | 39.922 94,94% | 96 0,22% | 1.308 3,11% | 190 0,45% | 73 0,17% | 189 0,44% | 659 1,56% | 64 0,15% | 42.047 |

Analizirajući otpad naplavljen na plažama prema brojnosti, utvrđeno je da su najučestaliji pronađeni predmeti (G82) *Komadići polistirena veličinske kategorije 2,5 – 50 cm*, koji su sačinjavali 27,83% (11.705 komada) ukupnog otpada, nakon čega je slijedila kategorija (G79) *Komadići plastike 2,5 – 50 cm* sa 10,50% (4.417 komada), (G21) *Plastični čepovi i poklopci od pića* sa 6,74% (2837 komada), te kategorija (G73) *Plastične vrećice* sa 5,91%, odnosno 2486 ukupno sakupljenih komada (Slika 28). Sličan raspored deset glavnih kategorija prisutan je također na pojedinačnim istraživanim plažama (Tablica 6, Tablica 7, Slika 6).



Slika 28 Deset najučestalijih predmeta krutog otpada naplavljenog na obali zabilježenih tijekom monitoringa.

Tablica 6 Pregled deset najučestalijih predmeta krutog otpada naplavljenog na obali zabilježenih tijekom monitoringa.

| | | Ukupno (N) |
|------|---|------------|
| G82 | Komadići polistirena 2,5 – 50 cm | 11.705 |
| G79 | Komadići plastike 2,5 – 50 cm | 4.417 |
| G21 | Plastični čepovi i poklopci od pića | 2.837 |
| G3 | Plastične vrećice | 2.486 |
| G73 | Spužva, pur-pjena | 2.405 |
| G30 | Omoti od slatkiša i grickalica | 2.014 |
| G45 | Mreže za školjke | 1.411 |
| G124 | Ostali plastični predmeti | 1.247 |
| G22 | Plastični čepovi i poklopci od kemikalija, deterdženata | 1.031 |
| G50 | Žica i kabel (d<1 cm) | 830 |

Tablica 7 Prikaz deset najučestalijih predmeta (N) krutog otpada naplavljenog na obali zabilježenih tijekom monitoringa na pojedinim plažama.

| | | Sito | Kremena | Saplun |
|------|---|-------|---------|--------|
| G82 | Komadići polistirena 2,5 – 50 cm | 7.052 | 283 | 4.370 |
| G79 | Komadići plastike 2,5 – 50 cm | 1.823 | 1.718 | 876 |
| G21 | Plastični čepovi i poklopci od pića | 1.113 | 890 | 834 |
| G3 | Plastične vrećice | 535 | 1.904 | 47 |
| G73 | Spužve | 875 | 143 | 1.387 |
| G30 | Omoti od slatkiša i grickalica | 1.145 | 691 | 178 |
| G45 | Mreže za školjke | 874 | 327 | 210 |
| G124 | Ostali plastični predmeti | 1.002 | 152 | 93 |
| G22 | Plastični čepovi i poklopci od kemikalija, deterdženata | 567 | 176 | 288 |
| G50 | Žica i kabel (d<1 cm) | 306 | 490 | 34 |

Prema ranije definiranim potencijalnim izvorima prikupljenog otpada, analiza je ukazala da se većina može povezati s ribarstvom i marikulturom (31,19%), s obzirom na veliki dio zabilježenih predmeta koji se koriste u tim aktivnostima (polistirenska ambalaža za pakiranje ribe, mrežice za uzgoj školjkaša). Od ostalih važnijih izvora nakon toga slijede turizam i rekreacijske aktivnosti (19,90%), te nepoznati izvor (10,50%) s obzirom na značajne količine komadića plastike. Na preostale procijenjene izvore preostaje 38,41%. Premda nije rađena posebna detaljnija analiza, s obzirom na zemljopisni položaj i oceanografske osobitosti šireg područja, može se pretpostaviti da određena količina otpada dolazi prekogranično iz susjednih zemalja.

6.1.1. Indeks čistoće (Clean Coast Index – CCI)

Čistoća plaža procijenjena je na osnovu indeksa čistoće obale („Clean coast index“):
 $CCI = (\text{ukupan broj otpada na transektu/površina transekta}) \times K$ gdje je CCI broj plastičnog otpada po m^2 , ukupna površina transekta jednaka umnošku širine i dužine transekta i K (konstanta) = 20 (Alkalay i sur., 2007) (Tablica 8). Indeks čistoće (CCI) kao preporuka alata za procjenu čistoće obalnog područja koji mjeri plastični otpad kao pokazatelj čistoće plaža, kako sezonski, tako i ukupno najviši je na plaži Sito gdje njegova prosječna vrijednost iznosi 99,41, nakon čega slijedi Saprun sa 43,84, dok za plažu Kremena iznosi 21,20. Prema ovom indeksu plaže Saprun i Sito klasificirane su kao „vrlo prljave“ s vrlo visokim vrijednostima indeksa, dok je plaža Kremena također klasificirana kao „vrlo prljava“, ali na granici vrijednosti sa „prljava“. U Tablica 9 navedene su vrijednosti i definicije kvalitativnih kategorija indeksa čistoće obale.

Tablica 8 Klasifikacija čistoće plaže na lokacijama istraživanja prema indexu čistoće obale (CCI)

| Lokacija istraživanja | Vrijeme uzorkovanja | CCI (ukupno) | Kvalitativna kategorija |
|-----------------------|---------------------|--------------|-------------------------|
| Kremena | listopad 2019. | 11,57 | Prljivo |
| | svibanj 2020. | 35,54 | Vrlo prljivo |
| | listopad 2020. | 18,98 | Prljivo |
| | svibanj 2021. | 18,74 | Prljivo |
| Saplun | listopad 2019. | 23,04 | Vrlo prljivo |
| | svibanj 2020. | 65,48 | Vrlo prljivo |
| | listopad 2020. | 41,44 | Vrlo prljivo |
| | svibanj 2021. | 45,42 | Vrlo prljivo |
| Sito | listopad 2019. | 66,9 | Vrlo prljivo |
| | svibanj 2020. | 110,38 | Vrlo prljivo |
| | listopad 2020. | 73,84 | Vrlo prljivo |
| | svibanj 2021. | 146,54 | Vrlo prljivo |

Tablica 9 Klasifikacija čistoće plaže na lokacijama istraživanja prema indeksu čistoće obale (CCI).

| Kvalitativna kategorija | Vrijednost indeksa | Definicija |
|-------------------------|--------------------|---|
| Vrlo čisto | 0 – 2 | Nema vidljivog otpada |
| Čisto | 2 – 5 | Nema vidljivog otpada na većem području |
| Umjereno | 5 – 10 | Može se uočiti nekoliko otpadaka |
| Prljivo | 10 – 20 | Velika količina otpada na obali |
| Vrlo prljivo | 20+ | Većina plaže prekrivena otpadom |

U odnosu na dosadašnja monitoriranja, premda je gotovo u potpunosti uklonjen sav otpad s plaža prethodnim monitoringom, uočljiv porast trenda opterećenja plaža otpadom što

je izraženo s vrlo visokim vrijednostima indeksa čistoće (CCI). Monitoring sastava i količine plutajućeg krutog otpada na površini mora.

6.2. Monitoring sastava i količine plutajućeg krutog otpada na površini mora

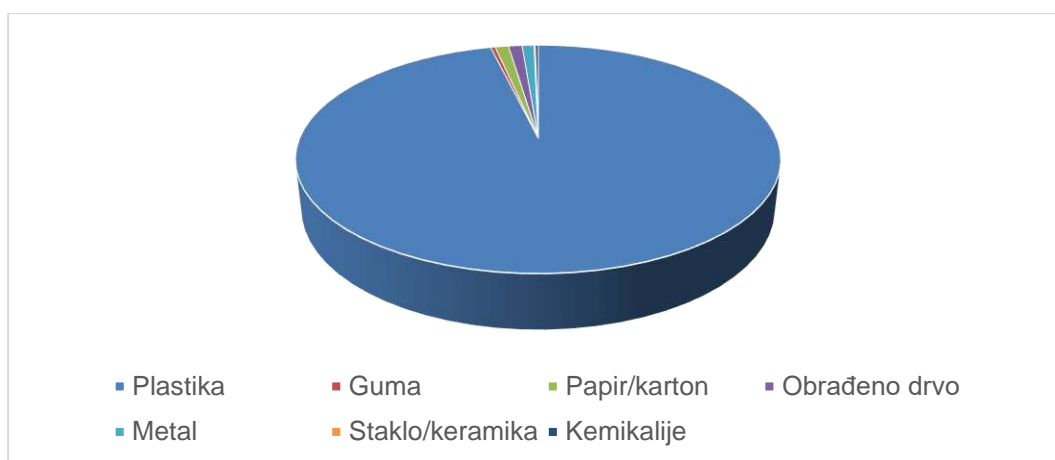
Za potrebe monitoringa plutajućeg otpada na površini mora, provedena su istraživanja u skladu za zadanom metodologijom preuzetom iz projekta DeFishGear (Vlachogianni, 2015b). Metodologija primijenjena za monitoriranje ovog parametra pripremljena je temeljem preporuka EU MSFD TG10 „Smjernice o praćenju otpada iz mora u europskim morima (2013.)“; (*Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas, 2013*) i NOAA „Praćenje i procjena otpada iz mora: preporuke za praćenje trendova otpada iz mora u morskom okolišu (2013.)“; (*NOOA „Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment“ (2013)*), uzimajući u obzir nacrt UNEP/MAP MEDPOL „Dokument o praćenju ekološkog cilja 10: otpad iz mora (2014)“; (UNEP/MAP MEDPOL Monitoring Guidance Document on Ecological Objective 10: Marine Litter (2014), čija je primjenjivost na našoj obali ispitana na terenu kroz projekt DeFishGear (Vlachogianni, 2015b). Praćenja su provedena na postajama u skladu s projektnim zadatkom (Tutman, 2019), u ovom izvješću na Slika 12, Tablica 2. U Tablica 10 navedeni su nazivi i zemljopisni položaji postaja, datumi monitoringa te količine i sastav plutajućeg otpada na površini mora.

Plutajući je otpad određen na temelju pripadnosti odnosno tipa zabilježenog materijala i njegove veličine. Ukupno je identificirano 836 različitih predmeta plutajućeg otpada. Plastika je najzastupljenija kategorija plutajućeg krutog otpada, kako na pojedinačnim postajama, tako i u ukupnom udjelu sa 95,93%, nakon čega sa značajno manjim udjelom slijede papir i obrađeno drvo sa 1,07%, metal s 0,95%, te guma s 0,35%, neodređeno s 0,23% i staklo s 0,11% ukupnog udjela na svim postajama (Slika 29, Slika 32). Prema pojedinačnim kategorijama, najzastupljenija je (G79) *Komadići plastike 2,5 cm >< 50 cm* sa 18,42%, nakon čega slijede (G3) *Plastične vrećice za kupovinu* sa 16,02%, te (G82) *Komadići polistirena 2,5 cm >< 50 cm* sa 12,32% i (G123) (Slika 33, Slika 34). *Granule poliuretana <5 mm* sa 11,96%.

48

Prevladavanje navedenih potkategorija otpada ukazuje na činjenicu da se plastika u moru dugo zadržava te se vremenom usitnjuje u manje komade koji dalje nastavljaju svoje dugotrajno putovanje (Slika 30). Prosječna gustoća plutajućeg otpada iznosi 605,62 N/km² (broj komada po km²).

Za otpad na površini mora trenutačno nisu razvijeni pokazatelji za stupanj čistoće, pa se ovaj broj treba pratiti u odnosu na rezultate drugih sličnih istraživanja, ili u odnosu na buduće monitoringe ovog istog područja. U odnosu na važnije potencijalne izvore zabilježenog otpada, procijenjeno je da se 62,57% može povezati s ribarstvom i marikulturom, 17,44% s priobalnim aktivnostima, dok je 7,27% nepoznatog izvora (Slika 31).



Slika 29 Ukupni sastav i postotna zastupljenost različitih kategorija krupnog otpada u površinskom sloju vodenog stupca zabilježenih tijekom monitoringa.



Slika 30 Plastični otpad na površini mora (Autor: Udruga Sunce)



Slika 31 Polistirenske ribarske kašete (Autor: Udruga Sunce)

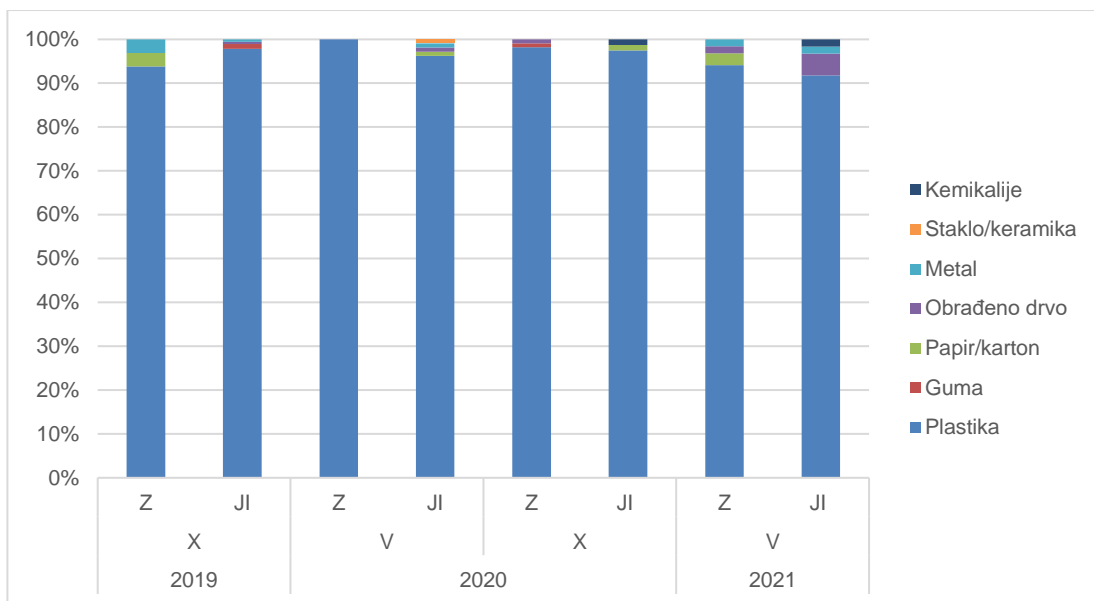
Tablica 10 Nazivi i zemljopisni položaj postaja te datumi provođenja monitoringa plutajućeg otpada na površini mora.

| mjerni parametar | | | | | | |
|--|------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|--|
| - količina i sastav krutog otpada naplavljenog na obali | | | | | | |
| postaja | vrijeme mjerenja | početne koordinate transektta | | završne koordinate transektta | | metoda mjerenja |
| | | X (S) | Y (I) | X (S) | Y (I) | |
| Z-1* | 21.10.2019. | 42,717813888 8889 | 16,814861111 1111 | 42,674861111 1111 | 16,787638888 8889 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| | 29.05.2020. | | | | | |
| | 06.05.2021. | | | | | |
| Z-2 | 21.10.2019. | 42,702111111 1111 | 16,743638888 8889 | 42,730591666 6667 | 16,800702777 7778 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| | 29.05.2020. | | | | | |
| | 06.05.2021. | | | | | |
| Z-3 | 21.10.2019. | 42,740063888 8889 | 16,773472222 2222 | 42,722211111 1111 | 16,711041666 6667 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| | 29.05.2020. | | | | | |
| | 19.10.2020. | | | | | |

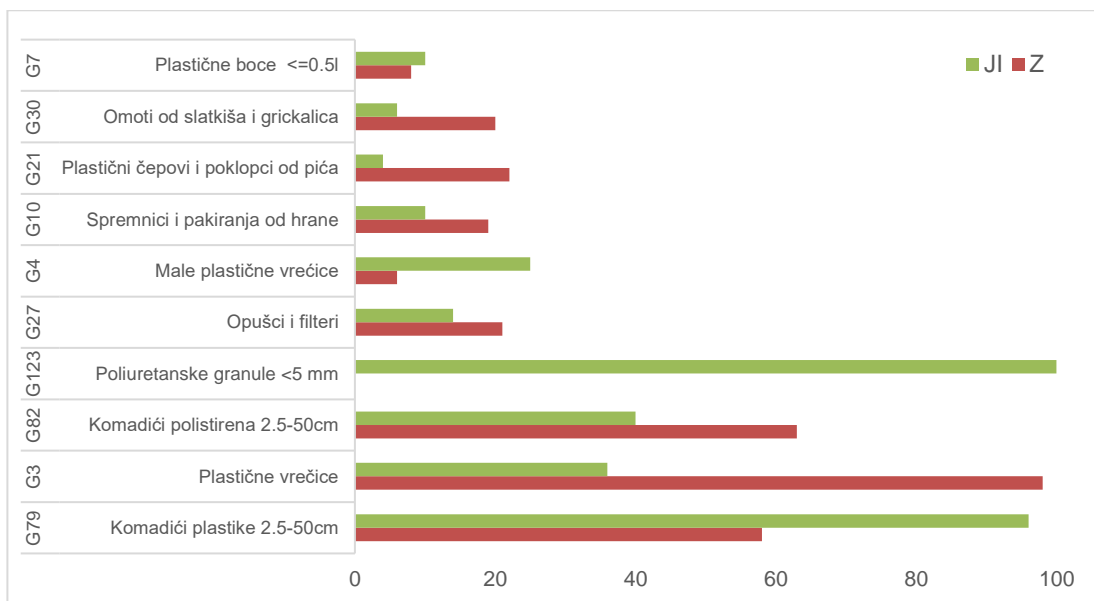
50

| | | | | | | |
|-------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| | 06.05.2021. | | | | | |
| Z-4 | 21.10.2019. 29.05.2020. 19.10.2020. 06.05.2021. | 42,797566666 6667 | 16,698922222 2222 | 42,772972222 2222 | 16,75875 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| Z-5 | 21.10.2019. 29.05.2020. 19.10.2020. 06.05.2021. | 42,790708333 3333 | 16,806380555 5556 | 42,833647222 2222 | 16,772736111 1111 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| Jl-1 | 23.10.2019. 28.05.2020. 20.10.2020. 04.05.2021. | 42,709638888 8889 | 16,901441666 6667 | 42,679527777 7778 | 16,955680555 5556 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| Jl-2 | 23.10.2019. 28.05.2020. 20.10.2020. 04.05.2021. | 42,692194444 4444 | 16,987527777 7778 | 42,717894444 4444 | 16,928805555 5556 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| Jl-3 | 23.10.2019. 28.05.2020. 20.10.2020. 04.05.2021. | 42,728833333 3333 | 16,946508333 3333 | 42,702472222 2222 | 17,004138888 8889 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| Jl-4 | 23.10.2019. 28.05.2020. 20.10.2020. 04.05.2021. | 42,727972222 222 | 17,006388888 8889 | 42,744472222 2222 | 16,957611111 1111 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |
| Jl-5 | 23.10.2019. 28.05.2020. 20.10.2020. 04.05.2021. | 42,747833333 3333 | 16,993644444 4444 | 42,767988888 8889 | 17,056261111 1111 | vizualni cenzus na linearnom transektu (prebrojavanje) |

*Objašnjenje kratica: Z-1 zapadna strana otoka Lastovo – transekt 1; Jl-1 jugozapadna strana otoka Lastovo – transekt 1 (vidjeti Slika 12, Tablica 2).



Slika 32 Ukupni sastav i postotna zastupljenost različitih kategorija krutog otpada u površinskom sloju vodenog stupca zabilježenih tijekom monitoringa na pojedinim postajama.

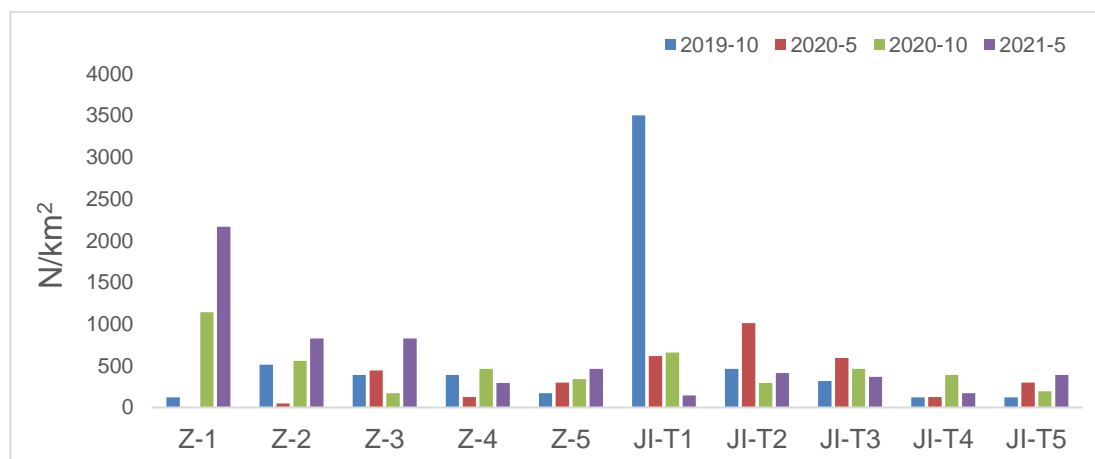


Slika 33 Najučestaliji predmeti krutog otpada na površini mora zabilježenih tijekom monitoringa.

Tablica 11 . Ukupna količina zabilježenih predmeta i prosječna gustoća plutajućeg otpada (N/km²) zabilježenih na monitoriranim transektima u listopadu 2020. godine.

| Postaja | Vrijeme uzorkovanja | JI-T1 | JI-T2 | JI-T3 | JI-T4 | JI-T5 | Z-1 | Z-2 | Z-3 | Z-4 | Z-5 | Prosjek |
|--|---------------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Ukupna količina predmeta | listopad 2019. | 142 | 22 | 15 | 5 | 5 | 3 | 22 | 8 | 22 | 7 | 25,1 |
| | svibanj 2020. | 25 | 41 | 24 | 5 | 12 | 0 | 2 | 18 | 5 | 12 | 14,4 |
| | listopad 2020. | 27 | 12 | 19 | 16 | 8 | 47 | 23 | 7 | 19 | 14 | 19,2 |
| | svibanj 2021. | 6 | 17 | 15 | 7 | 16 | 89 | 34 | 34 | 12 | 19 | 24,9 |
| Prosječna gustoća plutajućeg otpada (N/km ²) | listopad 2019. | 2555,8 | 395,96 | 269,97 | 89,99 | 89,99 | 53,99 | 395,96 | 143,98 | 395,96 | 125,98 | 451,76 |
| | svibanj 2020. | 449,96 | 737,94 | 431,96 | 89,99 | 215,98 | 0 | 35,99 | 323,97 | 89,99 | 215,98 | 259,17 |
| | listopad 2020. | 4859,61 | 215,98 | 341,97 | 287,97 | 143,98 | 845,93 | 413,96 | 125,98 | 341,97 | 251,97 | 345,57 |
| | svibanj 2021. | 145,93 | 413,48 | 364,83 | 170,25 | 389,15 | 2164,69 | 826,96 | 826,96 | 291,86 | 462,12 | 605,62 |

*Objašnjenje kratica: JI-1 jugozapadna strana otoka Lastovo – transekt 1; Z-1 zapadna strana otoka Lastovo – transekt 1.



Slika 34 Ukupni udio pojedinih kategorija plutajućeg otpada zabilježenih tijekom monitoringa.

7. Međunarodna istraživanja utjecaja otpada na morske ptice

Znanstvenici širom svijeta, istražuju različite metode kojima bi se smanjio ili uklonio štetni utjecaj otpada u moru, koji se prvenstveno sastoji od plastike. O stvarnoj veličini ovog problema govori i činjenica da sagledavajući trenutne podatke o količini plastike koja se nalazi u vodenim i kopnenim ekosustavima, Canning-Clode i sur. (2021) referiraju na trenutno razdoblje kao “Plasticene” era. Isto tako Roman i sur. (2019), kao razlog ugibanja morskih ptica unutar studije „A quantitative analysis linking seabird mortality and marine debris ingestion“ osim gladovanja, bolesti, ozljeda ili kao prilov u ribolovu, navode i ugibanje uslijed konzumacije otpada iz mora, najčešće plastičnog.

Kako bi se istražio što širi aspekt ovog problema, novija istraživanja usmjerila su se na sagledavanje količine i sastava otpada koji pluta na površini mora ili se nalazi na plažama te na količinu otpada koju morske ptice stvarno unesu u svoj organizam.

Tako su nalik praćenju otpada provedenom tijekom projekta LIFE Artina, Schmid i sur. (2021) na zapadnoj strani Jadranskog mora, proveli praćenje koje se sastojalo od prikupljanja makro-otpada na plažama prema metodologiji MSFD protokola (Europski parlament i Vijeće, 2008.) gdje se detaljno opisuje broj predmeta prikupljenih na 100 m plaže te ih se identificira prema vrsti otpada. Za makro otpad koji pluta na morskoj površini nije se radilo pravo uzorkovanje, već samo promatranje. Također, izvršen je i monitoring otpad na morskom dnu, pridnenom kočom ili promatranjem prilikom ronjenja (SCUBA) i / ili ronjenja na dah. Što se tiče metodologije prikupljanja mikročestica prema Schmid i sur. (2021), uzimali su se u obzir samo podatci koji se odnose na plastične čestice sakupljene različitim uređajima za uzorkovanje sedimenta.

Osim pregleda količine i sastava otpada, istraživanja povezana s problemom otpada u moru bazirala su se i na analizi sadržaja želuca ptica. Provencher i sur. (2019), detaljno opisuju tri načina prikupljanja podataka kod morskih ptica. Tako se prilikom obdukcije, uginuloj jedinki utvrđuje točan uzrok uginuća te se prikupljaju opći podatci o jedinki (morfometrija, stanje itd.), nakon čega slijedi analiza sadržaja gastrointestinalnog trakta i svih ostalih interesnih tkiva. Metoda regurgitacije može se ponoviti na istim jedinkama te se na taj način dobiva usporedba

plastičnog opterećenja, ovisno o godišnjim dobima i godinama. U usporedbi s lovom na ptice za istraživanje, regurgitacija je relativno manje invazivna. Prikupljanje peleta je najmanje invazivan način, pri kojem se prikupljanju komadići plastike koje se pronalaze na području na kojem jedinka obitava, kao što su gnijezda.

Paralelno s time Roman i sur. (2019), došli su do podatka koji tvrde da su komadići krute plastike odgovorne za otprilike polovicu poznatih i pretpostavljenih slučajeva uginuća morskih ptica, ali da je njihova brojnost u ekosustavu veća od brojnosti meke plastike. Meke komadiće plastike, kao što su plastična ambalaža, komadi balona, gume i sintetičke pjene i dr., u ekosustavu zauzimaju vrlo mali postotak od ukupnog broja plastičnih predmeta. Međutim, konzumacijom mekih komadića plastike 14 puta je veća šansa da će dovesti do uginuća, nego prilikom konzumacije tvrde plastične komadiće. Razlog tome mogu biti mekani i savitljivi predmeti koji se opiru peristaltici i postaju prepreke.

Provencher i sur. (2019) su se osvrnuli i na problem nedostatka dosljednosti pri prikupljanju, obradi uzoraka, meta-analizi te njihove međusobne usporedbe u vremenu i prostoru. Naglašavajući činjenicu da je za razvijanje i provođenje politike smanjenja plastike, potrebno koristiti izravno usporedive podatke, kako bi se testirala učinkovitost provođenja politika. Tako se za potrebe monitoringa otpada iz mora u sklopu LIFE Artina projekta, koristio protokol koji je nastao u sklopu projekta DeFish Gear. S obzirom na to da je taj protokol već proveden na određenim lokacijama unutar Jadranskog mora, radi lakše sljedivosti i moguće usporedbe podataka.

S ciljem poduzimanja konkretnih koraka u sprječavanju ili smanjivanju utjecaja otpada iz mora na morske ptice, važno je utvrditi koji su razlozi zbog kojih dolazi do konzumacije otpada od strane ptica te koliko je statistički gledano velika šansa, za jednu jedinku, da pronađe, a kasnije i konzumira otpada na nekom području. Temeljem toga Good i sur. (2020) primijenili su okvir za procjenu rizika, kako bi se kvantificirala izloženost i osjetljivost pojedine jedinke na komadiće plastike u ekosustavu istraživanog područja. Rezultat je prikazao da je unutar istraživanog područja najveći rizik od konzumacije komadića plastike u moru za pelagične vrste, a najmanji za obalne vrste.

Odgovor na pitanje zašto uopće ptice unose otpad u organizam predložili su Good i sur. (2020) gdje su ukazali na sličnost prirodnih prehrambenih proizvoda s komadićima plastike plastičnim. Također, objašnjeno je kako se količina konzumacije plastike mijenja ovisno o veličini tijela, starosti jedinke, načinu pronalaženja hrane, ali se mijenja i unutar pojedine vrste ovisno o dobu godine i plodnosti jedinke. Osobito je zabrinjavajuće što Roman i sur. (2019) također navode kako morske ptice odabiru mekane plastične balone prilikom hranjenja zbog sličnosti s plijenom, posebno s lignjama, što sugerira da će kod tih vrsta biti zabilježena veća stopa smrtnosti. Verlis i sur. (2013) naglasak stavljaju na cjevonosnice koje mogu biti posebno osjetljivije zbog načina hranjenja pri samoj površini, lošeg kapaciteta regurgitacije te manjeg volumena želuca. Kod cjevonosnica se, s obzirom na utvrđenu količinu konzumiranih komadića, pretpostavlja da su šanse za ugrožavanje života nakon unošenja samo jednog plastičnog predmeta 20%, što se povećava na 100% nakon konzumiranja 93 predmeta. Također, do zanimljivog podatka došli su i Good i sur. (2020) koji navode kako neki komadići plastike mogu emitirati kemikalije koje mirisom privuku morske ptice.

Osim fizičkog utjecaja do kojeg plastika može dovesti kao što je gušenje, neka istraživanja pokazala su i druge štetne učinke plastike na organizam. Naime, Good i sur. (2020) navode kako mikroplastika u organizmu može poslužiti kao transportni medij za lipofilne spojeve, kao što su organoklorini. Analizom kemijskog sastava krvi jedinki, zabilježena je prisutnost plastike koja negativno utječe na morfometriju ptica, razinu kalcija u krvi te povećanu koncentraciju mokraćne kiseline, kolesterola i amilaze u organizmu.

Također, prema Ballesterosa i sur. (2018) jedan od utjecaja čovjeka na morski ekosustav je ribolov. Naime, odbačena ribolovna oprema predstavlja prijetnju morskom životu jer može neselektivno zarobiti i ubiti morske životinje, uključujući i vrste koje su ugrožene ili od ekonomske važnosti. Većina ribolovnog alata koji se izgubi, izrađena je od biološki nerazgradive plastike koja može potonuti na morsko dno ili biti nošena strujama. Jednom kada se ribolovna oprema izgubi na moru, smatra se otpadom i čini veliki udio u ukupnoj plastici u morima.

S obzirom na situaciju koja je na neki način utjecala na sva istraživanja pa i na monitoring otpada, valja spomenuti da je u 2021. godini izašao rad na temu utjecaja pandemije Covid-19

56

virusa na onečišćenje. Canning-Clode i sur. (2021) su prateći izvještavanje svjetskih medija o povećanoj količini predmeta za osobnu zaštitu i njihovim nepravilnim odlaganjem upozorili na mogući povećani udio ove vrste otpada u ekosustavu. Također, smatraju da je važno uzeti u obzir kako je izbijanje COVID-19 utjecalo na zaustavljanje mnogih terenskih praćenja stanja, što će vjerojatno dovesti do vremenske pauze unutar kontinuiteta prikupljenih podataka.

8. Mjere za smanjenje otpada iz mora i daljnje praćenje stanja

Prema Gallo i sur. (2018), potrebne su hitne i snažne akcije s relativno niskim javnim ulaganjima na globalnoj razini. Reforme politike, uključujući proširenu odgovornost proizvođača, koristeći fiskalne i ekonomske instrumente. Na taj način moglo bi se omogućiti da se oskudni resursi i napor usredotoče na mjere koje će izravnim rješavanjem izvora problema vrlo vjerojatno smanjiti problem otpada u okolišu. Nalik načinu na koji su industrijske emisije toksičnih plinova, krajem prošlog stoljeća, učinkovito zaustavljene u nekim razvijenim zemljama. Umjesto oslanjanja na rješenja s "kraja cijevi" koja su u oceanskim razmjerima neučinkovita i ekonomski neisplativa (npr. čišćenje plutajuće makro-plastike), nužno je usmjeriti se na rješavanje problema otpada na njegovom izvoru.

Uz unaprjeđenje sustava zbrinjavanja otpada na kopnu potrebne su i snažne politike te konkretne mjere za smanjenje upotrebe nepotrebne plastične ambalaže. Poput zabrane besplatnih plastičnih vrećica za jednokratnu upotrebu ili povećanje stope sakupljanja plastičnog otpada koristeći se shemom davanja pologa u zamjenu za plastične boce, što je pokazalo visoku stopu uspjeha u mnogim zemljama. Također, nužna je zabrana plastičnih mikrogranula u kozmetici i proizvodima za osobnu njegu. Sve navedene mjere su prijeko potrebne na regionalnoj, subregionalnoj ili nacionalnoj razini, a kao dio strategija za gospodarenje otpadom.

Također, važno je naglasiti da se kompostabilna bioplastika ili plastika koja je označena kao „biorazgradiva u okolišu“ ne razgrađuje u morskim uvjetima, gdje su parametri poput temperature, kisika i slanosti vrlo različiti od onih koji se očekuju u procesu razgradnje na kopnu. Ostali inovativni materijali, poput morskih biorazgradivih polimera, posebno za pakiranje hrane, mogli bi imati važnu ulogu u smanjenju štete u okolišu. (Gallo i sur. 2018).

Ribarstvo, točnije ALDFG-u (Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear), prepoznat je globalni problem sa štetnim posljedicama za ribare, marikulturu te morske divlje životinje i staništa. Prema istraživanju kojeg su proveli Richardson i sur. (2021.) više od 80% ispitanih ribara navodi kao moguću najučinkovitiju mjeru za prevenciju gubljenja ribolovne opreme u okoliš, redovito održavanje opreme, nakon čega slijedili obuka posade o upravljanju opremom.

58

Radnje koje su dostupne ribarima, upraviteljima i lučkim operaterima za učinkovito sprječavanje gubitaka ribolovne opreme prema ovom istraživanju uključivale bi: održavanje opreme; smanjenje interakcije aktivne opreme sa divljim životinjama; smanjenje financijskih i administrativnih opterećenja za lučke prihvatne objekte; smanjenje duljine putovanja i usmjeravanje programa obrazovanja i upravljanja opremom za ribare s slabijom osviještenošću problema ALDFG-u, posebno onima u ribarstvu s niskim prihodima.

Brzo prilagođavanje programa praćenja otpada uključuje ne samo ažuriranje popisa kategorija, već i pripremu učinkovitih timova za praćenje (tj. znanstvenika, istraživača, volontera i prateće administracije) zbog potencijalno povećane količine otpada. Također, s obzirom na to da neke kategorije potencijalno mogu biti kontaminirane virusom COVID-19, potrebno je što prije pronaći adekvatan način za njihovo sakupljanje i zbrinjavanje (Canning-Clode 2020).

9. Rasprava

S porastom svijesti o problemu akumulacije otpada u morskom okolišu uviđa se potreba za procjenu opsega, utjecaja i izvora pritisaka i zagađenja, te poduzimanja potrebnih mjera i pronalaska efikasnih rješenja. Na globalnoj razini proveden je veliki broj raznolikih studija, no na području Jadrana dosadašnja istraživanja su bila relativno rijetka (Vlachogianni i sur., 2017) i nedostaju studije o samoj rasprostranjenosti i detaljnijoj analizi otpada prema kategorijama i njegovom podrijetlu.

Općenito, morski je otpad rasprostranjena pojava na području Jadranskog mora i ozbiljan ekološki i sociološki problem. Jadran je malo i razmjerno plitko poluzatvoreno more povezano s ostalim dijelom Sredozemnog mora širokim Otrantskim vratima. Gusto naseljene i visoko industrijalizirane obale, kao i intenzivan brodski promet, te režim morskih strujanja koje uglavnom teku duž istočne strane Jadrana prema sjeveru i dalje uz zapadnu obalu prema jugu, imaju značajan utjecaj na rasprostranjenost i gustoću morskog otpada (Tutman i sur., 2017).

U Jadranskoj regiji je 2013. započeo projekt sustavnog upravljanja morskim otpadom pod nazivom DeFishGear (Derelict Fishing Gear Management System in the Adriatic Region). Vodeći se predloženom metodologijom navedenog projekta analizirani su rezultati ovog istraživanja. Detaljna analiza kvalitativno – kvantitativnog sastava morskog otpada naplavljenog na plažama, kao i onoga plutajućeg na površini mora pokazala je da glavnu kategoriju otpada čine umjetni polimerni materijali, odnosno plastika s izuzetno visokih 94,94% (u rasponu od 87,05% – 98,11%) na plažama, odnosno 95,93% na površini mora. Ostale kategorije slijede sa značajno manjim udjelima – staklo/keramika (2,32%), obrađeno drvo (1,56%), metal (0,45%), guma (0,44%), papir (0,17%), ostalo sa 0,12%, te 0,02% tekstila.

Dobiveni podaci o plastici kao prevladavajućem materijalu u morskom otpadu na plažama i površini mora odgovaraju onim literaturnim o morskom otpadu širom svijeta gdje prosječan udio plastike koleba između 50 – 80%, a može doseći i do 90 – 95% u ukupnom broju predmeta (UNEP/MAP, 2015). Na području Jadransko-jonske regije udio plastičnih predmeta u ukupnom broju također odgovara prethodno navedenim udjelima i iznosi od 74 do

92%, dok preostalih 8% čini staklo/keramika, metal, papir, odjeća/tekstil i guma (Vlachogianni i sur., 2017).

Međutim, treba istaknuti da su vrijednosti dobivene na području Lastovskog otočja ipak veće od prethodno spomenutih literaturnih vrijednosti i u većini slučajeva iznose iznad 94%. U ovom slučaju na visoke vrijednosti u zastupljenosti grupe plastika u različitim sezonama na istim lokacijama istraživanja, uz ostale čimbenike, ima i fragmentacija plastike jer je metodologijom predviđeno skupljanje otpada većeg od 2,5 cm i bilježenje svakog otpatka kao jednog otpadnog predmeta. Visoko prisustvo i prevladavanje navedenih fragmenata plastike ukazuje na njeno dugotrajno zadržavanje na plažama i u moru gdje se vremenom usitnjuje u manje komade koji se gomilaju na obali ili pak dalje nastavljaju svoje dugotrajno putovanje. S druge strane maseni udio grupe plastika i pjenasta plastika u ukupno skupljenom otpadu u moru na istraživanim plažama od 55,54% usporediv je s masenim udjelom od oko 50% na plažama u hrvatskom dijelu južnog Jadrana (Tutman i sur., 2017). Maseni udio otpada važan je podatak koji ukazuje na stope unosa i masenih tokova otpada s kopna u morski okoliš.

U jesenskom dijelu istraživanja skupljena je manja količina otpada u moru u odnosu na proljetni dio. Navedeno može ukazivati na to da je prvo prikupljanje nakupljenog otpada kroz dulje razdoblje provedeno detaljno, te također ukazivati na manju stopu donosa otpada, dok veće količine u proljeće može ukazivati na intenzivni unosa otpada na određenim obalnim i/ili morskim područjima kojima zatim prevladavajućim hidrodinamičkim osobitostima dospijevaju na Lastovsko otočje.

Tijekom čitavog razdoblja monitoriranja brojčano najzastupljenija potkategorija prema materijalu bili su komadići polistirena (G82) odnosno stiropor sa 11.705 zabilježenih komada i udjelom od 27,83% među ukupno zabilježenim otpadom. Područje otvorenog Jadrana je važni je i frekventni pravac pomorskog trgovačkog i ribarskog prometa prema hrvatskim, talijanskim i slovenskim lukama. Stoga je jedna od pretpostavki da su ribarski i trgovački brodovi jedan od glavnih izvora tog otpada. Obzirom na izrazito laganu masu samog materijala brzo se fragmentiraju na manje komadiće, vrlo lako je nošen vjetrom i morskim strujama na velike udaljenosti.

Druga važna kategorija morskog otpada su komadići plastike od 2,5 – 50 cm. Već je ranije spomenuto da prevladavanje ovih dviju potkategorija otpada ukazuje na činjenicu da se plastika u moru dugo zadržava, te se vremenom usitnjuje u manje komade koji dopijevaju na obalu. Ova pojava isto također ukazuje na činjenicu da hidrodinamički procesi poput morskih strujanja i površinske vjetrovne cirkulacije značajno utječu na kvalitativno – kvantitativni sastav i sezonsku dinamiku unosa otpada na Lastovsko područje. Otpad stvoren na nekom od udaljenih područja nošen strujanjima nakuplja se i donosi u lastovski akvatorij. Uočene su sličnosti s istraživanjem provedenim u drugim dijelovima Jadrana (Tutman i sur., 2017) kojim je utvrđeno da su u sakupljenom otpadu iz mora najučestaliji pronađeni predmeti bili komadići plastike i stiropora veličine od 2,5 – 50 cm, štapići za uši, te plastični čepovi svih namjena. Sljedeći najučestaliji pronađeni predmeti u ovom istraživanju također pripadaju plastičnim materijalima, mahom vezanim uz kućanstvo i svakodnevnu upotrebu kao što su plastični čepovi i poklopci od pića (G21), te plastične vrećice (G3). Plastične vrećice, ribarska oprema, prehrambena ambalaža i ambalaža za piće su najučestaliji predmeti morskog otpada na plažama diljem svijeta čineći više od 80% ukupnog udjela u morskog otpadu. Razlog zbog kojeg je plastika najrašireniji materijal današnjice leži u njenim osnovnim karakteristikama: mala težina, čvrstoća, dugotrajnost i niska cijena, stoga nije začuđujuća činjenica da je ujedno i najzastupljeniji materijal u morskog otpadu. Također, za razliku od organskih materijala koji se u okolišu s vremenom razgrade, plastika nikada ne nestaje iz prirode, već je uslijed izloženosti UV radijaciji/sunčevoj svjetlosti podložna procesima degradacije i fragmentacije u mikroplastiku, te na taj način postaje dostupnija široj životinjskoj populaciji, nepovratno se nakupljajući u okolišu i hranidbenom lancu, čime konačno dopijeva i do čovjeka. Nadalje, većina plastike je plovna (46%) i ostaje takva dok ne potone uslijed obraštanja epibiotom (UNEP/MAP, 2015). Iz navedenog razloga vrlo lako je nošena na velike udaljenosti vjetrom ili strujama te je gotovo nemoguće utvrditi njen izvor. Najveći utjecaj na količinu i kompoziciju otpada na plažama imaju morske struje, klima i morske mijene, blizina urbanih, industrijskih i rekreacijskih područja, plovidbene linije i ribarstvo. Zaključno, manja količina otpada završi na plaži uslijed turističke aktivnosti u nekoliko ljetnih mjeseci, dok je najveća količina otpada sakupljena s plaže u zimskim mjesecima, uslijed djelovanja snažnog jugoistočnog vjetrova i

62

morskih struja. Međutim, 49 sezonska raspodjela nakupljanja otpada na Lastovskom otočju pokazuje različiti sezonski aspekt; veće su koncentracije kao i unos zabilježeni u proljetnom monitoringu. Dobiveni rezultati naglašavaju utjecaj brojnih lokalnih čimbenika na količinu i akumulaciju otpada, poput izvora otpada i oceanografskih uvjeta, čime se utvrđuje potreba za direktnim i aktivnim djelovanjima. Broj skupljenih otpadnih predmeta na istraživanim morskim plažama po m² od 0,647 do 7,327 s prosjekom od 2,6 u principu odgovara broju otpadnih predmeta po m² zabilježenim u dosadašnjim istraživanjima provedenim u Jadranskom moru gdje se bio od 0,2 do 2,91 (Laglbauer i sur., 2014; Munari i sur., 2016; Vlachogianni i sur., 2017). Međutim, rezultati s plaže Sito slični su rezultatima za plažu Zaglav na otoku Visu gdje je u sklopu projekta DeFishGear zabilježen vrlo visok prosjek od 10,6 otpadnih predmeta po m² s maksimumom od 15 otpadnih predmeta po m². Zabilježene vrijednosti prosječnog broja predmeta po m² na lastovskom području u određenoj mjeri odgovaraju strujanju, odnosno modeliranom transportu plutajućeg otpada u Jadranskom i Jonskom moru (Liubartseva i sur., 2016).

Na zapadnoj obali Jadranskog mora prema modelu završava ipak više otpada nego na istočnoj obali s najvećim koncentracijama na području delte rijeke Po, te bliskim sjevernim i južnim okolnim područjima. Prema istom modelu, Lastovo ima manju stopu donosa u jesen (8,8 kg/km na dan) i proljeće (4,9 kg/km na dan) od Mljeta (22,7 kg/km na dan; 19,9 kg/km na dan) i Korčule (12,1 kg/km na dan; 6,9 kg/km na dan), dok je donos na obale Hvara (5,0 kg/km na dan; 3,5 kg/km na dan) i Visa (5,9 kg/km na dan; 3,0 kg/km na dan) nešto manji nego donos na području Lastova.

Dinamika Jadranskog mora pod izrazitim je utjecajem vjetera, rijeke Po i općenito vremenskih prilika stoga je i morsko strujanje očekivano sezonalno (Ursella i sur., 2007), tj. ovisi o meteo-oceanografskim prilikama. S obzirom da je cirkulacija u Jadranskom moru u osnovi ciklonalna s jačom i uskom priobalnom strujom u smjeru jugoistoka na zapadnoj strani (zapadnojadranska struja), slabom strujom koja se u smjeru sjeverozapada pruža u širem obuhvatu istočnom obalom (istočnojadranska struja) te tri karakteristična vrtloga (Poulain i sur., 2012), za očekivati je različit donos s obzirom na geografski položaj.

Može se zaključiti da je na lokalnoj razini koncentracija pojedinih materijala otpada iznimno uvjetovana specifičnim lokalnim aktivnostima, kao i hidrografskim osobitostima. Otpad s kopna u morski okoliš donosi vjetar/oluje, rijeke, sustavi odvodnje, a posljedica su lošeg gospodarenja otpadom i neodgovornog ponašanja, odnosno nedovoljne svijesti i nebrige pojedinaca i društva. Opća površinska cirkulacija u Jadranskom moru sastoji se od sjevernog toka koji se uspinje uz istočnu obalu i južnog povratnog toka koji se spušta uz zapadnu obalu s pojavom nekoliko ciklonskih vrtloga, od kojih su najistaknutiji oni na južnom i srednjem Jadranu. Uslijed postojećeg režima cirkulacije i zbog dugog razdoblja jakih južnih vjetrova, na južnim obalama izloženih otoka (Vis, Mljet, Korčula, Lastovo) i poluotoku Pelješcu izražen je povećani akumulacijski potencijal prekograničnog otpada. Nakupljanju takvog otpada posebno pogoduje geomorfologija obale izgrađena od vapnenca s mjestimičnim uskim uvalama i plažama na njihovom kraju koje djeluju poput lijevka u koje se gomila otpad (Tutman i sur., 2017). Posebno su ugrožene uvale okrenute ka jugoistoku, jugu i jugozapadu, no isto su tako pod pritiskom i one na sjeveru. To pokazuje da uz vjetrove južnih smjerova, na kretanje plutajućeg otpada jednako utječu i morske struje.

Međutim, znatni dio otpada ne bude izbačen na obalu nego dugo pluta dok ne potone i akumulira se na dnu u područjima niske energije strujanja mora. Tako se i na otok Lastovo položen paralelno s obalom, odnosno sa smjerom glavne morske struje i sa smjerom puhanja juga, naplavljuje značajna količina otpada i gdje smeće uglavnom dopijeva morskim strujama s otvorenog mora. Akumulacija plastičnih predmeta i njihovih fragmenata izaziva posebnu zabrinutost zbog toga što ih je teško ukloniti iz okoliša i što imaju potencijalni utjecaj na široki spektar organizama. Stoga je izražena potreba daljnjeg rada na izradi modela kojima bi se predvidio mehanizam transporta kao i određivanje mjesta akumulacijeorskog otpada u plitkom priobalju, u cilju određivanja odgovarajućih mjera za upravljanje i ublažavanje problema.

Također, obzirom na potencijal nanošenja prekograničnog otpada, ukoliko bude moguće, bilo bi poželjno pokušati odrediti porijeklo pojedinih predmeta kako bi se odgovarajuće mjere mogle adresirati. Veliki problem u Hrvatskoj predstavlja otpad iz mora u obalnom području donesen morskim strujama i vjetrom iz susjednih zemalja, posebice za

64

vrijeme nepovoljnih meteoroloških i hidroloških prilika. Takav otpad na području Jadrana može činiti gotovo 90% udjela u ukupnoj količini (Kwokal i Štefanović, 2009; 2011). Usprkos uočenoj problematici, podaci o količinama otpada koji ulazi u Jadran, kao i o onom morskom otpadu koji se tamo nalazi i dalje su nepotpuni, zbog čega se procjene mase ili količine plastičnog otpada u njemu uvelike razlikuju. Jedan od razloga takvim razlikama u procjenama opterećenja mora plastičnim otpadom jesu i nedovoljno poznavanje izvora i porijekla otpada i njegove količine koja dopijeva u more, te različiti računalni modeli za njegovo izračunavanje.

Kako bismo sa sigurnošću mogli prepoznati mjesta i načine stvaranja morskog otpada potrebno je utvrditi gdje i kako nastaje, te kako ulazi u morsko okruženje, odnosno način prenošenja i dopijevanja na odgovarajuća područja. To je potrebno radi određivanja djelotvornih postupaka njegovog uklanjanja i ublažavanja utjecaja u smislu udovoljavanja zahtjevima iz ODMS. Analiza sastava samog otpada vrlo je važna jer pruža uvid u podatke o vrsti otpada i njegovoj namjeni, te je na taj način moguće pratiti izvore otpada. Razvrstavanjem na kategorije pruža se dobra podloga za razumijevanje problematike, te pogodan pristup rješavanju problema i razvoja mehanizama za gospodarenje i uklanjanje otpada iz mora. Nedostatak dosadašnjih ekoloških akcija čišćenja je što ih je većina rađena s ciljem uklanjanja samog otpada uz predočenje ukupnih brojčanih i masenih podataka, dok je pravilna analiza i klasifikacija otpada zanemarena.

Problem morskog otpada je globalni okolišni problem broj jedan današnjice. Premda je njegova problematika prisutna već dulje vremena i prepoznata je kao jedna od glavnih prijetnji morskim ekosustavima, kada govorimo o hrvatskoj Jadrana suočeni s nedostatkom odgovarajućih podataka iz sustavnih istraživanja. Stoga su naše su spoznaje o količinama otpada koji se već nalazi u moru, te o izvorima i porijeklu otpada, te njegovoj daljnjoj sudbini kada dospije u more još uvijek prilično oskudne. Glavni nedostaci su nepostojanje dovoljne baze podataka o količinama, sastavu i trendovima morskog otpada, slabo razumijevanje oceanografskih i klimatskih procesa koji utječu na njegovu raspodjelu i zadržavanje u morskom okolišu, te poznavanje daljnje sudbine kada dospije u more (vrijeme razgrađivanja, tonjenja na dno i sl.). Pored nevladinih organizacija koje imaju važnu ulogu u razvijanju svijesti o morskom otpadu i galvaniziranju javnosti, znanstvene institucije su one koje se trebaju intenzivnije baviti

65

temeljnim istraživanjem ove složene problematike, te uz suradnju s državnom administracijom sudjelovati u donošenju strategija i zakonskih okvira. Hrvatska trenutačno ne raspolaže sustavnim modelom zbrinjavanja morskog otpada, a također nismo u mogućnosti odrediti količinu otpada koja se nalazi u moru i tamo dopijeva. Aktivnosti koje se odnose na sprječavanje njegovog nastanka provode se kroz primjenu postojećeg zakonskog okvira i strateških dokumenata vezanih za gospodarenje otpadom.

Posebnu pozornost naročito je važno pridati jačanju bilateralnih i multilateralnih odnosa sa zemljama u susjedstvu. To je potrebno zbog razvijanja zajedničkih mjera za bolje gospodarenje morskim otpadom obzirom na prekogranični karakter i na procese u moru koji omogućuju njegovo širenje na velike udaljenosti. Morski otpad nije problem okoliša koji se može riješiti samo primjenom zakona, čišćenjem plaža i tehničkim rješenjima. To je također kulturološki problem i potrebni su naponi da se promijene navike, pristupi, ponašanje, pristup gospodarenju, obrazovanje i uključivanje svih sektora i interesa. Monitoring plutajućeg morskog otpada kao i onog naplavljenog na plažama, koji se provodio na lokacijama Lastovskog otočja, prva je takva procjena morskog otpada koja se sustavno provodi nakon završetka projekta DeFishGear temeljena na usporedivim terenskim podacima primjenom usklađenih protokola praćenja razvijenih u okviru navedenog projekta.

Rezultati dobiveni nakon završetka pružili su jasniju sliku o količinama, sastavu i potencijalnim izvorima morskog otpada, ali su također dali i strateški doprinos u pogledu koordiniranja, usklađivanja, pa čak i standardizacije praćenja morskog otpada na nacionalnoj razini. Svi predviđeni parametri su monitorirani na za to određenim lokacijama provođenjem specifične metodologije koja ovisi o pojedinoj skupini otpada koji se promatra/prati, te su obuhvatili određivanje i analizu stanja predviđenih pokazatelja. Monitoring je proveden ciljano na odgovarajući način, te je izvođenje zaključaka u skladu s planiranim ciljem i metodologijom istraživanja. Zabilježeni trendovi u pogledu količine i sastava, te prostorne raspodjele i nakupljanja otpada na obali pokazuje velike kvantitativne varijacije i posljedica je niza utjecaja poput zemljopisnog položaja otoka Lastova, hidrodinamike mora, geomorfoloških faktora odnosno izgleda obalnog područja, lokalnih ljudskih aktivnosti, kao i prekograničnog unosa morskog otpada. Istraživanja ovakvog tipa svakako upotpunjuju uočene nedostatke i pokazuju

66

svoju važnost, te su jasan pokazatelj smjera u kojemu se potrebno kretati kako bismo došli do neophodnih podataka.

Monitoring morskog otpada naplavljenog na plažama kao i onog plutajućeg koji se provodi na metodološki odgovarajućim lokacijama Lastovskog otočja, prva je takva procjena morskog otpada koja se sustavno provodi nakon završetka projekta DeFishGear. Posebno važna vrijednost ovih istraživanja temelji se na usporedivim terenskim podacima primjenom usklađenih protokola praćenja razvijenih u okviru navedenog projekta. Rezultati koje smo dobili nakon završetka istraživanja pružaju jasniju sliku o količinama, sastavu i potencijalnim izvorima morskog otpada, ali također daju i strateški doprinos u pogledu budućeg koordiniranja, usklađivanja, pa možemo reći i standardizacije praćenja morskog otpada na nacionalnoj, kao i jadranskoj regionalnoj razini.

10. Preporuke

Korištenje metodologije razvijene tijekom projekta DeFishGear u skladu je s preporukama EU MSFD TG10 za bilježenje predmeta otpada i pokazalo se ključnim u otkrivanju izvora i prilično je jednostavno za upotrebu. Obzirom na zemljopisni položaj Lastovskog otočja i hidrodinamičke osobitosti njegovog morskog okruženja u odnosu na količinu zabilježenog otpada, te kako primjena obaju razvijenih protokola nije bila zahtjevna što se tiče financijskih i ljudskih resursa, preporučuje se provođenje dugogodišnjeg programa praćenja plutajućeg otpada kao i onoga na plaži u dizajnu programa praćenja morskog otpada koje je korišten, kao i obavezno provođenje ekoloških akcija čišćenja njegovog priobalja, najmanje jedanput godišnje i to u jesen.

Rezultati monitoringa o količinama otpada naplavljenom na obali i podaci o sezonskom unosu otpada na obalu pružili su dovoljne informacije za potrebu pružanja očite potpore Parku prirode „Lastovsko otočje“ u neposrednim akcijama povezanim s provedbom relevantnih zakonodavnih okvira kako u Hrvatskoj tako i u regiji: Okvirne direktive o morskoj strategiji EU-a i srodnih direktiva poput Okvirne direktive o otpadu, Direktive o ambalaži i otpadu od ambalaže, Direktive o odlagalištima otpada, Direktive o lučkim prihvatnim objektima, itd. te Regionalnog plana Barcelonske konvencije za morski otpad na Mediteranu, kao i Konvencije o sprečavanju onečišćenja brodovima.

Otkrivanje izvora, odnosno gospodarskog sektora ili ljudske aktivnosti iz koje potječe, ključno je za utvrđivanje ciljanih mjera za borbu protiv morskog otpada i osiguravanje dobrog stanja okoliša. Nažalost, kako je Lastovsko otočje „krajnja stanica“ za morski otpad i samostalno ne toliki izvor otpada, mjere za smanjivanje količina otpada naplavljenog na obali svode se na ekološke akcije čišćenja koje bi organizirao i provodio Park prirode „Lastovsko otočje“ u suradnji s lokalnom samoupravom. Ovom bi se mjerom djelovalo na smanjivanje količina morskog otpada u priobalju, čime bi se značajno smanjio rizik negativnog utjecaja na morska staništa i morske organizme. Primjenom navedene mjere

akcijama organiziranim na lokalnoj razini postupno će se čistiti priobalje i podmorje, što će i doprinijeti i povećanju estetske razine vizualne kvalitete otočja.

Pretpostavke: Podizanje svijesti o važnosti zaštite morskog okoliša kod obalnog stanovništva i ribara; uspješno organiziranje ekoloških akcija čišćenja obale kao i ronilačkih akcija čišćenja podmorja na lokalnoj razini.

Rizici: Nedovoljna razina svijesti o okolišu; nedostatak financijskih sredstava za organiziranje ronilačkih akcija čišćenja i uklanjanja mreža s morskog dna

Aktivnosti:

- program mjera podizanja razine ekološke svijesti o problemu morskog otpada,
- prikupljanje podataka o područjima na kojima se morski otpad najviše nakuplja,
- poticanje provođenja ekoloških akcija čišćenja morskog otpada, razvijanje dugoročnog sustava monitoringa morskog otpada u cilju prikupljanja podataka.

Potrebno je potaknuti znanstvena istraživanja o utjecaju morskog otpada na okoliš i gospodarstvo. Kako bi se povećale znanstvene spoznaje o morskome otpadu bilo bi korisno povezati se sa znanstvenim institutima i sveučilištima. Teme povezane s gospodarstvom bile bi usmjerene ka određivanju financijskih troškova čišćenja, te procjene eventualnog negativnog publiciteta uslijed nagomilanog otpada u turističkim područjima. Ostale teme mogu uključivati utjecaje morskog otpada, uključujući mikroplastiku na pojedine vrste i staništa, pojavu i rasprostranjenost mikroplastike, procjenu nakupljanja plastike u različitim dijelovima morskog okoliša, sustavnu kvantifikaciju i karakterizaciju plastike na plažama. Suradnja s drugim zaštićenim područjima, te razvojnim agencijama prihvatljiva su u tom pogledu.

Kako bi se bolje spoznali izvori morskog otpada izuzetno je važno uspostaviti dugoročne programe praćenja (monitoringa) morskog otpada, naročito na plažama, koji će omogućiti određivanje sezonskih kolebanja količine i sastava morskog otpada kao i odgovarajućih trendova u prostornim i vremenskim razmjerima.

11. Zaključci

- Provedeni monitoring predstavlja prvo stručno – znanstveno istraživanje otpada naplavljenog na plažama kao i onog na površini mora temeljem harmonizirane metodologije u području Lastovskog otočja.
- Također je prvo višegodišnje istraživanje dinamike i sastava morskog otpada na hrvatskoj strani Jadrana u koje su uključeni proljetni i jesenski aspekt promatranja.
- Morski otpad predstavlja značajan pritisak na okoliš. Najučestalija kategorija otpada na istraživanom području su antropogeni polimerni materijali, odnosno plastika koja je na plažama zabilježena s učestalošću od 94,94%, a na površini mora od 95,93%.
- Količina zabilježenih predmeta otpada na plaži bila je najviša na plaži Sito sa prosječnom gustoćom od 5,116 kom/m², nakon čega slijedi plaža Saplun s 1,816 kom/m², te plaža Kremena s 0,889 kom/m², dok prosječna gustoća plutajućeg otpada iznosi 41 5,53 N/km².
- Na plažama je najzastupljenija potkategorija otpada prema brojnosti bio je stiropor (G82) Komadići polistirena veličinske kategorije 2,5 – 50 cm sa zabilježenim udjelom od 27,83% ukupno sakupljenog otpada, dok su na površini mora najzastupljenija potkategorija bili (G79) Komadići plastike 2,5 cm >> 50 cm sa 18,42%.
- Izvori prikupljenog otpada mogu se povezati s ribarstvom i marikulturom, turizmom i rekreacijskim aktivnostima, lošim gospodarenjem odlagalištima komunalnog otpada, kanalizacijom, te brodskim prometom.
- Koncentracija pojedinih materijala otpada naglašava utjecaj brojnih lokalnih čimbenika na njegovu količinu i akumulaciju, poput izvora otpada i oceanografskih uvjeta, čime se utvrđuje potreba za direktnim i aktivnim djelovanjima.
- Uslijed postojećeg režima cirkulacije mora i dugog razdoblja južnih vjetrova, na

južnim i jugoistočnim izloženih obalama otoka Lastova izražen je povećani akumulacijski potencijal morskog otpada. Nakupljanju takvog otpada posebno pogoduje geomorfologija obale s uskim uvalama i plažama na njihovom kraju koje djeluju poput lijevka u koje se s vremenom nakuplja i gomila otpad donesen sa pučine.

- S obzirom na zemljopisni položaj i oceanografske osobitosti šireg područja, može se pretpostaviti da određena količina otpada dolazi prekogranično iz susjednih zemalja.
- Veliki izvor otpada kako onog plutajućeg, tako i onog na plažama potječe od ribarstva (polistirenske granule koje potječu od kašeta za spremanje ribe na ribarskim brodovima), te izvora koji se ne mogu precizno identificirati, odnosno pronađenog otpada kojima je vrlo teško odrediti izvor, što predstavljaju komadići plastike od 2,5 – 50 cm.
- Općenito, podaci ukazuju da je stanje s morskim otpadom na istraživanim plažama u skladu s širom situacijom na Jadranu dobivenom u sklopu projekta DeFishGear koje je nezadovoljavajuće. Rezultati upućuju da se u takvim uvalama otpad koncentrira, te da se umjetni polimerni materijali, koji su ujedno i najzastupljeniji, dodatno usitnjavaju pomicanjem oblutaka obzirom na zabilježen veliki broj otpadnih predmeta malih dimenzija i mase.
- Dobiveni rezultati pružaju jasniju sliku o količinama, sastavu i potencijalnim izvorima morskog otpada na području Lastovskog otočja, te ističu potrebu za poboljšanjem loših i/ili neodgovarajućih praksi gospodarenja otpadom na kopnu i potrebe za podizanjem razine svijesti prema promjeni ponašanja kada je u pitanju morski otpad.

12. Prijedlog lokalnih mjera za smanjenje otpada iz mora

Preporuke za unaprjeđenje gospodarenja otpadom na kopnu:

- Definirati najveće lokalne onečišćivače te im pristupiti s mogućim načinima smanjenja onečišćenja;
- Uvesti sustav odvojenog prikupljanja otpada od vrata do vrata (posebno plastike);
- Uvesti sustav naplate prikupljanja otpada prema vrsti i generiranoj količini otpada;
- Izraditi interne planove gospodarenja otpadom za javne institucije i tvrtke;
- Uvesti sustav prikupljanja i zbrinjavanja biootpada (organski otpad, uključujući i biorazgradivu plastiku te otpad iz restorana), izraditi kompostanu;
- Osmisliti projekte dućana bez ambalaže.

Preporuke za smanjivanje korištenja plastike:

- Suradivati s poduzetnicima u ograničavanju korištenja ili prodaje jednokratne plastike;
- Donijeti i provoditi „Odluke o ograničavanju korištenja jednokratne plastike u gradskim institucijama i javnim tvrtkama“ (uključujući škole, vrtiće, komunalno i sve druge);
- Donijeti i provoditi „Odluke o ograničavanju korištenja jednokratne plastike na javnim događanjima koje (su)organizira i/ili (su)financira Grad/lokalna zajednica/Javna ustanova PP“;
- Zabraniti organizirano ispuštanje balona u zrak tijekom javnih događanja;
- Zabraniti prodaju, distribuciju i korištenje proizvoda od plastike za jednokratnu upotrebu u dućanima, kafićima i restoranima te tijekom javnih/velikih događanja (lagane i vrlo lagane vrećice; čaše, tanjuri, pribor za jelo i pladnjevi; pakirana voda; slamke, štapići za uši; upaljači, britve koji nisu za višekratnu uporabu i sl.);
- Zamijeniti kutije od stiropora koje se koriste u ribolovu s kutijama od postojnijih materijala s manjim utjecajem na okoliš.

Edukacija i osvještavanje stanovništva:

- Provoditi edukacije lokalne zajednice o odvajanju i zbrinjavanju te kasnijoj mogućoj ponovnoj upotrebi otpada te kompostiranju;
- Provoditi edukacije djece i mladih o važnosti smanjivanja stvaranja otpada, odvojenog prikupljanja i kompostiranja;
- Provoditi informiranje lokalne zajednice o alternativnim rješenjima i načinima smanjivanja plastičnog otpada u svakodnevnom životu.

Sanacija onečišćenja:

- Osigurati redovitog prekrivanja odlagališta otpada s ciljem smanjenja raznošenja plastike vjetrom, do trenutka njegova konačnog zatvaranja;
- Poticati građane na prijavljivanje lokacija odbačenog otpada putem on-line sustava Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja ELOO (<https://eloo.haop.hr/public/>);
- Provoditi redovito prikupljanje otpada s plaža;
- Provoditi redovito prikupljanje otpada iz podmorja;
- Podržati lokalne akcije prikupljanja otpada; komunicirati rezultate u javnosti;
- Suradivati s JU PP Lastovsk otočje, lokalnim komunalnim društvom i organizacijama civilnog društva prilikom organizacije akcija uklanjanja otpada.

Monitoring utjecaja na ptice:

- Nastaviti provoditi složeni protokol praćenja otpada iz mora, s plaža i morske površine (DeFishGear);
- Provoditi pojednostavljeni protokol praćenja količine otpada prilikom provedbe akcija uklanjanja otpada s plaža;
- Voditi evidenciju količine prikupljenog otpada na ronilačkim akcijama uklanjanja otpada;
- Voditi bazu podataka o prikupljenoj količini i sastavu otpada, evidenciju trendova kroz vrijeme;
- Uvesti praćenje plastičnog otpada pokraj gnijezda morski te iz želudaca mrtvih morskih ptica;

- Razraditi sustav dolaženja do tijela mrtvih ptica za potrebe praćenja plastičnog otpada;
- Unutar programa za praćenje otpada uključiti jednokratne medicinske i druge maske kao potencijalno veliki čimbenici u onečišćenju.

13. Literatura

- Acampora, Heidi & Lyashevskaja, Olga & Van Franeker, Jan & O'Connor, Ian. (2016). The use of beached bird surveys for marine plastic litter monitoring in Ireland
- Alkalay, R., Pasternak, G., Zask, A. (2007) Clean-coast index-A new approach for Beach cleanliness assessment. *Ocean and Coastal Management*. **50**(5–6), 352–362.
- Canning-Clode João, Sepúlveda Pedro, Almeida Silvia, Monteiro João TITLE=Will COVID-19 Containment and Treatment Measures Drive Shifts in Marine Litter Pollution? JOURNAL=Frontiers in Marine Science VOLUME=7, 2020
- Galgani F, Hanke G, Werner S, Oosterbaan L, Nilsson P, Fleet D, Kinsey S, Thompson RC, van Franeker J, Vlachogianni Th, Scoullou M, Veiga JM, Palatinus A, Matiddi M, Maes T, Korpinen S, Budziak A, Leslie H, Gago J, Liebezeit G. (2013): Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Scientific and Technical Research series, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.
- Good Thomas P., Jameal F. Samhuri, Blake E. Feist, Chris Wilcox, Jaime Jahncke, Plastics in the Pacific: Assessing risk from ocean debris for marine birds in the California Current Large Marine Ecosystem, *Biological Conservation*, Volume 250, 2020,
- Hamer, K.C.. (2013). Procellariiformes.
- Kwokal Ž, Štefanović B, 2009. Plutajući otpad iz mora zanemarivanje ne znači nepostojanje. Adriatic Boat Show 2009, Šibenik, Hrvatska, 17-21.09.
- Kwokal Ž, Štefanović B, 2011. Plutajući otpad bez granica-prijetnja mljetskim uvalama. Zbornik radova simpozija "Dani Branimira Gušića Mljet 2010"/ Durbešić P, Benović A (ur). Zagreb: LaserPrint, 349-362.
- Lyubartseva, Svitlana & Coppini, Giovanni & Lecci, Rita & Creti, Sergio. (2016). Regional approach to modeling the transport of floating plastic debris in the Adriatic Sea. *Marine pollution bulletin*. 103. 115-127.
- Poulain, P.M., Kourafalou, V.H., Cushman-Roisin, B. (2001) Chapter 5. Northern Adriatic

- Sea. In Physical oceanography of the Adriatic Sea Past, present and future, CushmanRoisin i sur., eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 143-165.
- Provencher JF, Borrelle SB, Bond AL, Lavers JL, van Franeker JA, Kühn S, Hammer S, Avery-Gomm S, and Mallory ML. 2019. Recommended best practices for plastic and litter ingestion studies in marine birds: Collection, processing, and reporting. FACETS 4: 111–130.
- Richardson, Kelsey, Hardesty, Britta, Vince, Joanna, Wilcox, Chris 2021. Global Causes, Drivers, and Prevention Measures for Lost Fishing Gear. *Frontiers in Marine Science*. 8. 690447.
- Roman, L., Hardesty, B.D., Hindell, M.A. et al. A quantitative analysis linking seabird mortality and marine debris ingestion. *Sci Rep* 9, 3202 (2019).
- Schmid C, Cozzarini L., Zambello E., A critical review on marine litter in the Adriatic Sea: Focus on plastic pollution, *Environmental Pollution*, Volume 273, 2021,
- Tutman P, Bojanić-Varezić D, Prvan M, Božanić J, Nazlić M, Šiljić J, Pavičić M. (2017): Integrirano planiranje u cilju smanjivanja utjecaja otpada iz mora – projekt DeFishGear. *Tehnoeko*, 67: 20-29.
- Tutman P (2019): Prilagodba protokola za monitoring otpada iz mora na plažama i na morskoj površini, definiranje točaka uzorkovanja na području Parka prirode Lastovsko otočje, te obrada prikupljenih podataka u okviru projekta LIFE ARTINA – LIFE17 NAT/HR/000594 “Seabird Conservation Network in the Adriatic” Pp. 22.
- UNEP (2009): *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi: UNEP. 232 pp.
- UNEP/MAP (2015) *Marine Litter Assessment in the Mediterranean*. Athens: UN Environment / Mediterranean Action Plan.
- Ursella, L, Poulain, PM, Signell, RP. (2016): Surface drifter derived circulation in the northern and middle Adriatic Sea: Response to wind regime and seasons northern Adriatic, Volume 111
- Veiga J.M., Fleet D., Kinsey S., Nilsson P., Vlachogianni T., Werner S., Galgani F.,

Thompson R.C., Dagevos J., Gago J., Sobral P., Cronin R. (2016) Identifying Sources of Marine Litter. MSFD GES TG Marine Litter Thematic Report; JRC Technical Report; EUR 28309; doi:10.2788/018068

Verlis, K. M., Campbell, M. L., & Wilson, S. P. (2013). Ingestion of marine debris plastic by the wedge-tailed shearwater *Ardenna pacifica* in the Great Barrier Reef, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1), 244-249.

Vlachogianni T. (2015a): Methodology for Monitoring Marine Litter on Beaches Macro-Debris (>2.5cm). The DeFishGear Project. Pp. 15.

Vlachogianni T. (2015b): Methodology for Monitoring Marine Litter on the Sea Surface, Visual observation. The DeFishGear Project. Pp. 4.

Vlachogianni T, Zeri C, Ronchi F, Fortibuoni T, Anastasopoulou A. (2016): Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian Seas. The DeFishGear Project. Pp. 158.

Vlachogianni, T., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, C. (2017) *Marine Litter Assessment in the Adriatic and Ionian Seas*. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA

<https://www.unep.org/resources/annual-report/unep-2009-annual-report>

<https://www.wwf.org.au/news/blogs/how-many-birds-die-from-plastic-pollution>

<https://www.ospar.org/>

https://ec.europa.eu/environment/marine/eu-coast-and-marine-policy/marine-strategy-framework-directive/index_en.htm