



INTEGRIRANO PLANIRANJE U CILJU SMANJIVANJA UTJECAJA MORSKOG OTPADA PROJEKT DEFISHGEAR

Morski otpad je globalni problem na okolišnoj, socio-ekonomskoj, zdravstvenoj i estetskoj razini. Može se naći u svim svjetskim morima i oceanima, ne samo u gusto naseljenim područjima, nego i u onima daleko od očitih izvora i ljudskog utjecaja

[autor] Pero Tutman¹, Dubravka Bojanić Varezić¹, Mosor Prvan², Jakša Božanić², Marija Nazlić², Jasna Šiljić¹, Mišo Pavičić¹

¹ Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, ² Sunce – Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj, Split

1. Uvod – problematika otpada iz mora

Otpad iz mora se 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 rijeke, odvodnje, kanalizacije ili vjetrom. Pojavljuje se kao plutajući otpad na površini mora, ispod njegove površine (u vodenom stupcu), nataložen na morskom dnu, te naplavljen na

obali. Glavnina otpada iz mora potječe s kopna (gotovo 80%), a tek manji dio nastaje na samom moru. Kopneni izvori otpada su nekontrolirana ili loše upravljana odlagališta otpada naselja i gradova na obali mora ili rijeka, odvodi i kanalizacije, donosi rijekama, ispiranje kišama odnosno ispuhivanje s obala za vrijeme oluja i nevremena, te turističke aktivnosti. Morski izvori predstavljaju otpad koji dopijeva s brodova svih vrsta i namjena, kao posljedica aktivnosti u ribarstvu

i marikulturi, naftne i plinske platforme te ponovno turističke aktivnosti. Kruti otpad koji dopire u more je raznolikog porijekla, uporabe, sastava, veličine, oblika, trajnosti, ekološke „prihvatljivosti“ itd. Glavne kategorije otpada su razne vrste plastika, metala, stakla, gume, obrađenog drva i papira. Svi ti materijali u svojoj završnici čine štetu na više razina: od vizualne do ugrožavanja živog svijeta u okolišu. U moru i priobalju se pojavljuje u značajnim količinama i smatra se jednim od glavnih problema koji utječe na morski i obalni okoliš. Na organizme djeluje kroz zaplitanje i unos u probavni sustav, predstavlja rizik za ljudsko zdravlje, stvara smetnju aktivnostima na moru i obali, te umanjuje kvalitete korištenja morske vode (ribarstvo ili bilo koje drugo legitimno korištenje mora) (UNEP, 2009). Plastični otpad posebice opterećuje more jer je vrlo otporan i razgrađuje se izuzetno sporo (Thiel i Gutow, 2005). Uslijed fizičkih, bioloških i kemijskih procesa tijekom vremena se smanjuje strukturna cjelovitost plastičnih otpadaka, te dolazi do fragmentacije čime nastaju sitne čestice mikroplastike. Morski organizmi te čestice mogu zamijeniti za hranu, što može dovesti do ozljeda probavnih organa i stradavanja životinja. Kemijske tvari sadržane u česticama mikroplastike nakupljaju se u hranidbenom lancu, pa tako na kraju mogu i doći do ljudi (Ivar do Sul i Costa, 2014). Pojedini organizmi iz drugih udaljenijih morskih područja mogu putem plutajućeg otpada prevaliti velike udaljenosti i dospjeti do područja u kojima ranije nisu bili prisutni (Barnes, 2002).

Bez obzira na izvor, otpad iz mora je rasprostranjena pojava na području Jadranskog mora (Kwokal i Štefanović, 2009, 2011; Petricioli i Bakran-Petricioli, 2012; Lazar i Gračan, 2011; Liubartseva i sur., 2016) i trajan ekološki i sociološki problem svake države koja mu gravitira. Količina i zastupljenost plastičnog otpada na dnu Jadranskog mora među najvišima je u Europi nakon sjeveroistočnog dijela Sredozemnog i Keltskog mora (Galgani i sur., 2000). Otpad tamo dopire od oko četiri milijuna ljudi koji žive uz njegove obale, a taj se broj tijekom turističke sezone povećava gotovo šest puta (Marchetti i sur., 1989; Picer, 2000). Osim ekološkog, otpad iz mora ima i važan društveno-ekonomski utjecaj koji pogađa obalne zajednice jer je čista obala od ključnog značaja za turizam. Jadran je svojom površinom (138.600 km²) malo i plitko poluzatvoreno more povezano sa ostalim dijelom Sredozemnog mora 70 km širokim Otrantskim vratima (Cushman-Roisin i sur., 2001). Obzirom na gusto naseljene i visoko industrijalizirane obale, kao i na intenzivan brodski promet, te režim morskog strujanja (Cushman-Roisin i sur., 2001), značajno je utjecan ovim problemom (Bojanić Varezić i sur., 2015; Liubartseva i sur., 2016). Na plažama i morskome dnu priobalnog područja Hrvatske otpad iz mora je prisutan u količinama koje nisu zanemarive. Veliki problem u Hrvatskoj predstavlja otpad iz mora u obalnom području (na plažama, morskome dnu i stupcu morske vode) donesen morskim strujama i vjetrom iz susjednih jadranskih zemalja, posebice za vrijeme iznimno nepovoljnih meteoroloških i hidroloških prilika. Takav otpad na području južnog Jadrana može činiti gotovo 90% udjela u ukupnoj količini (Kwokal i Štefanović, 2009, 2011).

Problematika otpada u moru je prepoznata kao jedan od

Problematika otpada u moru je prepoznata kao jedna od glavnih prijetnji morskim ekosustavima u Mediteranu zbog svojih ekoloških, ekonomskih, sigurnosnih i zdravstvenih utjecaja (UNEP, 2009)

glavnih prijetnji morskim ekosustavima u Mediteranu zbog svojih ekoloških, ekonomskih, sigurnosnih, zdravstvenih i kulturnih utjecaja (UNEP, 2009). Regionalni pristup suzbijanju ovog zagađenja je korak do uspjeha, jer problemi otpada iz mora nadilaze nacionalne granice. Jadranska regija je suočena s nedostatkom odgovarajućih mjera za ublažavanje usmjerenih ka smanjivanju onečišćenja otpadom iz mora (MedPartnership, 2015), kao problemu vidljivom u svakoj od zemalja regije. Premda je problematika otpada iz mora u Jadranu prisutna već dulje vremena, naše su spoznaje o tome još uvijek prilično oskudne (Kwokal i Štefanović, 2009, 2011; Lazar i Gračan, 2011). Problematikom otpada iz mora znanstvene se institucije u Hrvatskoj bave u novije vrijeme (Tutman, 2015). Kod izrade procjena količina i vrsta otpada u moru 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, nedostatak 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 otpada iz mora, slabo razumijevanje oceanografskih i klimatskih procesa koji utječu na njegovu raspodjelu i zadržavanje u morskome okolišu, te poznavanje daljnje sudbine otpada iz mora kada jednom dopire u more (vrijeme razgrađivanja, tonjenja na dno i slično). Nadalje, na regionalnoj su razini metodologija uzorkovanja i analize uzoraka 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 Republici Hrvatskoj trenutačno nema sustavnog prikupljanja i evidentiranja podataka vezanih uz otpad iz mora, niti postoji strateški dokument/pravni akt koji se isključivo odnosi na takav otpad. Aktivnosti koje se odnose na sprječavanje nastanka otpada iz mora provode se kroz postojeći zakonski okvir i strateške dokumente vezane uz gospodarenje otpadom na kopnu. Trenutačno poznavanje utjecaja otpada iz mora u morskome okolišu nije na dovoljnoj razini da bi se mogli uspostaviti smisleni ciljevi ili indikatori praćenja utjecaja, te je u svakom slučaju potrebno uspostaviti sustav istraživanja koji bi doveo do razumijevanja ove problematike. U okviru izrade postojećeg stanja otpada iz mora, potrebno je također izraditi procjenu njegovih ekonomskih učinaka te dodatno istražiti utjecaj otpada iz mora na prirodne resurse i ljudsko zdravlje slijedeći regionalni pristup, te pristup EK u primjeni Okvirne direktive o morskoj strategiji (ICZM – Integrated Coastal Zone Management 2008/56/EC).

Na globalnoj razini, u okviru regionalnih konvencija o moru i u EU okolišnoj politici otpad iz mora predstavlja prioritetan problem koji zahtijeva sustavno i koordinirano djelovanje. Osnovni preduvjet smanjivanja količine otpada u Jadranu jest djelovanje u skladu sa regionalnim i nacionalnim ciljevima strategije okolišnog pristupa (EcAp – The Ecosystem Approach), kao i strategije postizanja dobrog stanja okoliša (GES – Good Environmental Status) u skladu s Deskriptorom 10, Otpad iz mora, Okvirne direktive o morskoj strategiji. U okviru Mediteranskog akcijskog plana Programa za okoliš Ujedinjenih naroda (UNEP/MAP) 2012. godine usvojen je Strateški okvir i akcijski plan djelovanja za otpad iz mora. Na razini EU, Okvirnom direktivom o morskoj strategiji (2008/56/EZ) daje se okvir za poduzimanje potrebnih mjera za postizanje ili održavanje dobrog stanja morskog okoliša najkasnije do 2020., uključujući i one vezane za otpad iz mora koji je definiran kao jedan od važnih pritisaka na morski okoliš. Regionalni plan za gospodarenje otpadom iz mora u Mediteranu prihvaćen je 2013. godine od ugovornih strana (21 mediteranska zemlja i EU) Barcelonske konvencije i stupio je na snagu u srpnju 2014. godine. Plan traži da ugovorne strane poduzmu potrebne korake kako bi se osigurale financijske, legislativne, administrativne i druge mjere za omogućavanje njegove primjene i sadrži 11 mjera i 44 akcije za njihovo ispunjavanje. Republika Hrvatska je pravno obvezna na primjenu Regionalnog plana. Na sastanku Skupštine UN-a za okoliš 2014. godine pozdravljeno je prihvaćanje Regionalnog plana od strane Ugovornih strana Barcelonske konvencije kao prvog programa te vrste na svijetu. Republika Hrvatska je članica MARPOL konvencije (MARine POLLution), Londonske i Barcelonske konvencije već desetljećima i kao članica ima međunarodnu obavezu primjenjivati ih. Na žalost, postojeća međunarodna i nacionalna legislativa u vezi otpada iz mora u praksi se ne primjenjuje na zadovoljavajućoj razini.

2. Projekt DeFishGear

Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita projektni je partner na EU projektu financiranim kroz IPA Adriatic CBC program 2007 – 2013 pod nazivom „Sustav gospodarenja napuštenom ribolovnom opremom u Jadranskoj regiji“ – (engl. „Derelict Fishing Gear Management System in the Adriatic Region; skraćenica: DeFishGear, www.defishgear.net). Projekt se bavi širim kontekstom problematike otpada iz mora i po svome je završetku rezultirao strateškom procjenom na regionalnoj razini. Projektne aktivnosti provodio je multidisciplinarni tim koji uključuje istraživačke institute, nacionalne i lokalne vlasti i nevladine udruge iz svih zemalja Jadransko-Jonske regije; Slovenije (Nacionalni institut za kemiju, Ljubljana – vodeći partner, voditelj projekta dr. sc. Andrej Kržan; Institut za vode, Ljubljana; Sveučilište Nova Gorica, Laboratorij za istraživanja okoliša), Italije (Italijanski nacionalni institut za istraživanje i zaštitu okoliša, Rim; Sveučilište Ca'Foscari Venecija, Odjel za filozofiju i kulturno naslijeđe; Mediterranean Consortium, Rim; Regionalna agencija za zaštitu okoliša regije Emilia-Romagna, Bologna; Euro-Mediterranski centar za klimatske promjene (CMCC), Lecce), Hr-

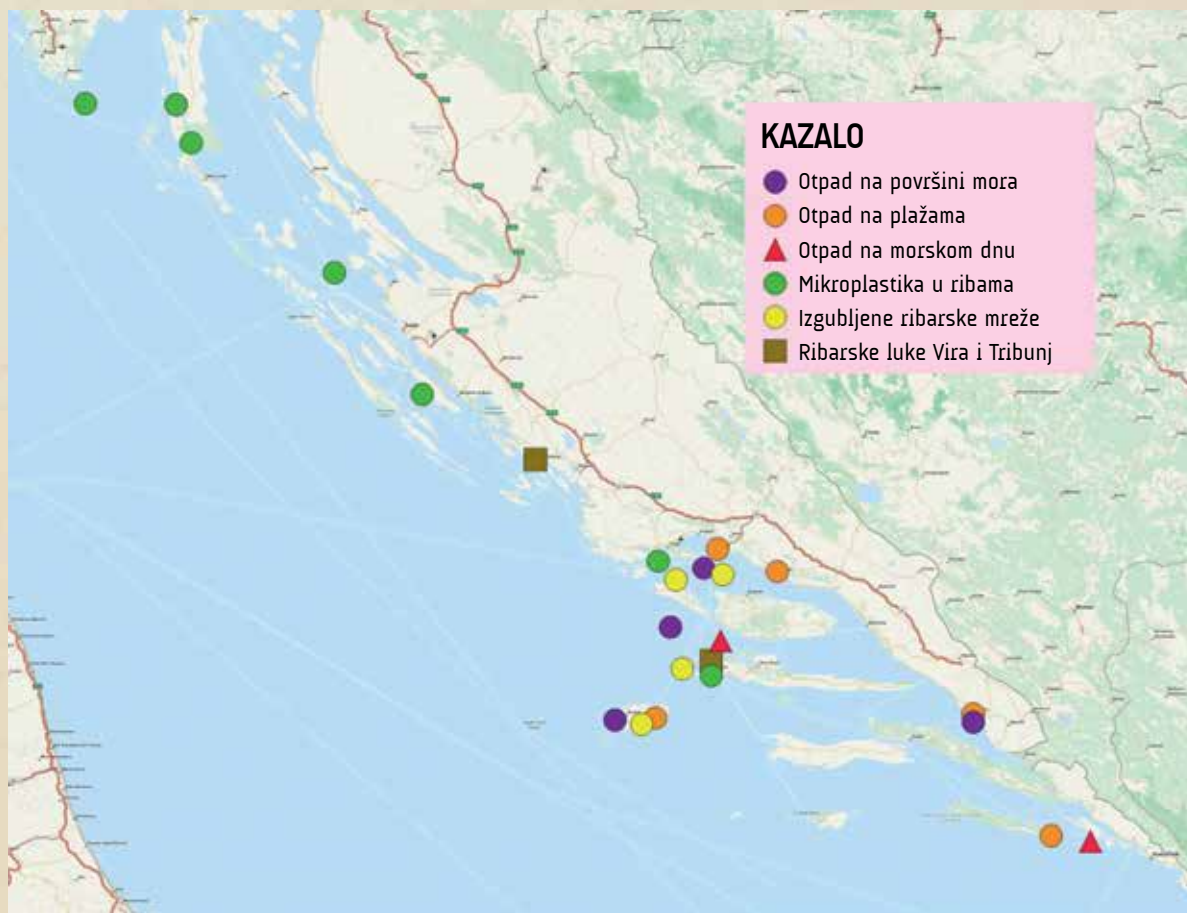
vatske (Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split; Javna ustanova RERA SD za koordinaciju i razvoj Splitsko-dalmatinske županije, Split), Bosne i Hercegovine (Institut za hidrotehniku, Sarajevo), Crne Gore (Institut za biologiju mora, Kotor, Univerziteta u Podgorici), Albanije (Laboratorij za ribarstvo i akvakulturu Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta u Tirani; Regionalno vijeće Lezha) i Grčke (Mediteranski informacijski ured za okoliš, kulturni održivi razvoj, Atena; Institut za oceanografiju Grčkog centra za istraživanje mora, Anavysos). Cilj je bio jačanje suradnje i poticanje zajedničkih i usklađenih akcija za Jadran bez otpada. Koordinirana suradnja ovih zemalja radi efikasnijeg rješavanja problema otpada iz mora ključna je za postizanje dobrog ekološkog stanja svih morskih voda do 2020. godine. Vrijednost projekta bila je 5.353.765 Eura, te se provodio do kraja rujna 2016. godine.

2.1. Projektne aktivnosti

Aktivnosti i učinci projekta DeFishGear zasnivale su se na ključnim načelima cjelovitog upravljanja obalnim područjem (Integrated Coastal Zone Management – ICZM), Prostornog planiranja mora (Marine Spatial Planning – MSP), kao i Okvirne direktive o morskoj strategiji (Marine Strategy Framework Directive – MSFD). Ovakva usklađenost treba omogućiti smanjivanje negativnog utjecaja otpada iz mora na gospodarske aktivnosti koje se provode u morskim i obalnim područjima (turizam, ribolov, itd.), te osigurati održivo upravljanje i korištenje morskog okoliša i obalnog područja. U cilju definiranja problematike otpada iz mora postoji izražena potreba za čvrstim zajedničkim djelovanjem znanstvenih spoznaja i cjelovitog sektorskog pristupa koji će predstavljati osnovu za odgovarajuće održivo integralno upravljanje morskim i priobalnim područjem. Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja jedan je od sedam pratećih protokola Konvencije o zaštiti morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja, odnosno Barcelonske konvencije. Protokolom se uvodi obveza integralnog upravljanja obalnim područjem uzimajući u obzir prostorno planiranje, zaštitu okoliša i prirode, zaštitu kulturne baštine, održivu poljoprivredu, ribarstvo, turizam, te ostale gospodarske djelatnosti u obalnom području. Osnovni je cilj Protokola pružiti regionalni pravni okvir koji će osigurati to da nacionalna zakonodavstva sredozemnih zemalja uvedu odgovarajuće definicije obalnog područja i da se sve aktivnosti što se obavljaju u tom području obuhvate integriranim upravljanjem. Između ostalog, Protokol uključuje i otpad iz mora. U sklopu projekta DeFishGear izrađen je dokument pod nazivom *Smjernice za upravljanje otpadom iz mora i napuštenim ribolovnim alatima u okviru Integralnog upravljanja obalnim područjem* koji, između ostalog, donosi prijedlog mjera za smanjenje otpada iz mora uključivanjem ribarskog sektora.

Same projektne aktivnosti odvijale su se kroz šest tkz. radnih paketa (Work Packages – WP):

- WP 1 Upravljanje i koordinacija (voditelj – Nacionalni institut za kemiju, Ljubljana)
- WP 2 Komunikacija i diseminacija (voditelj – Institut za hidrotehniku, Sarajevo)



Slika 1. Lokacije uzorkovanja morskog otpada s plaža, površine mora, morskog dna, mikroplastike u ribama, izgubljenih ribarskih mreža te lokacije ribarskih luka Tribunj i Vira

WP 3 Kapitalizacija i održivost (voditelj – Regionalna razvojna agencija RERA SD, Split)

WP 4 Procjena otpada iz mora (voditelj – Mediteranski informacijski ured za okoliš, kulturni i održivi razvoj, Atena)

WP 5 Mikroplastika (voditelj – Institut za vode, Ljubljana)

WP 6 Prikupljanje odbačenih ribolovnih alata u lukama, otpada iz mora iz ribarskih mreža – kočarica i ribolovnih alata izgubljenih ili odbačenih u moru, tzv. „Ghost nets“ (voditelj – Mediterranean Consortium, Rim).

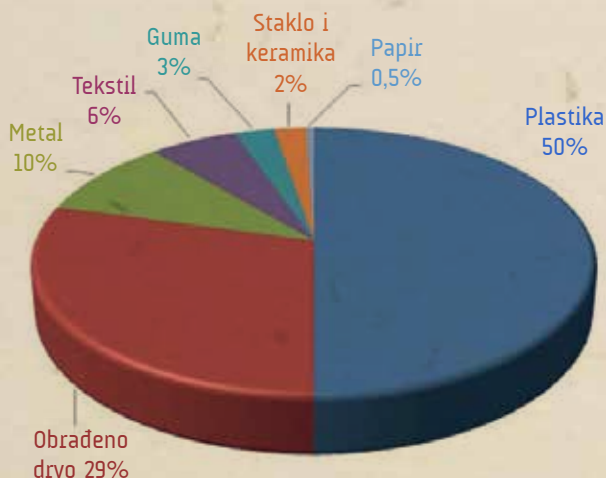
Aktivnosti na prva tri radna paketa su se odnosile na međusobno komuniciranje i koordiniranje, dok su ostala tri bila provedbena i vezana uz konkretne aktivnosti.

2.1.1. Procjena otpada iz mora (radni paket 4)

Svrha radnog paketa 4 bila je da se kroz pilot-akcije procijeni stanje (količine, sastav, itd.) otpada iz mora u Jadranu, od onog naplavljenog na plažama i na površini mora do onoga na morskome dnu, uključujući povezane socio-ekonomske utjecaje. Nadalje, posebno je važno bilo utvrđivanje nedostataka i potreba za izradu prioriteta za učinkovito djelovanje prema važećim standardima koji se primjenjuju na ovom području. Dodatno se nastojao stvoriti primjer „dobre prakse“ i postaviti održiv model gospodarenja i korištenja morskog okoliša i obalnih zona koji se može primjenjivati na drugim područjima sa sličnim problemima/osobitostima. Aktivnosti u ovom dijelu projekta trebale bi olakšati napore kreatorima

nacionalnog zakonodavstva i drugim interesnim skupinama u rješavanju pitanja otpada iz mora pružanjem sveobuhvatne karakterizacije i analize otpada iz mora u Jadranu tako što će postaviti temelje za donošenje standardnih protokola za usklađeno praćenje otpada iz mora i predstaviti smjernice u definiranju nacionalnih i regionalnih ciljeva u vezi otpada iz mora (ICZM, MSFD, itd.), što su aktivnosti od strateške važnosti. U tu su svrhu izrađena dva dokumenta; *Procjena stanja otpada iz mora u Jadranskom i Jonskom moru*, te *Razumijevanje socio-ekonomskih implikacija otpada iz mora u Jadransko-jonskoj makroregiji*.

Za provođenje projektnih aktivnosti u ovom radnom paketu, kao podugovaratelj je odabrana Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj „Sunce“ iz Splita. Udruga je provela niz potrebnih pripremnih radnji i aktivnosti; izradila je pregled postojećih i provedenih akcija/projekata prikupljanja otpada iz mora u Hrvatskoj, te analizu postojećih podataka o količinama i tipovima otpada u hrvatskom dijelu Jadrana. Nadalje, izrađen je i popis institucionalnih dionika (gradova i općina) u Splitško-dalmatinskoj i Dubrovačko-neretvanskoj županiji kako bi se utvrdila nadležnost za prikupljanje otpada sa plaža i obale, kao i upitnik s ciljem utvrđivanja postojanja/nepostojanja baze podataka o prikupljenom otpadu i akcijama i lokacijama čišćenja. Provedena je i analiza projektom predloženih metodologija za praćenje stanja otpada iz mora na plažama, morskog površini i dnu. U skladu sa predloženom metodologijom



Slika 2. Morski otpad sakupljen na plažama; ukupni udio po kategorijama (umjetni polimerni materijali – plastika, obrađeno drvo, metal, tekstil, guma, staklo i keramika, papir)

praćenja stanja otpada u moru prema preporukama EK Tehničke radne grupe za otpad u moru na plažama odabrane su 4 lokacije koje zadovoljavaju zadane parametre projekta. Dvije plaže odabrane su u Splitsko-dalmatinskoj županiji (Zaglav na otoku Visu, te gradska plaža Punta u Omišu), te dvije u Dubrovačko-neretvanskoj županiji (plaža uz ušće rijeke Neretve, te plaža Sapunara na otoku Mljetu) (Slika 1.). Prikupljeno je i prema projektnim zahtjevima stručno obrađeno oko 1 T otpada u moru. Tom je prilikom sakupljeno oko 470 kg plastike (39.399 komada), oko 275 kg obrađenog drva (399 komada), oko 90 kg metala (414 komada – pretežito čepovi boca), oko 55 kg tekstila (384 komada), oko 25 kg gume (193 komada – pretežito obuća), oko 20 kg stakla i keramike (656 komada), te oko 5 kg papira (226 komada) (Slika 2.). Treba nagla-

siti da ovo nisu bile akcije čišćenja od otpada u moru, nego njegov monitoring raden prema zadanom projektnom protokolu. U sakupljenom otpadu iz mora najučestaliji pronađeni predmeti bili su komadići plastike i stiropora veličine od 2,5 – 50 cm, štapići za uši, te platični čepovi svih namjena (Slika 3.). Opušci od cigareta, koji inače na svjetskoj razini zauzimaju visoko mjesto na ljestvici kategorije otpada u moru, bio je relativno malobrojan na plažama Zaglav i Sapunara koje su udaljenije od kopna i gdje smeće uglavnom dospijeva morskim strujama s otvorenog mora. Nasuprot tome, zbog turističke namjene gradske plaže u Omišu i one u Kominu na ušću Neretve, opušci cigareta jedni su od najbrojnijih sakupljenih predmeta (42%, odnosno 15%), usprkos tome što se u sezoni redovito čiste.

Provedena su i praćenja stanja plutajućeg otpada u moru na lokacijama Brački kanal i akvatorij sjeverno od otoka Hvara (Slika 1.). Praćenje stanja je provedeno na ukupno 10 transekata (po 5 na svakoj lokaciji) korištenjem motorne jedrilice. Preko 90% pronađenih predmeta bilo je plastičnog porijekla, slijede papirnati predmeti i oni od obrađenog drva.

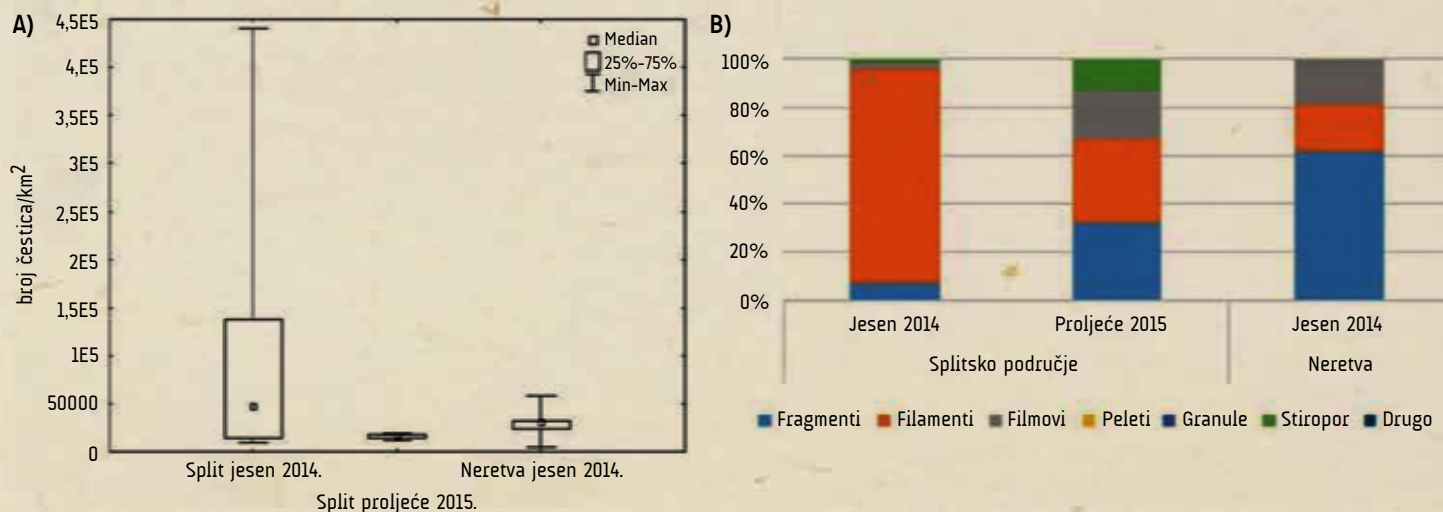
U suradnji s ribarima i korištenjem ribarice-koče provedena su i dva praćenja stanja otpada na morskom dnu (u akvatoriju sjeverozapadno od Hvara – 3 transekta), te u akvatoriju zapadno od Dubrovnika (3 transekta) (Slika 1.). Oko 85% prikupljenih predmeta je bilo plastičnog porijekla, nakon čega slijede gume i tkanine sa po 5%.

2.1.2. Mikroplastika (radni paket 5)

Naglasak aktivnosti na ovom radnom paketu bio je na otpadu plastičnog materijala između 0,3 i 5 mm veličine (mikroplastika), kao i prisutnosti POPs (Persistent Organic Pollutants), odnosno raznih organskih zagađivala apsorbiranih na česticama mikroplastike. Uzorci su uzeti s površine mora i riječnih ušća, iz sedimenata na plažama, te iz želudaca riba u područjima gdje se odvijaju ribolovne aktivnosti. Naime, poznat je fenomen kako ribe i drugi morski organizmi zabu-



Slika 3. Najučestaliji predmeti morskog otpada sakupljenog na plažama Zaglav na Visu, Sapunara na Mljetu, Punta u Omišu i Komin na ušću Neretve

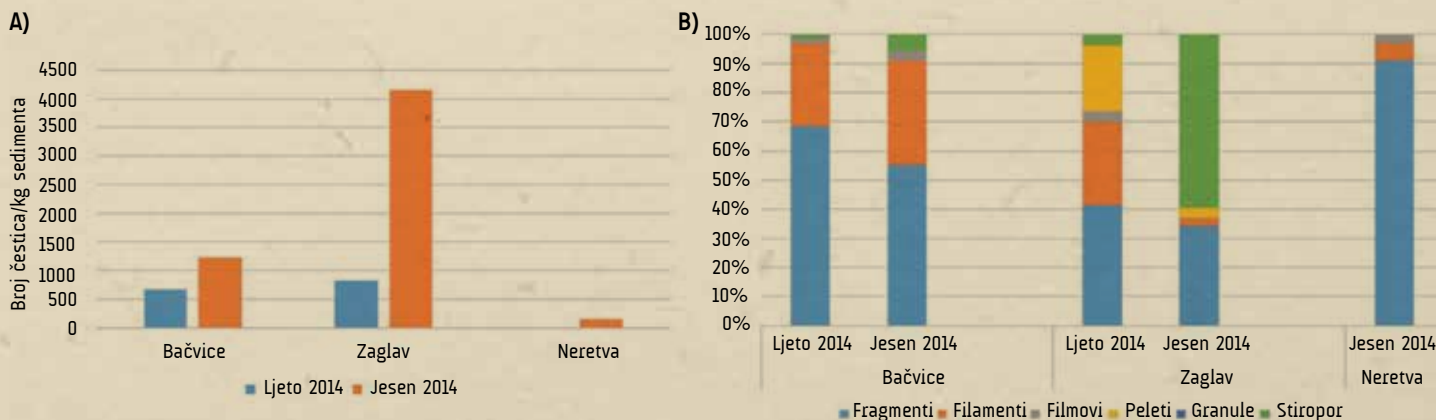


Slika 4. A) Koncentracija i B) sastav mikroplastike s površine mora na području Splitskog arhipelaga i ušća Neretve

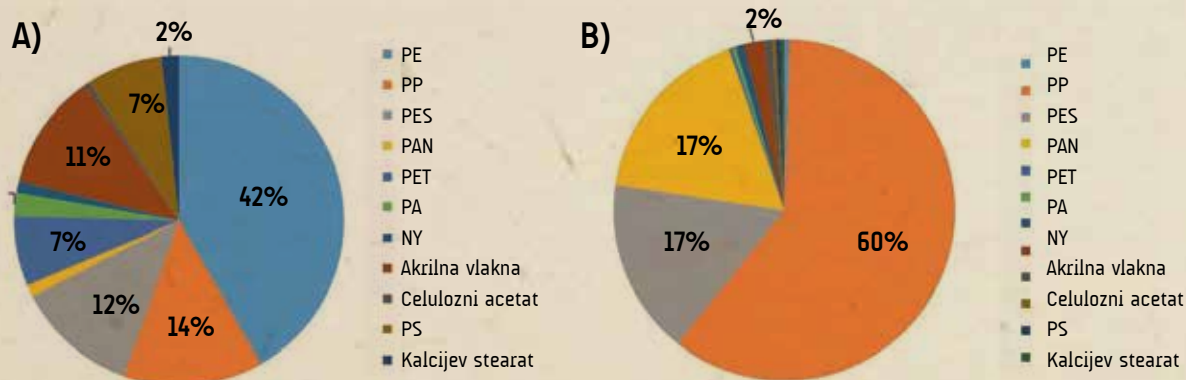
nom gutaju čestice mikroplastike, što može izazvati neželjene učinke na organizam kao i potencijalno opteretiti organizam toksičnim spojevima. Mehanizmi prijenosa ovih zagađivala i ugradnja u tkiva organizama, kao i mogući negativni utjecaji na čovjekovo zdravlje još nisu dovoljno istraženi. Do sada se u Jadranu nisu provodila nikakva istraživanja vezana uz mikroplastiku i ovim se projektom po prvi put sa znanstvenog stajališta pristupilo ovoj problematici. Čestice mikroplastike više ne predstavljaju zanemariv problem u morskom okolišu zbog svojstava plastičnog materijala i mogućnosti adsorpcije raznih toksičnih spojeva iz okolnog medija, kao i otpuštanja različitih aditiva koji su sastavni dio njene strukture tijekom procesa degradacije. Cilj projektnih aktivnosti bio je razvijanje regionalnog pristupa za monitoring i procjenu prisutno-

sti mikroplastike i njene raspodjele u morskom okolišu, kao i utvrđivanje mogućih izvora. U konačnici je izrađeno pet dokumenta kojima je opisano stanje mikroplastike u različitim odjeljcima morskog okoliša (*Procjena stanja mikroplastike na površini mora i sedimentu s plaža te potencijalne zone nakupljanja, Procjena stanja mikroplastike u rijekama, Procjena stanja mikroplastike u ribolovnim zonama, Procjena stanja mikroplastike u probavnom traktu komercijalno dostupnih vrsta riba i školjkaša, Prvi podaci o pojavnosti nanoplastike (0.01-0.5 mm) na obali Jadrana, u sedimentu i na površini mora*) te jedan sveobuhvatni strateški dokument *Preporuka za poboljšanje upravljanja otpadom iz mora na Jadranu s obzirom na onečišćenje mikroplastikom*.

Količina i sastav mikroplastike se istraživao na području



Slika 5. A) Koncentracija i B) sastav mikroplastike na plažama (ušće Neretve, Bačvice i Zaglav) prije i nakon turističke sezone



Slika 6. Polimerni sastav uzoraka A) sa pješčanih plaža i B) s površine mora. Značenje kratica: PA poliamid, PE polietilen, PS polistiren, PP polipropilen, PES poliester, PAN poliakrilonitrin, PET polietilen tereftalat, NY nylon, PO poliolefin, PU poliuretan



Slika 7. Prikupljene stare ribarske mreže



Slika 8. Prikupljeni otpad iz kočarskih lovina

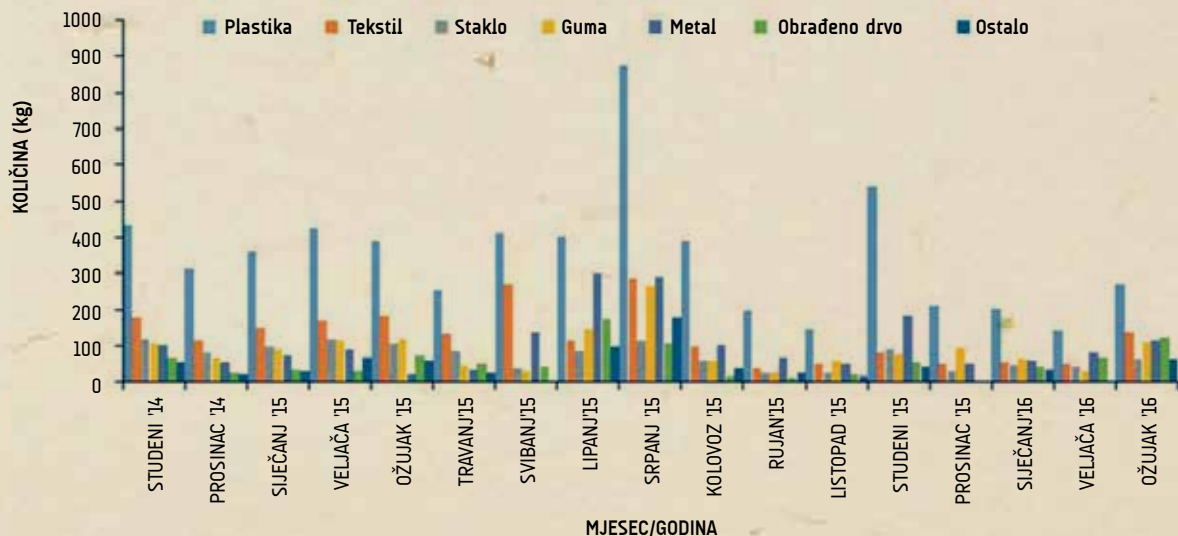
TABLICA 1.

	Mullus surmuletus	Pagellus erythrinus	Sardina pilchardus
Broj ispitanih želudaca	30	30	30
Broj želudaca koji je sadržavao mikroplastiku	21	15	11
Broj čestica mikroplastike	59	34	28
Srednja vrijednost broja čestica mikroplastike po želucu jedinke	2.68±1.8	1.88±1.4	2.54±1.1

Tablica 1. Brojnost čestica mikroplastike pronađenih u probavilima triju vrsta riba (trlja od kamena – Mullus surmuletus, arbun – Pagellus erythrinus, srdela – Sardina pilchardus)

Srednjeg Jadrana, kao i na ušću rijeke Neretve (Slika 1.), koji predstavljaju područja potencijalne veće akumulacije ove vrste otpada. U jesen 2014. godine prikupljeni su uzorci s površine mora na području ušća rijeke Neretve, dok se prikupljanje uzoraka s površine mora na splitskom području odvijalo tijekom jeseni 2014. i proljeća 2015. god., kako bi se mogle odrediti razlike u sezonskoj raspodjeli mikroplastike. Očekivano je veća količina mikroplastike zabilježena u uzorcima bliže obali i u unutrašnjem dijelu riječnog ušća zbog blizine potencijalnih izvora otpada s kopna. Na području splitskog arhipelaga srednje vrijednosti koncentracije mikroplastike bile su znatno veće u jesen ($12,92 \times 10^4 \pm 18,11 \times 10^4$ čestica po km^2), nego u proljeće ($1,58 \times 10^4 \pm 0,32 \times 10^4$ čestica po km^2) (Slika 4.A). Sezonska razlika u koncentraciji i sastavu mikroplastike može se objasniti razlikama u hidrološkim parametrima (struje, vjetar, valovi) (Slika 4.B). Sastav mikroplastike sa ušća rijeke Neretve se također razlikovao od onog sa splitskog područja što se može objasniti direktnim utjecajem rijeke i donosima s kopna. Srednja vrijednost koncentracije mikroplastike na površini mora na području ušća je bila $16,86 \times 10^4 \pm 11,36 \times 10^4$ čestica po km^2 (Slika 4.A).

Unutar ovog područja uzeti su i uzorci sedimenata sa pješčanih plaža različite namjene i izloženosti otvorenom moru; plaža Bačvice u Splitu predstavlja jednu od najpopularnijih turističkih plaža na ovom području, plaža Zaglav na otoku Visu direktno je izložena južnim vjetrovima i otvorenom moru te plaža u neposrednoj blizini ušća rijeke Neretve. Uzorci pijeska uzorkovani su tijekom i nakon turističke sezone, kako bi se odredili sezonski utjecaji raspodjele mikroplastike. Na plaži Bačvice nalazimo nešto veću količinu mikroplastike nakon turističke sezone (Slika 5.A), međutim sastav mikroplastike je vrlo sličan u obje sezone što upućuje na iste izvore kontaminacije plaže (Slika 5.B). Znatno veće koncentracije kao i potpuno različit sastav mikroplastike nalazimo u jesen na plaži Zaglav što se može objasniti direktnim utjecajem otvorenog mora, jakih južnih vjetrova i valova. Plastične pelete zabilježili smo samo na ovoj plaži, a kako u blizini nema mogućeg izvora ovog tipa plastike, prisustvo se može objasniti transpor-



Slika 9. Količine otpada iz mora po kategorijama prikupljenog od studenog 2014. do ožujka 2016. godine

tom morskim strujama s otvorenog mora. U uzorcima s plaže na ušću Neretve nalazimo vrlo sličan sastav mikroplastike kao na površini mora, sa većom količinom plastičnih fragmenata po kilogramu sedimenta, što upućuje na zajedničke izvore onečišćenja (Šiljić i sur., 2015a) (Slika 5.B).

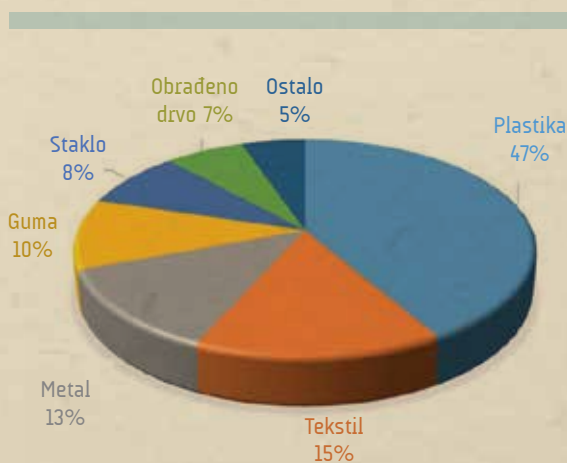
Poznavanjem kemijskog sastava čestica moguće je odrediti porijeklo i potencijalne izvore mikroplastike. Plastika nije univerzalan materijal te su plastični predmeti razne namjene izrađeni od različitih tipova polimera. Ukoliko znamo o kojem je polimeru riječ kod izdvojene čestice, možemo zaključiti od kojeg predmeta je nastala ispitivana čestica, a time neposredno možemo odrediti i potencijalni izvor onečišćenja. Naime, polietilen (PE) je jedan od najčešće korištenih plastičnih materijala u svijetu i ima ogromnu primjenu u raznim industrijama, segmentima i aplikacijama (npr. vrećice, folije, razna ambalaža). Polipropilen (PP) se lako prerađuje, ima nisku gustoću i relativno je jeftin u odnosu na ostale polimere, te se koristi za izradu ambalaže hrane, kućanskih predmeta, vrtnog namještaja, industrijske ambalaže, itd. Na slikama 6.A i 6.B prikazan je polimerni sastav uzoraka s površine mora te onih sa pješčanih plaža. Prema prikazanim rezultatima vidljivo je kako polietilen prevladava u oba ispitana odjeljka morskog okoliša. Unatoč prevladavanju spomenutog tipa plastike i nešto učestalije pojave polipropilena, polimerni sastav se ipak razlikuje kod uzoraka u morskom mediju i na obali. To je i očekivano s obzirom na prethodno ustanovljen različiti udio pojedinih kategorija mikroplastike i samih njenih izvora na ispitivanim lokacijama.

Nakon što je ustanovljena prisutnost mikroplastike u različitim odjeljcima morskog okoliša, postojao je preduvjet da mikroplastika može dospjeti u probavni trakt organizama koji naseljavaju ovo područje. Za potrebe projekta istraživale su se tri komercijalno važne vrste riba s različitim stanišnim i prehranbenim preferencijama. Ispitana je prisutnost mikroplastike u probavnom traktu trlje (*Mullus surmuletus*), arbutna (*Pagellus erythrinus*) i srdele (*Sardina pilchardus*). Kod svih vrsta su u određenom postotku pronađene čestice koje bi potencijalno mogle biti mikroplastika (Tablica 1). Pošto se

uglavnom radi o vrlo sitnim filamentnim vlaknima, nije moguće sa sigurnošću govoriti radi li se o mikroplastici, stoga su izdvojene čestice naknadno podvrgnute kemijskoj analizi. Kemijska analiza tek treba pokazati da li se radi o plastici, kao i o kojem je polimeru riječ (Šiljić i sur., 2015b).

2.1.3. Prikupljanje odbačenih ribolovnih alata u lukama, otpada iz mora iz ribarskih mreža – kočarica i ribolovnih alata izgubljenih ili odbačenih u moru, tzv. „Ghost nets“ (radni paket 6)

Glavni cilj radnog paketa 6 (WP 6) bio je smanjiti onečišćenje mora (morskog dna) krupnim otpadom uključivanjem ribara i drugih interesnih skupina u predviđene projektne aktivnosti. Ovaj je cilj postignut provođenjem triju pilot-akcija: postavljanjem sustava za prikupljanje i recikliranje odbačene ribolovne opreme u odabranim ribarskim lukama, prikupljanjem otpada iz mora koji se zatekne u kočarskim lovinama (mrežama) i njegovim odlaganjem u pripremljene kontejnere u ribarskim lukama (tzv. „Fishing for litter“), te aktivnostima ve-



Slika 10. Otpad iz mora sakupljen u kočarskim lovinama; ukupni udio po kategorijama (plastika, tekstil, metal, guma, staklo, obrađeno drvo, ostalo)

Po završetku projekta Jadranska bi regija trebala imati prvu procjenu stanja mora i obalnog pojasa s obzirom na onečišćenje morskim otpadom i bolje spoznaje o zagađenju mikroplastikom

zanim uz pronalazak i prikupljanje izgubljenih i odbačenih ribolovnih alata u moru (tzv. "Ghost nets") i odlaganjem u odgovarajuće kontejnere na obali. Svaka od navedenih aktivnosti je dala važan doprinos u obnovi morskog obalnog okoliša, a posebna vrijednost jest aktivno uključivanje ribarskog sektora. Ova inicijativa ne uključuje samo izravno uklanjanje smeća iz mora, nego i podiže svijest o toj problematici u ribarskom sektoru, te među građanima i kreatorima zakonodavstva čime se pridonijelo promjeni dosadašnje prakse i kulture. Štoviše, ove aktivnosti mogu pozitivno utjecati na zakonodavnoj i političkoj razini u cilju provedbe smjernica za integralno upravljanje obalnim zonama.

Odlaganje i pravilno zbrinjavanje ribarskih mreža, nakon isteka vijeka trajanja, jedan je od velikih problema ribarske industrije. Obzirom na količine te dugovječnost sintetičkih materijala od kojega su izrađene, jedna su od glavnih vrsta otpada koja utječe na morski okoliš. Sprječavanjem da dospiju u more uspijeva se značajno smanjiti šteta koju mogu nanijeti morskom ekosustavu. Akcije prikupljanja odbačenih ribolovnih alata u lukama su usmjerene ka postavljanju principa za rješavanje problematike starih, istrošenih i odbačenih ribolovnih alata koji više nisu u uporabi. Uključuju sve aktivnosti vezane uz njihovo prikupljanje izravno od ribara, te odlaganje u odgovarajuće kontejnere na obali. Mreže pogodne za recikliranje trebale su ići na daljnju obradu, u suprotnom su odložene na deponije otpada. U suradnji s ribarskim zadrugama „Hvar“ iz Hvara i „Adria“ iz Tribunja, prikupljeno je oko 25 T starih i neupotrebljivih ribarskih mreža (Slika 7.).

Cilj druge pilot-akcije bio je prikupljanje otpada iz mora koji se zatekne u koćarskim lovinama (mrežama) i njegovo odlaganje u pripremljene kontejnere u ribarskim lukama (tzv. „Fishing for litter“). Ova je aktivnost jednostavan i učinkovit način uključivanja ribarskog sektora u smanjenje otpa-

da iz mora i vrlo se uspješno primjenjuje u nekim zemljama EU. Od ribara koji sudjeluju u projektu se očekivalo da u okviru njihovih uobičajenih ribolovnih aktivnosti prikupljaju otpad koji se nađe u mrežama prilikom koćarenja. Taj je otpad prikupljen u vreće za smeće koje je osigurao projekt, zatim je na pripremljenom formularu unesen datum i pozicija

na kojem je otpad prikupljen, a po dolasku u ribarsku luku je odložen u komunalne kontejnere (Slika 8.). Nakon toga su određene količine, porijeklo i vrste otpada nađene u mrežama. Projektom je predviđeno da ribari na dobrovoljnoj osnovi sudjeluju u projektu, te da im se ne isplaćuju novčane naknade za njihove aktivnosti. Umjesto toga sudionicima u projektu je kupljena ribarska oprema (radna odijela, rukavice, majice, čizme, radne cipele, kabanice i slično) sa tiskanim lako prepoznatljivim oznakama projekta. U ovoj je aktivnosti sudjelovalo 8 koćarica (prosječne dužine 15 m) sa 14 ribara iz RZ „Hvar“ i 12 koćarica sa 25 ribara iz RZ „Adria“ iz Tribunja, (Pavičić i sur., 2015). Ukupno je od studenog 2014. do ožujka 2016. godine u akvatoriju srednjeg Jadrana (Slika 1.) prikupljeno 30,8 T otpada iz mora iz koćarskih lovin, odnosno u prosjeku 50 – 100 kg po koćarici mjesečno (u 15-ak dana ribolova, koliko su u prosjeku mjesečno na moru) ili u prosjeku oko 5 kg po koćarici, po jednom ribolovu. Tijekom cijelog perioda najzastupljeniji tip otpada bila je plastika predstavljajući 42% ukupnog otpada iz mora sakupljenog od strane ribara (Slike 9. i 10.).

Prisutnost, brojnost te rasprostranjenost izgubljenih i/ili odbačenih ribolovnih mreža u hrvatskom dijelu Jadrana još uvijek nije dovoljno poznata. Cilj ovog dijela radnog paketa uključivala je sve aktivnosti vezane uz pronalazak i prikupljanje izgubljenih i odbačenih ribolovnih alata u moru, te njihovo odlaganje u kontejnere na obali u ribarskim lukama. Akcije su se provodile otkrivanjem prisutnosti i lokacija mreža izgubljenih na moru izravno pomoću automatske ronilice – ROV i neizravno preko upitnika izrađenih za ribare. Prikupljanje tj. uklanjanje ovakvih ribolovnih alata učinkovit je način čišćenja morskih voda, jer takav otpad predstavlja prijetnju morskim organizmima i ima negativne gospodarske i socijalne učinke na obalne zajednice i turizam. U odvojenim pilot-akcijama na različitim lokacijama srednjeg Jadrana uklonjeno je oko 1,1 T izgubljenih ribolovnih alata na moru (Slika 11.).

Ribarstvo je sektor koji trpi značajne posljedice zbog rastućeg problema otpada iz mora uslijed niza problema kao što su; izgubljeno ribolovno vrijeme uslijed čišćenja otpada iz mreža, troškovi oštećenja ribarskih alata zapinjanjem na krupnom morskom otpadu, narušavanje ugleda proizvoda sektora, tj. hrane iz mora kao zdrave hrane, degradacija ribolovnog resursa zbog degradacije staništa i dalekosežnog negativnog utjecaja na hranidbene lance i stanje morskih ekosustava. Ali isto tako ribarstvo je sektor koji može značajno doprinijeti rješavanju problema sudjelovanjem u uklanjanju otpada iz mora upravo kroz tzv. „Fishing for litter“ praksu. Svi ribari uključeni na DeFishGear projektu su sudjelovali na dobrovoljnoj osnovi i prepoznali su vrijednost projekta. Budući da su ovakvi projekti usmjereni promicanju vrijednosti čistog oko-



Slika 11. Primjer izgubljene mreže u moru i nakon uklanjanja iz mora

liša, u potpunosti su opravdani zbog izrazite ekološke vrijednosti i odrednice ka planiranom statusu čistoće mora.

3. Zaključak

Otpad iz mora je problem globalnog razmjera, a povijest onečišćenja morskog okoliša seže do samih početaka povijesti ljudske civilizacije. Međutim, problem onečišćenja nije dobio značajniju pažnju sve dok nisu postale vidljive štetne posljedice na ekosustave i organizme. Usprikoš tome, velika većina razvijenih zemalja i dalje proizvode ogromne količine otpada, a trendovi su u porastu. Poznavanje izvora i utjecaja otpada iz mora na ekosustave je važno ne samo za bolje razumijevanje njihove interakcije, nego i zbog oblikovanja mjera sprječavanja. Pored nevladinih organizacija koje imaju važnu ulogu u promicanju svijesti o morskom otpadu i galvaniziranju javnosti, znanstvene se institucije bave temeljnim istraživanjem ove problematike, te uz suradnju sa državnom administracijom sudjeluju u donošenju strategija i zakonskih okvira. Također, imaju nezaobilaznu ulogu u pružanju podrške uspostavljanju nacionalnih mjera monitoringa otpada iz mora, te stručnom osposobljavanju i umrežavanju zainteresiranih dionika.

Procjena stanja otpada iz mora u Jadranskom i Jonskom moru obavljena tijekom projekta Defishgear prva je takve vrste na regionalnoj razini, a temelji se na usporedivim podacima dobivenim na terenu za sve morske odjeljke (plaže, površinu mora, morsko dno, biotu) kroz primjenu usklađenih protokola za praćenje stanja razvijenih u okviru projekta. Ne samo da su aktivnosti pilot monitoringa dale jasniju sliku o količinama, sastavu i izvorima otpada u moru u Jadransko-jonskoj makroregiji, one su također pružile stratešku potporu obzirom na koordinaciju, usklađivanje, pa čak i standardiziranje praćenja otpada u moru na regionalnoj, ali i europskoj razini. Na kraju, za učinkovitu provedbu aktivnosti povezanih kako uz davanje zakonodavnih preporuka, tako i onih vezanih uz monitoring i procjene utjecaja u cilju smanjenja količina otpada u moru u Jadransko-jonskoj makroregiji, od presudne je važnosti sudjelovanje različitih dionika, uključujući državnu i lokalnu upravu, proizvodnog sektora (plastika, kozmetička sredstva, kemijska industrija), postrojenja za obradu otpada i otpadnih voda, pomorskog i turističkog sektora, kao i civilnog društva.

Literatura:

1. Barnes DKA. 2002. Invasions by marine life on plastic debris. *Nature* 416:808–809.
2. Bojanić Varezić, D., Tutman, P., Šiljić, J., Pavičić, M. 2015. Marine litter – accumulation hot spots on the Croatian part of the Adriatic Sea. *Proceedings of In the Wake of Plastics*. Giulio, P. (ur.). Venecija: University Ca'Foscari. 56 p.
3. Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulain, P.-M., Artegiani, A., 2001. *Physical Oceanography of the Adriatic Sea: Past, Present and Future*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
4. Galgani, F., Leaute, J.P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goraguer, H., Latrouite, D., Andral, B., Cadiou, Y., Mahe, J.C., Poulard, J.C., Nerisson, P., 2000. Litter on the sea floor along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 40, 516–527.
5. Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F. 2014. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution* 185: 352–364.
6. Kwokal Ž, Štefanović B, 2009. Plutajući otpad iz mora – zanemarivanje ne znači nepostojanje. *Adriatic Boat Show 2009*, Šibenik, Hrvatska, 17–21.09.
7. Kwokal Ž, Štefanović B, 2011. Plutajući otpad bez granica – prijatelj mljetskim uvalama. *Zbornik radova simpozija "Dani Branimira Gušića Mljet 2010"* / Durbešić P, Benović A (ur). Zagreb: Laser Print, 349–362.
8. Lazar B, Gračan R, 2011. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 62 (1): 43–47.
9. Marchetti, R., Provini, A., Crosa, G., 1989. Nutrient load carried by the River Po into the Adriatic Sea, 1968–87. *Marine Pollution Bulletin* 20, 168–172.
10. MedPartnership 2015. *Strategija upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Republike Hrvatske*. Tematska studija: Zaštita i korištenje ekosustava obalnog i morskog područja Hrvatske. Jakl, Z. 85.
11. Pavičić, M., Šiljić, J., Tutman, P., Bojanić Varezić, D. 2015. Fishing for litter activities in the fishing port Vira, island of Hvar, Croatia. *Proceedings of In the Wake of Plastics*. Pojana, Giulio (ur.). Venecija: University Ca'Foscari. 70
12. Petricioli D, Bakran-Petricioli T, 2012. Plastični otpad niske specifične gustoće – značajan, a zanemaren problem u moru. *Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa: Gospodarenje otpadom – Varaždin 2012*/Anić Vučinić A (ur). Varaždin: Udruga gospodarenje otpadom, 1–9.
13. Picer, M., 2000. DDTs and PCBs in the Adriatic Sea. *Croatia Chemica Acta* 73, 123–186.
14. Šiljić J., Bojanić Varezić, D., Pavičić, M., Tutman, P. 2015a. The occurrence of microplastic debris in the sea surface and on the beaches of middle Adriatic Sea, Croatia. *Proceedings of In the Wake of Plastics*. Pojana, Giulio (ur.). Venecija: University Ca'Foscari. 63
15. Šiljić, J., Pavičić, M., Tutman, P., Brajčić, D., Bojanić Varezić, D., Matić-Skoko, S. 2015b. Microplastic occurrence and diet composition in red mullet, *Mullus surmuletus*, in eastern Adriatic sea. *Proceedings of the MICR02015 Seminar of microplastics issues*. Kržan, A., Horvat, P. (ur.). Ljubljana: National Institute of Chemistry. 66.
16. Thiel M, Gutow L. 2005. The ecology of rafting in the marine environment II: the rafting organisms and community. *Oceanography and Marine Biology* 43:279–418.
17. Tutman, P. 2015. Uloga znanstvenih institucija u gospodarenju otpadom iz mora u Hrvatskoj. *Konferencija o zaštiti okoliša: "Gospodarenje plastičnim i ambalažnim otpadom, morskim otpadom i otpadnim muljem"*. Zbornik sažetaka. Milanović, Z. (ur.). Zagreb: Tehnoeko. 17.
18. UNEP, 2009. *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi: UNEP. 232 pp. ■