

# Mikroplastika u morskom okolišu

---

**Guić, Rita**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:785971>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Mikroplastika u morskom okolišu  
Microplastics in marine environments

SEMINARSKI RAD

Mentor: izv. prof. dr. sc. Petar Kružić

Rita Guić  
Preddiplomski studij Znanosti o okolišu  
Environmental Sciences – Undergraduate programme  
Zagreb, 2016.

## SADRŽAJ

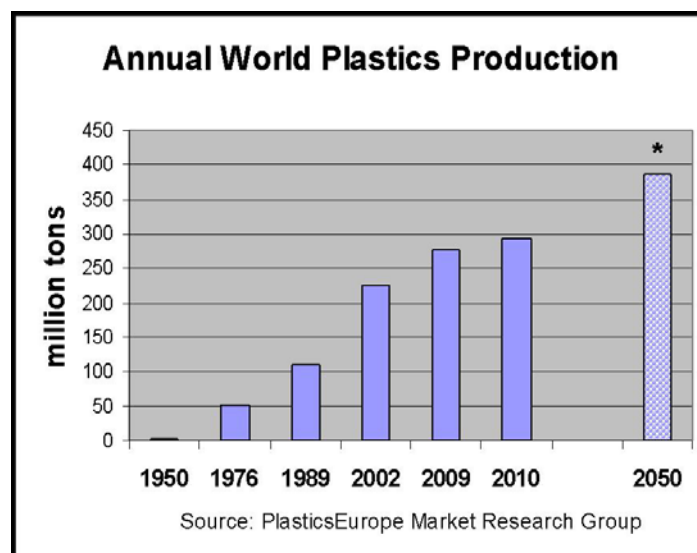
UVOD .....	3
Plastika.....	3
Mikroplastika.....	4
POJAVA I RASPODJELA MIKROPLASTIKE.....	4
KEMIKALIJE U PLASTICI.....	6
UTJECAJ NA ŽIVI SVIJET.....	8
MIKROPLASTIKA U SVIJETU.....	10
MIKROPLASTIKA U JADRANSKOM MORU .....	11
LITERATURA.....	14
SAŽETAK.....	15
SUMMARY .....	15

## UVOD

### Plastika

Polimerni materijali su tehnički upotrebljive tvari kojima osnovu čine polimeri. Prirodni polimerni materijali su biljna i životinjska vlakna, drvo, papir, prirodni kaučuk i prirodne smole. Prirodne polimerne materijale ljudska vrsta koristi od svojih početaka. Sintetske polimerne materijale čovjek proizvodi polimerizacijom monomera iz nafte i prirodnoga plina. Glavni oblici su poliplasti, elastomeri (kaučuk i guma) te kemijska vlakna. Prvi potpuno sintetski polimerni materijal je bakelit, električni izolator. Proizveden je 1907. godine reakcijom fenola i formaldehida. Znatnija industrijska proizvodnja polimernih materijala započela je između 1930. i 1940. godine, a otada samo raste.

Plastika je trgovački naziv za poliplaste, a najčešće se upotrebljava kao konstrukcijski materijal. Plastika ima odlike koje ju čine iskoristivijom u određenim područjima primjene: nije podložna hrđanju, čvrsta je i otporna na vlagu, zbog čega sve češće zamjenjuje metal, staklo ili papir. Najčešće se koristi kao ambalaža, za izradu namještaja i kućanskih aparata, u građevinarstvu, elektroindustriji i automobilskoj industriji.



**Slika 1.** Godišnja proizvodnja plastike u svijetu

## Mikroplastika

Mikroplastika je naziv za čestice plastike promjera manjega od 5 milimetara. Iako su prvi podaci o plastici tih dimenzija zabilježeni u Sargaškom moru 1972. godine, ovaj se naziv prvi put koristi 2004. godine. Procjenjuje se da se dnevno po osobi u prirodu ispuštaju 2,4 mg mikroplastike iz različitih proizvoda. Istraživanja pokazuju da obrađene otpadne vode na području Europske Unije sadrže mikroplastiku u koncentraciji od 100 čestica po litri.

Dvije su skupine mikroplastike: primarna i sekundarna. Primarna mikroplastika po samom je postanku promjera manjega od 5 milimetara, a sekundarna nastaje usitnjavanjem većih komada plastike. Mikroplastika u prirodu može dospjeti izravno (sastavni je dio pasta za zube, pilinga, sustava za čišćenje npr. brodskih površina) ili raspadanjem krupnijih komada plastike djelovanjem UV zračenja, slane vode, valova i drugih abiotičkih čimbenika. Smatra se da je takvo raspadanje plastike najveći izvor mikroplastike u morskim okolišima. Najčešća vrsta plastičnih polimera su polietilen (oko 50%) i polipropilen (oko 40%) i upravo su oni glavni sastojak mikroplastike u morima (Nerland i sur., 2014).

## POJAVA I RASPODJELA MIKROPLASTIKE

Brojna dosadašnja istraživanja pojave mikroplastike bila su ograničena na površinski sloj mora i neuston zbog svojstva plastike da pluta, a potom su se istraživanja proširila na nekoliko metara dubine. Međutim, u istraživanjima na području Kine i Koreje 2006. godine mikroplastika je pronađena i na većim dubinama. Prema Programu Ujedinjenih naroda za okoliš (UNEP), 15% morskoga otpada pluta na površini mora, 15% lebdi u vodenom stupcu, a čak 70% nalazi se na morskome dnu. Prema Europskoj agenciji za okoliš, čestice mikroplastike se zbog djelovanja morskih struja, vjetra i Zemljine rotacije okupljaju i stvaraju vrtloge. Postoji pet takvih vrtloga: dva su u Atlantskom, dva u Tihom i jedan u Indijskom oceanu, a najveći je sjevernopacifički koji sadrži oko 3,5 milijuna tona smeća. Većina plastike u moru, oko 80%, dolazi s kopna.

Iako se dio plastike spaljuje i reciklira, veliki dio završava u morskom okolišu. Procjenjuje se da je 2010. godine u svjetska mora dospjelo između 4,8 i 12,7 milijuna tona plastičnog otpada (Cauwenberghe i sur., 2015).

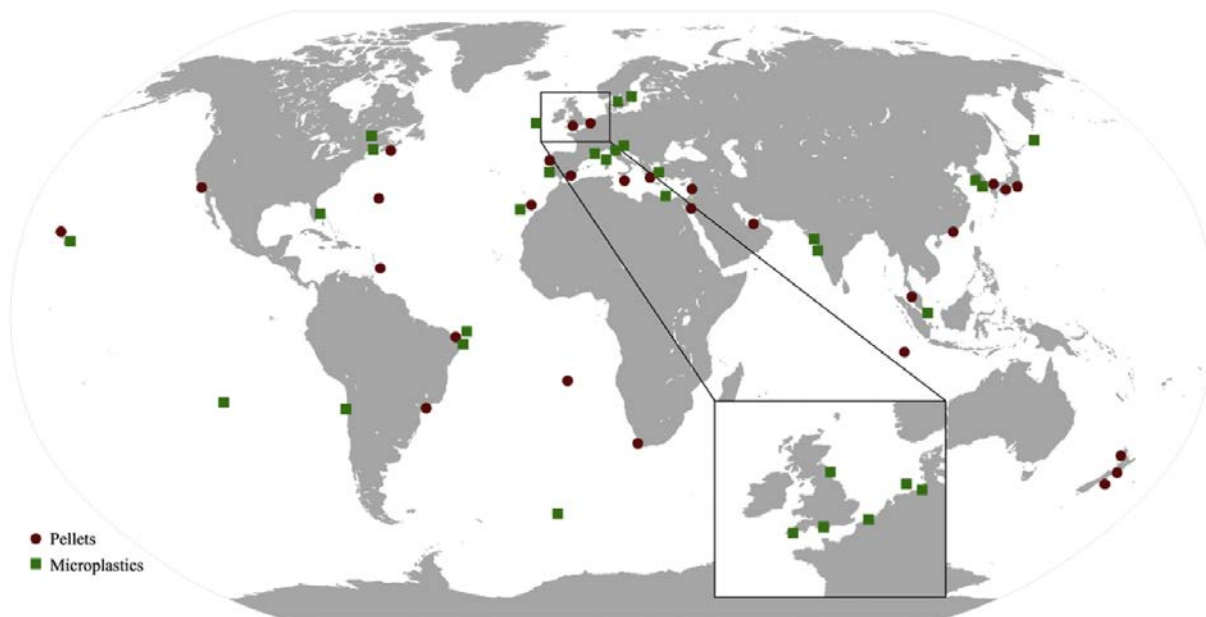
Istraživanje provedeno u Japanu pokazalo je da plastika čini 80-85% smeća na morskome dnu, a prema istraživanju u Portugalu čak je 98% smeća na plažama plastično. Kad jednom dospije u okoliš, mikroplastiku je veoma teško ukloniti jer se zbog malih dimenzija ne

zadržava u sustavima za filtraciju otpadnih voda. Odstranjivanjem čestica iz slobodnoga stupca vode mrežama s malim promjerom oka uklonio bi se i plankton tog područja, čime bi se načinila još veća šteta za ekosustav.

Mikroplastika u okolišu najčešće je u obliku kuglica, nepravilnih fragmenata ili vlakana. Browne i sur. (2013) su izvore mikroplastike podijelili u četiri kategorije: krupni plastični fragmenti, sredstva za čišćenje, odjeća kao izvor plastičnih vlakana te lijekovi.

Krupniji plastični otpad razlaže se na sve manje dijelove pod utjecajem abrazije u dodiru sa sedimentom, morske vode, ultraljubičastoga zračenja ili djelovanja organizama (mikroorganizmi, Isopoda). U sastav sredstava za čišćenje uključena je primarna mikroplastika koja prolazi kroz filtere, otpadne vode i kopnene vode te naposljetku završava u morima. Plastična vlakna koja su u sastavu odjeće iz perilica rublja u morski okoliš dolaze na isti način kao i mikroplastika iz sredstava za čišćenje. Putovi mikroplastike iz lijekova još nisu u potpunosti poznati, ali pretpostavlja se da također ulazi u otpadne vode kojima nalazi put do mora (Nerland i sur., 2014).

Mikroplastika različitih dimenzija zabilježena je u sedimentima diljem svijeta, pogotovo na plažama te u obalnim i plitkomorskim sedimentima, koji su najviše istraženi. Novija istraživanja obuhvaćaju i duboko more: sediment na dubini od 5000 metara sadrži do 2000 čestica po metru kvadratnom. Istraživanja sedimenta pokazala su da je zagađenje plastikom u svijetu sve veće; primjerice, u posljednjih dvadeset godina na plažama u Belgiji taloženje čestica mikroplastike povećalo se tri puta. Još uvijek ne postoji jednolikost u načinu prikupljanja podataka i izboru promatranog područja, što dovodi do slabog razumijevanja i male mogućnosti usporedbe rezultata. Potrebno je provoditi temeljita istraživanja na unaprijed određenim područjima kako bi se prikupili podaci koje je moguće uspoređivati s drugima. Zato je provedeno istraživanje koje je obuhvatilo osamnaest područja na šest kontinenata, kojim je dokazan proporcionalan porast količine čestica mikroplastike i gustoće naseljenosti. Tako je velika koncentracija zabilježena na području Sjevernog mora, Sredozemnog mora, Azije te na gusto naseljenoj obali Brazila (Cauwenberghe i sur., 2015).



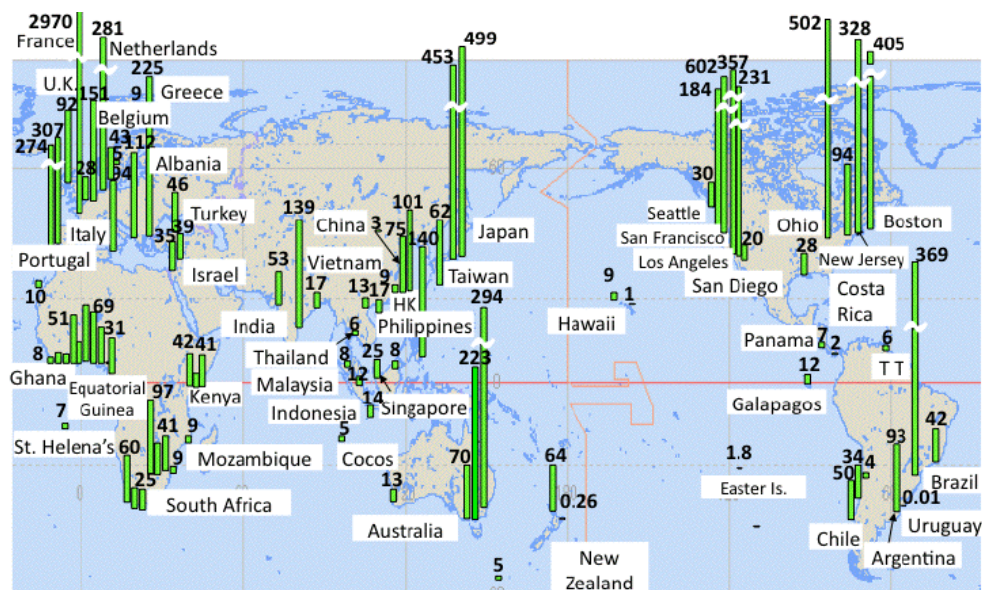
**Slika 2.** Raspodjela zabilježene mikroplastike u sedimentima; crveno: industrijska plastika, zeleno: ostali oblici mikroplastike (zrnca, vlakna) (izvor: Cauwenberghe i sur., 2015)

## KEMIKALIJE U PLASTICI

Važan korak u procesu proizvodnje plastike je unos aditiva. Aditivi su najčešće organski spojevi koji unaprjeđuju svojstva plastike. Postoji više od tristo spojeva koji se koriste u te svrhe, a mnogi od njih su štetni za okoliš. Što su molekulske dimenzije aditiva manje, to većom brzinom oni izlaze iz plastike. Aditivi su podijeljeni u više kategorija: plastifikatori ili omekšivači, pojačivači, punila, boje, usporavala gorenja, modifikatori.

Plastifikatori (eng. *plasticizers*) su aditivi koji plastiku čine mekšom, fleksibilnijom i trajnijom. Unutarnji plastifikatori dodaju se u procesu polimerizacije, odnosno ugrađuju se u strukturu plastike, a vanjski se dodaju nakon polimerizacije, ne ugrađuju se u strukturu i ne mijenjaju kemijski sastav polimera. Zbog toga se relativno lako otpuštaju u okoliš. Primjer plastifikatora su ftalati, esteri ftalatne kiseline i alifatskih alkohola, koji se koriste u proizvodnji polimera polivinil klorida (PVC). Bez njihovog dodatka taj bi polimer bio težak, krhak i neprimjenjiv. PVC je za okoliš iznimno štetan oblik plastike jer u svom sastavu sadrži više od 90% svih aditiva. U moru tone zbog veće gustoće od morske vode, a zbog toga se većina njegovih čestica može naći na plažama i u sedimentu. Poznavajući koncentraciju različitih štetnih aditiva u njemu, jasno je da je prisutnost velikih količina mikroskopskih čestica PVC-a u okolišu opasnost za živi svijet. Primjer usporavala gorenja (eng. *flame retardants*) su bromirani aromatski eteri. Miješaju se s polimerima, u kojima im je udio čak

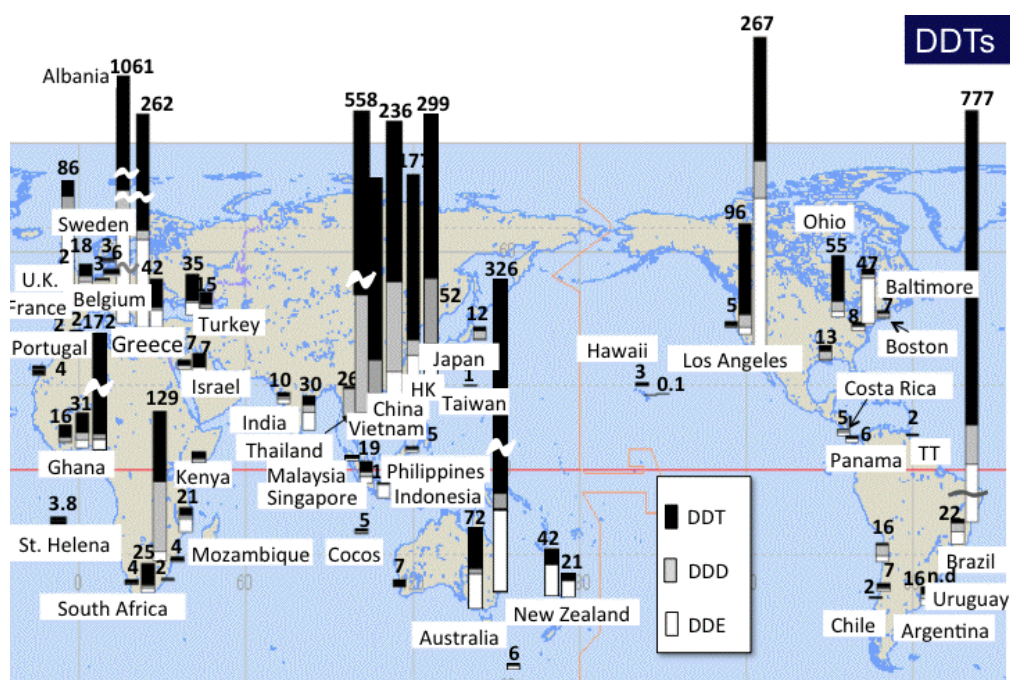
do 30%, kako bi spriječili nastanak plamena. Godine 2004. zabranjeni su pentabromirani i oktabromirani, a 2008. i dekabromirani difenil-eteri u plastici. Razlozi zabrane su njihovo lako izlaženje iz plastike u okoliš, nakupljanje na sitnim česticama prašine te kancerogeno, neurotoksično i reprotoksično djelovanje. U sklopu „International Pellet Watch“ programa analizirani su uzorci plastičnih peleta sakupljeni na plažama diljem svijeta. Koncentracija polikloriranog bifenila (PCB) najviša je bila na obali Sjedinjenih Američkih Država, Japana i potom Europe. Iako je 1979. godine zabranjen, i danas se prenosi kroz hranidbene lance. Najmanje PCB-a pronađeno je u Australiji, tropskom pojasu Azije i u južnoj Africi. Oko 50% proizvedenog PCB-a koristilo se upravo na području SAD-a. Provedena istraživanja mikroplastike u sedimentu na području Japana pokazala su da je koncentracija polikloriranih bifenila na uzorcima polipropilena do 106 puta veća nego u okolnom moru. Nadalje, dokazana je povezanost površine plastičnih fragmenata i sklonosti kontaminaciji. Erodirani fragmenti apsorbiraju više štetnih tvari nego fragmenti glatkih i homogenih površina zbog povećane reakcijske površine i polarnosti.



**Slika 3.** Koncentracija PCB-a na plažama (ng/g peleta)  
(izvor: <http://www.pelletwatch.org/maps/>)

Osim ovog spoja, pronađeni su i diklorodifeniltrikloroetan (DDT), insekticid čija je upotreba zabranjena 1972. godine, i policiklički aromatski ugljikovodici (PAH). DDT se nakuplja u organima bogatim mastima (štitnjača, jetra, bubrezi...), a upravo masno tkivo pojačava štetno djelovanje DDT-a oko čak sto puta. PAH-ovi uzrokuju mutagene i kancerogene promjene u organizmu, koje mogu dovesti do pojave raka kod ljudi.





**Slika 4.** Koncentracija DDT-a na plažama (ng/g peleta) DDE (diklorodifenildikloroetilen), DDD (diklorodifenildikloroetan ) i DDT izraženi kao DDT (izvor: <http://www.pelletwatch.org/maps/>)

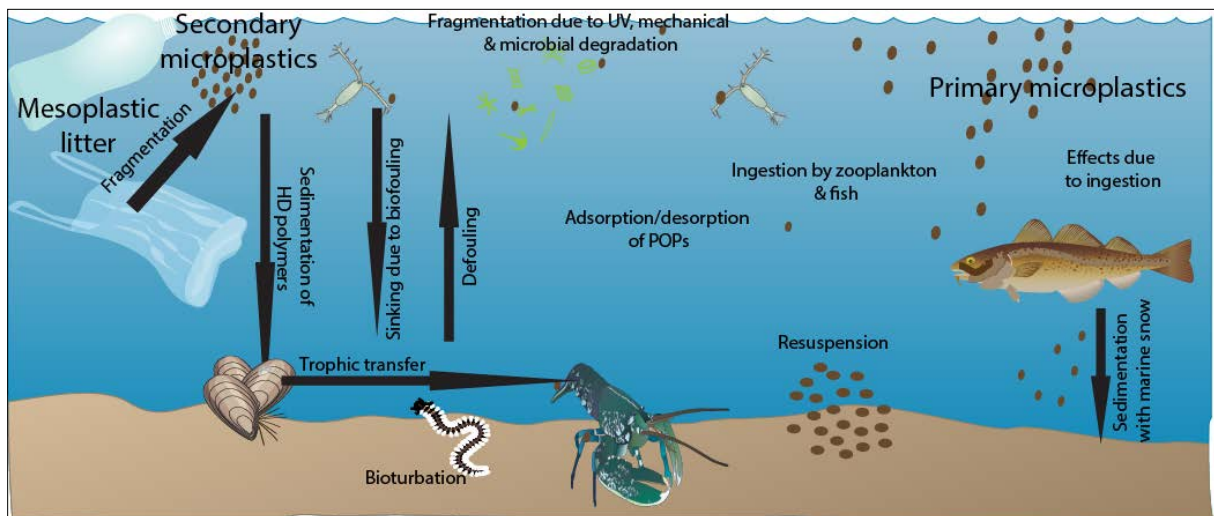
## UTJECAJ NA ŽIVI SVIJET

Plastika može zatvoriti probavni sustav životinja koje ju zamijene za prirodni plijen (meduze, ikru) i dovesti do njihova uginuća, a mikroplastika lako ulazi u morske organizme kroz usta ili škrge. Međutim, još je opasnije svojstvo mikroplastike da na sebe privlači i veže toksične spojeve. Oni se nakupljaju i prenose kroz hranidbene lance, a naposljetku dolaze do čovjeka. Mikroplastika također može poslužiti kao utočište različitim mikrobnim zajednicama ili kao vektor u prijenosu stranih (potencijalno patogenih) mikrobnih vrsta.

Bentoske zajednice uglavnom su pogođene mikroplastikom veće gustoće ( $\geq 0,941 \text{ g/cm}^3$ ) koja se taloži iz slobodnog stupca vode, a mikroplastika niske gustoće ( $0,910\text{--}0,940 \text{ g/cm}^3$ ) akumulira se u oceanskim vrtlozima i ugrožava pelagičke beskralježnjake koji se ondje nalaze. Vlaknasti i izduženi oblici mikroplastike toksičniji su od sfernih oblika, a upravo se oni češće nakupljaju u bentoskim organizmima, detritivorima i strvinarima.

Školjkaši su skupina morskih organizama koja je zbog načina prehrane veoma dobar pokazatelj opterećenosti vode mikroplastikom. U jednom satu profiltriraju oko dvije litre morske vode. Uzgojeni školjkaši sadrže veću količinu mikroplastike nego divlje jedinke na istome području zbog plastične užadi na kojoj se uzgajaju. Procijenjena godišnja količina

mikroplastike koju čovjek unosi u organizam konzumirajući školjkaše iznosi do 11 000 čestica, a učinak na ljudsko zdravlje još nije u potpunosti poznat.



**Slika 5.** Mogući načini pojave i raspodjele mikroplastike u morskim okolišima (Nerland i sur., 2014).

Sesilni rakovi vitičari (*Lepas sp.*) žive u zoni plime i oseke te se, kao i školjkaši, hrane filtriranjem morske vode. Prema istraživanjima, 33,5% vitičara na sjevernim obalama Tihog oceana u crijevu sadrži mikroplastiku. Međutim, nisu samo filtratori izloženi unosu mikroplastike u organizam. Primjerice, dekapodni rakovi čestice u organizam unose hranjenjem bentoskom faunom koja već sadrži mikroplastiku, ali i pasivno, iz sedimenta u kojem su one nataložene.

Provedena su istraživanja na području kanala La Manche i sjevernopacifičkog vrtloga s ciljem otkrivanja utjecaja mikroplastike na ribe. Oko 30% zabilježenih jedinki u organizmu je imalo plastične čestice, a pritom niti jedna promatrana vrsta nije bila isključena. U kanalu La Manche pronađena je samo plastika manje gustoće, prvenstveno polistiren i polietilen niske gustoće (eng. *low-density polyethylene*, LDPE). Obje vrste često se koriste u ribarskoj industriji. Od polistirena se izrađuje stiropor od kojeg se prave kašete i riblji plovci, a od polietilena ribarske mreže. RIBE koje su živjele u otvorenim morima sadržavale su i druge vrste plastike.

Provedena su i istraživanja na pticama kako bi se utvrdila količina progutane mikroplastike i njezin utjecaj na promatrane vrste. Ptice vrlo često plastiku zamijene za hranu, a mnoge vrste u organizam namjerno unose fragmente plastike koji pomažu u probavi (funkcija gastrolita). Na području Sjevernoga mora OSPAR, Konvencija o zaštiti morskog okoliša sjeveroistočnog

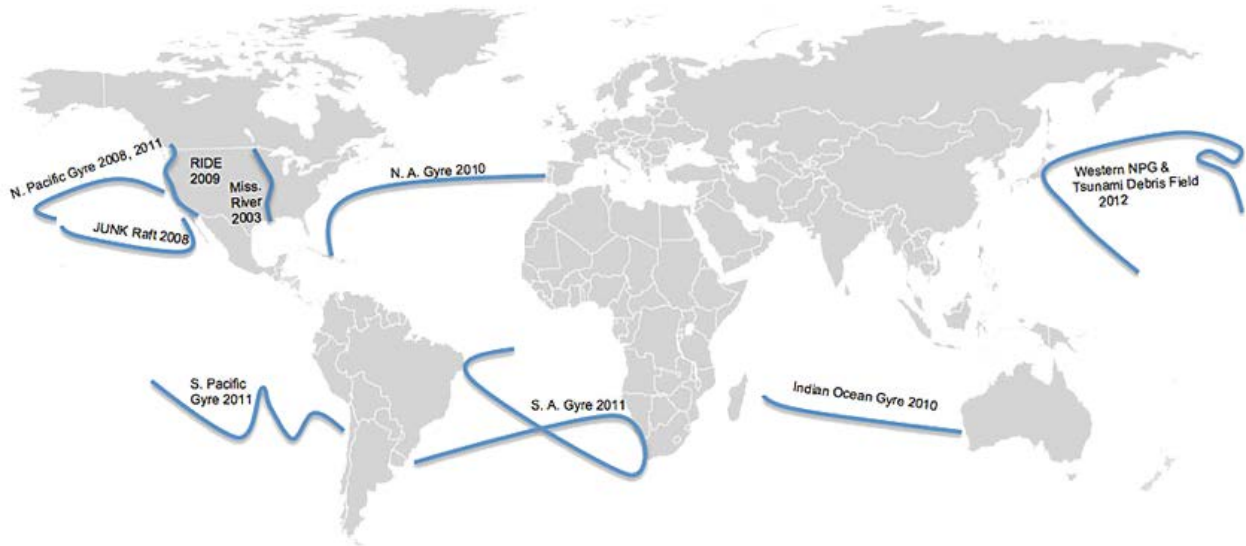
Atlantika (eng. *Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic*), 2013. godine provodi istraživanje ptica burnjaka (*Fulmarus glacialis*), a u drugome su istraživanju (Bond i sur., 2013) promatrane dvije vrste njorki, *Uria aalge* i *Uria lomvia*. Rezultati su pokazali da količina mikroplastike u probavnom sustavu ptica nije porasla od 1985. do 2012. Štoviše, na području Sjevernoga mora količina mikroplastike se smanjila (Nerland i sur., 2014).

Prema Browneu i sur. (2013), životinje koje nastanjuju morski sediment izrazito su ranjive i podložne štetnom utjecaju mikroplastike, koja može vezati oko sto puta veće koncentracije toksičnih spojeva nego sediment. Provedeno je istraživanje na pjeskuljama (*Arenicola marina*), crvolikim morskim mnogočetinašima koji žive u pijesku ili mulju i razgrađuju morski sediment. Pjeskulje su bile izložene pijesku s 5% mikroplastike zagađene nonilfenolom, fenantrenom i triklosanom. Ovi se spojevi mogu naći u plastici i kozmetičkim proizvodima, a imaju sposobnost nakupljanja u tkivima. Preneseni su preko mikroplastike u tkiva pjeskulja. Nonilfenol je smanjio sposobnost uklanjanja patogenih bakterija u organizmu pjeskulja za čak 60%, a triklosan je smanjio sposobnost probave sedimenta za 55%, što je uzrokovalo povećan mortalitet pjeskulja. Navedeni spojevi samo su mali dio štetnih tvari koje se oslobađaju prilikom raspadanja plastike. Brojne kemikalije koje se koriste kao dodaci u izradi plastike imaju sposobnost akumuliranja u sedimentu, u tkivima organizama, štetno djeluju na fiziološke funkcije, a kroz hranidbene lance naposljetku dolaze do čovjeka (Browne i sur., 2013). Pokazano je da riba sadrži visoku koncentraciju mikroplastike, ali ona se nakuplja poglavito u želucu i crijevu. S obzirom da se prije konzumacije ti dijelovi uklanjaju, čovjek ih ne unosi u organizam. Međutim, mikroplastika se nakuplja u tkivu školjkaša koje se jede i na taj način dolazi do čovjeka. Zasad još nisu poznati učinci na ljudsko zdravlje. Pretpostavlja se da je od mikroplastike veća opasnost nanoplastika (<1 µm) koja može ući u ljudske stanice, ali nanoplastika je zasad slabo istražena.

## MIKROPLASTIKA U SVIJETU

Glavna organizacija koja se bavi istraživanjima mikroplastike na svjetskoj razini jest udruga „The 5 Gyres Institute“, čije ime potječe od pet oceanskih vrtloga, koje proučava ploveći kroz njih. Organizira istraživačke ekspedicije u suradnji sa znanstvenicima i novinarima, širi nova saznanja kroz medije, predavanja i izložbe kako bi se probudila svijest širih masa koje nisu upoznate s problemom. Također potiče proizvodnju i upotrebu novih materijala koji bi bili

ekološki prihvatljiviji od plastike. Udruga je dosad pokrenula šesnaest istraživačkih ekspedicija, donijela prve zakonske mjere o mikroplastici, organizirala susrete mladih, edukacije i akcije čišćenja obala i mora te uspješno izvršila pritisak na čak šesnaest velikih kozmetičkih tvrtki zbog upotrebe mikroplastike u proizvodima.



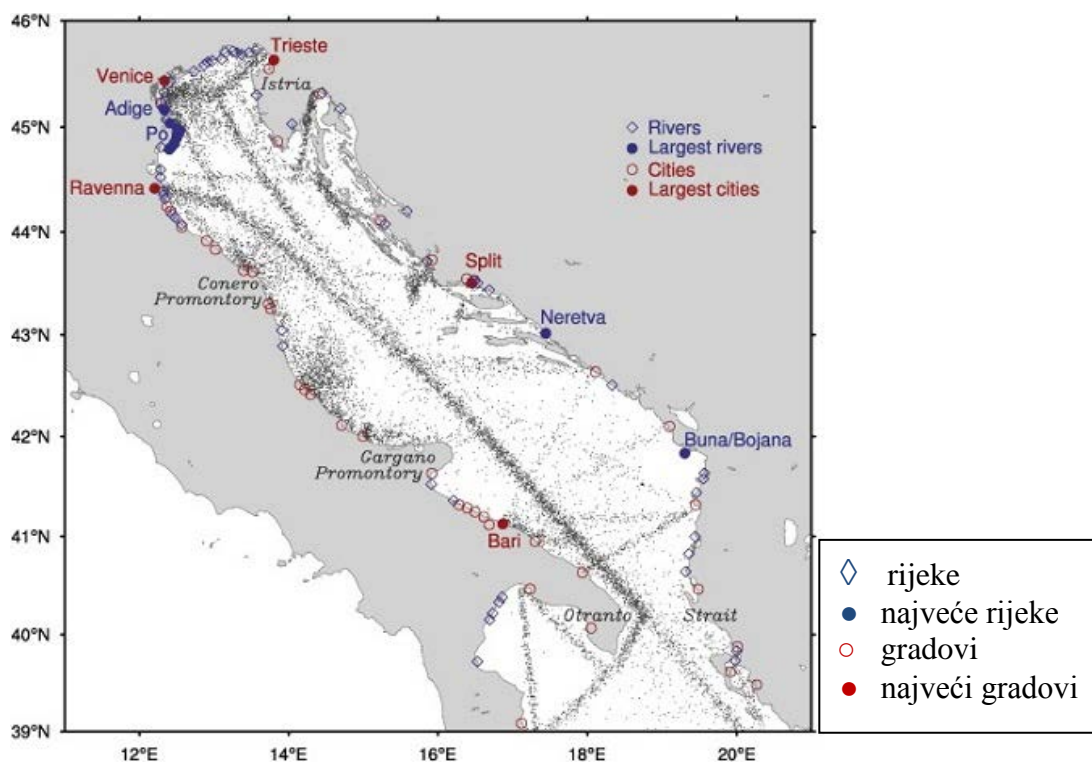
**Slika 6.** Provedene istraživačke ekspedicije organizacije „The 5 Gyres Institute“ (izvor: <http://www.5gyres.org/howtogetinvolved/expedition/>)

Prema Nerland i sur. (2014), postoji nekoliko točaka prijedloga u daljnjim istraživanjima mikroplastike. Potrebno je provesti standardizaciju u samoj definiciji mikroplastike, prikupljanju i bilježenju podataka, kako bi se rezultati diljem svijeta i tijekom vremena mogli uspoređivati. Također je važno upravljanje, prvenstveno otpadnim vodama koje su važan vektor u prijenosu mikroplastike s kopna u more. Treća je točka prijedloga bolje poznavanje procesa koji u morskom okolišu djeluju na plastiku. Potrebna su detaljnija istraživanja utjecaja mikroplastike na morske organizme i mogućnosti njezinog prijenosa kroz hranidbene lance te utjecaj i bioakumulacija toksičnih tvari u mikroplastici.

## MIKROPLASTIKA U JADRANSKOM MORU

U tijeku je regionalni projekt procjene stanja morskog otpada u Jadranu pod nazivom „Sustav upravljanja morskim otpadom u jadranskoj regiji“ (“Derelict Fishing Gear Management System in the Adriatic Region“, skraćeno: DeFishGear). Provodi se u sedam država regije: Albaniji, Bosni i Hercegovini, Crnoj Gori, Grčkoj, Italiji, Sloveniji i Hrvatskoj. Nositelj

projekta u Hrvatskoj je Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita. Ciljevi projekta su uspostavljanje regionalne mreže stručnjaka za morski otpad, razmjena iskustava u svrhu usklađenog praćenja morskoga otpada u cijelom Jadranu, podizanje javne svijesti te sveobuhvatna procjena stanja na regionalnoj razini. Udruga Sunce (Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj) odgovorna je za provedbu procjene stanja morskoga otpada u Jadranu. Mosor Prvan, suradnik Udruge u programu zaštite prirode, naglasio je kako je na temelju dosadašnjih aktivnosti jasno da je problem zagađenja plastičnim otpadom u Jadranu velik. U srednjoj i južnoj Dalmaciji zabilježena je povećana količina otpada, dio kojega je i otpad iz Crne Gore, Albanije i Grčke, koji u ovo područje donose morske struje.



**Slika 7.** Mjesta ulaska plutajućeg otpada u Jadransko more  
(sivo: pomorski putovi)

(izvor: <http://www.defishgear.net/news-events/defishgear-news/item/381-elsevier-selects-defishgear-research-to-promote-prevention-of-plastics-ocean-pollution-on-world-oceans-day-2016>)

Krajem 2014. godine sastavljen je Akcijski program Strategije upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem, u sklopu kojega je prvi akcijski program Sustav praćenja i promatranja za stalnu procjenu stanja Jadranskog mora. Europska komisija preporučila je pristupanje praćenju Jadrana na regionalnoj razini kako istraživanje i upravljanje ekosustavima Jadranskoga mora ne bi bilo nepotpuno. Također je važna povoljna učestalost uzorkovanja, ali ona otežava provođenje programa zbog prvenstveno prevelikih financijskih zahtjeva.

Problematika morskog otpada na području Jadrana u prošlosti je uglavnom bila obrađena u povremenim analizama otpada na plažama i plutajućeg otpada, a nedostaju sustavne studije i programi monitoringa, kao i prikupljanje podataka o morskome otpadu. Posljednjih godina primijećeno je povećano onečišćenje mora krutim plutajućim otpadom, prvenstveno u južnom Jadranu, donesenim rijekom Neretvom i morskim strujama s juga. Većinu otpada čine plastika, metal, staklo, guma i papir. Raspoloživo je malo podataka o trenutnom stanju Jadranskog mora, zbog čega se prvo trebaju provesti pilot projekti na temelju kojih bi se mogla donijeti odluka o upravljanju. U prijedlogu dijelova istraživačkoga monitoringa postoje četiri dijela: monitoring količine i sastava otpada naplavljenog na obalu, monitoring količine i sastava otpada na površini i na morskome dnu, monitoring količine i sastava mikroplastike na plažama i površini mora te monitoring količine i sastava progutanog morskog otpada. Iako je Hrvatska prihvatila obveze prema međunarodnim ugovorima kojima bi se smanjio unos otpadnih tvari u more, Agencija za zaštitu okoliša naglašava da stalnog praćenja onečišćenja u Jadranu nema te da su učestalost mjerenja i broj mjernih postaja posljednjih godina, a napose u 2012. godini, značajno smanjeni zbog ekonomske krize.



## LITERATURA

Bond A. L., Provencher J. F., Elliot R. D., Ryan P. C., Rowe S., Jones I. L., Robertson G. J. & Wilhelm S. I., 2013. Ingestion of plastic marine debris by Common and Thick-billed Murres in the northwestern Atlantic from 1985 to 2012. *Marine Pollution Bulletin* **77**, 192–5.

Browne M. A. A., Niven S. J. J., Galloway T. S. S., Rowland S. J. J. & Thompson R. C. C., 2013. Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. *Current Biology* **23**, 2388–2392.

Nerland I. L., Halsband C., Allan I., Thomas K. V., 2014. Microplastics in marine environments: Occurrence, distribution and effects. *Norwegian Institute for Water Research*.

Van Cauwenberghe L., Devriese L., Galgani F., Robbens J., Janssen C. R., 2015. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research* **111**, 5-17.

Wright S. L., Thompson R. C., Galloway T. S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* **178**, 483–492.

<http://biologija.com.hr/>

Hrvatska enciklopedija, <http://www.enciklopedija.hr/>

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode,

[http://www.mzoip.hr/doc/sustav\\_pracenja\\_i\\_promatranja\\_za\\_stalnu\\_procjenu\\_stanja\\_jadranskog\\_mora.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/sustav_pracenja_i_promatranja_za_stalnu_procjenu_stanja_jadranskog_mora.pdf)

International Pellet Watch, <http://www.pelletwatch.org/>

Sunce – Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj, <http://sunce-st.org/>

The 5 Gyres Institute, <http://www.5gyres.org/>

## SAŽETAK

Korištenje plastike neprestano raste od sredine dvadesetog stoljeća, a s njime i količina mikroplastike u morima diljem svijeta. Plastika sve češće zamjenjuje druge materijale zbog svojih povoljnih svojstava, ali se zbog nepotpune razgradnje nakuplja u morskom okolišu u obliku krupnog plastičnog otpada te čestica promjera manjeg od 5 milimetara, mikroplastike. Mikroplastika u morima ima štetan utjecaj na živi svijet: ulazi u probavni sustav morskih organizama, a toksični spojevi koje na sebe privlači nakupljaju se i prenose kroz hranidbene lance te s vremenom dolaze do čovjeka. Istraživanja su pokazala proporcionalan porast mikroplastike i gustoće naseljenosti određenog područja. Potrebno je provesti standardizaciju u načinu prikupljanja podataka kako bi bilo moguće praćenje stanja u vremenu i prostoru. Potrebna su dodatna istraživanja mogućnosti bioakumulacije toksičnih tvari u mikroplastici. Posljednjih je godina problem mikroplastike sve zamjećeniji i poznatiji. Međutim, još su mnoga područja neistražena, pogotovo ona vezana uz vrlo sitne čestice, nanoplastiku, koja je potencijalno još veća opasnost za živi svijet od krupnije mikroplastike.

## SUMMARY

The use of plastic has constantly been increasing since the middle of the 20th century. As a consequence, the amount of microplastic in the marine environment worldwide has also risen. Nowadays, plastic more often replaces other materials because of its good qualities. Its negative feature is incomplete degradation, which causes accumulation of big particles in marine environment, as well as small ones (<5 mm) called microplastic. Microplastic in seas has a negative impact on marine biota: it enters the digestive system, causing the accumulated toxins to be transferred through the food chains and eventually end up in humans. Studies demonstrated a positive relationship between microplastic and human population density. There is a need for the standardization of data collecting, which is important for the evaluation of spatial and temporal trends. Additional researches of contaminant bioaccumulation are also necessary. Lately the microplastic issue has been more acknowledged. Still, many questions arise and wait to be solved, especially those connected with the smallest particles called nanoplastics, which are potentially even bigger threat for the environment.