

# ANTROPOGENI UTJECAJ NA ONEČIŠĆENJE MORA

---

Črnek, Nikolina

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:363510>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Nikolina Črnek

# **ANTROPOGENI UTJECAJ NA ONEČIŠĆENJE MORA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional graduate study of Safety and Protection

Nikolina Črnek

# **ANTHROPOGENIC IMPACT ON SEA POLLUTION**

Final paper

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnost i zaštita

Nikolina Črnek

# **ANTROPOGENI UTJECAJ NA ONEČIŠĆENJE MORA**

ZAVRŠNI RAD

Mentorica: Jakšić Lidija, mag. ing. cheming

Karlovac, 2021.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED**  
**SCIENCES**

Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Specijalistički studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2021

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Nikolina Črnek

Matični broj: 0422418034

Naslov: Antropogeni utjecaj na onečišćenje mora

Opis zadatka:

U završnom radu prikazat će se problematika onečišćenja mora. Opisati ću glavne izvore i vrste zagađenja morskog okoliša, te sve bitne konvencije koje su donešene kako bi se spriječilo zagađenje istog. Osvrnuti ćemo se na zagađenje Jadranskog mora, te ću pažnju usmjeriti na zagađenje morskog okoliša plastikom.

Zadatak zadan:  
Lipanj 2021.

Rok predaje rada:  
Rujan 2021.

Predviđeni datum obrane:  
Rujan 2021.

Mentorica:  
Jakšić Lidija, mag. ing. cheming., pred.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
dr.sc. Snježana Kirin, v.pred.

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se svojoj mentorici Lidiji Jakšić, mag. ing. cheming., koja me je svojim velikim trudom i stručnošću uputila u izradu diplomskog rada, te pomogla u potrazi za odgovarajućom literaturom. Također se zahvaljujem i ostalim profesorima koji su uvijek bili od pomoći.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je uvijek davala podršku, motivirali me kroz dosadašnje studiranje na prediplomskom i diplomskom studiju, te se zahvaljujem svim svojim kolegama koji su mi uvijek bili pri dodatnoj pomoći.

## SAŽETAK

Voda, more i oceani imaju neprocjenjivo ekološko značenje. Zaštita i očuvanje kvaliteta voda, mora i oceana važna su ne samo za životinjski i biljni svijet, nego i za samog čovjeka te za njegov gospodarski i socijalni razvoj. U ovome radu ćemo govoriti o zagađenju morskog okoliša te koje su posljedice takvog onečišćenja. Obuhvaćen je pregled izvora onečišćenja mora, te su spomenute bitne konvencije koje su donijete kroz povijest vezano za onečišćenje morskog okoliša. Nadalje, objašnjeni su izvori onečišćenja mora s kopna, s brodova, iz zraka ili putem zraka. Također je opisano onečišćenje nastalo ljudskim djelovanjem, gdje ćemo se posebno bazirati na plastiku te Jadransko more.

Ključne riječi: onečišćenje mora, posljedice onečišćenja morskog okoliša, izvori onečišćenja, zagađenje mora plastikom, konvencije.

## SUMMARY

Water, sea and oceans have invaluable ecological significance. The protection and preservation of the quality of water, sea and oceans are important not only for the fauna and flora, but also for his economic and social development. In this paper, we will talk about the pollution of the marine environment and what are the consequences of such pollution. An overview of the sources of marine pollution is included and the important conventions that have been passed throughout history regarding the pollution of the marine. Furthermore, the sources of marine pollution from land, ships, air or by air are explained. Pollution caused by human activity is also described, where the emphasis is on plastic and the Adriatic Sea.

Keywords: marine pollution, consequences of marine pollution, sources of pollution, plastic sea pollution, conventions.

## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	2
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	2
2. IZVORI I VRSTE ONEČIŠĆENJA MORA.....	3
3. ONEČIŠĆENJE MORA S KOPNA.....	6
3.1. Urbanizacija.....	7
3.2. Industrija.....	7
3.3. Poljoprivreda, šumarstvo.....	7
3.4. Hidrološke promjene.....	8
4. ONEČIŠĆENJE MORA S BRODOVA.....	9
4.1. MARPOL konvencija 1973./1978.....	10
4.2. Konvencije o naknadi štete zbog onečišćenja mora s brodova.....	11
5. ONEČIŠĆENJE MORA NAFTOM.....	15
5.1. Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora naftom iz 1954..	18
5.2. Tankerske nesreće.....	19
5.3. Izljev nafte u Meksičkom zaljevu.....	21
6. ONEČIŠĆENJE MORA BALASTNIM VODAMA.....	24
7. ONEČIŠĆENJE MORA ULJIMA I ELEMENTIMA U TRAGOVIMA.....	26
8. ONEČIŠĆENJE MORA IZ ZRAKA ILI PUTEM ZRAKA.....	29
9. ONEČIŠĆENJE MORA PLASTIČNIM OTPADOM.....	31
10. JADRANSKO MORE.....	42
10.1. Eutrofikacija.....	45
10.2. Unošenje štetnih i opasnih tvari antropogenog porijekla.....	47
10.3. Ocjena stanja morskog okoliša u hrv. djelu jadrana.....	50



11. KAKO JE PANDEMIJA COVID-19 UTJECALA NA ONEČIŠĆENJE MORA.....	51
12. ZAKLJUČAK .....	53
13. LITERATURA:.....	54
14. PRILOZI .....	59
14.1. Popis slika.....	59
14.2. Popis tablica.....	59

## 1. UVOD

Onečišćenje okoliša jedan je od najvećih problema s kojim se susreće današnje društvo. Svakim je danom čovječanstvo upoznato s posljedicama svog dugogodišnjeg neodgovornog odnosa prema prirodnom okolišu koji se nastojao podrediti ljudskim potrebama. U drugoj polovici 20. stoljeća počelo se shvaćati da se u morske vode kako kod nas tako i širom svijeta ispuštaju značajne količine onečišćujućih i opasnih tvari, ali je vrlo malo dostupnih kvantitativnih podataka o količini ispuštanja kao i o sveukupnom onečišćenju. Nagli porast industrijske proizvodnje bez primjene standarda zaštite okoliša doveo je do značajnih ekoloških promjena. Nažalost, i danas, ljudska populacija koristi oceane i mora kao svoj prostor rješavanja otpada. Oceani zauzimaju velike površine te se smatralo da su efekti onečišćenja, zanemarivi, bez obzira koje su kemikalije prisutne te koliko je otpada u njima. Iako postoje razna onečišćenja okoliša, mi ćemo se osvrnuti na onečišćenje mora. Voda pokriva 71% Zemljine površine, od čega se 97% odnosi na morsku vodu, a preostalih 3% čini slatka voda.[1] Do onečišćenja mora može doći na razne načine kao npr. s kopna, brodova, balastnim vodama, pogonskim uljima, naftom, ali i još jednom opasnom vrstom onečišćenja koja čini većinu otpada u našim morima i oceanima – plastikom. Prioritet za sve sudionike u životnom ciklusu trebao bi biti smanjenje količine plastike u morskom okolišu. [2]

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Predmet i cilj ovoga rada je ukazati na problematiku vezano za onečišćenje mora, opisati koji su izvori takvog onečišćenja ( s kopna, s brodova, iz zraka ili putem zraka i sl.), koje konvencije i mjere su donešene kako bi se zagađenje morskog okoliša spriječilo, te koje su posljedice takvog onečišćenja. Posebno ćemo se osvrnuti na otpad plastikom koja u današnje vrijeme stvara veliki problem. Cilj ovoga rada je da shvatimo koliko nam je more važno, te primjena najbolje moguće metode kako bi se onečišćenje mora spriječilo.

## **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

U izradi diplomskog rada koristila sam se raznom literaturom čija se tematika temelji na onečišćuju mora. Koristila sam razne knjige i internetske izvore te iz njih samostalno obradila i sastavila sadržaj diplomskog rada.

## 2. IZVORI I VRSTE ONEČIŠĆENJA MORA

Izvori onečišćenja morskog okoliša jesu načini i putovi, područja ili objekti s kojih štetne tvari dospijevaju u morski okoliš. Razlikujemo onečišćenje s brodova, potapanjem, s kopna, iz zraka ili putem zraka te ono prouzročeno djelatnostima na morskom dnu i u podzemlju.[3] Biološki obale su granice između zemlje i otvorenog mora. Vrlo su ranjive za onečišćenje iz rijeka kao i od smeća odbačenog u more što su ga napravile priobalne struje. Za ljude, onečišćenje obale može predstavljati samo malu smetnju ili veliku gospodarsku prijetnju, ali za životinjski život na obali učinci onečišćenja su dalekosežni iako se, na prvu možda čine i nevidljivi. Procjenjuje se da se u mora i oceane svakim danom baca oko 8 milijuna komada smeća.[4] Vidljivi znakovi onečišćenja morskog ekosustava nisu sve što postoje. Ima mnogo vrsta onečišćenja koja i nemaju vidljive znakove te se otkrivaju sofisticiranom kemijskom analizom. Na slici 1 prikazana je onečišćena morska obala smećem. U nekim slučajevima ono što mi mislimo da ne može nauditi nama, može naštetiti morskim organizmima. Morski ekosustav napadnut je od prekomjernog onečišćenja, gubitka staništa i ribolova.[5]



Slika 1. Onečišćenje morske obale smećem [1]

Onečišćenje morskog okoliša je promjena stanja morskog okoliša koja je posljedica nedozvoljene emisije (ispuštanja ili istjecanja tvari u tekućem, plinovitom ili čvrstom stanju, i/ili ispuštanje energije (toplina, zračenje, buka, vibracije, svjetlost) te ispuštanje organizama, iz pojedinog izvora u okoliš, nastalo kao rezultat čovjekovih djelatnosti, kao i mikrobiološko onečišćenje okoliša) i/ili drugog štetnog djelovanja, ili izostanka potrebnog djelovanja, ili utjecaja zahvata koji može promijeniti kakvoću morskog okoliša. Onečišćenje mora jedan je od najvećih problema s kojim se susreće današnje društvo.[6] Kontaminati su biološke, kemijske ili fizičke tvari ili energija koja je normalno prisutna ili je rijetka u okolišu, a koja u dovoljnoj koncentraciji može štetno djelovati na žive organizme, a onečišćivač je tvar ili energija koja se unosi u okoliš i nanosi neželjene učinke. Kopneni izvori predstavljaju onečišćenje ušća i obalne vode hranjivim tvarima, sedimentima i patogenima kao što su i otrovne kemikalije, lijekovi, pesticidi itd., no nakon industrijske revolucije sve više materijala otpušta se iz industrije, postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i poljoprivrede, da bi na kraju stiglo u morske ekosustave. Onečišćenje morskog ekosustava ne dolazi samo iz kopnenih izvora. Postoje onečišćenja nastala ljudskim djelovanjem kao što je bacanje ambalaže, vrećica, izgubljeni ribolovni dijelovi, odbačene plastične boce itd. Plastika ima vrlo sporo razgrađivanje u vodi što joj omogućuje da putuje morima i oceanima na tisuće kilometara. To su sintetski polimeri pri čemu sadrže i druge kemikalije radi njihovih svojstava. Može se sintetizirati iz fosilnih goriva kao i iz biomase različitog podrijetla. Plastika svojom izloženosti UV svjetlosti raspada se na sve manje dijelove što dovodi do stvaranja mikroplastike koja je vrlo štetna za morske životinje jer se nakupljaju u njihovim stanicama i tkivima, a posljedično šteti i ljudima.[5] Onečišćenje s kopna ima najveći udio u onečišćenju morskog okoliša i ujedno je najveći izazov međunarodnom uređenju zbog brojnih djelatnosti koje dovode do onečišćenja i koje treba staviti pod nadzor. Zatim onečišćenje s brodova ( u redovnom radu ili zbog nesreća). Uz onečišćenje koje je posljedica nezgode, onečišćenje s brodova može biti i posljedica uobičajnog pogona broda. Osim nafte, morskom okolišu s brodova prijete i druge štetne i opasne tvari koje se prevoze kao teret. Vrlo velika onečišćenja mora i oceana predstavljaju nesreće koje su se dogodile izlivanjem nafte i njenih derivati pri transportu tankerima (Exxon Valdez, Tasman Spirit, Torrey Canyon, Prestige) i onečišćenja naftom nastala eksplozijom naftnih platforma (najpoznatija havarija izljeva nafte u meksičkom zaljevu). [5,7]

Zbog svoje pokretljivosti brodovi se mogu naći na područjima pod nacionalnom jurisdikcijom različitih država i ta činjenica postavlja posebne zahtjeve pred međunarodnopravnu regulaciju onečišćenja s brodova, ponajprije glede raspodjele ovlaštenja među državama. Potapanje otpadaka i drugih štetnih tvari s brodova ili iz zrakoplova pedesetih i šezdesetih godina prošlog stoljeća postalo je čest način rješavanja otpada s kopna, zbog povećane kontrole odlaganja otpada na kopnu i zbog razmjerno malih troškova odlaganja u more. Zatim zagađenje iz zraka, kada je riječ o onečišćenju morskog okoliša iz zraka ili putem zraka, uglavnom su posrijedi štetne tvari koje potječu s kopna. Problemu onečišćenja mora iz zraka tek se u novije vrijeme dala veća važnost. Do tog onečišćenja može doći na različite načine. Bilo da se štetne tvari nastale na kopnu prenose vjetrom u more, bilo da onečišćenje nastane izravnim utjecajem iz zraka. Uzrok mogu biti i djelatnosti na moru kao što je spaljivanje smeća i odašiljanje štetnih tvari s brodova u zrak. Kad se govori o onečišćenju zraka s broda, prvenstveno se misli na emisije štetnih plinova s brodova kojima je glavni pogonski sustav dizelski motor. Nacionalnim i međunarodnim propisima pokušava se ograničiti ili smanjiti i spriječiti onečišćenje zraka uopće, pa samim tim i mora koje se posredno onečišćuje.[3]Onečišćenje također može nastati ulaskom u oceane i mora iz atmosfere , npr. živa se oslobađa kao plin iz atmosfere pri izgaranju ugljena te se nakon toga taloži u oceanima i morima, dušik u obliku dušikovih oksida nastao izgaranjem fosilnih goriva, onečišćeni zrak se taloži u oborinama i dolazi do onečišćenja voda. Imamo nekoliko vrsta onečišćivača. Anorganska zagađivala ( sumporna i dušična kiselina, sumporovodik, amonijak), zatim imamo organska zagađivala ( pesticidi, herbicidi, komunalni otpad, industrijski otpad druge vrste otpada), biološka zagađivala ( bakterije, virusi, paraziti i sl.), radioaktivne tvari, pa čak i toplina može biti zagađivalo. [8]

### 3. ONEČIŠĆENJE MORA S KOPNA

Najveće štetnosti za zdravlje, proizvodnost i bio raznolikost mora slijede iz ljudskih aktivnosti na kopnu, poglavito urbanizacije, industrije, poljoprivrede, šumarstva, marikulture, hidroloških promjena, trgovine, prometa, turizma, vojnih aktivnosti i društvenih sukoba. Stvarna vrijednost mora očituje se kroz reguliranje klime na zemlji, stvaranje oborina, primanja i obrade otpada i pružanje mogućnosti rekreacije. Morima i njihovim bogatstvima nije moguće odgovorno upravljati bez pouzdane i pravovremene informacije koju može pružiti samo interdisciplinarni znanstveni pristup. Integriranje upravljanja obalnih zona i pripadnih porječja preduvjet je za poboljšanje kvalitete morskog okoliša.

Smatra se da u obalnim urbanim središtima živi milijarda ljudi, te da obalna zona zauzima 18% zemljine površine, uzdržava 60% svjetskog stanovništva, obuhvaća 2/3 gradova s više od 2,5 milijuna stanovnika, daje 90% svjetskog ulova ribe i prima gotovo sva istjecanja s kopna i iz rijeka. Stoga se procjenjuje da je oko 80% onečišćenja mora rezultat aktivnosti na kopnu [9]. Mora su postala konačna odredišta za gradsku odvodnju i kruti otpad, izlivanje kemikalija iz tvornica smještenih uzvodno, otjecanja gnojiva i drugih onečišćivača s poljoprivrednog zemljišta, te istjecanja ulja. S obzirom da se sve ono što dolazi u more teško može kontrolirati, mora se zaustaviti na izvoru. Ranije se smatralo da more lako rastvara otpadne vode. Međutim, većina onečišćenja ne nestaje, već ostaje u lokalnom ili čak globalnom prehrambenom lancu i može poremetiti ekosustav i uzrokovati štetu gospodarstvu i prirodi [10]. Onečišćenja mora su uglavnom rezultat kumulativnih djelovanja koja se izmjenjuju u značaju od mjesta do mjesta. Teško je mjeriti količinu čak i pojedinog onečišćivača koji ulazi u more, naročito kada dolazi iz tako različitih izvora kao što su poljoprivreda ili promet. Moguće je, međutim, navesti neke kategorije kopnenih aktivnosti koje djeluju na more [11].

### **3.1. Urbanizacija**

Komunalni otpad sve više završava u moru, bilo slučajno, bilo prema projektu, što predstavlja rastući problem u svjetskim razmjerima. Nadalje, mnoge kemikalije iz industrije i kućanstava ispuštaju se u more izravno ili neizravno, slučajno ili namjerno. Najuobičajeniji su sapuni, deterdženti, ulja, boje, baterije i drugi proizvodi koji sadrže ugljikohidrate i metale, te plinovi koji se koriste u rasprašivačima i sustavima za hlađenje. Veliki raspon kemikalija također ulazi u more ispiranjem i nošenjem s kopna-oborinama i vjetrovima. [12]

### **3.2. Industrija**

Veliki izljevi nafte imali su ozbiljno, ali uglavnom lokalno i privremeno djelovanje. Većina ulja koja ulaze u more dolaze iz manje dramatičnih izvora, odnosno ispuštanjem s brodova, onečišćenjem zraka, te ispuštanjem strojnih ulja u odvodnju. To se događa i iskorištavanjem plinskih hidrata iz podmorja, što se očekuje nakon iscrpljenja konvencionalnih izvora nafte i plina. Suočiti ćemo se, također, i s činjenicom da je njihov glavni sastojak metan, brzo djelujući i visoko djelotvoran staklenički plin. Nadalje, velike količine kemikalija prevoze se morem i rijekama, cestom i željeznicom, što neizostavno vodi k istjecanju nakon postupaka pranja spremnika i predstavlja rizik slučajnog izlivanja kod prijenosa tereta s jednog sredstva na drugo. Čišćenje izvora onečišćenja može imati pozitivno djelovanje na more. Koncentracija olova u vodi i zraku oko Bermuda pala je za oko 3/4 tijekom posljednjih dvadesetak godina, jer je metal uklonjen iz goriva u Europi i SAD-u, što dokazuje da se zaustavljanjem onečišćenja zraka metalima (koji u moru kratko traju) omogućava, čak i otvorenom moru, da se relativno brzo oporavi. [12]

### **3.3. Poljoprivreda, šumarstvo**

Poljoprivreda ima veće djelovanje na more od industrije. Umjetna i prirodna gnojiva koja istječu s poljoprivrednih zemljišta i nalaze put do rijeka i mora najveći su uzročnici eutrofikacije. Pesticidi dospijevaju u more na sličan način. Erodirano zemljište značajno pridonosi opterećenju rijeka i obalnih voda povećanjem taloženja. Taj problem postaje sve veći sječom šume kako bi se tlo privedo poljoprivrednoj svrsi. Iznos štete koju su talozi prouzročili grebenima jednim projektom sječe na



Filipinima u smislu izgubljenog prihoda od turizma i ribarstva jednak je četverostrukom iznosu prihoda ostvarenog prodajom trupaca. Nadalje, loše vođena marikultura uništava staništa i dozvoljava selektivno uzgajanim ribama da se bijegom u otvorene vode križaju sa svojim divljim rođacima, s nepoznatim posljedicama. [12]

### **3.4. Hidrološke promjene**

Skretanje rijeka i drugih vodenih puteva, izgradnja brana, širenje navodnjavanja i korištenje vode u industriji imaju ogroman utjecaj na obalna područja jer prekidaju migraciju riba i zaustavljaju dotok mulja i hranjivih tvari koje rijeke nose u more, što povećava eroziju obala i uzrokuje nestajanje močvarnog tla, pogađaju ekosustave koji ovise o hranjivim tvarima, te mijenjaju izgled obala. Također mogu mijenjati i način na koji se količina protoka rijeka mijenja s godišnjim dobima, što djeluje na staništa i ekosustave koji su protoku prilagođeni. Tako se velika šteta uzrokuje činjenicom što hranjive tvari više ne dolaze u more u trenutku kada su potrebne.[12]

#### 4. ONEČIŠĆENJE MORA S BRODOVA

Onečišćenje s brodova oduvijek je privlačilo najviše pozornosti javnosti, iako su štetne tvari koje u more dospijevaju s kopna mnogo veća prijetnja morskom okolišu. Razlog tomu vjerojatno je medijska privlačnost velikih nezgoda tankera s kojih se u kratko vrijeme izliju velike količine nafte koje se brzo rašire i nanose veliku štetu. Onečišćenje s brodova može se podijeliti na pogonsko i slučajno. Pogonsko onečišćenje prati redoviti pogon broda te obuhvaća automatsko i pogonsko ispuštanje npr. pri ispiranju tankova ili ispuštanje balastne vode. Slučajno onečišćenje nastaje nakon nezgoda, kao što su npr. sudar, nasukavanje.

Dok se uređenju pogonskog onečišćenja pristupa zabranom, odnosno svođenjem na minimum takvih ispuštanja i pronalaženjem alternativnih metoda odlaganja, kao što je postavljanje prihvatnih uređaja u lukama i izvan obalnim terminalima, slučajno onečišćenje nastoji se suzbiti propisivanjem standarda za projektiranje, gradnju i opremanje brodova te kvalifikaciju i podučenosť posade. Suzbijanju onečišćenja s brodova pristupa se usvajanjem globalno ujednačenih pravila i standarda kako bi se spriječilo da međusobno različiti nacionalni ili regionalni propisi o projektiranju, gradnji i opremanju brodova ometaju međunarodnu plovidbu. Prvi pokušaj međunarodnopravne regulacije ispuštanja nafte s brodova bila je konferencija u Washingtonu 1926. na kojoj je izrađen nacrt konvencije, koja, međutim, nikad nije usvojena.

Prvi pomak u kontroli ovoga izvora onečišćenja nastupa usvajanjem Međunarodne konvencije o sprječavanju onečišćenja s brodova iz 1973, izmijenjene protokolom iz 1978 tzv. MARPOL konvencija 1973/1978.[3]

#### **4.1. MARPOL konvencija 1973./1978.**

Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova, MARPOL (eng. Maritime pollution) (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) glavna je međunarodna konvencija koja uključuje propise sprječavanja onečišćenja morskog okoliša brodovima iz operativnih ili slučajnih uzroka koju je donijela Međunarodna pomorska organizacija (IMO), odboru za zaštitu morskog okoliša [13,14]. Nakon nesreće tankera „Torrey Canyon“ (1967. godine) doneseno je nekoliko konvencija, među kojima i 1973. MARPOL - konvencija koja nije odmah stupila na snagu. Na međunarodnoj konferenciji o sigurnosti tankera održanoj u Londonu 1978. donesen je Protokol koji čini sastavni dio MARPOL-konvencije. Za razliku od prijašnjih konvencija koje su regulirale samo sprječavanje onečišćenja mora naftom, MARPOL-konvencija regulira sprječavanje onečišćenja svim štetnim tvarima koje se s brodova ispuštaju ili izbacuju, namjerno ili slučajno. Konvencija uključuje propise usmjerene na sprečavanje i smanjenje onečišćenja s brodova i slučajnog onečišćenja iz redovnog rada.

MARPOL konvencija je temeljni preventivni međunarodni akt za zaštitu morskog okoliša. Cilj ove konvencije je potpuno eliminirati nastalo namjerno ili slučajno onečišćenje morskog ekosustava s brodova, štetnim tvarima za ljude, životinje, biljni svijet korištenja mora na bilo koji način – pražnjenjem, izlivanjem, izbacivanjem, curenjem, izbacivanjem. Prema MARPOL konvenciji potrebno je voditi evidenciju, detaljnu istragu o svakoj nesreći koja se dogodila a pri čemu je uslijedilo onečišćenje s brodova. Konvencija obuhvaća sva područja koja se odnose za pomorski promet i sve nesreće i nezgode koje se mogu dogoditi prilikom prijevoza tereta i same plovidbe [15,16]. Konvencija određuje i posebna područja za koja je potrebna posebna zaštita s obzirom na njihovu ekološku osjetljivost. U posebna područja ubrajaju se: Sredozemlje, Baltičko more, Crno i Crveno more, Arapski zaljev, Sjeverno more i šire područje Kariba. Obzirom da je jako teško provoditi stroge zabrane Konvencija ipak dopušta tankerima manja ispuštanja, postavljajući određene, jasne uvjete kao što je da se brod mora nalaziti izvan posebnih područja, mora biti udaljen od obale najmanje 50 nautičkih milja, biti u vožnji, brzina ispuštanja ne smije biti veća od 30 l na 1 nautičku milju, te brod mora imati uređaje kojima se kontrolira količina i brzina ispuštanja. Konvencija nalaže da se sve operacije na

tankeru moraju bilježiti u već poznate brodske knjige, te osim nje potrebno je voditi i knjigu ulja, knjigu smeća, plan za rukovanje smećem, te brodski plan pri pojavi onečišćenja. [13,14]

#### **4.2. Konvencije o naknadi štete zbog onečišćenja mora s brodova**

Konvencije o odgovornosti za štetu od onečišćenja mora počele su se usvajati nakon nesreće tankera Torrey Canyon u ožujku 1967. Postalo je očito da prijete ozbiljna opasnost za biljni i životinjski svijet od nekontroliranog onečišćenja mora. Kasnije pomorske nesreće, sa još težim posljedicama, to su i potvrdile.

Pri stvaranju svakog međunarodnog ugovora bilo je potrebno sagledati interese brojnih država i njihovu raznolikost te uskladiti interese međunarodne pomorske trgovine s rastućom svijješću o odgovornosti prema pomorskom okolišu.

Godine 1969. donesena je Međunarodna konvencija o građanskoj odgovornosti za štetu prouzročenu onečišćenjem uljem (eng. Civil Liability Convention - CLC). Ta je konvencija radikalno promijenila prijašnje pravno uređenje glede odgovornosti za izlijevanje nafte, koje je obilježavalo nepostojanje međunarodne unifikacije i načelna neodvojenost od općeg režima odgovornosti brodovlasnika za štetu. Svrha CLC je osigurati pravičnu i efikasnu naknadu osobama koje pretrpe štetu zbog onečišćenja otjecanjem ili izbacivanjem ulja (nafte) koja se prevozi kao teret na brodu. Uspostavljena je kauzalna (objektivna) odgovornost brodovlasnika prema kojem je usmjerena sva odgovornost prema trećima, s vrlo ograničenim slučajevima oslobođenja od odgovornosti. Propisana je i obveza brodovlasnika da osigura svoju odgovornost koja je predmet uređenja CLC, kao i pravo oštećenika na izravan odštetni zahtjev protiv osiguratelja brodovlasnikove odgovornosti (direktna tužba, *actio directa*).

Kako bi i strana tereta (velike naftne kompanije) snosila dio obveze naknade štete od onečišćenja mora uljima koje se prevoze kao teret na brodu, donesena je 1971. godine Međunarodna konvencija o osnivanju međunarodnog fonda za naknadu štete prouzročene onečišćenjem (Fond Konvencija, eng. Fund Convention). Na taj način uspostavljena je pravična raspodjela financijskog rizika između brodovlasnika i uvoznika nafte u kontekstu naknade opisane štete.

Tim konvencijama uspostavljen je sustav dvoslojne odgovornosti i naknade štete. U prvom sloju, na temelju CLC, odgovara i štetu nadoknađuje brodovlasnik. U drugom sloju, na temelju Fond konvencije, odgovara i nadoknađuje štetu Međunarodni fond za naknadu štete zbog onečišćenja uljima, kao zasebna pravna osoba. On je obavezan isplatiti odštetu u slučaju kada ne postoji odgovornost brodovlasnika, kada brodovlasnik ne može podmiriti svoje obveze, kada njegovo osiguranje nije dostatno za pokriće nastale štete odnosno kada visina štete premašuje granice brodovlasnikove odgovornosti. Fond Konvencija također predviđa određene egzoneracijske razloge koji oslobađaju Fond od obveze naknade štete.

Nezgodu tankera Amoco Cadiz 1978. pokazala je da su iznosi naknade propisani u CLC i Fond konvenciji nedovoljni za pokriće šteta prouzročenih izlivanjem tereta ulja s brodova. U tom smislu, važna izmjena spomenutih konvencija dogodila se 1992. godine donošenjem protokola koji su znatno povisili granice odgovornosti brodovlasnika. Kreiran je novi sustav s ciljem da zamijeni sustav uspostavljen CLC-om iz 1969. odnosno Fond konvencijom iz 1971. Zbog toga se izmijenjeni tekstovi tih konvencija nazivaju CLC iz 1992., odnosno Fond konvencija iz 1992., na slici 2. vidimo Svjedodžbu o osiguranju ili drugom financijskom jamstvu o građanskoj odgovornosti za štetu zbog onečišćenja uljem iz 1969 i 1992.

Međutim, nesreće koje su potom uslijedile pokazale su da ni granice utvrđene izmijenjenim sustavom iz 1992. ne onemogućavaju ozbiljniju naknadu štete u slučaju težih havarija tankera (Erika 1999, Prestige 2002.). Stoga je taj sustav dopunjen usvajanjem Protokola iz 2003. na Fond konvenciju iz 1992. Spomenutim protokolom osnovan je posebni Dodatni fond za naknadu štete. Sredstva u fond obvezni su uplaćivati uvoznici nafte u državama strankama. Polovinu tako uplaćenih iznosa na godišnjoj razini vlasnici tankera „vraćaju“ Dodatnome fondu, odnosno naftnim uvoznicima, na temelju posebnih privatnopravnih ugovora poznatih kao TOPIA (eng. Tanker Oil Pollution Idemnification Agreement) i STOPIA (eng. Small Tanker Oil Pollution Idemnification Agreement). Tako je uspostavljen pravičan troslojni sustav naknade štete.

Republika Hrvatska stranka je CLC iz 1992., Fond konvencije iz 1992. i Protokola o dopunskom fondu iz 2003.

S obzirom da se navedeni sustav primjenjuje samo na naknadu štete prouzročene izlivanjem ulja koje se prevozi kao teret, ostalo je na međunarodnoj razini neregulirano pitanje odgovornosti za štetu zbog onečišćenja pogonskim uljem. Radi popunjavanja te „praznine“, godine 2001. donesena je Međunarodna konvencija o građanskoj odgovornosti za štetu zbog onečišćenja pogonskim uljem, tzv. Bunker konvencija (eng. Bunker Convention). Stupila je na snagu 2008. godine i obvezuje Republiku Hrvatsku. Za razliku od CLC, Bunker konvencija ne propisuje limite brodovlasnikove odgovornost nego u tom pogledu upućuje na opći sustav ograničenja odgovornosti brodovlasnika koji je propisan nacionalnim pravom ili primjenjivom međunarodnom konvencijom (Konvencija o ograničenju odgovornosti za pomorske tražbine iz 1976. kako je izmijenjena Protokolom iz 1996.). Razlika u odnosu na CLC je i nepostojanje usmjeravanja odgovornosti na brodovlasnika. Naime, Bunker konvencija određuje širi krug odgovornih osoba (vlasnik broda, zakupoprimatelj, brodar, poslovođa broda). Bunker konvencija, slično kao CLC, propisuje obvezno osiguranje od odgovornosti, a oštećena osoba ima pravo direktno tužiti osiguratelja odgovornosti. Do onečišćenja mora ne moraju nužno dovesti samo prijevozi nafte ili ugljikovodika već šteta može nastati i tijekom prijevoza drugih opasnih tvari. U svrhu uređenja naknade štete u tim drugim slučajevima, godine 1996. donesena je Međunarodna konvencija o odgovornosti i naknadi štete u vezi s prijevozom opasnih i štetnih tvari morem (HNS Konvencija, eng. HNS Convention). Uređuje pitanje naknade štete, uključujući gubitak života i tjelesne ozljede ljudi te gubitak imovine i štetu na imovini do koje dođe izlivanjem i ispuštanjem opasnih i štetnih tvari s broda u okoliš. Poput CLC, i HNS konvencija usmjerava odgovornost na brodovlasnika koji odgovara na temelju relativnog kauzaliteta. Također, HNS propisuje granice brodovlasnikove odgovornosti i predviđa obvezu osiguranja te odgovornosti. Ako šteta premaši te granice (ili se brodovlasnik oslobodi odgovornosti, odnosno postane insolventan) štetu u drugom sloju nadoknađuje HNS fond koji se financira doprinosima uvoznika opasnih i štetnih tvari u državama strankama. HNS konvencija još nije stupila na snagu, a u cilju olakšavanja uvjeta i ubrzavanja stupanja na snagu donesen je 2010. godine Protokol na HNS konvenciju. Dok HNS sustav ne stupi na snagu, na naknadu ove vrste šteta primjenjuju se nacionalni i međunarodni propisi o općem ograničenju odgovornosti za pomorske tražbine (spomenuta Konvencija iz 1976. i njezin Protokol iz 1996.). [17,18]

\*\*\*

Dodatak

**SVJEDODŽBA O OSIGURANJU ILI DRUGOM FINANCIJSKOM JAMSTVU O  
GRAĐANSKOJ ODGOVORNOSTI ZA ŠTETU ZBOG ONEČIŠĆENJA ULJEM**

Sastavljeno u skladu s odredbama članka VII. Međunarodne konvencije o građanskoj odgovornosti za štetu zbog onečišćenja uljem iz 1992.

Ime broda	Slova ili brojevi za raspoznavanje	Luka upisa	Ime i adresa vlasnika

Ovim se potvrđuje da je u pogledu gore imenovanoga broda na snazi polica osiguranja ili drugo financijsko jamstvo prema odredbama članka VII. Međunarodne konvencije o građanskoj odgovornosti za štetu zbog onečišćenja uljem iz 1992.

Vrsta jamstva .....

Trajanje jamstva .....

Ime i adresa osiguratelja (ili više njih) i/ili jamca (jamaca)

Ime .....

Adresa .....

Ova svjedodžba vrijedi do .....

Izdana ili ovjerena od Vlade .....

(cijelo ime države)

Sastavljeno u ..... Datum .....

(Potpis i funkcija službenika koji  
izdaje ili ovjerava potvrdu)

Slika 2. Svjedodžba o osiguranju ili drugom financijskom jamstvu o građanskoj odgovornosti za štetu zbog onečišćenja uljem iz 1969 i 1992.[18]

## 5. ONEČIŠĆENJE MORA NAFTOM

Nafta ima visoku biološku aktivnost jer sadrži velike koncentracije organskih tvari pri čemu dolazi do remećenja ravnoteže ekosustava što je potrebno oko 20 godina da se ekosustav oporavi. Nastaje iz ostataka drevnih morskih organizama kao što su biljke, alge i bakterije. Sirova nafta je smjesa ugljikovodičnih spojeva u rasponu od manjih, isparljivih spojeva do vrlo velikih, neisparljivih spojeva. Razlika u boji predstavlja različiti kemijski sastav različitih zaliha sirove nafte. Nafta koja sadrži malo metala ili sumpora obično bude lakša, ponekad i bistrija. Vrlo velike količine nafte pronalazimo ispod Zemljine površine. Postoji čak i daleko ispod najdubljih bušotina koje su razvijene za njeno vađenje. Sirova nafta se sastoji od ugljikovodika koje najviše čini vodik (težinski oko 13 %) i ugljik oko 85 %, ostali elementi su dušik oko 0,5 %, sumpor 0,5 %, kisika (oko 1 %) i metala poput željeza, nikla i bakra (manje od 0,1 %). Ugljikovodici su organski spojevi koji se sastoje od ugljika i vodika. Mogu biti u plinovitom, tekućem i čvrstom stanju. U naftnom rudarstvu ugljikovodici su: nafta, prirodni plin i plinski kondenzat [19]. Najpoznatije onečišćenje ugljikovodicima je izlivanje nafte. Izlivanje nafte uništava život morskih biljaka i ugrožava stotine tisuća, ako ne i milijuna, životinja svake godine [20]

Brodski prijevoz (tankeri) je odgovoran za skoro polovicu naftnog onečišćenja mora, dok otprilike trećinu čine gradski i industrijski otpad. Nadalje, oko 8 % onečišćenja mora dolazi iz naravnih izvora, kao što je curenje nafte na morskom dnu.[4]

Iako deterdženti razbijaju vidljive mrlje, raspršena nafta može ući u morske prehrambene lance i ondje prouzročiti skrivenu štetu za okoliš. Kao na svim oblicima onečišćenja, postoji poznata izreka „bolje spriječiti nego liječiti“. U posljednjih 30 godina su tankeri s dvostrukim spremištima i boljim sustavom za navigaciju pomogli smanjiti velika naftna izlivanja za četiri petine. Činjenica je da izlivanja zbog nesreća pri transportu nafte zapravo čine manje od 20 % nafte koja nalazi put u mora. Velika onečišćenja obalnih područja uzrokuju odlaganja s kopna, kao i nafta s plovila, od malih do velikih brodova. Loše održavani strojevi izletničkih brodova vjerojatno više onečišćuju more naftom nego ako spojimo sva izlivanja u svijetu, no kako ta onečišćenja dolaze iz mnoštva malih izvora, velikim je dijelom nevidljivo, pa ga je stoga vrlo teško nadgledati, a kamo sanirati [4].



Izlijevanje nafte predstavlja vrlo velike posljedice na sve što ovisi o morskim resursima. Ispuštanja do kojih dolazi tijekom potrošnje nafte, bilo da se radi o pojedinačnim osobnim automobilima i manjim brodovima, ili otjecanju iz asfaltiranih urbanih područja, pridonose ogromnoj količini naftnih derivata unesenih u okoliš kroz ljudsku aktivnost. Oko 70 % ispuštene nafte u oceane nastalo je antropogenim događajima. Za razliku od drugih izvora, unosi nafte kroz ljudsku potrošnju odvijaju se gotovo, isključivo kao sporo, kronično oslobađanje. Nadalje, zato što se velika većina potrošnje nafte događa na kopnu, rijekama i tokovima otpadnih i olujnih voda predstavljaju najznačajniji izvor nafte u morskom okolišu. Još jedan manji, ali ipak još uvijek značajan izvor jesu dvotaktni motori. Nafta može uništiti morske organizme, umanjiti njihovu kondiciju i poremetiti strukturu i funkciju morskih zajednica i cjelokupnog morskog ekosustava. Osim onečišćenja naftom, postoje mnogi uzroci morskih ekoloških promjena, uključujući poremećaj ljudi, promjene fizičkog staništa, ribolov, promjene obrazaca grabežljivosti, vremena i klime. Na slici 3. prikazana je životinja zaprljana naftom.



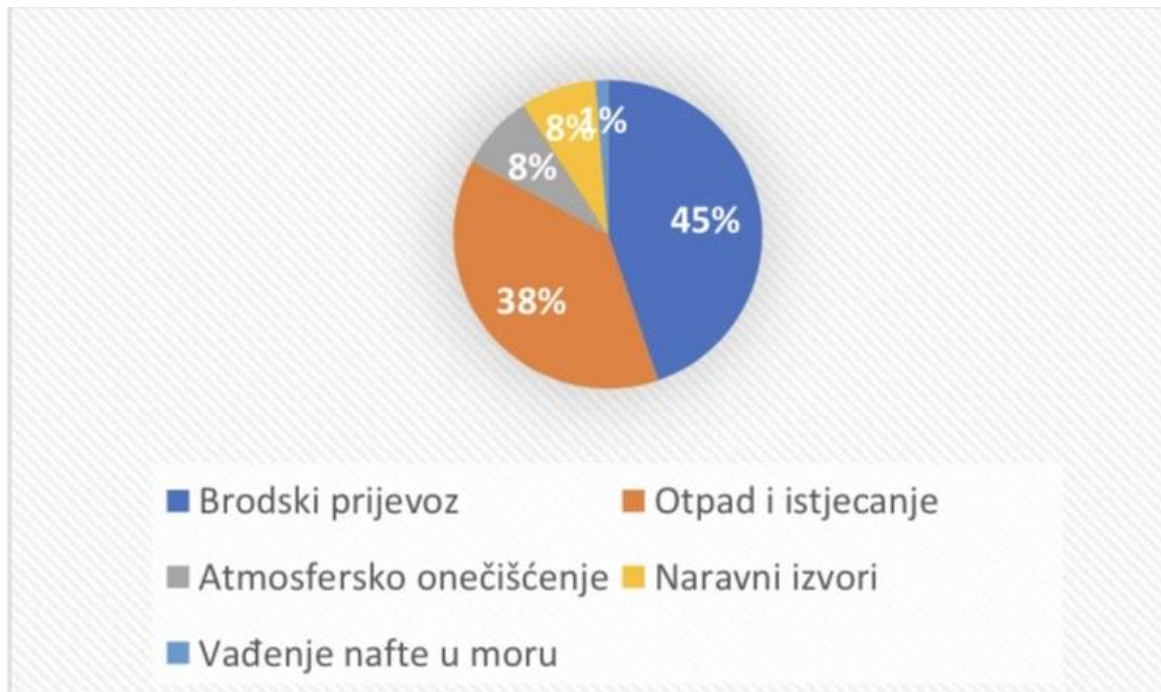
Slika 3. Životinja u nafti [21]

Specifični postupci događanja koji nastaju nakon izlijevanja nafte određuju kako se nafta treba očistiti i njegov utjecaj na okoliš. Na primjer, ako nafta brzo isparava, čišćenje je manje intenzivno, ali ugljikovodici u nafti ulaze u atmosferu i uzrokuju onečišćenje zraka. Naftna mrlja mogla bi se nositi površinskim strujama ili vjetrovima u ptičju koloniju ili na obalu na kojoj se tuljani ili morski lavovi uzgajaju i snažno utječu na divlje životinje i njihovo stanište. S druge strane, glatko bi se moglo izvesti

do mora, gdje se prirodno dispergira i ima mali izravni utjecaj na okoliš. Izlivena nafta na vodi pretrpjelo je niz promjena u fizičkim i kemijskim svojstvima koje se u kombinaciji nazivaju "vremenske neprilike". Proces i vremenskih prilika odvijaju se vrlo različitim brzinama, ali započinju odmah nakon izlijevanja nafte u okoliš. Stope vremenskih prilika nisu konzistentne tijekom cijelog izlijevanja nafte i jesu obično najviša odmah nakon izlijevanja. I procesi vremenskih prilika i brzina kojom se javljaju ovise više o vrsti nafte nego o uvjetima okoliša. [22]

Izlijevanje nafte utječe na oceane na prostornim mjerilima od desetaka četvornih metara do tisuća četvornih kilometara. Kronično onečišćenje naftom može zahvatiti područja od nekoliko kvadratnih centimetara do iznimno velikih područja od tisuće kvadratnih kilometara. Izlijevanje nafte i dalje će se događati sve dok društvo ovisi o nafti i njezinim proizvodima. To je zbog potencijala ljudske pogreške i kvara opreme koji je svojstven proizvodnji, transportu i skladištenju nafte. Iako je važno usredotočiti se na načine sprečavanja izlijevanja nafte, moraju se razviti i metode za njihovo suzbijanje i čišćenje. Integrirani sustav planova za slučaj izvanrednih stanja i mogućnosti reakcija može ubrzati i poboljšati reakciju na izlijevanje nafte i značajno smanjiti utjecaj na okoliš i ozbiljnost izlijevanja. Svrha planova za krizne slučajeve je koordinacija svih aspekata reakcije na izlijevanje nafte. To uključuje zaustavljanje protoka nafte i njegovo čišćenje. Područje obuhvaćeno planovima za izvanredna stanja moglo bi se kretati od jednog područja za rasuti tok do čitavog dijela obalne crte. Izlijevanje nafte, poput šumskih požara i drugih nepogoda u okolišu, nije predvidljivo i može se dogoditi u bilo koje vrijeme kao i izlijevanje nafte. Stoga je ključ učinkovitog reagiranja na izlijevanje nafte potrebno pripremiti za neočekivano i planirati protumjere izlijevanja koji se mogu primijeniti u najgorim mogućim uvjetima. Prema istraženim podacima dovoljno je 8 g nafte da se onečisti 1m<sup>3</sup> mora. Utjecaj nafta na floru i faunu ovisi o njezinoj koncentraciji kao i njenim svojstvima. Velike količine nafte izlivene u more posebno utječe na uništavanje morskih organizama te imaju negativne posljedice na ljudski život. Nafta sadrži velike koncentracije organskih tvari, stoga će nafta koja je razlivena na površini mora dovesti do visoke biološke aktivnosti pri čemu dovodi do genetskih poremećaja morskih organizama i životinja, što ima trajne posljedice. Nafta ima funkciju vezivanja kisika iz vode time se sav biljni svijet uništava, a isto vrijedi i za ribe, odnosno sav životinjski svijet u moru. Velika količina nafte ugrožava i ptice pri čemu ugibaju zbog nakupljene nafte ispod

perja i što dovodi do prestanka disanja i otrovanja naftom (slika 3.). Samo čišćenje nafte s površine mora nije lak posao i neizbježno je dugotrajan proces koji neminovno ostavlja trajne posljedice na naš ekosustav [5,7]



Slika 4. Izvori naftnog onečišćenja na moru [4]

### 5.1. Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora naftom iz 1954.

Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora naftom usvojena 1954. u Londonu na nekoliko je načina kontrolirala ispuštanja s brodova. Prva je konvencija koja se odnosila na sprječavanje onečišćenja mora naftom. Kao prvo, zabranjivala je ispuštanja nafte s brodova određene veličine i u određenim djelovima mora. Nadalje, nadzirala je količine dopuštenih ispuštanja te potrebu za ispuštanjem, time što je propisala standarde gradnje i opreme broda, koji su trebali smanjiti količinu ostatka nafte ili odvojiti naftu od balastne vode. Ujedno je obvezala države da postave prihvatne uređaje u lukama. Izmjena konvencije iz 1969. uvelu su načelnu zabranu svakog ispuštanja u more, a zadržavanje nafte na tankerima bilo je omogućeno usvajanjem tzv. sustava load on top skraćeno "LOT". Kod tog sustava voda s ostacima nafte ubacuje se u posebni tank, gdje se nafta koja je lakša od vode skuplja na površini, odvajajući se od vode. Tako je moguće da se voda gotovo bez ostatka nafte ispušta u more; ostaci nafte ostaju na brodu, a novi teret može se, u

većini slučajeva, krcati povrh tih ostataka. Iako je konvencija imala moderan pristup zaštiti morskog okoliša od onečišćenja s brodova zamijenjena je Međunarodnom konvencijom o sprječavanju onečišćenja s brodova ( MARPOL konvencija). [3]

## **5.2. Tankerske nesreće**

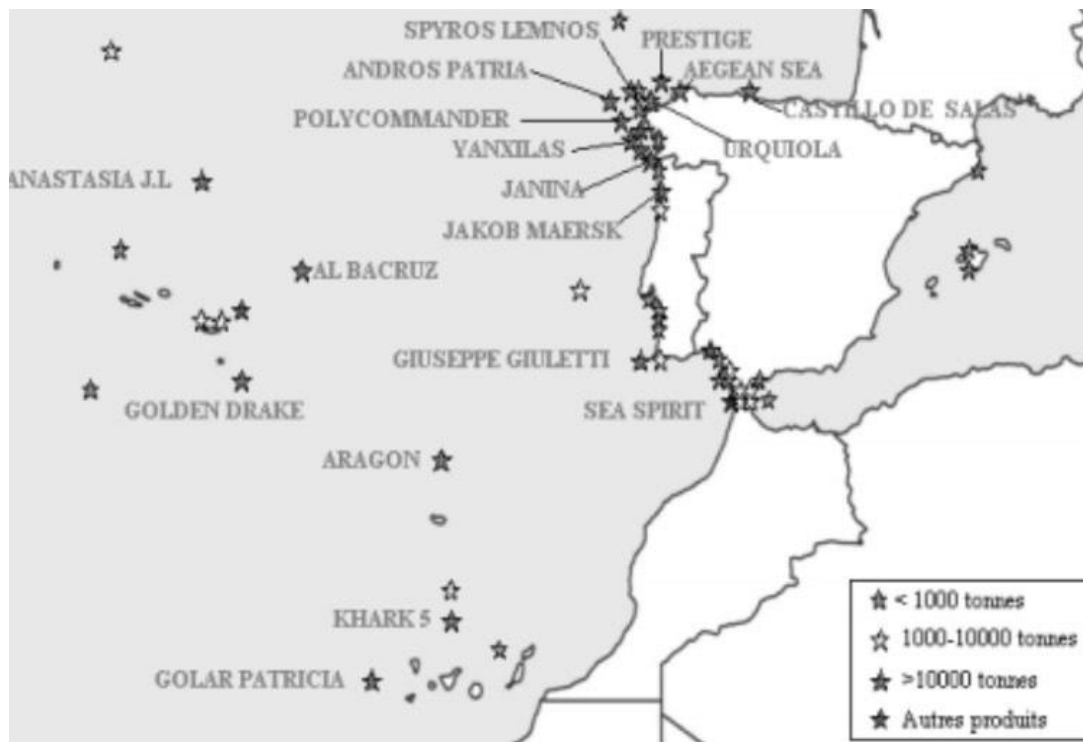
Izlijevanje nafte u more iz tankera ili eksplozijama na naftnim platformama predstavljaju najvidljiviju vrstu onečišćenja mora i njenog ekosustava. Problemi koji se jave nakon tih događanja imaju vrlo ozbiljne posljedice, postaju dugotrajni i katastrofalni za cijeli ekosustav a posljedično i na zdravlje ljudi. Osim što posljedice tankerskih katastrofa štete morskome ekosustavu također štete i drugim industrijama, npr. okolni restorani koji se opskrbljuju čistom morskome vodom. Danas se godišnje u svijetu preveze oko 3 bilijuna tona proizvedene nafte, a od toga polovina se prevozi pomorskim putem. Tankerske nesreće kod kojih dolazi do izlijevanja velikih količina nafte u more ili oceane, nepovratno imaju štetni utjecaj na biljni i životinjski svijet kao i gospodarstvo, a mogu se dogoditi na nekoliko načina:

- Nasukavanjem
- Sudarima
- Potonućem
- Udarima i ostalim nezgodama (vremenske neprilike)
- Eksplozijom [23].

Tablica 1. Najveće tankerske nesreće [23]

Datum	Mjesto događaja	Količina ispuštene nafte
18.03.1967.	Tanker TOOREY CANYON nasukao se na zapadnom ulazu u Engleski kanal	120000 t
07.12.1971.	Tanker TEXACO u Sjevernom moru u blizini Belgije	125000 t
09.08.1974.	Tanker METULA u Mageljanovu prolazu	45000 t
13.01.1975.	Tanker BRITISH AMBASSADOR u blizini Japana	50000 t
07.02.1977.	Tanker BORAG u blizini Tajvana u Istočno kinesko more	46000 t
16.03.1978.	Supertanker AMOCO potonuo je i onečistio oko 150 km britanske obale	237000 t
02.08.1979.	Tanker ATLANTIC EMPRESS istočno od Barbadosa	297300 t
06.08.1983.	Tanker CASTILLO DE BELLVER ispustio je naftu u Atlantski ocean.	280000 t
10.11.1988.	Tanker ODYSSEY u sjevernom Atlantskom oceanu u blizini Newfoundlanda	132000 t
24.03.1989.	Tanker EXXON VALDEZ udario je u podmorski greben kod Aljaske	40000 t
19.12.1989.	Iranski supertanker KHARG 5 u eksploziji u blizini Maroka napravio je na Atlantiku mrlju od 272 četvorna kilometra	280000 t
15.02.1996.	Supertanker SEA EMPRESS nasukao se u Milford Havenu u Walesu, napravio je mrlju dugu 40 km.	147000 t
12.12.1999.	Tanker ERIKA prelomio se i potonu nedaleko od Velike Britanije	37000 t
20.11.2002.	Tanker PRESTIGE u blizini španjolske obale	63000 t

Na slici 5. prikazana su područja najvećih tankerskih nesreća, prema navedenoj kronologiji [23]



Slika 5. Područje najvećih tankerskih nesreća [23]

### 5.3. Izljev nafte u Meksičkom zaljevu

Izlijevanje nafte nastalo eksplozijom Deepwater Horizon. Platforme nafte kompanije Macondo u Meksički zaljev bilo je nesretna i razorna katastrofa. Eksplozija je nastala na bušilici za bušenje nafte na dnu zaljeva. Izlijevanje nafte započelo je 20. travnja 2010. godine (slika 6.). Punih 86 dana je curila nafta na dnu mora. Iscurilo je više od 4,6 milijuna litara sirove nafte i onečistilo ne samo more, već i oko 7 tisuća kilometara obale. Stvoreni dim i nepovoljni vremenski uvjeti su onemogućili Obalnoj straži evakuaciju posade i traganje za nestalim. Nakon dva dana platforma je u potpunosti potonula pri čemu je oko 8 000 barela nafte curilo na dan. Raspadom platforme započelo je masovno izlijevanje nafte po zaljevu. Nekoliko dana nakon eksplozije, obalna straža je zabilježila novo curenje nafte pri čemu je za manje od dva tjedna mrlja dosegla obalu nekoliko američkih saveznih država, pri čemu je izlijevanje u more bilo oko 5 tisuća barela nafte na dan te se taj broj kasnije iz dana u dan povećavao.

Eksplzija uzrokovana slučajnim paljenjem plina metana pod visokim pritiskom, rezultiralo je nizom događaja koji su na kraju uzrokovali potonuće naftnih instalacija i uzrokovalo istjecanje nafte iz cijevi otprilike 5 000 metara ispod vodene površine. Ova katastrofa je pogodila najbližu saveznu državu Louisianu pri čemu se havarija meksičkog zaljeva proglasila najvećom ekološkom katastrofom američke povijesti. Došlo je do strašnih posljedica koje uključuju onečišćenje vode, zraka pa čak i životinjskog svijeta te je stvorilo najveći problem za lokalno gospodarstvo. Implikacije ovog izlivanja bile su šire od pukog utjecaja na okoliš. Izlivanje je također pridonijelo zdravstvenim, ekonomskim i političkim posljedicama. Posljedice po zdravlje bile su kratkoročne i dugoročne posljedice u kojima su kratkoročni učinci uzrokovali preko 143 zdravstvenih slučajeva povezanih s izlivanjem, a dugoročni učinci izlaganja mogu se javiti i nakon 5 godina na pogođenim područjima. Procjenjuje se da je oko 300 000 tona nafte ispušteno u meksički zaljev. Radi velike otpornosti tereta, izlivena nafta se zadržavala na površini mora dulje vrijeme. Prvo je zahvatila i onečistila stjenovitu obalu Galicije pa se širila prema Biskajskom zaljevu te zahvatila španjolsku sjevernu obalu. Kada se protok konačno zaustavio 15. srpnja 2010., procijenjeno je da je oko 171 milijuna litara nafte iscurilo u visoko produktivni i biološki raznolik Meksički zaljev. Od ove katastrofe provedena je značajna količina istraživanja koja pokriva mnogo različitih aspekata izlivanja nafte, uključujući, ali ne ograničavajući se na, učinak površinskih raspršivača, mikrobnu aktivnost u Meksičkom zaljevu, onečišćenje vode, oštećenje morske obale te transport i raspršivanje izlivena nafte. Istraživanje različitih aspekata transporta i disperzije nafte posebno je važno jer je temeljni aspekt svakog događaja izlivanja nafte [24,25].

Thomas Shirley, biolog koji se cijelu svoju karijeru bavi proučavanjem bioraznolikosti Meksičkog zaljeva, smatra da se nakon ove ekološke katastrofe život u zaljevu neće tako brzo vratiti na staro. Prije nego što se ekološka katastrofa dogodila, Shirley je sudjelovao u radu grupe od 140 znanstvenika iz 15 zemalja koji su napravili potpuni popis flore i faune Meksičkog zaljeva. Unatoč činjenici da se u tom području godinama intenzivno crpi nafta, pronašli su 15.700 vrsta biljaka i životinja. U području neposredno uz bušotinu iz koje trenutno curi nafta zabilježene su 8.322 vrste, od kojih je preko 1.200 bilo ribljih vrsta. Naravno, sada su se stvari zasigurno promijenile. [26]



Slika 6. Izljev nafte u Meksičkom zaljevu [27]

Na kraju, kada se ustanovilo da je izljev u potpunosti prekinut procjenjuje se da je u more isteklo između 500 tisuća i milijun tona nafte pri čemu je zahvaćeno ukupno 9 900 km<sup>2</sup> površine. Posljedica ove katastrofe uključivala je tragičan gubitak života radnika, štete zdravlju mnogih stanovnika zaljevske obale i ekološku i ekonomsku katastrofu koja se osjeća i danas. Na površinu je postavljeno otprilike 20 tona disperziva kako bi razdvojili čestice nafte, olakšali bio razgradnju nafte te smanjili utjecaj na onečišćenje obale. Otprilike 17 % nafte zarobljeno je u podzemlju zaljeva tijekom izlijevanja. Oko 88 500 kvadratnih milja saveznih voda bilo je zatvoreno za komercijalni i rekreacijski ribolov. Vjetrovi i valov mrlje nafte s vremenom stvaraju kuglice katrana u obliku malih, tvrdih, crnih kuglica koje mogu biti postojane u morskom okruženju i putovati na velike udaljenosti [25].



## 6. ONEČIŠĆENJE MORA BALASTNIM VODAMA

Balastne vode su vode koju brodovi sadržavaju zbog svoje ravnoteže i svoje stabilnosti te zbog očuvanja integriteta pri praznom brodu. Kada veliki brod, poput kontejnerskog broda ili cisterne za naftu, istovari teret, morska voda se pumpa u odjeljke u trupu. Slično tome, kada se ukrcava veliko plovilo, iz tih odjeljaka ispušta morsku vodu (slika 7) [28].



Slika 7. Ispuštanje balastnih voda [29]

Kod balastnih voda se događaju razna onečišćenja što dovodi do prijenosa novih i patogenih mikroorganizama koji su uzročnici raznih bolesti. Nekoliko je negativnih učinaka balastnih voda, ekološki gdje unesene biljne i životinjske vrste počinju dominirati u novom ekosustavu te time uništavaju bio raznolikost, ekonomski gdje unesene vrste uzrokuju štete u ribarstvu i turizmu, te negativan utjecaj na ljudsko zdravlje gdje nastali otrovni organizmi uzrokuju bolesti a i u nekim slučajevima mogu izazvati i smrt. Problem onečišćenja morskog ekosustava balastnim vodama je vrlo ozbiljan problem. U godini dana je u svijetu preveze čak i do 10 milijardi tona balastnih voda pri čemu je i oko 7000 različitih vrsta. Morska voda trebala bi pomoći stabilizirati i uravnotežiti brod. Ispusti balasta s brodova odgovorni su za kugle s katranom u otvorenim oceanima i morima, a mogu uzrokovati probleme u plovidbi rutama tankera. Ipak, ispuštanje balastne vode čini samo mali postotak onečišćenja naftom u morskome okolišu. Balastiranje obično se događa blizu luka. Čestice se talože u spremnicima kako bi formirale nakupljanja sedimenata koja mogu biti

duboka 30 cm [29]. Brodovi su odgovorni za transport štetnih organizama u njihovoj balastnoj vodi. Unos balastnih voda u brodove započinje pri iskrcavanju tereta u luci, a ispuštanje se vrši na sljedećoj luci pri ukrcavanju tereta u brod. Takvim ispuštanjem balastnih voda vrši se prijenos svih tvari i organizama koji se nalazi u njima na sve moguće udaljenosti, pri čemu  $1\text{m}^3$  sadrži čak od 3 tisuće to 10 tisuća organizama (ribe, puževi, alge, virusi). Takvi organizmi narušavaju morsku bio raznolikost, čitav morski ekosustav pa tako postaju i prijetnja zdravlju ljudi [22, 28].

## 7. ONEČIŠĆENJE MORA ULJIMA I ELEMENTIMA U TRAGOVIMA

Narušavanje morskog ekosustava događa se pri operacijskim i slučajnim onečišćenjima od brodova, posebice tankera. S obzirom na način skladištenja tereta na brodu, njegovom manipuliranju pri prekrcaju, kao i u slučajevima pomorskih havarija, dio tereta može dospjeti u more. Pritom dolazi do onečišćivanja uljima i elementima u tragovima, posebno metalima. Samo 8 grama ulja dovoljno je da se onečisti kubični metar mora. Osim toga ulje iscrpljuje kisik iz mora i na taj način uništava biljni i životinjski svijet u njemu. Kubični metar ispuštenog ulja iscrpljuje kisik iz 400 000 m<sup>3</sup> mora. Procjene su da se godišnje 2,3 milijuna tona ulja izlije u more. Onečišćenje mora uljem čini samo mali dio ukupnog onečišćenja mora koje se svakodnevno odvija. Utjecaj ulja na morsku floru i faunu ovisi o sastavu i koncentraciji ulja. Veće količine, osim što mehanički uništavaju organizme koji žive blizu površine mora (mikroorganizme, razvojne i juvenilne oblike), višestruko negativno djeluju na život u moru. Zbog velike koncentracije organske tvari, razliveno ulje dovodi do visoke biološke aktivnosti. Dolazi do razmnožavanja bakterija, što je osnova za daljnje neprirodno bujanje života te poremećaje u lancu viših i nižih organizama. Mogući su i genetski poremećaji kod morskih organizama. [26]Međunarodne konvencije i naši propisi reguliraju problematiku ispuštanja za uljanih voda, a time i kontrolu onečišćivanja mora uljima, te je na svim takvim objektima instalirana odgovarajuća oprema za separaciju i kontrolu koncentracije ulja u vodama koje se ispuštaju u more. Elementi u tragovima, od kojih su neki toksični, posebno metali, nalaze se u sastavu takvih efluenata, ali se ne mjere.

More je danas izvanredno značajna prometnica kojom se prevozi glavina tereta u međunarodnoj robnoj razmjeni, pa je i većina onečišćenja mora uzrokovana upravo pomorskim aktivnostima.

Pritom, razne kemikalije i ulja koja se prevoze morskim putem u razlivenom stanju, predstavljaju znatno veću opasnost za plovību i očuvanje morskog okoliša od ostalih tereta. Iako se općenito smatra da su najveća onečišćenja mora prouzrokovana havarijama tankera, mnogo veća količina ulja i štetnih tvari ulazi u more kao rezultat standardnih aktivnosti pri eksploataciji broda uslijed izbacivanja, ispuštanja, pražnjenja, izlivanja ili curenja kod manipulacija tekućim teretom, čišćenja i ispiranja tankova i pripreme tankova za sljedeći ukrcaj. Uslijed havarija

može doći do ispuštanja značajne količine opasnog tereta u more, što uzrokuje manje ili više lokalizirano onečišćenje velikih razmjera. Takva vrsta onečišćenja uglavnom se ne može predvidjeti i kontrolirati, ali se odgovarajućom konstrukcijom broda može znatno povećati sigurnost njegove plovidbe i otpornost prema oštećivanju do kojeg može doći pri nasukavanju ili sudaru. Onečišćenja uzrokovana redovitim aktivnostima pri eksploataciji brodova uglavnom se mogu kontrolirati od brodarka i nadgledati od posade brodova, pa se uz poštivanje određenih, vrlo strogih, propisa pri eksploataciji, može znatno smanjiti ispuštanje zauljenih i štetnih tekućina u morski okoliš. Danas se ne mjere količine metala i drugih elemenata u tragovima, u tekućinama ispuštenim s brodova, no i ta sastavnica onečišćenja, ipak, uzrokuje neke posljedice za ekosustav. Stoga smatramo kako pozornost treba biti usmjerena na onečišćenja unosom metala u morski ekosustav. Zaštititi morski ekosustav od unošenja takvih štetnih tvari (metala) s brodova poseban je problem. No, nasreću, međunarodne konvencije propisuju vrstu, oblik i količine pojedinih štetnih i opasnih tvari koje se može ispustiti u more. Također, propisani su i standardizirani postupci za mjerenje njihove količine po vrstama tvari. Postoje propisi koji nalažu kontrolu krutoga i tekućeg otpada s brodova. Onaj u tekućem stanju, a koji sadrži metale, ne mjeri se i na sadržaj metala. Metali tim putem dospijevaju nekontrolirano u morski ekosustav i narušavaju ravnotežu biljnog i životinjskog svijeta, tj. mogu u vodi toksikološki djelovati na životne zajednice, a u obalnom moru može doći i do antropogenog onečišćenja. Ukoliko je dio akvatorija onečišćen nekim metalom, to se zagađenje može prenijeti u čisti akvatorij principijelno na dva načina. Prirodni je proces miješanjem morske vode strujanjem, ali se onečišćenje može prenijeti i u balastu, ako je balast uzet u onečišćenom akvatoriju. Stoga, iako su u izradi novi propisi o balastu koji tretiraju alge i mikroorganizme, međutim, ne tretiraju metale. Zakonska regulativa na snazi u Republici Hrvatskoj, donijeta je po ratifikaciji međunarodnih relevantnih konvencija i propisuje granične količine i dozvoljene koncentracije štetnih i opasnih tvari, koji se odnose na vode i mora. Uredba o klasifikaciji voda , Uredba o opasnim tvarima u vodama i Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja, opasnih tvari i drugih tvari u otpadnim vodama, obvezni su za sve pravne i fizičke osobe, a time i za subjekte u pomorstvu. Uredba o klasifikaciji voda razlikuje površinske, podzemne vode i mora, a odredbe prema pokazateljima kakvoće razlikuju pet vrsta voda. Klasifikacija je propisana prema više vrsta pokazatelja, a jedna skupina pokazatelja su metali, čije su dopuštene količine

izražene u jedinicama  $\mu\text{g/l}$  prikazane u tablici 1. Klasifikacija se obavlja na temelju rezultata uspoređivanja mjerodavnih vrijednosti i dopuštene granične vrijednosti pokazatelja (metala). [30]

Tablica 2. Klasifikacija voda prema dopuštenim količinama metala [30]

POKAZATELJ	I	II	III	IV	V
Cu	<2	2-10	10-15	15-20	>20
Zn	<50	50-80	80-100	100-200	>200
Cd	<0,1	0,1-0,5	0,5-2,0	2,0-5,0	>5,0
Cr	<1	1-6	6-15	15-20	>20
Ni	<15	15-30	30-50	50-200	>200
Pb	<0,1	0,1-2,0	2,0-5,0	5,0-80,0	>80,0
Hg	<0,005	0,005-0,02	0,02-0,10	0,10-1,00	>1,00

Prema toj uredbi, prva vrsta voda je takve kakvoće da nema antropogenog onečišćenja metalima, druga vrsta sadrži metale u koncentracijama koje nisu značajno više od prirodne razine, a treća vrsta ima koncentracije niže od stalne toksične razine. Kod četvrte vrste koncentracije su iznad stalne toksične razine, ali ne uzrokuju stalne toksične uvjete. U petoj vrsti koncentracije su iznad stalne toksične razine i izazivaju stalne toksične uvjete. Navedeni pokazatelji odnose se na vode i mora, neposredno na ispustima otpadnih voda. Najveće dopuštene koncentracije elemenata, prema Uredbi o opasnim tvarima u vodama, a koje se odnose na more, date su u tablici 2. U prvom stupcu (1) vrijednosti dopuštenih koncentracija odnose se na obalno more, a u drugom (2) na mjestima utoka otpadnih voda u more, u oba slučaja izraženim u jedinicama  $\mu\text{g/l}$ . [30]

Tablica 3. Najveće dopuštene koncentracije elemenata u moru [30]

ELEMENT	1	2	ELEMENT	1	2
Cd	0,1-0,5	0,5-2,5	Cr	1-6	6-20
Hg	0,005-0,02	0,02-0,3	Mn	50	1000
Al	10	200	Mb	500	500
Sb	30	50	Ni	15-30	30-200
As	30	50	Pb	0,1-2	2-80
Cu	2-10	10-20	Se	10	10
Ba	1000	4000	Ag	0,6	6
Be	0,2	1	Ta	50	50
Br	5000	5000	Ti	100	100
Zn	50-80	80-200	V	100	200
Co	100	2000	Fe	-	-
Sn	30	100	P	10-25	25-150

## 8. ONEČIŠĆENJE MORA IZ ZRAKA ILI PUTEM ZRAKA

Onečišćenje mora zrakom tek se u novije doba počelo međunarodno pravno regulirati. Do tog onečišćenja može doći na različite načine. Bilo da se štetne tvari nastale na kopnu prenose vjetrom u more, bilo da onečišćenje nastane izravno iz zraka. Uzrok mu mogu biti i djelatnosti na moru kao što su spaljivanje otpada, odašiljanje štetnih tvari s brodova u zrak ili naprava na kojima se prerađuju sirovine s morskog dna i sl. te stoga ima elemenata za tretiranje onečišćenja iz zraka ili putem zraka kao posebnog izvora onečišćenja morskog okoliša.[3] Zrak se sve više onečišćuje s razvojem industrije i korištenjem energijom u različite svrhe, čime dolazi i do globalnog zatopljenja. Konvencija UN-a o pravu mora tretira onečišćenje iz zraka ili putem zraka kao poseban izvor onečišćenja morskog okoliša. Ona obvezuje države na donošenje "općih i regionalnih pravila, standarda, preporučane prakse i postupaka" radi sprječavanja, smanjivanja, i nadziranja onečišćenja morskog okoliša iz zraka ili putem zraka. Države moraju usvojiti nacionalne zakone i druge propise za sprječavanje onečišćenja iz zraka ili putem zraka vodeći računa o međunarodno priznatim pravilima. Spaljivanje na moru kao način onečišćenja morskog okoliša regulirano je međunarodnim konvencijama posvećenim suzbijanju onečišćenja morskog okoliša potapanjem otpada i drugih tvari. Kad se govori o onečišćenju zraka s broda, prvenstveno se misli na emisije štetnih plinova s brodova kojima je glavni pogonski sustav dizelski motor. Sporohodni dizelski motori čine osnovu pogona većini velikih trgovačkih brodova (tankera, brodova za prijevoz rasutog tereta...). Kako bi se postigla što veća efikasnost brodskih dizelskih motora, skraćuje se vrijeme izgaranja goriva u cilindru, pa se motoru s dugim stapanjem povećava kompresijski omjer. To dovodi do izgaranja goriva u cilindru pri višim temperaturama, što uzrokuje pojavu štetnih plinova. Sumpor je jedan od sastojaka goriva sporohodnih dizelskih motora; povećanje kvalitete goriva, tj. smanjenje udjela sumpora u gorivu, poskupljuje proizvodnju i time povisuje cijenu. Srednjohodni dizelski motori, kao i plinske turbine, rabe kvalitetnija goriva, pa time smanjuju onečišćenje, ali imaju i manji stupanj iskoristivosti. Desumporizacija goriva na brodu ili "čišćenje" ispušnih plinova nakon izgaranja goriva skuplji su, zahtijevaju dodatni prostor i manipulaciju ostatnim produktima. Ovakva ograničenja visoke iskoristivosti i povećanih ekoloških zahtjeva otvaraju, međutim, potrebu za razvojem novih pogonskih postrojenja. Putnički i ro-ro brodovi danas zato imaju prihvatljiviji

elektromotorni pogon, intenzivno se radi i na razvoju nove generacije plinskih turbina, a i kombinirani pogonski sustavi nisu više iznimka. Istodobno veliki proizvođači dizelskih motora užurbano rade na novim rješenjima radi smanjenja štetnih emisija; formiraju se timovi stručnjaka čiji je jedini cilj motor visoke iskoristivosti, rentabilnosti i ekološke prihvatljivosti. Emisija NO<sub>x</sub>-a prepoznata je kao najštetnija, pa se novi propisi odnose upravo na smanjenje te emisije, dok su propisi za smanjenje ostalih emisija tek u razvoju.

Zaštita morskog okoliša od onečišćenja iz zraka novijeg je doba. Nema ni međunarodnih ni regionalnih ugovora koji su samo posvećeni zaštiti mora od onečišćenja iz zraka. Iz tog razloga pravila za sprečavanje onečišćenja iz zraka nalazimo u konvencijama koje se bave nadziranjem i sprečavanjem emisija u atmosferu i konvencijama o onečišćenjima s brodova i iz kopnenih izvora. U tom smislu, treba od općih konvencija posebno spomenuti Konvenciju o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka na velikim udaljenostima, kojom se pokušava smanjiti onečišćenje zraka, pa posredno i mora iz zraka. Osim navedene Konvencije i Protokola, Bečka konvencija i uz nju doneseni Montrealski protokol bave se tvarima što oštećuju ozonski omotač i predlažu mjere kojima se postupno smanjuju i isključuju iz uporabe takve tvari. Zbog sve akutnijeg problema globalnog zatopljenja uzrokovanoga upravo emisijama štetnih tvari u atmosferu, pokušalo se utjecati na klimatske promjene usvajanjem Konvencije o promjeni klime u Rio de Janeiru. Uz Konvenciju donesen je i Protokol u Kyotu 1997. godine, stupio na snagu u listopadu 2004., a kojim će se emisije stakleničkih plinova do 2012. smanjiti za 5% ispod razine iz 1990. Upitno je pritom kakav će učinak imati stupanje na snagu Protokola ako je poznato da ga nisu prihvatili SAD i Australija, a s visokim postotkom sudjeluju u emisijama plinova s učinkom staklenika. Konvencija o pravu mora uz druge odredbe sadržava i pravila o onečišćenju mora iz zraka, ali samo općenitog karaktera. Znatno konkretnije odredbe su u Prilogu VI. MARPOL-konvencije, kojim se reguliraju emisije sumpornog i dušičnog oksida s brodova. Prilog zabranjuje spaljivanje opasnih i štetnih tvari na brodu, a obuhvaća i tvari koje oštećuju ozonski omotač. [3,31, 32]

## 9. ONEČIŠĆENJE MORA PLASTIČNIM OTPADOM

Pod pojmom plastika podrazumijeva se niz suvremenih i sve raširenijih umjetnih materijala. Prema stručnoj definiciji, plastične mase su čvrsti materijali organskog podrijetla, koji se dobivaju iz nafte, zemnog plina i ugljena u procesu prerade i vezivanja s vodikom, kisikom, dušikom i sumporom. Na taj način sintetičkim postupcima polimerizacije, polikondenzacije i poliadicije nastaju makromolekule, koje prema potrebi i području primjene imaju različita svojstva.[33] Plastika se često upotrebljava zbog njezine trajnosti, ali to je također čini opasnom, većina plastike nije biorazgradiva i ostaje u okolišu stotinama godina. [34]

Razvoj plastičnih materijala započeo je 1930-ih i 40-ih, a masovna je proizvodnja krenula 1950-ih. Otada su popularnost i raznolike primjene plastike neprestano rasli, a predviđa se da će se taj rast nastaviti. Proizvodnja plastike drastično se povećala u zadnjem stoljeću i u današnje je vrijeme prepoznata kao velika prijetnja morskom okolišu. Proizvodnja plastičnih materijala u svijetu 2015. iznosila je 269 milijuna tona, a najveći njihov proizvođač je Kina (27,8%). U stopu ju slijede Europa (18,5%) te zemlje članice Sjevernoameričkog sporazuma o slobodnoj trgovini (krat. NAFTA; 18,5%). Iste je godine potražnja u Europi dosegla 49 milijuna tona, a najveći se dio (39,9%) odnosio na plastiku za pakiranje. Međutim, ovaj lagan i izdržljiv materijal pogodan za raznovrsnu primjenu ima i jednu manu na koju se nije mislilo. Većina proizvoda od plastike namijenjeni su jednokratnoj uporabi, zbog čega se stvaraju gomile otpada. Bačena plastika može završiti na odlagalištima, spaliti se ili reciklirati. Ipak, dio plastike završi u vodotokovima i morima do kojih dođe gradskim odvodima ili ju donesu (površinske, oborinske ili procjedne) vode s odlagališta otpada, namjernim bacanjem smeća, slučajnim prosipanjem s brodova ili kanalizacijom i otpadnim vodama iz pročišćivača. Zbog toga se plastični otpad nalazi u svim svjetskim morima. Plastika pluta na površini, ima je u dubinama i taloži se na dnu svakog oceana. Plastični je otpad u našim morima ne samo zato što se povećala uporaba plastike, već i zato što se njime loše gospodari. Većina plastičnog otpada u ocean dolazi s kopna zbog lošeg gospodarenja otpadom, turizma i rekreacijskih aktivnosti. Sav taj plastični otpad ulazi u cirkulaciju velikih morskih struja i s vremenom se akumulira u središtima tih struja, takozvanim „vrtlozima“ otpada. Najveći vrtlog otpada otkriven je u sjevernom dijelu Pacifičkog oceana, ali ni ostala



četiri vrtloga raspoređena po globalnom oceanu, ne zaostaju po količini otpada. Otpad se također akumulira i u priobalnim zonama i zatvorenim morima kao što je Sredozemno more. [34]

U svjetskim razmjerima, 60-80% morskog otpada je plastika. Na slici 8 možemo vidjeti kako plastika čini najveći udio u sastavu morskog otpada, a prema nekim istraživanjima, plastika sačinjava čak 90% otpada na plažama. Nisu poznate točne količine plastičnog otpada u svjetskim morima, ali se na temelju jednog kvantitativnog teorijskog modela procjenjuje da se radi o 5,25 bilijuna komada odnosno oko 268.940 tona plastike koja pluta morima, što ne obuhvaća plastiku potonulu na dno ili onu koja naplavljuje obale i plaže. Procjene nedavnih istraživanja su još gore i dosežu više od 50 bilijuna komada plastike, ali valja imati na umu da je takve procjene u praksi nemoguće točno potvrditi. Glavni je uzročnik tolike količine otpada u morima loše gospodarenje otpadom; drugim riječima, radi se o antropogenom otpadu koji se namjerno baca ili neodgovorno odlaže, a ovaj je problem ogroman i ima svjetske razmjere. Istraživanja pokazuju da je 2010. u svjetska mora iz 192 obalne zemlje diljem svijeta doprlo 4,8 do 12,7 milijuna tona plastike. U protekla dva desetljeća znanstveni članci, izvještaji o utjecaju na okoliš te ekološke kampanje neumorno ističu koliki utjecaj plastični otpad ima na morske životinje. Primjeri utjecaja makroplastike (predmeti dužine ili širine >25 mm koji su jasno vidljivi golim okom, poput plastičnih vrećica, ribarskih mreža ili boca) obuhvaćaju zaplitanje, gušenje, davljenje i pothranjenost, a žrtve su obično morski sisavci, ptice i sesilna fauna poput koralja. Neke životinje se zapliću u ribarske mreže i plastične vrećice, dok druge zamjenjuju plastične komade za hranu, što u većini slučajeva izaziva ozbiljne posljedice po njihovo zdravlje pa čak i smrt. Plastični otpad posebice opterećuje more, jer je vrlo otporan i razgrađuje se izuzetno sporo. Uslijed fizičkih, bioloških i kemijskih procesa tijekom vremena se smanjuje strukturna cjelovitost plastičnih otpadaka, te dolazi do fragmentacije čime nastaju sitne čestice mikroplastike. Određena mikroplastika stvara se upravo na moru, jer se zbog vjetra, valova ili ultraljubičastog svjetla veći plastični ostaci raspadaju. Ostala mikroplastika namjerno se proizvodi u obliku sićušnih kuglica koje se koriste u plastičnoj proizvodnji ili sredstava za piling i aditiva za sapune, kreme, gelove i zubne paste, ili je nastala slučajno, kao na primjer od prašine u gumama ili od upotrebe i pranja odjeće od sintetičkih vlakana. Radi se o sitnim komadićima plastike promjera ili

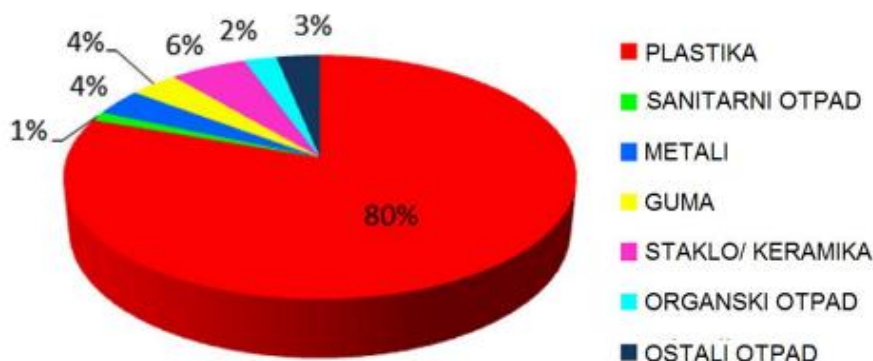
dužine manje od 5 mm, koje može progutati mnogo više organizama nego makroplastiku. [34]

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 doći i do ljudi. Pojedini organizmi iz drugih udaljenijih morskih područja mogu putem plutajućeg otpada prevaliti velike udaljenosti i dospjeti do područja u kojima ranije nisu bili prisutni.[35]

Napredna postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda mogu filtrirati više od 90 % tih čestica, ali to ne znači da one nestaju. Preostali mulj često se širi po kopnu. Čak i te čestice mogu završiti u vodnim tijelima u slučaju bujičnih poplava ili velike količine oborina. Te najmanje čestice jedva su vidljive oku i njihov učinak na prirodu i naše zdravlje još uvijek potpuno ne razumijemo. Još je više zabrinjavajuća činjenica što su mnoge vrste plastike vrlo upijajuće i privlače druge onečišćujuće tvari, kao što su teški metali, endokrino disruptivne kemijske tvari i trajni organski zagađivači. Te tvari imaju širok raspon štetnih učinaka na životinje i ljude uzrokujući, među ostalim, zaostajanje u razvoju, poremećaje kognitivnog razvoja, neplodnost i rak.

Kako je utvrđeno u izvješću Europske agencije za okoliš pod nazivom Stanje europskih mora, koncentracije onečišćujućih tvari u komadima mikroplastike mogu biti tisuću puta veće nego u morskoj vodi u okolišu i morske organizme mogu izložiti štetnim kemikalijama. Na taj način mikroplastika i kemikalije u vodi u konačnici završavaju i u hrani za ljude te u njihovim probavnim sustavima. [36]

Ali upravo ta mikroplastika, mali i ne tako primjetni fragmenti dosežu rekordnu razinu u Sredozemnom moru.



Slika 8. Sastav morskog otpada [37]

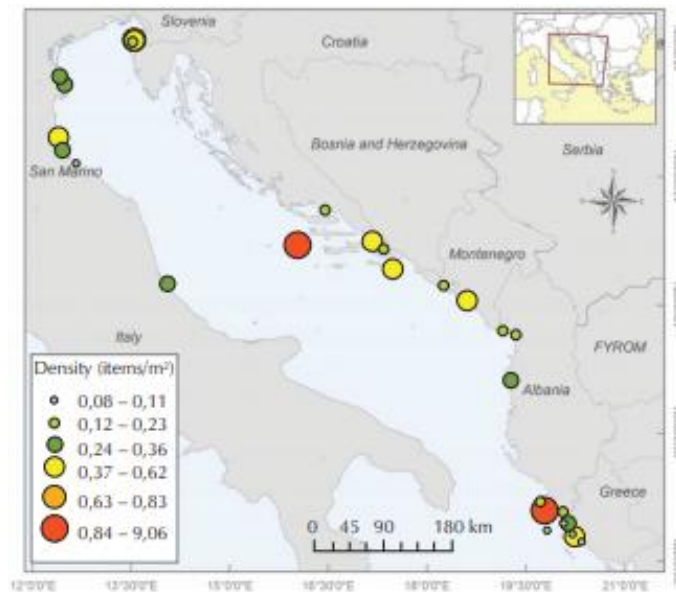
### 9.1. Plastika u sredozemnom moru

Sredozemni bazen dom je 150 milijuna ljudi koji proizvode među najvećim količinama čvrstog komunalnog otpada po glavi stanovnika, točnije 208-760 kg godišnje. Preko 200 milijuna turista koji svake godine u ljetnim mjesecima posjete Mediteran uzrokuju povećanje morskog otpada od 40 % . Tokovi plastičnog otpada ovise o blizini urbanih aktivnosti, uporabi kopnenih i obalnih prostora, vjetru i strujama. Ostaci se u more prenose i rijekama, prvenstveno rijekama Nil, Ebro, Po, Rajna te rijekama Ceyhan i Seyhan u Turskoj koje u more utječu nakon prolaska kroz gusto naseljena područja. Ovo poluzatvoreno more, okruženo s tri kontinenta i intenzivnim ljudskim aktivnostima, djeluje kao zamka za plastiku. Plastika se nakuplja u velikoj količini i zadržava dugo te se pritom raspada na sve sitnije i sitnije dijelove. Danas plastika čini 95 % otpada na otvorenom moru, morskom dnu i plažama diljem Mediterana. Svake godine 150.000 do 500.000 tona makroplastike i 70.000 do 130.000 tona mikroplastike ulazi u mora Europe . Spomenuta plastika većim dijelom završi u Sredozemnom moru. Postoji pet oceanskih „plastičnih otoka” gdje se akumulira najveći dio plastičnog otpada: dva na Tihom oceanu, dva na Atlantiku i jedan na Indijskom oceanu. Mediteran se smatra šestom najvećom zonom akumulacije morskog otpada: Sredozemno more predstavlja samo 1 % svjetskih voda, ali akumulira 7 % ukupne svjetske mikroplastike. Na Sredozemlju mikroplastika je na rekordnoj razini koncentracije: 1,25 milijuna komada po km<sup>2</sup> ,

skoro četverostruka razina jednog od pet „plastičnih otoka”. Utječe čak i na sedimente oceana gdje je koncentracija fragmenata plastike od 10 000 po km među najvišim u svijetu. Zemlje koje se ističu u odlaganju plastike u Sredozemno more jesu Turska (144 t/dan), Španjolska (126), Italija (90), Egipat (77) i Francuska (66) . Onečišćenje plastikom može utjecati na ključne gospodarske sektore na Mediteranu, posebice ribarstvo i turizam. Procjenjuje se da ribolovna flota EU-a godišnje na morski otpad potroši 61,7 milijuna eura godišnje, zbog smanjenja ulova ribe, oštećenja plovila ili smanjenja potražnje za morskim plodovima zbog upitne kvalitete ribe. Onečišćene plaže također mogu obeshrabriti posjetitelje, što dovodi do smanjenja radnih mjesta i prihoda te povećanih troškova za čišćenje plaža i luka. Na primjer, grad Nica godišnje troši oko 2 milijuna eura kako bi plaže ostale čiste.[38]

## **9.2. Plastika u jadranskom moru**

Bez obzira na izvor, otpad u Jadranskom moru trajan je ekološki i sociološki problem svake države koja mu gravitira. Prema količini i zastupljenosti plastičnog otpada, Jadransko more je najonečišćenije u Europi nakon sjeveroistočnog dijela Sredozemnog i Keltskog mora. Otpad u Jadransko more dopijeva od oko četiri milijuna ljudi koji žive uz njegove obale, ali se taj broj tijekom turističke sezone poveća gotovo šest puta.[35] Također, nastali otpad je i posljedica industrija u priobalju, kao i intenzivnog broskog prometa te režima morskog strujanja. Na plažama i morskom dnu priobalnog područja Hrvatske otpad iz mora prisutan je u količinama koje nisu zanemarive. Na hrvatsku su obalu velike količine otpada donesene morskim strujama i vjetrom iz susjednih jadranskih zemalja (Albanije, Italije), naročito za vrijeme iznimno nepovoljnih meteoroloških i hidroloških prilika.[35] Takav otpad na području južnog Jadrana čini gotovo 90 % udjela u ukupnoj količini. Na slici 9 prikazana su mjesta uzorkovanja mikroplastike na području Jadranskog mora.[39]



Slika 9. Mjesta uzrokovanja mikroplastike u Jadranskom moru [39]

Godine 2016. provedeno je istraživanje stupnja onečišćenja mora mikroplastikom u području sjevernog Jadrana (Tršćanski zaljev). U moru su detektirane izrazito visoke koncentracije mikroplastike, prosječne vrijednosti od oko 406 000 čestica/km<sup>2</sup>, što je do sad među najvišim zabilježenim koncentracijama u Mediteranskom moru. Nadalje, istraživanjem na 10 % uzoraka mikroplastike, utvrđeno je da 80 % čestica čini polietilen, a 14 % čestica nije identificirano. Ostatak zauzimaju polipropilen, polistiren, poli(vinil-klorid) te akrilo/butadien/stiren (ABS). Sve identificirane čestice mikroplastike dimenzijom su manje od 0,3 mm. Razlog dominacije PE-a i PP-a jest njihova mala gustoća, tj. manje su gustoće od gustoće vode uslijed čega te čestice plutaju na površini mora.[39]

Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita bavi se problematikom otpada iz mora u okviru projekta “Sustav gospodarenja napuštenom ribolovnom opremom u Jadranskoj regiji” (engl. Derelict Fishing Gear Management System in the Adriatic Region; skraćena DeFishGear). Projektne aktivnosti provodi tim u koji su uključeni istraživački instituti, nacionalne i lokalne vlasti i nevladine udruge iz svih zemalja Jadransko-Jonske regije. Projekt je osmišljen s ciljem jačanja suradnje i poticanja zajedničkih i usklađenih akcija za čišćenje Jadrana. To je prvi projekt vezan za istraživanje mikroplastike u Jadranskom moru. U sklopu projekta uzorkovan je morski otpad s plaža, površine mora, morskog dna, mikroplastika u ribama,

izgubljene ribarske mreže te otpad iz ribarskih luka Vira i Tribunj. Projekt je osmišljen kako bi se pristupilo regionalnom razvoju praćenja i procjene prisutnosti mikroplastike i njezine raspodjele u morskom okolišu, kao i utvrđivanje mogućih izvora. Količina i sastav mikroplastike istraživala se na području srednjeg Jadrana te na ušću rijeke Neretve, koji predstavljaju područja potencijalne akumulacije te vrste otpada. Rezultati ukazuju da je veća količina mikroplastike zabilježena u uzorcima bliže obali zbog blizine potencijalnih izvora otpada s kopna. Također, praćena je i količina mikroplastike s obzirom na godišnja doba. Uzorci pijeska i sedimenta s pješčanih plaža uzorkovani su tijekom i nakon turističke sezone (plaža Bačvice (Split), plaža Zaglav (Vis) te plaža u neposrednoj blizini ušća rijeke Neretve). Na plažama Bačvice i Zaglav detektirana je veća količina mikroplastike ljeti, odnosno tijekom turističke sezone dok je na ušću rijeke Neretve količina fragmenata mikroplastike bila daleko veća nego na plažama Bačvice i Zaglav.[39]

Godine 2014. provedeno je istraživanje pojave, količine i tipa mikroplastičnog otpada u gastrointestinalnom traktu ribe List (*Solea solea*) te prostorna raspodjela mikroplastike u sjevernom i središnjem Jadranskom moru na dubinama 20 – 120 m. U 95 % uzorkovanih riba pronađene su čestice mikroplastike, a 80 % ispitivanih riba sadržavalo je više od jedne vrste mikroplastike. Istraživanje provedeno u zadarskom arhipelagu, vrlo razvedenom području s mnogo usporednih otoka i kanala, pokazalo je da se veće koncentracije mikroplastike na morskom dnu zadržavaju u priobalnim područjima. Prosječna koncentracija mikroplastike u moru je 127 000 čestica/km<sup>2</sup>, a na morskom dnu 36 čestica/100 g suhog sedimenta. Godine 2016. provedeno je istraživanje mikroplastike na području središnjeg Jadrana u kojem su se odredile koncentracije metala adsorbiranih na površini mikroplastike. Uzorci sedimenta uzeti su u proljeće i jesen s dviju pješčanih plaža, Zaglav i Milna. U uzorcima sedimenta bili su prisutni različiti metali; Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb i Zn u različitim koncentracijama. Sezonske razlike u koncentraciji metala povezane su s različitim karakteristikama vjetra u pojedinom razdoblju godine. Najveće koncentracije metala detektirane su u proljeće. Postoje dva moguća izvora metala izmjerena u analiziranim uzorcima, koji mogu biti dio proizvedene plastike ili adsorbirani iz vode na površinu plastike.[39]

Rezultati istraživanja koje je provedeno 2013. godine ukazuju kako se i u južnom Jadranu mogu pronaći visoke koncentracije mikroplastike. Za uzorkovanje mikroplastike upotrijebila se mreža veličine pora 200 mm tijekom razdoblja 5 – 6 min. U tom razdoblju prikupljene su ukupno 5163 čestice, od kojih je većina bila nepravilnog oblika (97,4 %). U laboratoriju su čestice plastike ručno izdvojene pomoću stereo mikroskopa te se odredila veličina čestica. Od ukupnog broja čestica 53,8 % čestica dimenzijama je bilo manje od 0,5 mm, a čak 29,4 % čestica bilo je manje i od 0,3 mm. Analizom čestica identificirano je 16 različitih polimernih klasa od kojih je dominantan bio polietilen s udjelom od 41,2 %. Dokazano je da se u južnom Jadranu nalaze velike količine različitih vrsta mikroplastike.[39]

### **9.3. Utjecaj onečišćenja plastikom na morske vrste**

Preko 90 % štete koju ljudski otpad nanese morskim divljim vrstama odnosi se na plastiku. U svijetu postoji oko 700 morskih vrsta koje su ugrožene zbog plastike od kojih je 17 % na IUCN-ovom popisu „ugroženih” ili „kritički ugroženih” vrsta, uključujući havajsku morsku medvjedicu, glavatu želvu i garavog zovoja . Zaplitanje, gutanje plastike i onečišćenje, kao i prijevoz stranih vrsta, glavni su načini na koje plastika dovodi morski divlji svijet u opasnost.[38]

Odbačeni ribarski najlon i mreže, ali i prstenovi za pakovanje limenki pive i ambalaža, zapetljaju i zatoče životinje te im u nekim slučajevima čak ograničavaju dijelove tijela. U svijetu je pronađeno 344 različitih vrsta zapetljenih u plastični predmet što možemo vidjeti na slici 10. U Sredozemnom moru su glavne žrtve ptice (35 %), ribe (27 %), beskralješnjaci (20 %), morski sisavci (13 %) i morske kornjače. Plastika može uzrokovati ozljede, lezije i deformacije (uključujući i tijekom rasta) i spriječiti kretanje životinja da bi izbjegle grabežljivce, plivale i hranile, gotovo uvijek s fatalnim posljedicama: životinje umiru od gladi, utapanja ili zbog toga što postaju lak plijen. Ribarski najlon uzrokuje 65 % slučajeva zapetljenih životinja na Sredozemnom moru. Općenito, sva ribolovna oprema koja je napuštena, izgubljena ili odbačena na moru (najlon, mreže, zamke) uzrokuje štetu divljim vrstama, zaplitanje riba i drugih morske životinje te konačno njihovu smrt, fenomen poznat kao ribolov napuštenim ribolovnim alatom ili „fantomski ribolov”. Čak je i rijetka havajska morska medvjedica jedna od žrtava mrtvih mreža.[38]



Slika 10. Kornjača zapetljana u plastičnu vrećicu [40]

Morske vrste unesu plastiku u organizam namjerno, slučajno ili neizravno pri hranjenju plijenom koji je već pojeo plastiku. U Sredozemnom moru 134 vrste žrtve su unošenja plastike u organizam, uključujući i 60 vrsta riba, sve 3 vrste morskih kornjača, 9 vrsta morskih ptica i 5 vrsta morskih sisavaca (ulješura, kitova perajara, dobrih dupina, Rissovih dupina i prugastih dupina). Danas 90 % svjetskih morskih ptica ima fragmente plastike u želucu (1960. godine taj je postotak iznosio 5 %); do 2050. taj se broj može povećati na 99 % ako se ne poduzmu mjere za smanjenje unosa plastike u more. Vlakena i mikroplastika pronađene su u kamenicama i dagnjama, a vrećice čipsa i cigarete pronađeni su u krupnih pelagijskih vrsta riba. Najstrašnji slučaj bio je kada je u truhu ulješure nasukane na obalu pronađeno 9 metara ribarskog najlona, 4,5 metara savitljive cijevi, 2 cvjetne posude i nekoliko plastičnih cerada. Unošenje plastike u organizam, pogotovo velikih komada, ima niz ozbiljnih posljedica. Može smanjiti kapacitet želuca, što smanjuje osjećaj gladi i kasnije nakupljanje masnoća (iznimno važno za sve životinje koje dugo migriraju) i uzrokuje crijevna začepljenja, čireve, nekrozu (odumiranje stanica), perforacije i rane. Svi ovi učinci gotovo uvijek dovode do smrti životinje. Postoje primjeri unošenja plastike u organizam kod svih vrsta morskih kornjača koje žive na Sredozemlju. Desetogodišnje istraživanje glavate želve pokazalo je da je 35 % ispitanih primjeraka u organizam unijelo otpad, koji je u gotovo svakom slučaju bio plastičan. U nekim primjercima pronađeno je do 150 plastičnih fragmenata. Osim toga, kod 18 % tuna i sabljarki pronađen je plastični otpad u želucu uglavnom celofan i PET isto kao i 17



% crnoustih mačaka (vrsta morskog psa) na Balearskim otocima. Čak i manje životinje, kao što su dagnje, rakovi, trlja i list, koji se hrane na morskom dnu mogu biti važni akumulatori mikroplastike. Istraživanje mikroplastike u dagnjama i kamenicama kultiviranim za ljudsku potrošnju procjenjuje da bi prosječni europski potrošač školjki mogao u organizam unijeti do 11.000 komada mikroplastike godišnje. Međutim, učinci mikroplastike na ljudsko zdravlje još uvijek nisu poznati. Plastika je prodrla i u mikroskopski svijet. Zooplankton (mali organizmi na dnu morskog hranidbenog lanca) nesvojevoljno se hrani plastičnim fragmentima manjim od 1 mm. Ti fragmenti mogu sadržavati otrovne tvari: unošenjem tih tvari u organizam zooplankton ih prenosi do vrha hranidbenog lanca odnosno do ljudi.[38]

Morske ptice odabiru hranu na temelju mirisa. Plastiku je moguće zabunom zamijeniti za hranu zbog algi i bakterija koje koloniziraju plastiku i ispuštaju jak sumporni miris. Morske ptice povezuju taj miris s hranom i upadaju u „mirisne klopke” koje ih navode da pojedu plastiku umjesto svojeg plijena. Miris plastike zavarava i ribe: neka su se jata incuna oduprla zamkama fragmenata čiste plastike, no privukla ih je mikroplastika čiji miris nalikuje mirisu planktonskih račića koje uobičajeno jedu. Morske kornjače, s druge strane, biraju plijen na temelju izgleda. Većina mladih morskih kornjača provede dugačak životni vijek na otvorenom moru, unutar velikih sustava struja gdje se koncentrira opasna oceanska plastika. Danas je stanje takvo da je polovica svih morskih kornjača u organizam unijela neki oblik plastike.[38]

Namijenjeno zaštititi morskih sisavaca, utočište Pelagos na sjeverozapadnom Sredozemnom moru najveće je zaštićeno morsko područje u regiji. Također ima jednu od najviših koncentracija mikroplastike (usporediv s onima pronađenima u suptropskim prstenovima) što predstavlja veliki problem za kitove, koji mogu akumulirati velike količine zagađivača . Više od 56 % planktona u utočištu Pelagos izloženo je visokom zagađenju. Koncentracije ftalata pronađenih u tkivima kitova perajara bile su 4 do 5 puta veće od onih u tkivima kitova iz manje zagađenih područja. Bjelogri dupin i ulješura, grabežljivci na vrhu morskog hranidbenog lanca, više su onečišćeni od onih pronađenih u Atlantiku, što potvrđuje visoku razinu onečišćenja u Sredozemnom moru. Općenito, ženke kitova manje su kontaminirane od muškaraca, ali samo zato što tijekom dojenja prenose zagađivače na mlade.[38]

Tiho trovanje uzrokovano kemijskim zagađivačima danas predstavlja veliku prijetnju oceanima. Ostaci plastike u morskom okolišu, uključujući smola u obliku peleta, fragmenti i mikroskopski plastični fragmenti, sadrže organske zagađivače, kao što su pesticidi, ftalati, PCB-i i bisfenol A. Neki od tih spojeva dodaju se tijekom proizvodnje plastike, dok se drugi adsorbiraju iz okolne morske vode. Među zagađivačima koji prijanjaju na plastiku u moru, 78 % su toksični (tj. imaju štetne utjecaje na organizme s kojima dolaze u kontakt), postojani (tj. otporni su na proces degradacije i dugo ostaju nepromijenjeni) te se akumuliraju u tkivu živih organizama . Plastika može sadržavati koncentrirane toksične spojeve do milijun puta veće od onih koji se prirodno nalaze u morskoj vodi. Polietilen (PE), koji se koristi za plastične boce i vrećice, akumulira više organskih zagađivača od ostalih vrsta plastike. Kapacitet živih organizama za apsorpciju otrovnih tvari također se povećava tijekom vremena, čineći plastiku sve opasnijom za one koje je unose u organizam . Negativni učinci tih zagađivača također ovise o brzini otpuštanja u tijelu: plastika otpušta do 30 puta više zagađivača kada je prisutna u tkivu (tj. u crijevima) nego u morskoj vodi. Jednom kada plastični zagađivači uđu u tijelo, ometaju važne biološke procese, oštećuju jetru ili mijenjaju hormone. To zauzvrat može utjecati na mobilnost, reprodukciju i rast te uzrokovati razvoj raka. Tvari koje plastika apsorbira i otpušta također mogu promijeniti DNA, uzrokujući štetne učinke na zdravlje.[38]

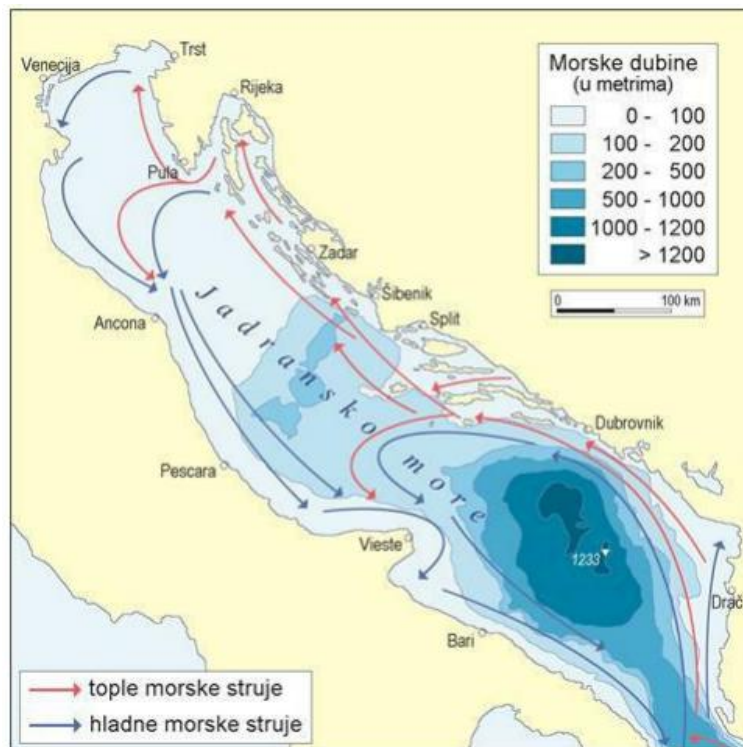
## 10. JADRANSKO MORE

Ukupna površina hrvatskog obalnog mora, uključujući unutarnje vode i teritorijalno more, iznosi 31.479 km<sup>2</sup> te čini veliki postotak ukupnog državnog područja te možemo reći da je Jadransko more jedan od najvažnijih prirodnih resursa Republike Hrvatske. Međutim, ta činjenica, koje je jedna od važnijih poluga razvoja naše zemlje, ujedno postavlja pred Hrvatsku i važnu obavezu održivog i usklađenog upravljanja resursima Jadranskog mora te očuvanja njegovih prirodnih značajki sustavnim provođenjem mjera zaštite od različitih oblika antropogenog utjecaja. Ta obveza pretpostavlja detaljno poznavanje raspoloživosti i dostupnosti različitih resursate rizika povezanih s njihovim iskorištavanjem kako bi se izbjegao prekomjerni antropogeni utjecaj na osjetljivi ekosustav Jadrana. Intezivna litoralizacija Jadranskog mora, snažan rast turizma i pomorskog prometa te klimatske promjene u posljednjih nekoliko desetljeća donijeli su mnogobrojne nove izazove i ukazali na potrebu stvaranja dugoročne strategije za očuvanje prirodnih vrijednosti Jadranskog mora i održivo gospodarenje njegovim resursima. Stoga provedba preventivnih i interventnih mjera zaštite radi održivog razvoja jadranskog prostora podrazumjeva maksimalnu uključenost i suradnju svih relevantnih nacionalnih institucija, ali i usklađenu multilateralnu regionalnu suradnju svih zemalja jadranske regije.[41]

Jadransko more je svojom površinom (138.600 km<sup>2</sup>) malo i plitko poluzatvoreno more povezano sa ostalim dijelom Sredozemnog mora 70 km širokim Otranskim vratima. Obzirom na gusto naseljene i visoko industrijalizirane obale, kao i na intenzivan brodski promet te režim morskog strujanja, onečišćenost je značajan problem. Količina i zastupljenost plastičnog otpada na dnu Jadranskog mora među najvišima je u Europi nakon sjeveroistočnog dijela Sredozemnog i Keltskog mora. Otpad tamo dopijeva od oko četiri milijuna ljudi koji žive uz njegove obale, a taj se broj tijekom turističke sezone povećava gotovo šest puta. Osim ekološkog, otpad iz mora ima i važan društvenoekonomski utjecaj koji pogađa obalne zajednice, jer je čista obala od ključnog značaja za turizam. [42]

Na plažama i morskome dnu priobalnog područja Republike Hrvatske otpad iz mora je prisutan u količinama koje nisu zanemarive. Veliki problem u Republici 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. Morske struje u Jadranu kreću se u smjeru suprotnom od kretanja kazaljke na satu: istočnom obalom prema sjeveru, a zapadnom prema jugu, uz postojanje nekoliko poprečnih tokova, kao što je prikazano na slici 11. Brzine tih struja nisu velike, između 10 i 20cm/s. [42]



Slika 11. Prikaz morskih struja u Jadranskom moru [43]

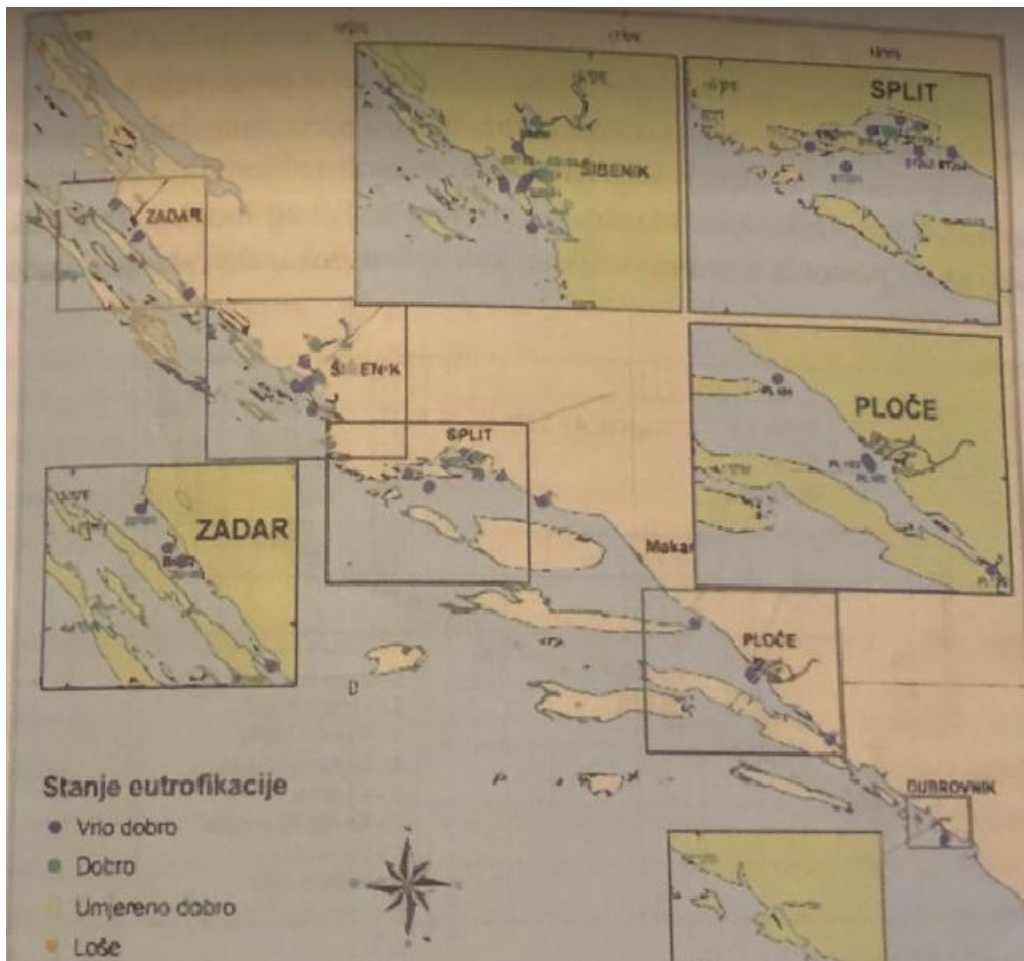
Najvažniji problemi zaštite okoliša u jadranskom području Hrvatske vezani su uz različite oblike antropogenih pritisaka na ekosustav mora, ali i na usko priobalno područje na kopnu. Ti pritisci uključuju prekomjernu urbanizaciju obalnog područja, utjecaj ribarstva i marikulture na degradaciju prirodnih staništa i smanjenje bioraznolikosti, povećani pomorski promet, povećan unos različitih tvari antropogenog porijekla (hranjive soli, organsko opterećenje i specifične opasne tvari) riječnim donosima i ispuštanjem komunalnih i industrijskih otpadnih voda, intenziviranje eksploatacije ugljikovodika te sve učestaliju pojavu invazivnih vrsta.[41]

Pojačana litoralizacija globalni je trend koji nije mimoišao ni hrvatsku istočnu obalu Jadrana. Taj je trend, nažalost, kod nas dodatno naglašen kao posljedica snažne ekspanzije novih turističkih kapaciteta. Osim što se nekontroliranom izgradnjom trajno devastiraju prirodne značajke obale, povećanjem broja stanovnika, posebno tijekom turističke sezone, znatno se povećavaju unosi svih tipova otpadnih tvari u uski obalni pojas. Pomorski promet za prijevoz robe i putnika važna je gospodarska aktivnost u našim obalnim područjima, a turizam, slično kao i u slučaju prekomjerne izgradnje na obali, dodatno pojačava neizbježne nepoželjne utjecaje na morski okoliš. Glavni pritisci pomorskog prometa na morski okoliš uključuju izlivanje nafnih derivata, otpuštanje protuobraštajnih aditiva, nesavjesno i protupravno odlaganje tekućeg (zaušnjene vode) i čvrstog otpada ( ambalaža) u morski okoliš, prijenos invazivnih organizama te pojačano fizičko miješanje vodenog stupca prilikom plovidbe u plitkim područjima. Poseban aspekt koji je vrlo relevantan za našu obalu, jest vrlo razvijeni nautički turizam. [41]

Jedan od najočitijih oblika antropogenog utjecaja na morski okoliš jest unošenje otpadnih tvari iz kopnenih izvora, bilo izravno putem ispusta otpadnih voda i industrije, bilo posrednim unosom rijekama koje služe kao recipijenti otpadnih voda. Tipovi onečišćenja koji se tim putem unose u okoliš vrlo su raznoliki (hranjive soli, organskoopterećenje, opasne i toksične tvari, mikrobiološko onečišćenje), stoga postoji nekoliko različitih mehanizama koji dovode do ugrožavanja kvalitete morskog okoliša. Za neke tipove zagađivala važan izvor unošenja štetnih tvari vezan je uz pomorski promet, te uključuje emisiju različitih štetnih tvari s plovila tijekom plovidbe ili prilikom redovitog remonta i održavanja plovila. [41]

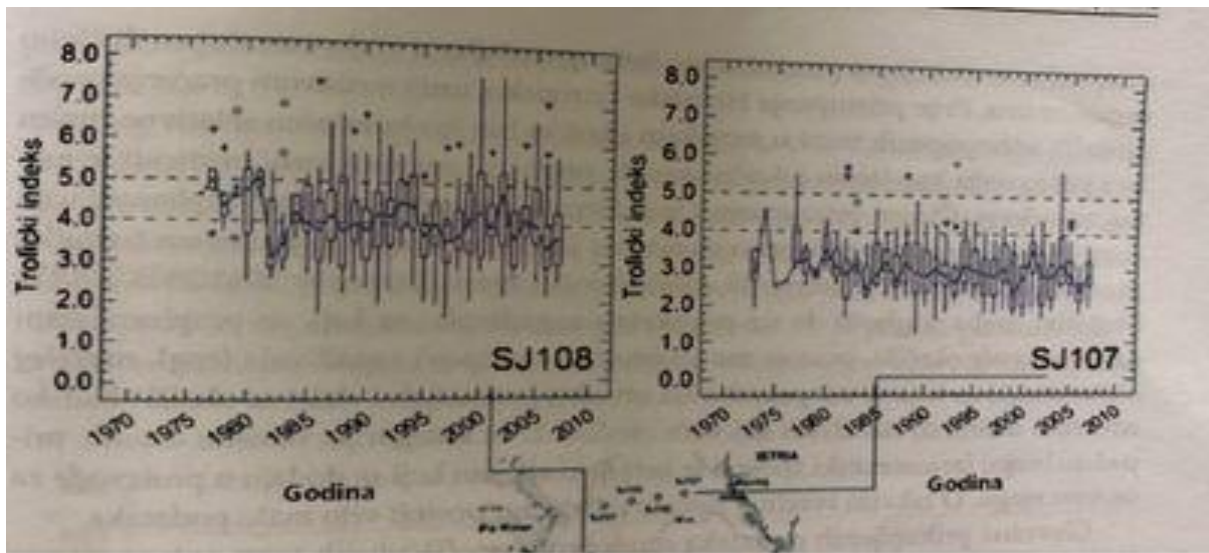
## 10.1. Eutrofikacija

Procjena trofičkog stanja jedan je od važnih pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja mora te je jedan od važnih kriterija za ocjenu stanja okoliša prema Okvirnoj direktivi o vodama (Directive 2000/60/EC,2000.). Pod pojmom eutrofikacije podrazumjeva se povećanje primarne proizvodnje organske tvari, uzrokovano stalnim dotokom hranjivih soli (prvenstveno soli dušika i fosfora) iz vanjskih izvora u eufotski sloj mora, u odnosu na tipičnu razinu za šire područje. Pokazatelji trofičkog stanja vodenog stupca uključuju jednostvne pokazatelje, kao što su prozirnost, zasićenje kisikom, koncentracija anorganskog dušika, koncentracija ukupnog fosfora, koncentracija klorofila ili multiparametarske indekse, kao što je Trix. Klasifikacija stanja trofičnosti predviđa četiri kategorije: vrlo dobro, dobro, umjereno dobro i loše. Slika 12 prikazuje klasifikaciju različitih područja u Jadranu s obzirom na stupanj eutrofikacije. Za otvorene vode Jadranskog mora može se općenito reći da u najvećem dijelu imaju izrazito oligotrofni karakter, iako postoje velike razlike između nešto eutrofnijeg sjevernog dijela i izrazito oligotrofnih voda južnog dijela Jadrana. Razlike u stupnju trofičnosti dobro ilustriraju brojni pokazatelji , uključujući i prozirnost kao jedan od najjednostavnijih općih pokazatelja stanja u vodenom stupcu. Prozirnost općenito raste od sjevernog dijela Jadrana prema južnom, gdje dostiže visoke vrijednosti od 50 m. Raspodjela hranjivih soli u Jadranu pokazuje izrazite gradijente između sjevernog djela Jadrana i ostalih djelova bazena te između istočnih priobalnih i otvorenih voda. Ti su gradijenti posebno naglašeni u područjima koja karakterizira povećan unos hranjivim solima bogatih riječnih voda ili otpadnih voda većih gradova. U tom kontekstu valja napomenuti da su rekonstrukcija i izgradnja sustava za odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda u našem priobalnom području u posljednjih petnaest godina (Jadranski projekt) pokazale znatne učinke u pogledu smanjivanja eutrofikacijskog pritiska na priobalna područja. S druge strane, treba ukazati na činjenicu da je lokalno povećanje eutrofikacije jedna od mogućih popratnih pojava intenziviranja marikulturnih aktivnosti u priobalnim područjima.



Slika 12. Klasifikacija područja u Jadranu na stupanj eutrofikacije [41]

Jedna od izravnih posljedica eutrofikacije, koja ne mora nužno biti povezana sa štetnim pojavama, jest povećanje intenziteta primarne produkcije i akumulacija fitoplanktonske biomase. Pojačana eutrofikacija sjevernog Jadrana tijekom sedamdesetih godina prošlog stoljeća kao posljedicu imala je povremene intenzivne anoksije u pridnom sloju koje su u velikoj mjeri štetno utjecale na populacije bentičkih organizama. Treba naglasiti da intenzitet eutrofikacije u Jadranu može znatno varirati od godine do godine, ovisno o klimatološkim čimbenicima, međutim dugoročna opažanja jasno ukazuju na to da je u posljednjih nekoliko desetljeća uočljiv trend smanjenja eutrofikacije (slika 13.). Brojna istraživanja pokazala su da je eutrofikacija u Jadranu limitirana dostupnošću fosfora te je smanjenje njegova unosa tijekom osamdesetih godina, zbog postupnog ukidanja upotrebe fosfata u deterdžentima, jedan od važnijih čimbenika koji su utjecali na uočeni trend smanjenja eutrofikacije.[41]



Slika 13. Trendovi eutrofikacije u zapadnom i istočnom djelu Sjevernog Jadrana [41]

## 10.2. Unošenje štetnih i opasnih tvari antropogenog porijekla

Za razliku od parametra za procjenu stupnja eutrofikacije koji služe za ocjenu ekološkog stanja, prisutnost anorganskih i organskih sastojaka antropogenog porijekla (zagađivala) osnovni je kriterij za procjenu kemijskog stanja mora. Pritom treba naglasiti da je broj mogućih zagađivala morskog okoliša golem (preko 100.000) te se za ocjenu stanja najčešće koristi tek manji broj odabranih prioritetnih kemijskih tvari uz koje se povezuju povećani rizici od štetnih posljedica u okolišu. Za svaku od tih tvari određen je tzv. standard kakvoće okoliša, koji je definiran maksimalno dopuštenim i prosječnim godišnjim koncentracijama promatranog štetnog sastojka u vodenom stupcu ili živim organizmima. Prije pristupanja Hrvatske Europskoj uniji sustavom praćenja onečišćujućih antropogenih tvari u morskome okolišu bio je obuhvaćen relativno malen broj pokazatelja kao što su toksični metali, postojani organoklorni pesticidi te naftno zagađenje. Činom pristupanja uniji Hrvatska se obvezala na implementaciju europskih propisa koji reguliraju standarde kakvoće okoliša, koji u ovom trenutku predviđaju obavezno praćenje 45 onečišćujućih tvari (Directive 2013/39/EC, 2013). Međutim, treba naglasiti da uz prioriteta zagađivala, za koja su propisani standardi kakvoće okoliša, postoje mnogobrojni novi tipovi zagađivala za koja se tek pokušavaju utvrditi potencijalni rizici za okoliš i ljudsko zdravlje i definirati standardi kakvoće okoliša. U tu kategoriju, između ostalih,

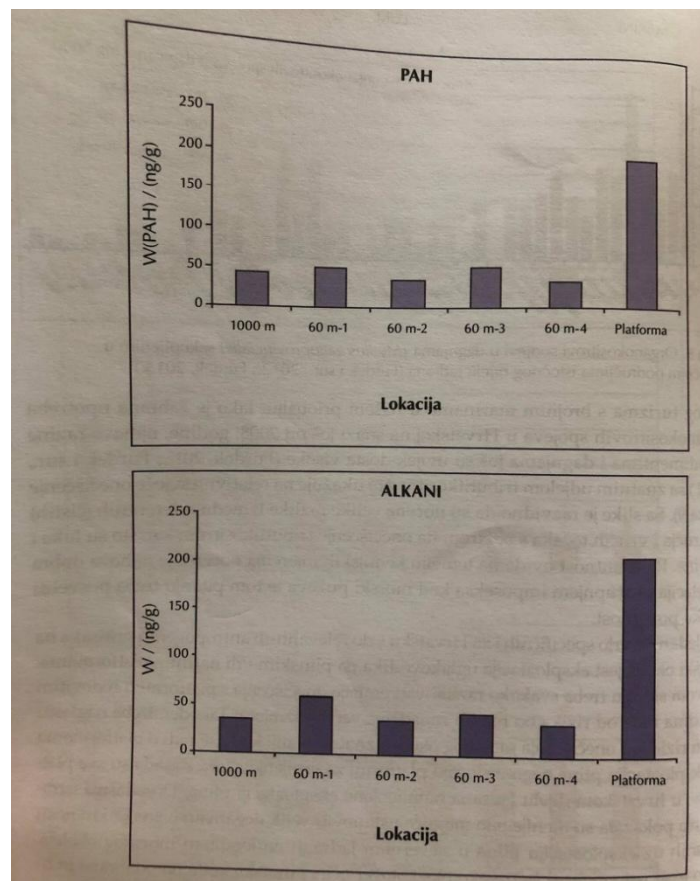


pripadaju brojni farmaceutski spojevi te kemijski spojevi koji se dodaju u proizvode za osobnu njegu. Glavnina prikupljenih podataka o unošenju onečišćujućih tvari antropogenog porijekla u hrvatski dio Jadrana odnosi se na unose iz točkastih izvora kao što su rijeke i ispusti otpadnih voda, dok procjene o mogućem doprinosu iz difuznih izvora i atmosfere uglavnom nisu dostupne. Studija Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva iz 2009. pokazala je da se unos teških metala u priobalno more RH uglavnom odvija riječnim vodama, a tek manjim dijelom preko otpadnih voda.

Na temelju rezultata dosadašnjeg monitoringa klasičnih tipova zagađivala, za koje postoje višegodišnji nizovi podataka, možemo zaključiti da su njihove razine u hrvatskom djelu Jadrana pretežito niske i uglavnom ne premašuju propisane standarde kakvoće. Odstupanja od zadanih kriterija kakvoće očekivano su zabilježena na pojedinim područjima prijelaznih i priobalnih voda u blizini velikih gradova, industrijskih zona te luka i marina (tzv. vruće točke). Zbog svojstva da akumuliraju zagađivala te zbog njihove slabe mobilnosti, trendovi zagađenja u nekom području najbolje se može promatrati analizom sedimenata. Trendovi zabilježeni u hrvatskom dijelu Jadrana variraju za različite tipove zagađivala. Za najvažnije ekotoksične metale praćenje trendova potvrdilo je da je opterećenje razmjerno nisko te da nema naglih promjena u višegodišnjem razdoblju. Europskom Okvirnom direktivom o vodama nisu definirani standardi kakvoće za sediment te je za procjenu onečišćenja mjerodavnija koncentracija u morskim organizmima. Međutim, za olovo je uočen trend porasta srednje koncentracije, što zaslužuje dodatnu pozornost. Zbog vrlo specifičnog načina unošenja u okoliš te vrlo visoke toksičnosti, među onečišćujućim tvarima morskog okoliša posebnu pozornost zaslužuju protuobraštajna sredstva koja se dodaju bojama i premazima za plovila. Poseban problem, zbog ekstremno visoke ekotoksičnosti, predstavlja tributilkositar, čija je upotreba u EU zabranjena, ali je još uvijek prisutan u sedimentima priobalnog mora, a postoji i sumnja da se ilegalno koristi na manjim plovilima. To je pitanje posebno važno za zaštitu morskog okoliša u hrvatskom djelu Jadrana zbog vrlo razvijenog nautičkog turizma s brojnim marinama u našem priobalju.

Jedan od vrlo specifičnih i za Hrvatsku vrlo relevantnih antropogenih pritisaka na morski okoliš jest eksploatacija ugljikovodika na plinskim i/ili naftnim platformama. U ovom slučaju treba svakako razlikovati emisije onečišćenja s platformi u redovitim

uvjetima rada od rizika od naglih zagađenja većih razmjera. Također, treba naglasiti da su rizici od onečišćenja morskog okoliša znatno manji kada se radi o platformama za eksploataciju plina nego u slučaju platformi za crpljenje nafte. Zasadu su sve platforme u hrvatskom djelu Jadrana namijenjene eksploataciji plina. Dosadašnja istraživanja pokazala su da nije bilo moguće ustanoviti velik negativan učinak aktivnosti vezanih uz eksploataciju plina u sjevernom Jadranu na kvalitetu morskog okoliša. Tako nisu ustanovljeni štetni ekotoksikološki učinci morske vode na odabrane indikatorske organizme (školjkaše), a biološke analize organizama obraštaja i bentosa ne ukazuju na gubitak bioraznolikosti. Tijekom praćenja zagađenja sedimentata ugljikovodicima u okolini gdje su platforme nije zabilježeno veće onečišćenje, a povišene koncentracije izmjerene su samo neposredno ispod platforme (Slika 14). [41]



Slika 14. Raspodjela ugljikovodičnog onečišćenja u sedimentima u blizini platforme za eksploataciju plina u sjevernom Jadranu [41]

Glavni tipovi bioloških smetnji u hrvatskom djelu Jadrana jesu unošenje mikrobnih patogena i stranih vrsta. Unošenje mikrobnih patogena povezano je u najvećoj mjeri s ispuštima komunalnih otpadnih voda koje sadrže veliki udio voda fekalnog porijekla. Mikrobiološki indikatori fekalnog onečišćenja dobri su pokazatelji potencijalne prisutnosti patogena te su vrlo važni za praćenje sanitarne kakvoće mora na plažama. Općenito se može reći da je sanitarna kakvoća mora za kupanje u hrvatskom priobalju vrlo visoka s trendom poboljšanja u posljednjih deset godina zbog rekonstrukcije i izgradnje novih sustava za odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda. U posljednjim desetljećima u Jadranu je znatno povećana prisutnost alohtonih (stranih) vrsta na različitim trfičkim razinama, od bakterija i algi do različitih beskralježnjaka i riba. U širenju alohtonih organizama važnu ulogu imaju balastne vode s brodova, pri čemu je važno uzeti u obzir globalno povećanje broskog prometa, kojim se odvija preko 80 % svjetske trgovine. Na taj način povezuju se vrlo udaljene lokacije koje karakteriziraju vrlo različiti morski ekosustavi.[41]

### **10.3. Ocjena stanja morskog okoliša u hrv. djelu jadrana**

Rezultati nadzornog i operativnog praćenja stanja Jadrana u priobalnim i prijelaznim vodama u okviru ODV-a koje su provele Hrvatske vode, pokazali su da je ekološko stanje okoliša u hrvatskom dijelu Jadrana pretežno dobro ili vrlo dobro. Ipak, treba naglasiti da su antropogeni pritisci u prijelaznim vodama nešto veći nego u priobalnim vodama, što rezultira većim udjelom lokacija na kojima je stanje umjereno ili loše, a to pokazuje potrebu za poduzimanjem mjera za poboljšanje stanja. Posebnu pozornost pritom treba posvetiti tzv. vrućim točkama. Uvid u kemijsko stanje okoliša pokazuje da na većini istraženih lokacija stanje zadovoljava, ali isto tako treba ukazati i na to da postoji i veći broj nedovoljno istraženih lokacija kojima u budućnosti treba posvetiti dodatnu pozornost.

Zaključno, očuvanje kvalitete mora i unapređenje zaštite ovisi prije svega o dosljednom provođenju strogih propisa, pri čemu oslonac na Okvirnu direktivu o vodama EU čini bitnu sastavnicu za provođenje mjera zaštite. I, na kraju, treba naglasiti da provedba preventivnih i interventnih mjera zaštite za održivi razvoj jadranskog prostora podrazumjeva maksimalnu uključenost i suradnju svih relevantnih nacionalnih institucija, ali i usklađenu multilateralnu suradnju svih zemalja jadranske regije. [41]

## 11. KAKO JE PANDEMIJA COVID-19 UTJECALA NA ONEČIŠĆENJE MORA

Studija koju je nedavno objavio UN ESCAP (UN-ov ured za Aziju i Pacifik) ukazuje da privremeni zastoj u uobičajenim aktivnostima zbog pandemije COVID 19, smanjen transport po oceanima i manja potražnja za resursima iz oceana po svemu sudeći pružaju oceanima šansu za kakav-takav oporavak od zagađenja, prekomjernog ribarenja i drugih utjecaja koje uzrokuju klimatske promjene. No suprotno izvještaju UN-a za Aziju i Pacifik, čini se da pandemija COVID 19 uzrokuje novi problem za oceane. Na Zemlji traje globalna utrka za nabavkom osobne opreme (PPE) za zaštitu od zaraze. Iako svi podupiru korištenje te opreme, postoji strah da bi ona mogla izazvati novu vrstu pandemije: zagađenje plastikom. Procjenjuje se da će samo Italija, u periodu ukidanja karantene, trebati mjesečno milijardu maski i pola milijarde rukavica. WWF je izračunao da, ako samo 1% tih maski bude nepropisno odloženo ili bačeno u prirodu, to će značiti da mjesečno 10 milijuna maski zagađuje okoliš. Prema istraživanjima u mulju rijeke Temze 2020. godine pronađeno je puno zaštitnih maski i kirurških rukavica. Također prema istraživanjima na otoku Soko gdje organizacija Oceans Asian povremeno mjeri razinu plastičnog otpada uz plastične boce i vrećice za kupovinu pronađeno je jako puno kirurških maska. Na 100 metara obale skupljeno ih je čak 70. Ni Hrvatska nije pošteđena. Iz Zagrebačkih otpadnih voda nedavno su poslali apel građanima da ne bacaju sanitetski otpad u toalete, nakon što se centralni uređaj za pročišćavanje voda začepio. Kako javljaju, pri čišćenju pročištača pronašli su ogromne, teške nakupine dezinfekcijskih maramica, tekstila, respiratornih maski i silikonskih rukavica koje su se omotale oko lamela rešetki i u pumpama. Naglašavaju kako ti materijali imaju visoku vlačnu čvrstoću, zbog čega se ne raspadaju u vodi, već se zalijepe u velike grude koje uzrokuju probleme u radu uređaja. Problem začepljenja pojavio se prvi puta na centralnom uređaju za pročišćavanje otpadnih voda početkom svibnja 2020. godine. Plastika se proizvodi iz nafte. Proizvodnja plastike u vrijeme pandemije procvatila je i zbog drastičnog pada cijene sirovine. Kako je proizvodnja plastike pojeftinila, to je njeno recikliranje učinilo neisplativim. Stanje je dodatno pogoršano zatvaranjem pogona za reciklažu tijekom karantene. Zbog podatka kako virus preživljava do 72 sata na plastici, neki su pogoni za obradu otpada zatvoreni. Veliki dio plastike proizvedene ove godine, umjesto u reciklaži, završio je na odlagalištima otpada. Ako su ta odlagališta neuređena, postoji velika opasnost da će

vjetar, kiša ili druge nepogode plastiku odnijeti u mora i oceane. Znanstvenici nisu suglasni oko stupnja opasnosti za živi svijet plastike koju sunce i sol u morima i oceanima usitne u mikroplastiku. Polimeri od kojih se plastika sastoji su kemijski inertni iako neki dodaci mogu biti toksični. Razumijevanje utjecaja nanoplastike tek je u tijeku, no podatak koji je neki dan osvanuo u medijima i u Hrvatskoj, govori da niti u Jadranskom moru gotovo da nije moguće uzeti uzorak mora, a da se u njemu ne nalaze čestice mikroplastike. Mikroplastika tako ulazi u naš prehrambeni lanac dok čestice nanoplastike završavaju i u stanicama živih organizama. Negativan utjecaj koji to može prouzročiti nije još istražen, no možemo pretpostaviti da nije bezazlen. Sve više jednokratnih kirurških maski i rukavica završava na dnu mora, čime se riskira dodatno dugotrajno onečišćenje već dovoljno onečišćenog Sredozemnog mora.

Pandemija će prije ili kasnije završiti no naš utjecaj na planet ima nesagledive posljedice. Trebali bismo ipak uz brigu za sebe pokušati zadržati barem do sada usvojene navike odvojenog sakupljanja otpada, shvatiti da plastičnom otpadu nije mjesto u morima već u spremnicima ili vrećama za plastiku. Na slici 15 možemo vidjeti onečišćenje mora sa kirurškim maskama.[44]



Slika 15. Onečišćeno more kirurškim maskama [45]

## 12. ZAKLJUČAK

Briga za oceane povezana je sa spoznajom o važnosti očuvanja planeta na kojem živimo. Trebamo biti svjesni činjenice da je more postalo najveće svjetsko odlagalište raznoraznog otpada, svega onoga što čovjeku ne treba. Međutim, bez obzira na njegovo prostranstvo, more ne može i ne smije biti naš globalni kontejner. Nismo svjesni količine i raznolikosti otpada koji se baca u more, a koji već stoljećima postaje vrlo duboko odlagalište koje se zanemaruje jer utjecaj na okoliš koji se ne može vidjeti golim okom uzrok. Odnosno, zagađenje morskog dna je u pozadini jednostavno zato što nije vidljivo. Iako izgledaju moćno i neustrašivo, morski ekosustavi su osjetljivi, a važnost mora u održavanju života na Zemlji je nezamjenjiva. U radu smo govorili da izvori onečišćenja morskog okoliša mogu biti različiti, no bitno je da se ti izvori zagađenja svedu na najmanju moguću razinu. Porebno je uspostaviti stalni koordinacijski mehanizam za učinkovito provođenje Strategije upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem, ojačati koordinaciju u izradi normativnih, strateških i planskih dokumenata za upravljanje i zaštitu morskog okoliša i obalnog područja na nacionalnoj i županijskoj razini, osigurati kvalitetnije uključivanje i pravovremeno reagiranje zainteresirane javnosti u procesima zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem, usklađeno provoditi nacionalni program praćenja u skladu s Okvirnom direktivnom o pomorskoj strategiji s ostalim nacionalnim programima praćenja koja se provode u jadranskim vodama, zaštititi morska staništa smanjenjem antropogeno uzrokovane eutrofikacije, onečišćenja i drugih aktivnost, analizirati rizike slučajnog ulova kornjača, morskih sisavaca, morskih pasa, raža i morskih ptica u različitim ribolovnim alatima i sl. Došlo je vrijeme kada naša mora i oceani više ne mogu zadržati ovo zagađenje, pa se pojavljuju simptomi koji će, ako ostanu neupravljeni, biti nepovratni i stvarno vrlo štetni za nas i živa bića oko nas. Odlaganje smeća na nepropisan način zasigurno predstavlja problem koji rezultira uništavanjem živog svijeta. Svaki čovjek bi trebao shvatiti koliko je bitno da očuvamo naša mora te da ih prestanemo zagađivati. Moramo smanjiti količinu otpada kojeg proizvodimo, izbjeći korištenje jednokratnih proizvoda, reciklirati što je više moguće, podržati korištenje električnih plovila. Bitno je da budućim generacijama ostavimo čista mora i oceane.

### 13. LITERATURA

1. Onečišćenje mora, brošura, [https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%C5%A0TITA/PDF\\_ZA%20WEB/One%C4%8Di%C5%A1%C4%87enje%20mora\\_bro%C5%A1ura%20A5%20%20web.pdf](https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%C5%A0TITA/PDF_ZA%20WEB/One%C4%8Di%C5%A1%C4%87enje%20mora_bro%C5%A1ura%20A5%20%20web.pdf) ,pristupljeno 25.06.2021.
2. Časopis za pravna i društvena pitanja Pravnog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku: „Onečišćenje mora plastičnim otpadom“, ISSN 2584-3613
3. Seršić M.: "Međunarodnopravna zaštita morskog okoliša", Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003., ISBN 953-6714-44-2
4. Kafol Z., Onečišćenje mora, Zemlja, Velika ilustrirana enciklopedija, Mozaik knjiga, Zagreb, 2006, pp. 108-112.
5. Weis J. S., Marine pollution. What everyone needs to know, Oxford University Press, New York, 2005.
6. Lulić Krivić D. :, „Iznenadna onečišćenja mora i pomorskog dobra“ , Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, 2014.
7. Popović M., Kurtels Ž. " Analiza većih tankerskih nesreća", Naše more, 59,2012. (1-2), 12-21.
8. [https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads\\_nastava/20180227\\_184357\\_zec\\_ZMMO\\_v.1.5\\_web.pdf](https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180227_184357_zec_ZMMO_v.1.5_web.pdf) ,pristupljeno 02.07.2021.
9. UNEP/GPA, Pollution from the land: the threat to our seas, <http://www.gpa.unep.org> , pristupljeno 03.07.2021.
10. Alaerts, G.H., Managing Municipal Sewage: A Growing Challenge, Strategy Option for Sewage Management to Protect the Marine Environment, IHE, Delft
11. GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/ UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) and Advisory Committee on Protection of the Sea. 2001. A sea of troubles. Rep.Stud.GESAMP No. 70, 35 pp

12. Društvo za proučavanje i unapređenje pomorstva RH, Pomorski zbornik knjiga 39, Rijeka ,2001, ISSN 0554-6397
13. Pravilnik o Zaštiti morskog okoliša u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu Republike Hrvatske, NN 47/08
14. Međunarodna konvencija - o sprečavanju onečišćenja s brodova, MARPOL Konvencija, Službeni list SFRJ: Međunarodni ugovori 2/85, 1973.
15. <https://magazinplus.eu/nafta-ispod-50-dolara-po-barelu/> , pristupljeno 05.07.2021.
16. Dragun L., Zaštita morskog okoliša prema konvenciji ujedinjenih naroda o pravu mora, završni rad, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2017.
17. Konvencije o naknadi štete zbog onečišćenja mora s brodova [https://www.pravo.unizg.hr/pop/predmet/pop\\_a/studenti\\_pitaju/aktualna\\_pitanja/oneciscenje\\_mora\\_s\\_brodova](https://www.pravo.unizg.hr/pop/predmet/pop_a/studenti_pitaju/aktualna_pitanja/oneciscenje_mora_s_brodova) pristupljeno, 06.07.2021.
18. Ćorić D.: " Međunarodni sustav odgovornosti i naknade štete zbog onečišćenja mora uljem", Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Jadranski zavod, Zagreb, 2002., ISBN 953-154-546-4
19. Sharma S., Chatterje S., (2017) Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review, Environmental Science and Pollution Research, 24, 21530–21547.
20. Kostecki P., Morrison R., Dragun J., HYDROCARBONS, Encyclopedia of Soils in the Environment 2005, str. 217-226 <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/hydrocarbon>.
21. Životinja u nafti <https://www.klix.ba/vijesti/svijet/zivotinje-se-guse-i-umiru-u-nafti-u-meksickom-zaljevu/100605066> , pristupljeno 20.07.2021.
22. Liščinski, K., Onečišćenje morskog ekosustava pri transportu nafte, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2020. <https://repozitorij.simet.unizg.hr/islandora/object/simet%3A371/datastream/PDF/view>



23. Bralić T., Slišković M.: " Najveće tankerske nezgode", Naše more,53,2006. (3-4), 104-111
24. Khade V., Kurian J., Chang P, Szunyogh I., Thyng K., Montuoro R.: " Oceanic ensemble forecasting in the Gulf of Mexico: an application to the case of the Deep Water Horizon oil spill, Ocean Modelling, 2017., 113, 171-184
25. Wildermann D., Deepwater Horizon Spill – Summary, BAPAC Blog, 2018.
26. <http://biologija.com.hr/modules/AMS/article.php?storyid=7996> , pristupljeno 05.07.2021.
27. Izljev nafte u Meksičkom zaljevu  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Izljev\\_nafte\\_u\\_Meksi%C4%8Dkom\\_zaljevu\\_2010](https://hr.wikipedia.org/wiki/Izljev_nafte_u_Meksi%C4%8Dkom_zaljevu_2010).  
pristupljeno 17.07.
28. Senthil Kumar P., „Chapter five - Ballast water management“ Pages 75-87, 2021.
29. Koludrović B., Balastiranje i de - balastiranje broda u eksploataciji, završni rad, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2018.
30. Dobrinić J. :, „Onečišćenje mora uljima i elementima u tragovima“, Tehnički fakultet, Rijeka, ISSN 0554-6397, 2000.
31. Milošević-Pujo B., Jurjević N.: „Onečišćenje mora iz zraka emisijom ispušnih plinova“, Naše more 51 (5-6), 2004.
32. Dorotea Ćorić: " Međunarodni sustav odgovornosti i naknade štete zbog onečišćenja mora uljem", Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Jadranski zavod, Zagreb, 2002., ISBN 953-154-546-4
33. Rodriguez Ferdinand, Plastic chemical compound,  
<https://www.britannica.com/science/plastic>, pristupljeno 16.07.2021.
34. Greenpeace, Sredozemlje zatrpano plastikom,  
<https://www.greenpeace.org/static/planet4-croatia-stateless/2017/07/5e8710b8-sredozemlje-zatrpano-plastikom-istra%C5%BEivanje-one%C4%8Di%C5%A1%C4%87enja-plastikom-utjecaj-na-okoli%C5%A1-i-rie%C5%A1enja.pdf>, pristupljeno 16.07.2021.

35. Tutman P, Bojanić Varezić D, Prvan M, Božanić J, Nazlić M, Šiljić J, i ostali:“ Integrirano planiranje u cilju smanjivanja utjecaja morskog otpada - projekt DeFishGear.“, *Tehnoeko*, **67** (2017), 1; 20-29
36. Europska agencija za okoliš, „U prvom planu- Ocean plastike“, <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2018-voda-je-zivot/clanci/u-prvom-planu-2013-ocean-plastike>, pristupljeno 16.07.2021.
37. Kammann U, Aust MO, Bahl H, Lang T. Marine litter at the seafloor – Abundance and composition in the North Sea and the Baltic Sea. *Mar PollutBull.* 2017.
38. WWF – World Wide Fund For Nature:, Izlaz iz zamke plastike, spašavanje Sredozemnog mora od onečišćenja plastikom“, [http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/a4\\_plastics\\_med\\_cro\\_final\\_1.pdf](http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/a4_plastics_med_cro_final_1.pdf), pristupljeno 16.07.2021.
39. K. Bule, K. Zadro, A. Tolić, E. Radin, M. Miloloža, V. Ocelić Bulatovićb i D. Kučić Grgić: „Mikroplastika u morskom okolišu Jadrana“, Sveučilište u Zagrebu
40. Članak:, „Dolina Lašve“, Zbog plastičnih vrećica: Do 2050. u morima će biti više plastike nego riba, <https://dolinalasve.info/2019/04/zbog-plasticnih-vrecica-do-2050-u-morima-ce-biti-vise-plastike-nego-riba/>, pristupljeno 24.07.2021.
41. Okrugli stol, „Pravna zaštita mora“, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2017, ISBN 978-953-347-165-5
42. Tutman P, Bojanić Varezić D, Prvan M, Božanić J, Nazlić M, Šiljić J, i ostali. „Integrirano planiranje u cilju smanjivanja utjecaja morskog otpada - projekt DeFishGear.“ *Tehnoeko.* 2017.
43. Prikaz morskih struja u Jadranskom moru, <https://priodahrvatske.com/jadran/> , pristupljeno 28.07.2021.

44. Članak: „ideje.hr“, Nesreća nikad ne dolazi sama, Covid-19 potiče pandemiju plastičnog otpada“, <https://ideje.hr/nesreca-nikad-ne-dolazi-sama-covid-19-potice-pandemiju-plasticnog-otpada/>, pristupljeno 28.07.2021.

45. Članak: „Posljedice pandemije: Sredozemno more je puno jednokratnih maski i rukavica“, <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/2941/posljedice-pandemije-sredozemno-more-je-puno-jednokratnih-maski-i-rukavica>, pristupljeno 28.07.

## 14. PRILOZI

### 14.1. Popis slika

Slika 1. Onečišćenje morske obale smećem [1].....	3
Slika 2. Svjedodžba o osiguranju ili drugom financijskom jamstvu o građanskoj odgovornosti za štetu zbog onečišćenja uljem iz 1969 i 1992.[18].....	14
Slika 3. Životinja u nafti [21] .....	16
Slika 4. Izvori naftnog onečišćenja na moru [4] .....	18
Slika 5. Područje najvećih tankerskih nesreća [23] .....	21
Slika 6. Izljev nafte u Meksičkom zaljevu [27] .....	23
Slika 7. Ispuštanje balastnih voda [29] .....	24
Slika 8. Sastav morskog otpada [37].....	34
Slika 9. Mjesta uzrokovanja mikroplastike u Jadranskom moru [39] .....	36
Slika 10. Kornjača zapetljana u plastičnu vrećicu [40].....	39
Slika 11. Prikaz morskih struja u Jadranskom moru [43].....	43
Slika 12. Klasifikacija područja u Jadranu na stupanj eutrofikacije [41].....	46
Slika 13. Trendovi eutrofikacije u zapadnom i istočnom djelu Sjevernog Jadrana [41] .....	47
Slika 14. Raspodjela ugljikovodičnog onečišćenja u sedimentima u blizini platforme za eksploataciju plina u sjevernom Jadranu [41].....	49
Slika 15. Onečišćeno more kirurškim maskama [45].....	52

### 14.2. Popis tablica

Tablica 1. Najveće tankerske nesreće [23].....	20
Tablica 2. Klasifikacija voda prema dopuštenim količinama metala [30] .....	28
Tablica 3. Najveće dopuštene koncentracije elemenata u moru [30] .....	28