

# Utjecaj pomorskog prometa na okoliš

---

**Matković, Matea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:745977>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-28**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geografski odsjek

**Matea Matković**

**Utjecaj pomorskog prometa na okoliš**

Prvostupnički rad

Mentor: prof. dr. sc., Nenad Buzjak

Ocjena: \_\_\_\_\_

Potpis: \_\_\_\_\_

Zagreb, 2021. godina.



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geografski odsjek

Prvostupnički rad

## Utjecaj pomorskog prometa na okoliš

Matea Matković

**Izvadak:** Globalizacija i rast svjetske trgovine uzrokovali su jak razvoj prijevoza, a to se također odnosi i na pomorski promet. Njime se prevozi najveći udio robe i dobara u svijetu, no nije bez ekoloških poteškoća. Problemi se javljaju s izljevima nafte u mora koja su, kumulativno gledajući jako štetna; s ispuštanjem štetnih otpadnih voda u okoliš i narušavanjem atraktivnosti; s razmjenom balastnih voda koje sa sobom nose potencijalne invazivne vrste; s morskim otpadom koji u većoj mjeri ne dolazi od brodova, ali šteti organizmima i može uzrokovati štete na plovilima; s emisijom dušikovih i sumporovih oksida te čestica koje smanjuju kvalitetu zraka, pogotovo u okolici luka. Specifičnije poteškoće stvara destrukcija brodova, koja u razvijajućim sredinama degradira okoliš i nudi poslove u lošim radnim uvjetima, te kružni promet koji brodove čini putujućim hotelom s velikom proizvodnjom zagađenja. To su primjeri koji će se obraditi u ovome radu kako bi se vidjelo koliko su teške njihove posljedice, ali isto tako treba uvidjeti kako ide put prema održivosti i kako pomorski promet može postati čistim.

21 stranica, 5 grafičkih priloga, 0 tablica, 37 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: pomorski promet, onečišćenje mora, geoekologija, okoliš

Voditelj: prof. dr. sc. Nenad Buzjak

Tema prihvaćena: 11. 2. 2021.

Datum obrane: 23. 9. 2021.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geography

Undergraduate Thesis

**The Impact of Maritime Traffic on the Environment**

Matea Matković

**Abstract:** Globalization and the growth of world trade have caused a strong development of transport, and the same applies to maritime traffic. It transports the world's largest share of goods, but it isn't without any environmental difficulties. Problems arise with oil spills to the sea that are cumulatively very damaging; with the discharge of harmful wastewater into the environment and impairment of attractiveness; with the exchange of ballast water that carries potential invasive species with it; with marine waste that doesn't majorly come from ships but harms organisms and can cause damage to vessels; with emissions of nitrogen oxides, and sulfur oxides and particulate matter that worsen the air quality, especially around ports. More specific difficulties come with ship-breaking, which degrades the environment and offers jobs in poor working conditions in developing countries, and cruises, which make ships into traveling hotels with large amounts of pollution. These are the examples that will be addressed in this thesis to see how severe their consequences are, but it is also necessary to see how the road to sustainability is going and how maritime transport can become cleaner.

21 pages, 5 figures, 0 tables, 37 references; original in Croatian

**Keywords:** maritime transport, marine pollution, geoecology, environment

**Supervisor:** Nenad Buzjak, PhD, Full Professor

**Undergraduate Thesis title accepted:** 11/02/2021

**Undergraduate Thesis defense:** 23/09/2021

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. POMORSKI PROMET I OKOLIŠ .....	2
2.1. IZLJEVI NAFTE I OTPADNE VODE .....	3
2.2. BALASTNE VODE.....	6
2.3. MORSKI OTPAD .....	7
2.4. EMISIJA PLINOVA .....	10
2.5. POMORSKA INFRASTRUKTURA I DESTRUKCIJA BRODOVA.....	12
2.6. KRUŽNI PROMET.....	14
3. BUDUĆNOST .....	15
4. ZAKLJUČAK .....	16
5. LITERATURA.....	18
6. IZVORI .....	21
7. PRILOZI.....	IV

## 1. UVOD

Pomorski je promet uvijek imao bitan položaj u čovjekovu djelovanju, a njegove prednosti sve više se iskorištavaju. Zahvaljujući tom transportu, kolonizirali su se i osvajali „novootkriveni“ prostori, a u današnje vrijeme čini bitnu kariku u povezivanju mjesta te prijevozu robe. Ubrzani razvoj započinje nakon II. svjetskog rata (Hrvatska enciklopedija, 2021), pogotovo zahvaljujući globalizaciji proizvodnih procesa i rastu trgovine na globalnoj razini (Viana i dr, 2014). Važnost mu je tolika da se oko 90% svjetske trgovine odvija brodovima (Hrvatska enciklopedija, 2021), a to je relativno čist oblik prijevoza po kilogramu materijala, zbog čega i dobiva na snazi u odnosu na zračni i cestovni promet (Viana i dr, 2014). Svake godine brodovima se preveze 11 milijardi tona robe (ICS, n.d.), a svjetsku pomorsku trgovačku flotu čini 56 tisuća brodova (ISL, 2020), uz željeznički promet čini najmanje ugljično-intenzivni izbor za transport (EEA, 2021). Iako je ekološki prihvatljiv način prijevoza robe, postoje problemi koji se vežu na nj, a to je zbog dimenzija koje obuhvaća; korporacije šire prijevoz tereta na moru, dok se istovremeno sve više resursa iscrpljuje, a zagađenje okoliša plovilima raste (Rahim i dr., 2016). To zagađenje se odnosi na izljeve nafte, otpadnih i balastnih voda iz plovila, otpad proizveden boravkom na brodu, emisije plinova, infrastrukturu koja je potreba da bi se promet nesmetano odvijao i druge moguće čimbenike.

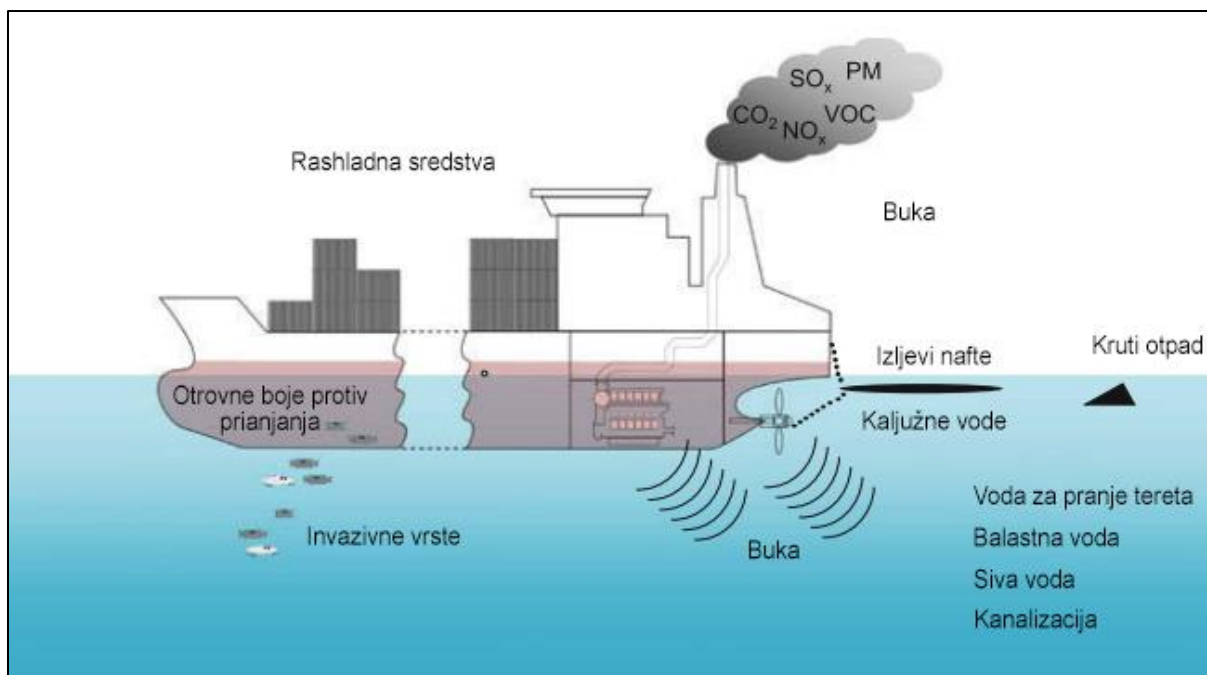
U ovom radu biti će analizirane pojave pomorskog prometa koje djeluju na okoliš i prostor pod njegovim utjecajem. Prvo će biti riječi o općenitom otisku pomorskog prometa na okoliš i njegove čimbenike, zatim će se dublje zaći u pojedinačne probleme koji su se po svojim negativnostima istakle u znanstvenim radovima kroz potpoglavlja. Za kraj će se prokomentirati načini kojima se pokušava oblikovati djelovanje pomorskog prometa da ostavi što manji trag i njegova održivost kroz budućnosti.

## 2. POMORSKI PROMET I OKOLIŠ

Razvoj pomorskog prometa je znatan te se njegovo širenje nastavlja svakodnevno. Ono što je uzrokovalo postojeću situaciju jest generalno stanje u svijetu – broj stanovnika se povećao za više od 10 puta nakon industrijske revolucije, a do 2050.g. očekuje se porast na 9 milijardi stanovnika. Zahvaljujući tehnološkim i društvenim inovacijama, većini ljudi porastao je životni standard što je popraćeno ekonomskim rastom i međunarodnom trgovinom (Andersson i dr., 2016). Rastu posljedice eksploatacije prirodnog kapitala Zemlje uz pojavu degradacije, dok se vodi mala briga o kršenju planetarnih granica koje osiguravaju stabilnost na planetu (Andersson i dr., 2016). U mnogim slučajevima, pomorski je promet jedan od više utjecaja koji prouzrokuju određene posljedice, djeluju direktno ili indirektno te ovisno o utjecaju može se odnositi na lokalno, regionalno ili globalno mjerilo ovisno o problemu (Jägerbrand i dr., 2019).

Polazeći od plovila, ono zahtjeva specifične pogonske funkcije, čime je povezan s velikom potrošnjom topline ili električne snage (Andersson i dr., 2016). Zbog toga što se na plovilu postoji posada koja vrši zadane operacije, moraju se pružiti hotelske usluge i osigurati akomodacija, hrana i usluge (Andersson i dr., 2016). Bitne su i potporne funkcije, za pružanje električne energije, punjenje gorivom i podmazivanje, te grijanje i hlađenje (Andersson i dr., 2016), što sve zapravo u koracima životnog ciklusa plovila negativno utječe na okoliš, uključujući fazu rastavljanja plovila. Na shematskom prikazu (Sl. 1.) prikazan je brod i načini na koje ostavlja posljedice na okoliš; prema literaturi mogu se podijeliti na ispuštanja u vodu (izljevi nafte, otpadne vode, otpad, invazivne vrste, boje protiv prljanja, itd.), fizički utjecaj (buka, umjetno svjetlo, potop brodova, itd.) i emisije u zrak (Jägerbrand i dr., 2019). Prepreka u istraživanju pojedinih čimbenika stoji u tome što postoji nedostatak kvantitativnih podataka za okolišne i ekološke utjecaje od pomorskog prometa (Jägerbrand i dr., 2019), no određeni intenzitet djelovanja i činjenice vezane za tip onečišćenja moguće je uvidjeti.





Sl. 1. Utjecaji pomorskog prijevoza na okoliš tijekom uporabe plovila  
Izvor: Andersson i dr., 2016

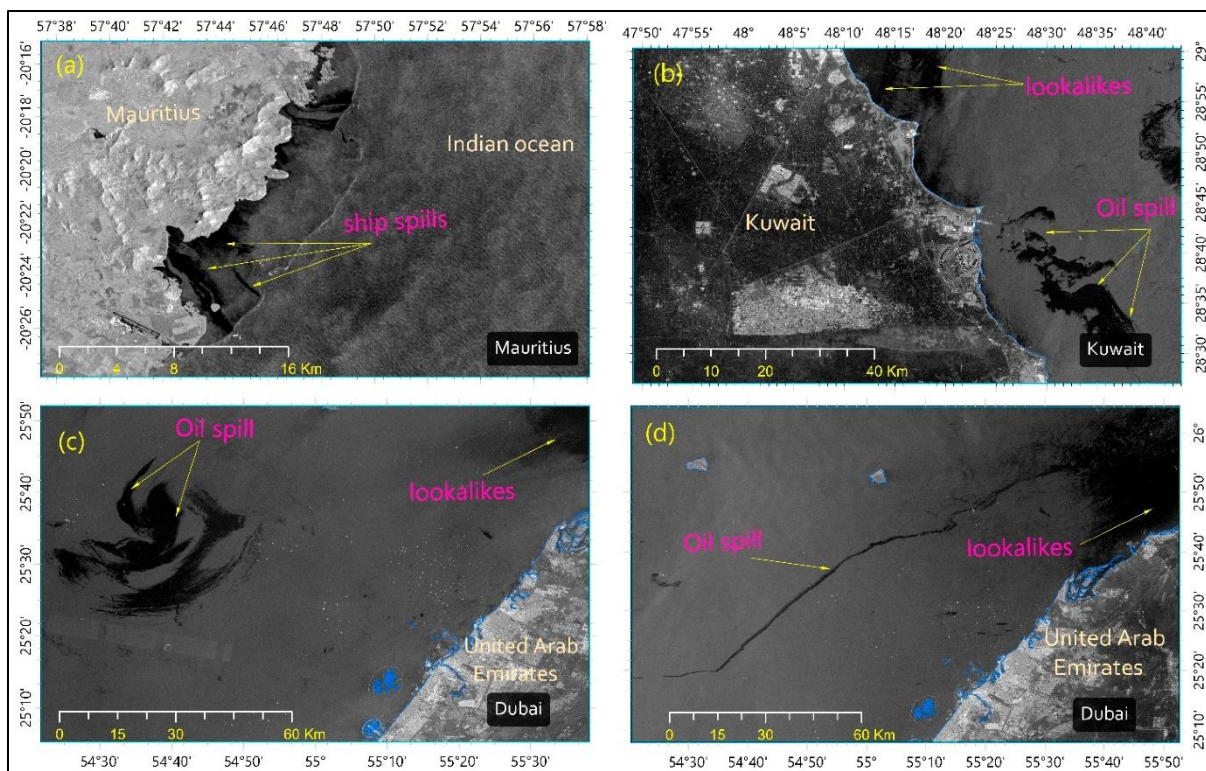
## 2.1. IZLJEVI NAFTE I OTPADNE VODE

Ono na što se generalno obraća najviše pažnje prilikom govora o negativnim utjecajima na morski okoliš, odnosi se na izljeve u more, pogotovo nafte. Slučajni izljevi iz tankerskih plovila smanjili su se od 1970-ih godina (Andersson i dr., 2016). Ti izljevi uz zagađenja iz katastrofalnih nesreća ističu se prema količini pozornosti koju primaju, no kumulativno gledajući, naftna zagađenja koja potječu iz svakodnevnih aktivnosti, izljevaju se u većim količinama u marinski okoliš nego li kroz naftne nesreće (Bertazzon i dr., 2014). Manji izljevi prisutni još uvijek se događaju u velikom broju, u većoj frekvenciji te su prostorno rašireni što sve pridonosi njihovu povećanu utjecaju (Bertazzon i dr., 2014).

Obujam nafte koja je ispuštena u morski okoliš svake godine nejasan. Pretpostavke o kojima organizacije kao što su Europska agencija za okoliš govore, upućuju da je količina nafte koja ulazi u svjetski marinski okoliš između 1 i 3 milijuna tona po godini od kojeg 24% potječe od pomorskog prometa (Carpenter, 2017). Zagađenja mogu potjecati iz raznih izvora, a više od 50% naftnih izljeva vezanih za pomorski promet odnose se na pogonske izljeve koje potječu od rutinski radnji, kaljužnu vodu, nezakonito čišćenje spremnika, a dio potječe od prijevoza goriva (Lindgren i dr., 2016a). S problemom namjernog ispuštanja naftnog otpada povezana je činjenica da je pravno zbrinjavanje skupo, a i samo zbrinjavanje na obali troši puno vremena što ne odgovara operaterima koji žele ograničiti vrijeme u luci na minimumu (Vollaard, 2017).

Posljedice koje pogađaju okoliš nakon spomenutih utjecaja mogu biti velike, no utjecaj neće svugdje biti isti. U pitanje dolazi ovisnost o razdoblju u kojem se izljev dogodi, o njegovoj lokaciji i samoj vrsti nafte uz njen obujem (Carpenter, 2017). Dodatan utjecaj imaju transportni i vremenski procesi koji su ovisni o vjetru, strujama i temperaturi (Jägerbrand i dr., 2019). Pelagijske zone mogu proći kroz oštar, ali relativno kratko kratkotrajan poremećaj na okoliš koji traje tjednima, dok utjecaji na pojas algi i zajednice mekog dna može imati dugoročne posljedice, mjesecima ili godinama (Jägerbrand i dr., 2019). Nafta može biti otrovna ili smanjiti debljinu školjaka, uništava prirodne lipide perja zbog čega se gubi sposobnost odbijanja vode i izolacije, uništava izolaciju krzna kod morskih vidri i može uzrokovati štetu na njihovu živčanu sustavu, koncentracije dizela mogu promijeniti sastav bentala uz ostale ne nabrojane učinke (Jägerbrand i dr., 2019). Udisanje ili gutanje ostavljaju posljedice na probavni, dišni i cirkulacijski sustav s kratkoročnim ili dugoročnim posljedicama (Jägerbrand i dr., 2019).

Zbog svih problema koji su prouzrokovani izljevima nafte, potrebno je brzo djelovati da bi utjecaj bio što manji, a uz to da se pronađu plovila koja su izvor onečišćenja. Sami izljevi imaju generalno manje od 1 m<sup>3</sup>, a zbog potrebe što konkretnijeg rješavanja problema vezanih za nj, razvija se tehnologija. Radi se na alatima za brzu identifikaciju izljeva u more, uz potvrdu o tome je li riječ o nafti ili ne, nakon toga se identificiraju brodovi u blizini izljeva, a zadnji korak povezuje primjer nafte s potencijalnim plovilom koje bi moglo biti izvor (Carpenter, 2017). Kod identificiranja naftnih izljeva i nadzora mora koristiti se zrakoplovne i satelitske snimke, koje su se pokazale učinkovitim u nadziranju i provedbi zakona o onečišćenju na međunarodnoj razini (Bertazzon i dr., 2014). Jedan od radara je radar sa sintetičkim otvorom (SAR), a mogućnost detektiranja omogućena je time što prisutnost nafte u moru obično smanjuje intenzitet pozadinske energije (Al-Ruzouq i dr., 2020). Zbog toga se izljevi pojavljuju tamni na SAR snimkama (Sl. 2.), a jedan problem koji se nadovezuje na to je da nafta nije jedina koja uzrokuje taj fenomen nego postoje takozvani „dvojnici“ koji su također prikazani tamno (prirodne površinske folije, masti, plutajuće alge, biljna ulja,...) (Al-Ruzouq i dr., 2020). Zahvaljujući SAR-u i namještenim postavkama, snimke ispadaju takve da se tamna područja lako mogu uočiti (Sl. 2.). Ostale poteškoće su te da se naftni izljevi s manje od 15 ppm nikad ne identificiraju radarima za zrakoplove, a za izjeve s manje od 100 ppm mala je vjerojatnost da će se identificirati (Vollaard, 2017). Također je teško povezati izljev s pojedinim plovilom u prometnim brodskim rutama, a i ako se uspije detektirati nedostatak dokaza može poremetiti rješavanje situacije (Vollaard, 2017).



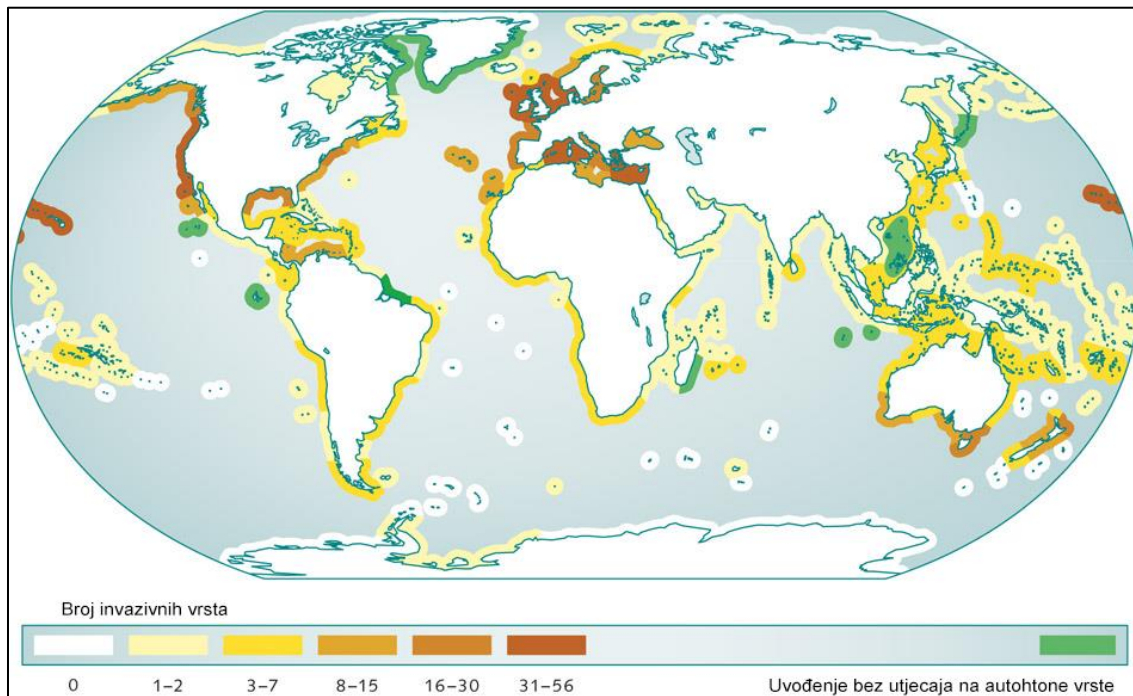
Sl. 2. Incidenti izlivanja nafte prepoznati na satelitskim snimkama Sentinel-1 (*oil spill* – naftni izljev, *ship spill* – izljevi s broda, *lookalikes* - dvojnici)  
Izvor: Al-Ruzouq i dr., 2020

Uz naftu, posljedice na morski okoliš ostavljaju otpadne vode koje se nakupljaju u plovilima. Otpadne vode na brodu često se kategoriziraju kao crna ili siva voda; crna se nakuplja od zahoda (kanalizacija), a sivu čine vode koje dolaze od drenaža iz tuševa, kuhinja i postrojenja za pranje rublja (Jägerbrand i dr., 2019). Zbog različitih izvora različito se i odnosi prema njima te se međusobno ne miješaju (Lindgren i dr., 2016a). Kanalizacija je zagađenija – sadrži hranjive tvari, bakterije, viruse, teške metale, farmaceutske proizvode, ujedno je koncentriranija zbog manjeg korištenja vode prilikom ispiranja, a može se ispuštati samo pod posebnim uvjetima (Lindgren i dr., 2016a; Jägerbrand i dr., 2019). Siva voda također može sadržavati širok raspon onečišćujućih tvari, poput bakterija, deterdženata, masti, prehrambenog otpada i mikroplastiku (Jägerbrand i dr., 2019). Za razliku od kanalizacije nije ograničena međunarodnim propisima, ako ne sadrži komponente koje se reguliraju, iako se preporučuje razrješavanje u posebnim objektima (Lindgren i dr., 2016a).

Posljedice ispuštanja otpadnih voda su povećani rizici od bolesti (zagađenje školjaka koje ljudi konzumiraju predstavlja rizik za javno zdravstvo; plivanje u zagađenom području), narušava se izgled što je nepogodno u turističkim destinacijama čime dolazi i do smanjenja rekreacijske vrijednosti obale, a teški metali i drugi zagađivači mogu uzrokovati i direktne i indirektne ekološke posljedice u vodenom okolišu (Jägerbrand i dr., 2019).

## 2.2. BALASTNE VODE

Za održavanje stabilnosti tijekom putovanja, brodovi se koriste balastnim vodama, pogotovo kada je riječ o vožnjama bez tereta. Zbog povećane količine prijevoza dobara kroz prošlo stoljeće, došlo je do prijenosa velikog obujma balastnih voda između obalnih područja i luka, time i organizama (Lindgren i dr., 2016a). Način na koji se prenose je ili pričvršćivanjem na trup ili u balastnoj vodi – tako im je olakšan prelazak preko prirodnih prepreka (npr. morske struje) i prevoze se na velike udaljenosti koje inače ne bi mogle preplivati (Lindgren i dr., 2016a). Kada se organizmi transportiraju iz različitih mora, povoljni uvjeti i tolerancija na nove fizičko stanje uvjetuje razvoj invazivnih vrsta koje mogu utjecati na postojeće ekosustave, pogotovo kada nastaju u velikom broju (Werschkun i dr., 2014; Lindgren i dr., 2016a). Neka obalna područja su podložnija razvoju većeg broja invazivnih vrsta nakon njihova transporta (Sl. 3.). Najviše pogađaju sjeverno američki, europski te mediteranski prostor zbog povoljnih uvjeta. Sama pojava invazivnih vrsta predstavlja jednu od najvećih prijetnji svjetskim oceanima, gotovo je ireverzibilna, a utjecaji se također mogu povećati kroz vrijeme (Werschkun i dr., 2014).



Sl. 3. Raspodjela i intenzitet invazivnih vrsta po područjima

Izvor: WOR, 2010

Invazivne vrste nisu samo prijetnje ekosustavima, nego mogu djelovati na zdravlje i indirektno na pojedine djelatnosti. Prijevoz balastnih voda može dovesti do širenja organizama

s potencijalno lošim djelovanjem na ljudsko zdravlje kao što su alge koje ispuštaju toksine ili patogene bakterije – tisuće ljudi u Peruu umrlo je zbog epidemije kolere, izazvanom bakterijom koja je transportirana balastnom vodom iz južnijeg dijela istočne Azije (Lindgren i dr., 2016a). Pojedine se invazivne vrste hrane zooplanktonima, jajima te ličinkama riba, što uzrokuje dramatično smanjenje populacije riba – propast ribarske industrije u Crnom moru povezuje se s uvođenjem rebraša iz balastnih voda (Lindgren i dr., 2016a).

Učinke vodenih invazija teško se procjenjuju, no postoje načini na koje se nastoji nositi s njima. Važnu ulogu imaju sustavi upravljanja balastnim vodama koji moraju ispunjavati određene parametre kako bi bili prihvaćeni od strane Međunarodne pomorske organizacije (IMO) (Lindgren i dr., 2016a). Također postoje mjere za obradu vode koji se mogu podijeliti na mehaničko-fizičke i kemijske procese; prvo djeluje tako da odvaja veće čestice pomoću filtera ili hidrociklona (nepovoljnost je u tome što troši mnogo energije i mogući su problemi u vodama visokog zamućenja), a drugo oksidansima i drugim kemikalijama (od kojih je se potrebno zaštititi sa zaštitnom odjećom i opremom) (Werschkun i dr., 2014). S tim postupcima, a i sličnim načinima rada, umanjuje se i minimizira utjecaj balastnim voda na okoliš, ljudsko zdravlje i resurse (Lindgren i dr., 2016a).

### **2.3. MORSKI OTPAD**

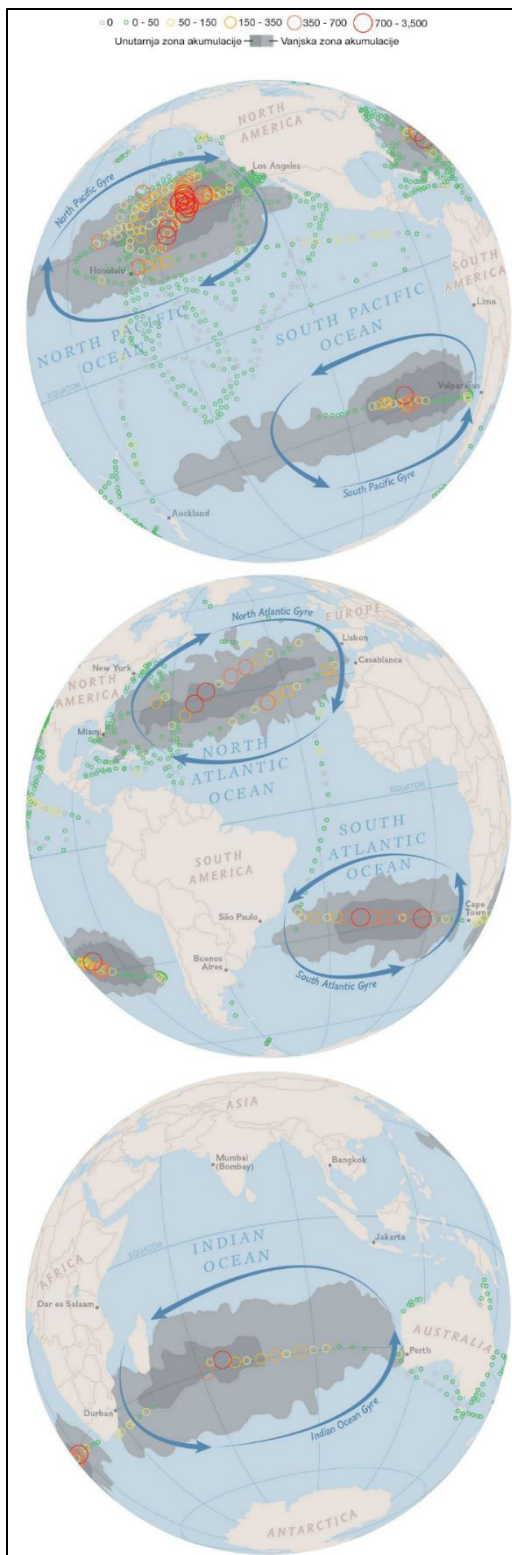
Gledano sa semantičke strane, kruti otpad postaje morski otpad kada se unese u morski okoliš, a konkretno se definira kao bilo koji trajni, proizvedeni ili prerađeni kruti materijal koji je odbačen i ostavljen u morskom i obalnom okolišu (Slišković i dr., 2016; Lindgren i dr., 2016a). To su predmeti koje su napravili ili koristili ljudi te koji su se namjerno odbacili u more, ali uključuje i slučajno izgubljeni materijal tijekom nevremena (Slišković i dr., 2016).

Otpadni materijali koji se odbacuju znaju biti raznovrsni no onaj najzastupljeniji je plastika – vrlo izdržljiv i plutajući materijal koji adsorbira toksične spojeve prisutne u moru, obično nije biorazgradiv, nego se umjesto toga fragmentira u manje komade koji se zovu mikroplastika (Lindgren i dr., 2016a). Veličinom je manja od 5 milimetara, brojna je u prirodnom okolišu, može imati primarne ili sekundarne izvore, a zajedno s ostalim otpadnim materijalom ima tendenciju nakupljanja u centru kružnih oceanskih struja, koji je miran i stabilan (Lindgren i dr., 2016a). Najpoznatijih takav je velika pacifička nakupina otpada koja se nalazi u sjevernopacifičkom subtropskom vrtlogu i povezuje zapadnu obalu SAD-a s istočnom obalom Japana. Tu maksimalno zna biti 32,76 čestica/m<sup>3</sup> i maksimalna koncentracija mase 250 mg/m<sup>3</sup> (Lindgren i dr., 2016a). Najviše nakupljanje je u Atlantskom, Indijskom i pogotovo Tihom oceanu, gdje je intenzitet i količina najveća (Sl. 4). Jedno je istraživanje iz

2018. godine utvrdilo da sintetske ribarske mreže čine gotovo polovicu mase velike pacifičke nakupine otpada zbog dinamike morskih struja i povećane ribolovne aktivnosti u oceanu (National Geographic, 2019).

Godišnje u prosjeku 6,4 milijuna tona smeća završi u oceanima, od čega gotovo 20% ima izvor na moru, većinom od pomorskog prometa i ribolovnog sektora (Lindgren i dr., 2016a). Glavni zagađivači su trgovački brodovi, putnički brodovi, ribarska plovila, vojne flote, istraživačke posade, plovila za razonodu, naftne i plinske platforme te ribogojilišta (Lindgren i dr., 2016a). Zbog potrebe i mogućnosti smanjenja udjela smeća s izvorom u pomorskom prometu, donesena su pravila koje je nužno poštivati, a jedno od tih zabranjuje svim brodovima da se rješavaju plastike, papirnatih proizvoda, krpa, stakla, metala, boca, posuđa i materijala za pakiranje ispuštanjem u more, već mora biti zadržano na plovilu dok ne bude u mogućnosti riješiti se smeća na obali (Slišković i dr., 2016). Za bolje nošenje sa situacijom preporučuje se da proizvođači, vlasnici tereta, luke i terminali, vlasnici brodova i operateri i vlade razmotre gospodarenje otpadom povezano s potrepštinama broda, opskrbom i teretom (Slišković i dr., 2016 prema MEPC, 2012).

Razlog zašto je potrebno pravilno otpremiti i odnositi se prema otpadu jer ima negativne ekološke, ekonomske, sigurnosne, zdravstvene i kulturne posljedice (Slišković i dr., 2016). Posljedice otpada u moru mogu biti: zapletanje životinja među njegovim nakupinama, gubitak rekreacijske i estetske vrijednosti obale, zadobivanje fizičkih ozljeda prilikom kontakta s otpadom, oštećenje brodova, konzumacija mikroplastike s negativnim utjecajima na zdravlje, uz ostalo (Lindgren i dr., 2016a). Kako raste svijest o potrebi pravilnog upravljanja otpadom, situacija ide na bolje nego je to bilo u prošlosti više se radi na ispravnom odlaganju.



Sl. 4. Izmjerena količina plastičnih predmeta u oceanskim vrtlozima struja po kvadratnom kilometru (u tisućama)  
 Izvor: National Geographic, 2019

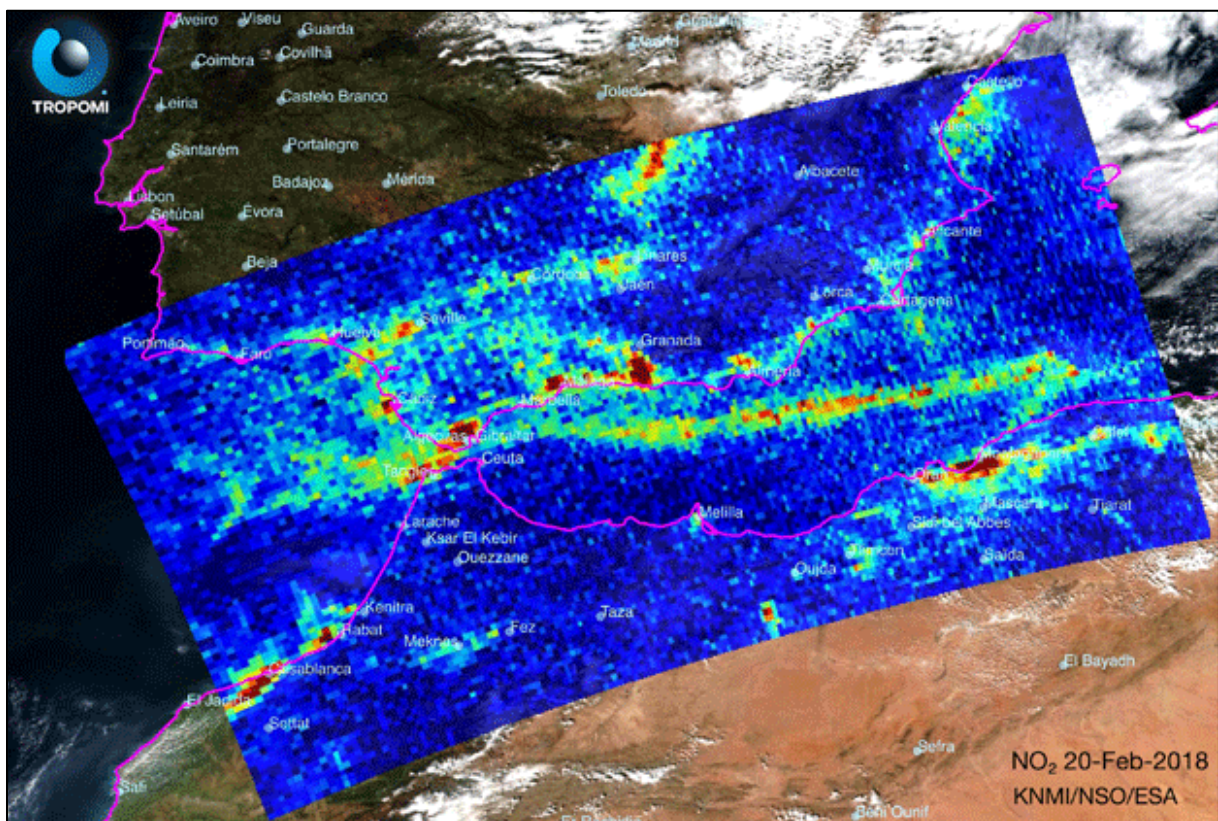
## 2.4. EMISIJA PLINOVA

Pomorski promet predstavlja važan i rastući čimbenik u prometnom sektoru, dok se njegove emisije povećavaju (Murena i dr., 2018; Bachvarova i dr., 2018). Lokalno gledano najbitnije su one emisije koje se događaju u blizini naseljenog prostora, a pretpostavka je da se 70% emisija pojavljuje s kopna (Viana i dr., 2014)., što se najkonkretnije može odnositi na luke i njihovu okolicu. Luke se same po sebi mogu zvati čvorištima svjetske trgovine i gospodarske djelatnosti, a zapravo su glavni izvor onečišćenja s brodova, čime je stanovništvo izloženo dodatnom zagađenju (Bachvarova i dr., 2018). Postoje razlike u emisiji štetnih plinova kod različitih faza plovila unutar luke. Općenito se razlikuju dvije faze: manevriranje i vezivanje (Murena i dr., 2018). Manevriranje se odnosi na sporo kretanje kroz lučko područje, pristajanje i odlazak. Započinje s usporavanjem broda i završava sa smještanjem, a završava kada se postigne brzina izvan granica luke (Murena i dr., 2018). Faza pristajanja odgovara vremenu kada brod, ostaje u luci i pruža hotelske usluge koristeći se energijom pomoćnih motora (Murena i dr., 2018). Upravo se u toj fazi stvara najveći udio emisija od kruzera – 98,1% NO<sub>x</sub> i SO<sub>x</sub> (Murena i dr., 2018). Emisije stakleničkih plinova dok je brod na vezu pridonose između 60% i 88% ukupnih emisija (Styhre i dr., 2017). Globalno i regionalno gledajući, doprinos brodova emisijama SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> i PM nije zanemariv – u svjetskim emisijama prinos dušikovih oksida je veći od 20%, i to oko 10% sumporovih oksida i gotovo 8% lebdećih čestica (Teuchies i dr., 2020). Rezultatu doprinosi to što pomorske brodove pokreću veliki dizelski motori koji obično sagorijevaju niskokalorična goriva, koja sadrže veliku količinu sumpora i teških metala (Zhao i dr., 2012). Djelovanje emisija oblikuju lokalni uvjeti kao što je orografija (može blokirati put zagađenih zračnih masa što dovodi do povećanih koncentracija zagađivača) (Bachvarova i dr., 2018), pojava vjetrova koji ima važnu ulogu u disperziji, transformaciji, uklanjanju ili nakupljanju onečišćujućih tvari u zraku (Zhao i dr., 2012) te drugi utjecaji.

Posljedice tih emisija ostavljaju tragove na svjetskoj klimi, kvaliteti zraka i ljudskom zdravlju u obalnim područjima (Zhao i dr., 2012). Pogoršana kvaliteta zraka djeluje tako da se povećavaju kardiovaskularne bolesti (Zhao i dr., 2012), određene kombinacije tvari na Suncu mogu dovesti do stvaranja ozona koji može ljude učiniti osjetljivima na infekcije dušnih puteva i može pogoršati postojeće respiratorne bolesti, posebno kod starijih i slabijih pojedinaca (Bailey i Solomon, 2004). Djeca su također osjetljivija jer su njihova pluća u razvoju, a i dišni putevi su im uži od onih kod odraslih, što može dovesti do smanjenog kapaciteta pluća i povećanog rizika od bronhitisa i astme (Bailey i Solomon, 2004). Djelovanje na klimu odražava se tako što nije samo u pitanju razina i sastav krutih i plinovitih onečišćujućih tvari, već se mogu povećati procesi formiranja čestica u gradskim područjima (Bachvarova i dr., 2018), a emisije



isto tako mogu značajno izmijeniti mikrofizička i optička svojstva hlađenja oblaka zbog njihove promjene što nadmašuje učinke zagrijavanja stakleničkih plinova (doprinos je velik jer se emisije događaju u regijama s niskim morskim oblacima u inače čistom okolišu) (Eyring i dr., 2010). Jedan od načina na koji se pokušava pratiti zagađeni zrak je preko satelita (Bachvarova i dr., 2018). Jedna snimka koju se snimio satelit Sentinel-5P (Sl. 5.) pokazuje trag dušikovog dioksida koji je ostao u zraku jer brodovi dolaze i odlaze iz Sredozemnog mora., a satelit lako prepoznaje rutu koju plovila koriste za navigaciju kroz Gibraltar (Bachvarova i dr., 2018).



Sl. 5. Trag dušikovog dioksida u zraku nakon prolaska brodova 20. veljače 2018. godine  
Izvor: Bachvarova i dr., 2018

Pored negativnih učinaka, također postoji način na koji se može umanjiti pojava emisija. Jedan od načina je spora plovidba (eng. *slow steaming*) kojom se znatno smanjuje emisija CO<sub>2</sub> po jedinici prijevoza (Styhre i dr., 2017). Problemi koji se javljaju su ti da veće brzine rezultiraju maksimizacijom profita, čime dolazi i do povećanja emisija (Styhre i dr., 2017). Rijetki će žrtvovati moguće profite, a tu je i činjenica da su brodovi izgrađeni tako da učinkovito djeluju pri projektiranoj brzini, tako da znatno niže brzine mogu dovesti do viših razina onečišćujućih tvari u ispušnim plinovima i povećanog troška održavanja (Styhre i dr., 2017). Sljedeće na redu je smanjeno vrijeme prihвата pri vezanju koje omogućuje plovilu da smanji brzinu na moru i

da obavlja jednaku količinu posla/prijevoza – unaprijed rezerviranim mjestima u lukama se umanjuje vrijeme čekanja plovila što povećava produktivnost (Styhre i dr., 2017). Napajanje na kopnu zamjenjuje korištenje privremenih dizelskim motora što poboljšava kvalitetu zraka u gradovima i smanjuje se buka; da bi bilo djelotvorno bitan je izvor struje – ako dolazi od izvora poput vjetra ili vode, emisije se znatno smanjuju, ali ako je od neobnovljivog izvora kao što je ugljen, emisije će se povećati (Styhre i dr., 2017). Tu su još alternativna goriva kojima bi se zamijenilo korištenje fosilnih goriva bio gorivima, za koje su najbolji primjeri ukapljeni prirodni plin i metanol – zamjenom bi bile manje razine emisije lokalnih zračnih zagađivača (Styhre i dr., 2017).

## **2.5. POMORSKA INFRASTRUKTURA I DESTRUKCIJA BRODOVA**

Da bi se pomorski promet uopće mogao odvijati potrebne su luke koje će povezivati destinacije, plovni putovi i kanali za kvalitetniju povezanost, pa tako i izgradnja brodova te njihovo otpremanje. Luke služe u dostavljanju dobara do države ili regije, s tim da čini čvorište za pomorsku infrastrukturu tako što oprema brodove s dobrima za prijevoz i mogućnostima da se ispune zadaci (Lindgren i dr., 2016b). Trebale bi se smatrati kao elementi nodalne logističke infrastrukture, koji kombiniraju ekonomska djelovanja na križanju kopnenog, morskog i zračnog okoliša (Marzantowicz i Dembińska, 2018). Mnoge su aktivnosti koje se povezuju s brodskim aktivnostima, no ono što je sigurno je da imaju negativan utjecaj na okoliš. Samo po sebi zahtijevaju velike površine kopna i mora kako bi se mogla izgraditi odgovarajuća infrastruktura (Lindgren i dr., 2016b). Emisije SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, prizemnog ozona i čestice koje se ispuštaju iz plovila u lukama djeluju na okolna područja, koja su u većini slučajeva gusto naseljena (Lindgren i dr., 2016b). Tu su još negativni utjecaji buke, mirisa, hlapljivih organskih tvari, onečišćenje vode i tla naftnim kemikalijama, bojama i drugim opasnim tvarima, ispušni plinovi iz strojeva, slučajna izlivanje tijekom utovara na terminalima,... (Trozzi i Vaccaro, 2000; Sharma, 2020). U najboljim situacijama, postoji ravnoteža u ekonomskim i ekološkim interesima luka (Trozzi i Vaccaro, 2000), ali ona se ne postiže jednostavno. Korak naprijed u situaciji čini koncept održivog razvoja luka koji se sastoji od tri glavne perspektive: gospodarska perspektiva koja uključuje povrat ulaganja i učinkovito korištenje luke, društveno područje kao što je izravni doprinos zapošljavanju u lučkim poduzećima i ekološka učinkovitost i upravljanje, uključujući buku, kvalitetu zraka, onečišćenje i operacije jaruženja (Marzantowicz, i Dembińska, 2018). Konceptom se omogućuje efikasno iskorištavanje resursa, pad emisija prašine, drugih štetnih tvar i buke, racionalno gospodarenje i iskorištavanje zemljišta, a predstavlja dugoročnu strategiju za održiv i klimatski prihvatljiv razvoj lučke

infrastrukture s ekonomskim, ekološkim i socijalnim prednostima (Marzantowicz, i Dembińska, 2018).

Među prijevoznim sredstvima, brodovi predstavljaju vozila koja se mogu relativno dugo koristiti, no kada se ispune zadaci u dužem rasponu godina, potrebno je otpremiti brod. Uništavanje brodova proces je njihova odlaganja koji uključuje recikliranje otpada poput čelika i drveta, a neiskoristivi trupovi se odlažu u takozvana groblja brodova (Hossain i dr., 2016). Do 1960-ih, to je bio vrlo mehaniziran proces lociran primarno u industrijaliziranim državama, a od 1970-ih se razvija u azijskim državama s ciljem maksimiziranja profita zbog niskih plaća i sigurnosnih standarda (Hossain i dr., 2016). Danas je takvo najpoznatije područje u Bangladešu, koje je inače prostor visoke bioraznolikosti i na kojem se 30 milijuna ljudi opskrbljuje za život (Siddiquee i dr., 2012; Hossain i dr., 2016). Stanovništvo se oslanja na poljoprivredu, ribarstvo, šumarstvo i drugim kulturama koje su sve ovisne o postojanju bioraznolikosti i zdravog okoliša (Hossain i dr., 2016). Ono što narušava to stanje je uništavanje brodova koje sa sobom donosi zagađenje; aktivnosti su gotovo neregulirane čime se degradira raznolika obala (Hossain i dr., 2016). Najviše onečišćenja uzrokuju nafta, fizikalno-kemijski parametri, azbest, teški metali i organski zagađivači (Hossain i dr., 2016). Svako ispuštanje nafte, maziva, masti i sličnog, završava na obali (Siddiquee i dr., 2012). Degradira se obalno tlo i morski okoliš, nafta i masti remete rast i prisutnost morskih organizama poput planktona (Hossain i dr., 2016). Teški metali koji dolaze od boja mogu utjecati na ljudsko zdravlje, pogotovo na periferni živčani sustav i sluh (Hossain i dr., 2016). Azbest, grupa minerala koja prirodno nastaje kao masa svilenih vlakana, može formirati kancerogeni prah i štetno djelovati na zdravlje (Hossain i dr., 2016).

Uništavanje brodova predstavlja izazov i priliku jer pored onečišćenja zapošljava oko 25.000 ljudi (Siddiquee i dr., 2012), a još 200.000 uključeno je u druge povezane poslove (Hossain i dr., 2016). Najveći problem rada je taj što je on visokorizičan, prljav i opasan (Hossain i dr., 2016). Radnici često nisu kvalificirani za rad, a u slučaju ozljede ili smrti, rijetko su osigurani (Hossain i dr., 2016). Radnicima je potrebno osigurati veću sigurnost, odgovarajuće uvjete rada te zaštitu zdravlja (Hossain i dr., 2016). Nadležna tijela države trebala bi odabrati posebnu zonu za ovu industriju te poduzeti preventivne mjere radi sprječavanja ekoloških i zdravstvenih opasnosti koje su svojstvene procesu destrukcije brodova (Siddiquee i dr., 2012).

## 2.6. KRUŽNI PROMET

Kružni turizam u sebi sadrži aspekte koje pogađaju morski okoliš, a dodatno je obilježen rastućim uspjehom i porastom putnika. Od 2009. do 2019. godine godišnji je broj putnika porastao sa 17,8 milijuna na 29,7 milijuna uz stalan rast, sve dok nije došlo do pandemije COVID-19 (CLIA, 2021). Brzi rast kružnog prometa uzrokovao je preispitivanje njegova utjecaja na prirodni okoliš i lokalne zajednice (Dowling i Weeden, 2017). Za kruzere se može reći da su pokretna sela ili gradovi, koji proizvode znatne količine smeća, otpadnih i kanalizacijskih voda koje se često ispuštaju u more bez ikakve sanacije (Davenport i Davenport, 2006). Pitanja utjecaja na okoliš kod kružnog prometa uključuju obradu otpadnih voda, upravljanje krutim otpadom i emisijama plinova te utjecaje na morski i obalni prostor (Dowling i Weeden, 2017). Putnici na tipičnom kruzeru dnevno proizvedu 80.000 litara kanalizacije, jednu tonu smeća, 643.000 litara otpadnih voda (Moscovici, 2017). Još jedan utjecaj na okoliš vidi se u putnicima koji stvaraju pritisak na kapacitet nosivosti u manjim mjestima - naselje Skagway na Aljasci prima po 10.000 turista na dan iako je broj stanovnika 1000 (Moscovici, 2017; Dowling i Weeden, 2017). Zbog emisija plinova i prirode zagađenja, može se primjerice, ubrzati erozija povijesnih zgrada kao što je slučaj Venecije (Dowling i Weeden, 2017). Pozitivna je strana kružnog turizma da ekonomski potiče države u razvoju kroz, primjerice, rast broja radnih mjesta, no države se često zloupotrebljava zbog njihove nemoći i ekonomske nestabilnosti – tretiraju se kao neobnovljivi izvori dobara (Moscovici, 2017).

Kako bi se stanje u kružnom turizmu popravilo, radi se, između ostalog, i na razvoju i uvođenju sustava za čišćenje ispušnih plinova, smanjenju emisija ugljičnog dioksida (Dowling i Weeden, 2017) te pametnijem rješavanju otpadnih voda i odnosa prema okolišu (Moscovici, 2017). Buduća profitabilnost ovisi o poštivanju zaštite okoliša i održivosti, jer potrošači donose svoje izbore ovisno o reputaciji kompanija (Moscovici, 2017).

### 3. BUDUĆNOST

Pomorski promet samo je jedan dio globalnog prijevoznog sustava, a kao takav ima poteškoće prilikom ispunjavanja ciljeva održivosti (Brynolf i dr., 2016). Aktivnost pomorskog prometa povećava se s rastom svjetske ekonomije, a isto vrijedi i za utjecaj na okoliš i ljudsko zdravlje. Kod pitanja održivosti, u pronalasku rješenja bitno je sagledati ne samo ekološke, nego i društvene i ekonomske aspekte koji su međusobno povezani (Brynolf i dr., 2016).

Važna organizacija koja se bavi pitanjem održivosti u pomorskom prometu je UN-ova Međunarodna pomorska organizacija (IMO). Osnovana je radi stvaranja i razvoja međunarodnih ugovora i drugih mehanizama u području sigurnosti, obeshrabrivanja štetnih praksi u međunarodnoj trgovini i smanjenja onečišćenja mora (Britannica, n.d.). Organizacija usvaja konvencije i razvija koncepte koji se odnose na morski okoliš (Britannica, n.d.). Jedan koncept kojeg je IMO razvio je „koncept održivog sistema pomorskog prometa“ (Andersson i dr., 2016). Usmjeren je na siguran, učinkovit i pouzdan prijevoz dobara po cijelom svijetu, kao i na smanjenje zagađenja, maksimiziranje energetske učinkovitosti i očuvanje resursa (Andersson i dr., 2016). Dijeli se na više područja, kao što su kultura sigurnosti i upravljanje okolišem, obrazovanje i osposobljavanje u području pomorstva i potpore pomorcima, energetska učinkovitost i kontakt brod-luka, opskrba brodova energijom, pomorski sustavi za podršku i savjetovanje, pomorska sigurnost, tehnička suradnja, nova tehnologija i inovacije, financiranje, odgovornost i mehanizmi osiguranja te upravljanje oceanima (Andersson i dr., 2016). IMO može iskoristiti svoju poziciju za određivanje globalnih standarda međunarodnog pomorskog prometa i za osiguravanje koordinacije pomorski održivog razvoja (IMO, 2013). Također, moguće je smanjiti potrošnju resursa zbog čega je IMO razvio „plan za upravljanje energetske učinkovitošću brodova“, prema čijim se preporukama vlasnici brodova i organizacija pomorskog prometa trebaju fokusirati na nekoliko glavnih točaka: učinkovitu potrošnju goriva, projektiranje pogonskog sustava, održavanje i upravljanje strojevima i opremom, upravljanje brodom i flotom, optimizaciju prijevoza tereta i treniranje osoblja (Kolio, 2019).

IMO je u najboljoj poziciji za donošenje regulativa, koncepata i konvencija kojim se može doći korak bliže razvoju održivog pomorskog prometa, no bitno je uključiti druge organizacije i dijelove društva. Važno je povećati globalnu svijest o okolišu, ojačati propise i provedbe te poboljšati tehnička rješenja jer će se na taj način ubrzati općeniti napredak prema ekološkoj održivosti (IMO, 2013).

#### 4. ZAKLJUČAK

Pomorski promet ima veliku ulogu u transportu robe i dobara, koju povećava sve veći razvoj svjetske trgovine u uvjetima globalizacije. Postoje brojne flote brodova, luke te razne prometne rute kojima redovito putuju plovila, a ta brojnost direktno utječe na prirodne, društvene i ekonomske aspekte okoliša, bilo pozitivno ili negativno.

Pozornost najviše privlače izljevi nafte i otpadnih voda kao najizravni utjecaj na okoliš. U slučaju naftnih izljeva najveći problem predstavljaju obujmom mali, no kumulativno štetni izljevi koji djeluju gore na okoliš nego slučajni katastrofalni izljevi. Problem proizlazi iz činjenice da se takvi izljevi teško uočavaju. Postoje sateliti i zračne snimke koje nadziru mora i prometne rute, ali, ovisno o uvjetima, gužvi brodova i dokazima, slučajevi mogu proći nekažnjeno. Nafta loše djeluje na morske i ostale organizme koji su joj izloženi, a kod ljudi ostavlja posljedice na dišni, probavni i cirkulacijski sustav.

Otpadne vode se sastoje od crnih i sivih voda koje se nakupljaju u brodu ljudskim djelovanjem. Crna voda označava kanalizaciju te je zagađenija, a siva je ne-kanalizacijska voda. Za njihovo rješavanje postoje mjesta za otpremu na obali i regulacije koje kontroliraju što je i gdje zabranjeno ispuštati prilikom plovidbe. Zbog toga što se sastoje od štetnih tvari, može doći do povećanog rizika od bolesti kod ljudi, poremećaja u zajednicama morskih organizama, narušava se i rekreacijska vrijednost obale.

Balastne vode, za razliku od otpadnih, ne sadrže štetne tvari, ali olakšavaju prijelaz vrsta iz međusobno udaljenih okoliša. Ukoliko su uvjeti povoljni, može doći do razvoja invazivnih vrsta koje rade štetu autohtonim vrstama. Drugi problem je taj što veći organizmi mogu prenositi i patogene te tako prenijeti bolest iz jednog kraja svijeta na drugi.

Od svog morskog otpada koji završi u moru, 20% otpada na pomorski promet i ribolovni sektor. Najzastupljeniji materijal čini plastika koja se zbog svoje izdržljivosti i nemogućnosti biorazgradnje fragmentira u mikroplastiku. Ona ima tendenciju okupljanja u centru kružnih oceanskih struja uz sav ostali otpad, zbog mirnoće i stabilnosti u centru struja. Učinci su takvi da mogu biti loši za zdravlje, loše djeluje na estetsku vrijednost mora i obale, te oštećuje brodove i njihove dijelove.

Rastom važnosti pomorskog prometa dolazi do porasta emisije plinova. Većina emisija događa se 400 km od obale, posebno u fazi kada je brod u vezu i kada se provode hotelske usluge u slučaju kruzera. Zbog blizine naselja, stanovništvo je izloženo zagađenju zraka iz luka, a zagađenost prostora ovisi o njegovim geografskim obilježjima. Emisije plinova utječu na pad kvalitete zraka, što loše djeluje na ljudsko zdravlje. Mogu djelovati i na vremenske procese, a nije zanemariv niti njihov udio u globalnim emisijama.

Luke šire utjecaje na naseljenu okolinu. Negativne posljedice su loša kvaliteta zraka, buka, miris, boje i druge opasnih tvari. Bitno je da postoji ravnoteža između ekološkog i ekonomskog interesa kako bi situacija bila održiva.

Rastavljanje i uništavanje brodova predstavlja problem u onim lokacijama u kojima se provodi. Aktivnost je najzastupljenija u Aziji, s najpoznatijim središtem u Bangladešu. Obale te države, koje su nekada bile biološki raznolike i bogate, postale su degradirane zbog djelovanja nafte, teških metala i drugih tvari. Istovremeno, industrija rastavljanja brodova predstavlja posao s mnogo rizika i lošim radnim uvjetima, bez obzira na ovisnost lokalnog stanovništva o njemu.

Razvojem turizma i rastom broja turista ujedno raste i kružni turizam. Na brodovima se proizvodi velika količina smeća i otpadnih voda, a putnici stavljaju pritisak na kapacitet nosivosti mjesta koja posjećuju. Emisije plinova po putniku, rješavanje otpada i otpadnih voda su problemi koji obilježavaju ovakav turizam.

Nakon promatranja negativnih čimbenika potrebno je okrenuti se budućnosti i smisliti kako ići naprijed. Pomorski promet se povećava, što uzrokuje i povećanje problema vezanih uz njega. Organizacije kao što su Međunarodna pomorska organizacija (IMO) rade na konceptima i konvencijama s pravilima koja treba pratiti, no to ne uvjetuje da će ih se strogo poštivati. Ipak, postojanje određenih normi koje propisuju dopuštena ili zabranjena ponašanja, u zajedničkom radu s razvojem tehnologije, može voditi većoj održivosti pomorskog prometa. Tako je za bolji razvoj potrebno razmatrati stanje s više perspektiva na umu.

Pomorski promet treba se razvijati u smjeru potpune održivosti. Problemi izljeva nafte, otpadnih i balastnih voda, otpada te emisija plinova i neadekvatne infrastrukture moraju se riješiti. Primjerice, rad na pojačanom nadzoru može dovesti do smanjenja izljeva nafte, sustavi za obradu otpadnih voda mogu se usavršavati, a problem balastnih voda može se riješiti kroz naprednije procese tretmana voda. Većina utjecaja djeluje kumulativno, što vodi do toga da bilo kakva pozitivna promjena može dovesti do bolje održivosti i bolje sinergije između okoliša, gospodarstva i čovjeka.

## 5. LITERATURA

1. Al-Ruzouq, R., Gibril, M.B.A., Shanableh, A., Kais, A., Hamed, O., Al-Mansoori, S., Ali, Khalil, M., 2020: Sensors, Features, and Machine Learning for Oil Spill Detection and Monitoring: A Review, *Remote Sensing*, 12(20), 3338
2. Andersson, K., Baldi, F., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Granhag, L., Svensson, E., 2016: Shipping and the Environment, in: Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Wilewska-Bien, M. (eds.): *Shipping and the Environment*, Springer, Berlin, Heidelberg, 3-27
3. Bachvarova, E., Spasova, T., Marinski, J., 2018: Air Pollution and Specific Meteorological Conditions at the Adjacent Areas of Sea Ports, *IFAC-PapersOnLine*, 51(30), 378-383
4. Bailey, D., Solomon, G., 2004: Pollution prevention at ports: clearing the air, *Environmental Impact Assessment Review*, 24(7-8), 749-774
5. Bertazzon, S., O'Hara, P.D., Barrett, O., Serra-Sogas, N., 2014: Geospatial analysis of oil discharges observed by the National Aerial Surveillance Program in the Canadian Pacific Ocean, *Applied Geography*, 52, 78-89
6. Britannica, n.d.: International Maritime Organization, Encyclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/topic/International-Maritime-Organization> (16.9.2021.)
7. Brynolf, S., Lindgren, J.F., Andersson, K., Wilewska-Bien, M., Baldi, F., Granhag, L., Johnson, H., Linné, P., Svensson, E., Zetterdahl, M., 2016: Improving Environmental Performance in Shipping, in: Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Wilewska-Bien, M. (eds.): *Shipping and the Environment*, Springer, Berlin, Heidelberg, 399-418
8. Carpenter, A., 2018: Oil pollution in the North sea: The impact of Governance measures on oil pollution over several decades, *Hydrobiologia*, 845(1), 109–127
9. Cruise Lines International Association (CLIA), 2021: Number of ocean cruise passengers worldwide from 2009 to 2020, <https://www.statista.com/statistics/385445/number-of-passengers-of-the-cruise-industry-worldwide/> (14.9.2021.)
10. Davenport, J., Davenport, J.L., 2006: The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67(1-2), 280-292
11. Dowling, R., Weeden, C., 2017: The world of Cruising, in: Dowling, R., Weeden, C. (eds.): *Cruise Ship Tourism*, (2nd ed.), CABI, Oxfordshire, 1-39



12. European Environment Agency (EEA), 2021: Motorised transport: train, plane, road or boat — which is greenest?, <https://www.eea.europa.eu/highlights/motorised-transport-train-plane-road> (25.8.2021.)
13. Eyring, V., Isaksen, I.S.A., Berntsen, T., Collins, W.J., Corbett, J.J., Endresen, O., Grainger, R.G., Moldanova, J., Schlager, H., Stevenson, D.S., 2010: Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping, *Atmospheric Environment*, 44, 4735-4771
14. Hrvatska enciklopedija, 2021: pomorski promet, iz: Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=49365> (25.8.2021.)
15. Hossain, M.S., Fakhruddin, A.N.M., Chowdhury, M.A.Z., Gan, S.H., 2016: Impact of ship-breaking activities on the coastal environment of Bangladesh and a management system for its sustainability, *Environmental Science & Policy*, 60, 84-94
16. Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL), 2020: Number of ships in the world merchant fleet as of January 1, 2020, by type, <https://www.statista.com/statistics/264024/number-of-merchant-ships-worldwide-by-type/> (26.8.2021.)
17. International Maritime Organization (IMO), 2013: Concept of a Sustainable Maritime Transportation System, <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=1163&menu=1515> (17.9.2021.)
18. International Chamber of Shipping (ICS), n.d.: Shipping and world trade: driving prosperity, <https://www.ics-shipping.org/shipping-fact/shipping-and-world-trade-driving-prosperity/> (25.8.2021.)
19. Jägerbrand, A.K., Brutemark, A., Barthel Svedén, J., Gren, I.M., 2019: A review on the environmental impacts of shipping on aquatic and nearshore ecosystems, *Science of the Total Environment*, 695, 1-13
20. Lindgren, J.F. Salo, K., Brynolf, S., Andersson, K., Svensson, E., Zetterdahl, M., Granhag, L., Magnusson, M., 2016a: The Natural Environment and Human Impacts, in: Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Wilewska-Bien, M. (eds.): *Shipping and the Environment*, Springer, Berlin, Heidelberg, 29-74
21. Lindgren, J.F., Wilewska-Bien, M., Granhag, L., Andersson, K., Eriksson, K.M., 2016b: Discharges to the sea, in: Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Wilewska-Bien, M. (eds.): *Shipping and the Environment*, Springer, Berlin, Heidelberg, 125-168

22. Marzantowicz, Ł., Dembińska. I., 2018: The Reasons for the Implementation of the Concept of Green Port in Sea Ports of China, *Logistics and Transport*, 37, 121-128
23. Moscovici, D., 2017: Environmental Impacts of Cruise Ships on Island Nations, *Peace Review*, 29(3), 366-373
24. Murena, F., Mocerino, L., Quaranta, F., Toscano, D., 2018: Impact on air quality of cruise ship emissions in Naples, Italy, *Atmospheric Environment*, 187, 70-83
25. National Geographic, 2019: Great Pacific Garbage Patch, <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/> (11.9.2021.)
26. Rahim, M.M., Islam, M.T., Kuruppu, S., 2016: Regulating global shipping corporations' accountability for reducing greenhouse gas emissions in the seas, *Marine Policy*, 69, 159-170
27. Sharma, E., 2020: Measuring impact of Indian ports on environment and effectiveness of remedial measures towards environmental pollution, *Int. J. Environment and Waste Management*, 25(3), 356-380
28. Siddiquee, N.A., Parween, S., Quddus, M.M.A., Barua, P., 2012: Heavy Metal Pollution in Sediments at Ship Breaking Area of Bangladesh, *Asian Journal of Water*, in: Subramanian, V. (eds.): *Coastal Environments: Focus on Asian Regions*, Springer, Dordrecht, 78-87
29. Slišković, M., Ukić, H., Božić, K., 2016: Assessment of Solid Waste from Cruise Ships in the Port of Split, *Transactions on Maritime Science*, 05(02), 155-160
30. Styhre, L., Winnes, H., Black, J., Lee, K., Le-Griffin, H., 2017: Greenhouse gas emissions from ships in ports – Case studies in four continents, *Transportation Research Part D*, 54, 212-224
31. Teuchies, J., Cox, T.S.C., Van Itterbeeck, K., Meysman, F.J.R., Blust, R., 2020: The impact of scrubber discharge on the water quality in estuaries and ports, *Environmental Sciences Europe*, 32, 1-11
32. Trozzi, C., Vaccaro, R., 2000: Environmental Impact Of Port Activities, *WIT Transactions on the Built Environment*, 51, 151-161
33. Viana, M., Hammingh, P., Colette, A., Querol, X., Degraeuwe, B., de Vlieger, I., van Aardenne, J., 2014: Impact of maritime transport emissions on coastal air quality in Europe, *Atmospheric Environment*, 90, 96-105

34. Vollaard, B., 2017: Temporal displacement of environmental crime: Evidence from marine oil pollution, *Journal of Environmental Economics and Management*, 82, 168-180
35. Werschkun, B., Banerji, S., Basurko, O.C., David, M., Fuhr, F., Gollasch, S., Grummt, T., Haarich, M., Jha, A.N., Kacan, S., Kehrer, A., Linders, J., Mesbahi, E., Pughiuc, D., Richardson, S.D., Schwarz-Schulz, B., Shah, A., Theobald, N., von Gunten, U., Wieck, S., Höfer, T., 2014: Emerging risks from ballast water treatment: The run-up to the International Ballast Water Management Convention, *Chemosphere*, 112, 256-266
36. Zhao, M., Zhang, Y., Ma, W., Fu, Q., Yang, X., Li, C., Zhou, B., Yu, O., Chen, L., 2012: Characteristics and ship traffic source identification of air pollutants in China's largest port, *Atmospheric Environment*, 64, 277-286

## 6. IZVORI

1. Al-Ruzouq, R., Gibril, M.B.A., Shanableh, A., Kais, A., Hamed, O., Al-Mansoori, S., Ali, Khalil, M., 2020: Sensors, Features, and Machine Learning for Oil Spill Detection and Monitoring: A Review, *Remote Sensing*, 12(20), 3338
2. Andersson, K., Baldi, F., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Granhag, L., Svensson, E., 2016: Shipping and the Environment, in: Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren, J.F., Wilewska-Bien, M. (eds.): *Shipping and the Environment*, Springer, Berlin, Heidelberg, 3-27
3. Bachvarova, E., Spasova, T., Marinski, J., 2018: Air Pollution and Specific Meteorological Conditions at the Adjacent Areas of Sea Ports, *IFAC-PapersOnLine*, 51(30), 378-383
4. National Geographic, 2019: Great Pacific Garbage Patch, <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/> (11.9.2021.)
5. World Ocean Review (WOR), 2010: Species encroaching on alien territories, <https://worldoceanreview.com/en/wor-1/marine-ecosystem/invasive-species/> (8.9.2021.)

## **7. PRILOZI**

### **Popis slika**

Sl. 1. Utjecaji pomorskog prijevoza na okoliš tijekom uporabe plovila .....	3
Sl. 2. Incidenti izlivanja nafte prepoznati na satelitskim snimkama Sentinel-1 (oil spill – naftni izljev, ship spill – izljevi s broda, lookalikes - dvojnici).....	5
Sl. 3. Raspodjela i intenzitet invazivnih vrsta po područjima .....	6
Sl. 4. Izmjerena količina plastičnih predmeta u oceanskim vrtlozima struja po kvadratnom kilometru (u tisućama) .....	9
Sl. 5. Trag dušikovog dioksida u zraku nakon prolaska brodova 20. veljače 2018. godine ....	11