

Štetan utjecaj balastnih voda na morski okoliš

Žagar, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:743582>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-07**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

MARIN ŽAGAR

**ŠTETAN UTJECAJ BALASTNIH VODA NA MORSKI
OKOLIŠ**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**ŠTETAN UTJECAJ BALASTNIH VODA NA MORSKI
OKOLIŠ**

**HARMFUL IMPACT OF BALLAST WATER ON THE
MARINE ENVIRONMENT**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Ekologija u prometu

Mentor: dr. sc. Radoslav Radonja, izv. prof.

Student: Marin Žagar

Studijski smjer: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0069076329

Rijeka, rujan 2022.

Student/studentica: Marin Žagar

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0069076329

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom Štetan utjecaj balastnih voda na morski okoliš izradio samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Radoslava Radonje.

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo/la u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezo/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH

c) pristup korisnicima matične ustanove

- d) rad nije dostupan

Student



Marin Žagar

Student/studentica: Marin Žagar

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa


JMBAG: 0069076329

IZJAVA STUDENTA – AUTORA O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student/studentica – autor



(potpis)

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je štetan utjecaj balastnih voda na morski okoliš. Balastne vode koriste se na brodovima da bi se osigurao stabilitet broda kada je brod prazan te da bi plovidba bila sigurnija. Kada brodovi iskrcavaju teret, ukrcavaju balastnu vodu na jednom mjestu, a kada dođu u drugu luku tu vodu iskrcavaju i tako dolazi do prijenosa novih vrsta i raznih mikroorganizama.

U ovom radu navedena je pravna regulativa problematike vodenog balasta, prikazani načini postupanja s balastom na brodu (postupci izmjene, obrade i nadzora nad balastom), raspravlja se o utjecaju invazivnih vrsta koje se prenose vodenim balastom te spominju moguća rješenja koje nam nosi budućnost da bi se onečišćenje vodenim balastom spriječilo.

Ključne riječi: balastne vode, balastni talog, izmjena balasta, invazivne vrste

SUMMARY

The topic of this thesis is the harmful effects of ballast water on the marine environment. Ballast water is used on ships to keep the stability of the ship when the ship is empty and to make navigation safer. When ships unload their cargo, they take on ballast water at one location, and when they reach another port, they discharge this water, transferring new species and various microorganisms.

This paper presents the legal requirements on water ballast, explains the handling of ballast on board (procedures for exchanging, processing, and monitoring ballast), discusses the impact of invasive species transmitted by water ballast, and identifies possible solutions for the future to prevent pollution from water ballast.

Keywords: ballast water, ballast sediment, ballast exchange, invasive species

SADRŽAJ

SAŽETAK	III
SUMMARY	III
SADRŽAJ	IV
1. UVOD	1
2. OPĆENITO O BALASTNIM VODAMA	2
2.1. ŠTETNI UTJECAJ BALASTNIH VODA.....	3
2.2. VODENI BALAST KAO PRIJETNJA.....	4
3. PRAVNA REGULATIVA PROBLEMATIKE VODENOG BALASTA ..	5
3.1. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O NADZORU I UPRAVLJANJU BRODSKIM BALASTNIM VODAMA I TALOZIMA (IMO)	5
3.2. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPREČAVANJU ONEČIŠĆENJA MORA S BRODOVA	7
3.3. KONVENCIJA UN-a O PRAVU MORA.....	7
3.4. MEĐUNARODNA POMORSKA ORGANIZACIJA	7
3.5. ODBOR ZA ZAŠTITU MORSKOG OKOLIŠA.....	8
3.6. PRAVNA REGULATIVA U REPUBLICI HRVATSKOJ	8
4. BALASTNE VODE NA BRODU	10
4.1. NAČINI IZMJENE BALASTNIH VODA	10
4.1.1. <i>Izmjena vodenog balasta preko sekvencijske metode</i>	11
4.1.2. <i>Prepumpavanje ili ispiranje balasta</i>	12
4.1.3. <i>Brazilska metoda ispiranja ili metoda razrjeđivanja</i>	12
4.2. NAČINI OBRADJE VODENOG BALASTA.....	13
4.2.1. <i>Primarne metode – metode mehaničke obrade</i>	14
4.2.2. <i>Sekundarne metode – fizikalne i kemijske metode</i>	15
4.2.3. <i>Kombinirane metode</i>	17
4.3. KONTROLIRANJE KOD IZMJENE BALASTNIH VODA.....	18
4.3.1. <i>Tehnički način kontrole izmjene balastnih voda</i>	19
4.3.2. <i>Biološki način kontrole izmjene balastnih voda</i>	19
5. UTJECAJ INVANZIVNIH VRSTA KOJE SE PRENOSE PUTEM BALASTNIH VODA	20

5.1. INVANZIVNE VRSTE I NJIHOVO ZNAČENJE.....	21
5.2. UTJECAJ INVANZIVNIH VRSTA NA LJUDSKO ZDRAVLJE	26
5.3. INVANZIVNE VRSTE NA PODRUČJU RH.....	27
6. BUDUĆI RAZVOJ I MOGUĆA RJEŠENJA	29
6.1. BROD BEZ BALASTA	29
6.2. METODE I TEHNOLOGIJE ZA OTKRIVANJE MIKROORGANIZAMA	30
7. ZAKLJUČAK.....	31
LITERATURA	32
POPIS TABLICA.....	35
POPIS SLIKA.....	36
POPIS KRATICA	37

1. UVOD

Pomorski promet predstavlja izrazito važan način povezivanja globalnog gospodarstva kako tijekom povijesti tako i danas. Porastom njegovog udjela u međunarodnoj razmjeni može se uočiti i potreba za povećanjem kapaciteta brodova, a posljedično i snage porivnih strojeva.

Tehnološkim razvojem, kao porivni strojevi na brodovima počinju se koristiti dvotaktni sporo-okretni dizelski motori, a kao gorivo najčešće je u uporabi teško gorivo ili brodsko dizelsko gorivo. Zbog rasta globalne potražnje za sirovom naftom počinju se koristiti brodovi za njen prijevoz morem (tankeri). Karakteristično je za te brodove da jedan dio putovanja imaju tankove pune tereta, a na povratku po novi teret putovanje odrađuju s praznim tankovima tereta. No, s praznim tankovima tereta njihov stabilitet može biti ugrožen u slučaju lošeg vremena. Stoga su se u trup broda počeli ugrađivati odvojeni tankovi u koje se ukrcava balast (morska ili slatka voda) kako bi se brodu omogućila sigurnija plovidba. Pri tom, nije se pridavala prevelika pozornost utjecaju pomorstva na okoliš kao ni sprječavanju onečišćenja mora. Sa sve većim oscilacijama u opterećenju broda, odnosno razlici u težini između punog i praznog broda, sve važniji problem postao je njegov balast. U svrhu izjednačavanja spomenute razlike najjednostavnije je bilo iskoristiti vodu. No, štetan utjecaj po morski okoliš koji može prouzročiti izmjena balastnih voda i taloga nije odmah prepoznat. Posljedice su iznimne i nimalo bezazlene i zanemarive, te u nekim iznimnim slučajevima može doći i do promjene cijelih morskih ekosustava, a posljedice mogu biti izuzetno štetne i opasne čak i po ljudsko zdravlje.

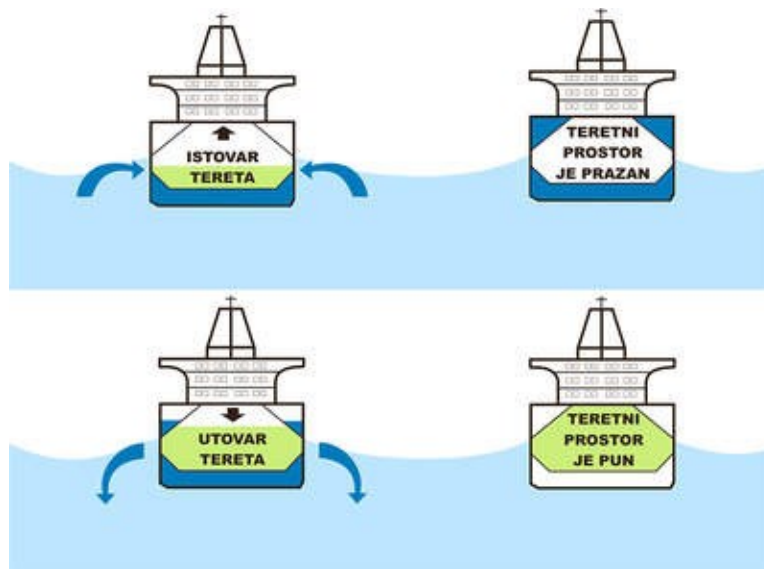
2. OPĆENITO O BALASTNIM VODAMA

Prije otprilike 120 godina od početka korištenja čelika za izgradnju trupa broda, voda se koristila za osiguranje stabilneta brodova na moru. Primarno, u svrhu osiguranja uronjenosti broskog vijka i povećanja manevarskih sposobnosti. Vodeni balast ima veliku važnost kada je brod prazan, odnosno kada ne prevozi teret. Dakle, brodovi tijekom iskrcavanja tereta ukrcavaju balastnu vodu. Jednako tako, kada ukrcavaju teret, iskrcavaju balastnu vodu.

Balastne vode bitne su za sigurna i efikasna putovanja broda, no isto tako one nose i negativnu stranu. Predstavljaju ozbiljan ekološki, ekonomski i zdravstveni problem zbog raznih morskih vrsta poput bakterija, mikroorganizama, jajašca, mekušaca i različitih vrsta larva koje se prenose putem vodenog balasta.

Balastna voda podrazumijeva vodu koja je ukrcana na brod da bi se postigla lakša upravljivost i stabilnost broda tijekom plovidbe. U njoj se mogu pronaći razni organizmi pa tako ona može sadržavati ličinke školjkaša, puževa, rakova, alge, ali isto tako i razna fekalna onečišćenja te razne viruse i bakterije. Mnogi od tih organizama ne prežive ulaz u brod preko balastnog sustava, no oni organizmi koji prežive mogu uzrokovati ozbiljne posljedice u području u kojem će se balastna voda ispustiti. No, da bi organizam, koji uspije doći u balastne tankove mogao preživjeti, mora proći kroz nekoliko faza. Na kraju uspiju preživjeti samo oni najotporniji organizmi.

Tanker i veliki brodovi za prijevoz rasutog tereta se smatraju najvećim onečišćivačima morskog okoliša po pitanju balastnih voda. Razlog tomu je njihov način poslovanja gdje je uobičajeno da jedan dio putovanja (od ukrcanja do iskrcanja i natrag) zapravo plove bez tereta, pa im je u tom slučaju balast neophodan. Njihov način rukovanja vodenim balastom je takav da na jednom kraju svijeta uzmu vodeni balast, a na drugom ga ispuste. To može imati ozbiljne posljedice jer na taj način mogu ugroziti veliku površinu mora. Problem balastnih voda uočen je početkom 20. stoljeća pronalaskom tropskih algi kremenjašica u Sjevernom moru. [4]



Slika 1. Prikaz unošenja i pražnjenja balastnih voda, [17]

2.1. ŠTETNI UTJECAJ BALASTNIH VODA

U načelu, štetan utjecaj balastnih voda može se prepoznati u tri područja: ekološkom, ekonomskom i onom koje ugrožava ljudsko zdravlje.

U ekološkom smislu on se najčešće prepoznaje kroz prenošenje tzv. invazivnih vrsta. To su različiti organizmi koji (prenijeti putem balastnih voda) dolaskom u novo područje zapravo nemaju prirodnih neprijatelja te se prilagođavaju i počinju intenzivno razmnažati i na taj način ugrožavati opstanak domicilnih organizama. Invazivna vrsta djeluje na biološki utjecaj na način da smanji broj i količinu domaće vrste tako što im oduzme prostor i hranu te putem razmnožavanja. Svojim djelovanjem preko razmnožavanja invazivna vrsta unosi parazite, patogene bakterije i viruse u domaću vrstu. [22]

Štetan ekološki utjecaj vrlo često se može odraziti i u ekonomskom smislu, na one gospodarske grane koje su izravno povezane uz korištenje morskih resursa. Primjerice, negativno djeluju na ribarstvo, marikulturu, smanjuju kvalitetu vode, loše utječu na industriju i slično. Sve spomenuto daje slabije rezultate na tržištu što u konačnici rezultira padom ekonomije. [13]

Štetan utjecaj na ljudsko zdravlje može biti uzrokovan različitim bakterijama i virusima kao prijenosnicima oboljenja. Putem balastnih voda u Australiju je iz Japana i Južne Koreje unesen toksični fitoplankton koji se putem konzumiranja školjki prenio i na ljude uzrokovavši teže zdravstvene posljedice (paralizu, pa čak i smrtne slučajeve). [9]

2.2. VODENI BALAST KAO PRIJETNJA

Da bi se vodeni balast smatrao prijetnjom moraju se ispuniti odgovarajući uvjeti, [13]:

- organizmi moraju biti prisutni u vodi gdje se uzima balast
- organizmi moraju u vodeni balast biti uneseni živi
- organizmi moraju biti otporni te preživjeti ispuštanje vodenog balasta, kao i putovanje
- organizmi se moraju prilagoditi u novom okolišu i biti ispušteni u količinama koje omogućuju daljnje reproduciranje.

3. PRAVNA REGULATIVA PROBLEMATIKE VODENOG BALASTA

S prvim detaljnijim istraživanjima o problematici balastnih voda znanstvenici su krenuli tek početkom 70-ih godina prošlog stoljeća iako je prvi štetan utjecaj balastnih voda uočen već 1903. godine. [22]

3.1. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O NADZORU I UPRAVLJANJU BRODSKIM BALASTNIM VODAMA I TALOZIMA (IMO)

Međunarodna konvencija o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima (u daljnjem tekstu Konvencija) prihvaćena je 13. veljače 2004. godine na konferenciji, održanoj u sjedištu Međunarodne pomorske organizacije (IMO) u Londonu.

Ova Konvencija je prvi međunarodni instrument usmjeren da se postupcima upravljanja i kontrole vodenog balasta spriječi širenje vodenih organizama i patogena. Vodenim balastom prenose se razni organizmi koji su štetni za nova staništa.

Konvencija se sastoji od dva dijela i dva priloga:

Dijelovi:

1. dio – Osnovni dio raspoređen u 22 članka
2. dio – Pravila za nadzor i upravljanje brodskim balastnim vodama i talozima s 5 poglavlja

Prilozi:

Prilog 1. – Obrazac međunarodne svjedodžbe

Prilog 2. – Dnevnik balastnih voda

U tekstu Konvencije definirani su pojmovi poput: nadležna uprava, balastne vode, upravljanje balastnim vodama, svjedodžba, vijeće, konvencije, bruto-tonaža, štetni vodeni organizmi i patogeni, organizacija, glavni tajnik, talozi i brod.

Ovu Konvenciju čine dva dijela – Osnovni dio od 22 članka te Pravila za nadzor i upravljanje vodenim balastima i talozima podijeljenih u pet poglavlja. Svako poglavlje sadrži svoja pravila: Dodatak.

Poglavlje A – Opće odredbe (sačinjavaju ga pravila od A-1 do A-5)

Poglavlje B – Pravila za upravljanje i nadzor za brodove (sačinjavaju ga pravila od B-1 do B-6)

Poglavlje C – Posebni zahtjevi za određena područja (sačinjavaju ga pravila od C-1 do C-3)

Poglavlje D – Standardi za upravljanje balastnim vodama (sačinjavaju ga pravila od D-1 do D-5)

Poglavlje E – Zahtjevi o pregledima i izdavanje svjedodžbi za upravljanje balastnim vodama (sačinjavaju ga pravila od E-1 do E-5)

Prema Konvenciji, balastne vode možemo definirati kao vode sa suspendiranim tvarima ukrcane na brod radi kontrole poprečnog i uzdužnog nagiba broda, gaza i stabiliteta broda. [25]

Upravljanje balastnim vodama je mehaničko, kemijsko, fizičko i biološko postupanje ili kombinacija tih postupaka kojima se uklanja, čini neopasnim ili izbjegava uzimanje ili ispuštanje štetnih vodenih organizama i patogena u balastne vode i taloge.[25]

Taloge možemo definirati kao tvari koje su nataložene u balastnim tankovima unutar broda.

Definicija broda podrazumijeva bilo koje plovilo u vodenom okolišu koje može uključivati podmornice, plovne objekte, plutajuće platforme, plovne skladišne jedinice, plovne jedinice za proizvodnju, skladištenje i prekrcaj. [25]

3.2. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPREČAVANJU ONEČIŠĆENJA MORA S BRODOVA

Pod okriljem Međunarodne pomorske organizacije (IMO) 1973. godine donesena je tzv. MARPOL konvencija (engl. International Convention for the Prevention of Pollution Ships) čiji je cilj smanjenje negativnog učinka pomorstva na onečišćenje okoliša. 1978. godine MARPOL konvencija dobiva novi naziv, MARPOL 73/78, no 1997. ponovo se uvodi skraćeni naziv (MARPOL). IMO je preporučio upotrebu skraćenog naziva zbog toga što je konvencija bila dopunjena novim prilogom 6 koji je istaknuo načine sprječavanja onečišćenja atmosfere s brodova.

Konvenciju čini osnovni tekst konvencije, dva protokola i šest priloga. Prvi protokol podrazumijeva izvješća o onečišćenju, a drugi obuhvaća arbitražu nakon onečišćenja. Žarište su joj brodovi država potpisnica, a ne javni i ratni brodovi

3.3. KONVENCIJA UN-a O PRAVU MORA

Ova konvencija je na snagu stupila 1982. godine čiji je cilj međusobna suradnja država potpisnica da pomažu državama kojima je to nužno i koje traže pomoć te država koje su u razvoju u istraživanju, iskorištavanju i očuvanju svojih bogatstava. Ova Konvencija ne rješava probleme balastnih voda. U članku 196. vidi se razlika između onečišćenja i unosa stranih organizama u okoliš, odnosno da se prijenos morskih organizama koji se prenose čitavim svijetom preko balastnih voda ne smatra štetnim. [2]

3.4. MEĐUNARODNA POMORSKA ORGANIZACIJA

Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime Organization - IMO) na svojoj 20. sjednici održanoj 13. veljače 2004. u Londonu usvojila je rezoluciju A 868 (20). Ona sadrži smjernice o načinu upravljanja i nadzoru nad brodskim balastnim sustavima kako bi se spriječio sve veći unos stranih organizama na nova staništa putem vodenog balasta.

Smjernice nalažu da brodovi moraju imati „Plan upravljanja balastnim vodama“ u kojem se definiranju svi postupci u svezi balastnog sustava na određenom brodu. Plan se

razlikuje za svaki brod, ovisno o vrsti. Svaki brod mora imati „Knjigu balasta“ za koju su zaduženi časnici palube te u nju bilježe datume o izmjenama, poziciji broda tijekom izmjene balastne vode, podatke o tankovima, temperaturi te količini unesene i ispuštene balastne vode.

Smjernice se odnose na sve države članice IMO-a i na sve brodove, no svaka država može sama odrediti u kojoj mjeri će se one primjenjivati. Smjericama je preporučena izmjena balastnih voda na otvorenom moru (200 M od obale). Osim toga, obveza je 200 M i dubina veća od 200 m. Ukoliko to nije moguće onda dalje od 50 M i dubina od 200 m. Ukoliko ni to nije moguće tek onda država mora odrediti gdje brod može zamijeniti balastne vode. Ako se izmjena vodenog balasta ne može obaviti na otvorenom moru zbog vremenskih neprilika ili ako nije u skladu s pravnom procedurom koju nalažu države luke, brod tada mora obavijestiti vlasti države koje mu potom daju opcije područja izmjene. Također, državne vlasti luke dužne su brodove obavijestiti o područjima na kojima je koncentracija organizama ili nekih drugih organizama visoka. Važno je primijeniti obavijest da bi brodovi izbjegli izmjenu vodenog balasta na tom području ili ako je izmjena balastnih voda nužna onda neka bude to u minimalnoj količini.


3.5. ODBOR ZA ZAŠTITU MORSKOG OKOLIŠA

Odbor za zaštitu morskog okoliša (engl. Marine Environment Protection Committee – MEPC) jest odbor unutar IMO-a koji je 1991. na svojoj sjednici usvojio Rezoluciju 50 (31) kojom se upućuje na rješavanje problema prijenosa organizama i tvari putem balastnih voda. Smjernice govore o sprečavanju unosa organizama i tvari putem balastnih voda. MEPC je temeljem svojih istraživanja donio izmjene i nadopunio svoje smjernice s ciljem unapređenja i ciljem bolje provedbe. [7]

3.6. PRAVNA REGULATIVA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Problem balastnih voda u Republici Hrvatskoj povećao se porastom prometa. Hrvatska je zemlja koja ima 6 luka otvorenih za javni promet, a to su: Rijeka, Zadar, Šibenik, Split, Ploče i Dubrovnik. Hrvatska je 2004. godine donijela Pravilnik o upravljanju i nadzoru vodenog balasta. 30. travnja 2010. u Hrvatskom je saboru izglasan Zakon koji potvrđuje Međunarodnu konvenciju o nadzoru i upravljanju balastnim vodama i talozima. 2007. godine

Republika Hrvatska počela je djelovati kao članica projekta GloBallast Partnerstvo 2007-2012. Svrha ovog projekta je osiguranje provođenja mjera Međunarodne konvencije o nadzoru i upravljanju balastnim vodama i talozima. Od 2012. do 2015. godine Republika Hrvatska donijela je plan za primjenu strategije o upravljanju balastnim vodama na svojim područjima. [3]

 BALLAST WATER REPORTING FORM														
1. VESSEL INFORMATION					2. VOYAGE INFORMATION					3. BALLAST WATER USAGE AND CAPACITY				
Vessel Name:					Arrival Port:					Ballast Water Capacity		Ballast Water on Board		
IMO Number:					Arrival Date:					No. Of Tanks				
Owner:					Agent:					Volume (m ³ or MT)				
Type*:					Last Port:		Last Country:			Ballast Water Pump(s) Max Capacity (m ³ /h)				
DWT:					Next Port:					Next Country:				
Flag:					Next Country:									
Call Sign:														
*Type codes: bulk (BC), ro-ro (RR), container (CS), oil tanker (OT), chemical tanker (CT), oil/bulk ore (OB), general cargo (GC), reefer (RF), other (O)														
4. CARGO OPERATIONS: Total Cargo(Type/RT) to be Loaded to be Discharged														
5. Ballast Water Management: Total No. Ballast Water Tanks to be Discharged														
Of tanks to be discharged, how many:					Underwent exchange:					Underwent Alternative Management:				
Please specify alternative method(s) used, if any:														
If no ballast treatment conducted, state reason why not:														
Ballast management plan on board:					Management plan implemented:					YES NO YES NO				
6. BALLAST WATER HISTORY: Record all tanks to be deballasted in port state of arrival; IF NONE GO TO #7 (use additional sheets as needed)														
Tank/Holds List multiple source tanks separately	BW SOURCES				BW MANAGEMENT PRACTICES						BW DISCHARGES			
	Date dd/mm/yy	Port or Lat/Long	VOLUME (units)	Temp (units)	Date dd/mm/yy	End Point Lat/Long	VOLUME (units)	% Exch	Method (RR/TT/ALT)	Sea HT (m)	Date dd/mm/yy	Port or Lat/Long	VOLUME (units)	Salinity (units)
Ballast Water Tank Codes: Forepeak = FP, Afterpeak = AP, Double Bottom = DB, Wing Tank = WT, Topside = TS, Cargo Hold = CH, Other = O														
7. RESPONSIBLE OFFICER'S NAME (Printed and signature):														

Slika 2. Obrazac prijave balastnih voda, [15]

4. BALASTNE VODE NA BRODU

Brod za vodeni balast uzima vodu iz okoliša u kojem se trenutno nalazi, a ona može biti: slatka (rijeke ili jezera), boćata (najčešće ušća rijeka u more) ili slana (morska). Vodu koju koristi za balast, brod uzima u luci iskrcaja, a ispusti ju u sljedećoj luci, točnije u luci ukrcanja tereta. Ovim načinom ispuštanja vode događa se prijenos tvari i organizama koji se nalaze u vodi. Ispuštanje tvari i organizama na ovaj način može štetno djelovati na ljudsko zdravlje kao i na bioraznolikost ekosustava. Voda koju brod uzima za balast može iznositi trećinu kapaciteta nosivosti broda, no u situacijama nevremena ta količina može se povećati i do dva puta (primjerice, kod tankera ili velikih brodova za prijevoz rasutih tereta koji osim u balastne tankove vodu mogu krcati i u očišćene tankove tereta ili skladišta za teret).

4.1. NAČINI IZMJENE BALASTNIH VODA

Problem vodenog balasta rješava se različitim načinima i metodama preko kojih se balastna voda obrađuje i na način da se određuje područje gdje će brod ispuštati takvu vodu. Takvi tretmani mogu se obavljati na brodu, luci ukrcanja ili postrojenju na kopnu. Ove metode moraju zadovoljavati ekološke zahtjeve te se moraju uklapati u postojeće brodske sustave. U početku se u svijetu u većini slučajeva koristila metoda izmjene balastnih voda jer su prednosti tih metoda niski troškovi i jednostavna primjenjivost. No, nedostatak takve metode je u nedovoljnoj učinkovitosti te se uvela metoda obrade balastnih voda kao učinkovitija pri uklanjanju organizama, ali i mogućnosti njihovog ne kontroliranog prenošenja. Metodom za izmjenu vodenog balasta sprječava se prijenos invazivnih vrsta, a njezina učinkovitost ovisi o konstrukciji tankova, strukturi balastnog sustava i trenutnog stanja mora. Metoda za obradu vodenog balasta ima mnogo, no niti jedna od njih nije dovoljno učinkovita. Potrebni uvjeti koje metoda mora zadovoljiti prikazani su u Tablici 1. [11]

Tablica 1. Uvjeti koji zadovoljavaju tretman vodenog balasta, prilagođeno iz [11]

SIGURNOST	Nedozvoljena naprezanja konstrukcije, nedozvoljena naprezanja kod rasta tlaka u tankovima i sl.
EKOLOŠKA PRIHVATLJIVOST	Problem obrade balastnih voda gdje su prisutne kemikalije
EFIKASNOST	Ukloniti što veći broj invazivnih vrsta
TROŠKOVI	Niski troškovi kod korištenja metoda obrade te ugradnje postrojenja
PRAKTIČNOST	Vrije potrebno za obradu, automatiziranost metode, složenost obrade te mogući kvarovi ili zastoji

4.1.1. Izmjena vodenog balasta preko sekvencijske metode

Sekvencijska metoda naziva se još i metoda „pražnjenja – punjenja“, odnosno, radi se o re-balastiranju. Re-balastiranje zapravo znači promjenu balasta tijekom putovanja. Naime, zbog različitih okolišnih uvjeta između priobalnog područja (gdje se uobičajeno ukrcava balast) i onih na otvorenom moru (gdje se vrši njegova izmjena) uvjeti za prilagodbu organizama su vrlo nepovoljni, pa se takva metoda smatra učinkovitom prevencijom u smislu prenošenja organizama u nova područja u kojima bi mogli postati invazivni. Ovom metodom potrebno je puniti i prazniti tankove vodenog balasta pomoću usisno-tlačnih cjevovoda jednog po jednog. Ova metoda je vrlo efikasna, no isto tako i opasna. Moguća opasnost uvjetovana sekvencijskom metodom jeste mogućnost postizanja velikih tlačno-vlačnih sila između praznog i punog tanka koji se nalaze u blizini što može uzrokovati štetu na brodu, odnosno njegovo puknuće. Brodovi velike nosivosti imaju veću mogućnost da bi se dogodila ovakva opasnost zbog toga jer imaju manji broj velikih tankova, pa je ova metoda za njih nepreporučena.

Gledajući ovu metodu s biološkog aspekta, ona nije zadovoljavajuća u potpunosti zato jer je moguća ponovna aktivacija onih organizama koji se nalaze u sedimentu budući da je voda ukrcana na otvorenom moru novi izvor kisika i energije potrebne za život.

4.1.2. Prepumpavanje ili ispiranje balasta

Metodom prepumpavanja ili ispiranja balasta dolazi do izmjene balasta pri čemu balastne pumpe imaju zadaću upumpati vodu koja je uzeta iz oceana u balastne tankove. Ova metoda funkcionira na način da se tankovi napune morskom vodom do vrha, a višak vode koji ostane izlazi kroz odušnike tankova. Da bi došlo do smanjenja naprezanja i tlaka potrebno je otvoriti otvore na tankovima koji su inače namijenjeni za reviziju. Kako bi došlo do izmjene od oko 95% potrebno je da kroz tankove prođe čak trostruko veća količina balastnih voda (tablica 2.). U principu, to bi značilo da je za tank volumena od 5000m³ potrebno prepumpati 15000 m³ kako bi se postiglo tih 95% čistoće. Balastna pumpa kapaciteta od 2000 m³/h postigne zadane izmjene za nešto manje od 8 sati. Možemo zaključiti da je za izmjenu balasta potrebno otprilike 2 do 3 dana.

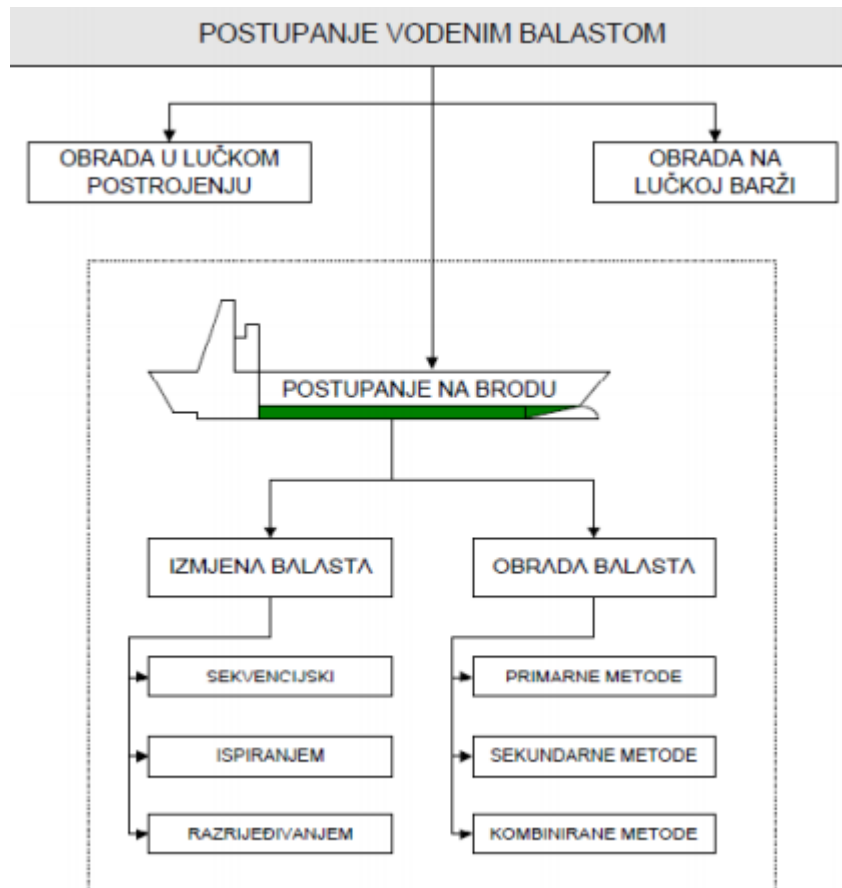
Tablica 2. Ovisnost efikasnosti izmjene vodenog balasta prema broju izmjena volumena balastnog tanka, prilagođeno iz [2]

Izmjena volumena balastnog tanka	Efikasnost izmjene vodenog balasta (izraženo u %)
1	63,2
2	86,5
3	95
4	98,2

4.1.3. Brazilska metoda ispiranja ili metoda razrjeđivanja

Brazilska metoda ili metoda razrjeđivanja je metoda kod koje se kod koje se balast puni na vrhu tanka dok se istovremeno prazni na dnu čime se razina balasta u tanku drži konstantnom. Za tu metodu nužno je ugraditi prikladne cijevi koje imaju odvojen ulaz i izlaz posebno za svaki spremnik. Za tu metodu obično se koriste dvije balastne crpke. Jedna služi za punjenje, a druga za usisavanje tj. pražnjenje spremnika. Nužno je osigurati kontrolu volumnog protoka s obzirom da je nezanemarivo održavanje razine punjenja u spremnicima.

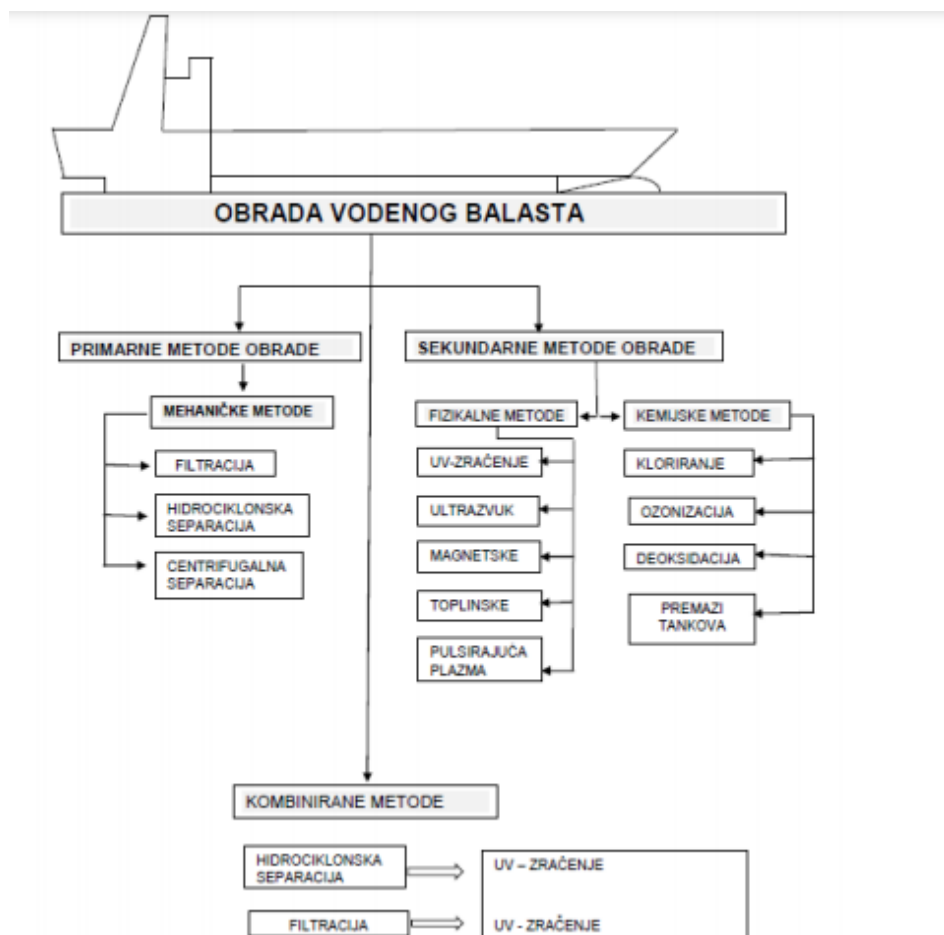
Prednost ove metode u odnosu na sekvencijsku metodu jest ta što tankovi uvijek ostaju puni pa tako i težina broda ostaje konstantna što je dobro jer stabilitet broda nije u opasnosti (nema promjena posmičnih sila i momenata savijanja). Isto tako, ne dolazi niti do naprežanja u tankovima kao kod prepumpavanja.



Slika 3. Postupanje vodenim balastom, [12]

4.2. NAČINI OBRADE VODENOG BALASTA

Razlikujemo tri metode obrade vodenog balasta i ostalih sedimenata: primarne, sekundarne i kombinirane (slika 4.), a koje su opisane u nastavku.



Slika 4. Prikaz obrade vodenog balasta, [12]

4.2.1. Primarne metode – metode mehaničke obrade

Mehaničke metode obrade balasta karakterizira odvajanje organizama i tvari na osnovi njihove veličine i mase, a zasniva se na gravitacijskom ili centrifugalnom odvajanju (tablica 3.). Budući da je na taj način moguće ukloniti samo veće organizme ove metode se redovito koriste u kombinaciji s nekim od drugih metoda.

Centrifugalne procese karakterizira zasnivanje na pretpostavci da je gustoća organizama koji su uneseni u balast veća od gustoće vodenog balasta. Proces ove sile odvija se u centrifugalnom polju koji se ostvaruje putem dinamičkog ili mehaničkog načina. Centrifugalne procese dijelimo na dva načina, a to su centrifugalna i hidrociklonska razdvajanja.

Za razliku od centrifugalnog procesa gravitacijski proces karakterizira odvajanje organizama na principu veličine i gustoće organizma u gravitacijskom polju. Odvajanje organizma vrši se na dva načina, kontinuirano ili šaržno. Šaržno razdvajanje znači da se razdvajanje provodi u napunjenoj posudi kroz koju ne struji tekućina, dok kontinuirano razdvajanje podrazumijeva razdvajanje u posudi gdje stalno struji tekućina. Gravitacijske procese dijelimo još na sedimentaciju, filtraciju i flotiranje. [10]

Tablica 3. Vrste organizama prema prosječnim veličinama, prilagođeno iz [10]

VRSTE ORGANIZAMA	PROSJEČNA VELIČINA ORGANIZAMA (izražena u μm)
VIRUSI	0,02 – 1
BAKTERIJE:	.
Tipična veličina	0,5 – 5
<i>Vibrio cholerae</i>	0,2 – 1,5
<i>Vibrio spp.</i>	(0,5 – 0,8) x (1,4 – 2,6)
<i>Areomonas salmonicida</i>	0,6 x 1
<i>Renibacterium salmoninarium</i>	(0,3 – 1) x (1 – 1,5)
<i>Yersnia spp.</i>	(0,5 – 1) x (1 – 2)

4.2.2. Sekundarne metode – fizikalne i kemijske metode

Pod fizikalnim metodama obrade balastnih voda podrazumijeva se iskorištavanje različitih osjetljivosti organizama na različite utjecaje okoline. Ove metode su sigurne, pa stoga i prihvatljive. Kod njih je štetnost na ostali biološki okoliš nikakva, odnosno ne postoji. Svake metode koje su prihvatljive imaju neki nedostatak, pa tako i ove. Skupe su i mnogo zahtjevnije od primarnih metoda zbog većih sanacija balastnih sustava. Koliko će ova metoda

biti efikasna ovisi o njoj samoj, o vrsti organizma na kojeg se primjenjuje te njegovom intenzitetu. Fizikalne metode su:

a) Ultraljubičasta metoda (UV zračenje) – primjenjuje se od 20. stoljeća u plitkoj vodi, otpadnoj vodi i industrijskim postrojenjima živinom svjetiljkom s niskim tlakom za uništavanje mikroorganizama. [22]

b) Toplinska metoda - zagrijava se voda vodenog balasta dobivena iz brodskih toplinskih strojeva, uređaja ili glavnog motora. [22]

c) Ultrazvučna metoda – primjenjuje se ultrazvuk visokog tlaka koji dovodi do visoke razine frekvencije i uzrokuje vibracije u vodi te ultrazvuk niskog tlaka (manje učinkovit od primjene ultrazvuka visokog tlaka). [22]

d) Metoda obrade pulsirajućom plazmom i ionizirajućim zračenjem – metoda funkcionira električnim provodljivim plinom. Koriste se svjećice koje svojim djelovanjem stvaraju ionizirajuće polje. Ionizirajuće polje provodi pulsirajuću plazmu koja pak stvara udarni val tlaka ubijajući željene organizme. [22]

Za razliku od fizikalnih, kemijske metode obrade balastnih voda podrazumijevaju uništavanje morskih organizama putem djelovanja anorganskih i organskih biocida. Pod anorganske biocide ubrajaju se klor, ozon i vodikov peroksid koji sprečavaju dotok kisika u organizme. U organske biocide ubrajaju se peroctena kiselina, glikolna kiselina i gutehidrid. Njihovo djelovanje je toksično i oksidativno čime ugrožavaju vitalne funkcije organizama i njihovog metabolizma. Kemijske metode su:

a) Kloriranje – korištenje klora u različitim oblicima (prah, tablete itd.). Jedan od načina obrade balastnih voda je postupak elektroklorinacije, odnosno postupak razdvajanja soli (NaCl) iz morske u kojem se klor upotrebljava za uništavanje organizama. [22]

b) Detoksikacija – postupak oduzimanja kisika uz pomoć vakumiranja iz vode, ispiranjem dušikom ili dodavanjem kemikalija. [22]

c) Premazi tankova – premazivanje trupova brodova antivegetivnim bojama u svrhu sprječavanja nastanka obraslina. [22]

4.2.3. Kombinirane metode

U kombinirane metode spadaju postupci hidrociklonske separacije u kombinaciji s UV zračenjem i filtracija u kombinaciji s UV zračenjem.

Tijekom procesa filtracije poroznim materijalima dolazi do odvajanja organizama od balastne vode. Filtar je namijenjen prikupljanju naslaga organizama čija je doza razmjerna s propusnošću filtra – manja propusnost znači veće odvajanje, ali manje propuštanje kroz filtara. Filtracija se preporuča prije sekundarnih metoda (npr. UV zračenje), a stvorene naslage je moguće otkloniti ispiranjem. Tablica 4. prikazuje četiri vrste filtracija od kojih svaka ima posebnu karakteristiku i primjenu. [10]

Tablica 4. Vrste filtracija, njihove karakteristike te primjena, prilagođeno iz [10]

VRSTE FILTRACIJE	KARAKTERISTIKE FILTRACIJE	PRIMJENA FILTRACIJE
Antiosmotska filtracija	- minimalni tlak iznosi 22 bara - uklanjanje gotovo svih virusa u procesu reverzibilne osmoze - otvor veličine 0,01 μm	- obrađivanje otpadne te plitke vode u kopnenim postrojenjima

Membranska filtracija	- zadržavanje virusa i bakterija - veliki troškovi održavanja i ulaganja	- obrađivanje plitkih voda na kopnu
Granularna filtracija	- velikih površina - zrnati filtri (aluminijev i željezni sulfat)	- obrađivanje na kopnenim odlagalištima
Brza pješčana filtracija	- ublažavanje zamućenosti vode - zadržavanje čestica (od 1,5 do 60 μm)	- služi obrađivanju plitke te otpadne vode na kopnenim postrojenjima

U procesu hidrociklonske separacije centralna jezgra (kućište) se u obliku stošca suzjuje prema jednome kraju. Separacija se odvija zbog strujanja vode što dovodi do stvaranja vrtloga na temelju ubrzanja čestica i odvajanju lakše faze od teže. Balastne vode unose se u gornji dio hidrociklona što rezultira rotacijskim strujanjem. Na mjestu u kojem je tlak niži unosi se cijev kojom istječe pročišćeni balast. Tijekom vrtložnog strujanja centrifugalna sila stišće organizme prema stjenki hidrociklona koji potom kližu niz stjenku i u konačnici bivaju izbačeni kroz donji izlaz. Primjer je cista dinoflagelata čija je gustoća veća od $1,1 \text{ kg/dm}^3$ pa se zbog toga hidrociklonom mogu odvojiti iz balastne vode. [10]

I ova metoda prethodi sekundarnoj obradi (npr. UV zračenje).

4.3. KONTROLIRANJE KOD IZMJENE BALASTNIH VODA

Kod kontrole izmjene balastnih voda postoji više načina i metoda pomoću kojih se uzimaju uzorci vode te se pomoću toga ispituje prisutnost organizama i stranih vrsta u balastnim vodama. Postoji tehnički način kontrole izmjene balastnih voda te biološki način kontrole izmjene balastnih voda.

4.3.1. Tehnički način kontrole izmjene balastnih voda

Ovaj način kontrole izmjene vodenog balasta primjenjuje se na sve vrste brodova ne uzimajući u obzir njihove karakteristike. Dnevnic palube te dnevnic stroja služe kao temelj preko kojeg se provode tehnički načini kontrole. Dnevnic su uglavnom koriste kao sredstva kontroliranja jer oni sadrže bitne informacije i podatke poput svih vremena kada se izmjenjuje balastna voda te razina vode u tankovima u onim danima kada su se te izmjene dogodile. Dnevnic strojeva koji se nalaze kod tankera koji služe za prijevoz sirove nafte sadrže podatke o povećanoj potrošnji goriva koja rezultira povećanom potrošnjom energije. Uzrok tomu su balastne pumpe. Isto tako nužno je da sadrže informacije o radu pomoćnog generatora zbog pokriva povećane potrošnje energije. Odgovornost kod kontrole izmjene balastnih voda preuzima posada. Posada mora biti na visokoj razini odgovornosti, dužna je voditi dnevnik palube i dnevnik stroja te poseban dnevnik o izmjeni balastne vode kao i o ispuštanju i uzimanju vodenog balasta. Rizik kod tehničkih metoda jest mogućnost unošenja netočnih podataka u dnevnik od strane posade pa to može uzrokovati ozbiljan problem kod inspekcijских pregleda. [8]

4.3.2. Biološki način kontrole izmjene balastnih voda

Za razliku od tehničke izmjene, biološki način kontrole izmjene balastnih voda pokazao se najboljim načinom. Ovaj način bazira se na uzimanju i analiziranju uzoraka vode koji su izvađeni iz balastnih tankova. Metoda je veoma učinkovita, no uz svu tu učinkovitost i ona ima svoje nedostatke poput otežanog uzimanja uzoraka iz vode zbog teškog pristupa tankovima, a isto tako i problema koji su vezani uz reprezentativnost nekih uzoraka. Reprezentativnost predstavljaju složene strukture tankova balasta. Tankovi su podijeljeni u odjeljke i u svakom od tih odjeljaka nalazi se različita količina uzoraka. Uzorci se uzimaju u vrijeme balastiranja i debalastiranja ili pri procesu izmjene vodenog balasta na otvorenom moru. Uzimanje uzoraka može se vršiti na tri načina a to su: uzimanje uzoraka na mjestima za pristup i inspekciju tankova, uzimanje uzoraka kroz cijevi za mjerenje razine tekućine te uzimanje uzoraka s balastnog cjevovoda. [12]

Kod uzimanja uzoraka na mjestima za pristup i inspekciju tankova uzorci se uzimaju pomoću mreže koja je namijenjena za planktone. Problemi nastaju kod otvaranja otvora zbog malog promjera, a velikog broja vijaka. Drugi problem su ljestve koje služe da se dođe do otvora, no one otežavaju rukovanje mrežom, pa je teže doći do uzoraka. [12]

Uzimanje uzoraka kroz cijevi za mjerenje razine tekućine je sveprisutan način jer se one ugrađuju za sve tankove na brodu. Uzorak se uzima na način da se spusti fleksibilna cijev koja prolazi kroz cjevovod do dna tanka pa se tako prikupi željeni uzorak. No, tu dolazi do nedostatka jer se uzorak može uzeti samo s dna tanka. Kako bi se uzeli uzorci koriste se inercijske pumpe s ručnim ili električnim pogonom jer su se pokazale najučinkovitijima. Uz pomoć pumpi moguće je procijeniti koji se organizmi nalaze u mulju, odnosno na samom dnu tanka. [12]

Kod metode uzimanja uzoraka s balastnog cjevovoda govorimo o uzimanju uzoraka iz vodenog balasta ili kroz cijelu duljinu cjevovoda na mjestima gdje se nalazi ventil. Ova metoda je za razliku od drugih učinkovitija zbog toga jer kao rezultat daje reprezentativnije uzorke. No, isto tako i ova metoda ima nedostatke, a to su da se uzorci mogu uzeti samo pri procesu debalastiranja, moraju se uzeti na tlačnoj pumpi, dolazi i do problema koji se javljaju pri hvatanju zoo-planktona. [12]

5. UTJECAJ INVANZIVNIH VRSTA KOJE SE PRENOSE PUTEM BALASTNIH VODA

Davne 1903. godine u Sjevernom moru pronađene su tropske alge kremenjašice i tada je uočen problem prijenosa organizama putem balastnih voda. Štetan utjecaj na okoliš koji alge kremenjašice predstavljaju počeo se uzimati ozbiljno tek krajem 20. stoljeća. Morska područja gdje je voda onečišćena pogodna su staništa za pojavu novih štetnih invazivnih vrsta. Ljudske aktivnosti na moru uzrokovale su promjene u njegovim ekosustavima.

5.1. INVANZIVNE VRSTE I NJIHOVO ZNAČENJE

Unos ne zavičajnih vrsta u novu sredinu može ozbiljno remetiti ravnotežu u ekosustavu na način da promjeni sustav u cijelosti. Smanjenje bioraznolikosti prouzročeno je prisustvom raznih invazivnih vrsta, pa se stoga one smatraju jednom on najvećih prijetnji bioraznolikosti. Pod invazivne vrste, osim odraslih jedinki, podrazumijevaju se i njihovo sjemenje, jajašca i slično. Različitim ljudskim aktivnostima koje se odvijaju na moru dolazi do premještanja vrsta u sve dijelove svijeta. Nisu sve vrste problematične za ekosustav jer neke ne uspijevaju opstati u novoj okolini zbog uvjeta koji im ne odgovaraju ili nekih drugih problema poput poteškoća kod reproduciranja i slično. Problem su vrste koje se prilagode na novu sredinu jer imaju povoljno okruženje, odnosno nemaju neprijatelja koji bi ih pokorio. To pospješuje njihovo brzo širenje na novom području. Prijetnja koja je još više zabrinjavajuća jest ta da je pospješen i unos parazita i raznih bolesti koje uništavaju ili su smrtonosne za autohtone organizme jer za njih nemaju stečeni imunitet. Također, paraziti, virusi te razne bolesti unesene invazivnim vrstama predstavljaju ozbiljan problem i za ljudsko zdravlje. [18, 13]

Hoće li neka invazivna vrsta uspješno kolonizirati novo područje ovisi prvenstveno o abiotičkim i biotičkim čimbenicima staništa. Pokazalo se da su invazivne vrste dominantnije od autohtonih. Balastnim vodama prenose se planktoni, alge, bakterije, ličinke i jajašca, ali i različiti virusi, bakterije i paraziti. Unatoč svemu, statistički je utvrđeno da će na 100 unesenih vrsta opstati tek njih 10 od čega će barem 3 biti invazivne. Među najštetnije vrste koje se prenose balastnim vodama spadaju, [13]:

1) Sjevernopacifička zvjezdača – latinski: *Asteria amurensi*

Stanište: sjeverni Pacifik

2) Zebrasta dagnja – latinski: *Dreissena polymorpha*

Stanište: istočna Europa i Crno more

3) Azijska alga - kelp – latinski: *Undaria pinnatifida*

Stanište: sjeverna Azija

4) Europski zeleni rak – latinski: *Caricinus menaus*

Stanište: europska atlantska obala

5) Obli glavoč – latinski: *Neogobius melanostomus*

Stanište: Crno more, Azovsko more i Kaspijsko more

6) Otrovnii fitoplankton - alge – latinski: *Gymnodinium catenatum*

Stanište: različite geografske regije

7) Latinski: *Eiocheir sinensis* (vrsta raka)

Stanište: sjeverna Azija

8) Kladocera – latinski: *Ceropagis pengoi*

Stanište: Crno more i Kaspijsko more

9) Uzročnik kolere – latinski: *Vibrio Cholerae*

Stanište: Azija

10) Sjevernoamerički rebraš – latinski: *Mnemiopsis leidyi*

Stanište: istočna obala sjeverne i južne Amerike

Svaka od tih vrsta ima neke svoje karakteristike i značajke. Primjerice, Sjevernopacifička zvjezdača (slika 5.) jedna je od 100 najgorih invazivnih vrsta. Njen mrijest se odvija u ljetnom razdoblju na temperaturi od 10 do 12 °C. Oplođena jaja postaju ličinke, a nakon toga se preobražavaju u maloljetničke sjemenke. Nakon što dosegne svoj vrhunac razvoja može doseći veličinu od čak 50 centimetara. Životni vijek joj je do 5 godina. Da bi vrsta opstala na nekom području potrebno je da temperatura vode iznosi od 0,1 do 26,6 °C, a salinitet mora od 3 do 8,75 ‰. Sjevernopacifička zvjezdača obitava uglavnom u plićaku na dubini od 0 do 35 metara, a u rijetkim slučajevima možemo ju pronaći i na mjestima visokih valova. [1]



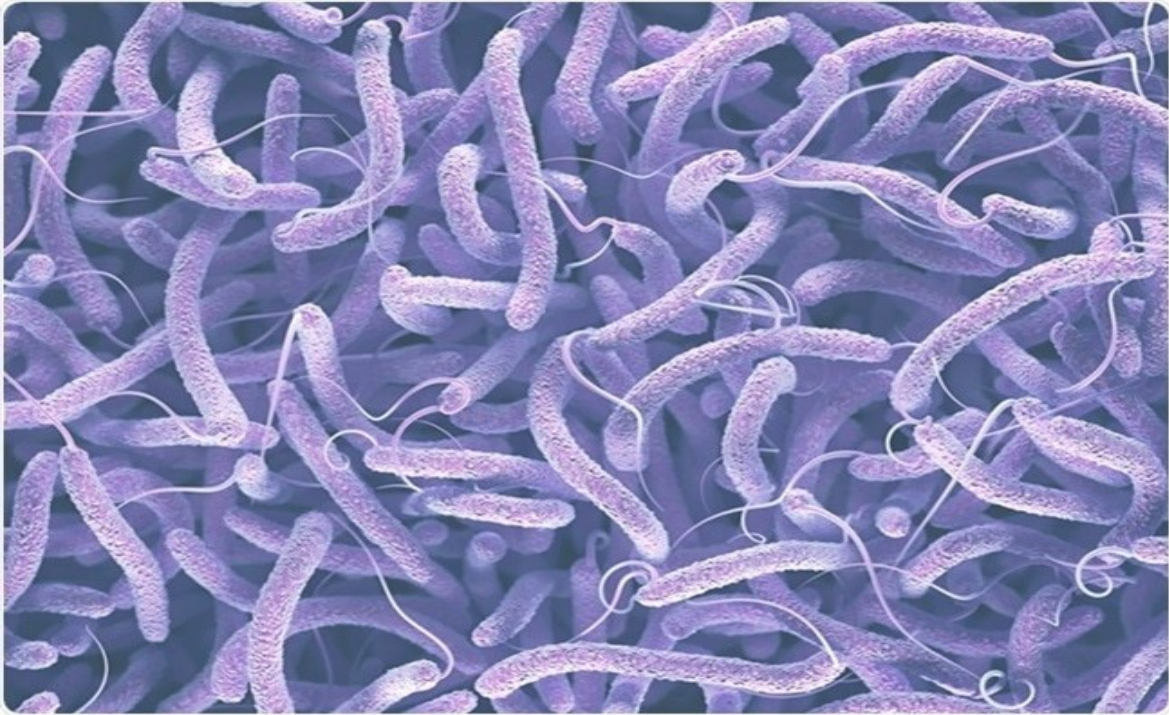
Slika 5. Sjevernopacifička zvjezdača (Asteria amurensi), [21]

Zatim, Zebrasta dagnja (slika 6.) koja spada u slatkovodne školjke prepoznatljiva je i po nazivu „raznolika trokutnjača“. Ona spada pod invazivnu vrstu jer na područjima unosa ozbiljno ugrožava domaće vrste te prouzrokuje negativne socio-ekonomske učinke. Zebrasta dagnja hrani se u procesu filtracije vode, točnije uz pomoć trepetljika na škrgama i usnih lapova. [1]



Slika 6. Zebrasta dagnja (Dreissena polymorpha), [27]

Uzročnik kolere je bakterija poznatija pod latinskim nazivom *Vibrio cholerae*, (slika 7.). 1991. godine u Peruu se dogodila epidemija kolere od koje je umrlo više od 10 000 ljudi. Prvi se put ova bakterija pojavila na brodovima koji su dolazili iz luke u SAD-u, a proces balastiranja odvio se u Meksičkom zaljevu. Provedenim istraživanjima utvrđeno je da bakterija *Vibrio cholerae* u balastnim vodama može preživjeti preko 50 dana. [26]



Slika 7. Vibrio cholerae – uzročnik kolere, [26]

Sjevernoamerički rebraš, (slika 8.) obitava na području SAD-a i Argentine, a prvo znatno zapažanje njegovog djelovanja uočeno je kada se smanjio ulov incuna, sleđa i skuše. Ova vrsta počela je naglo opadati kada je istrijebila zooplankton i ribu kojom se hrani, no i dalje predstavlja ozbiljan problem za ekosustav. [20]



Slika 8. Sjevernoamerički rebraš (Mnemiopsis leidyi), [20]

5.2. UTJECAJ INVANZIVNIH VRSTA NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Neke invazivne vrste mogu ozbiljno ugroziti i ljudsko zdravlje, pa čak uzrokovati i epidemije. Toksične tvari koje su unesene u ljudski organizam mogu izazvati neke od promjena poput poremećaja hormonskih ciklusa, komplikacije pri rođenju, promjene u rastu, pad imuniteta, genetske poremećaje, a u nekim slučajevima i smrtne posljedice. Toksini ispušteni u more preko nekih vrsta algi mogu izazvati paralitičko trovanje (paraliza mišića te prestanak disanja i rada srca). [13]

5.3. INVANZIVNE VRSTE NA PODRUČJU RH

Na području Jadranskom mora do sada su pronađene agresivne tropske zelene alge (lat. *Caulerpa taxifolia* i lat. *Caulerpa racemosa*), plavi rak (lat. *Callinectes sapidus* Rathbun) i morska cvjetnica (lat. *Halophila stipulacea*). *Caulerpa taxifolia*, (slika 9.) je vrsta koja obitava tropskim morima. Otporna je na hladnoću te se brzo razmnožava na morskome dnu. Prema IUCN-ovom popisu pripada u 100 najgorih invazivnih vrsta na svijetu. [23]



Slika 9. Caulerpa taxifolia, [24]

Caulerpa racemosa, (slika 10.) je u rodu s *Caulerpom taxifolium*, ali je za razliku od nje još raširenija i invazivnija. Pronađena je na područjima srednjeg i južnog Jadrana. Širi se strujama i valovima na područja veće udaljenosti. [24]



Slika 10. Caulerpa racemosa, [24]

Callinectes sapidus, (slika 11.) potječe iz zapadnog dijela Atlanskog oceana, točnije uz područje Argentine. U Europi se prvi puta pojavio 1901. godine, a prvi je puta u Republici Hrvatskoj pronađen kod Stona 2004. godine. [16]



Slika 11. Plavi rak (Callinectes sapidus), [16]

Halophila stipulacea, (slika 12.) potječe iz Indijskog oceana. U Sredozemnom moru prvi puta je zabilježeno njeno prisustvo 1894. godine. [6]



Slika 12. Halophila stipulacea [6]

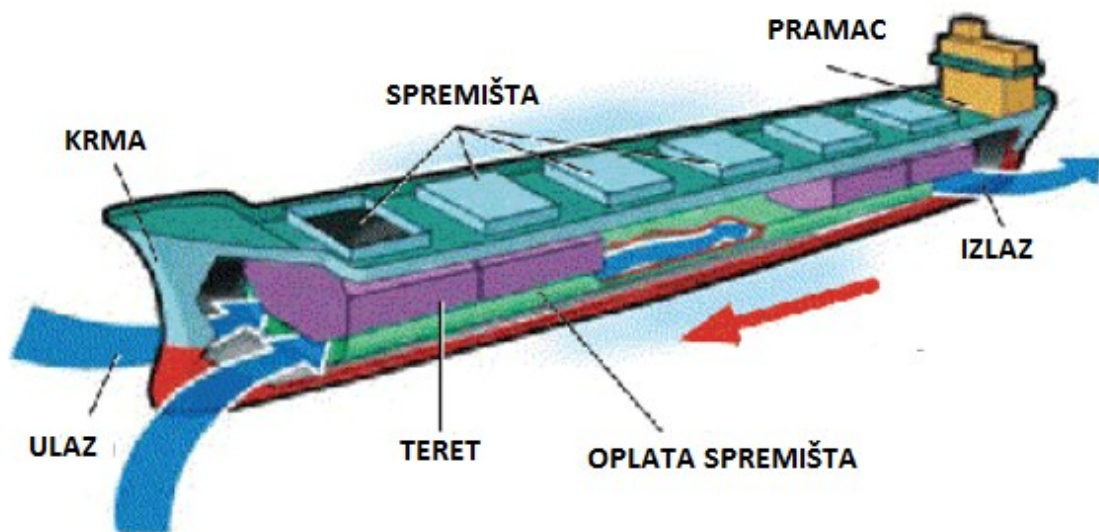
6. BUDUĆI RAZVOJ I MOGUĆA RJEŠENJA

Za svaki problem nastoji se pronaći rješenje pa tako i za problem balastnih voda. 2004. godine predstavljen je novi koncept pod nazivom brod bez balasta (engl. Ballast-free ship).

6.1. BROD BEZ BALASTA

Budući razvoj dovodi do broda bez balasta, (slika 13.) koji se zasniva na uzdužnim tankovima koji se protežu ispod tankova tereta, a oni čine povezanost morske vode na krmi i na pramcu preko kanala. Da bi se zadovoljila potrebna uronjenost broda za stabilitet broda kada je bez tereta kanali moraju biti napunjeni morskom vodom. Balastni tankovi uvijek su popunjeni morskom vodom iz područja prema kojemu brod plovi i tako nema nikakvih šansi prijevoza invazivnih vrsta kao ni bilo kojih drugih vrsta na sva svjetska područja. To osigurava razlika hidrodinamičkog tlaka između krme i pramca broda. [19]

Nakon što se završi putovanje, balastni tankovi se izoliraju, a nakon toga se prazne pomoću konvencionalnih balastnih crpki. Kako bi se zadržao stabilitet broda te bilo koji drugi zahtjevi koji osiguravaju sigurnost, brodovi moraju biti posebno konstruirani. Ovaj projekt je izvediv jer je tijekom testiranja utvrđeno da je ideja tehnički moguća. Ako bi se ova ideja realizirala, snaga koja je potrebna za pogon broda smanjila bi se za otprilike 7%. [19]



Slika 13. Prikaz rada „broda bez balasta“, [19]

6.2. METODE I TEHNOLOGIJE ZA OTKRIVANJE MIKROORGANIZAMA

Istraživanja koja se provode za rješavanje ovog problema pokazuju se vrlo uspješnima. Neke od tehnologija koje se zasnivaju na tom problemu su pulsno pojačana fluometrija i protočna citometrija. [14]

Pulsno pojačana fluometrija ili PAM fluometrija služi za mjerenje fluometrijskog karaktera čestice kroz koju potječe klorofilna fluorescencija. Ova metoda radi preko selektivnog povećanja fluorescentnih signala koji su mjereni kratkim, ali zato jakim pulsevima svijetla. Tehnologija se analizira desetljećima, a njome su utvrđeni dobri rezultati. [14]

Protočna citometrija je metoda preko koje lako prepoznamo organizme pronađene u uzorku te njihove osobine. Metoda se bazira na načinu detekcije tako što u sekundi uredi i do 10 000 slika. Ova metoda dala je dobre rezultate te je utvrđena mogućnost detekcije mikroorganizama koji su manji od 10 μm . Organizmi veličine 9 μm pokazali su mogućnost ponovnog rasta (regeneracije) nakon što se vrate na Sunčevu svijetlost. [14]

7. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj završni rad objašnjeni su štetni aspekti balastnih voda, ali i njihova važnost i neizostavnost u prometu brodovima. Svakodnevnim razvojem kako novih tehnologija tako i svijesti o štetnim učincima po okoliš te refleksiji takvih utjecaja na svakodnevni život, a pogotovo budućnost, uočena je potreba da se takvi utjecaji po okoliš i morske ekosustave smanji na najmanju moguću razinu. Shodno tome u novije vrijeme sve zastupljenije su metode obrade balastnih voda, pa su tako u primjeni tehnički i biološki načini kontrole izmjene balastnih voda.

Da se svijest o štetnom utjecaju balastnih voda digla na višu razinu, svjedoči i ideja broda koji bi u potpunosti bio bez balastnih voda. Međutim, to za sada još uvijek nije dominantna praksa. Kada bi u budućnosti ovakva praksa zaživjela, odnosno kada bi se njena primjena digla na višu razinu, to bi se zasigurno pozitivno odrazilo na očuvanje cjelokupnih morskih ekosustava, na lokalnoj i globalnoj razini. Činjenica je kako je zadnji tren da se počne daleko ozbiljnije i opsežnije razmišljati o posljedicama i njihovom smanjenju. U suprotnom je za očekivati kako će spomenute posljedice u bliskoj budućnosti prouzročiti nepopravljivu štetu, pa čak i dovesti do nepovratnog izumiranja nekih vrsta i organizama, čija je važnost za očuvanje ekosustava neizmjerena.

LITERATURA

- [1] Bistrović, N.: *Štetan utjecaj balastnih voda na morski okoliš*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2018. (završni rad)
- [2] Brajović, A.: *Primjena plana za upravljanje balastnim vodama na putničkom brodu*, Sveučilište u Dubrovniku, Pomorski odjel, Dubrovnik, 2019. (diplomski rad)
- [3] Čulina, A.: *Aspekti prednosti i nedostataka u izmjeni balastnih voda na otvorenom moru (zakonski okvir)*, Veleučilište u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, Stručni studij sigurnosti i zaštite, Karlovac, 2015. (završni rad)
- [4] Gollasch, S. et al.: *Survival of tropical ballast water organisms during a cruise from the Indian Ocean to the North Sea*, Institut für Meereskunde and Taxonomische Arbeitsgruppe der Biologischen Anstalt Helgoland, Zoologisches Institut und Museum, Marin-Luther-King-Platz, Germany, Vol.33 no. 5, 2000.
- [5] Gluhak, T., *Caulerpa taxifolia i caulerpa racemosa*, 2021, preuzeto sa: <https://www.akvarij.net/zanimljivosti/ekologija/more-ekologija/196-caulerpa-taxifolia-i-caulerpa-racemosa>, zadnje gledano (6.8.2021.)
- [6] Gluhak, T., *Halophila stipulacea*, 2021, preuzeto sa: <https://www.akvarij.net/morska-akvaristika/biljke-morska/jadranske-biljke-morska/morske-biljke-tropske-cvjetnice/306-halophila-stipulacea>, zadnje gledano (6.8.2021.)
- [7] Jandrić, K., 2015, *Balastne vode*, Veleučilište u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, Stručni studij sigurnosti i zaštite, Karlovac, 2015. (završni rad)
- [8] Jerković, M., Prelec, N.: *Upravljanje balastnim vodama u fokusu ekološki prihvatljivog transporta*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2011. (završni rad)
- [9] Kos, L.: *Ekološki aspekti balastnih voda*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2018. (završni rad)
- [10] Kurtela, T., Jelavić, V., Mohović, R., 2005, „Naše more“, *Pristup odabiru metode primarne obrade brodskog vodenog balasta*, 52 (1-2), 2005.
- [11] Kurtela, Ž.: *Metodologija postupanja vodenim balastom na brodu*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2008. (završni rad)
- [12] Kurtela, Ž., Rizici u pomorstvu, Sveučilište u Dubrovniku p. 13-15
- [13] Kutle, A., Valković, V.: *Balastne vode*, Udruga Lijepa naša, Zagreb, 2015.

- [14] Nakata, A. et al.: *Development of New Method for Estimating Number of Viable Organisms in Ballast Water*, Marine Engineering, Ocean Guard™, Ballast Water Management System, 49 (4), 2014.
- [15] Obrazac prijave balastnih voda, 2021, preuzeto sa: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_11_128_2733.html ,zadnje gledano (21.7.2021.)
- [16] *Plavi rak (Callinectes sapidus)*, 2021, preuzeto sa: <https://www.scubalife.hr/2021/03/plavi-rak/>, zadnje gledano (6.8.2021.)
- [17] Prikaz unošenja i pražnjenja balastnih voda, 2021, preuzeto sa: <http://ekologija.hr/news/post/747/na-snagu-stupa-pravilnik-o-upravljanju-i-nadzoru-vodenog-balasta/> ,zadnje gledano (17.7.2021.)
- [18] Richter, B.: *Vrste bioloških zajednica između dvije vrsta, Medicinska parazitologija*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1979.
- [19] Scurtu, I., C.: *Hydrodynamic analysis regarding the ballast – free concept*, 2012, preuzeto sa: https://www.researchgate.net/figure/Ballast-Free-Concept-Source-6_fig1_301553563 zadnje gledano (7.8.2021.)
- [20] *Sjevernoamerički rebraš (Mnemiopsis leidyi)*, 2021, preuzeto sa: <https://morski.hr/2017/09/17/balastnim-vodama-u-akvatorij-ploca-stigao-riblji-ubojica-mnemiopsis-leidyi/> , zadnje gledano (3.8.2021.)
- [21] *Sjevernopacifička zvjezdača (Asteria amurensi)*, 2021, preuzeto sa <https://reeflifesurvey.com/species/asterias-amurensis/> zadnje gledano (6.8.2021.)
- [22] Stipančić, L.: *Ekološki aspekti balastnih voda u pomorskom prijevozu*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2018. (završni rad)
- [23] Šarić, I., *Rasprostranjenost vrste Dreissena polymorpha (Pallas 1771) u Hrvatskoj*, 2011, preuzeto sa: <https://repozitorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf%3A4268/datastream/PDF/view> zadnje gledano (6.8.2021.)
- [24] Učur, D.: „*Naše more*“, *Međunarodna konvencija o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima (IMO, 2004.)*, 58 (3-4), 2011.
- [25] *Vibrio cholerae – uzročnik kolere*, 2021, preuzeto sa <https://www.news-medical.net/life-sciences/Quorum-Sensing-and-Vibrio-Cholerae.aspx> , zadnje gledano (3.8.2021.)

[26] *Zebrasta dagnja (Dreissena polymorpha)*, 2021, preuzeto sa: <http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=700&pic=57160#photogallery> ,
zadnje gledano (3.8.2021.)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Uvjeti koji zadovoljavaju tretman vodenog balasta.....	11
Tablica 2. Ovisnost efikasnosti izmjene vodenog balast prema broju izmjena volumena balastnog tanka.....	12
Tablica 3. Vrste organizama prema prosječnim veličinama.....	15
Tablica 4. Vrste filtracija, njihove karakteristike te primjena.....	17

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz unošenja i pražnjenja balastnih voda.....	3
Slika 2. Obrazac prijave balastnih voda.....	9
Slika 3. Postupanje vodenim balastom.....	13
Slika 4. Prikaz obrade vodenog balasta.....	14
Slika 5. Sjevernopacifička zvjezdača (<i>Asteria amurensi</i>).....	23
Slika 6. Zebrasta dagnja (<i>Dreissena polymorpha</i>).....	24
Slika 7. <i>Vibrio cholerae</i> – uzročnik kolere.....	25
Slika 8. Sjevernoamerički rebraš (<i>Mnemiopsis leidyi</i>).....	26
Slika 9. <i>Caulerpa taxifolia</i>	27
Slika 10. <i>Caulerpa racemosa</i>	27
Slika 11. Plavi rak (<i>Callinectes sapidus</i>).....	28
Slika 12. <i>Halophila stipulacea</i>	28
Slika 13. Prikaz rada „broda bez balasta“.....	29

POPIS KRATICA

IMO - Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime organisation)

IUCN – Međunarodni savez za očuvanje prirode (engl. International union for Conservation of Nature)

MARPOL – Međunarodna konvencija o sprečavanju onečišćenja s brodova (engl. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)

MEPC – Odbor za zaštitu morskog okoliša (engl. Marine Environment Protection Committee)

PAM - Pulsno pojačana modulirana fluorometrija (engl. Pulsed Amplifier Modulated Fluorometry)

UN – Ujedinjeni narodi (engl. United nations)