

# Štetan utjecaj balastnih voda na morski okoliš

---

Grba, Laura

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:187:408464>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-12**



**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**

**LAURA GRBA**

**ŠTETAN UTJECAJ BALASTNIH VODA NA MORSKI**  
**OKOLIŠ**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**POMORSKI FAKULTET**

**ŠTETAN UTJECAJ BALASNIH 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.

Studentica: Laura Grba

Studijski smjer: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112081898

Rijeka, rujan 2023.

Studentica: Laura Grba

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112081898

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

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

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

Studentica



---

*(potpis)*

Laura Grba

Studentica: Laura Grba

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112081898

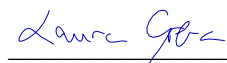
IZJAVA STUDENTA – AUTORA

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/>

Studentica - autor



---

(potpis)

## **SAŽETAK**

Balastne vode predstavljaju važan aspekt u pomorskom sektoru, omogućujući stabilnost i sigurnost brodova tijekom putovanja. Međutim, njihovo otpuštanje u lučkim područjima može uzrokovati unošenje invazivnih vrsta koje ugrožavaju morski ekosustav. Ovaj rad istražuje različite aspekte povezane s balastnim vodama, uključujući njihovu povijest, funkcije, utjecaj na okoliš te tehnološke metode tretiranja. Pravna regulativa, posebno Međunarodna konvencija o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama, igra središnju ulogu u usklađivanju pomorskog sektora s ciljevima zaštite okoliša. Tehnološki razvoj brodova bez balastnih tankova predstavlja inovativan smjer u smanjenju ekoloških rizika. Kroz sveobuhvatan pristup, ovaj rad analizira važnost i izazove upravljanja balastnim vodama, te naglašava potrebu za odgovornim i održivim pristupom kako bi se sačuvao morski okoliš.

Ključne riječi: balastne vode, invazivne vrste, morski okoliš.

## **SUMMARY**

Ballast water is an important aspect of maritime transport because it provides stability and safety for ships during voyages. However, the discharge of ballast water into port areas can lead to the introduction of invasive species that threaten marine ecosystems. This paper examines various aspects of ballast water, including its history, functions, environmental impacts, and technical treatment methods. Legal regulations, particularly the International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, play a central role in aligning the maritime sector with environmental protection goals. Technological advances in ballast-free ship designs represent an innovative way to reduce ecological risks. Through a comprehensive approach, this paper analyzes the importance and challenges of ballast water management and highlights the need for responsible and sustainable practices to protect the marine environment.

Keywords: ballast water, invasive species, marine environment.

# SADRŽAJ

SAŽETAK.....	II
SUMMARY .....	II
SADRŽAJ .....	III
1. UVOD .....	1
2. OPĆENITO O BALASTNIM VODAMA .....	2
2.1. FUNKCIJE BALASTNIH VODA .....	2
2.2. VRSTE BALASTA I PODJELA PREMA LOKACIJI.....	2
3. UTJECAJ BALASTNIH VODA NA MORSKI OKOLIŠ .....	4
3.1. PRIJENOS ORGANIZAMA PUTEM BRODOVA .....	4
3.2. INVAZIVNE VRSTE.....	5
3.2.1. <i>Preduvjeti da bi organizmi postali invazivni</i> .....	5
3.2.2. <i>Najraširenije vrste koje se unose vodenim balastom</i> .....	6
4. PRAVNA REGULATIVA.....	14
4.1. IMO .....	14
4.2. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O NADZORU I UPRAVLJANJU.....	14
BRODSKIM BALASTNIM VODAMA I TALOZIMA (IMO, 2004.) .....	14
4.3. PRAVNA REGULATIVA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	15
5. OBRADA BALASTNIH VODA.....	17
5.1. IZMJENA VODENOG BALASTA NA OTVORENOM MORU.....	18
5.2. UČINKOVITA OBRADA BALASTA.....	18
5.2.1. Mehaničke metode.....	18
5.2.2. Fizikalne metode.....	19
5.2.3. Kemijske metode .....	20
5.3. ISPUŠTANJE BALASTA U PRIHVATNE UREĐEJE U LUKAMA .....	21
6. BUDUĆI TEHNOLOŠKI RAZVOJ BRODOVA .....	22
7. ZAKLJUČAK .....	23
LITERATURA.....	24
POPIS ILUSTRACIJA.....	26

## 1. UVOD

Pomorski sektor, nosi sa sobom mnoge izazove vezane za zaštitu okoliša i očuvanje morskog ekosustava. Jedan od tih izazova proizlazi iz upravljanja balastnim vodama, neophodnim sredstvom za osiguranje stabilnosti i sigurnosti brodova tijekom putovanja. Balastne vode, koje se koriste za prilagodbu brodskog tereta i uronjenosti, igraju ključnu ulogu u održavanju ravnoteže plovidbe, ali istovremeno mogu predstavljati potencijalnu prijetnju morskome okolišu.

U svom kompleksnom spletu funkcija, balastne vode imaju povijesno i suvremeno značenje. No, s rastućim svjesnošću o utjecaju čovjekovih aktivnosti na okoliš, pitanja povezana s balastnim vodama postaju sve važnija. Otpuštanje balastnih voda u lučkim područjima može donijeti rizik unošenja invazivnih vrsta koje mogu narušiti prirodne ekosustave, izazvati ekonomske posljedice i narušiti biološku raznolikost.

S tim u vidu, međunarodna zajednica prepoznala je potrebu za pravnom regulativom koja bi uskladila aktivnosti pomorskog sektora s ciljevima zaštite okoliša. U ovom kontekstu, Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime Organization – u daljnjem tekstu IMO) igra ključnu ulogu u definiranju standarda i smjernica za upravljanje balastnim vodama. Kroz međunarodne konvencije i propise, IMO se bavi tehničkim, operativnim i ekološkim aspektima povezanim s balastnim vodama, pružajući okvir za njihovo sigurno i odgovorno korištenje.

Uz postojeće metode tretiranja balastnih voda, sve veći naglasak stavlja se na tehnološki napredak i inovacije. Koncept brodova bez balastnih tankova, kao jedan od budućih smjerova razvoja, može imati značajan utjecaj na smanjenje širenja invazivnih vrsta i ekoloških rizika.

Ovaj rad istražuje različite aspekte upravljanja balastnim vodama, uključujući povijesni kontekst, utjecaj na okoliš, pravnu regulativu, tehnološke inovacije i predložene smjerove za budući razvoj. Kroz sveobuhvatan pristup, u radu će se pružiti dublje razumijevanje izazova i mogućnosti koje proizlaze iz ove kompleksne teme, te kako su one povezane s održivošću i zaštitom morskog okoliša.



## **2. OPĆENITO O BALASTNIM VODAMA**

Balast je opterećenje bez korisnog tereta koje brod uzima za plovidbu. Plovidba u balastu znači plovidbu broda bez tereta, [1]. Prilikom usisavanja vodenog balasta, velik broj organizama preživi prolazak kroz usisne rešetke na mjestu usisa mora i filtre unutar balastnog sustava zbog svoje male veličine. Kada se balastna voda ispumpava, ti preživjeli organizmi prolaze kroz isti cjevovod kojim su ušli u tank, što znači da moraju preživjeti prolazak kroz filtre i balastnu pumpu. Organizmi koji prežive putovanje balastnom vodom i nakon što budu ispušteni u more, moraju proći kroz proces prilagodbe prije nego što se počnu razmnožavati i postanu dio novog okoliša. Iako su uneseni u novi okoliš, većina tih organizama ne preživi dovoljno dugo da bi se potpuno prilagodila novim uvjetima. Međutim, kada se prilagode, obično nemaju prirodne neprijatelje, što ih čini sklonima brzom razmnožavanju, [2].

### **2.1. FUNKCIJE BALASTNIH VODA**

Balast je materijal koji se koristi za prilagodbu težine i stabilnosti broda ili plovila. Glavna svrha balasta je održavanje ravnoteže i stabilnosti plovila tijekom različitih faza putovanja, uključujući utovar i istovar tereta te promjene u količini goriva.

Balastiranje broda pomaže u smanjenju naprezanja broda na trup plovila. Također osigurava stabilnost broda. Budući da je propeler potopljen, pomaže pogonskom postrojenju u održavanju njegove učinkovitosti. Balast pomaže pri uranjanju kormila, podupirući manevriranje plovila i također smanjujući izloženu površinu trupa. Brod neprestano koristi gorivo i vodu iz svojih spremnika što dovodi do gubitka težine. Balastna operacija pomaže u kompenzaciji gubitka težine, ali i održanju nagiba i trima broda, [3].

### **2.2. VRSTE BALASTA I PODJELA PREMA LOKACIJI**

Zapovjednik broda i prvi časnik palube odgovorni su za upravljanje balastom na brodu u svrhu osiguranja stabilnosti broda. S obzirom na potrebe osiguranja stabilnosti broda obično se mogu razlikovati tri najčešća slučaja:

1. Kada brod plovi bez tereta obično se to naziva „plovidbom u balastu“ pri čemu je teretni prostor prazan, a tankovi predviđeni za balast potpuno pumi (to su odvojeni balastni tankovi koji nemaju doticaja s teretom i taj balast se naziva „odvojeni balast“). (Kod nekih tipova brodova poput tankera balast se smije krcati i u očišćene tankove tereta zbog potrebe osiguranja dodatnog stabiliteta, i tada se takav balast naziva „čisti balast“)
2. Kada brod plovi s potpuno ukrcanim teretom tada nema potrebe za balastom i balastni tankovi su potpuno prazni kako bi se moglo prevesti čim više tereta. (U tom slučaju, tijekom putovanja se troši gorivo, pa se eventualno nadopunjavaju samo određeni tankovi balasta u slučaju da postoji potreba za ispravljanjem nagiba ili trima broda.)
3. Za vrijeme ukrcanja ili iskrcanja tereta dok je brod u luci, ponekad postoji potreba za ispravljanjem nagiba ili trima broda, pa se i u takvim slučajevima može koristiti balast u svrhu ispravljanja istog.

Balastni tankovi se na brodovima najčešće nalaze: na bočnim stranama (lijevoj i desnoj) uz vanjsku stranu trupa (obično su ugrađeni kao visoki i niski bočni tankovi), zatim u dvodnu broda (uz donju vanjsku oplatu) te na brodskom pramcu i krmi broda. Kad postoji potreba za ispravljanjem nagiba broda koriste se bočni tankovi. Za potrebe korekcije trima broda koriste se pramčani i krmeni tankovi. Za potrebe dovoljne uronjenosti kod plovidbe bez tereta koriste se svi ti tankovi pri čemu su obično potpuno napunjeni. U slučaju da se radi o tankerima (brodovima za prijevoz tekućeg tereta) ponekad postoji potreba za dodatnom uronjenosti tijekom plovidbe, pa se ona osigurava krcanjem balasta u očišćene tankove tereta. Slična situacije može postojati i na brodovima za prijevoz rasutog tereta kad se na brodu predviđa jedno od skladišta tereta koje se po potrebi može dodatno napuniti balastom, no skladište tereta se prije toga mora očistiti.

### **3. UTJECAJ BALASTNIH VODA NA MORSKI OKOLIŠ**

Tijekom operacija balastiranja (ukrcaju i iskrcaju balasta u tankove) more/voda koja se izmjenjuje često puta sadrži brojne organizme koji se pri tom u njemu/njoj nalaze. Iako su ti procesi vrlo zahtjevni za njihovo preživljavanje ipak se događa da neki od njih prežive te operacije i putovanje u tankovima. Dolaskom u novo područje neki od njih ne moraju imati prirodnih neprijatelja i mogu se prilagoditi novom okruženju te postati invazivni u odnosu na domicilne vrste. U takvim slučajevima njihov utjecaj može biti vrlo štetan i opasan po cijeli ekosustav, lokalnu ekonomiju i ljudsko zdravlje.

Ekosustav: flora i fauna koje su unesene u novi okoliš često su agresivnije od autohtonih vrsta. Nakon što se prilagode, ove invazivne vrste počinju dominirati u novom okolišu, što može dovesti do smanjenja bioraznolikosti. Kada se poremeti prirodni ekosustav i prekine hranidbeni lanac, posljedice su nepredvidive i mogu biti ozbiljne.

Ekonomija: ribarstvo, obalna industrija i druge komercijalne djelatnosti poput turizma često su ometane invazivnim vrstama donesenim balastnim vodama. Ovo može uzrokovati značajan ekonomski gubitak, smanjenje ribolovnih resursa i povećane troškove održavanja infrastrukture.

Ljudsko zdravlje: organizmi koji se prenose balastnim vodama, mogu uzrokovati ozbiljne zdravstvene probleme kod ljudi. U određenim uvjetima, ovi organizmi proizvode toksine koji se mogu nakupiti u školjkama koje se konzumiraju. Konzumiranje takvih kontaminiranih školjki može izazvati trovanje, često s ozbiljnim simptomima i, u nekim slučajevima, smrću.

Iako nije čest slučaj, štetan utjecaj balastnih voda može se povezati i uz određene kemikalije koje se koriste u premazima tankova s ciljem zaštite od korozije ili pri korištenju kemijskih sredstava za čišćenje tankova.

#### **3.1. PRIJENOS ORGANIZAMA PUTEM BRODOVA**

Pri debalastiranju vodenog balasta preživjeli organizmi prolaze kroz isti cjevovod kojim su i ušli u tank, to jest moraju preživjeti prolazak kroz filtre i balastnu pumpu. Organizmi koji prežive balastno putovanje i nakon debalastiranja broda dopiju u more, moraju proći kroz proces prilagodbe nakon kojega se počnu razmnožavati i postaju uljezi u novom okolišu. Iako su uneseni u novi okoliš, većina alohtonih organizama ne preživi dovoljno dugo kako bi se adaptirali na nove uvjete. Međutim, jednom prilagođeni, obično

nemaju prirodnih neprijatelja pa se počinju brzo razmnožavati potiskujući autohtone vrste. Usisne košare zbog svoje konfiguracije mogu biti idealna privremena staništa za veće organizme, i oni kad im to odgovara, izlaze u novi okoliš. Opasnost može nastati i iz drugih sustava mora na brodu (npr. protupožarni cjevovodi mora, sustavi rashlade pogonskog postrojenja i sl.).

Organizmi, ponajprije školjkaši, nastanjuju se u cjevovodima, rashladnicima, ventilnim stanicama, pa iz njih strujanjem morske vode mogu biti izbačeni u more, [2]. Prijenos organizama na brodu, osim već navedenim putevima, moguć je i putem obraštanja trupa.

## **3.2. INVAZIVNE VRSTE**

Invazivne vrste su vrste koje ne pripadaju u neki eko sistem i narušavaju ga. Neke vrste je čovjek namjerno unio nekom svrhom (npr. ribolovom), dok su neke bile tzv. „slijepi putnici“.

### **3.2.1. Preduvjeti da bi organizmi postali invazivni**

Unos organizama putem vodenog balasta počeo je s prakticiranjem balastiranja i debalastiranja brodova koji plove između mora s različitim ekosustavima. S porastom međunarodnog pomorskog prometa, udio ispuštenog balasta se povećavao, što je rezultiralo i povećanim unosom alohtonih organizama. Ključno za uspješno preživljavanje tih alohtonih organizama je kompatibilnost uvjeta između luka gdje se balast uzima i luka gdje se balast ispušta.

Analiza karakteristika morskog okoliša u obje luke (luci u kojoj se brod balastira i luci u kojoj se brod debalastira) može pomoći u procjeni rizika unosa alohtonih organizama. U mnogim slučajevima, unos organizama između dvije luke s kompatibilnim uvjetima nije bio uspješan sve dok se nisu promijenili uvjeti u luci u kojoj se uzima vodeni balast. Povećanje ili smanjenje onečišćenja u toj luci može značajno utjecati na brojnost određenih organizama, što povećava vjerojatnost njihovog uspješnog unosa. Promjene uvjeta u luci

gdje se balast ispušta obično imaju manji utjecaj na ovaj proces, organizmi se moraju prilagoditi u novom staništu te u istom nemati prirodnih neprijatelja, [2].

Uvjeti kad organizmi postaju prijatna za ekosustav ekonomiju i zdravlje ljudi mogu se sažeti na sljedeće:

- organizmi moraju biti u blizini usisnih otvora balastnoga sustava,
- organizmi moraju preživjeti prolazak kroz sustav balasta do balastnih tankova, biti manji od usisnih rešetki i pora filtra,
- organizmi moraju preživjeti uvjete koji vladaju u balastnim tankovima,
- organizmi se moraju prilagoditi u novom staništu te u istom nemati prirodnih neprijatelja
- organizmi moraju preživjeti ponovni prolazak kroz balastni sustav pri debalastiranju broda [2].

### **3.2.2. Najraširenije vrste koje se unose vodenim balastom**

Iako postoje brojne vrste koje su u različitim područjima postale invazivne, u nastavku se ističu one koje se smatraju najraširenijima.

#### **1. Asterias amurensis (Sjevernopacifička morska zvjezdača)**

Smatra se da je putem balastnih voda ova zvjezdača (slika 1.) prenesen iz Japana u Australiju i Novi Zeland. On ima sposobnost razmnožavanja kako spolno tako i nespolno, što je jedan od glavnih faktora njegovog širenja. Njegova prehrana uključuje tržišno vrijedne kamenice, a početkom 1980-ih godina, prouzročio je ozbiljne štete u ribarstvu i marikulturi. Zaljev Port Phillip postao je pretrpan velikim brojem ovih morskih zvjezdača, čija ukupna masa nadmašuje masu svih riba u tom zaljevu zajedno. Ova situacija dovela je zaljev gotovo do potpunog ekološkog kolapsa, [4].



Slika 1. *Asterias amurensis*, [5]

## 2. *Dreissena polymorpha* (Zebrasta dagnja)

Slatkovodni školjkaš *Dreissena polymorpha* (slika 2.) unesen je u Velika jezera 1986. godine iz Rusije, koja se proteže na granici Sjedinjenih Američkih Država i Kanade. Ovaj organizam je uspješno kolonizirao ove slatkovodne ekosustave zbog nedostatka prirodnih neprijatelja, što je rezultiralo njegovim brzim širenjem. Svaka ženka *Dreissena polymorpha* može proizvesti do milijun jaja godišnje, što dodatno potiče njegovu razmnožavanje. Ova vrsta stvara kolonije na autohtonim slatkovodnim školjkama, ograničavajući njihovu sposobnost kretanja, prehrane i reprodukcije, što na kraju dovodi do smrti autohtonih školjkaša. Također, neke ribe i ptice u Velikim jezerima hrane se *Dreissena polymorpha* školjkama, što može pomoći u održavanju ravnoteže u prirodnom ekosustavu, [4].



Slika 2. *Dreissena polymorpha* (Zebrasta dagnja), [6].

### 3. *Undaria pinnatifida* (Azijska alga – kelp)

Ova alga (slika 3.) donesena je iz Azije na područja Europe, Argentine, Australije, Novog Zelanda i SAD-a. Svojim širenjem može negativno utjecati na uzgajališta školjkaša, jer se prihvati i raste na različitim tvrdim podlogama. U Japanu i Koreji ova se vrsta koristi već dugo vremena u akvakulturi i oni su i danas glavni proizvođači i najveći konzumenti ove alge [4].



Slika 3. *Undaria pinnatifida* (Azijska alga – kelp) [7]

### 4. *Caricinus maenus* (Europski zeleni rak)

Rak *Caricinus maenus* (slika 4.) koji je unesen brodovima iz Azije. Raširen oko 30-ih godina prošlog stoljeća na ušćima njemačkih rijeka. Hrani se ribom i beskralješnjacima i uzrokuje propadanje ribarstva. Vlada je poduzela programe nadzora, izlova i uništavanja više od 10 milijuna rakova godišnje. [4]





Slika 4 - *Caricinus maenus* (Europski zeleni rak) [8]

#### 5. *Neogobius melanostomus* (Obli glavoč)

Široko rasprostranjena vrsta (slika 5.) u Mramornom moru i rijekama u blizini, te u Crnom moru. Uočen je 1990. u Sjevernoj Americi i u različitim dijelovima Europe. Vrsta koja se može naći u jezerima, estuarijima, rijekama i moru. Ova vrsta glavoča ima sposobnosti dobre prilagodbe u degradiranim i oštećenim ekosustavima. Mnoge autohtone predatorske vrste (grgeč i sl.) počele su se hraniti ovom vrstom. Ovaj glavoč se hrani sa zebrastom dagnjom *Dreissena polymorpha*. [4]



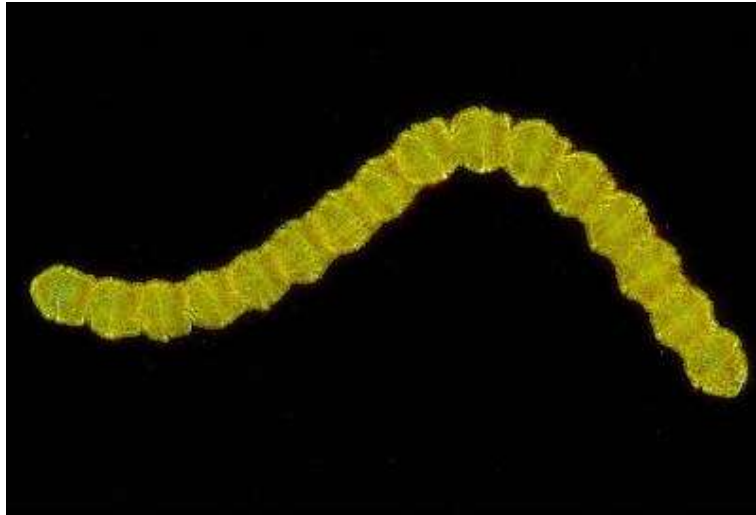
Slika 5. *Neogobius melanostomus* (Obli glavoč) [9]

#### 6. *Gymnodinium catenatum* (Toksični fitoplankton – alge)

Otrovni *Gymnodinium catenatum* (slika 6.) balastom brodova iz Japana i Južne Koreje unesen je u australske luke nakon 1980. Poslije prilagodbe slijedilo je brzo rasprostiranje,



što je dovelo do prestanka lova rakova i školjkaša na nekim lokacijama. U slučaju ljudske konzumacije alge, moguće je trovanje, pa čak i smrt. Trovanja tim algama zabilježena su u Zelandu i Meksiku. [4]



Slika 6. *Gymnodinium catenatum* (toksični fitoplankton – alga) [10]

#### 7. *Eiocheir sinensis* (vrsta raka)

Populacija raka *Eiocheir sinensis* (slika 7.) pojavila se u zaljevu San Francisca. Migratorni rak koji živi u rijekama i jezerima, a razmnožava se i djelomično obitava u moru. Prirodni habitat mu je Azija gdje se uzgaja i u akvakulturi, a invazivna vrsta je u Europi i SAD-u. Za vrijeme svojih velikih migracija utječe na privremeno lokalno istrebljenje beskralježnjaka. [4]



Slika 7. *Eiocheir sinensis* (Vrsta raka) [11]

## 8. *Cercopagis pengoi* (Kladocera)

*Cercopagis pengoi* (slika 8.) je planktonski račić čiji je prirodni habitat Crno more i Kaspijsko more. Preko balastne vode proširio se na vodene putove Istočne Europe, Baltičko more i Velika jezera u Sjevernoj Americi gdje se brzo prilagodio. [4]



Slika 8. - *Cercopagis pengoi* (Kladocera) [12]

## 9. *Vibrio Cholerae* (uzročnik kolere)

Bakterija *Vibrio cholerae* (slika 9.) uzrokovala je epidemiju kolere u Peruu 1991. godine, koja se istovremeno pojavila u tri različite luke i izazvala smrt više od 10.000 ljudi. Ta bakterija pronađena je u vodenom balastu pet brodova koji su ukrcavali teret u lukama SAD-a, a balastirani su u Meksičkom zaljevu. Naloženo je svim brodskim agentima i kapetanima da se balast izmjeni u otvorenom moru, prije ulaza u luke. Istraživanja su pokazala da bakterija *Vibrio cholerae* može preživjeti u vodenom balastu i više od 50 dana. To je negativna bakterija koja izaziva koleru kod ljudi, proizvodi toksin koji napada crijeva. Ova bakterija je kroz povijest bila izvor razornih epidemija po cijelome svijetu. Bolest se proširuje u sredinama u kojima je niska razina higijene, a prenosi se sa čovjeka na čovjeka. Širi se konzumiranjem vode, morske hrane i druge hrane. [4]



Slika 9. *Vibrio Cholerae* (uzročnik kolere) [13]

#### 10. *Mnemiopsis leidyi* (Sjevernoamerički rebraš)

Rebraš *Mnemiopsis leidyi* (slika 10.), pronađen oko 1980. u Crnom moru, uzrokovao je znatne promjene, došlo je naglog smanjenja brojnosti pelagičkih riba, što je dovelo do propasti ribarstva (najviše incuna i skuše). Ta sjevernoamerička vrsta bila je glavni krivac uništavanja zooplanktona napadajući riblje ličinke i onemogućujući obnavljanje ribljega fonda. Unesena je vodenim balastom iz Japana u obalne vode južne Australije te je također izazvala ozbiljne štete u ribarstvu i marikulturi. U novije vrijeme može se pronaći u Kaspijskom jezeru i Baltičkom moru. Pojavom jedne druge vrste školjkaša, uspostavljena je ravnoteža jer se taj školjkaš hrani s *Mnemiopsis leidyi*. Ovaj rebraš isto tako uočen je i u sjevernom dijelu Jadranskog mora. [4]



Slika 10. *Mnemiopsis leidyi* (Sjevernoamerički rebraš) [14]

#### 11. *Caulerpa taxifolia*

Alga *Caulerpa taxifolia* (slika 11.) prenosi se sidrima, sidrenim lancima i mrežama te je na mjestima gdje je ona rasprostranjena potrebno spriječiti ribolov i sidrenje brodova. Dospjela je u Jadran sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća.



Slika 11. *Caulerpa taxifolia* [15]

#### 12. *Callinectes sapidus* (Plavi rak)

Plavi rak, *Callinectes sapidus* (slika 12.) koji se balastnim vodama proširio svjetskim morima te završio u Jadranu. Hrani se uglavnom školjkašima. Prvi je put u Jadranu ulovljen 1949. u venecijanskoj laguni, a prvi primjerak u našim vodama ulovljen je na ušću Neretve 2006. godine. Može narasti čak i do 25 cm. [4]



11. Slika 12. [16] *Callinectes sapidus* (Plavi rak)

## **4. PRAVNA REGULATIVA**

Pravna regulativa u kontekstu pomorskog sektora igra ključnu ulogu u osiguranju sigurnosti, zaštite okoliša te reguliranja aktivnosti koje se odvijaju na moru i u lučkim područjima. Cilj pravne regulative u pomorskom sektoru je uspostaviti okvir koji promiče održivost, sigurnost plovidbe, zaštitu morskog okoliša, sprečavanje onečišćenja i unaprjeđenje uvjeta rada na moru.

### **4.1. IMO**

Kao specijalizirana agencija Ujedinjenih naroda, IMO ima globalnu odgovornost za postavljanje standarda u području sigurnosti, zaštite okoliša i regulacije međunarodnog pomorskog prometa. Njegova ključna uloga leži u stvaranju jednakih uvjeta za sve sudionike u pomorskoj industriji kako bi osigurao da ekonomske potrebe ne nadmaše sigurnost, zaštitu okoliša i društvenu odgovornost. Ovaj pristup ne samo da promiče sigurnost, već potiče i inovacije te povećava učinkovitost u sektoru brodarstva. [17]

Pomorstvo je istinski globalna industrija koja prevozi veći dio svjetske trgovine i povezuje zajednice diljem svijeta. Ono je najučinkovitiji i ekonomski prihvatljiv način prijevoza robe na globalnoj razini, pružajući pouzdano i pristupačno sredstvo za trgovinu koja potiče prosperitet među narodima i društvima. [17]

IMO se bavi svim aspektima međunarodnog brodarstva, uključujući projektiranje brodova, njihovu konstrukciju, opremanje, posadu, operacije i odlaganje. Cilj je osigurati da ovaj vitalni sektor ostane siguran, ekološki održiv, energetske učinkovit i društveno odgovoran, čime doprinosi globalnoj pomorskoj sigurnosti i zaštiti okoliša. [17]

### **4.2. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O NADZORU I UPRAVLJANJU BRODSKIM BALASTNIM VODAMA I TALOZIMA (IMO, 2004.)**

Međunarodna konvencija o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima (engl. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004. – u daljnjem tekstu Konvencija o balastnim vodama) primjenjuje se na sve brodove koji imaju pravo vijati zastavu neke od stranaka ove Konvencije i brodove koji nemaju pravo vijati zastavu neke od stranaka ove Konvencije, ali koji se nalaze pod nadležnošću neke od stranaka ove Konvencije. [19]

Tekst ove konvencije sastoji se od sljedećih odjeljaka: A - opće odredbe; B - zahtjevi upravljanja i nadzora nad brodovima; C - posebni zahtjevi u određenim područjima; D - standardi za upravljanje balastnim vodama (koji su podijeljeni u Standard D1-izmjenu balastnih voda i D-2 standard učinkovita obrada balasta) te odjeljak E - zahtjevi za pregled i izdavanje svjedodžbi za upravljanje balastnim vodama. [19]

### **4.3. PRAVNA REGULATIVA U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Republika Hrvatska je prihvatila međunarodnu konvenciju o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima. Pravilnik o prijavi i evidentiranju balastnih voda u Republici Hrvatskoj obuhvaća obvezu svih stranih brodova da dostave izvješće (obrazac za prijavu) o balastnim vodama nadležnom uredu lučke kapetanije prije dolaska u luku (tablica 1.). Za dulja putovanja, izvješće treba dostaviti najkasnije 48 sati prije uplovljavanja, dok se za kraća putovanja to treba učiniti neposredno nakon isplovljavanja iz posljednje strane luke. [20]

Lučka uprava ima ključnu ulogu u obavještanju zapovjednika broda o preventivnim mjerama zaštite od balastnih voda. Zapovjednici brodova dužni su izbjegavati ukrcaj balastnih voda u određenim područjima u skladu sa sigurnosnim i ekološkim zahtjevima. Ovo uključuje područja s opasnim mikroorganizmima, područja s tvorničkim ispuštima, područja s jaružanjem morskog dna, područja pod utjecajem plime i oseke, područja s mutnom vodom, područja povoljna za riblju mrijest i područja gdje se sudaraju oceanske struje. [20]

Opći propisi ovog pravilnika zabranjuju ispuštanje balastnih voda u unutarnje vode, teritorijalno more ili Zaštićeni ekonomsko-ribolovni pojas (ZERP) Republike Hrvatske, osim u iznimnim situacijama, kao što su nužda ili oštećenje broda, pod uvjetom da su poduzete odgovarajuće mjere opreza kako bi se spriječilo ili smanjilo istjecanje balastnih voda te da štetu nije uzrokovala namjera ili nemar vlasnika, tvrtke ili ovlaštene osobe. [20]

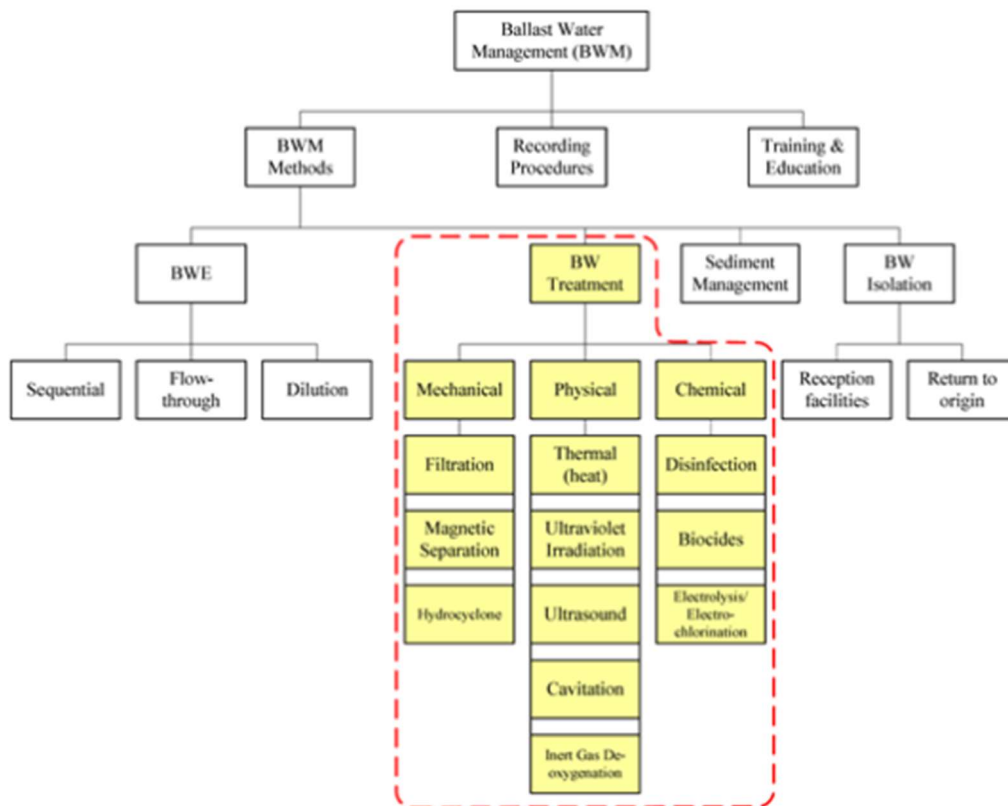




## 5. OBRADA BALASTNIH VODA

U skladu sa zahtjevima Konvencije o balastnim vodama Upravljanje balastnim vodama na brodu može se ostvariti na dva načina: u početku primjene „izmjenom balastnih voda tijekom putovanja“ (standard D1), a naknadno samo uz ugradnju sustava za učinkovitu obradu balasta (standard D2). Osim navedenog balastnu vodu moguće je u potpunosti predati u prihvatne uređaje u luci na daljnju obradu.

Upravljanje balastnim vodama na brodu prikazano je na slici 14.



Slika 14. Upravljanje balastnim vodama na brodu, prilagođeno iz [21]



## **5.1. IZMJENA VODENOG BALASTA NA OTVORENOM MORU**

Prema zahtjevima standarda D1 Konvencije, balastnu vodu moguće je izmijeniti tijekom putovanja ukoliko na brodu nije ugrađen uređaj za obradu balasta. Pri tomu, mora se osigurati zamjena 95% volumena balastnih tankova. Alternativno, može se koristiti metoda prepumpavanja ili razrjeđivanja pri čemu se mora izmijeniti trostruki volumen tanka (ili dvostruki ako on osigurava 95%-tnu zamjenu – što mora biti dokazano u Planu upravljanja balastnim vodama). Zamjena balastnih voda mora se provoditi na određenim udaljenostima od obale i na određenim dubinama, što ovisi o trajanju putovanja i drugim čimbenicima. [20]

## **5.2. UČINKOVITA OBRADA BALASTA**

Prema zahtjevima standarda D2 Konvencije, na brodu mora biti ugrađen uređaj za učinkovitu obradu balasta. Pri tomu se mogu koristiti različite metode obrade balasta poput mehaničke obrade, primjena fizičke ili kemijske metode obrade ili metode koje uključuju kombinaciju nekih od navedenih metoda.

### **5.2.1. Mehaničke metode**

#### Filtracija

Filtracija je proces kojim se organizmi odvajaju od balastnih voda putem posebnih mrežica. Filtracija se ističe kao najraširenija, često korištena u kombinaciji s drugim tehnikama unutar Sustava za upravljanje balastnim vodama (engl. Ballast Water Management System - BWMS). Kombinacija filtracije i srednjeg UV zračenja dokazala se kao učinkovita metoda bez štetnih nuspojava.

#### Hidrociklonska separacija

Osnovno načelo rada temelji se na ubrzanju čestica i odvajanju komponenti različitih gustoća. Djelovanje centrifugalne sile potiskuje organizme i talog prema stjenki hidrociklona zbog njihove mase, pri čemu klize prema donjem izlazu. Pročišćeni balast zadržava se u središnjem dijelu. [22]

### **5.2.2. Fizikalne metode**

#### UV zračenje

Primjenom UV zračenja uništavaju se mikroorganizmi i narušava njihova sposobnost za reprodukciju. Valja napomenuti da metoda UV zračenja zahtijeva značajne količine energije, što može rezultirati visokim troškovima. Stoga se njena isplativost često postiže kroz kombinaciju s drugim metodama, najčešće filtracijom. [22]

#### Toplinska

Toplinska metoda temelji se na iskorištavanju toplinske energije koja se generira iz brodskih pogonskih strojeva i toplinskih uređaja tijekom putovanja. Osim toga, mikrovalno zagrijavanje također može biti primijenjeno. Međutim, takav pristup zahtijeva specifične uređaje i veće financijske investicije. Potencijalno se toplinska metoda može kombinirati s UV zračenjem i ultrazvučnom obradom. Toplinska metoda nudi mnoge prednosti, a to su: ekonomična, ekološki prihvatljiva, sigurna za posadu, praktična i visoko učinkovita. Ova metoda donosi najviše prednosti i često se preporučuje kao sastavni dio sveobuhvatnih postupaka obrade balastnih voda. [22]

#### Ultrazvuk

Ultrazvuk predstavlja zvučne valove čija je frekvencija iznad gornje granice čujnosti za ljudsko uho, što iznosi 20 kHz (20000 Herca). Ultrazvučna obrada balastnih voda se temelji na korištenju visokih frekvencija koje potiču vibracije u vodi, uzrokujući fizičke i kemijske efekte. Ova metoda je posebno efikasna u uklanjanju mikroorganizama, no nije djelotvorna za eliminaciju širokog spektra neželjenih organizama (posebice većih dimenzija) prisutnih u balastnim vodama. [22]

#### Ionizirajuće zračenje

U prirodnom stanju, atomi postoje u neutralnom stanju, gdje svaki atom ima jednak broj protona i elektrona. To znači da se njihovi električni naboji međusobno poništavaju, ne ostavljajući nikakav neto naboj za cijeli atom. No, djelovanjem vanjskih utjecaja, elektron se može izbaciti iz elektronske ljuske unutar atoma. U tom slučaju, jedan proton ostaje nekompenziran u elektronskom omotaču, što rezultira ukupnim pozitivnim nabojem +1 za taj atom. Takav atom u ovom nabijenom stanju naziva se ionom, a proces stvaranja nabijenih

čestica iz neutralnih čestica zovemo ionizacija. Zračenje koje može uzrokovati ovu ionizaciju poznato je kao ionizirajuće zračenje. [22]

### **5.2.3. Kemijske metode**

#### Klor

Iako je klor ekonomičan kada se primjenjuje na manjim količinama balasta, važno je imati na umu da njegova učinkovitost može opadati s većim volumenima. Uvijek je potrebno precizno dozirati klor jer u visokim koncentracijama može postati toksičan, izazivajući stvaranje nusprodukata i poremećaje u hranidbenim lancima. Nadalje, upotreba klora može potaknuti povećanu koroziju struktura broda. U morskoj vodi, klor se učinkovito koristi za neutralizaciju vegetativnih oblika bakterija i virusa. [22]

#### Klor dioksid

Klor dioksid (ClO<sub>2</sub>) predstavlja specifične izazove u svezi s transportom, što često rezultira proizvodnjom na licu mjesta. On je eksplozivan kada je pod tlakom, što dodatno komplicira rukovanje. Osim toga, klor dioksid je relativno skup za proizvodnju. Unatoč tim izazovima, ovaj spoj se pokazuje izrazito učinkovitim, posebice u slatkovodnim okruženjima, gdje je mnogo djelotvorniji od klora u suzbijanju bakterija i virusa. Dodavanje određene koncentracije kiselina aktivira ga kao sredstvo za dezinfekciju. [22]

#### Ozon

Ozon se ističe kao izvanredan sterilizator u slatkovodnom okruženju. Kada dođe u kontakt s morem, on ima moć uklanjanja mnogih bakterija i virusa u kratkom vremenskom razdoblju, uključujući mikroskopske organizme i znatno veće organizme. Međutim, njegova primjena nosi štetne ekološke posljedice. Na brodu zahtijeva značajno prostora, visoke troškove te se nehomogeno distribuira u vodi. Također, postoji opasnost od pretjeranog korozivnog djelovanja. [22]

### 5.3. ISPUŠTANJE BALASTA U PRIHVATNE UREĐEJE U LUKAMA

Brodovi koji nemaju odgovarajuće sustave za tretiranje balastnih voda trebaju biti opremljeni mogućnošću predaje tih voda u prihvatne uređaje u lukama. Naime, svaka država potpisnica Konvencije o balastnim vodama mora osigurati prihvat balastnih voda s broda u slučaju potrebe.

Međutim, postoji nekoliko izazova i razmatranja u svezi s tretiranjem balastnih voda na pristaništima. Naime, ulazak broda s punim balastom u luku može predstavljati rizik od eventualnog ispuštanja balastne vode u lučki teritorij u slučaju nužde ili opasnosti. Također, potrebno je uzeti u obzir utjecaj plime i oseke te osigurati debalastiranje prije samog pristajanja broda u luku. [24]

Unatoč tim izazovima, postoji niz prednosti takvog sustava tretiranja balasta. To uključuje oslobođenje brodskog prostora koji bi inače zauzeli sustavi za tretiranje balasta, kao i oslobađanje posade od praćenja i reguliranja operacija balastiranja. Moguće je da će ovakvi sustavi postati sve češći u budućnosti, iako trenutačno zahtijevaju značajna ulaganja u infrastrukturu i opremu. [24]

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) propisuje dodatne smjernice kako bi se suzbio utjecaj invazivnih vrsta. Ove smjernice obuhvaćaju operacije prilikom primanja balasta, s ciljem izbjegavanja unošenja lokalnih invazivnih vrsta koje se često nalaze u plitkim dijelovima mora. Također, preporučuje se redovito čišćenje balastnih tankova od blata i sedimenta koji se talože na dnu i stjenkama tankova, te izbjegavanje ispuštanja balastne vode kad god je to moguće kako bi se smanjio rizik od unošenja invazivnih organizama. [25]

## 6. BUDUĆI TEHNOLOŠKI RAZVOJ BRODOVA

Pomorski sektor se sve više usmjerava prema zaštiti okoliša, kako na administrativnom tako i na projektnom planu. Implementacijom novih tehnologija olakšano je stvaranje brodova koji se sve više približavaju konceptu "Zelenog broda" (engl. Green ship), kojim se želi ostvariti čim manji štetni utjecaj na okoliš. Jedan od ključnih smjerova za eliminaciju neželjenih oblika života u balastnim vodama temelji se na primjeni zvučnih frekvencija, električnih pulsova i magnetskih polja. Također, razmatra se inovacija poput brodova bez balasta. [26]

Projektiranje brodova u današnjem vremenu postalo je izazovno zbog novih pravila i propisa o zaštiti okoliša. Koncept broda bez balastnih tankova predstavlja ekonomičnu alternativu sustavu za obradu balastnih voda. Ova alternativa ne zahtijeva kompleksnu opremu za obradu balasta i istovremeno je ekološki superiornija, tehnički izvediva i operativno praktičnija. Brodovi bez balasta se temelje na korištenju uzdužnih tankova ispod tankova tereta, uspostavljajući protočnu vezu između morske vode na pramcu i krmi broda preko kanala. [26]

Brodovi bez balastnih tankova omogućili bi veću slobodu plovidbe, smanjili cijenu održavanja i instalacije sustava za tretiranje balastnih voda te doprinijeli smanjenju širenja invazivnih vrsta. Gradnja takvih brodova započela je razvojem metode kontinuiranog protoka, koja omogućava ravnomjerni protok vode kroz cijelu dužinu broda. Osim pravnih i regulacijskih prednosti, brodovi bez balasta mogli bi imati duži vijek trajanja i oslobođenu posadu od čišćenja tankova i nadgledanja balastnih operacija. Važno je napomenuti da ovaj koncept ima ograničenja poput smanjene nosivosti i izazova u izmjeni bruto tonaže. [26]

## 7. ZAKLJUČAK

Balastne vode, iako nužne za stabilnost i sigurnost brodova, predstavljaju ozbiljan ekološki rizik za morski okoliš zbog mogućeg unošenja invazivnih vrsta. Utjecaj tih organizama na autohtone ekosustave može biti razoran, što je potaklo međunarodnu zajednicu na reguliranje praksi vezanih uz balastne vode.

Različite metode tretiranja balastnih voda, kao što su mehaničke, fizikalne i kemijske, pružaju mogućnosti za smanjenje rizika prije ispuštanja tih voda. Kemijska obrada, iako izaziva neka pitanja vezana uz ekološki utjecaj, može biti djelotvorna u sprječavanju unosa organizama. Također, tehnološki napredak otvara put prema konceptu brodova bez balastnih tankova, koji bi mogli značajno smanjiti ili potpuno eliminirati potrebu za tretmanom balastnih voda.

S obzirom na sve veći naglasak na zaštiti okoliša i očuvanju biološke raznolikosti, pravna regulativa i implementacija održivih praksi postaju ključne. Balastne vode predstavljaju kompleksan izazov za pomorski sektor, ali integracija novih tehnologija, stroža pravila i svijest o ekološkim implikacijama mogu zajedno doprinijeti stvaranju održivije budućnosti za pomorsku industriju i morski okoliš.

## LITERATURA

[1] Jugoslavenski leksikografski zavod, 1972, Pomorska enciklopedija 1 A-Cez, drugo izdanje, grafički zavod Hrvatske, Zagreb

[2] Kurtela, Ž., Jelavić, V., Novaković, T., 2007, 'Štetno djelovanje ispuštenoga vodenog balasta na morski okoliš' znanstveni časopis za more i pomorstvo, naše more, vol 54, p. 1-6 dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/13161> , datum zadnjeg preuzimanja: 15.9.2023

[3] <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/a-guide-to-ballast-tanks-on-ships/> (10.9.2023)

[4] Kurtela, A., Vlaković, V. 2015, *Balastne vode*, UDRUGA LIJEPA NAŠA, Zagreb

[5] <https://pesthub.es.govt.nz/?pwsystem=true&pwid=396&sort=alpha>, (10.08.2023)

[6] <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=5> (10.8.2023)

[7] <https://www.japaneseknotweedkillers.com/japanese-kelp-bhr> (10.8.2023)

[8] <https://hr.eferrit.com/cinjenice-o-europskim-zelenim-rakovima/> (10.8.2023)

[9] <https://repositorij.pmf.unizg.hr/islandora/object/pmf%3A647/datastream/PDF/view> (10.8.2023)

[10] <https://www.flickr.com/photos/55038698@N03/5223918531/in/photostream/> (10.8.2023)

[11] [https://invasions.si.edu/nemesis/chesreport/species\\_summary/Eriocheir%20sinensis](https://invasions.si.edu/nemesis/chesreport/species_summary/Eriocheir%20sinensis) (10.8.2023)

[12] <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=163> (10.8.2023)

[13] <https://www.wikiwand.com/bs/Kolera> (10.8.2023)

[14] <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unidu%3A1339/datastream/PDF/view> (10.8.2023)

[15] <https://cissr.ucr.edu/invasive-species/caulerpa-taxifolia-or-killer-alga> (10.8.2023)

- [16] [https://www.researchgate.net/figure/Callinectes-sapidus-male-The-specimen-is-presently-preserved-in-the-Natural-History\\_fig2\\_261020027](https://www.researchgate.net/figure/Callinectes-sapidus-male-The-specimen-is-presently-preserved-in-the-Natural-History_fig2_261020027) (10.8.2023)
- [17] IMO – International Maritime Organization. dostupno na: <https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx> (10.9.2023)
- [18] [https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads\\_nastava/20210126\\_134418\\_ra\\_donja\\_Priprema\\_materijali\\_za\\_kolokvij\\_2.pdf](https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20210126_134418_ra_donja_Priprema_materijali_za_kolokvij_2.pdf) (10.9.2023)
- [19] BWM Convention, imo.org, dostupno na: [https://upwikih.hr/wiki/Ballast\\_Water\\_Management\\_Convention](https://upwikih.hr/wiki/Ballast_Water_Management_Convention) (1.9.2023)
- [20] Pravilnik o upravljanju i nadzoru balastnih voda, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_11\\_128\\_2733.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_11_128_2733.html) (10.9.2023)
- [21] [https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads\\_nastava/20180227\\_184357\\_ze\\_c\\_ZMMO\\_v.1.5\\_web.pdf](https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180227_184357_ze_c_ZMMO_v.1.5_web.pdf) (10.9.2023)
- [22] Mustać B., 'Balastne vode', dostupno na: <https://www.scribd.com/doc/229910278/Balastne-vode#> (10.9.2023)
- [23] Zakon o potvrđivanju Međunarodne konvencije o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima iz 2004. godine, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/međunarodni/2010\\_05\\_3\\_45.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/međunarodni/2010_05_3_45.html) (10.9.2023)
- [24] Lončarić, G., 2022, 'Brodске balastne vode i njihov utjecaj na morski okoliš', završni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, dostupno na: <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri%3A2864/datastream/PDF/view>
- [25] Čulina, A., 2015, 'Aspekti prednosti i nedostataka u izmjeni balastnih voda na otvorenom moru' završni rad, Sveučilište u Karlovcu, dostupno na: <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A244/datastream/PDF/view> (12.8.2023)
- [26] Žagar, M., 2022, 'Štetan utjecaj balastnih voda na morski okoliš', završni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, dostupno na: <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri%3A3318/datastream/PDF/view> (11.8.2023)



## POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1 - <i>Asterias amurensis</i> (Sjevernopacifička morska zvjezdača).....	7
Slika 2 - <i>Dreissena polymorpha</i> (Zebrasta dagnja) .....	8
Slika 3 - <i>Undaria pinnatifida</i> (Azijska alga – kelp) .....	8
Slika 4 - <i>Caricinus maenus</i> (Europski zeleni rak).....	9
Slika 5 - <i>Neogobius melanostomus</i> (Obli glavoč).....	9
Slika 6 - <i>Gymnodinium catenatum</i> (Toksični fitoplankton – alge).....	10
Slika 7 - <i>Eiocheir sinensis</i> (Vrsta raka).....	10
Slika 8 - <i>Cercopagis pengoi</i> (Kladocera).....	11
Slika 9 - <i>Vibrio Cholerae</i> (Uzročnik kolere).....	12
Slika 10 - <i>Mnemiopsis leidyi</i> (Sjevernoamerički rebraš).....	12
Slika 11 - <i>Caulerpa taxifolia</i> .....	13
Slika 12 - <i>Callinectes sapudus</i> (plavi rak).....	13
Slika 13 – obrazac za prijavu balastnih voda.....	16
Slika 14 - upravljanje balastnim vodama na brodu .....	17