

# Brodске balastne vode i njihov utjecaj na morski okoliš

---

**Lončarić, Goran**

**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:187:326068>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-06**



**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**

**GORAN LONČARIĆ**

**BRODSKE BALASTNE VODE I NJIHOV UTJECAJ NA  
MORSKI OKOLIŠ**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**BRODSKE BALASTNE VODE I NJIHOV UTJECAJ NA  
MORSKI OKOLIŠ  
SHIP BALLAST WATER AND VARIOUS EFFECTS ON  
ENVIRONMENT**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Ekologija u prometu

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

Student: Goran Lončarić

Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112069559

Rijeka, veljača 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**POMORSKI FAKULTET**  
51000 Rijeka, Studentska 2

Student: GORAN LONČARIĆ

Studijski program: TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA PROMETA

JMBAG: 0112069559

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

**Brodске balastne vode i njihov utjecaj na morski okoliš**

izradio samostalno pod mentorstvom

dr.sc. Radoslava Radonje izv. prof.

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao 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

*Goran Lončarić*

Goran Lončarić

Student: GORAN LONČARIĆ

Studijski program: TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA PROMETA

JMBAG: 0112069559

### 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 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 <https://creativecommons.org/licenses/>

Student – autor

Goran Lončarić

## SAŽETAK

Na gotovo svim današnjim preoceanskim brodovima ugrađeni su tankovi balasta čija je svrha osiguravanje stabilneta pri plovidbi kao i ispravljanje poprečnog ili uzdužnog nagiba broda, a posebno u uvjetima kada brod plovi bez tereta ili sa smanjenom količinom tereta. U balastne tankove ukrcava se voda/more iz okruženja, a s time i svi organizmi koji se u tom okruženju nalaze. Mogućnost njihovog preživljavanja tijekom putovanja, ispuštanja u novom području i prilagodbu na nove uvjete može uzrokovati poremećaje u cjelokupnom ekosustavu tog područja. Ovim radom ukazuje se na probleme nastale migracijom invazivnih vrsta diljem svijeta putem balastnih voda, kako se događaju i kako pojedini organizmi opstaju u lokalnim područjima, te njihov utjecaj na ekološke i ekonomske aspekte. Važnost pravovremene reakcije i organizacije u korist suzbijanja dodatnog širenja invazivnih vrsta kako bi se očuvala lokalna flora i fauna diljem svijeta. Napredak u tehnologiji nam svaki dan omogućuje nove spoznaje, pa tako i otkrivaju nove načine kod borbe protiv invazivnih vrsta

**Ključne riječi:** brod, brodske balastne vode, morski okoliš, invazivne vrste

## ABSTRACT

Almost all overseas ships today are equipped with ballast tanks, the purpose of which is to ensure stability during navigation and to correct the ships' transverse or longitudinal inclination, especially when the ship is sailing without cargo or with reduced cargo. Water/sea from the environment is loaded into the tanks, and with it all the organisms that are in that environment. The possibility of them surviving during the voyage, being released in a new area and adapting to the new conditions, can cause disturbances in the whole ecosystem of the area. This paper highlights the problems caused by the global migration of invasive species through ballast water, how they occur, and how certain organisms survive in local areas, as well as their impact on ecological and economic aspects. The importance of responding in a timely manner to combat the further spread of invasive species in order to preserve local flora and fauna around the world. Technological progress provides us with new knowledge every day and thus new ways to combat invasive species.

**Keywords:** ship, ship ballast water, marine environment, invasive species

# SADRŽAJ

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UTJECAJ BALASTNIH VODA NA MORSKI OKOLIŠ.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. BALASTNE VODE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. INVAZIVNE VRSTE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.3. ZNAČAJKE INVAZIVNIH VRSTA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. INVAZIVNE VRSTE U JADRANU .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. EKONOMSKI ASPEKTI I UTJECAJ NA ČOVJEKA .....</b>	<b>11</b>
<b>3. KONVENCIJA O BALASTNIM VODAMA .....</b>	<b>13</b>
<b>4. IZMJENA BALASTNIH VODA ZA VRIJEME PUTOVANJA.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. UVJETI IZMJENE BALASTNE VODE .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2. ISPUŠTANJE BALASTA U LUKAMA .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3. RAZVOJ BRODOVA BEZ BALASTNIH TANKOVA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. OBRADA BALASTNIH VODA NA BRODU .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. KEMIJSKI TRETMAN .....</b>	<b>21</b>
<b>5.2. FIZIKALNI TRETMAN.....</b>	<b>22</b>
<b>6. PRAVNE REGULATIVE U REPUBLICI HRVATSKOJ.....</b>	<b>26</b>
<b>7. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>29</b>

## LITERATURA

## POPIS KRATICA

## POPIS SLIKA

## 1. UVOD

Razvojem pomorstva u današnje vrijeme gotovo 90% transporta odvija se morem. Iako su, s tehnološkog aspekta, suvremeni brodovi znatno napredniji i učinkovitiji ipak se ne može zanemariti njihov utjecaj na morski okoliš. U ovom radu promotrit će se njihov utjecaj na prijenos organizama putem balastnih voda. Sam prijenos organizama ne mora nužno biti i opasan jer njihovo nastanjivanje i prilagodba u novom području nije uvijek moguća. No, ako se ostvare pogodni uvjeti za prilagodbu u novom ekosustavu i pri tom u njemu za pridošle organizme nema prirodnih neprijatelja tada njihovo nekontrolirano razmnožavanje može dovesti i do pogubnih posljedica za cjelokupno novo područje. Tako nastala šteta može biti iznimno velika kako za domicilne morske populacije tako i za gospodarske grane povezane uz korištenje mora, a u nekim slučajevima može doći i do zdravstvene ugroze stanovništva. Balastna voda je ključni dio svakog pomorskog putovanja, no sa sobom nosi posljedice u vidu invazivnih vrsta. U prvom poglavlju rada, spomenut će se neke od najrasprostranjenijih vrsta koje se prenose balastnim vodama i osvrst na dvije invazivne vrste u Jadranu. Konvencije su jedini način kako bi se takve stvari mogle ograničiti i spriječiti, te njihovo pravovremeno djelovanje i reakcija će omogućiti globalnu osviještenost nastalim problemom invazivnih vrsta. Postepeno uvođenje D1 standarda, pa sve do uvođenja D2 standarda koji je i posljednja razina zaštite koja je nastala konvencijom protiv invazivnih vrsta. Donedavno izmjena balastne vode bila je dovoljna kao način tretiranja, što je danas postao minimum. Izmjenu balastne vode zamijenit će neke od tehnologija za obradu balastne vode koje će se odabirati po cijeni, prostoru i efikasnosti njihovog rada. Štetnosti i djelovanje invazivnih vrsta došlo je i do Republike Hrvatske, gdje će se također morat obratiti pažnja za tretiranjem balastnih voda u Jadranu, s ciljem očuvanja kvalitete života za ljude ali i životinje i morske organizme.



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

U današnje vrijeme, 90% trgovine se obavlja brodom, stoga onečišćenja s brodova je u velikom porastu. Povećanjem prometa u luci dolazi do povećanja rizika od pojave invazivnih vrsta koji mogu štetno utjecati na bio raznolikost lokalnih područja. U ovome poglavlju obradit će se pojam balastne vode i njihov utjecaj na morski okoliš, invazivne vrste s njihovim značajkama na globalnoj razini, te osvrst na dvije najzastupljenije vrste u Jadranu, te u nastavku objasniti će se utjecaj na gospodarstvo i ljude.

### **2.1. BALASTNE VODE**

Balastne vode su u upotrebi od nastanka brodova s čeličnim trupom. U povijesti se kao balast koristio kruti materijal kao što je kamen ili drvo te je kasnije zamijenjen s vodom. Balast se koristi s ciljem poboljšanja trima, nagiba, stabilnosti, gaza, naprezanja, manevriranja brodom i kompenzira težinu koja je nestala potrošnjom vode i goriva. Balast sadrži tekuće i krute nečistoće te žive i uginule organizme. S jedne strane balast je ključna karika u sigurnosti i efikasnosti brodskih operacija, a s druge strane mogu ozbiljno narušiti ekonomski i ekološki sustav. Na globalnoj razini godišnje se preveze od 10 do 12 milijardi tona balastne vode, a u njoj oko 3000 planktonskih vrsta i 4 i 500 raznih mikroorganizama. Zbog takvih brojki, invazivne vrste se mogu nazvati nusproizvodom balastnih voda i pomorstva. [1]

### **2.2. INVAZIVNE VRSTE**

Prijenos invazivnih vrsta iz jedne luke u drugu može se dogoditi na dva načina. Prvi je način da se organizmi zalijepe za uronjene dijelove broda, te tako prenesu u drugu luku, a drugi način je putem balastnih voda. Takvi organizmi imaju mogućnost preživljavanja transporta i nastaviti razmnožavanje u novom području, raširiti se, istrijebiti i ugroziti ostale lokalne vrste.

Da bi preseljeni organizmi postali prijetnja za novu okolinu moraju se ispuniti neki uvjeti: 1. organizmi moraju biti prisutni u vodi gdje se uzima balast; 2. moraju biti živi uneseni

u balastnu vodu; 3. moraju preživjeti putovanje i ispuštanje balasta; 4. moraju se snaći u novoj okolini i biti ispušteni u količinama koje im omogućuje daljnju reprodukciju [2]

Obalno morsko područje je izobilje organizama i nutritivnih tvari potrebno za život, odvojeno prirodnim barijerama kao što su kopno, razlika u temperaturi, razlika u salinitetu. Tako se formiraju unikatni obalni ekosustavi koji su balansirani milijunima godina. No danas, ta ravnoteža je drastično narušena. Mnoge vrste nakon dolaska u drugu luku nestaju bez traga u novome području, no neke uspijevaju opstati i kompromitirati cijeli ekosustav. Invazivne vrste prevezene u neko drugo područje, ponašaju se dosta agresivnije naspram domicilnih organizama iz razloga opstanka, te borbi protiv predatora ako ih ima. Uz utjecaj na biljni i riblji svijet, invazivne vrste utječu na ravnotežu ekosustava određenog područja, ljudske djelatnosti na moru i priobalju kao što su ribarstvo, obalne industrije i turizma, te na samu kvalitetu života uz more.[1]

### **2.3. ZNAČAJKE INVAZIVNIH VRSTA**

Najštetnije vrste koje se unose vodenim balastom su [2]:

1. *Asterias amurensis* (Sjeverno pacifička zvjezdača)
2. *Dreissena polymorpha* (Zebrasta dagnja)
3. *Undaria pinnatifida* (Azijska alga - kelp)
4. *Carcinus maenus* (Europski zeleni rak)
5. *Neogobius melanostomus* (Obli glavoč)
6. *Gymnodinium catenatum* (Toksični fitoplankton – alge)
7. *Eriocheir sinensis* (vrsta raka)
8. *Cercopagis pengoi* (Kladocera)
9. *Mnemiopsis leidyi* (Sjevernoamerički rebraš)

## 1. *Asterias amurensis* ( Sjeverno pacifička zvjezdača):

Zvjezdača koja se nalazi u plitkim morima i estuarijima. Prvotno nastanjena na sjeveru Kine, Sjeverne i Južne Koreje, Japana i istočne Rusije, no danas se može primijetiti u Europi, Novom Zelandu, Tasmaniji i Australiji. Promjera 50 cm, ima 5 krakova i s donje strane je potpuno žuta, a brzina kretanja joj je 20 cm/min. Predator po prirodi, brzo se razmnožava i najčešće se hrani školjkašima i ikrom mnogih ugroženih vrsta. Ima značajan utjecaj na bio raznolikost, te utjecaj na samog čovjeka, odnosno narušava uzgajališta riba i školjkaša. [4]



Slika 1. Sjeverno pacifička zvjezdača, [3]

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

Zebrasta dagnja prenesena s uronjenih dijelova brodova iz Kaspijskog jezera i Crnog mora sve do Sjeverne Amerike, Velike Britanije, Španjolske i Irske. Životni vijek zebrašte dagnje je od 3 do 5 godina, a mogućnost razmnožavanja do 40 000 jaja po ciklusu. Hrane se fitoplanktonima koji su neophodni ostalim životinjama za život u lokalnom području, te tako narušavaju ravnotežu u ekosustavu. Prema nekim podacima, u SAD-u su potrošili do US\$750 milijuna na štetu uzrokovanu razmnožavanjem zebrašte dagnje od 1989. – 2000. godine. [4]



Slika 2. **Zebrasta dagnja**, [3]

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

Prirodno nastanjena u obalnim područjima Japana, Koreje, Kine, nakon čega se rasprostire do Francuske, Belgije, Sjeverne Amerike, Velike Britanije. Utječe na bio raznolikost područja i smanjuje obnavljanje života u lokalnim područjima zbog ometanja života riba, rakova, ježinaca i puževa. Razmnožava se putem spora i ljudskim putem koji se koristi zbog uzgoja. [4]



Slika 3. **Azijska alga**, [3]

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

Europski zeleni rak je prenošen diljem svijeta putem balastnih voda, no koristi se još kao i mamac za ribolov. Prirodno stanište mu je bila Europa ali danas se nalazi u Sjevernoj Americi, Australiji, Južnoj Africi i Aziji. Rak je predator i pretežno se hrani školjkašima, iznimno se prilagodljivi i mogu živjeti na područjima raznih temperatura i saliniteta, te su opasnost za uzgajivače školjki. [4]



Slika 4. **Europski zeleni rak**, [3]

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

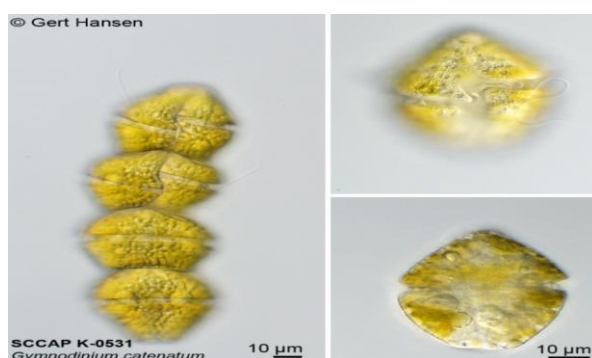
Nastanjen prirodno u Europskim i Azijskim rijekama, pa putem balastnih voda rasprostranjen sve do Sjeverne Amerike. Veliki predator za lokalne školjke i puževe kao i za riblju ikru. Sposobnost preživljavanja mu je visoka pa tako prevladava nad ostalim lokalnim vrstama. Može biti i "domaćin" raznim parazitima koje su opasne ne samo za vodeni svijet nego i za ptice. [4]



Slika 5. **Obli glavoč**, [3]

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

Nastanjen u Australiji, pa prenesen do Japana, Španjolske i Novog Zelanda. Ovaj fitoplankton poznat po PSP otrovu koji godišnje izaziva tisuće otrovanja ljudi i povoljno utječe na razmnožavanje štetnih algi. Australiju godišnje košta AUD\$1 milijun kako bi se borili s praćenjem i ograničavanjem toksičnog fitoplanktona. Najviše pogađa uzgoj školjkaša i drugih morskih proizvoda. [4]



Slika 6. **Toksični fitoplankton**, [3]

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

Prirodni životni prostor mu je u istočnoj Aziji , a prvi put zamijećen izvan svoga prostora je u rijeci Weser u Njemačkoj, kasnije u Irskoj i Sjevernoj Americi. Ovaj rak je svežder te utječe na vodeni hranidbeni lanac , te je opasnost po ugrožene vrste riba. Osim na životinjski svijet , ovaj rak ubrzava eroziju nasipa i potoka.



Slika 7. ***Eriocheir sinensis***, [3]

## 8. *Cercopagis pengoi* (Kladocera)

Kladocera je predator u porodici raka i hrani se zoo-planktonima, te tako narušava hranidbeni lanac i narušava eutrofikaciju vodenog tijela. . Poznat po sposobnosti preživljavanja na raznim granicama saliniteta i temperatura, visoko invazivna vrsta. Postala je invazivna vrsta u istočnoj Europi, Sjevernoj Americi i Baltiku . [4]



Slika 8. **Kladocera**, [3]

## 9. Mnemiopsis leidyi ( Sjevernoamerički rebraš)

Prirodno stanište rebraša je atlantska obala Sjeverne i Južne Amerike gdje može preživljavati u raznim spektrima saliniteta i razlike u temperaturi. Danas je rasprostranjen do Crnog mora i Mediterana. Utječe na količinu zoo-planktona kao i riba koji se hrane planktonima pa sve do dupina. Nazivaju ga „inženjer“ ekosustava koji ima utjecaj na prozirnost vode , te samim time i utjecaj na ribe i uzgajališta riba. [4]



Slika 9 . Sjevernoamerički rebraš, [3]

### 2.3. INVAZIVNE VRSTE U JADRANU

Širenjem pomorskog prometa, turizma i drugih djelatnosti vezanih za more dolazi do problema s invazivnim vrstama, kako na globalnoj razini, tako i na Jadranu. Osim prirodnog širenja organizama, za probleme izazvane invazivnim vrstama odgovoran je radikalni prijenos životinja i organizama putem brodova, umjetnih kanala i ostalih djelatnosti. Raste štetni utjecaj na ekološki ali i na ekonomski aspekt zahvaćenog područja.

Pervan i Jakl (2016) su opazili da je gotovo u dva desetljeća u Jadranskom moru otkriven veliki broj egzotičnih toplofilnih algi, beskralježnjaka i riba od kojih nekolicina ima invazivna obilježja. To su djelom južno mediteranske vrste koje šire svoj raspon i utjecaj u Jadranu, djelom migriraju iz Crvenog mora kroz Sueski kanal, a djelom su unesene putem balastnih voda. Zanimljivo ali i zabrinjavajuće je to da se 100 najgorih vrsta nalazi u Sredozemlju, s najmanje 30 prisutnih u Jadranskom moru od 2006. godine. Još teže je shvatiti da, prema istome popisu, u Jadranu već živi 11 od 19 najgorih invazivnih vrsta algi. Najveću opasnost



za biološku, ekološku i krajobraznu raznolikost jadranske i mediteranske infiltracijske zone svakako predstavljaju tropske invazivne alge *Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa cylindracea*. [5]

*Caulerpe* su obrasle sve vrste morskog dna, uvelike ugrožavajući ostale životinje koje ovise i nastanjuju morsko dno (kao što su spužve i koralji) i druge morske alge. Osim prerastanja i zasjenjivanja drugih organizama *Caulerpa cylindracea* ispod svojih gustih spletova razvija detritusni sloj koji zbog biorazgradnje stvara sumporovodike i anoksične uvjete koji dodatno negativno utječu na domaće organizme [5]

*Caulerpa taxifolia* je fluorescentno zelena alga koja se sastoji od puzavih stabljika s listovima dugim 10 do 30 centimetara nalik paprati. Nastala je u umjereno toplim oceanima Australije, a u Sredozemno more ušla puštanjem iz akvarija iz pomorskog muzeja u Monacu. Širi se pomoću sidra i ribarskih mreža. Raste na svim vrstama morskog tla od površine pa do 50 metara dubine i njena gusta naseljenost negativno utječe na domaće organizme.[4]



Slika 10. ***Caulerpa taxifolia***, [4]

*Caulerpa cylindracea* je tamno zelena alga koja se sastoji od puzavih stabljika i listića dugih 2 do 10 cm, na kojima rastu okruglasti oblici. Prvenstveno se širi putem morskih struja, ali i utjecajem čovjeka. Raste na svim vrstama morskog tla od površine pa do dubine od 50 m. Prema Pervanu i Jaklu (2016) zabilježena je u hrvatskom dijelu Jadrana na 120 lokaliteta, a najčešća na području Dalmacije. Pri razmnožavanju, razvija gusta naselja gdje potiskuje lokalne i domaće organizme. [5]



Slika 11. *Caulerpa cylindracea*, [4]

#### **2.4. EKONOMSKI ASPEKTI I UTJECAJ NA ČOVJEKA**

Za ljude, najopasniji utjecaj invazivnih vrsta se može odraziti na zdravlje čovjeka. Osim morskih vrsta, postoji opasnost i od kopnenih životinja, odnosno kukaca. Tigrasti komarac je jedna od mnogobrojnih vrsta koji je prenosioc 20-ak bolesti, uključujući žutu groznicu. Zastupljen je najviše u južnoj Europi i Italiji, a predviđaju mu emigraciju u sjeverne dijelove Europe. Klimatske promjene također igraju ulogu u emigraciji životinja i organizama. Zagrijavanjem mora pojedine životinje su prisiljene emigrirati u sjevernije krajeve, no ipak većina emigracije se događa umjetnim putem, odnosno djelatnostima čovjeka. Uzmemo li u obzir Iran, koji se nalazi na obalama Kaspijskog jezera gdje je ujedno i jedina djelatnost ribolov, vidjet će se veliki utjecaj invazivnih vrsta na čovjeka i njegovu kvaliteta života. Sprat je riba iz porodice haringi koja je obitava u Kaspijskom jezeru i Crnome moru, ujedno i glavni izvor prihoda Iranskih ribolovaca. Do 1999. ribolov je bio samoodrživa i jedina djelatnost na Kaspijskom jezeru. Pojavom modernog brodarstva i prometa, u Kaspijsko jezero se iz Sjeverne Amerike 1980-ih prenosi invazivna vrsta pod nazivom Sjevernoamerički rebraš, lokalnog naziva "čudovište" koja u se nastanjuje u Kaspijskom jezeru i opstaje bez prirodnog neprijatelja.



Slika 12. **Sprat (Kilka)**, [3]

U vodi koja je ionako bila pod utjecajem onečišćenja i prevelikog izlova ribe, dolazak Sjevernoameričkog rebraša samo je ubrzao proces drastičnog smanjenja broja jedinki ribe sprat. Dolazak jedne invazivne vrste utjecao je nepovoljno na živote tisuća ljudi, gdje su se zatvarale tvornice za preradu ribe, brodogradilišta za održavanje ribolovne flote, što je na kraju rezultiralo nestankom Iranske ribolovne flote.

### 3. KONVENCIJA O BALASTNIM VODAMA

Međunarodna konvencija o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i sedimentima (engl. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments) ili, skraćeno, Konvencija o balastnim vodama (engl. Ballast Water Convention, BWC) donijeta je pod okriljem Međunarodne pomorske organizacije (engl. International Maritime Organization – IMO) u Londonu 13. veljače 2004. godine. Ona opisuje međunarodni pravni okvir sa standardima i propisima za kontrolu i upravljanje brodskim balastnim vodama. Konvencija se sastoji od 22 članka, jednog aneksa ugovora od 5 članaka (A do E) i 14 smjernica, [6]. Cilj konvencije je sprječavanje širenja invazivnih i štetnih vrsta diljem svijeta, te smanjenje ekološke štete koja nastaje ispuštanjem sedimenata i organizama iz balastnih voda u okoliš. Konvencija je stupila na snagu nakon ratifikacije od strane 30 država koje predstavljaju 35% međunarodne trgovačke tonaže. Do današnjeg dana 79 zemalja se pridružilo konvenciji, što predstavlja oko 78% međunarodne trgovačke tonaže. Pristupom Finske BWM konvenciji, pokrenut je postupak uvođenja ključnih mjera za ekološku zaštitu kojoj je cilj zaustaviti širenje invazivnih vrsta, putem balastnih voda. Datuma 8. rujna 2017. konvencija stupa na snagu. Nakon ovog datuma novi brodovima koji su izgrađeni od datuma 8. rujna. 2017 i nadalje su obavezni instalirati tehnologiju koja je u skladu s D2 standardima koji obuhvaća mjere i propise kojima se regulira maksimalan broj ispuštenih štetnih organizama u more nakon tretiranja s nekim od tehnologija. Postojeći brodovi koji su izgrađeni prije 2017. godine dužni su implementirati D1 standarde koji obuhvaća propise za izmjenu balastnih voda, u tim standardima brod mora navesti točan volumen kojim će zamijeniti balastne vode, iz posljednje luke s novom vodom iz otvorenog mora, te se ta radnja mora obavljati 200 nautičkih milja od obale, sve dok se ne implementiraju D2 standardi do daljnjeg. Nakon godine 2019. brodovi koji obnavljaju Međunarodnu svjedodžbu o sprječavanju onečišćenja uljima (engl. International Oil Pollution Prevention Certificate - IOPP) bit će dužni implementirati D2 standard. [7]

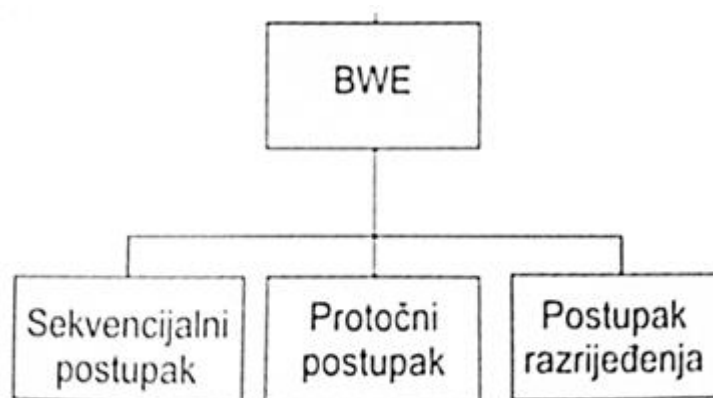
Konvencija će se primijeniti na brodove koji imaju pravo vijati zastavu neke od stranaka ove konvencije i brodove koji nemaju pravo vijati zastavu neke od stranaka Konvencije, ali koji se nalaze po nadležnošću neke od stranaka ove Konvencije. Neki brodovi nisu vezani konvencijom i odnosi se na brodove koji: nisu dizajnirani za prijevoz balasta, brodovi koji ne plove međunarodnim vodama, ratni brodovi i brodovi pod vlasništvom države, brodovi koji se koriste u nekomercijalne svrhe, te na brodove sa zapečaćenim balastnim tankovima. [6]

Osim što se konvencija odnosila na brodove, bit će potrebno i osposobiti luke za buduće tretiranje balastne vode, u kojima će brod imati mogućnost ispuštanja balastnih voda, ako luka ima adekvatna postrojenja. Luka će trebati sadržavati postrojenja za primanja balastnih voda i sedimenata, ako je potrebno popravljati balastne tenkove na brodu, te izvještavati brodove koji dolaze o organizmima ili drugim štetnim tvarima na svom lokalnom području. Brodovi na koje se primjenjuje ova Konvencija mogu biti podvrgnuti pregledu u bilo kojoj luci ili odobalnom terminalu, ali je napomenuto kako inspektori ne smiju zadržavati brod izvan nekih vremenskih okvira, kako bi se poštivao ugovor o prijevozu, [1]. Inspekcija se sastoji od pregleda Plana upravljanja balastnim vodama, Knjige o balastnim vodama, te uzimanje uzoraka same balastne vode. Od 8. rujna. 2024. ova IMO konvencija će zahtijevati da svaki brod kojeg obuhvaća ova Konvencija ima odobren sustav tretiranja balastnih voda, koji zadovoljava D2 standarde, što znači da D1 standardi neće biti dovoljni. [7]

#### 4. IZMJENA BALASTNIH VODA ZA VRIJEME PUTOVANJA

Godišnje se preveze oko 10 do 12 milijardi tona balastne vode diljem svijeta, koja je ključna za izvođenje brodskih operacija. Balastna voda nakon otkrića štetnosti invazivnih vrsta, osim na zdravstvene aspekte, negativno utječe na ekonomske i ekološke aspekte mora.

Najbolji način za izbjegavanje rizika koji može dovesti do unošenja invazivnih vrsta je putem izmjene balastnih voda (engl. Ballast Water Exchange – BWE) i zamjena s čistom morskom vodom s otvorenog mora ili dubokog oceana. BWE trenutno koriste svi brodovi koje zahvaća međunarodna konvencija. BWE postupak se može provesti na tri načina. Prvi, sekvencijalni postupak, podrazumijeva kompletno pražnjenje odvojenih balastnih tankova, te nadopunjavanje morskom vodom s otvorenog mora do postizanja 95% zamjenskog volumena. Drugi, protočni postupak zahtjeva pumpanje zamjenskog balasta u tank za balastnu vodu, tako da minimalna količina vode koja se mora upumpati iznosi tri volumena tanka, što podrazumijeva prelijevanje kroz odušnike i otvore za inspekciju tanka na palubi. Zadnji, treći postupak je prorjeđivanje koji zahtjeva istodobno ispuštanje i zamjena s novom balastnom vodom, tako da se razina u tanku neće promijeniti (balast se upumpava na vrhu, a ispumpava s dna tanka). Da bi došlo do potpune zamjene balastne vode, mora se upumpati minimalno trostruki volumen tanka. [2]



Slika 13. Postupci izmjene balastne vode, [2]



Slika 14. Izmjena balastne vode na otvorenom moru, [8]

#### 4.1. UVJETI IZMJENE BALASTNE VODE

Iz sigurnosnih razloga, utjecaj sekvencijalnog postupka na brodsku infrastrukturu bi trebalo dodatno istražiti, zbog izlaganja trupa broda dodatnom stresu. Kod preljeva vode, konstrukcija treba spriječiti nastanak većeg tlaka, koji može uzrokovati dodatnu štetu. Brod mora posjedovati dijagrame koje sadrže informacije o brzinama, volumenima i vremenu potrebnim za izmjenu vode u tankovima. Ako dođe do situacije da se nije moglo doći do izmjene vode, problem treba detaljno opisati i navesti ograničenja koja su ih sprječavala. Procedure zaštite moraju biti predložene posadi i detaljno opisane, odnosno izvanredne situacije u kojima se zamjena balasta ne može obavljati.

Legalni aspekti zamjene balasta odnose se na zamjenu balasta koja se mora obavljati u dubokom moru, izvan obalnog područja i djelovanja estuarija. Konvencija propisuje i preporučuju zamjenu balasta 200 nautičkih milja od obale ili na moru dubine više od 200 metara. Kada to nije moguće, onda barem na udaljenosti 50 nautičkih milja pri dubini većoj od 200 metara ili, ako ni to nije moguće, tada država treba odrediti gdje će brod zamijeniti balast. Preporučuje se izbjegavanje uzimanja balasta preko noći, zbog određenih organizama koji se približavaju površini vode zbog razmnožavanja i hranjenja, te se tako povećava mogućnost usisavanja dodatnih organizama. Također se preporučuje izbjegavanje uzimanje balasta iz takozvanih "hot spots" područja, gdje se nalazi veliki broj invazivnih vrsta, štetnih algi ili su onečišćene s kanalizacijom. Znanstvenici otkrivaju što je više moguće tih područja s ciljem sprječavanja daljnjeg onečišćenja mora. [6]



BWE se vrši s ciljem minimiziranja utjecaja balastnih voda na obalna područja. Metoda se pokazuje efikasna jer organizmi iz otvorenog mora, teško mogu preživjeti u obalnom moru i obrnuto. Ovakve operacije su doprinijele manjem gubitku vremena s obzirom na to da se zamjena vrši tijekom putovanja, te nije potrebna nikakva dodatna oprema za tretiranje balastnih voda. Dakako postoje negativni aspekti BWE-a, jer nije u potpunosti učinkovito, te može narušiti sigurnost i cijenu brodskih operacija, stoga praktičnost i njihov tretman na brodu ima prostora za razvoj kako bi se poboljšala učinkovitost, otežano je odstranjivanje sedimenata i organizama s dna i rubnih dijelova tanka, te je praktički ne moguće tijekom oluje vršiti postupke izmjena balastne vode.

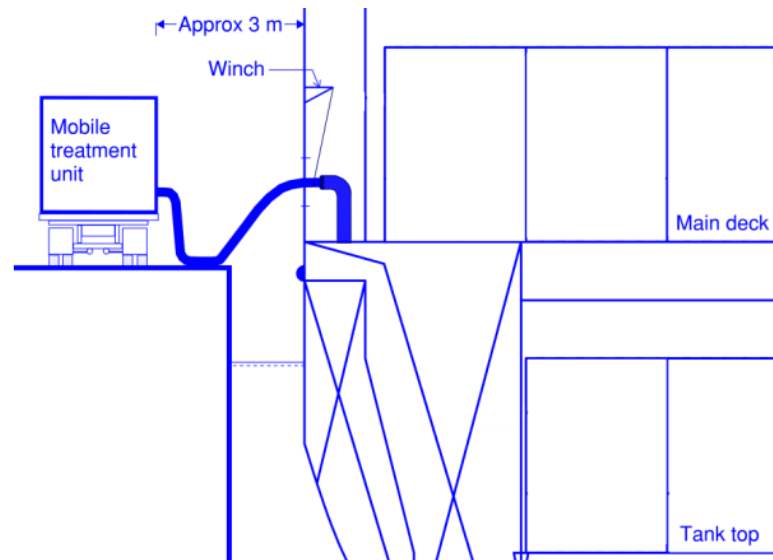
## 4.2. ISPUŠTANJE BALASTA U LUKAMA

Brodovi koji nemaju zadovoljavajući sustav tretiranja balastnih voda, trebaju imati mogućnost tretiranja istih u lukama. Tretiranje balastnih voda na pristaništu nije nužno dobra ideja zbog ulaska broda s punim balastom u teritorij luke, koji u slučaju nužde ili opasnosti može ispustiti balastnu vodu u lučki teritorij, također treba uzeti u obzir utjecaj plime i oseke te potrebno de-balastiranje prije samog dolaska na pristanište. Prednosti ovakvog sustava tretiranja balasta je oslobođenje brodskog prostora koji zauzimaju sustavi za tretiranje balasta, te oslobođenja posade od praćenja i reguliranja operacija balastiranja broda. Ovakvi nas sustavi možda očekuju u budućnosti, pošto trenutno zahtijevaju razna ulaganja u infrastrukturu i opremu u samim lukama, pa tako i na brodovima. [9]



Slika 15 . Primjer mobilnog postrojenja (koncept), [9]





Slika 16. **Primjer operacije prihvata balasta (koncept)**, [9]

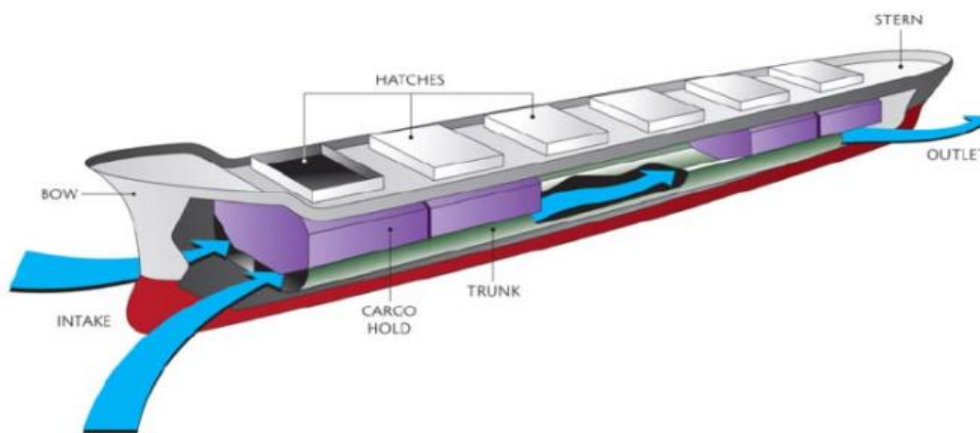
IMO određuje dodatne smjernice zbog utjecaja invazivnih vrsta koje se odnose na: operacije kod primanja balaste ako je moguće izbjegavanje lokalnih invazivnih vrsta koje se nalaze u plitkim dijelovima mora, čišćenje balastnih tankova od blata i sedimentata koji se talože na dnu i na stranama balastnog tanka, te da se izbjegava izmjena balastne vode kad god je to moguće.



Slika 17. **Blato i sedimenti u balastnom tanku**, [10]

### 4.3. RAZVOJ BRODOVA BEZ BALASTNIH TANKOVA

Proizvodnja brodova bez balastnih tankova, omogućila bi veću slobodu plovidbe, jer ne bi dolazilo do ograničavanja s tehnologijom tretiranja balasta. Smanjila bi se cijena održavanja i instaliranja sustava za tretiranje balastnih voda, a prvotni cilj gradnje takvih brodova je smanjenje širenja invazivnih vrsta što bi se itekako odrazilo na ekonomske i ekološke aspekte diljem svijeta. Gradnja takvih brodova je počela s razvitkom tzv. metode kontinuiranog protoka (engl. continuous flow method) u kojoj se otvara trup borda i omogućava spor i jednak protok vode, odnosno mora cijelom dužinom broda. Ako je moguća izvedba takvog broda, osim pravnih i regulacijskih beneficija, takav brod bi dobio na duljem vijeku trajanja, pošto ne bi bio izložen korozivnim i sedimentnim utjecajima balasta, te bi posada bila oslobođena čišćenja tankova i nadgledanja balastnih operacija. Nedostatak im je mala nosivost i bit će teško nadomjestiti bruto tonažu brodova s izmjenom balasta. Prva izgradnja takvog broda bi se trebala odviti u Hyundai Mipo Dockyard-u.[11]



Slika 18. Brod bez balastnih voda, [12]

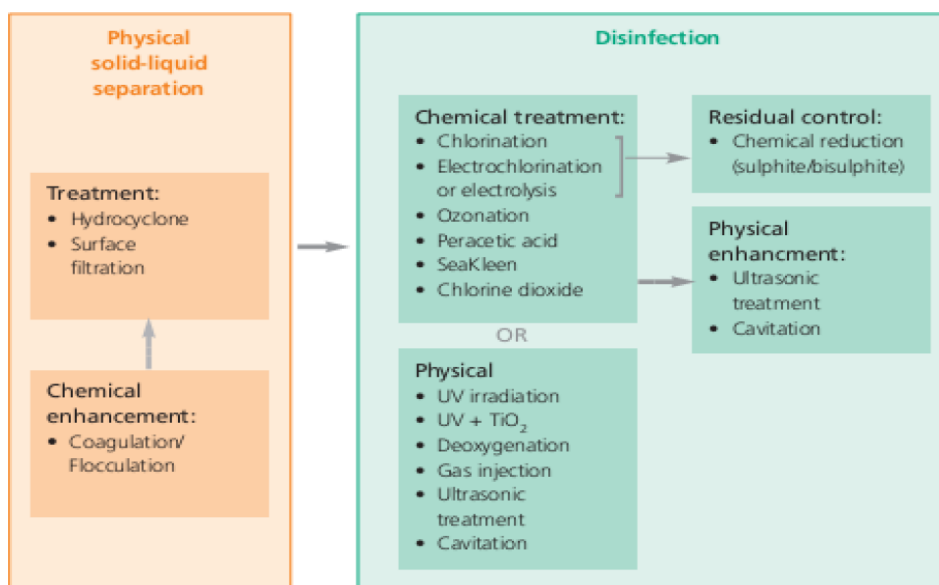
## 5. OBRADA BALASTNIH VODA NA BRODU

Tehnologije korištene za tretiranje balastnih voda prvotno su se koristile u industrijske svrhe, no za izbor ispravnog i realnog rješenja treba uzeti u obzir razne faktore kao što su: prostor, cijena i efikasnost.

Postoje dva generička tipa tretiranja balasta: čvrsto-tekuća separacija i dezinfekcija. Čvrsto-tekuća separacija se koristi s ciljem odvajanja suspendiranih čvrstih tvari. Mehanički uređaji, filtracija i proces hidrociklone se koriste za ostvarivanje tog cilja. Čvrsto-tekuća separacija se može kombinirati s dezinfekcijom, a negativna strana čvrsto-tekuće separacije je mogući pad tlaka. [13]

Dezinfekcija uklanja ili anulira mikroorganizme pomoću sljedećih metoda: kemijska deaktivacija mikroorganizama, fizičko-kemijska deaktivacija pomoću UV svjetla i de-oksidacija koja zamjenjuje nastali kisik s inernim plinom ili smanjenjem razine kisika.

Trenutno se koristi 23 raznih tehnologija tretiranja balasta, koje IMO odobrava. Zbog raznih uvjeta koje brodovi trebaju ispunjavati pri njihovom korištenju, dolazi do dodatnih troškova prilikom ugradnje, čak do USD\$ 2-3 milijuna. [13]



Slika 19. Opcije tretiranja balastnih voda, [13]

## 5.1. KEMIJSKI TRETMAN

Mnoge su opcije kemijskog tretmana balastnih voda razmatrane kao moguće rješenje problema prijenosa štetnih vrsta u novu sredinu. Da bi predložena metoda kemijskog tretmana bila učinkovita ona mora: 1) deaktivirati sve organizme u balastnim vodama uključivši i one koji su u mirujućim fazama svojeg razvoja; 2) ne proizvesti toksične nusprodukte; 3) ne smije biti opasna za posadu broda niti korozivna za strukturu broda; 4) ne smije biti skupa; 5) raspadati se relativno brzo i time dozvoliti siguran ispušt ostataka u akvatorij. [2]

Svi uređaji koji koriste kemijske ili fizičko-kemijske procese za dezinfekciju obično imaju ulaznu jedinicu koja vrši fizičku čvrsto-tekuću separaciju. [2]

Klorinacija je jedan od tretmana balastnih voda s kemikalijama u kojemu se dodaje 1-10 ppm-a natrijevog hipoklorita u tank s balastom kako bi uklonio patogene organizme koji su preživjeli postupak filtracije. Neutralizacija se dovršava s miješanjem natrijevog metabisulfita. Postupak klorinacije može izazvati dodatne štetne nusproizvode, te zahtjeva dodatne tretmane ako je to potrebno. Uvjeti za klorinaciju su: skladišta s ventilirajućim zrakom, posebno rukovanje kako bi se izbjeglo prskanje i kontakt s kožom, te ne smije doći do miješanja s određenim kiselinama zbog otrovnih plinova koji su opasni po čovjeka. [14]

Elektrifikacijski sustav koji propušta morsku vodu kroz elektrolitske ćelije u kojima se stvaraju klorovodikovi plinovi. Klorovodik se otapa i stvara natrijev hipoklorit, koji neutralizira mikroorganizme. Neutralizacija s natrijevim metabisufitom je potrebna prije ispuštanje vode. Postupak zahtjeva posebna skladištenja za vodikov plin, dodatni prostor za skladištenje soli koja se koristi u postupku i zahtjeva rad na niskim temperaturama što otežava učinkovitost postupka. [14]

Ozonizacija je postupak koji stvara ozon putem UV- svjetla (ultra-ljubičasto) ili visoko naponske struje. Balastna voda prolazi kroz Venturijevu cijev, koja stvara vakuum i potiskuje ozon u vodu. Za ovaj postupak je potrebna dodatna oprema npr.: kompresori i uređaji za hlađenje. Učinkovitija je nego klorinacija ali postoji opasnost od stvaranja nusproizvoda, tipa netopivih metalnih oksida. [14]

Postupci s perocetnim kiselinama i vodikovim peroksidom stvaraju spoj s nazivom "Peraclean". Spoj stvara relativno malo nusproizvoda, te je zbog toga ekološki prihvatljiv. Kemikalije su relativno skupe, zahtijevaju visoku koncentraciju spojeva za dobivanje Peraclean-a i znatnu površinu za skladištenje. [14]

Klorov dioksid brzo reagira i dezinficira štetne tvari u dodiru s vodom te djeluje kao vodena otopina kako bi se izbjegle moguće opasnosti od nastajanja opasnih plinova. Zahtjeva sigurno skladištenje i rukovanje na brodu, no rijetko se koristi zbog mogućeg nastajanja toksičnog klorita u određenim uvjetima. [14]

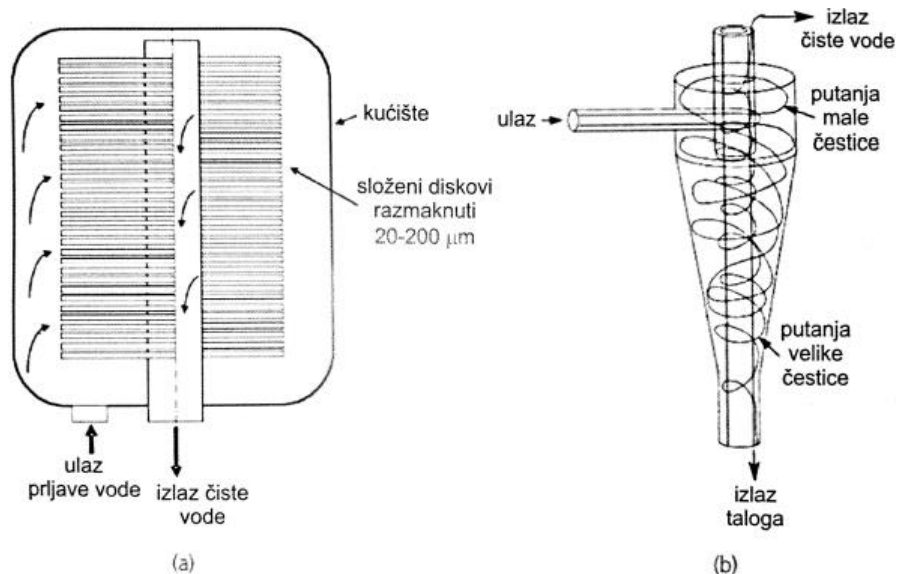
Glutaraldehyd je organski biocid koji se preporučuje za korištenje na brodovima u suzbijanju mikroorganizama u zaostaloj vodi i sedimentima u balastnim tankovima. Pokazalo se da ovaj fungicid uspješno suzbija morsku bakteriju *Vibrio fischeri*. Glutaraldehyd je najaktivniji na višim temperaturama i pH vrijednostima iznad 7,5. Budući da je pH balastne vode u rasponu od 4,2 do 8,6 to može ograničiti upotrebu glutaraldehyda ako jedinica za obradu balastne vode ne može kontrolirati svoj pH. Glutaraldehyd je korozivan u koncentriranom obliku, ali ne uzrokuje probleme s korozijom kada se koristi u razrijeđenom obliku za obradu balastne vode. [2]

## **5.2. FIZIKALNI TRETMAN**

U pravilu, tretman balastne vode na brodu treba koristiti dvije ili više tehnologija zajedno, kako bi se balastna voda tretirala prema IMO standardima podijeljenih u više razina. Od dvije tehnologije jedna je fizička, dok je druga korištenje neke dezinfekcijske tehnologije.

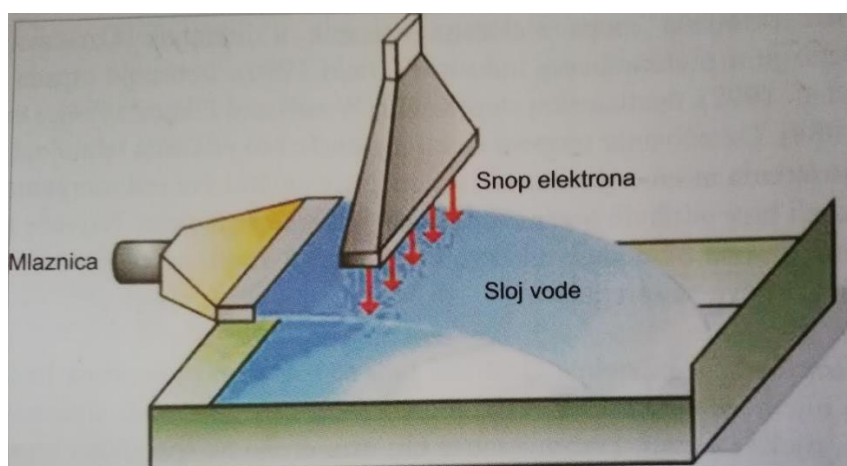
Fizička separacija ili filtracija je tretman koji može filtrirati balastne vode prije nego se pohrane u balastne tankove ili ispuste u more. Prednost filtriranja je mogućnost vraćanja zadržanih odnosno odstranjenih organizama u more.

Hidrociklonska tehnologija je učinkovita kod odvajanja čvrstih tvari od balastne vode. Voda se odvaja od čvrstih tvari pomoću centrifugalne sile, a tehnologija je relativno laka za instalaciju i održavanje na brodu pošto ne sadrži pomične dijelove. Upotreba hidrociklone ovisi o masi i gustoći tekućine koja se tretira, te tako nije u potpunosti efikasna kod odstranjivanja manjih organizama iz balastnih voda. [2]



Slika 20. a) filtracija, i b) proces hidrociklone, [2]

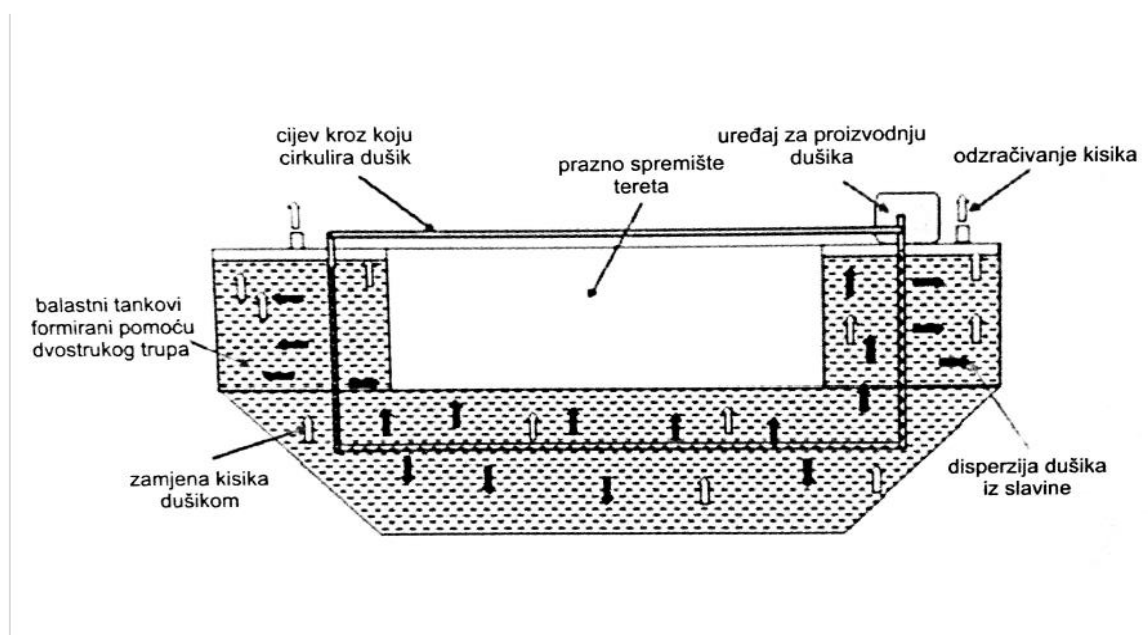
UV tretiranje balastne vode, sadrži UV lampe koje okružuju spremnik kroz koji prolazi balastna voda. UV amalgamske lampe proizvode ultraljubičaste zrake koje u kontaktu s mikroorganizmima mijenjaju njihov DNA i neutraliziraju njihovu štetnost, odnosno sprječavaju daljnju reprodukciju. Ova metoda se koristi diljem brodova, te je učinkovita kod šireg spektra štetnih mikroorganizama. [2]



Slika 21. Princip tehnologije ozračivanja snopom elektrona, [2]

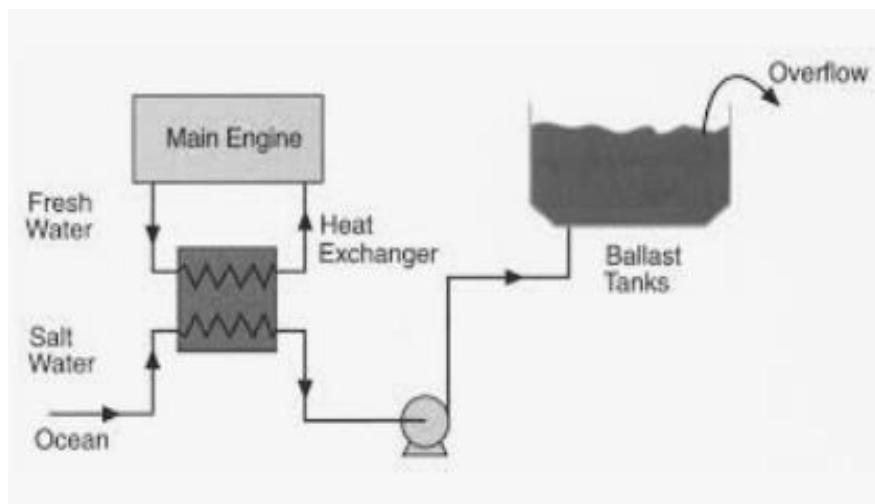
Kavitacija ili ultrazvučni tretman koristi visoko energetske ultrazvuke kako bi neutralizirali organizme u balastnim vodama. Takav tretman zahtjeva kombinaciju s drugim metodama, a kao najbolja kombinacija pokazao se tretman s UV zračenjem. Negativna strana ovog tretmana je visoka cijena izvedbe, visoki zahtjevi za električnom energijom i skupa oprema. [14]

De-oksigenacija je tretman koji uključuje izbacivanje kisika iz balastnih tankova u kojima se nalazi balastna voda, te tako „guši“ mikroorganizme. Obično se obavlja tako da se ubacuje dušik ili bilo koji drugi inertni plin iznad razine vode u balastnom tanku. Za gušenje organizama je obično potrebno 2- 4 dana, te tako ova metoda nije učinkovita za brodove koje obavljaju kraće tranzitne rute. Zahtjeva odgovarajuće balastne tankove i ako je na brod instaliran sustav s inertnim plinom, ova metoda ne zahtijeva dodatna ulaganja. [2]



Slika 22. De-oksigenacija balastnih voda. Presjek kroz trup broda, [2]

Tretiranje balasta zagrijavanjem zahtjeva zagrijavanje vode do temperature 39 °C i 45 °C, te zadržavanje temperature određeni period koja će neutralizirati mikroorganizme. Izvedba je moguća na dva načina: tako da se balastna voda zagrijava u svojim tankovima ili da se balastna voda koristi za rashlađivanje brodskih motora. Ovakav tretman zahtjeva dosta vremena, te može pospješiti pojavu korozije u samim tankovima. Negativna strana je što niže temperature od 45 °C nisu učinkovite protiv većine patogenih organizama, te kod nekih organizama može pospješiti rast patogenih bakterija. Za uništenje većih patogenih organizama, virusa, vegetativnih bakterija i gljivica potrebna je temperatura od 60 – 100 °C, a takva instalacija dodatnih izmjenjivača toplina procijenjena je na US\$350.000. [15]



Slika 23. Zagrijavanje balastne vode pomoću motora, [15]





Osnovna zadaća lučke uprave je izvještavanje zapovjednika o preventivnim mjerama koje se izdaju s ciljem zaštite od balastnih voda, a odnosi se na zapovjednike brodova koji su dužni izbjegavati ukrcaj balastne vode u sljedećim područjima u mjeri u kojoj to dopuštaju zahtjevi sigurnosne plovidbe i zaštite morskog okoliša: područja poznata da sadrže štetne mikroorganizme, područja pod utjecajem tvorničkih emisija, područja gdje se vrši jaružanje morskog dna, područja pod velikim utjecajem plima i oseka, područja visoke zamućenosti vode, područja povoljnih za mrijest riba i područja na sudaru oceanskih struja. [16]

Opće odredbe ovog pravilnika, ukoliko nije izričito određeno, zabranjuju ispuštanje balastnih voda u unutarnje vode, teritorijalno more ili ZERP Republike Hrvatske ako prethodno nisu provedene mjere upravljanja balastnim vodama u skladu s ovim pravilnikom. No, također postoje i iznimke na koje se ne odnose opće odredbe a to su: ukrcaj ili iskrcaj balastne vode potrebne za održavanje sigurnosti plovila i sigurnosti osoba na moru u slučaju nužde, slučajno istjecanje ili unos balastne vode zbog oštećenja plovila ili opreme pod uvjetom da su poduzete sve razumne mjere opreza prije i tijekom događaja kako bi se spriječilo ili smanjilo istjecanje balastne vode i da vlasnik, tvrtka ili ovlaštena osoba nisu namjerno ili nemarno prouzročili štetu, ukrcaj i iskrcaj balastne vode radi izbjegavanja ili smanjenja onečišćenja okoliša s brodova, ukrcaj i iskrcaj iste balastne vode na otvorenome moru ili gdje se balastna voda iskrcava s brodova na istom mjestu gdje se ukrcava sva balastna voda, pod uvjetom da se balastna voda ne miješa s ne tretiranom balastnom vodom iz drugih područja.[16]

Standardi za izmjenu balastne vode se odnosi na brodove koji odluče tretirati balastnu vodu putem izmjene s drugom balastnom vodom, odnosno gdje je potrebno izmijeniti 95% volumena balastnog tanka. Druga metoda je pumpanjem gdje je potrebno izmijeniti trostruki volumen balastnog tanka, te u slučaju izmjene manje od trostrukog volumena balastnog tanka, brod mora dokazati zamjenu od 95% volumena koji je zabilježen u Planu upravljanja balastnim vodama. Zamjena balastne vode mora se vršiti 200 nautičkih milja od najbližeg dijela kopna, te na dubinama većim od 200 m ukoliko je to moguće. U protivnome zamjena balastne vode se mora vršiti najmanje 50 nautičkih milja od najbližeg dijela kopna, te na dubini od 200 m. [16]

Prema Pravilniku o nadzoru i upravljanju balastnim vodama brod ne smije ispustiti vodu čiji je salinitet manji od 36 ‰. U slučaju niskog saliniteta, balastna voda mora ići na dodatnu analizu gdje se istražuje sastav vode u kojem broj fitoplaktonskih organizama ne može prelaziti 105 stanica/L i takva balastna voda ne može sadržavati dinoflagelatne ciste. Dinoflagelati su najčešće alge i morski planktoni, ali ih je moguće pronaći i u slatkovodnim predjelima. Njihovo stanište ovisi o salinitetu i temperaturi. Ubrzano povećanje populacije dinoflagelatnih organizama može se odraziti i na samu boju mora (poznato kao crvena plima) koja je štetna za školjkaše ali i ostale organizme u moru. Osim na morske organizme, štetno djeluje i na ljude koji imaju problema s respiratornim bolestima, te izaziva iritaciju kože. [17]



Slika 25. **Crvena plima**, [17]

## 7. ZAKLJUČAK

Štetni utjecaj invazivnih vrsta na bio raznolikost lokalnih područja je evidentan te je potrebno unaprijediti postojeće tehnologije i procese s ciljem sprječavanja njihovog prijenosa i smanjenja mogućnosti za njihovo preživljavanje tijekom transporta. Osim zdravstvenih problema koje mogu uzrokovati invazivne vrste, one utječu i na ekonomski aspekt društva. Gospodarski ribolov, osim što otvara radna mjesta, omogućuje i prehranu lokalnom stanovništvu te izvoz ribljih proizvoda. Osim ribolova, njihov utjecaj može se očitovati pogubno i na turizam. Na primjer, dolazak vrste koja bi narušila izgled mora ili bila u mogućnosti prenositi parazite, mogao bi drastično promijeniti turizam u pojedinim zemljama. Razvijanjem i ulaganjem u tehnologije tretiranja balastnih voda dolazi se do povoljnijih rezultata po morski okoliš i gospodarstvo povezano s morem. Kako bi se zadovoljili međunarodni propisi Prema IMO-u, potrebno je korištenje barem dvije ili više tehnologija, od kojih je jedna fizikalna, dok je druga dezinfekcijska. Dioba tehnologija se dijeli na dva osnovna tipa tretiranja balasta, čvrsto-tekuća separacija i dezinfekcijska. Do danas postoji 23 tipa tehnologija tretiranja balasta koji se odabiru s obzirom na ekonomske, ekološke i skladišne aspekte brodova i same posade. Stupanje na snagu BWT konvencije pospješilo je daljnje potrebne regulacije i propise koji se odnose na brodove i luke. Potrebna su dodatna ulaganja u infrastrukturu luka i samih brodova, no do godine 2024. svaki brod će morati od samog trenutka gradnje ispuniti zahtjeve IMO konvencije koji se odnose na upravljanje balastnim vodama. Republika Hrvatska kao i mnoge druge zemlje koje direktno ovise o moru, trebala bi posebno voditi računa o brodovima u Jadranskom moru i njihovom pridržavanju zakonima i propisima koji se odnose na upravljanje balastnim vodama, s ciljem očuvanja okoliša.

## LITERATURA

- [1] Amižić Jelovčić, P.: *Onečišćenje morskog okoliša balastnim vodama s posebnim osvrtom na međunarodne konvencije o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim talozima iz 2004. godine*. Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, Pravni fakultet Sveučilišta u Splitu, 2008.
- [2] Kutle, A., Valković, V.: *Balastne vode*, Udruga Lijepa naša, Zagreb, 2015.
- [3] World Register of Marine Species, <https://www.marinespecies.org/> (17.2.2022.)
- [4] Invasive Species Compendium, <https://www.cabi.org/isc/datasheet/107772> (17.2.2022.)
- [5] Pervan, M., Jakl, Z.: *Priručnik za zaštitu mora i prepoznavanje živog svijeta Jadrana*, Udruga za prirodu okoliš i održivi razvoj Sunce, Split, 2016.
- [6] *Zakon o potvrđivanju međunarodne konvencije o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima iz 2004. godine*, Narodne Novine Republika Hrvatska, Zagreb, 10/2010.
- [7] *Implementing the Ballast water Management Convention*, IMO .  
<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>
- [8] <https://mfame.guru/10-step-guide-selecting-ballast-water-management-system/> (4.7.2022)
- [9] *Ballast water treatment in ports. Feasibility Study 2012*. Redaction, Danska  
[https://mst.dk/media/118467/nst-mobile\\_bwms\\_report.pdf](https://mst.dk/media/118467/nst-mobile_bwms_report.pdf) (9.5.2022. )
- [10] [https://www.researchgate.net/figure/Sampling-of-sediment-in-a-ballast-tank-ship-No-9\\_fig1\\_256505052](https://www.researchgate.net/figure/Sampling-of-sediment-in-a-ballast-tank-ship-No-9_fig1_256505052) (9.5.2022.)
- [11] Baker, J., *Could ballast-free shipping be the best route to IMO compliance?* 7.8.2018.  
<https://www.ship-technology.com/analysis/ballast-free-imo/> (9.5.2022.)
- [12] *The "ballast free" concept for tankers explained* 13.9.2018.  
<https://safety4sea.com/cm-the-ballast-free-concept-for-tankers-explained/> (9.5.2022)
- [13] Elcicek, H., Parlak, A., Cakmakci M.: *Effects of Ballast Water on Marine Coastal Ecology*, Department of Naval Architect and Marine Engineering, Nevsehir, Turska, 2013.

## LITERATURA

- [14] Raunek, K., *How Ballast Water Treatment System Works?*, 1.9.2021.  
<https://www.marineinsight.com/tech/how-ballast-water-treatment-system-works/> (9.3.2022.)
- [15] Rigby, G. R., Hallegraeff, G. M., Sutton C.: *Novel ballast water heating technique offers cost-effective treatment to reduce the risk of global transport of harmful marine organisms*, *Marine Ecology*, Vol. 191, 1999, p. 289-293.
- [16] *Pravilnik o upravljanju i nadzoru balastnih voda*, Narodne novine Republika Hrvatska, Zagreb, NN 128/12
- [17] <https://coastalhealthdistrict.org/programs-services/environmental-health-2/harmful-algal-bloom-hab/red-tide-algal-blooms/> (9.5.2022.)

## **POPIS KRATICA**

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

BWE - Ballast Water Exchange

IOPPC - International Oil Pollution Prevention Certificate

ZERP – Zaštićeni ekološko-ribolovni pojas

## POPIS SLIKA

Slika 1. Sjeverno pacifička zvjezdača .....	4
Slika 2. Zebrasta dagnja .....	5
Slika 3. Azijska alga .....	5
Slika 4. Europski zeleni rak.....	6
Slika 5. Obli glavoč.....	7
Slika 6. Toksični fitoplankton .....	7
Slika 7. Eriocheir sinensis.....	8
Slika 8. Kladocera .....	8
Slika 9 . Sjevernoamerički rebraš.....	9
Slika 10. Caulerpa taxifolia .....	10
Slika 11. Caulerpa cylindracea .....	11
Slika 12. Sprat (Kilka), .....	12
Slika 13. Postupci izmjene balastne vode .....	15
Slika 14. Izmjena balastne vode na otvorenom moru .....	16
Slika 15 . Primjer mobilnog postrojenja (koncept), .....	17
Slika 16. Primjer operacije prihvata balasta (koncept), .....	18
Slika 17. Blato i sedimenti u balastnom tanku.....	18
Slika 18. Brod bez balastnih voda.....	19
Slika 19. Opcije tretiranja balastnih voda, .....	20
Slika 20. a) filtracija, i b) proces hidrociklone.....	23
Slika 21. Princip tehnologije ozračivanja snopom elektrona .....	23
Slika 22. De-oksigenacija balastnih voda. Presjek kroz trup broda.....	24
Slika 23. Zagrijavanje balastne vode pomoću motora, [15].....	25
Slika 24. Obrazac prijave balastnih voda, .....	26
Slika 25. Crvena plima.....	28