

# Balastiranje i de-balastiranje broda u eksploataciji

---

**Koludrović, Bruno**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:071354>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-26**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -  
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for  
permanent storage and preservation of digital  
resources of the institution](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET**

**BRUNO KOLUDROVIĆ**

**BALASTIRANJE I DE - BALASTIRANJE  
BRODA U EKSPLOATACIJI**

**ZAVRŠNI RAD**

**SPLIT, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET**

**STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA**

**BALASTIRANJE I DE - BALASTIRANJE  
BRODA U EKSPLOATACIJI**

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR:**

**Doc. dr. sc. Goran Belamarić, kap.**

**STUDENT:**

**Bruno Koludrović  
(MB: 0171271128 )**

**SPLIT, 2018.**

## **SAŽETAK:**

Tema i glavni cilj ovog rada je pobliže upoznati čitatelja sa balastnim vodama i njihovoj primjeni u pomorskoj industriji. U radu će se čitatelj upoznati s međunarodnim propisima o balastnim vodama te njihovoj prijetnji za ekologiju i gospodarstvo. Kako se čitatelj upoznaje s osnovnim problemima oko balastnih voda, spomenut će se sve važnije metode i načini obrade balastnih voda. Rad je podijeljen na nekoliko dijelova gdje se prvo spominje pojam balastnih voda i njihova prijetnja za morski okoliš, a nakon toga će se obraditi konvencije vezane za balastne vode. Obradit će se sustavi balastnih voda i načini obrade. Cilj rada je upoznavanje sa razlozima zašto su balastne vode bitne i tolika prijetnja za okoliš.

*Ključne riječi: balastne vode, stabilnost broda, morski okoliš, balastni sustav, plan upravljanja balastnim vodama*

## **ABSTRACT:**

Main theme and goal of this thesis is to inform the reader with ballast water and their application in maritime industry. In thesis we will familiarize reader with international regulations of ballast water and their treats to ecology and economy. While the reader is getting known with basics of problems with ballast water, we will mention all important methods and methods of ballast water treatment. Theses is divided in few parts where we first talk about basics of ballast water and their threat to marine environment, and after we will talk international conventions related to ballast water. We will research ballast water systems and methods of ballast water threating. Main gal is to introduce main reasons of importance of ballast water and their major threat to the environment.

*Keywords: ballast water, ship stability, marine environment, ballast system, ballast water management plan*

# SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	BALASTNE VODE .....	2
3.	SVRHA PLANA UPRAVLJANJA BALASTNIM VODAMA.....	4
3.1	MEĐUNARODNE KONVENCIJE.....	5
3.2	DRŽAVNI ZAHTJEVI.....	8
4.	BALASTNE VODE I BROD.....	11
4.1.	SUSTAV BALASTA.....	11
4.2.	PLAN UPRAVLJANJA BALASTNIH VODA .....	14
4.3.	IZMJENA BALASTNE VODE ZA VRIJEME PUTOVANJA.....	16
4.3.1.	ZAHTJEVI IZMJENE BALASTNE VODE.....	16
4.3.2.	METODE .....	17
4.4.	IZMJENA BALASTNE VODE U LUKAMA .....	19
4.5.	FAMILIRIZACIJA I ČASNIK BALASTNIH VODA.....	21
4.6.	KNJIGA O BALASTNIM VODAMA .....	22
4.7.	PROBLEMI S BALASTNIM VODAMA .....	23
5.	PROCESI TRETIRANJA BALASNIH VODA.....	26
5.1.	FIZIČKO KRUTO-TEKUĆE SEPARIRANJE.....	27
5.2.	FIZIKALNE METODE DEZINFEKCIJE .....	29
5.2.1.	METODE ZASNOVANE NA UTRAVIOLENTNOM ZRAČENJU .....	30
5.2.2.	TOPLINSKE METODE.....	31
5.2.3.	METODA PULSIRAJUĆE PLAZME.....	32
5.2.4.	METODE ZASNOVANE NA ULTRAZVUKU .....	32
5.3.	KEMIJSKA METODA DEZINFEKCIJE .....	32
5.3.1.	BIOCIDI .....	33
5.3.2.	DE-OKSIGENACIJA.....	33
5.3.3.	ANTIVEGETATIVNE BOJE .....	34
6.	HRVATSKA I BALASTNE VODE .....	35
7.	ZAKLJUČAK.....	37
	LITERATURA: .....	39
	POPIS SLIKA:.....	41



## 1. UVOD

Tema ovog završnog rada je balastiranje i de-balastiranje broda i tehnologije koje dolaze sa tim operacijama za ukrcaj i obradu balastnih voda. Za nekog tko se prvi put susreće s pojmom balastne vode možemo reći da su to vode sa tvarima u njoj, ukrcane radi postizanja zadovoljavajućih uvjeta na brodu. U ovom radu obradit ćemo početak primjene balastnih voda te njihovu primjenu u pomorstvu i zašto su one tako opasne. Objasnit će se konvencije vezane za upravljanje balastnim vodama, svrhu plana za upravljanje te sustave za balastne vode. Također spomenut će se metode i načini obrade balastnih voda. Ovu temu sam izabrao, jer me posebno zanimao način na koji brodovi koriste balast i ujedno kako se obrađiva ta vrsta vode jer posljednjih godina je to jedna od glavnih tema u pomorstvu. Kroz rad će se spomenuti sve što je važno u vezi broda i balastnih voda. Spomenut će se opasnosti vezane za primjenu operacije izmjene balastnih voda na brodu. Nakon spomenutih opasnosti obradit će se važnosti obučavanja posade i vođenja zapisa kod ukrcaja i iskrcaja balasta. Kod metoda i obrade balastnih voda ima mnogo različitih načina tretiranja balasta pa ću detaljno pokušat objasniti načine njihove primjene na brodu te njihove prednosti i mane. Cilj rada je upoznavanje sa balastnim sustavima na brodu i tehnologijama koje su se razvile oko balastnih vode i važnost balastne vode u današnjem brodskom transportu i razlozi zašto su one tako opasne za čovjeka i okoliš.

## 2. BALASTNE VODE

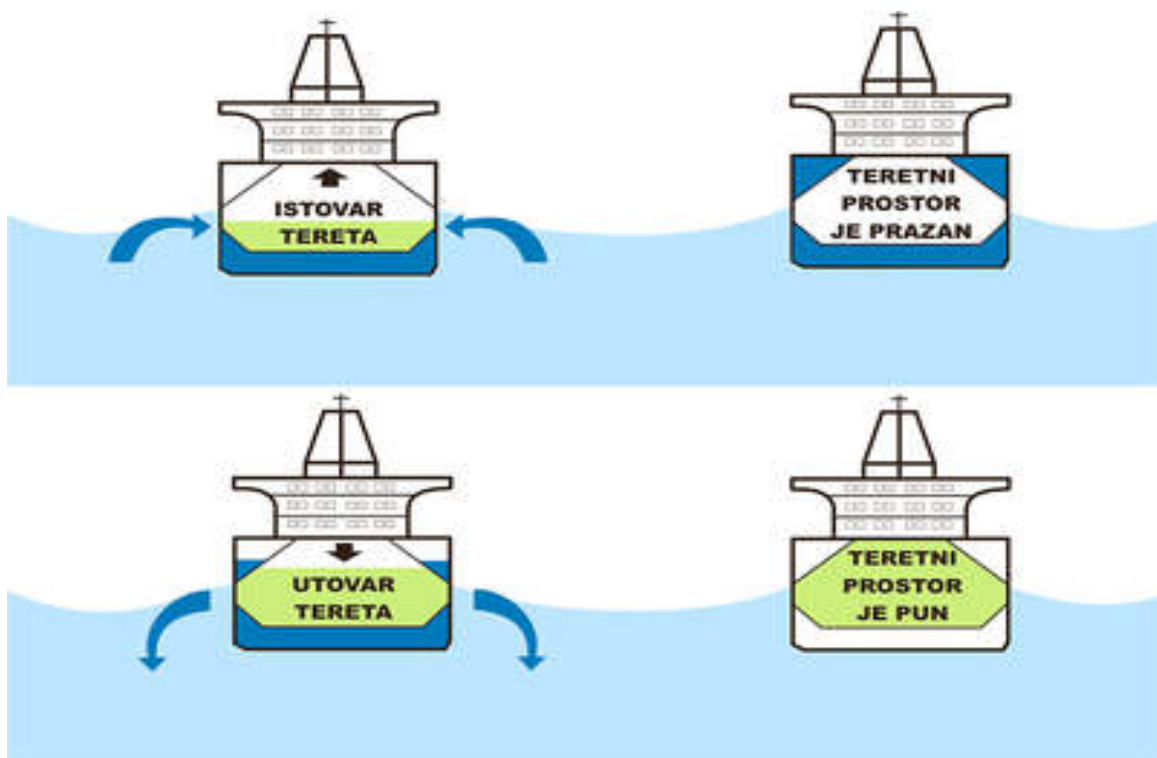
U prošlim vremenima brodovi su koristili kamenje, drvo, pijesak kao balast. Sve do 19. Stoljeća kada se počela koristiti voda. Kada bi brod iskrao teret, tada bi ukrcao balast i obratno. Kako je međunarodni pomorski prijevoz razvijen, spomenute radnje najčešće se odvijaju u različitim ekosustavima te zbog toga nastaje problem balastnih voda. O veličini ovog problema najbolje govori činjenica da se godišnje, diljem svijeta, preveze između 10 i 12 milijardi tona balastne vode s oko 4 500 različitih vrsta organizama i 3 000 planktonskih vrsta[1].

Balastna voda može sadržavati tekuće i čvrste nečistoće različitog sastava te žive ili uginule morske organizme. Ciklus uzimanja i izmjene balastnih voda iz balastnih tankova nepovoljan je za organizme te ih većina ne preživi putovanje broda. A organizmi koji prežive i koji se ispuste u novu morsku ili riječnu okolinu imaju ograničenu vjerojatnost preživljavanja u novim uvjetima zbog opasnosti od domaćih vrsta i predatora. Biološke studije o zaštiti morskog okoliša pokazuju da mnoge vrste bakterija te manji dio morske/riječne flore i faune može preživjeti u različitim formama u balastnoj vodi i sedimentnim naslagama, čak i više godina. Ako svi čimbenici budu pogodni, katkad uvezena vrsta organizama može preživjeti i započeti reproduktivni ciklus u novom okruženju, ponekad ta nova vrsta može biti invazivna te može nadjačati domaće vrste te se proširiti do nametničkih razmjera. Invazivne morske vrste predstavljaju jednu od četiri najveće prijetnje svjetskim morima. Utjecaj invazivnih morskih organizama teško se može spriječiti, dok za ostale oblike morskog onečišćenja kao što je izlivanje nafte kada postoje radnje koje se mogu poduzeti za njeno uklanjanje i od kojih se morski okoliš može oporaviti u nekom duljem vremenskom razdoblju[2].

Također, balastne vode mogu sadržavati otpadne nečiste vode, strane morske organizme u različitim stadijima, toksične alge, planktone, meduze, viruse, razne kanalizacijske otpade iz polaznih luka, patogene bakterije, kemikalije itd. No, morski organizmi mogu biti opasni kada se balastnom vodom prenesu u akvatorij u kojem nisu domicilni. Negativni učinci morskih organizama mogu se podijeliti na ekološke, ekonomske i na one koji utječu na ljudsko zdravlje. Ekološki utjecaj očituje se u tome što je u novom ekosustavu strana flora i fauna mnogo agresivnija od domicilnih vrsta jer u moru domaćina obično ne postoje predatori. Problem je u tome što se zbog toga, ako prežive, navedeni organizmi razmnožavaju velikom brzinom što se često odvija na štetu domaćih organizama,



od kojih neki mogu i izumrijeti. Na taj se način ugrožava biološka raznolikost mora i podmorja. Gospodarske štete nisu zanemarive također, štetno djelovanje balastnih voda najviše pogađa djelatnosti poput ribarstva, obalne industrije i turizma, ali često budu ugrožene i druge komercijalne djelatnosti. . Relevantne međunarodne organizacije, u suradnji s ugroženim obalnim državama zbog opasnosti kojoj su svakodnevno izložene odlučile su pravno regulirati navedenu problematiku s nadom da će odgovarajući propisi preventivno djelovati na širenje onečišćenja i ugrožavanja morskog okoliša uopće[1].



Slika 1. Ilustracija uloge balastnih voda [12]

Uloženi trud rezultirao je donošenjem velikog broja domaćih i međunarodnih propisa, glavnu ulogu u međunarodnom normiranju odigrala je Međunarodna pomorska organizacija (eng. *International Maritime Organization - IMO*). Zbog činjenice da su balastne vode jedan od najopasnijih onečišćivača današnjice posebna pozornost posvećena je tom uzročniku onečišćenja morskog okoliša. Prema pravilniku o upravljanju i nadzoru balastnih voda vodama (N.N. broj 128/12) definirano je da ja balastna voda s tvarima u njoj, ukrcana radi postizanja zadovoljavajuće razine stabilnosti, uzdužnog i poprečnog nagiba, gaza i naprezanja plovnog ili plutajućeg objekta[4].

### 3. SVRHA PLANA UPRAVLJANJA BALASTNIM VODAMA

Balastna voda je voda s tvarima u njoj, ukrcana radi postizanja zadovoljavajuće razine stabilnosti, uzdužnog i poprečnog nagiba, gaza i naprezanja plovnog ili plutajućeg objekta kao što je već rečeno. Kada brod plovi iz jedne luke u drugu bez tereta ili djelomično ukrcan potrebno ga je balastirati da bi se smanjilo nadvođe broda i da bi propeler bio dovoljno uronit kako bi se smanjili trenje i vibracije uzrokovane propelerom, radi ostvarivanja boljeg rada kormila zbog dubljeg urona lista kormila, radi trimovanja broda, zadovoljavajućeg stabiliteta broda, poboljšanja distribucije težine i time smanjilo naprezanje trupa broda i umanjila potrošnja goriva te da bi brod postigao bolja plovidbena svojstva tijekom lošeg vremena kada je more valovito [4].

Plan Upravljanja balastnim vodama je plan koji sadrži postupke za brod i posadu vezano za nadzor i upravljanje brodskim balastnim vodama i talozima.

Do 2004. Godine, nije bilo strogo određenih pravila balastiranja i de-balastiranja, ali su se određeni sigurnosni zahtjevi morali ispuniti. Onečišćenje morskog okoliša predstavlja jedan od najvećih ekoloških problema današnjice. Pod onečišćenjem se misli na čovjekovo izravno ili neizravno unošenje tvari ili energije u morski okoliš koje uzrokuje ili može prouzročiti pogubne posljedice na uvjete života biljnog i životinjskog svijeta u moru i podmorju, odnosno općenito ugroziti uvjete života u moru i ugroziti ljudsko zdravlje te može ometati pomorske djelatnosti, uključujući ribolov i druge zakonite uporabe mora i podmorja, izazvati pogoršanje uporabne kakvoće morske vode i umanjenje privlačnosti morskog okoliša. Kada su uvidjeli opasnost kojoj su izložene, međunarodne organizacije u suradnji s ugroženim obalnim državama odlučili su pravno regulirati navedeni problem. Uvođenjem propisa smatrali su da će se znatno smanjiti širenje onečišćenja i ugrožavanje morskog okoliša. Presudnu ulogu u donošenju velikog broja domaćih i međunarodnih propisa imala je Međunarodna pomorska organizacija (*engl. International Maritime Organization, kratica IMO*) donošenjem Međunarodne Konvencije o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima (*engl. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediment*) 2004.godine. upravljanje balastnim vodama podrazumijeva mehaničke, fizičke, kemijske i biološke procese koji se poduzimaju pojedinačno ili u kombinaciji radi uklanjanja, činjenja neškodljivim ili sprečavanja ukrcaja ili iskrcaja štetnih vodenih organizama i patogena putem balastnih voda i taloga [4].

### 3.1 MEĐUNARODNE KONVENCIJE

Prva znanstveno priznata pojava ne-autohtonih morskih vrsta koje se transportiraju u brodskim balastnim vodama dogodila se u Sjevernom moru 1903. kada se u njemu pojavile tropske alge kremenjašice. U ranim osamdesetim godinama, povećanjem svjetske trgovačke flote pitanja oko balastnih voda sve su češća što dovodi do IMO-a gdje je javno podignuto pitanje o balastnim vodama 1988. Tri godine kasnije, 1991. IMO-ov odbor za zaštitu okoliša (*MEPC-Marine Environment Protection Committee*) usvaja smjernice za rješavanje tog problema. Nakon godina razvoja konvenciju za kontrolu i upravljanje balastnim vodama i sedimentima (*Ballast Water Management Convention*), IMO je usvojio 2004. godine [1,13].



Slika 2. De - balastiranje broda [25].

Da bi stupila na snagu konvencija je zahtijevala ratifikaciju od najmanje 30 država i 35% svjetske trgovačke brodske tonaže te uvjetom da stupi na snagu 12 mjeseci kasnije. Dana 8.9.2016. godine, Finska se pridružila konvenciji što dovodi do 52 države ugovornice i 35,14% svjetske trgovačke brodske tonaže. Sve je to potaklo datum primijenjenosti konvencije na snagu, koji se dogodio 8.9.2017 godine. U međuvremenu do primijenjenosti, konvencija je ubrajala 66 država ugovornica i 74,89% svjetske trgovačke brodske tonaže

Konvencija, pored osnovnog dijela koji se sastoji od 22 članka, sadrži Dodatak (Aneks) koji je njen sastavni dio, pa upućivanje na Konvenciju znači i upućivanje na njene Dodatke. Dodatak uključuje tehničke standarde i zahtjeve propisane u Pravilima za nadzor i upravljanje brodskim vodenim balastom i talozima [4].

Pravila su podijeljena u 5 poglavlja:

- a) poglavlje A - opće odredbe (*engl. General Provisions*);

- b) poglavlje B - zahtjevi upravljanja i nadzora za brodove (*engl. Management and Control Requirements for Ships*);
- c) poglavlje C - posebni zahtjevi u određenim područjima (*engl. Special Requirements in Certain Areas*);
- d) poglavlje D - standardi za upravljanje balastnim vodama (*engl. Standards for Ballast Water Management*);
- e) poglavlje E - zahtjevi o pregledima i izdavanje svjedodžbi za upravljanje balastnim vodama (*engl. Survey and Certification Requirements for Ballast Water Management*).

Najvažnije odredbe Pravila za nadzor i upravljanje vodenim balastom i talozima su:

- Pravilo B-1: Svi brodovi trebaju imati i primjenjivati Plan za upravljanje vodenim balastom i sedimentima. Plan je dokument broda koji predstavlja detaljan opis operacija koje se obavljaju kako bi se udovoljilo zahtjevima upravljanja balastnim vodama. Taj dokument odobravaju nadležna tijela države zastave broda ili u njihovo ime to obavljaju priznate organizacije.
- Pravilo B-2: Svi brodovi moraju imati Dnevnik balastnih voda (*eng. Ballast Water Record Book*). Zaduženi časnik je odgovoran za pravilnu primjenu Plana, te u Dnevnik upisuje vrijeme i mjesto ukrcaja i iskrcaja balastnih voda.
- Pravilo B-3: Sadrži vremenske rokove za udovoljavanje zahtjeva za upravljanje balastnim vodama za brodove, a to ovisi o njihovoj starosti i kapacitetu balastnih tankova. Tako brodovi građeni prije 2009. godine do prijelaznog razdoblja koje traje do 2014. ili do 2016. Dužni su primjenjivati standarde izmjene balastnih voda (D-1), a nakon toga moraju primjenjivati standard kvalitete balastnih voda (D-2). Dok svi brodovi građeni tijekom 2009. godine i kasnije moraju primjenjivati oboje.
- Pravilo B-4: Propisuje izmjenu balastnih voda kad god je to moguće, na udaljenosti većoj 200 nautičkih milja od obale i s najmanjom dubinom od 200 metara. Ukoliko se to pravilo ne može ispoštovati, balastne vode bi se trebale izmijeniti što dalje od kopna i to na udaljenosti ne manjoj od 50 nautičkih milja od obale i najmanje dubine mora od 200 metara. Ako i to nije moguće obaviti ni na jednoj mogućoj propisanoj udaljenosti od najbližeg kopna, država u čiju luku se uplovljava može odrediti područja u koja će izmjena balasta biti dopuštena u dogovoru sa susjednim državama[4].

Međunarodnu svjedodžbu o upravljanju balastnim vodama moraju imati svi brodovi od 400 BRT i veći na koje se odnosi konvencija. Nakon uspješno obavljenog pregleda izdaje se svjedodžba, na rok ne dulji od pet godina[4].

U poglavlju D konvencija razlikuje dvije vrste standarda upravljanja balastnim vodama:

- Pravilo D-1: Standard izmjene balastnih voda (*engl. Ballast Water Exchange Standard*), efikasnost izmjene vodenog balasta ovisi o mnogim čimbenicima kao što su metoda izmjene, konstrukcija tankova, izvedba balastnog sustava i stanje mora. Za izmjenu balasta koriste se tri metoda: sekvencijska metoda, metoda pražnjenja-punjenja ili metoda protjecanja i metoda razrjeđivanja.
- Pravilo D-2: Standard kvalitete balastnih voda (*engl. Ballast Water Performance Standard*), nameće potrebu opremanja broda s nekim od postrojenja za obradu balastnih voda. Postoje dvije vrste procesne tehnologije koje se koriste za obradu balastnih voda, a to su fizičko kruto-tekuće separiranje i dezinfekcija. Kruto-tekuće separiranje, sedimentacijom ili površinskom filtracijom, jednostavno odvaja čvrste materijale od balastnih, uključujući i veće mikroorganizme. Pod dezinfekciju podrazumijevamo uklanjanje i inaktiviranje mikroorganizama[4].

Međunarodna konvencija za kontrolu i upravljanje balastnim vodama i sedimentima, je međunarodni pomorski ugovor koji zahtjeva potpis od zastava država da bi se osiguralo da svi međunarodni brodovi koji su pod zastavom države potpisnice prolaze kroz plan koji je osmišljen kako bi se ispunio uvjet za usklađivanje s konvencijom i smjernicama G-4 koje je izradio IMO (*engl. International Maritime Organization*). Takav plan uključuje sve standardne operativne smjernice, planiranje i upravljanje. Osim toga, svi brodovi preko 400 BRT-a moraju imati knjigu balasta u koje upisuje kada su punjeni ili pražnjeni tankovi, gdje, kada i na koji način. Brodovi koji su pod konvencijom moraju imati svjedodžbu o upravljanju balastnim vodama. Za dobivanje svjedodžbe, brod mora dostaviti potrebnu dokumentaciju kojom dokazuje da je sve napravljeno u skladu s konvencijom. Pregled može obaviti država zastave ili klasifikacijsko društvo koje je odobrila država zastave, a redovne kontrole obavlja lučka uprava[13].

Prema konvenciji brodovi su dužni prema rasporedu provesti standarde D-1 ili D-2. Standard D-1 zahtijeva da brod obavlja izmjenu balastnih voda i određuje količinu vode koja se treba zamijeniti, također ovaj standard zahtjeva izmjenu balastnih voda najmanje 200 NM od obale[21].

Tablica 1. Raspored implementacija sistema za tretiranje balastnih voda [6]

const. date	BW [m <sup>3</sup> ]	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
< 2009	1500 – 5000	D1 or D2					D2			
< 2009	< 1500 or > 5000	D1 or D2								D2
≥ 2009	< 5000	D2								
≥ 2009 and < 2012	≥ 5000	D1 or D2								D2
≥ 2012	≥ 5000	D2								

Standard D-2 je stroži i zahtjeva uporabu sustava za pročišćavanje balastnih voda. Takav sustav mora osigurati da samo mali stupanj živih organizama ostane u vodi nakon tretmana[21].

### 3.2 DRŽAVNI ZAHTJEVI

Od zahtjeva država zastava najviše se ističu Sjedinjene Američke Države dok su ostali skladni sa IMO-vim propisima o balastnim vodama. Za kontrolu balastnih voda u SAD-u zadužena je obalna straža SAD-a (USCG) , a za donošenje regulativa o balastnim vodama tu je Američka agencija za zaštitu okoliša (EPA). Američki kongres je proglasio Zakon o nacionalnim invazivnim vrstama (NISA) 1996. godine. Kako bi se smanjilo ispuštanje živih organizama iz balastnih voda, USCG i EPA izradili su planove i propise koje su doneseni 2012. godine. Time obalna straža zahtjeva uvođenje sustava za obradu balastnih voda[22,23]

Svi brodovi koji dolaze u luke SAD-a i namjeravaju iskrcavati balastnu vodu moraju obaviti izmijeniti ili obraditi balastne vode. SAD ima svoje zakone koje odlučuju kada brod mora primjenjivati sustave za obradu balastnih voda umjesto izmjene[3].

Regulative balastnih voda u SAD-u ima četiri moguća rješenja za ispunjavanje ograničenja, a to su[3]:

- Koristiti uređaje za obradu balastnih voda (vrste koje je odobrio SAD ili alternativni sustavi upravljanja koji udovoljavaju IMO standardima)
- Obalne tretmane za obradu balastnih voda
- Koristiti javnu vodoopskrbu ( samo u Kanadi i SAD-u)
- Ne ispuštati balastne vode

Američko zakonodavstvo zahtjeva da brodovi koji ulaze u američke teritorijalne vode moraju koristiti sustave za tretiranje balastne vode koje je odobrila obalna straža SAD-a (USCG). Zbog nedostataka odobrenih sustava za obradu balastnih voda od strane USCG, u okviru svog AMS ( *engl. Alternative management system*) privremeno prihvaća AMS-ove koji se smatraju učinkoviti za izmjenu balastnih voda od strane IMO-a. Stoga USCG prema zadnjim pravilima odobrava sustave koji nisu u skladu konačnim zakonima o tretiranju balastnih voda u SAD-u i to na trajanje od 5 godina. Tu je jasno naglašeno da AMS koji je ugrađen na brodu nakon 5 godina ne dobije odobrenje SAD-a, takav brod više neće biti sukladan s njihovim zakonom te ne može uploviti u njihove teritorijalne vode dok ne promijeni sustav tretiranja balastnih voda. USCG je također naglasio da trenutno odobreni AMS sustavi ne moraju dobiti konačno odobrenje iako su odobreni od IMO-a. USCG zahtjeva da je brod u skladu s IMO propisima o tretiranju balastnih voda iako u nekim segmentima zahtjeva više, kao što je[23,24]:

- Redovito čišćenje balastnih tankova i uklanjanje sedimenata
- Sidro i lanac se moraju očistiti kada se učvrste
- Redovito očistiti cijevi i spremnike nakon obrade balastne vode
- Održavanje plana za upravljanje balastnim vodama (gore navedeno da ne postoji još uvjet da plan upravljanja mora biti odobren)
- Redovito upisivanje svih operacija u knjigu balasta
- Poslati izvješće 24 sata prije dolaska pred luku
- EPA može zahtijevati periodičko testiranje senzora, testirati uzorke organizama i mikroorganizama iz balastnih voda

Problem je u tome što su zahtjevi USCG-a stroži od IMO-ovih jer zahtjeva da brodovi imaju ugrađene sustave za obradu balastnih voda, te da su odobreni na kopnu i na brodu, dok IMO tek uvodi na snagu D-2 standarde koji su slični zahtjevima USCG[22,23].

# EXAMPLE OF USCG EXTENSION GIVING LETTER

U.S. Department of  
Homeland Security  
United States  
Coast Guard



Commandant  
United States Coast Guard

2703 Martin Luther King Jr. Ave. SE  
Washington, DC 20593-7509  
Staff Symbol: CG-OES  
Phone: 202-372-1433  
Fax: 202-372-8382  
Email: environmental\_standards@uscg.mil

5760  
Jun 02, 2016

VIA EMAIL: lngopsgroup1@dynagas.com; lngtech@dynagas.com

Dynagas LTD.  
Attn: Christos Vlachos  
P.O. Box 70303 166 10 Glyfada  
Attiki Greece

Subj: EXTENSION OF IMPLEMENTATION SCHEDULE FOR APPROVED BALLAST  
WATER MANAGEMENT METHODS

The Coast Guard approves your request for an extension to the compliance date of the ballast water management implementation schedule in Title 33, Code of Federal Regulations (CFR), Part 151, Subparts C and D for the listed vessel.

**Name of Vessel:** LENA RIVER  
**IMO or Vessel Number:** 9629598  
**Original Compliance Date:** 10/3/2018  
**Extended Compliance Date:** Next scheduled drydocking after November 1, 2018.  
**Vessel Extension Request Number:** 2015-2610

#### **Basis of Approval**

This extension is granted in accordance with 33 CFR Part 151, Subparts C and D, because a Coast Guard type approved ballast water management system (BWMS) is not available for this vessel. The master, owner, operator, agent, or person in charge of a vessel has documented that, despite all efforts, compliance with the requirement under 33 CFR 151.1510 or 151.2025 is not possible by the vessel's original compliance date.

In determining the length of the extension, the Coast Guard recognizes that installation of a BWMS may not require the actual drydocking of a vessel and may be accomplished while dockside or underway. However, once a Coast Guard type approved BWMS is available for your vessel, you are required to have it installed no later than the extended compliance date specified above, or to apply for a supplemental extension.

---

*Slika 3. Primjer pisma potvrde za izmjenu balastnih voda [3]*

Na zadnjoj konferenciji u kolovozu 2018. godine objavljena je lista od 12 sustava koji su odobreni od strane USCG. Još uvijek nije uklonjeno odobrenje od prihvaćenih AMS-ova koji su u skladu s IMO-om, te se još čeka posljednja riječ USCG-a jer ukoliko ne bude odobren u roku od 5 godina neće se moći koristiti u Američkim teritorijalnim vodama. Kao opciju tome USCG omogućuje korištenje obalnih sustava za obradu balastne vode i krcanje pitke vode iz njihovih javnih vodovoda. U takvim slučajevima potrebno je čišćenje balastnih tankova i uklanjanje svih sedimenata[22,23].



## **4. BALASTNE VODE I BROD**

Brod uvijek trebaju balast kako bi uspješno obavljali zadane operacije i ispunili uvjete sigurnosti. Iz prošlih vremena, brodovi su prevozili razne vrste kamenja, pijeska, cigli i drugih teških materijala. Od 1880. pa nadalje, brodovi sve više koriste vodu kao balast da bi izbjegli dugotrajna opterećenja trupa čvrstim materijalima i povećali stabilnost. Danas se i dalje za balast koristi slatka i slana voda. Oko 80% svjetske robe se prijevozi brodovima čime se s lakoćom može zaključiti da je brodarstvo glavna grana svjetske trgovine. Nažalost, skoro pola od tih putovanja mora se koristiti balastnim vodama kako bi zamijenili nedostatak robe ili težina. Balastna voda je voda s tvarima u njoj, koja se na brodove unosi kako bi se postigli potrebni uvjeti sigurnosti tijekom putovanja. Balastna voda se koristi kako bi se postigli uvjeti kao što su smanjenje naprezanja trupa, trimovanje prema krmi kako bi se postiglo veće potonuće propelera i kormila te time omogućilo bolje manevarske sposobnosti broda također se koristi kako bi kompenzirali gubitak težine od goriva i pitke vode[1].

### **4.1. SUSTAV BALASTA**

Sustav tankova, prostora i odjeljaka na brodu koji se koristi za prijevoz, ukrcaj ili iskrcaj balastnih voda, koji uključuje višenamjenske tankove, prostore ili odjeljke izrađene tako da su u mogućnosti prevoziti balastne vode skupa s balastnim cjevovodom i pripadajućim crpkama naziva se balastni sustav [4].

Glavni zadatak sustava je povećanje stabilnosti broda poravnavanje broda uslijed pomicanja ili premještanje tereta u skladištima te smanjenja zaliha goriva i vode i slično. Morska voda se koristi za balastiranje broda koja se ukrcava to jest iskrcava u tankove koji su za to posebno predviđeni ili u tankove pod posebnim uvjetima. Balastiranje je pomak težišta broda po vodoravnoj ravnini prepumpavanjem balastne vode ili slobodnim padom iz pramčanih tankova u krmene i obratno. Ta izvedba je uvjetovana zahtjevima klasifikacijskih zavoda i namjeni broda [4].

Dvije pumpe centrifugalne izvedbe koje na sebi imaju prigraden samo usisni uređaj koriste se za pražnjenje to jest punjenje balasta. U raznim kombinacijama u svrhu balastne pumpe može poslužiti protupožarna pumpa, pumpe opće službe, kaljužna pumpa ili rezervna pumpa morske rashladne vode. Vrijeme koliko se izvodi balast ovisi o kapacitetu pumpe. Tankovi koji se koriste za balast su tankovi dvodna, bočni tankovi, pikovi, visinski tankovi, a za balast su predviđena i određena skladišta tereta. Samo na rijetkim putovanjima balastna

voda se smije prevoziti u tankovima tereta, kada su vremenski uvjeti loši i kada prema mišljenju zapovjednika je potrebno imati još dodatnu balastnu vodu u teretnim tankovima zbog sigurnosti. Svaki tank ima usisno – tlačni cjevovod koji je smješten u krmenom dijelu tanka jer je brod obično zatežan pa se na taj način postiže bolje pražnjenje tanka. Usis balastnih tankova izvodi se preko zajedničkog cjevovoda (glavni balastni cjevovod) koji obično prolazi kroz balastne tankove od kojih vode ogranci do pojedinih balastnih usisa ili za svaki tank iz strojarnice dolazi poseban odvojak balastnog cjevovoda. Balastni cjevovod je smješten u tunelu ako na brodu postoji tunel u dvodnu. Danas ventili pojedinih balastnih tankova su najčešće daljinski upravljani leptir ventili kojima se upravlja putem pneumatskog ili hidrauličkog cilindra koji je uklinjen u samom ventilu. Za daljinsko upravljanje postoji posebna prostorija u kojoj je smješten pult upravljanja balastom, a on se može smjestiti u kontrolnoj kabini strojarnice ili samoj strojarnici. U novo vrijeme, upravlja se i s mosta. Svaki daljinsko-upravljani ventil ima na sebi mogućnost ručnog upravljanja, ili putem mehaničkog okretana vretena ili priključenjem ručne hidrauličke pumpe na aktuator ventila [4].

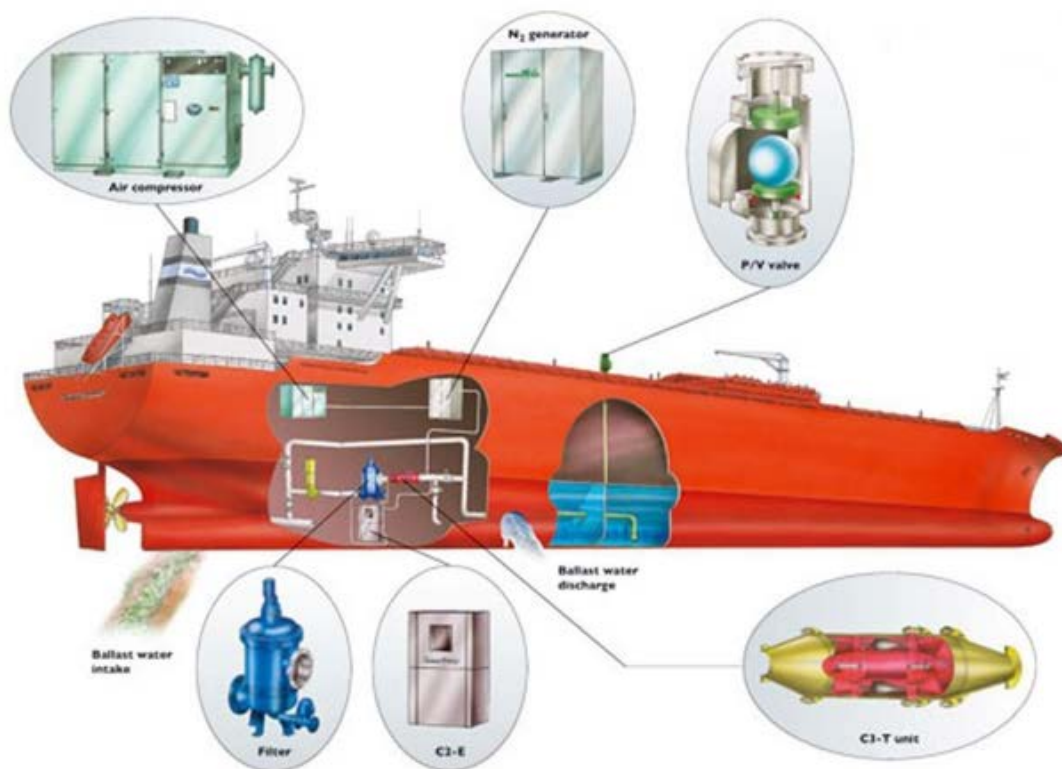
Za balast je predviđena jedna balastna pumpa, ali preko odgovarajuće kombinacije ventila može se koristiti pumpa opće službe. Svaki tank, osim krmenog pika, je spojen s balastnim tunelom preko odgovarajućeg ogranka cjevovoda i pripadajućeg daljinski-upravljivog ventila. Balastni tunel ima ulogu glavnog balastnog voda i svaki tunel opslužuje jednu stranu balastnih tankova, lijevu ili desnu. Pumpe balasta s visokim i niskim usisima povezane su s balastnim tunelom. Ali, mimo pumpe moguće je pražnjenje balasta slobodnim padom kod pojedinih tankova koji se nalaze poviše vodene linije kao što su visinski tankovi i donekle pikovi. Također moguće je punjenje tankova dvodna slobodnim usisom bez korištenja pumpe jer su ti tankovi uvijek ispod vodene linije. Ejektor je uređaj koji služi za posušivanje tankova dvodna i balastnih tunela, a pogonski medij dobiva preko protupožarne pumpe. U tom slučaju pumpa je priključena na kolektor morske vode. Kobiličnim tunelom prolazi jedna linija za posušivanje na koju su spojeni svi tankovi dvodna, a posušivanje određenog tanka obavlja se aktiviranjem pripadajućeg daljinski upravljivog ventila [4].

Kako bi se udovoljilo međunarodnim propisima o sigurnosti plovidbe i propisima o sprječavanju onečišćenja mora uljem svaki tanker paralelno s tankovima tekućeg tereta ima određen broj tankova odijeljenog (čistog) balasta raspoređenih po brodu. Tankeru za balastiranje i de-balastiranje treba od 12 do 24 sata pa prema tom uvjetu trebaju biti odabrane i ugrađene odgovarajuće pumpe i pravilno proračunat promjer cjevovoda. Balastiranje tankera obično se provodi čistim balastom koji dobavlja jedna ili dvije balastne pumpe

centrifugalnog tipa. Uobičajeno je ovaj sustav odvojen od sustava cjevovoda tereta iako je moguće spajanje na usisnu stranu pumpi tereta ukoliko je potrebno u nekim izvanrednim situacijama. Kao što je već rečeno balastna voda se krca u tankove tereta samo u nužnim uvjetima ali kao takva balastna voda koja se nalazi u tankovima tereta tretira se kao da je kontamirana uljem. Za takve slučajeve koriste se centralni tankovi koji tada moraju biti čisti tako da prilikom iskrcaja i ispuštanja balastnih voda iz tankova tereta nema veći udio nečistoća od 15 ppm [4].

Zahtjevi koji se postavljaju za sustav balasta na tankerima:

- Sustav balasta sa svojim pumpama treba biti potpuno odijeljen od sustava tereta, cjevovodima i priključkom za crpljenje mora.
- Cijevi balasta ne smiju prolaziti kroz tankove, inače trebaju imati debele stijenke.



Slika 4. Sustav tretiranja balastnih voda [3]

Sustav balasta na tankerima uključuje sljedeće tankove:

- balastne tankove koji se nalaze u dvodnu i boku broda između rebra,

- balastni tank u pramčanom piku,
- balastni tank u krmenom piku.

Ovakav razmještaj tankova jamči zaštitu od izlivanja tekućeg tereta u more ukoliko dođe do nesreće ili sudara. Uobičajeno je da ukrcaj i iskrcaj balasta treba biti sinkroniziran s ukrcajem i iskrcajem tereta pa treba voditi računa o kapacitetu pumpe za balast i pumpe za tekući teret[4].

Linije balastnog cjevovoda provode se kroz balastne tankove ili tunele. Pomoću ejektora koji pogonsku vodu dobiva iz balastnih pumpi ili protupožarnog cjevovoda može se obaviti usisavanje zaostalih količina balastne morske vode. Prije punjenja ili pražnjenja balastnih tankova moraju se otvoriti zračni cjevovodi da bi zrak slobodno ulazio i izlazio iz tankova kroz odušnike, a o tome ovisi da li se povećava ili smanjuje volumen vode u tanku. Ukoliko se zračne cijevi ne otvore može doći do povećanja unutrašnjeg tlaka ili stvaranja vakuuma (podtlaka) što može dovesti do ozbiljnih oštećenja oplata tanka, unutarnje strukture i cijelog sustava. Tankovi balasta bi se u pravilu trebali skroz isprazniti ili napuniti do vrha kako bi se spriječio efekt slobodnih površina i time ne dovede stabilnost broda opasnost. Pumpe, cjevovodi, tankovi i balastna voda moraju biti čisti da ne bi došlo do zagađivanja luke ili obale. Dio balasta može se ispustiti prije dolaska broda u luku, s time da preostala količina balasta bude dovoljna za plovidbu pri očekivanim vremenskim uvjetima. Kao što je već rečeno tankove nakon pražnjenja je potrebno potpuno posušiti pomoću ejektora[4].

## **4.2. PLAN UPRAVLJANJA BALASTNIH VODA**

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) je 13.2.2004. usvojila konvenciju kako bi se kontroliralo i upravljalo balastom i sedimentima na brodu. Prihvatanjem konvencije države su također implementirale vlastite zahtjeve za balastiranje i de-balastiranje u njihovim teritorijalnim vodama [14].

Kako bi se pojednostavila potreba za kontrolom balastnih voda, u konvenciji se predstavljen plan za upravljanje balastnih voda, a mora ga imati svaki brod za sebe koji plovi međunarodnim vodama [14].

Plan za upravljanje balastnim vodama sadrži:

- Međunarodna pravila i propise za različite lučke uprave iz cijeloga svijeta
- Dužnosti posade koja radi s balastom
- Cijeli postupak operacije zajedno s metodom koja će se koristiti za izmjenu balasta

- Lokacije različitih obalnih voda za izmjenu balasta bi trebala biti spomenute u planu

Iz gore navedenog se vidi da je ovaj plan razvijen kako bi pružio smjernice i pomoć svim članovima posade koji upravljaju sa sustavom balastnih voda. Budući da su operacije izmjene balasta mnogo opasnije nego ukrcaj i iskrcaj tereta u lukama, treba dobro proučiti plan prije same izmjene balasta. Za izmjenu balasta odgovorni su zapovjednik i časnik za upravljanje balastnih voda, a to je najčešće prvi časnik palube. Svi koji sudjeluju u izmjeni balastnih voda moraju biti pravilno obučeni, upoznati sa metodom izmjene balastnih voda i svim sigurnosnim aspektima plana izmjene balastnih voda [14].

Svi članovi posade koji sudjeluju u izmjeni balastnih voda moraju biti obučeni i upoznati s sljedećim:

- S odobrenim plovnim uvjetima (uvjetima plovnosti) ukrcaja koje će se koristiti tijekom izmjene balastnih voda
- S balastnim pumpama i cjevovodima, pozicijama svih tankova i odušnika u slučaju da se koristi metoda protjecanja da su otvori na vrhovima tankovi otvoreni kako bi voda mogla izlaziti i tako omogućila pravilno protjecanje balastnih voda
- Cijevi za sondiranje moraju biti čiste i odušnici u dobrom stanju
- Udaljenosti od obale koje je potrebno da bi se poduzela operacija izmjene balasta, također i vrijeme potrebno da se završi svaki tank pojedinačno
- S metodom koja će se koristiti za izmjenu balastnih voda
- Tijekom operacije moraju se neprekidno pratiti svi radovi izmjene balastnih voda

Prije samog početka procesa izmjene balastnih voda, zapovjednik broda u obzir mora uzeti sljedeće:

- Položaj broda i gustoću prometa
- Vremensku prognozu i stanje mora
- Stabilnost broda i uvjete ukrcaja
- Stanje stroja i uređaja za upravljanje broda

Nakon što je operacija obavljena sve se detaljno zapisuje u knjigu balastnih voda.

Prednost plana upravljanja balastnim vodama da se uz pomoć njega i još nekih dodatnih informacija može izbjeći bilo kakva operativna kašnjenja kako bi nam se pri tome pomoglo uštedjeti vrijeme i novac. Također pojednostavljuje izvješćivanje za različite lučke

vlasti, a najvažnije od svega je da se sigurna razmjena balasta može provesti bilo gdje u svijetu[14].

### **4.3. IZMJENA BALASTNE VODE ZA VRIJEME PUTOVANJA**

Prilikom izmjene balastne vode na otvorenom moru mora se ispuniti niz zahtjeva vezanih za rukovođenje broda, stabilnosti i upravljanja pogonom. Svi brodovlasnici koji su se odlučili da njihovi brodovi upotrebljavaju balastne vode moraju poštivati IMO propise koji zahtijevaju instalaciju certificirane opreme za izmjenu balastne vode [5].



*Slika 5. Primjer broda koji ispušta balastne vode[17]*

Ugradnja takvih sistema može uzrokovati strukturne i mehaničke poteškoće ukoliko sve opasnosti izmjene vode na otvorenom moru nisu uzete u obzir prilikom projektiranja, konstrukcije i same plovidbe[5].

#### **4.3.1. ZAHTJEVI IZMJENE BALASTNE VODE**

Brodovlasnici koji su odlučili da njihovi brodovi upotrebljavaju BWE (*engl. Ballast Water Exchange*) metodu upravljanja balastnih voda (*engl. Ballast Water Management*) moraju zadovoljiti sljedećim zahtjevima:

- Brodovi koji vrše izmjenu balastne vode moraju postići 95% (po volumenu) izmjenu balastne vode
- Da bi dosegli izmjenu od 95% volumena, brodovi koji koriste metodu protjecanja ili razrjeđivanja, moraju propumpati trostruki volumen svakog balastnog tanka
- Ukoliko brod koji koristi metodu protjecanja ili razrjeđivanja može postići 95% izmjene u manje pumpanja od trostrukog volumena, potrebno je posjedovati dokumentaciju koja potvrđuje takvu karakteristiku sistema i to mora biti aneks plana za upravljanje balastnim vodama[5].

Izmjene balastnih voda moraju se obavljati što dalje od obale i na što većim dubinama. Operacija izmjene balasta mora se obaviti dok brod plovi, na mjestima udaljenim najmanje 200 NM od obale i dubinama ne manjim od 200 m. Ukoliko to nije moguće izmjena se mora obaviti na udaljenosti od najmanje 50 NM od najbliže obale i na dubini ne manjoj od 200 m. U slučajevima da ni to nije moguće onda država u koju brod uplovljava mora u dogovoru s susjednim državama dogovoriti mjesta gdje je moguće izmijeniti balast te mora biti uvedena u knjigu o balastnim vodama [5].



*Slika 6. Najmanja udaljenost od obale za izmjenu balasta [3]*

Za izmjenu balasta postoje 3 metode: sekvencijska metoda, metoda protjecanja i metoda razrjeđivanja[5].

#### **4.3.2. METODE**

Do danas su tri metode izmjene balastne vode evaluirane i određene kao prihvatljive za IMO. To su sekvencijalna metoda, metoda protoka i metoda razrjeđivanja.



- Sekvencijska metoda

Sekvencijska metoda (*engl. Sequentail method*) je proces u kojem se tankovi balasta s vodom za izmjenu najprije isprazne i napune novom vodom piri čemu se mora postići 95% volumena izmjena balastnih voda. Ova metoda se najčešće koristi danas jer nakon što pumpe isprazne tank sve dok ne izgube silu usisavanja, tada je moguće tankove dalje očiste sustavima za obradu balastnih voda [4].

- Metoda protjecanja

Metoda protjecanja (*engl. Flow-through method*), nazivamo je još metoda pražnjenja-punjenja. Metoda protjecanja je proces u kojem se balastna voda pumpa u balastni tank omogućujući vodi da protječe kroz odušnike, preljeve ili na druge načine.



Slika 7. Metoda protjecanja [20]

Prilikom obavljanja ove metode potrebno je obaviti tri izmjene volumena balastnih voda svakog balastnog tanka da bi se učinkovito izmijenilo 95% volumena vode ili je to moguće napraviti manje puta uz uvjet da se mora dokazati učinkovitost izmjene od najmanje 95% [4].

- Metoda razrjeđivanja

Metoda razrjeđivanja (*engl. Dilution method*) je proces u kojem se balastni tankovi pune se balastnom vodom s vrha, a istovremeno se prazni na dnu istom količinom vode kako bi se održala stalna razina vode u tanku tijekom operacije. Tijekom operacije potrebno je



izvršiti tri izmjene volumena balastnih voda u svakom tanku da bi se učinkovito izmijenilo 95% volumena vode[4].

Svaka od navedenih metoda ima svoje specifičnosti koje se moraju razmotriti prilikom izbora korištenja na brodu. Prikladnost broda za odabir neke od metoda ovisi o njegovoj konstrukciji i godini proizvodnje [5].

Izmjena balastne vode na otvorenom moru se vrši se s ciljem da bi se smanjio utjecaj ispuštanja balastnih voda u luci. Takva metoda izmjena balastnih voda je efikasna jer vrlo vjerojatno organizmi priobalnog mora neće preživjeti u vodi otvorenog mora to je oceana. Ipak postoje i nedostaci kod ove metode izmjene, a to su da se u nekim slučajevima organizmi zalijepe za unutrašnju stranu balastnog tanka ili drugih strukturnih elemenata te ih nije lako odstraniti. Drugi razlog je teško odstranjivanje sedimenata i ostatke vode s dna balastnog tanka te je nesigurno izmjenjivati balastnu vodu za vrijeme nevremena i jako valovitog mora [5].

Ovakvi nedostaci mogu se poboljšati promjenom konstrukcije balastnih tankova i sistema za pumpanje. Trenutno većina brodova ima jednu cijev za tok vode u oba smjera kod upumpavanja i ispumpavanja. Ukoliko bi se dodala još jedna cijev, s ciljem da je jedna cijev ulazna, a druga izlazna postiglo bi se kontinuirano ispiranje balastnog tanka. To bi bio sigurniji način izmjene balastnih voda jer bi tank bio pun čitavo vrijeme. Drugi način poboljšanja ispiranja balastnog tanka je instaliranje pumpi na dno balastnog tanka za odstranjivanje taloga sedimenata i ostatak vode s dna. Ako bi željeli s takvim pumpama smanjiti rizik unošenja stranih vrsta preko balastnih voda, balastni tankovi bi mogli biti rekonstruirani da imaju nagnuto dno ili slične strukture koja bi vodila balastnu vodu s dna tanka u pumpu [5].

#### **4.4. IZMJENA BALASTNE VODE U LUKAMA**

Brodovi trebaju balastnu vodu zbog svoje sigurnosti i stabilnosti tijekom operacije krcanja i iskrcavanja tereta što dovodi do toga da trebaju uzimati ili ispuštati balastnu vodu u luci. Tako u mnogima velikim lukama kao na primjer u luci Antwerpen, koja godišnje ima oko 15000 dolazaka i odlazaka brodova koji prenose oko 187 milijuna tona tereta, ispuste u luci nekoliko milijuna tona ne tretirane balastne vode [5].

Godine 2004. predstavljeni su međunarodni pravni okviri i tehničke mjere te direktive za sprječavanje transfera vodenih organizama kroz kontrolu i sistem upravljanja brodskim balastnim vodama u Konvenciji o upravljanju balastnim vodama od strane IMO-a.

Konvencija također zahtjeva postrojenja za prihvatanje sedimenata u svim lukama gdje se odvija čišćenje i popravak balastnih tankova [5].

Najveći nedostatak konvencije o upravljanju balastnim vodama je manjak uputstva kako i što raditi s problemom balastnih voda u lukama. Postoje mnoga pitanja na tu temu kao na primjer, što raditi s brodom koji nema odgovarajuću opremu za balastne vode? Kako ispustiti balast iz broda koji je već u luci? Da li dozvoliti ispuštanje balastne vode bez rezultata analize vode? Budući da većina luka nema dovoljno mjesta za skladištenje ne tretiranih balastnih voda jedno od rješenja je postavljanje mobilnih sistema za obradu balastnih voda, ali tko će sve to platiti [5]?

Prilikom dolaska u luku treba se utvrditi da li je brod izuzet konvencije o upravljanju balastnih voda. Izuzeće brod može dobiti za putovanje između specificiranih luka ili lokacija na osnovu uputstava IMO-a. Poslije toga inspektor treba provjeriti potrebnu dokumentaciju. Svi brodovi moraju imati:

- Certifikat upravljanja balastnim vodama
- Plan upravljanja balastnim vodama
- Knjigu o balastnim vodama

Iduća stvar može biti inspekcija sistema za tretman balastnih voda. Sistemi koji dobro tretiraju vodu trebali bi u njoj uništiti gotovo sve organizme i mikroorganizme. Takvi sistemi trebaju biti certificirani od države čiju zastavu brod vije. Takva odobrenja su ograničenog trajanja, obično na manje od deset godina. Svi odobreni sistemi imaju instrumentalni zapis svih relevantnih podataka. Svi ti podaci se moraju slagati sa zapisima u knjizi o balastnim vodama. Također instrumentalni zapis mora pokazivati je li sistem čitavo vrijeme radi ispravno. Inspektor od posade može tražiti da demonstriraju rad sistema i provjeriti da li je posada upoznata s radom sistema[5].

Neke luke imaju svoje kopnene sustave za obradu vodenog balasta. Prednosti takvih postrojenja u lukama je da lučke vlasti održavaju i upravljaju takvim sustavom što im omogućuje direktno nadgledanje rada sustava i djelotvornosti tretmana. Također obrada balasta u takvim sistemima omogućuje kontrolu nad obradom balastnih voda pod potencijalno teškim uvjetima te otpadne vode iz tih procesa se mogu odlagati na ekološki prihvatljiv način pod kontrolom lučke uprave. Mana ovakvog načina obrade je da luke moraju imati dosta mjesta za ugradnju tih postrojenja i trebaju više vezova za brodove koji bi koristili takvu opciju obrade balastnih voda. Zatim najveća mana je da brodovi zbog takvih

načina obrade mogu kasniti u plovidbi i ako bi brodovi imali mogućnost obrade balasta na moru, brodari bi se vjerojatno odlučili na tu opciju zbog financijskih razloga, što može uzrokovati ekonomsku ne održivost takvih objekata na obali[8].



Slika 8. Primjer broda koji ispušta balastne vode u luci[16]

#### **4.5. FAMILIRIZACIJA I ČASNIK BALASTNIH VODA**

Svi časnici i članovi posade moraju biti obučeni i upoznati s brodskim planom ispumpavanja, položajima sonde, moraju znati gdje su svi spremnici, šahtovi i odjeljci. Također trebaju biti upoznati s brodskim cjevovodom i radom za daljinskom upravljanje pumpama i sondama [15].

Svi na brodu bi trebali znati sigurnosne mjere i njihove obaveze u slučajevima opasnosti ili nesreće. Osim toga, časnici trebaju biti upoznati sa stabilnosti broda i pratiti naprezanje trupa, te voditi i svakodnevno provjeravati dnevnik balastnih voda [15].

Prema planu za upravljanje balastnim vodama, svaki brod mora imati časnika zaduženog za balastiranje broda. Uobičajeno to je prvi časnik i njegov zadatak je da osigura da svi postupci iz plana za upravljanje balastnim vodama budu utvrđeni i provedeni na brodu. Dužnosti časnika odgovornog za balastiranje broda su da planira i izvršava balastiranje i debalastiranje broda uzimajući u obzir stabilno broda, trim, faktore plovnosti i da savjetuje

druge članove posade isključivo časnike kako obavljati operacije balastiranja sigurno. Od ostalih dužnosti, časnik mora održavati pravilnu evidenciju u knjigu o balastnim voda[15].


#### **4.6. KNJIGA O BALASTNIM VODAMA**

Na svim brodovima koji primjenjuju pravilnik o upravljanju i nadzoru balastnih voda mora se nalaziti knjiga o balastnim vodama koja može bit kao zasebno odvojeni dnevnik ili u elektroničnom formatu. Sve radnje vezane uz balastne vode moraju biti odmah i potpuno zabilježene u knjigu o balastnim vodama, a svaki upis mora biti potpisan od časnika zaduženog za radnje oko balastnih voda i svaku ispunjenu stranicu treba potpisati zapovjednik. Svi slučajevi o nenadanim situacijama ispuštanja balastnih voda treba unijeti u knjigu gdje će se opisati okolnosti i razlozi takvog ispuštanja balastnih voda. Upisi u knjigu o balastnim vodama moraju biti na radnome jeziku posade [9].

U knjigu se unose sljedeći podaci :

- Datum obavljanja operacije
- Pozicija broda
- Broj tanka koji se koristio za vrijeme operacije
- Količina vode koja je ukrcana ili iskrcana
- Temperatura balastne vode
- Slanoća vode
- Potpis zapovjednika i časnika zaduženog za balastiranje
- Broj tanka i datum kada je zadnji put čišćen
- Sve nesreće koje su se dogodile prilikom operacija balastiranja (ukoliko postoje)

Knjiga treba biti spremna za inspekciju u svako doba dana, a u slučaju da je brod bez posade u teglju, može se nalaziti na tegljaču . Zapisi u knjizi moraju se čuvati na brodu najmanje dvije godine nakon unosa zadnjeg zapisa, te nakon toga moraju biti sačuvani pod nadzorom kompanije još najmanje tri godine[9].

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

Slika 9. Obrazac za ispunjavanje izvještaja o operacijama s balastnim vodama [19]

#### 4.7. PROBLEMI S BALASTNIM VODAMA

Brod se tijekom obavljanja operacije izmjene balastne vode susreće s raznim problemima koji se moraju predvidjeti i na vrijeme ukloniti ako je to moguće. Ovakav tip operacije obavljanja se tijekom plovidbe ili u luci tijekom izmjene balasta kod ukrcaja tereta. Mnogi strojevi su uključeni u ove operacije i zbog toga ona zahtjeva dosta pažnje i brige prilikom rukovanja. Stoga bi trebalo razgovarati o balastiranju i de-balastiranju za vrijeme sastanaka prije dolaska broda u luku. Tijekom pripreme plana balastiranja i de-balastiranja moraju se jasno identificirati i raspravljati sve kritične faze vezane za stabilnost i opterećenje tupa [16].

U nastavku ćemo spomenuti nekoliko uobičajenih problema koje posada uključena u operacijama balastiranja i de-balastiranja broda treba izbjeći:

- Nepravilno upoznavanje sustava za izmjenu balastnih voda – svi časnici i članovi posade koji su odgovorni za rad balastnih pumpi i ventila moraju potpuno poznavati cjevovode, značenja svih ventila i simbola na dijagramima u shemi balastnih linija u kontrolnoj sobi. Oni bi trebali prepoznati razliku između ručnih ventila, hidrauličkih ventila i ručno-hidrauličkih ventila, te mjeraca za upumpavanje i ispušavanje i način

na koji se pokreće pumpa za balastne vode koja može biti na paru, struju ili hidrauliku [16].

- Neispravni mjerači i cijevi za sondiranje – većina mjerača u balastnim tankovima rade na principu pneumatske razlike tlaka, to jest razlike u izmjerenom tlaku zraka i protutlaka prikazuju količinu vode u tanku, te se sve to prikazuje u kontrolnoj sobi na digitalnim ili analognim čitačima. Mjerači se moraju uspoređivati s ručnim sondiranjem kako bi se otklonile sve nepravilnosti. Iz tih razloga mjerači i cijevi za sondiranje, koje često znaju biti začepljene, se moraju čistiti. Cijevi za sondiranje moraju u svakom trenutku davati ispravne podatke kako bi se u kritičnim situacijama moglo znati je li tank potpuno prazan, te bi trebale prikazivati ispravne srednje vrijednosti kako bi se mogle usporediti s mjeračima ukoliko ima pogrešaka, a s time bi se spriječio prazan hod pumpi za balastiranje [16].
- Pritisak u cijevima – Za balastiranje i de-balastiranje najčešće se koriste pumpe centrifugalne izvedbe. Prilikom pokretanje centrifugalne pumpe časnici za upravljanje balastnim vodama uvijek na umu moraju imati pozitivan usisni tlak jer najčešći uzroci oštećenja vodova i ventila su tlakovi. Da bi se izbjegla oštećenja trebaju se ispušni tlakovi i okretaji pumpe polako i postupno povećavati kako ne bi nastalo naglo povećanje tlaka u vodu. Tlakovi mogu uzrokovati nagla opterećenja na kotlu i generatoru, čime bi u slučaju problema moglo doći do isključenja postrojenja i odgode rada [16].
- Plitke vode i talog sedimenata – prilikom obavljanja balastnih operacija treba paziti razmak između kobilice i morskog dna zbog mogućnosti da pumpe usisaju blatnjavo dno i sedimente što može dovesti do zakrčenosti pumpe i skupljanja sedimentnog taloga u spremnicima. Sedimentalni talozi mogu predstavljati opasnost od prestanka rada balastnog sistema ukoliko se tankovi u kojima se oni nalaze ne pregledavaju i ne čiste redovito. Taj problem nakupljanja taloga sedimenata može se ukloniti učinkovitim metodama izmjene balasta na otvorenom moru [16].
- Tlak prilikom paralelnog ispuštanja balasta – često tijekom balastiranja kada rade dvije balastne pumpe zajedno u uobičajenim usisnim vodovima, jedna od crpki će imati bolju tendenciju usisa od druge. Najčešće to bude ona pumpa koja se nalazi na glavnoj liniji. Stoga treba osigurati da obje pumpe imaju dobar usis dok se razina u tanku ne smanji kako ne bi bilo praznog hoda pumpe. Kad se razina vode u tanku smanji, mora

se trimovati brod prema krmi kako bi pumpe mogle duže isisavati i tako smanjiti vrijeme ispumpavanja [16].



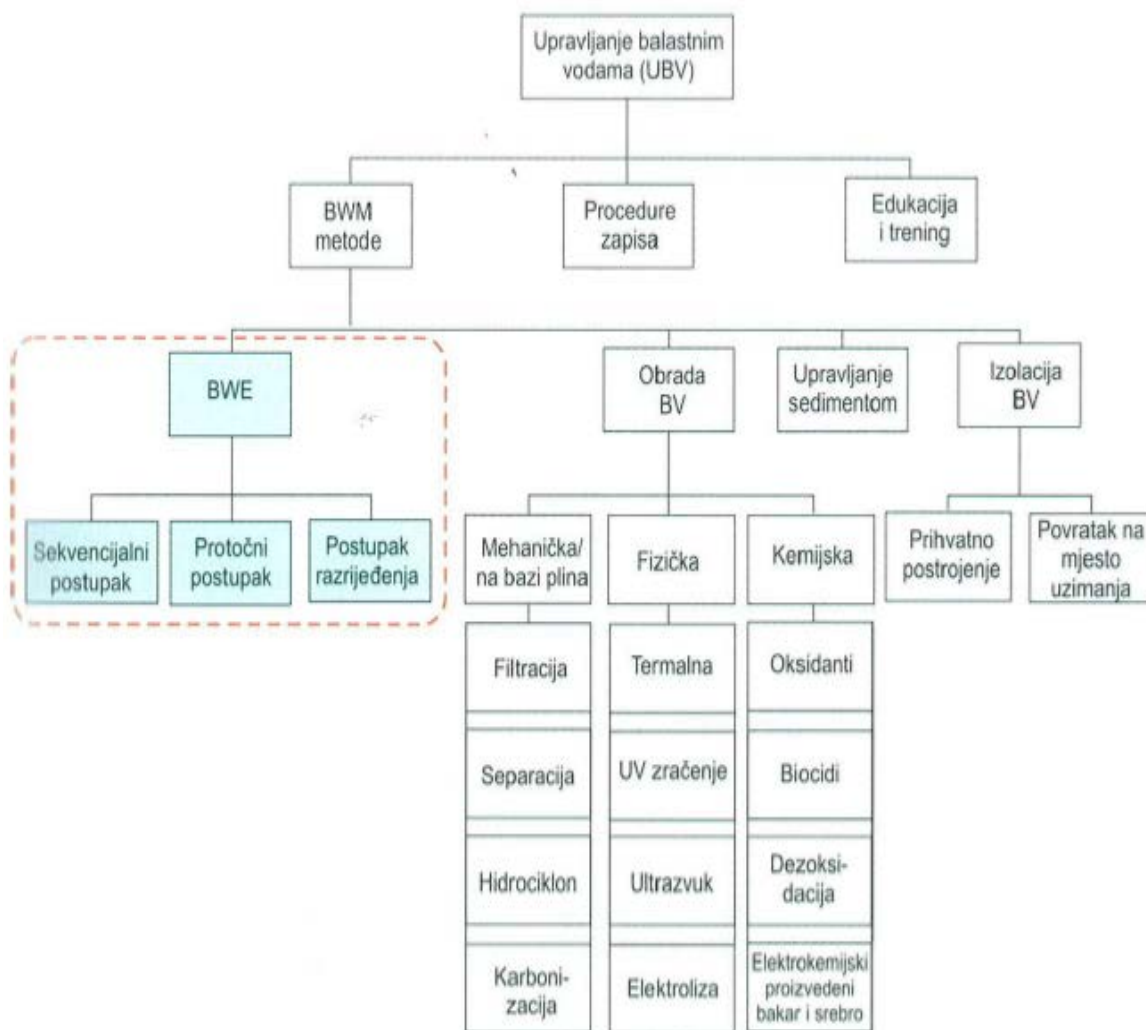
Slika 10. Ploča za upravljanje balastnom vodom [16]

Pravilno razumijevanje i provođenje postupka balastiranja i de-balastiranja je od iznimne važnosti za pomorce s obzirom na stroge propise i mjere zaštite okoliša[16].



## 5. PROCESI TRETIRANJA BALASNIH VODA

Pravilo D-2 nameće potrebnu opremanja broda s nekim od sustava za obradu vodenog balasta. Na osnovu tehnologija korištenih u gradskim i industrijskim sustavima razvile su se tehnologije za obradu balastnih voda, ali brodska tehnologija ima ograničenu primjenu faktorima kao što su prostor, cijena i efikasnost (s obzirom na IMO standarde za ispuštanje balastnih voda). Premda se provode ispitivanja velikog broja raznih metoda obrade balastnih voda, u praksi postoje dvije općenite vrste procesne tehnologije koje se koriste za obradu balastnih voda na brodu: fizičko kruto-tekuće odvajanje (separiranje) i dezinfekcija [5].



Slika 11. Prikaz različitih obrada balastne vode i sedimentalnih taloga [10]

Kruto tekuće separiranje je fizičko odvajanje jednostavne čvrste materije, uključujući i veće mikroorganizme od balastnih voda, može biti sedimentacijom ili površinskom filtracijom. Pod dezinfekcijom se podrazumijeva uklanjanje i inaktiviranje mikroorganizama



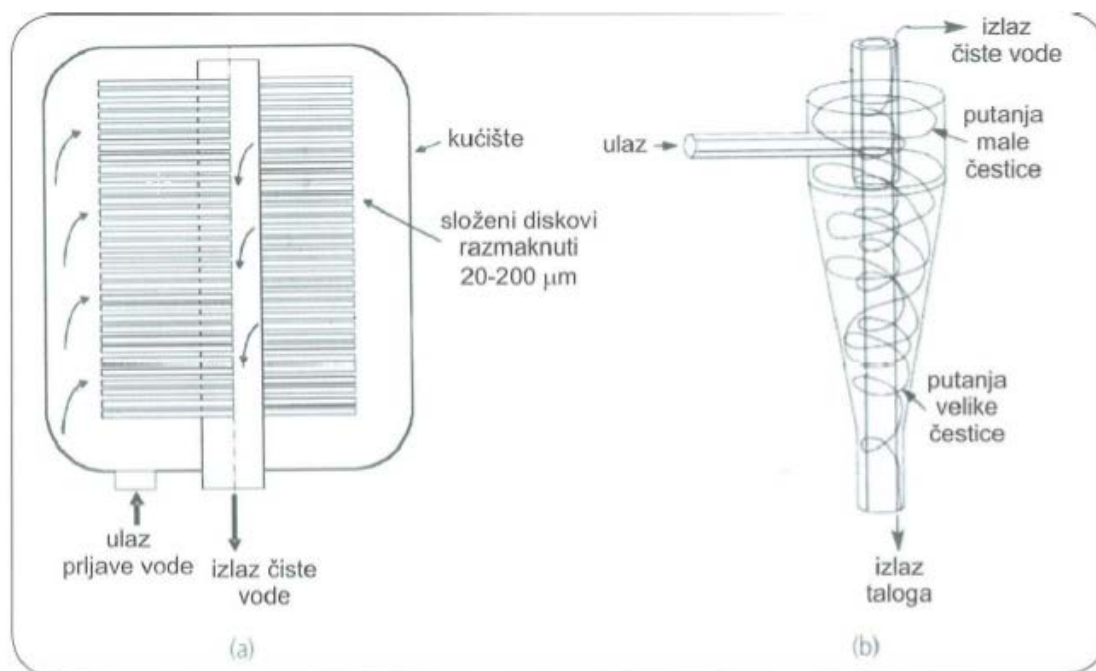
pomoću jedne ili više sljedećih metoda: fizičko-kemijska deaktivacija pomoću zračenja UV svjetlošću koja oštećuje DNA molekule mikroorganizama i sprječava njihovo razmnožavanje, također tu spadaju ultrazvučni tretman, kavitacija i detoksigenacija bilo zamjenom otopljenog kisika, injekcija inertnog plina ili vakuma te na taj način izaziva gušenje organizama i u drugu skupinu ubrajamo kemijsku deaktivaciju mikroorganizama. Načelno metode za obradu balastnih voda na brodu mogu se podijeliti na primarne i sekundarne metode obrade koju mogu biti fizikalne i kemijske te kombinirane metode [4,5].

## **5.1. FIZIČKO KRUTO-TEKUĆE SEPARIRANJE**

Obradom vodenog balasta odvaja se čvrsta faza ( žive i nežive čestice) od tekuće faze (slatke ili slane vode).

Uređaji koji koriste kemijske ili fizičko kemijske procese za dezinfekciju obično sadrže ulaznu jedinicu koja vrši fizičko kruto-tekuće odvajanje (separiranje) pomoću filtracijskih, centrifugalni ili gravitacijskih procesa (hidrociklonski separator) [4].

Flitracija (slika 12-a) je proces kojim se balastna voda kontinuirano provodi kroz mrežicu propusnu samo za tekuću fazu te čvrstu fazu s promjerom čestica manjim od promjera mrežice. Stoga čvrste čestice većeg promjera ostaju na mrežici i tamo se talože. Strujanje kroz filter provodi se od oboda prema sredini filtera. Kao što je rečeno pri filtraciji od balastne vode se odvajaju organizmi pomoću poroznih materijala. Tijekom filtracije na filteru će se nakupiti naslage organizama čija je količina proporcionalna propusnosti filtera. Što je propusnost manja veća je efikasnost odvajanja ,ali to za posljedicu ima manji protok vode kroz filter u jedinici vremena, a isto tako raste i cijena ukoliko želimo da se iz vode odstrane manje čestice i organizmi. Također proces filtracije zahtijeva periodičko čišćenje filtera tijekom rada. Pri punjenju balastnih tankova prednost filtracije je da se zadržani organizmi mogu vratiti natrag na njihovo prirodno stanište. Ukoliko se filtracija balastne vode obavlja prilikom ispuštanja balastnih voda potrebno je na brodu imati prikladno skladište za uhvaćene organizme da se može eliminirati mogućnost zagađenja vode ili mora u kojem se balast ispušta. Jedan od najvećih nedostataka filtracije je da proces zahtjeva specijalne uređaje za potpunu obradu balastnih voda koji su skupi za nabavu i instalaciju [4].



Slika 12.. Primarne metode obrade brodskog vodenog balasta[10]

U centrifugalnom polju odvijaju se centrifugalni procesi i temelje se na pretpostavci da su organizmi u brodskom vodenom balastu veće gustoće od gustoće mora. Načini na kojima se ostvaruje centrifugalno polje, karakteriziraju dinamički i mehanički centrifugalni procesi. Kod dinamičkog procesa koristi se energija strujanja tekućine, dok se kod mehaničkog procesa koristi energija pogonskog motora. Razlika između centrifugalne separacije i hidrociklonske separacije je u tome što je centrifugalna separacija ostvariva dinamičkim i mehaničkim putem, dok je hidrociklonska separacija (gravitacijska) moguća samo zahvaljujući dinamičkoj energiji tekućine [5].

Hidrociklonski separatori (slika 12-b) nemaju rotacijskih dijelova već koriste dinamičku energiju vode, a sastoje se od konusne središnje jezgre (kućišta) koje se sužava prema jednom kraju. Efikasnost gravitacijske separacije ovisi o razlici gustoće čestica i vode koja ih okružuje, veličini čestica, brzini vode i vremenu. Energija strujanja vode kroz sužene presjeke kućišta hidrociklona koristi se za stvaranje vrtloga i načelo toga se zasniva rad na ubrzanju čestica i odvajanju lakše faze od teže zbog razlike u gustoći [4].

Uvođenjem vodenog balasta pod tlakom u gornji cilindrični dio hidrociklona postiže se „naniže usmjereno, centrifugalno rotacijskim strujanjem (vanjski vrtlog). Zbog konusnog oblika donjeg dijela, vrtlog se koči neposredno iznad donjeg izlaza pa mu raste tlak tako da se tu otkidaju strujni slojevi i usmjeravaju u suprotnom smjeru, odnosno centralno prema naviše to jest prema području nižeg tlaka (unutrašnji vrtlog). U području nižeg tlaka

postavlja se izlazna cijev kojom se prečišćeni balast izvodi iz hidrociklona. Vrtložnim strujanjem u hidrociklonu, zbog veće mase organizmi i sedimenti su potisnuti centrifugalnom silom prema stijenci hidrociklona gdje kližu niz stjenku i konačno bivaju izbačeni kroz donji izlaz. Lakša faza to jest prečišćeni balast zbog svoje manje mase ostaje u centralnom dijelu, gdje se zahvaća unutarnjim vrtlogom i izvodi kroz gornji izlaz [4].

Za sada primarni procesi obrade balastnih voda ne mogu se primjenjivati kao samostalna metoda obrade jer ne mogu odstraniti mikroorganizme (viruse i bakterije), stoga se koriste isključivo u prvom stupnju obrade. Ovim metodama moguće je efikasno ukloniti sve veće organizme i čestice koji bi u drugom stupnju mogle izazvati poteškoće u radu sustava za obradu[4].

## **5.2. FIZIKALNE METODE DEZINFEKCIJE**

Fizikalne metode u prihvatljive sa stanovišta sigurnosti i utjecaja na okoliš, međutim neke od njih zahtijevaju veće rekonstrukcije i prilagodbe balastnog sustava. Ove metode temelje se na osjetljivosti organizama na različite vanjske utjecaje. Efikasnost odstranjivanja organizama ovisna je o intenzitetu djelovanja fizikalnog utjecaja i primjenjivanoj metodi [5].

Kriteriji za izbor metoda tretmana:

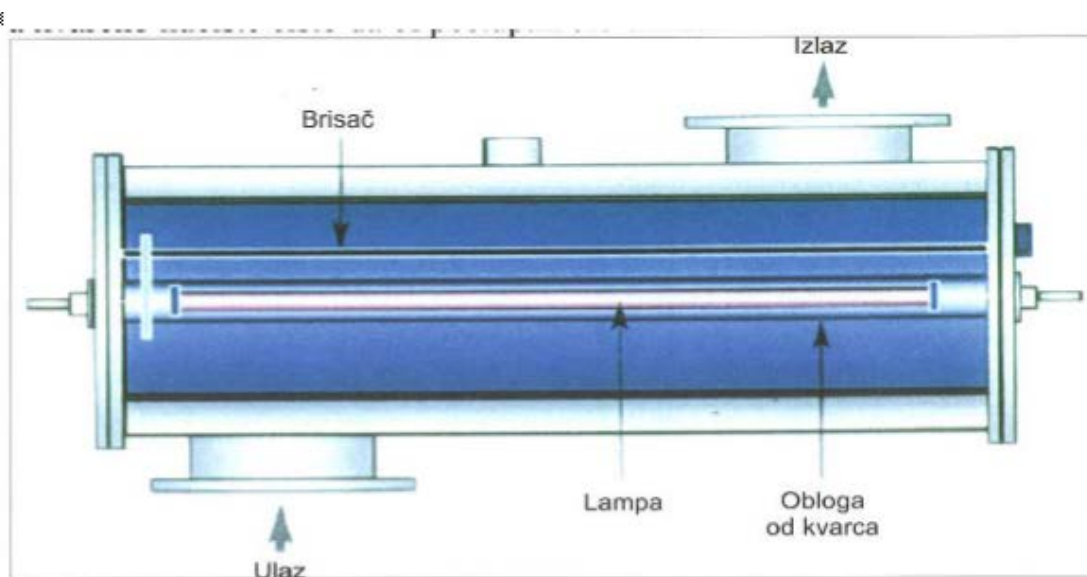
- Sigurnost putnika i posade
- Efikasnost u odstranjivanju ciljanih organizama
- Lakoća upravljanja uređajem za tretman
- Količina smetnje s normalnim operacijama broda i vremenom putovanja
- Strukturni integritet broda
- Veličina i cijena uređaja za tretman balastnih voda
- Veličina postojeće opasnosti za okoliš
- Lakoća kojom lučne vlasti mogu procijeniti suglasnost s propisima.

Fizikalne metode obrade čija je primjena najizglednija su: ultravioletno zračenje (UV zračenje), metode temeljene na ultrazvuku i toplinske metode[5].

### 5.2.1. METODE ZASNOVANE NA UTRAVIOLENTNOM ZRAČENJU

Ova metoda je poznata već početkom prošlog stoljeća kada se pomoću živine svjetiljke niskog tlaka dobilo monokromatsko UV zračenje koje se koristilo za uništavanje mikroorganizama [4].

U industrijskim postrojenjima i na brodu razarajući učinak UV zračenja koristi se za kontrolu pitke i otpadne vode te je moguća zamjena za klor. Ovakav tretman upotrebe UV svijetla još se koristi za dezinfekciju u bolnicama, skloništima, zatvorima i sličnim ustanovama za ubijanje mikroorganizama i sprječavanje širenja oboljenja [4].

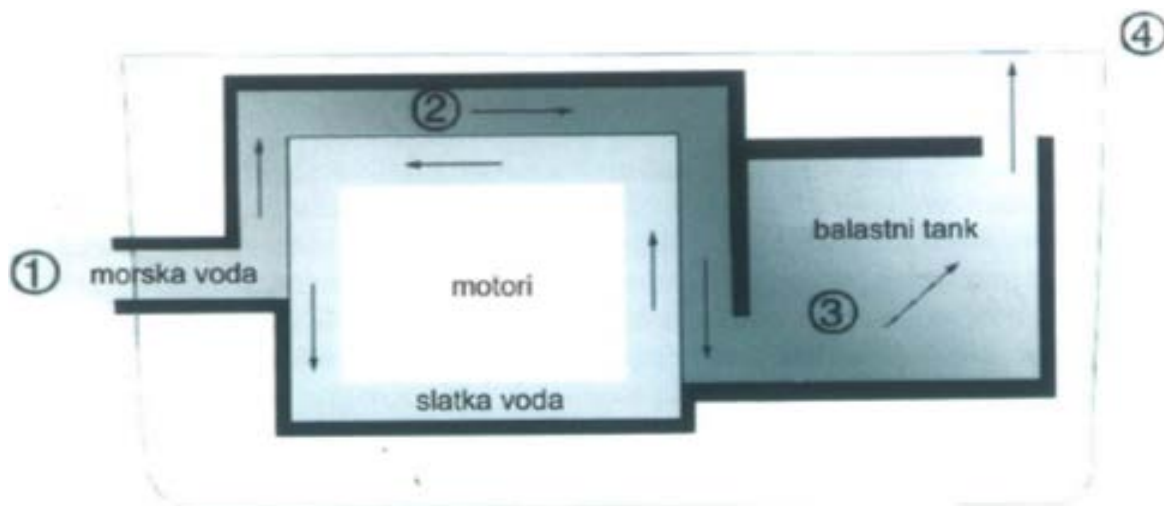


Slika 13. Shema ultravioletnog zračenja [10]

Ovisno o dozi ultravioletno zračenje može biti efikasno za inaktivaciju velikog broja organizama kao što su virusi, bakterije, alge, praživotinje itd. Doza koja je potrebna za potpunu inaktivaciju je suma intenziteta zračenja i vremena izlaganja. Izlaganjem organizma zračenju postoji mogućnost da se izazove promjena na staničnom genetskom materijalu organizama to je na njihovoj DNA strukturi. Zbog svoje učinkovitosti inaktivacije mikroorganizama uz kombinaciju s još nekom metodom moguće je odstraniti gotovo sve mikroorganizme. Jedan od najvećih nedostataka UV metode je njena neefikasnost za mutne vode koje sadrže suspendirani materijal, stoga je ovu metodu najbolje koristiti s prethodnom filtracijom balastne vode[4].

### 5.2.2. TOPLINSKE METODE

Primjena toplinske metode u sprječavanju biološke kontaminacije počela je s otkrićima Louisa Pasteura. Razvoj i korištenje toplinskih metoda za inaktivaciju morskih organizama započinje s ispitivanjima u cilju sprječavanja širenja zebraste dagnje (*Dreissena polymorpha*) u stacionarnim postrojenjima. Kod ove metode toplinska energija dobivena od brodskih toplinskih strojeva i uređaja koristi se za zagrijavanje vodenog balasta tijekom putovanja u balastu. Toplina se može dobivati iz glavnog motora odnosno sustava rashladne vode ili sustava ispuha. U sustavu ispuha ispušni plinovi predaju toplinu vodi u utilizacijskim kotlovima te se dobivena para može koristiti za zagrijavanje balasta. Zagrijavanje balasta obavlja se u izmjenjivačima topline koji mogu biti cjevasti ili pločasti. Pločasti izmjenjivači imaju manje gabarite u odnosu na cjevaste i jednostavnije održavanje. Kad se toplina dobiva iz sustava ispuha, zagrijavanje balasta obavlja se u izmjenjivaču topline tako da balast recirkulira između balastnog tanka i izmjenjivača. Postoji mogućnost ugradnje posebnog tanka za obradu manjeg kapaciteta u kome bi se postigla viša temperatura i dulje vrijeme tretmana. Zagrijavanje balastne vode na temperature između 35°C (95°F) i 45°C (113°F) i zadržavanje te temperature neko vrijeme je efikasan način ubijanja većih organizama kao što su ribe ali nije efikasno za eliminaciju mikroorganizama. Prednost još ove metode je da nema kemijskih nusprodukata. Glavni nedostatak metode je potreba za instalacijom cjevovoda za vođenje balastne vode u kontakt s toplino [4,5].



Slika 14. Tretman toplinom[10]

Tretman je ograničen količinom topline koju proizvode motori broda pa se količina balastne vode mora normirati na količinu proizvedene topline. U nekim slučajevima moraju

se odstraniti mrtvi organizmi prije ispuštanja tople balastne vode u more. Niz faktora treba razmotriti prije nego što se taj pristup upotrijebi na nekom brodu za neko određeno putovanje[4,5].

### **5.2.3. METODA PULSIRAJUĆE PLAZME**

Obrada vodenog balasta pulsirajućom plazmom zasniva se na djelovanju električno provodljivog plina. Na sobnim temperaturama i atmosferskom tlaku plinovi nisu dobri vodiči zbog toga što se elektroni sadržani u plinu ne mogu gibati u ovisnosti od djelovanja vanjskih magnetskih polja. Međutim ionizacijom svi elektroni se počnu oslobađati od pripadajućeg atoma. Nadalje plin postaje mješavina pozitivno i negativno nabijenih elektrona. U takvim okolnostima elektroni i ioni su slobodni i mogu se gibati djelovanjem vanjskog magnetskog polja odnosno plin postaje električno provodljiv. Ova tehnologija je u fazi ispitivanja u industrijskim postrojenjima, gdje se u rashladnim tornjevima ispituje efikasnost pri suzbijanju kolonija zebrašte dagnje [4].

### **5.2.4. METODE ZASNOVANE NA ULTRAZVUKU**

Metode zasnovane na ultrazvuku temelje se na korištenju visokih frekvencija koje izazivaju vibracije u vodi proizvodeći fizikalne i kemijske efekte. Postoje dvije vrste ultrazvuka; ultrazvuk niskog i ultrazvuk visokog intenziteta. Ultrazvuk niskog intenziteta nije primjenjiv za inaktivaciju organizama, dok se ultrazvuk visokog intenziteta između 20 kHz i 100 kHz može koristiti za inaktivaciju organizama[4].

## **5.3. KEMIJSKA METODA DEZINFEKCIJE**

Postoji niz kemikalija i kemijskih procesa koje se mogu koristiti u uređajima za tretman balastnih voda a to su:

- Klorinacija
- Elektroklorinacija
- Ozonacija
- Klor dioksidacija
- Perocetena kiselina
- Vodikov peroksid
- Mendion/ Vitamin K

Efikasnost tih procesa ovisi o parametrima kvalitete balastne vode kao što su pH i temperatura, a najviše o tipu organizma prisutnih u balastnim vodama[5].

### **5.3.1. BIOCIDI**

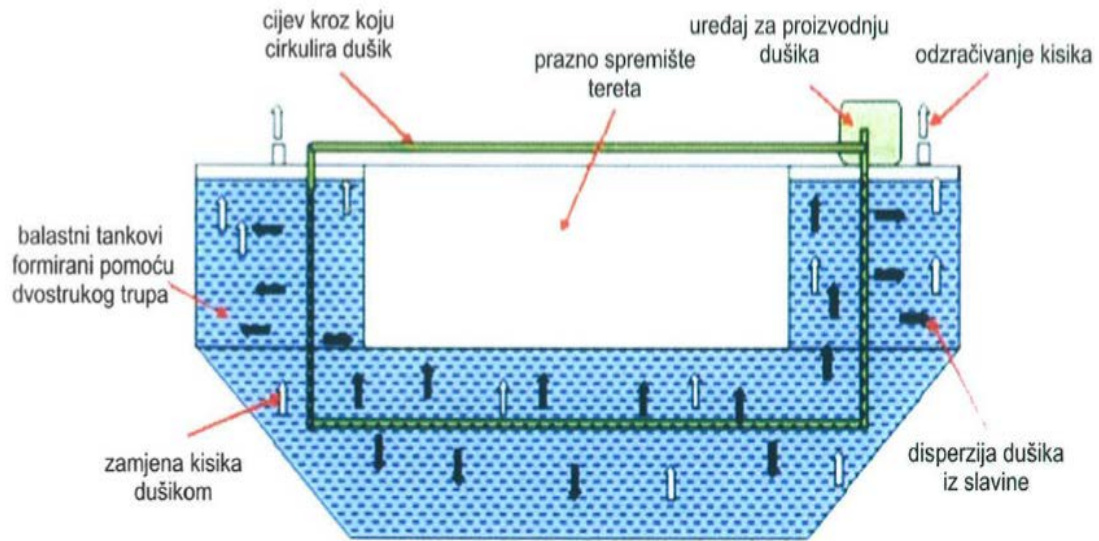
Biocidi su spojevi ili smjese spojeva koji su sposobni zaustaviti ili uništiti rast živih organizama. Za određene biocide laboratorijski i s pomoću ograničenih istraživanja na brodovima dokazana je učinkovitost u obradi vodenog balasta. Biocidi se dijele na organske biocide i anorganske biocide. Anorganski (klor, ozon, vodikov peroksid) djeluju oksidativno, odnosno, oduzimaju kisik organizmima što rezultira uništavanjem staničnih membrana i njihovim ugibanjem. Poznato je njihovo korištenje u industriji i kod obrade pitke i otpadne vode. Organski biocidi (glikolna kiselina, perocetna kiselina, gluteraldehid) djeluju kao pesticidi, toksično i oksidativno uništavajući vitalne funkcije organizma i metabolizma. Biocidi se direktno dodaju u vodeni balast pomoću dozator pumpi na usisnom cjevovodu balastnih pumpi. Obrada se odvija za vrijeme operacije balastiranja. Upotreba biocida razmatra se kao jedna od najozbiljnijih opcija za obradu balasta na brodovima gdje je ukupni kapacitet balasta u odnosu na nosivost do 10% i gdje su za obradu potrebne male količine kemikalija. Kemijske metode ipak predstavljaju određenu opasnost za sigurnost posade i nisu prihvatljive sa stanovišta zaštite morskog okoliša pa se stoga pretpostavlja da će njihova primjena na brodovima biti vrlo ograničena [4].

Kloriranje morske vode, tj. dodavanja klora kao biocida, je efikasna metoda za inaktivaciju vegetativnih oblika bakterija i virusa. Može se dodavati u različitim oblicima kao što su elementarni klor-tekući natrijev hipoklorid ili kalcijev hipoklorid u prahu ili tabletama[4].

### **5.3.2. DE-OKSIGENACIJA**

De-oksigenacija se često predstavlja kao jeftina metoda za sprječavanje unošenja vodenih organizama a u ujedno reducira pojave korozije na brodu.[3] Obrada balastnih voda de-oksigenacija zasniva se na oduzimanju otopljenog kisika iz vodenog balasta. Eliminacija kisika postiže se dodavanjem kemikalija, ispiranjem dušikom ili vakuumiranjem. Ispiranje dušikom je prihvatljivo za brodove koji na sebi imaju generator inertnog plina budući je postotak dušika proizvedenom inertnom plinu oko 90 posto. Ova metoda je djelomično

efikasna jer odstranjuje samo one organizme koji ne mogu preživjeti u okolišu sa malim udjelom kisika[4].



Slika 15. De- oksigenacija balastnih voda[10]

### 5.3.3. ANTIVEGETATIVNE BOJE

Premazivanje balastnih tankova antivegetativnim bojama koje se koriste za sprječavanje nastanka obrasla na trupu brodova može poslužiti za određenu inaktivaciju organizama u balastnim tankovima. Bojanje balastnih tankova može se izvesti za vrijeme gradnje novoga broda ili tijekom dokovanja broda. Načelno su u primjeni 2 tipa boja: boje na bazi silikona koje sprječavaju prianjanje organizama na površinu tankova i biocidne boje koje permanentno otpuštaju određene količine biocida te ubijaju organizme koji se pokušavaju nastaniti na površini tankova[4].



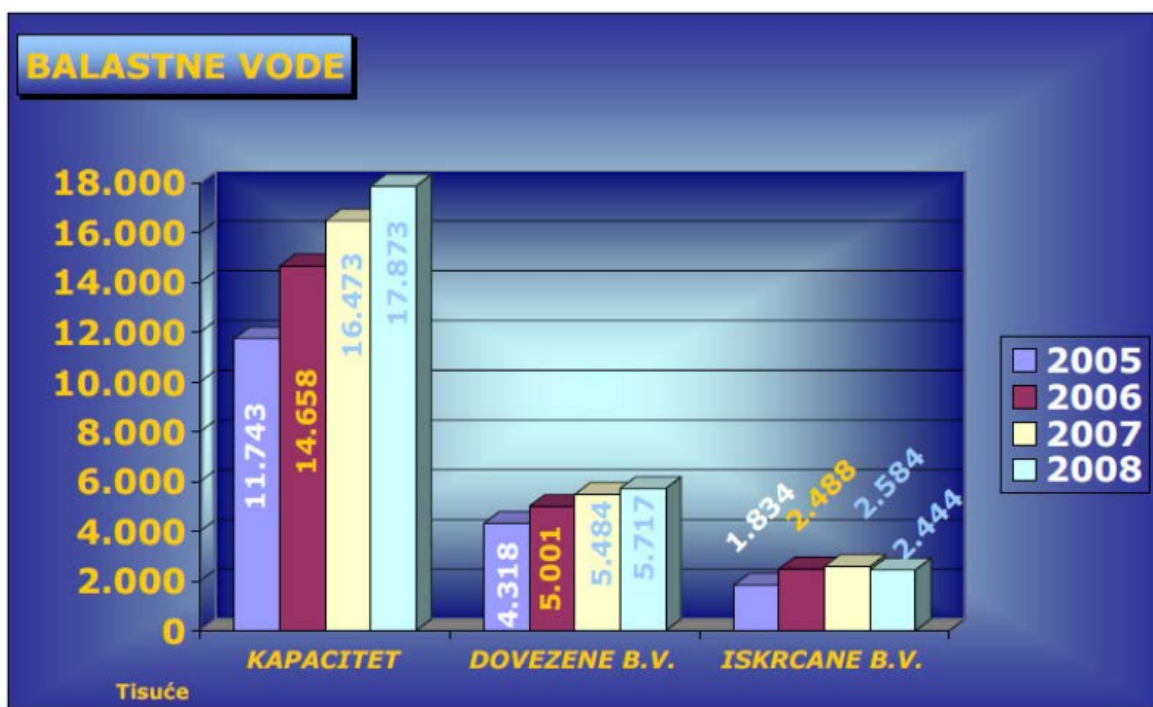
## 6. HRVATSKA I BALASTNE VODE

Najveći i najdragocjeniji resurs Hrvatske je Jadransko more sa 1185 otoka i 5 835 km pomorskog dobra, pošto je Jadransko more toplo, plitko, zatvoreno more sa sporim izmjenama struja posebno je osjetljivo na negativne utjecaje balastnih voda i drugih onečišćenja. Zbog velikog izljeva balastnih voda, potrebno je zaštititi bio raznolikost Jadranskog mora. U zadnjih trideset godine, u području sjevernog Jadrana zabilježene su nove vrste unesene putem balastnih voda. Najveći broj novih vrsta zabilježen je u Venecijanskim lagunama, luke Kopar i Trst. Najinvazivnije vrste su alge *Caulerpa racemosa* i *Caulerpa ataxifolia* koje postojećem domaćem stanovništvu oduzimanju hranu i kisik te mijenjaju životne uvjete, one su već registrirane na 30-ak lokacija u Republici Hrvatskoj, od otoka Mljeta na jugu do Vrsara na sjeveru [11].

Jadransko more jedno je od najbogatiji po broju vrsta ribe, ali istovremeno je zastupljena mala populacija u vrsti. Pošto u Jadran godišnje uplovi oko 5 000 tankera koji izmanipuliraju oko 70 milijuna tona nafte, a pritom se u Jadran iskrca oko 9,5 milijuna tona balasta od čega 2,5 milijuna tona u hrvatskom dijelu Jadrana vidljive su i poznate posljedice toga. Onečišćenje i unos stranih mikroorganizama tzv. Cvjetanje mora i razmnožavanje *Caulerpe taxifolia*, biljke koja je prenesena u Jadran iz tropskih mora te koja se brzo širi po morskom dnu stvarajući travnati tepih. Unosom *Caulerpe taxifolia* prekinuo se postojeći hranidbeni lanac koji je garantirao čistoću. Da bi se Jadran zaštitio od mikroorganizama koji nisu autothoni u svom staništu, bilo je nužno normirati ponašanje brodova na moru. 2005. se počelo s prikupljanjem podataka o količini i mjestima ispuštanja balastnih voda, a najveće iskrccane količine zabilježene su u Lučkoj kapetaniji Rijeka [11].

Razvojem svjetskog gospodarstva, povećava se broj brodova velikih nosivosti koji prometuju Jadranskim morem, što znači da će se povećati i količina balastnih voda. Prilikom ispuštanja balastne vode, događa se površinski ispust u količini više od nekoliko desetaka tisuća kubika na sat, a to je više od ukupnog ispusta nekog grada na jadranskoj obali. Te su zbog toga površinski ispusti u RH zakonom zabranjeni [11].

Tablica 2. Prikaz dovezenih i iskrcanih balastnih voda u Jadransko more[18]



Usvajanjem Pravilnika o upravljanju i nadzoru vodenog balasta koji je nadogradnja i na operativni sustav AIS(sustav automatske identifikacije brodova), putem kojega se može kontrolirati ulazak, brzina, kurs i luka pristajanja nekog tankera, samim time može se kontrolirati i nedozvoljene izmjene balastnih voda u našem dijelu Jadrana[11].

## 7. ZAKLJUČAK

Kao što se vidjelo kroz ovaj rad balastne vode predstavljaju sve veći problem u modernoj pomorskoj industriji, a ponajviše za gospodarstvo i okoliš. Razlog tome je potreba za upotrebom balastnih voda za sigurnost plovidbe i tereta, a opet su velika prijetnja nekim drugim granama kao što je ribarenje ili turizam. Ostali razlozi su koji su spomenuti kroz ovaj tekst je način ugradnje i korištenja sistema za obradu balastnih voda, iako nije toliki problem za novije brodove koliko za stare gdje se u pitanje dovodi je li ugradnja takvih sistema uopće isplativa zbog njihove cijene i procijenjenog vijeka korištenja takvog broda.

Balastne vode kao jako bitna stvar u pomorstvu ne smiju se tako lako zanemariti jer su na brodu najbitnije za stabilnost, naprezanje trupa i sigurnost tereta ako se koriste u održanim sustavima balasta uz primjenu obučanih članova posade. Sve što je u ovom radu spomenuto za rigorozne konvencije o balastnim vodama i upravljanju balastnih voda, ipak dovodi do nekih dobrih rezultata u nadolazećim godinama s gledišta očuvanosti morskog okoliša u ovom modernom pomorstvu gdje se 80% trgovine odvija morskim putem.

Kroz rad je objašnjena povijest i razvoj cijelog problema oko balastnih voda posljednjih 20 godina. Kao najučinkovitija stvar je bila plan za upravljanje balastnim vodama koji za svaki brod posebno daje jasne upute o korištenju sustava balastnih voda i karakteristike svih uređaja koji se primjenjuju za takav tip operacije. Te najbitnija stvar je zahtjeva da se operacije vode od iskusnih i obučanih članova posade.

Budućnost ovakvih sustava je još uvijek upitna. Iako postoje koncepti brodova koji nemaju klasični način balastiranja već protokom vode kroz uzdužnicu broda eliminiraju potrebu za balastiranjem. Korištenjem tih sustava zahtjeva se promjena cijele konstrukcije podvodnog djela broda i sustava cijevi što rezultira potrebu za mijenjanjem cijele pomorske flote. Raznim pokusima s modelima ovakvih brodova rezultiralo je ideja tehnički i ekonomski izvediva, ali zbog cijene postrojenja, veličine i opasnosti za posadu ostalo je samo na konceptu kojeg treba unaprijediti. Kod ovakvih ideja i sistema za obradu balastne vode još se jednom dokazuje kako je za većinu brodara najbitnije da ispuni minimalne uvijete u što duljem vremenskom periodu kako bi uštedjeli novac, a ujedno zadovoljili sve konvencije i odredbe da mogu normalno nastaviti s prijevozom tereta i roba morem.

Postavljeni cilj rada je pobliže upoznavanje sa svim novitetima i tehnologijama koje se razvijaju oko balastnih voda i primjenu balastnih voda na brodu. Spomenuli smo sve bitne

stvari koje su specifične za ovu skupinu sistema, konvencija i tehnologija koji spadaju u skupinu primjene i obrade balastnih voda na brodu.

## LITERATURA:

- [1] Amižić Jelovčić P.: Onečišćenje morskog okolišta balastnim vodama s posebnim osvjetrom, Pravni fakultet u Splitu, 2008
- [2] Belamarić G., Jašić D., Trošić Ž.: Planiranje pomorskog putovanja, Sveučilište u Zadru, 2011.
- [3] Belamarić G.: Ballast water management new developments, 2017
- [4] Dobrota Đ., Lalić B., Račić N.: Brodski energetske sustavi, Pomorski fakultet u Splitu, 2016.
- [5] Kutle A., Valković V.: „Balastne vode“, Zagreb, 2015. god.
- [6] Maritime, Market Developments and Requirements, NTUA Seminar, 2016
- [7] M. Crnčević, A. Bratoš: : Pristup istraživanju i osmišljavanju upravljanja brodskom balastnom vodom, Zagreb, 2003. god.
- [8] National academy press: Stemming the tide, Washington D.C., 1996
- [9] Pomorskog zakonika, Pravilnik o upravljanju i nadzoru balastnih voda, Narodne novine, broj 128/12, Zagreb
- [10] Trivić L.: Balastne vode, Karlovac, 2016
- [11] Balastne vode u Jadranskom moru: <http://bib.irb.hr/prikazi-rad?rad=286734>
- [12] <http://ekologija.hr/news/post/747/na-snagu-stupa-pravilnik-o-upravljanju-i-nadzoru-vodenog-balasta/> (pristupljeno 6.9.2018.)
- [13] <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/FAQ%20-%20Implementing%20the%20Ballast%20Water%20Management%20Convention.pdf> (pristupljeno 6.9.2018.)
- [14] <https://www.marineinsight.com/maritime-law/what-is-ballast-water-management-plan/> (pristupljeno 28.8.2018.)
- [15] <https://www.marineinsight.com/maritime-law/comply-with-ballast-water-convention/> (pristupljeno 28.8.2018.)
- [16] <https://www.marineinsight.com/guidelines/major-problems-faced-ships-ballasting-de-ballasting-operations/> (pristupljeno 28.8.2018.)
- [17] [https://www.steamshipmutual.com/Images/Articles-Images/USBWFinalRuleIstock13588239\\_web.jpg](https://www.steamshipmutual.com/Images/Articles-Images/USBWFinalRuleIstock13588239_web.jpg) (pristupljeno 28.8.2018.)
- [18] [http://www.pfst.unist.hr/uploads/ZMMO\\_predavanje\\_7.pdf](http://www.pfst.unist.hr/uploads/ZMMO_predavanje_7.pdf) (pristupljeno 28.8.2018)

- [19] [http://www.propisi.hr/files/image/341\\_138%20slika%201.jpg](http://www.propisi.hr/files/image/341_138%20slika%201.jpg) (pristupljeno 28.8.2018.)
- [20] <https://www.wpr.org/study-ships-move-non-native-species-lower-great-lakes-superior> (pristupljeno 28.8.2018.)
- [21] <https://britanniapandi.com/focus/ballast-water-management/> (pristupljeno 6.9.2018)
- [22] <https://www.ukpandi.com/knowledge-publications/article/uscg-provides-an-update-on-its-alternate-management-systems-ams-program-135788/> (pristupljeno 6.9.2018)
- [23] <https://www.ship-technology.com/features/featureimo-vs-uscg-navigating-the-differences-in-ballast-water-regulation-4824245/> (pristupljeno 6.9.2018)
- [24] <https://www.dnvgl.com/maritime/ballast-water-management/uscg.html> (pristupljeno 6.9.2018)
- [25] <http://mmsplusng.com/blog/ballast-water-managment-convention-what-nigerian-stakeholders-must-know/> (pristupljeno 6.9.2018)

## **POPIS SLIKA:**

Slika 1. Ilustracija uloge balastnih voda.....	3
Slika 2. De-balastiranje broda .....	5
Slika 3. Primjer pisma potvrde za izmjenu balastnih voda.....	10
Slika 4. Sustav tretiranja balastnih voda.....	13
Slika 5. Primjer broda koji ispušta balastne vode u luci.....	16
Slika 6. Najmanja udaljenost od obale za izmjenu balasta.....	17
Slika 7. Metoda protjecanja.....	18
Slika 8. Primjer broda koji ispušta balaste vode u luci.....	21
Slika 9. Obrazac za ispunjavanje izvještaja o operacijama s balastnim vodama.....	23
Slika 10. Ploča za upravljanje balastnom vodom.....	25
Slika 11. Prikaz različitih obrada balastne vode i sedimentalnih taloga.....	26
Slika 12. Primarne metode obrade brodskog vodenog balasta.....	28
Slika 13. Shema ultravioletnog zračenja.....	30
Slika 14. Tretman toplinom.....	31
Slika 15. De-oksigenacija balastnih voda.....	34

## **POPIS TABLICA:**

Tablica 1. Raspored implementacija sistema za tretiranje balastnih voda.....	8
Tablica 2. Prikaz dovezenih i iskrcanih balastnih voda u Jadransko more.....	36