Balastne vode u morskom prometu opasnih tereta

Jandrić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:581212

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Karlo Jandrić

BALASTNE VODE

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Karlo Jandrić

BALASTNE VODE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Igor Peternel

Karlovac, 2015

Veleučilište u Karlovcu

ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Studij: SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Usmjerenje: ZAŠTITA NA RADU

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: Karlo Jandrić

Naslov rada: BALASTNE VODE

Opis zadatka:

1. Uvod
2. Karakteristika balastnih voda
3. Kemijska i fizikalna svojstva
4. Negativni utjecaji
5. Načini obrade balastnih voda
6. Pravna regulativa
7. Balastne vode u hrvatskoj
8. Zaključak

   Literatura

   Popis tablica/slika

Zadatak zadan:	**Rok predaje:**	**Predviđeni rok obrane:**
4/2015	6/2015	6/2015

Mentor :	**Predsjednik Ispitnog Povjerenstva:**
dr. sc. Igor Peternel	mr.sc. Snježana Kirin, viši pred.

SAŽETAK

Tema završnog rada koji sam napisao su Balastne vode. Balast je voda voda koju brodovi uzimaju radi ravnoteže, stabilnosti i očuvanja integriteta broda dok je prazan.

Glavni problem balastnih voda je onečišćenje gdje dolazi do prijenosa novih vrsta mikroorganizama ali i također patogenih mikroorganizama, odnosno uzročnika raznih bolest. To je samo jedan od problema kod prijenosa balasta.

Na početku rada govorimo o karakteristici balastnih voda,o njenoj problematici te govorimo o njezinim negativnim utjecajima.

U nastavku govorimo o načinima obrade balastnih voda, te naposljetku se spominje pravna regulativa i balastne vode u Hrvatskoj.

SUMMARY

Topic of graduation thesis that I have wrote was Ballas Water. Ballast is water that ships use to maintain balance, stability and integrity of ship while it is empty of cargo.

Main problem of ballast water is environmental pollution, because ballast water is transferring new species of microorganisms and pathogenic microorganisms that can cause various diseases. That is only one of the problems in transferring ballast.

At the beginning of thesis we are talking about characteristics of ballast water, about problems and negative impacts.

Than we talked about treatment methods of ballast water, legal regulations and ballast water in Croatia.

SADRŽAJ

UVOD..... 1

1. BALASTNE VODE.....2

1.1. Karakteristika balastnih voda.....4

1.1.1. Fizikalna svojstva.....4

1.1.2. Kemijska svojstva.....5

1.2. problematika balastnih voda.....7

1.3. Negativni utjecaji balastnih voda.....9

1.3.1. Ekološki utjecaji.....9

1.3.2. Ekonomski utjecaji.....10

1.3.3. Ljudsko zdravlje.....10

2. NAČINI OBRADE BALASTNIH VODA.....12

2.1. Mehaničke metode obrade.....12

2.1.1. Filtracija.....15

2.1.1.1. Brza pješčana filtracija.....16

2.1.1.2. Membranska filtracija.....16

2.1.1.3. Granularna filtracija.....17

2.1.1.4. Antiosmotska filtracija.....17

2.1.2. Sedimentacija.....18

2.1.3. Flotacija.....19

2.1.4. Hidrociklonska separacija.....20

2.1.5. Centrifugalna separacija.....21

2.2. Fizikalne metode obrade.....25

2.2.1. Ultraljubičasto zračenje.....25

2.2.2. Toplinska metoda.....25

2.2.3. Ultrazvučna metoda.....26

2.2.4. Obrada pulsirajućom plazmom i ionizirajuće zračenje.....26

2.3. Kemijske metode obrade.....27

2.4. Rebalastiranje-sekvencijalna metoda.....28
2.5. Ispiranje balasta-prepumpavanjem.....28
2.6. Brazilska metoda ispiranja.....29
2.7. Nedostatci metode ispiranja balasta.....31
2.8. Kapacitet balastnih tankova.....32
2.9. Tehnički načini kontrole izmjene balastastnih voda.....32
2.10. Biološki načini kontrole izmjene balastnih voda.....34
2.10.1. Uzimanje uzorka na mjestima za pristup i inspekciju tankova.....34
2.10.2. Uzimanje uzoraka kroz cijevi za mjerenje razine tekućine u tanku.....35
2.10.3. Uzimanje uzoraka s balastnog cjevovoda.....36
3. PRAVNA REGULATIVA BALASTNIH VODA.....38
3.1. Konvencija o balastnim vodama.....39
4. HRVATSKA I BALASTNE VODE.....43
5. ZAKLJUČAK.....47

UVOD

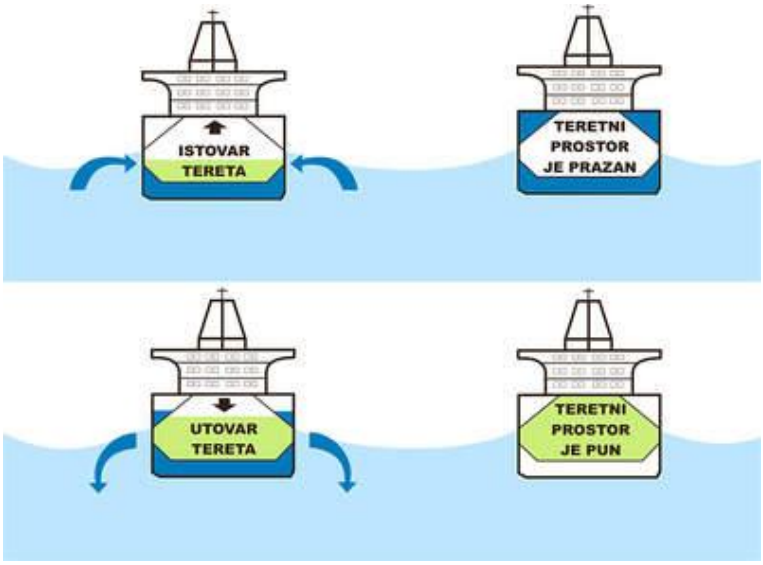
More pokriva 71 posto zemljine površine, 80 posto svjetskog transporta odvija se brodovima, jer je najisplativiji način prijevoza dobara. Građu brodova uvjetuje svojstvo tereta koji se prevozi, ali svim brodovima je zajedničko jedno – potreba balasta. Balast je voda koju brodovi uzimaju radi ravnoteže, stabilnosti i očuvanja integriteta broda dok je prazan tj. kad ne nosi teret. Do sredine 19. Stoljeća brodovi su koristili krute materijale kao što su drvo, pijesak i kamen za stabilnost pri plovidbi, dok se danas koristi voda (morska ili riječna).

Balastne vode često sadrže nečistu vodu i strane morske organizme. Svakodnevno se tankerima prenosi više od 10 000 različitih morskih vrsta, što ugrožava biološku raznolikost svakog mora u koje se ispuštaju balastne vode. Unos nedomicilnih vrsta balastnom vodom može prouzročiti negativne posljedice koje uništavaju biološku raznolikost, štete gospodarstvu i narušavaju zdravlje čovjeka. Zbog rizika za okoliš i gospodarstvo 1991. godine Međunarodna pomorska organizacija (International Maritime Organisation – IMO) uvodi upute za dobrovoljnu izmjenu balastne vode na otvorenom moru.

Problem onečišćenja morskog okoliša jedan je od najvećih ekoloških problema današnjice s kojim se susreće većina obalnih država. Suradnja međunarodnih organizacija rezultirala je donošenjem velikog broja propisa i zakona koji imaju presudnu ulogu u prevenciji daljnjeg onečišćenja svjetskih mora. Vrlo je bitno napomenuti kako je i Hrvatska član Međunarodne pomorske organizacije od 1992. godine. Jadransko more je zatvoreno sa sporim izmjenama struje i zbog toga je posebno osjetljivo na negativne utjecaje koje izazivaju balastne vode i onečišćenje.

1. BALASTNE VODE

″Vodeni balast je voda s tvarima u njoj, ukrcana radi kontrole trima, nagiba, gaza, stabiliteta i naprezanja broda.“[1] U prošlosti su brodovi kao balast koristili kamenje, drvo i pijesak, dok se od kraja 19. stoljeća koristi voda, jer se morska voda lakše ukrcava i iskrcava. Takav način je učinkovitiji i ekonomičniji od čvrstog balasta. Prilikom istovara tereta brod je prazan, te zbog stabilnosti i nagiba ukrcat će se balast i obratno. „Termin balast nastao je od engleske riječi *ballast*, što znači opterećenje koje brod uzima za normalnu plovidbu kada plovi bez korisnog tereta.“[2] Voda koju brod uzima na mjestu iskrcaja po količini zna iznositi jednu trećinu kapaciteta nosivosti broda, u slučajevima lošeg vremena ta količina može biti i do dva puta veća.



Slika 1. Prikaz iskrcaja/ukrcaja balastnih voda

Različite vrste brodova (brodovi za prijevoz kontejnera, brodovi za prijevoz rasutog tereta, tankeri) zahtjevaju različite načine postupanja s balastnom vodom. U nekim slučajevima npr. kod brodova za prijevoz kontejnera ne dolazi samo do iskrcavanja/ukrcavanja balasta već se s balastom manipulira unutar broda. To znači da može doći do iskrcavanja/ukrcavanja jednog dijela balastne vode, jer ovisi o količini,

rasporedu, težini tereta i vremenskim uvjetima plovnog puta na kojem plovi brod.

Balastna voda može biti slatka, boćasta ili slana voda koja se nalazi u posebnim ili teretnim tankovima, a položaj, veličina i oblik tankova su različiti. Ukupni kapacitet balastnih tankova može biti od nekoliko kubičnih metara kod ribarskih brodica, do nekoliko stotina ili tisuća kubičnih metara kod teretnih brodova, a veliki tankeri imaju kapacitet i do 200 000 m3.

Današnji brodovi su brži i veći, smanjuje se trajanje prijevoza, a i povećava se svjetska trgovina i količina prijevoza što ruši prirodne barijere i dovodi do veće razmjene balastnih voda diljem mora i oceana.[1]



Slika 2. Prikaz iskrcaja balastne vode u luci



Slika 3. Prikaz iskrcaja balastne vode

1.1. Karakteristika balastnih voda

Vodeni balast je ustvari morska voda koja u rijetkim slučajevima može biti izmješana sa slatkom vodom, kada se balast uzima na ušćima rijeka ili u jezerima. Biološke i toksikološke karakteristike vodenog balasta definiraju alohtone organizme i sagledavaju njihove štetne učinke na morski okoliš. Alohtoni organizmi su svi oni organizmi koji su u vodenom balastu premješteni u nova staništa, dok alohtoni organizmi na datom staništu obitavaju i stvaraju zajednice u prirodnim uvjetima bez ljudskog utjecaja. Vodeni balast se dugo vremena smatrao čistim, tako da postupci balastiranja i debalastiranja brodova nisu bili tretirani kao potencijalna opasnost. [4]

1.1.1.Fizikalna svojstva

Morska voda sadržava soli i zbog toga ima posebna fizikalna svojstva, različita od slatke vode. Različitost se očitava u nižoj specifičnoj toplini, toplinskoj vodljivosti i većoj površinskoj napetosti. Specifična toplina morske vode opada, ako raste njezina slanost, dok osmotski tlak morske vode raste s porastom temperature i stupnja saliniteta.

Površinska napetost čiste morske vode malo je veća od površinske napetosti čiste slatke vode, zbog toga morska voda spada u prirodne tekućine s najvišom površinskom napetošću. Koeficijent toplinskog širenja veći je od slatke vode i raste s porastom tlaka. Toplina isparavanja približno je slična kao i kod slatke vode. Ledište morske vode je na nižoj temperaturi i ono ovisi o stupnju saliniteta.

Tablica 1. Ovisnost saliniteta morske vode i ledišta na površini mora

salinitet	0‰	10‰	20‰	30‰	40‰
ledište	0ºC	-0,542ºC	-1,083ºC	-1,638ºC	-2,212ºC

Gustoća morske vode određena je njezinom temperaturom, salinitetom i dubinom. Najveću gustoću imaju vode ledenih mora iako su relativno slatka, dok najnižu gustoću imaju tople tropske oceanske morske vode niske slanosti blizu ekvatora. Oceanske vode variraju gustoći od 1,0275 do 1,2100[3]. Površinske vode u Jadranskom moru imaju zimi gustoću višu od 1,0290. Gustoća morske vode je važan faktor pri gibanju morskih masa primjerice u odnosima morskog planktona i ribljih jaja.

Temperatura morske vode mjenja se, odnosno opada s dubinom. Općenito pad temperature je mnogo veći neposredno ispod površine nego u većim dubinama. Osnovni izvor porasta temperature morske vode je utjecaj Sunca. Sunce ugrijava vodene mase neposrednim zračenjem najviše u obratnicama, a u višim širinama u sve slabijoj mjeri. U moru se sva energija Sunčevog zračenja neupotrebljava za porast temperature gornjih slojeva, jer manji dio te energije upotrebljavaju biljke za klorofilnu asimilaciju. Površinska temperatura mora varira između -2ºC i 32ºC.

Upijanje ili apsorpcija svjetlosti morske vode što utječe na prozirnost i boju mora ovisi o apsorpcijskim svojstvima čiste morske vode, i o prisutnim raspršenim česticama i obojenim otopljenim tvarima u vodi. Stupanj upijanja svjetlosti u moru znatno varira i ovisi o mjestu, dubini, vremenu i o valnoj dužini svjetlosti. Upijanje svjetlosti je manje u oceanskoj nego u priobalnoj vodi, ali tamo postoje znatna kolebanja ovisna o mjestu i dubini. Modra svjetlost prodire u bistroj vodi do velikih dubina, a zelena i žuta svjetlost sežu dublje u mutnoj vodi.[4]

1.1.2. Kemijska svojstva

Morska voda ima sposobnost otopanja raznih soli i kemijskih tvari te može stvarati ione-električni nabijene čestice, a s nekim tvarima čini spojeve koje imaju kisela ili lužnata svojstva. Ona se dakle ponaša kao sredstvo za otapanje, koje je pritom kemijski vrlo aktivno za razliku od drugih tekućina.

Salinitet se odnosi na ukupan sadržaj soli u morskoj vodi. Za razliku od slatkih voda gdje postoje velike međusobne velike razlike u kemijskom

sastavu, u moru vlada značajna slanost u međusobnim omjerima pojedinih iona. To se tumači velikom masom mora, mogučnošću mješanja voda pojedinih dijelova svjetskog mora i velikom starošću oceana. U moru je pronađeno više od 50 kemijskih elemenata, te postoji pretpostavka da bi u moru mgli biti zastupljeni gotovo svi kemijski elementi.

Fosforni i dušikovi spojevi izuzetno su važni za izmjenu tvari u moru, iako ih u morskoj vodi ima u malim količinama. Morski fitoplankton ih neprestano uzima, a odatle postupno prelaze sve do složenijih morskih organizama kojima služe za izgradnju tijela. U stanicama organizama fosfati učestvuju posebno u metabolizmu šećera, i pri izgradnji kostura i vanjskih zaštitnih organa bogatih kalcijevim solima. I dušikovi su spojevi nositelji najvažnijih procesa u stanici, gdje sudjeluju, između ostaloga i u izgradnji aminokiselina. Ugibanjem i truljenjem morskih organizama ponovno se oslobađaju fosfatne i dušične soli u anorganskom obliku, koje se otapaju u morskoj vodi. Zbog bujanja planktona u površinskim slojevima mora dolazi do iscrpljenja ovih ranjivih soli. To se događa osobito u niskim širinama, a ljeti u umjerenom pojasu i nekad u arktičkim vodama. More oko Antarktika uvijek je bogato hranjivim solima, jer postoji miješanje površinskih slojeva sa dubinskima, koje su izuzetno bogati s hranjivim solima pa se tamo trajno obnavljaju hranjive soli na površini mora.

Međusobni omjer otopljenih plinova u morskoj vodi (N_2 : O_2 : CO_2 odnose se kao 64 : 34 : 1,6) razlikuje se od omjera tih plinova u zraku (N_2 : O_2 : CO_2 odnose se kao 78,08 : 21,94 : 0,033). Međutim apsolutne su količine plinova u morskoj vodi malene u usporedbi s količinama u zraku. Količine N_2, O_2 i CO_2 iznose u morskoj vodi 12 ml/l u 6,4 ml/l i 0,3 ml/l, a uzraku iznose 780 ml/l, 210 ml/l i 0,3 ml/l. S porasom slanosti ili temperature pada sposobnost otapanja plinova u morskoj vodi. Količinu dušika u morskoj vodi reguliraju jedino fizikalni faktori. Količina kisika u oceanu kreće se od nula do blizu 9 ml/l. Površinske hladne vode imaju ga mnogo, a u toplim površinskim vodama količina mu pada na polovinu. U dubini od 20 do 60 metara nalazi se maksimum kisika oslobođenoga prirodnom asimilacijom. Za razliku od N_2 i O_2, koji se u morskoj vodi

jednostavno otapaju, s CO2 se kemijski veže za višak lužnatih tvari nad ostatcima jakih kiselina. Što je viši taj lužnati ostatak, to se više CO2 može kemijski vezati u karbonate i bikarbonate čije količine praktično označuju stupanj alkaliniteta morske vode.[4]

1.2. Problematika balastnih voda

Balastna voda može sadržavati tekuće i čvrste nečistoće različitog sastava, te žive ili uginule organizme. U balastnim vodama mogu se naći fekalna onečišćenja, ako se voda uzima u blizini ispusta uređaja za obradu otpadnih voda. U području luke gdje se ispuštaju balastne vode osim novih vrsta organizama dolazi i do prijenosa različitih patogenih mikroorganizama odnosno uzročnika raznih bolesti (prema World Health Organization – WHU).

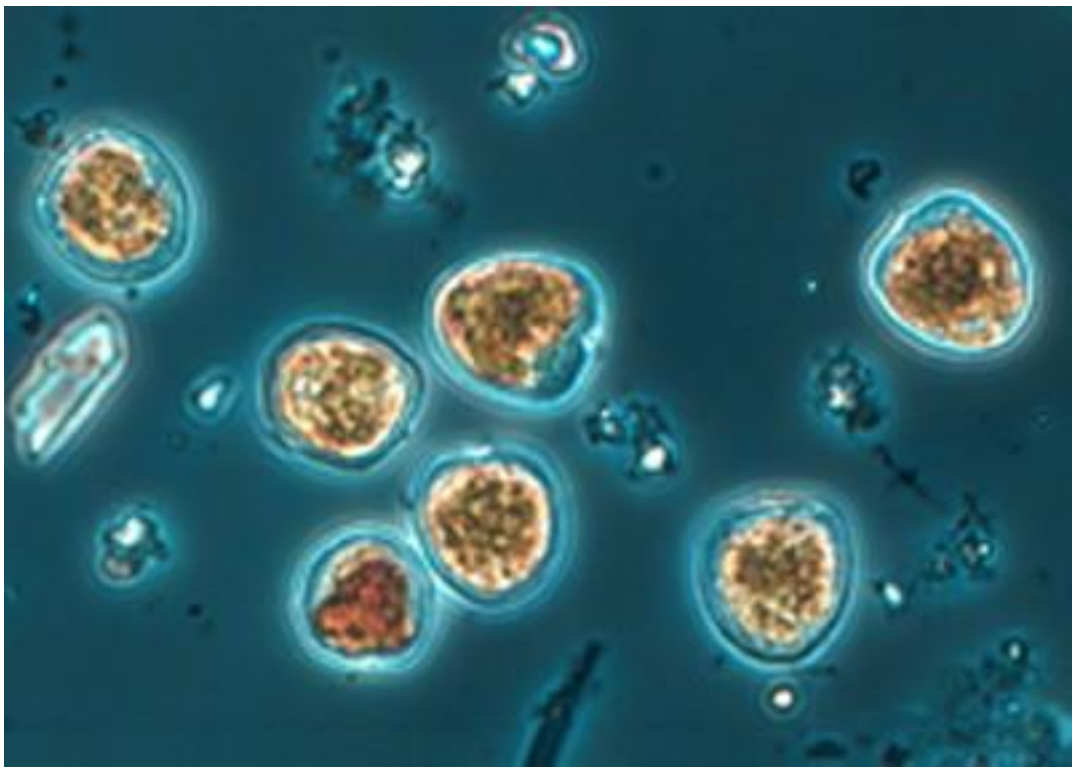
Problem balastnih voda najčešće je vezan uz tankerski prijevoz, jer tankeri uzimaju balastnu vodu na jednom kraju svijeta a ispuštaju je skoro doslovno na drugom kraju svijeta. Balastni tankovi sadrže i određenu količinu sedimenata koji dodatno pogoršavaju situaciju. Unos novih vrsta u priobalne vode prouzročio je značajne negativne posljedice za biološku raznolikost, gospodarstvo i zdravlje čovjeka. Prvi problemi u vezi s prijenosom morskih organizama balastnom vodom postoji od početka 20 st., ali tek 1975. zabilježeni su živi organizmi u balastnoj vodi. Problem je zadobio velike razmjere o tome najbolje svjedoči činjenica da se godišnje, diljem svijeta, preveze imeđu 10 – 12 milijardi tona balastne vode s oko 4 500 različitih vrsta organizama i 3 000 planktonskih vrsta. Kako se brod balastira čistom vodom, nečistoće nisu veći onečišćivači, ali morski organizmi mogu biti izuzetno opasni kada se balastnom vodom prenesu u akvatorij u kojem nisu domicilni. Preseljeni organizmi postaju prijetnja za novu okolinu ako ispunjavaju uvjete: 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 koji im omogućuju daljnju reprodukciju.

Problem balastnih voda zabilježen je još 1908. godine kada su tropske alge kremenjašice roda *Biddulphia* nađene u Sjevernom moru, ali se njihov negativni učinak nije uočio sve do kasnih godina prošlog stoljeća. [6]



Slika 4. Prikaz tropske alge kremenjašice – roda *Biddulphia*

1.3. Negativni utjecaji balastnih voda

1.3.1. Ekološki utjecaji

Strana flora i fauna je agresivnija nego domicilne vrste , počinje dominirati i time uništava bioraznolikost. Kada se jednom prekine prirodni hranidbeni lanac, posljedice su nepredvidive. Najbolji primjer tome je sjevernoparcifička morska zvjezdača *Asterias amurensis*, koja je donesena iz Japana, unesena je u područje južne Australije i Tasmanije. Ova velika zvjezdača se razmnožava vrlo brzo i u jednom području Tasmanije dosegla je gustoću naseljenosti veću nego u originalnom okruženju.



Slika 5. Prikaz *Asterias amurensis*

U Crnom moru rebraš *Mnemiopsis leidyi* uzrokovao je promjene u planktonskim zajednicama. To je dovelo do naglog smanjenja brojnosti pelagičkih riba pa time i do velikih šteta u ribarstvu (pad ulova inćuna, sleđa, skuše i jesetre).[2]



Slika 6. Prikaz *Mnemiopsis leidyi*

1.3.2. Ekonomski utjecaji

Unesene vrste uzrokuju štete u ribarstvu, obalnoj industriji i drugim komercijalnim aktivnostima (npr. turizmu). Procjenjuje se da je samo u SAD–u nanešena šteta veća od 138 milijadi dolara godišnje. Jedan od krivaca je europski školjkaš *Dreissena polymorpha* unesen je 1976. godine iz južne Rusije u Velika jezera, koja se nalaze na granici SAD-a i Kanade. Zbog nedostatka prirodnih neprijatelja došlo je do ubrzanog širenja na 40 posto unutarnjih voda. Troškovi preventivnih mjera i kontrole od 1989. do 2000. godine iznosili su između 750 milijuna i jedne miijarde dolara.[2]



Slika 7. Prikaz *Dreissena polymorpha*

1.3.3. Ljudsko zdravlje

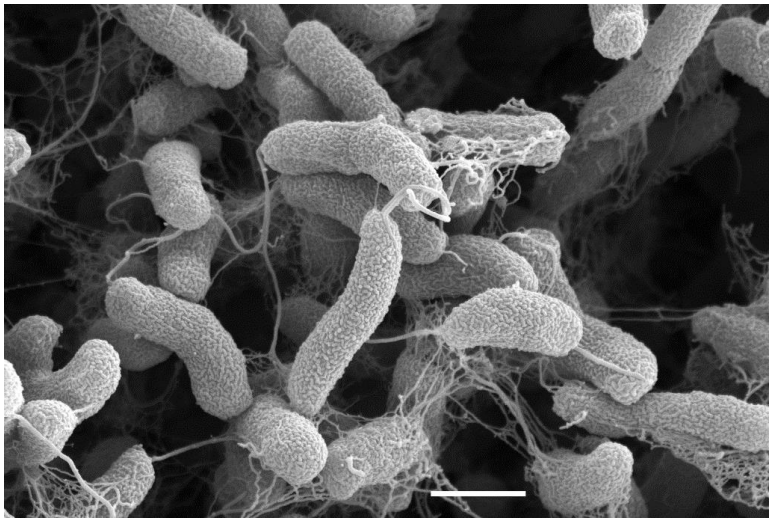
Toksični organizmi putem zaraza i patogenih promjena uzrokuju bolesti pa čak može dovesti i do smrti kod ljudi. Otrovna modrozelena alga *Gymnodinium catenatum* unesena je iz Japana i Južne Koreje u australske luke nakon 1980. godine. Pod određenim uvjetima ove alge cvjetaju i kako se nakupljaju u školjkaše koji se hrane filtriranjem mora, kao što su npr. oštrige ili jakovljeve kapice , ispuštaju toksine. Ljudi koji su se hranili tim školjkašima doživjeli su takozvano paralitičko trovanje (*PSP – Paralytic Shellfish Poisoning*) koje je često završilo paralizom ili čak smrću.

Masovna epidemija kolere u Peruu 1991. godine izazvala je smrt više od 10 000 ljudi, a uzrokovala ju je bakterija *Vibrio cholerae.* Ta bakterija pronađena je u vodenom balastu brodova koji su ukrcavali teret u lukama

SAD-a, a balastirani su u Meksičkom zaljevu. Ova bakterija može preživjeti u vodenom balastu i više od 50 dana. [2]



Slika 8. Prikaz *Gymnodinium catenatum*



Slika 9. Prikaz *Vibrio cholerae*

2. NAČINI OBRADE BALASTNIH VODA

Problem prijenosa organizama brodskim vodenim balastom moguće je riješiti s pomoću metoda obrade brodskog vodenog balasta. Obrada se može provoditi na brodu, postrojenju na kopnu ili na za to namijenjenom brodu (barži) u luci ukrcaja. Međutim, metode moraju zadovoljiti ekološke zahtjeve, predložena riješenja trebaju se uklopiti u postojeće brodske sustave (što manji troškovi ugradnje i troškovi obrade). Da bi metoda bila prihvaćena mora zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

- Sigurnost – vezano uz pojavu nedozvoljenih naprezanja brodske konstrukcije, lokalna naprezanja usred porasta tlaka u tankovima i sl.
- Ekološka prikladnost – vezano uz problem obrade kemikalijama (npr. klor)
- Efikasnost u tehničkom smislu – postizanje ugibanja ili odstranjivanja što većeg broja invazivnih vrsta
- Niske troškove ugradnje postrojenja za obradu i niske trošove iskorištavanja
- Praktičnost – vezano uz trajanje obrade, automatiziranost procesa, kompleksnost izvedbe i mogućnost kvara ili zastoja uređaja

Postupci moraju biti u skladu sa zahtjevima propisanima u Međunarodnoj konvenciji za nadzor i postupanje brodskim vodenim balastom i sedimentom, održanoj u Londonu 2004. godine. Konvencija predviđa izmjenu balasta i proceduru izmjene, te mogućnost testiranja obrade na brodu rai dokazivnja njegove učinkovitosti. Metode izmjene balaste dijele se u tri grupe: mehanička obrada, fizikalna obrada i kemijska obrada.

2.1. Mehaničke metode obrade

Mehanička obrada, odnosno primarna obrada brodskog vodenog balasta temelji se na mehaničkoj separaciji ili uklanjanju organizama i sedimenata iz vode na osnovu veličine ili specifične težine. Moguće je ukloniti veće organizme i sedimente, te pripremiti balast za daljnju obradu s pomoću neke druge metode koja bi trebala u potpunosti ukloniti sve ostale organizme. Ova metoda se zasniva na centrifugalnim i gravitacijskim

procesima. Obradom vodenog balasta iz tekuće faze (morska ili slatka voda) uklanja se čvrsta faza (žive ili nežive čestice).

Centrifugalni procesi odvijaju se u centrifugalnom polju i temelje se na pretpostavci da su organizmi u brodskom vodenom balastu veće gustoće od gustoće mora. Prema načinu na koji se ostvaruje centrifugalno polje karakteristični su dinamički i mehanički centrifugalni procesi. U dinamičkim procesima koristi se energija strujanja tekućine dok se u mehaničkim služi energijom pogonskih motora. Centrifugalni procesi su centrifugalna separacija i hidrociklonska separacija.

Gravitacijski procesi odvijaju se u gravitacijskom polju i omogućuju odvajanje organizama na temelju njihove veličine i gustoće. Gravitacijsko razdvajanje provodi se šaržno (u posudi koja je napunjena i kroz koju ne struji tekućina) ili kontinuirano (u posudi kroz koju kontinuirano struji tekućina). Gravitacijski procesi su flotiranje, sedimentacija i filtracija.[3]

Tablica 2. Prikaz veličina organizama koji se mogu nalaziti u balastnoj vodi

VRSTA ORGANIZAMA	**PROSJEČNA VELIČINA ORGANIZAMA [μm]**
Virusi	0.02 - 1
Bakterije	
Tipična veličina	0.5 – 5
Vibrio cholerae	0.2 – 1.5
Vibrio spp.	(0.5 – 0.8) x (1.4 – 2.6)
Areomonas salmoncida	0.6 x 1
Renibacterium salmoninarium	(0.3 – 1) x (1 – 1.5)
Yersinia spp.	(0.5 – 1) x (1 – 2)

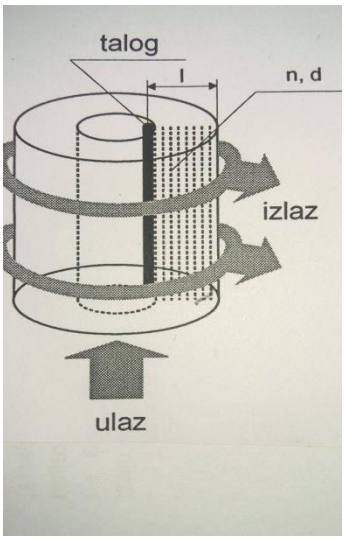
Protozoi (praživotinje) Tipične veličine *Perkinsus marinus*	2.6 – 30 2 - 100
Alge kremenjašice Vegetativne stanice i spore	 3 - 115
Dinofalgelati Tipični oblici *Phiesteria piscicida*	 20 – 200 5 - 250

2.1.1. Filtracija

Metoda u kojoj se organizmi unutar brodskog vodenog balasta odvajaju s pomoću poroznih materijala od balastne vode. Filtracija je proces koji se kontinuirano provodi kroz mrežicu propusnu samo za tekuću fazu i čvrstu fazu promjera čestica manjeg od promjera mrežice. Strujanje kroz filtar obično se provodi iz sedine prema obodu filtra. Na filtrima će se nakupiti naslage organizama kojima je količina proporcionalna propusnosti filtra. Što je propusnost manja, veća je učinkovitost odvajanja, jedini nedostatak je manji protok kroz filtar. Proces filtracije zahtjeva i čišćenje filtra u radu, a izbor filtra ovisi o tome koji se organizmi žele odstraniti.

Prema Tayloru [3] filtracija je preporučljiva metoda s filtrima u rasponu između 25 i 50 μm prije sekundarnog tretmana balasta ultraljubičastom sterilizacijom. Naslage je moguće odstraniti automatskim povratnim ispiranjem (sustav koji se primjenjuje za ispiranje u radu filtara na mnogim brodskim strojnim sustavima, npr. sustav ulja, sustav goriva itd.) u radu. Takve veličine filtara nisu djelotvorne za odstranjivanje bakterija i virusa, pa se stoga filtar upotrebljava samo kao jedan od tretmana. Samočistivi mrežasti filtri postižu pročišćavanje čak do 3 μm.

U postojećim brodskim balastnim sustavima ugrađene su rešetke na usisnim košarama i filtri na oplatnim usisnim ventilima i balastnim pumpama. Veličine otvora rešetki kreću se od 40 – 100 mm, a filtara od 6 – 20 mm, zato je efikasnost organizama zanemariva.



Slika 10. Proces filtracije

2.1.1.1. Brza pješčana filtracija

Brza pješčana filtracija se koristi u obradi plitke i otpadne vode. Ovom vrstom filtracije odstranjuju se organizmi i ublažava zamućenost vode. Brza pješčana filtracija zahtjeva radnu površinu od 33 – 200 m² za obradu oko 1000 m³/h balastne vode. Ovi filtri zadržavaju čestice u rasponu od 1,5 do 60 μm. Ova metoda se primjenjuje u kopnenim postrojenjima, jer porast protoka smanjuje efikasnost filtara i zato za ispravan rad valja održavati koagulaciju (zgrušavanje organizama i čestica na aktivnom sloju filtra) i flokulaciju (izdvajanje čestica nakupljanjem u nakupine čestica do veličine pri kojoj dolazi do taloženja). [3]

2.1.1.2. Membranska filtracija

Membranski filtri mogu ukloniti bakterije i viruse iz vode ako imaju veličinu pora manju od 0.1 μm (J.Malleviale)[4]. Membrana zadržava organizme koji apsorbiraju viruse u retencionim slojevima. Zbog skupih ulaganja i troškova u radu, membranskim se filtrima koristi samo za manja postrojenja pri obradi plitkih voda na kopnu. [3]

2.1.1.3. Granularna filtracija

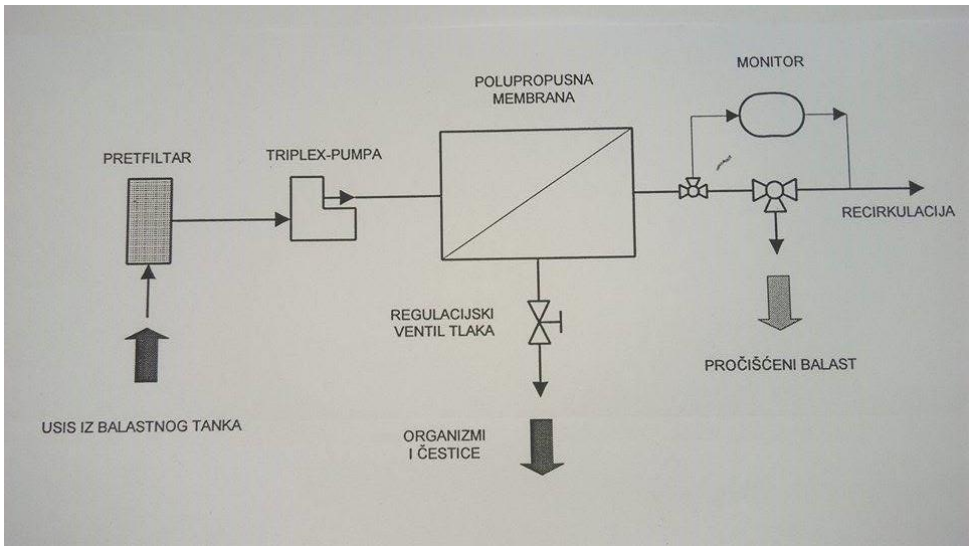
Granularna filtracija zasniva se na prolasku balastne vode kroz zrnate filtre. Uspješno se pročišćavanje postiže kada se prilikom filtracije koristi sredstvima za koagulaciju, koja veže fino raspršene čestice pomažući njihovom zadržavanju na filtru. Sredstvo koagulacije mogu biti metalne soli (aluminijev sulfat i željezni sulfat). Ova metoda zahtjeva relativno velike površine zbog toga nije primjenjiva na brodovima, već u postrojenjima na kopnu.[3]

2.1.1.4. Antiosmotska filtracija

Antiosmotska filtracija zasniva se na prolasku balastne vode kroz vlaknaste membrane veličine otvora od oko 0.01 μm. Membrane su složene u kartice koje tvore module. Ultrafiltracijom i antiosmotskom filtracijom moguće je iz balastne vode ukloniti gotovo sve viruse. Za pravilno razumijevanje antiosmotskog procesa treba krenuti od pojma procesa osmoze. Osmoza je spontani prolazak vode kroz polupropusnu membranu. Kada se npr. u posudu postavi polupropusna membrana i s jedne strane ulije morska voda, a s druge strane slatka voda, prirodna je težnja slatke vode da prostrujava prema morskoj vodi. To znači da se obavlja prostrujavanje tekućine manje gustoće prema tekućini veće gustoće. Kod uspostavljanja obrnutog procesa prvo se mora uspostaviti tlak – koji je veći od osmotskog tlaka (na strani morske vode), tako da sada morska voda prostrujava prema slatkoj vodi. Ovaj obrnuti proces naziva se reverzibilna osmoza ili antiosmoza. Proces se na brodovima već rabi za dobivanje slatke vode iz morske vode. Polupropusna membrana propušta vodu, ali ne propušta soli, minerale i organizme. Za prolazak balastne vode kroz membranu potreban je minimalni tlak od 22 bara. Membrane se izrađuju od različitih polimernih materijala i slažu se u module u obliku spiralnog namotaja.

Za rad uređaja potrebna je stapna triplex-pumpa koja pretfiltra usisava balastnu vodu iz tanka. Triplex-pumpa tlači vodu tlakom od oko 50 bara kroz module polupropusnih membrana. Organizmi i čestice ostaju s

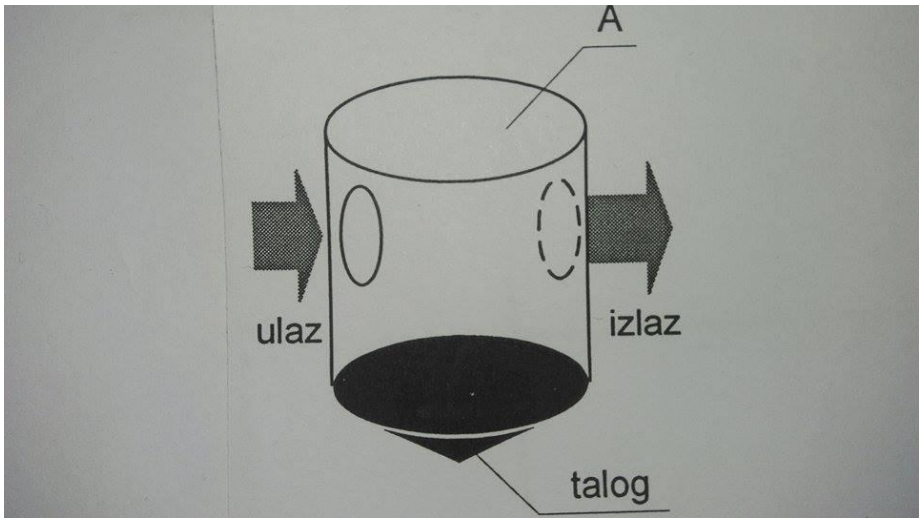
jedne strane membrane, a pročišćena voda prolazi kroz slojeve membrana i odvodi se do troputnog ventila. Troputni ventil vezan je s uređajem za nadzor rada i propušta vodu natrag u tank, ako je u vodi veći broj čestica od one na koju je uređaj namješten. Regulacijskim ventilom regulira se tlak i kapacitet uređaja (viši tlak – veći kapacitet – veća mogućnost prolaska čestica i organizama). Veliki nabavni troškovi i troškovi održavanja ograničavaju primjenu uređaja za antiosmotsku filtraciju. [3]



Slika 11. Reverzibilni osmotski uređaj

2.1.2. Sedimentacija

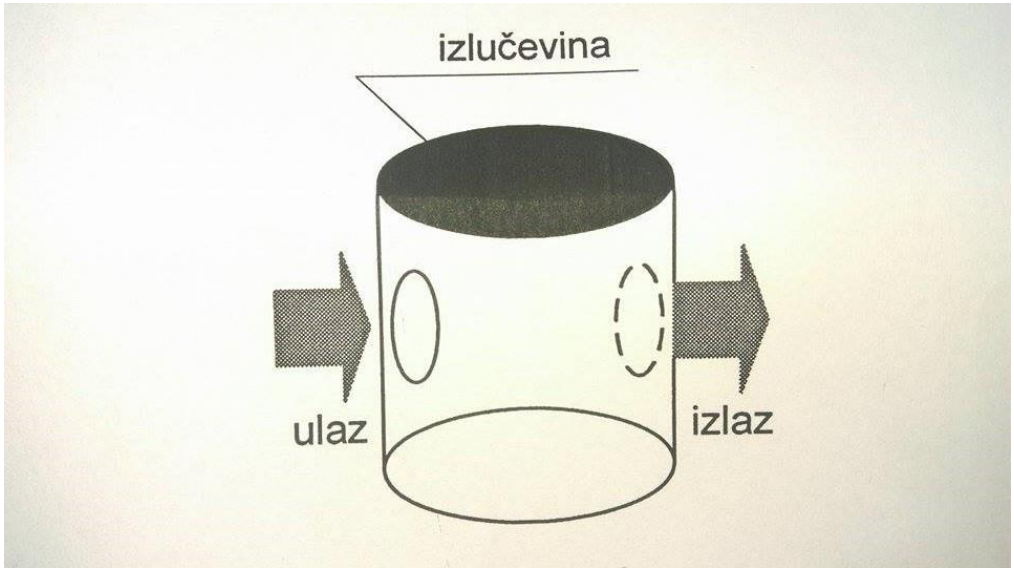
Sedimentacija ili taloženje u tanku se odvija pomoću gravitacije. Teže čestice, sedimenti i većina organizama s vremenom padaju na dno tanka. Sve čestice i organizmi nisu teži od vode pa je potrebno dodavati sredstva za zgrušavanje, tj. koagulante. Koagulanti vežu i skupljaju manje čestice u veće i tako omogućuju njihovo padanje na dno tanka. Obrađena se voda uvijek usisava pri vrhu tanka, a sedimenti i organizmi periodički se prazne s njegova dna pripadajućim cjevovodima. [3]



Slika 12. Proces sedimentacije

2.1.3. Flotacija

Flotacija ili isplutavanje osniva se na ubrizgavanju malih mjehurića zraka pri ulasku balastne vode u tank. Nakon ubrizgavanja zraka u proces se dodaje sredstvo za zgrušavanje koje se veže za čestice, organizme i zrak. Novonastale tvorevine imaju manju gustoću od balastne vode i isplutavaju na površinu tanka. Ova metoda je vrlo učinkovita za odstranjivanje algi i 3 do 4 puta brže od sedimentacije jer zahtjeva manju površinu tanka ili bazena. Cijena instalacije veća je zbog sustava za ubrizgavanje zraka, a prilikom rada na površini tanka zamućuje se tekućina. Pri ovoj metodi pročišćeni se balast s dna tanka, a slojevi s površine tanka odstranjuju se posebnim „ češljevima“. Brzina u flotaciji ovisi o vrsti flotacije i sastavu čestica koje se uklanja. [3]



Slika 13. Flotacijski proces

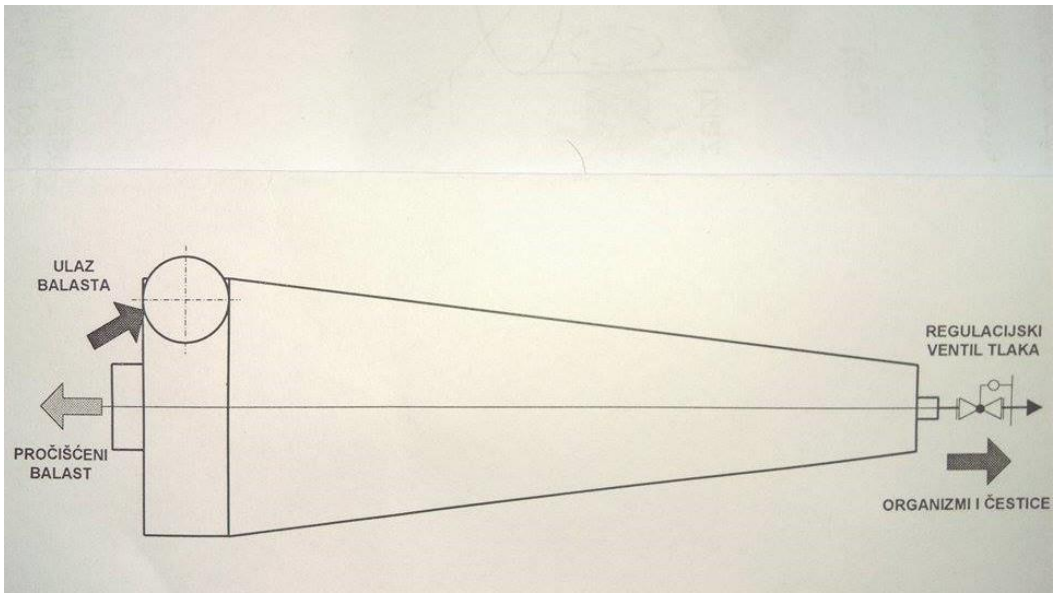
2.1.4. Hidrociklonska separacija

Hidrociklonski separatori nemaju rotacijskih dijelova i sastoje se od središnje jezgre (kućišta) spiralnog oblika, koja se konusno sužava prema jednom kraju. Hidrociklonska separacija provodi se prvenstveno zahvaljujući dinamičkoj energiji tekućine. Energija strujanja vode kroz sužene presjeke kućišta uzrokuje stvaranje vrtloga. Načelo rada zasniva se na ubrzanju čestica i odvajanju lakše faze od teže zbog razlike gustoće. Uvođenje balastne vode pod tlakom u gornji dio hidrociklona postiže se centrifugalno rotacijsko strujanje (vanjski vrtlog). U područje nižeg tlaka postavlja se izlazna cijev kroz koju izlazi pročišćeni balast.

Vrtložnim strujanjem kroz hidrociklon centrifugalna će sila potisnuti organizme i sedimente, zbog njihove veće mase, prema stijenki hidrociklona. Oni će kliziti niz stijenku i konačno biti izbačeni kroz donji izlaz. Lakša faza, pročišćeni balast zbog manje mase ostaje u središnjem dijelu, gdje se, zahvaćena unutarnjim vrtlogom, izvodi kroz gornji izlaz. Primjer su ciste dinoflagelata koje imaju gustoću veću od 1,1 kg/dm^3. Upravo zbog svoje gustoće one se mogu hidrociklonom odvojiti iz balastne vode. Uz to pretpostavlja se da velik broj organizama ne može preživjeti

tretman zbog velikih ubrzanja koja se pojavljuju prilikom prolaska morske vode kroz hidrociklone.

Kod primjene hidrociklona na brodu, balastna voda pod tlakom ulazi u širi dio jezgre gdje raste centrifugalna sila i naglo dolazi do velikog porasta ubrzanja. Na izlazu iz hidrociklonalakša faza (pročišćeni balast) formira se oko središnje jezgre, dok se teža faza (organizmi, sedimenti) nalazi na vanjskom dijelu sekcije. Svaka se faza odvodi pripadajućim ventilima i cjevovodima izvan broda ili prema balastnim tankovima. Izbacivanjem teže faze gubi se 5 – 10 % ulazne količine balasta u hidrociklon. Pad tlaka u hidrociklonu je oko 0.8 bara. Radi osiguravanja povratnog tlaka koji je potreban za izbacivanje teže faze iz hidrociklona, potrebno je ugraditi BVP – ventil (regulacijski ventil povratnog tlaka). [3]



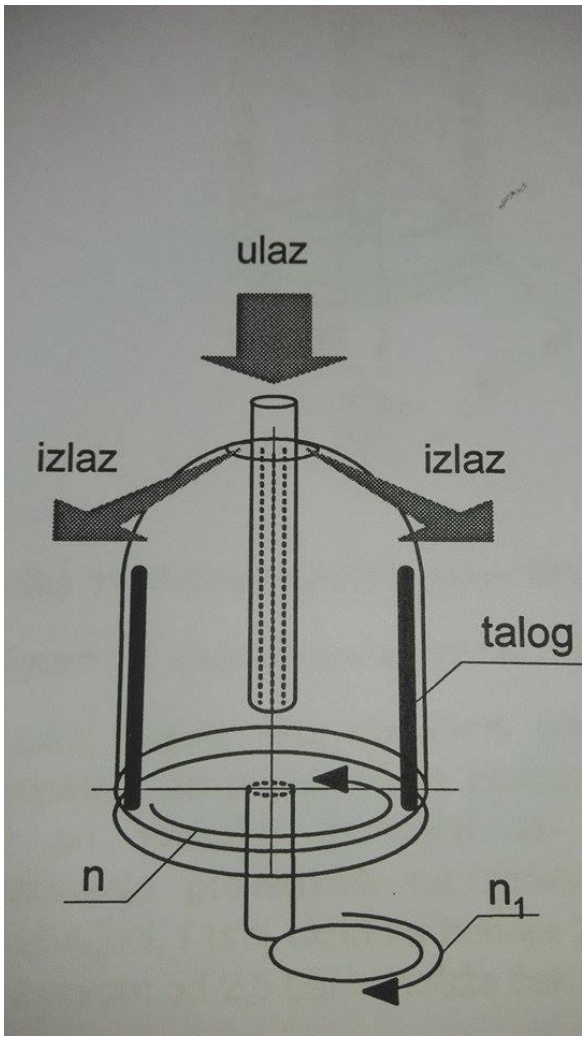
Slika 14. Hidrociklonski separator za pročišćavanje balastne vode

2.1.5. Centrifugalna separacija

Ovim načinom separacije mogu se postići slični rezultati odvajanja organizama i sedimenata iz balastne vode kao pri hidrociklonskoj separaciji. Centrifugalna separacija može se ostvariti dinamičkim i mehaničkim putem. Konstrukcija centrifugalnih separatora je složenija u usporedbi s hidrociklonima zbog rotirajućih dijelova separatora koji dostižu brzinu od

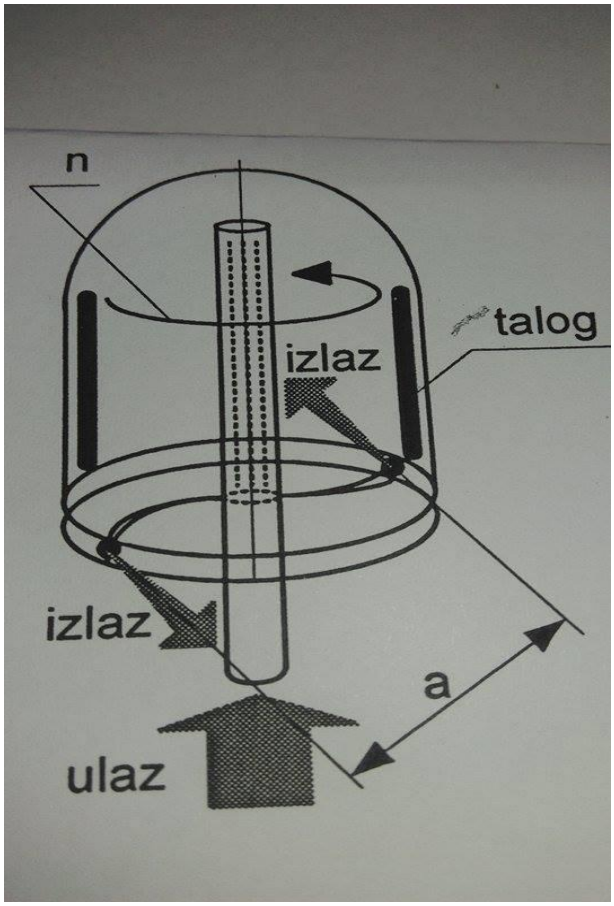
6.000 do 8.000 miñ¹. Centrifugalni separatori na mehanički pogon koriste se elektromotorima koji se pužnim prijenosnicima reduktora i tarnom spojkom povezuju s rotirajućim bubnjem. Rotirajući bubanj sastoji se od većeg broja slogova konusnih tanjura koji se okreću zajedno s bubnjem. Tekućina u separator dolazi kroz cijev postavljenu u središtu rotacije koja završava pri dnu separatora. Nakon separacije laka faza izlazi pri vrhu separatora, teška faza (talog) ostaje na periferiji bubnja separatora. Talog se periodički izbacuje iz bubnja u posebni tank.

Centrifugalni separatori ne mogu se zbog svog malog kapaciteta (2 – 4 m³) povezati izravno s balastnim pumpama na brodu. Njihova primjena ograničena je na kopnena postrojenja ili na recirkulaciju balasta u manjim balastnim tankovima tijekom putovanja broda. Učinkovitost mehaničkih centrifugalnih separatora je dobra, i kod vodećih svjetskih proizvođača tih uređaja (Alfalaval, Westfalia i Mitsubishi) nakon separiranja u manjoj mjeri ostaju samo najfinije čestice.



Slika 15. Proces centrifugalne mehaničke separacije

Centrifugalna dinamička separacija zasniva se na odjeljivanju tekućine i čvrste faze unutar bubnja koji rotira bez vanjskog pogona, iskorištavajući energiju tekućine. Tekućina pod tlakom ulazi s donje strane bubnja kroz šuplju osovinu, ispunjava unutrašnjost bubnja i izlazi kroz dvije mlaznice postavljanje u istoj ravnini, ali suprotno usmjerene. prolaskom kroz mlaznice brzina tekućine se povećava i stvaraju se sile suprotno usmjerene i udaljenje za krak a. Nastali spreg sila rotira bubanj separatora stvarajući centrifugalnu silu potrebnu za odvajanje teške faze (taloga). Talog se skuplja na periferiji bubnja i periodički čisti nakon zaustavljanja separatora. Prednost dinamičkog separatora nad mehaničkim je jednostavna konstrukcija, a sličnost s mehaničkim separatorom je ograničenost kapaciteta. [3]



Slika 16. Proces centrifugalne dinamičke separacije

2.2.Fizikalne metode obrade

Fizikalna metoda obrade vodenog balasta upotrebljava različitu osjetljivost organizama na različite vanjske utjecaje. Sa stajališta sigurnosti i utjecaja na okoliš ove metode su prihvatljive, ali neke od njih zahtjevaju veće rekonstrukcije i prilagodbe balastnog sustava. Učinkovitost odstranjivanja organizama ovisna je o intezitetu djelovanja fizikalnog utjecaja i primjenjenoj metodi. Fizikalne metode obrade:

- Ultraljubičasta (UV – zračenje)
- Toplinska
- Ultrazvučna
- Obrada pulsirajućom plazmom
- Ionizirajuće zračenje

2.2.1. Ultraljubičasto zračenje

Ova metoda je poznata već početkom prošlog stoljeća, kada se monokromatsko UV zračenje dobiveno s pomoću živine svjetiljke niskog tlaka koristilo za uništavanje mikroorganizama. Razarajući učinak UV zračenja koristi se za kontrolu mikroorganizama u pitkoj vodi, otpadnoj vodi i u industrijskim postrojenjima. UV zračenje ovisno o korištenoj dozi može biti efikasno za inaktivaciju velikog broja organizama kao što su virusi, bakterije, alge i praživotinje. Doza koja je potrebna za potpunu inaktivaciju suma je inteziteta zračenja i vremena izlaganja. Postoji mogućnost da izlaganje organizama zračenju izazove promjene na staničnom genskom materijalu organizma (DNA strukturi). [5]

2.2.2. Toplinska metoda

Primjena topline u sprječavanju biološke kontaminacije počela je s otkrićem Louisa Pasteura. Razvoj korištenja 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 ispuha. U sustavu ispuha, ispušni plinovi predaju toplinu 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.

Kada 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.[5]

2.2.3. Ultrazvučna metoda

Metode zasnovane na ultrazvuku temelje se na korištenju visokih frekvencija koje izazivaju vibracije u vodi. Takve frekvencije proizvode fizikalne i kemijske efekte. Postoje dvije vrste ultrazvuka; ultrazvuk niskog i ultrazvuk visokog inteziteta. Ultrazvuk niskog inteziteta nije primjenjiv za inaktivaciju organizama, dok se ultrazvuk visokog inteziteta između 20 kHz i 100 kHz može koristiti za inaktivaciju organizama. [5]

2.2.4. Obrada pulsirajućom plazmom i ionizirajuće zračenje

Obrada 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. Plin postaje mješavina pozitivno i negativno nabijenih elektrona. U takvim okolnostima elektroni i ioni su slobodni i mogu se gibati djelovanjem vanjskog

magnetnog polja (plin postaje eektrično provodljiv). Ova tehnologija je u fazi ispitivanja u industrijskim postrojenjima, gdje se u rashladnim tornjevima ispituje efikasnost pri suzbijanju kolonija zebraste dagnje. [5]

2.3.Kemijske metode obrade

Metoda kemijske obrade balastne vode podrazumijeva kemijsko djelovanje anorganskih i organskih biocida (spojevi ili smjese spojeva koji su sposobni zaustaviti ili uništiti rast živih organizama) na balastne vode. Za određene biocide laboratorijski i s pomoću ograničenih istraživanja na brodovima dokazana je učinkovitost o obradi vodenog balasta. Anorganski biocidi (klor, ozon i vodikov peroksid) djeluju oksidativno, oduzimaju kisik organizmima što rezultira uništavanjem staničnih membrana i njihovim gibanjem. Poznato je njihovo korištenje u industriji te kod obrade pitke i otpadne vode. Organski biocidi (glikolna kiselina, perocetna kiselina i gluteraldehid) djeluju kao pesticidi, toksično i oksidativno uništavaju 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 z obradu balasta na određenim brodovima. Na brodovima gdje je ukupni kapacitet balasta u odnosu na nosivost do 10 % i gdje su za obradu potrebne male količine kemikalija. Kemijske metode predstavljaju određenu opasnost za sigurnost posade i nisu prihvatljive sa stajališta zaštite morskog okoliša, pa se pretpostavlja da će njihova primjena na brodovima biti vrlo ograničena.

Kloriranje – klor je najrašireniji biocid, najvećim dijelom zbog svoje cijene i izgledno je da će se i dalje koristiti kao važnije sredstvo za dezinfekciju pitke vode. U morskoj vodi klor je efikasan za inaktivaciju vegetativnih oblika bakterija i virusa, ali neučinkovit je kod cisti dinoflagelata. Može se dodavati u različitim oblicima kao što su elementarni klor, tekući natrijev hipoklorid ili kalcijev hipoklorid u prahu ili tabletama. U morskoj vodi klor brzo reagira s bromidom što proces dezinfekcije razlikuje od onoga u slatkoj vodi.

Detoksidacija – način obrade koji se zasniva na oduzimanju otopljenog kisika iz vodenog balasta. Eleminacija kisika postiže se dodavanjem kemikalija, ispiranje 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 %. Ova metoda je djelomično efikasna jer odstranjuje samo one organizme koji ne mogu preživjeti u okolišu sa malim udjelom kisika.

Premazi balastnih tankova – antivegetatine boje koje se koriste za sprječavanje nastanka obraslina na trupu broda mogu poslužiti za određenu inaktivaciju organizama u balastnim tankovima. Bojanje balastnih tankova može se izvesti za vrijeme gradnje novoga broda ili tijekom dokovanja broda. U primjeni su dva tipa boja: boje na bazi silikona (sprječavaju prianjanje organizama na površinu tankova) i biocidne boje (permanentno otpuštaju određene količine biocida, te ubijaju organizme koji se pokušavaju nastaniti na površini tankova). [5]

2.4. Rebalastiranje – sekvencijalna metoda

Metoda izmjene balastne vode gdje brod treba isprazniti pojedine balastne tankove (sekvencijalno) i napuniti ih morskom vodom koja sadrži mali broj morskih organizama. Balastni tankovi se prazne i pune jedan po jedan. Osnovni nedostatak ove metode je postizanje opasno velikih vrijednosti smičnih sila između praznog i susjednog punog balastnog tanka, tako da je za brodove velike nosivosti neprihvatljiva. Kod većih brodova moguća je primjena diagonalne sekvencijalne metode izmjene balasta koju je istražio Lloyd Register.[2]

2.5. Ispiranje balasta – prepumpavanjem

Ovo je metoda izmjene balasta pri kojoj balastne pumpe upumpavaju vodu usisanu iz oceana u balastne tankove. Tankovi su napunjeni do vrha morskom vodom, a višak vode izlazi kroz odušnike na tankovima. Da bi se snizio tlak u tanku (i naprezanje konstrukcije), odnosno visina dobave pumpe treba otvoriti ostale otvore koji se nalaze na tanku – otvore za

inspekciju. Da bi se postiglo 95 % izmjene balastne vode potrebno je kroz tank prepumpati trostruko veću količinu. To znači da ako je volumen tanka 5000 m³ kroz tank je potrebno prepumpati 15 000 m³ za postizanje 95 % čistoće. Balastnom pumpom tank kapaciteta 2000 m³/h potrbno je oko 7 sati i 30 minuta za postizanje zadane izmjene. Svaka balastna pumpa može se koristiti za po jedan tank, što znači da se s dvije pumpe mogu odjednom obraditi lijevi i desni tank. Proizlazi da je 2 do 3 dana dovoljno vremena za potpunu izmjenu balasta.[2]

2.6. Brazilska metoda ispiranja

Metoda izmjene balasta pri kojoj se čisti balast upumpava kroz cjevovod za pranje tankova koji se nalazi na vrhu tanka, a pomiješana blastna voda iz tanka se odvodi balastnim cjevovodom (engl. *inlet/outlet pipe).*

Osnovna prednost metode ispiranja balasta u usporedbi s metodom sekvencijalne izmjene je što tank ostaje trajno napunjen vodom. To onemogućava utjecaj slobodnih površina na stabilitet broda kao i utjecaj promjene rasporeda masa na brodu, to znači da u mirnoj vodi nema promjena smičnih sila i momenata savijanja. Kod tankera za prijevoz sirove nafte nosivosti 101 900 tona rebalastiranje (sekvencijalna metoda) je metoda koja je najuspješnija, a ujedno i najbrža zbog čega su troškovi izvođenja najmanji u usporedbi s ostalim metodama izmjene balasta. Problem je što se zbog porasta smičnih sila i momenata savijanja u mirnoj vodi ova metoda smatra najopasnijom. Prednost brazilske metode nad ostalim metodama ispiranja balasta je postizanje manjih naprezanja u tankovima, a njezin nedostatak je slabije miješanje vode u tanku što dovodi do manje efikasnosti u miješanju vode i izmjeni organizama. Kao najprikladniju metodu navodi se prepumpavanje balasta. [2]

Tablica 3. Uspješnost metoda izmjene balasta

METODA IZMJENE BALASTNE VODE	**UČINKOVITOST U ODSTRANJIVANJU ORGANIZAMA**
Izmjena kontinuiranim ispiranjem	
Broj izmjena:	
1	39,3 %
2	63,2 %
3	95 %
4	98,2 %
Rebalastiranje – pražnjenje/punjenje balasta	99,2 do 99,8 %
Sekvencijalna metoda	> 99%

2.7. Nedostatci metode ispiranja balasta

Za postizanje 90 postotne zamjene balastne vode u tanku morskom vodom iz oceana potrebno je kroz balastni tank prepumpati trostruko veću količinu vode od one koja se prvotno nalazila u tanku. To znači da je kroz tank koji sadrži 5 000 tona balasta, potrebno prepumpati 15 000 tona morske vode iz oceana. Po završetku procesa izmjene u tanku ostaje 10 % vode koja je uzeta u luci polaska. Pretpostavka da je izmjena morskih organizama proporcionalna s izmjenom vode pokazala se netočnom. Naime, dio organizama migrira u talog na dnu tanka i u ostale prostore odakle ih je teško isprati procesom miješanja vode. Drugi dio organizama se pomiče u prostore u tanku gdje je brzina strujanja manja.

Dvojbeno je koja je to dubina vode i udaljenost od kopna na kojoj brod može obaviti izmjenu balastnih voda. Australija zahtjeva da brodovi obave izmjenu balasta najmanje 12 nautičkih milja od obale. Budući da je Jadransko more zatvoreno (i Sredozemno), razumljivo je da takav zahtjev Hrvatska ne može preslikati. Izmjenu bi trebalo napraviti na oceanu, međutim ostaje veliko pitanje što napraviti u slučaju da brod ne izvrši izmjenu balastnih voda. Metode izmjene balasta ne mogu se dugoročno primijeniti bez prihvaćanja određenih izmjena u sustavu balasta od strane IMO-a (International Maritime Organization – Međunarodna pomorska organizacija). Jedna od neophodnih izmjena svakako su veći otvori odušnika na tankovima kako bi se povećao protok i istovremeno snizili tlakovi i naprezanja strukture tanka pri izmjeni.[4]

2.8. Kapacitet balastnih tankova

Maksimalni kapacitet balastnih tankova značajno može varirati od broda do broda a također ovisi i o tipu broda. Veću količinu balasta mogu prevoziti tankeri s jednostrukom oplatom, što može iznositi čak oko 50%, dok je za tankere s dvostrukom oplatom ta vrijednost nešto niža. Važno je napomenuti da omjer ukupnog kapaciteta balastnih tankova i nosivosti broda može varirati od 35 do iznad 50%. Zbog toga se ne može točno reći koja je to vrijednost, ali je se može procjeniti na sljedeće načine:

Ukupni kapacitet balastnih tankova- dostavlja se lučkim vlastima zajedno s ostalim svojstvima broda ;

Minimalna uronjenost vijaka- za privezan brod pri nultom trimu procjenjuje se da može iznositi i oko 90%, jer se smatra da će vijak dovoljno uroniti pri postizanju eksploatacijske brzine zbog stvaranja valnog brijega na mjestu vijka. Međutim, radije se uzima da je minimalni gaz određen uronjenošću vijka do 100%. Također će brod imati stanoviti trim na krmi radi lakšeg posušivanja tankova pri pranju. Na taj način moguće je odrediti minimalni gaz broda. Poznavanjem tako određenog minimalnog gaza, iz hidrostatskih podataka može se očitati količina balasta potrebna za njegovo postizanje;

Minimalni gaz broda određen prema IMO-u- IMO Propisuje minimalni gaz broda kako bi se osigurala dovoljna količina balastna na brodu i u skladu s tim poboljšala sigurnost broda. Minimalnu količinu balasta, od poznatog gaza određuje se iz hidrostatskih tablica.[5]

2.9. Tehnički načini kontrole izmjene balastnih voda

Osim uzimanja uzoraka balastne vode kod koje je potrebno procijeniti količinu organizama ili odrediti postojanje određenih vrsta organizama koje bi mogle biti štetne za okoliš (biološki načini kontrole), postoji nekoliko tehničkih načina kontrole izmjene balasta, koji se mogu odnositi na sve tipove brodova i mogu se podijeliti na sljedeći način:

- Dnevnici palube i stroja pokazuju vremena izmjene balasta. Kontrola izmjene može se postići uspoređivanjem podataka u dnevnicima sondiranja

tankova, gdje se bilježi izmjerena razina u tankovima s danima kad je izvođena izmjena balasta, a koji se također trebaju zabilježiti

- Nazivni kapacitet i zabilježeno vrijeme rada balastnih pumpi, odnosno upućivanja i zaustavljanja mogu poslužiti za procjenu ukupnog izmijenjenog volumena balasta

- U dnevnicima stroja treba biti zabilježena povećana potrošnja goriva brodskih generatora pare što upućuje na povećanu potrošnju energije koja je posljedica rada balastnih pumpi pogonjenih parnim turbinama. To se odnosi na tankere za sirovu naftu. Za ostale tipove brodova u dnevnicima stroja treba biti zabilježeno povećano opterećenje na brodskoj mreži izraženo kao snaga u kW

- U dnevnicima stroja treba biti zabilježeno upućivanje dodatnog generatora (*engl. gen set*) da bi se pokrila dodatna potrošnja struje pri radu balastnih pumpi odnosno povećano opterećenje na brodskoj mreži izraženo kao snaga u kW

Da bi se izmjenu balasta moglo provjeravati po navedenim metodama osoblje broda mora ispuniti sljedeće zahtjeve:

- Voditi poseban dnevnik o izmjeni balasta (*engl. Ballast water treatment/exchange log)*
- Voditi poseban dnevnik o uzimanju i ispuštanju balasta *(engl. Ballast water uptake/discharge log)*

- Uredno voditi dnevnik stroja i dnevnik palube

Nedostatak ovih tehničkih metoda nadzora je u tome što postoji mogućnost da posada prikaže podatke koji bi trebali zadovoljiti inspekcije službe, a koji ne prikazuju stvarno stanje. Posadi je to u ineteresu kako bi sebi olakšali posao, a tvrtki donijeli određene uštede.

Kazne pri neizvršavanju obveza izmjene balasta trebaju biti veće od troškova izmjene balasta. Njih, naravno treba usuglasiti s ostalim zemljama koji vode pojačani nadzor izmjene balasta.[5]

2.10. Biološki načini kontrole izmjene balastnih voda

Najbolji način provjere izmjene balasta je analiza uzoraka balastne vode iz pojedinih tankova. Međutim, i kod tog načina postoje određene poteškoće oko pristupa tankovima kao i problemi vezani uz reprezentativnost uzoraka. Po ugledu na zemlje s više iskustva u problemu balasta, uzorke treba iskoristiti ne samo za kontrolu izmjene balasta pojedinih brodova već za stvaranje opsežne baze podataka o vrstama koje mogu biti donešene u Jadransko more kako bi se već za nekoliko godina mogli izraditi algoritmi za procjenu rizika. Ovisno o riziku, pristup nadzoru i opseg kontrole također može varirati.

Problem reprezentativnosti uzoraka vezan je uz kompleksnu strukturu balastnih tankova odnosno postojanje odjeljaka u samom tanku u kojima balastna voda ne mora sadržavati isti broj i vrste organizama. Uzorci se mogu uzeti za vrijeme balastiranja ili debalastiranja, te za vrijeme putovanja, odnosno pri izmjeni balasta na otvorenom moru. Budući da balastiranje/debalastiranje traje više sati, da bi se dobilo reprezentativne uzorke potrebno ih je uzimati dovoljno dugo (slično kao što se uzimaju uzorci brodskog goriva pri ukrcaju).

2.10.1. Uzimanje uzorka na mjestima za pristup i inspekciju tankova

Iz tankova u koje je omogućen pristup direktno s glavne palube, kroz otvore za inspekciju, moguće je uzimati uzorke balastnih voda koristeći mreže za plankton čiji je promjer obično oko 50 cm.

Dimenzije otvora za inspekciju (*engl. manholes*) obično su 75 x 54 cm. Problem predstavlja otvaranje ovih otvora zbog većeg broja vijaka koje treba odviti. Također, problem predstavljaju ljestve za pristup u tank, zbog kojih spuštanje mreža za uzimanje uzoraka može biti otežano.[7]

2.10.2. Uzimanje uzoraka kroz cijevi za mjerenje razine tekućine u tanku

Ovaj način uzimanja uzoraka korišten je u brojnim studijama budući da su ove cijevi ugrađene gotovo na svim brodovima. Ove cijevi obično su učvršćene za vodoneprepusne pregrade i protežu se gotovo do dna tanka. Donji kraj cijevi je zatvoren, a spajanje s tekućinom u tanku kod nekih je izvedbi rješeno provrtima manjeg promjera po visini, ili jednim većim žlijebom. Po zakonu spojenih posuda, u cijevima je razina tekućine jednaka razini u tanku. Promjer ovih cijevi varira između 25 do 40 mm. Uzorak vode u tanku uzima se spuštanjem fleksibilne cijevi do dna i ekstrakcijom vode pomoću pumpe.

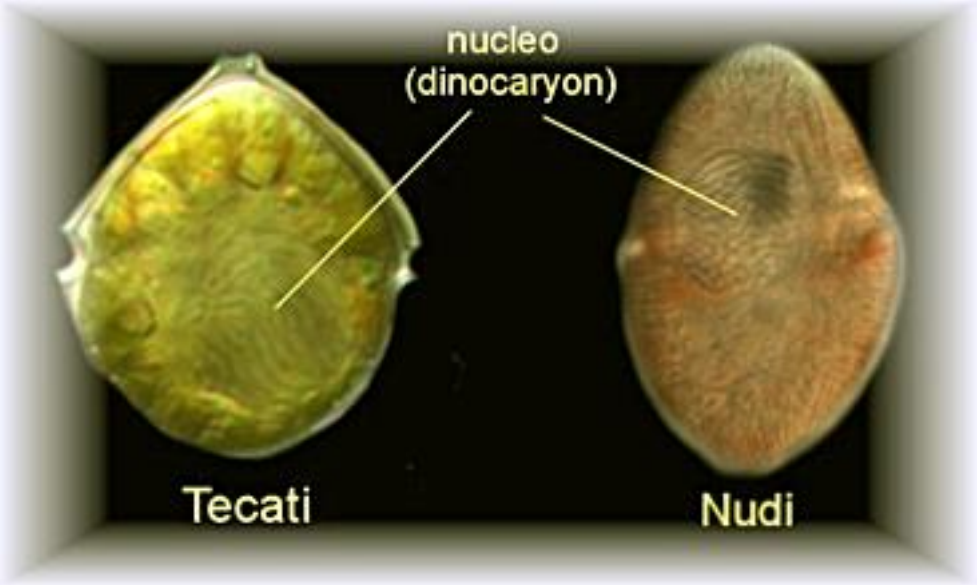
Osnovni nedostatak pri korištenju ovih cijevi za uzimanje uzoraka je što su im otvori koji ih spajaju s tankom na samom dnu tanka, što onemogućava uzimanje uzoraka s više razina u tanku. Za izvlačenje uzoraka zaključeno je da je najbolje koristiti inercijske (bunarske) pumpe s ručnim pogonom ili pogonom na struju.

Za uzimanje uzoraka dovoljne su dvije osobe. Uzorci se mogu uzeti iz više tankova prije početka iskrcaja balasta, dok je za vrijeme iskrcaja dovoljno svakih 20-40 minuta, iz jednog tanka. Kod tankova u kojima balastna voda nije često mijenjana, voda je pri izvlačenju u početku nešto mutnija nego što je to kasnije. To znači da je prvih 20 litara vode drukčije kvalitete od vode koja je kasnije izvučena jer sadrži veći broj organizama koji su sadržani u mulju. Standarizacija uzorka je obavljena za volumen od 100 litara vode koja je filtrirana radi hvatanja organizama veličine 20 do 100 μm; 100 do 250 μm; > 250 μm.

Uspoređivanjem uzoraka vode izvučene inercijskom pumpom s uzorcima dobivenim pomoću mreže, zaključeno je da u tanku ipak postoji slojevitost organizama što znači da dio zoo-planktona izbjegne usisavanje inercijskom pumpom. S druge strane, inercijska pumpa usisava vodu s dna tanka što omogućuje procjenu *cista dinoflagelata*, najotpornijih organizama, kao i ostalih orgaizama koji se skrivaju u talogu.[7]

Osim prednosti u otkrivanju cista dinoflagelata, ova metoda uzimanja uzoraka smatra se vrlo povoljnom za određivanje:

- Saliniteta vode
- Optičkih svojstava voda
- Organizama u talogu – kao što su *ciste dinoflagelata*



Slika 17. Prikaz *ciste dinoflagelata* (najotporniji organizmi)

2.9.3.Uzimanje uzoraka s balastnog cjevovoda

Uzorak je moguće uzeti s balastne pumpe ili negdje uzduž cjevovoda (s filtra), gdje postoji ventil. Prednost ove je metode što se uzorak može uzimati kroz dulje vrijeme, i što uzorak sadrži manje-više vodu iz većine tankova (a ne nasumice odabranih tankova). Reprezentativniji uzorak dobije se kad se voda ispušta iz balastnih tankova, nego kada se uzima u luci balastiranja. Pokazalo se da ova metoda kao i mnoge druge ima svoje negativnosti i nedostatke koje nisu nezanemarive uz posebne uvjete uzimanja uzoraka.[7]

Nedostatci:

- Uzorak se može uzeti samo pri radu balastne pumpe – dakle pri debalastiranju
- cijevi spojene na balastni cjevovod uzimaju vodu s oboda cijevi dok je u sredini cijevi brzina turbulentnog protoka najveća – problem hvatanja vrlo pokretljivog zoo-planktona
  - Uzorak treba uzimati na tlačnoj strani pumpe

3. PRAVNA REGULATIVA BALASTNIH VODA

Iako su se znanstvenici prvi put upoznali s utjecajem unosa stranih morskih organizama u novi eko sustav 1903. godine, s detaljnijim proučavanjem ovog problema započeli su tek 70.-ih godina prošlog stoljeća. Prvi značajan korak u pravnoj regulativi problema postignut je 1991. godine kada je MEPC (Marine Environment Protection Committee) usvojio Rezoluciju 50 (31) – Smjernice za sprječavanje unosa neželjenih organizama i patogena putem iskrcaja brodskih balastnih voda i sedimenata. Radna grupa MEPC-a zahvaljujući novim saznanjima do kojih je došla tijekom daljnih istraživanja u međuvremenu je poboljšala i realizirala verziju postojećih Smjernica. Tako je na 20. Skupštini IMO-a (International Maritime Organization – Međunarodna pomorska organizacija) usvojena Rezolucija A. 868 (20) – Smjernice za nadzor i upravljanje brodskim balastnim vodama radi smanjenja prijenosa štetnih vodenih organizama i patogena. Njihov je cilj, smanjiti rizik unosa organizama iz balastnih voda u more domaćina.

Smjernice se odnose na sve države koje su članice IMO-a i mogu se primjenjivati na sve brodove. Vlasti države luke odlučivat će u kojem opsegu će se pravila stvarno primjenjivati. Najpreporučljivija je izmjena balastnih voda na otvorenom moru, u pravilu na udaljenosti 200 Nm (nautičkih milja) od obale, a kada to nije moguće onda se izmjena odvija u području koje za to odredi vlast države luke. Kada se zbog vremena, uvjeta na moru ili iz drugih razloga izmjena balastnih voda ne može provesti u skladu s procedurom koju nalaže država luke, zapovjednik broda dužan je o tome odmah obavijestiti nadležne organe i to, ako je moguće prije ulaska broda u more navedene države.

Smjernice propisuju da svaki brod koji prevozi balastne vode mora imati Plan upravljanja balastnim vodama kojim se treba osigurati sigurna i korisna procedura svih radnji koji se tiču izmjene balastnih voda. S druge strane, smjernice preporučuju vlastima države luke osiguravanje odgovarajućih prihvatnih uređaja ili uređaja za obradu balastnih voda i taloga. Takve smjernice bi trebale izvjestiti brodove koja područja obiluju

opasnim i štetnim organizmima, kako bi se brodovi suzdržali od izmjene balastnih voda na tom području ili je minimalizirali. U svakom slučaju potrebno je zaštititi posadu i sam brod, pa je dozvoljeno odstupanje od propisanih preporuka glede izmjene vodenog balasta ukoliko bi provođenje Smjernica dovelo u pitanje njihovu sigurnost.

Smjernice iz 1997. godine prethodile su donošenju Međunarodne konvencije o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima iz 2004. godine, koja se smatra prvim sveobuhvatnim međunarodnim instrumentom koji regulira problematiku prijenosa štetnih morskih organizama balastnim vodama.[8]

3.1. Konvencija o balastnim vodama

Da bi se pravno i legalno zaštitilo onečišćenje okoliša u Londonu je organizirana Diplomatska konferencija pod pokroviteljstvom IMO-a. Na konferenciji je potpisana ***Međunarodna konvencija za kontrolu i upravljanje brodskih i balastnih voda i sedimenata***. Prilikom potpisivanja prisustvovali su delegati iz 74 zemlje svijeta, promatrači međuvladinih organizacija i 18 nevladinih međunarodnih organizacija. Konvencija je sastavljenja 13. veljače 2004. godine, u izvorniku na arapskom, kineskom, engleskom, francuskom, ruskom i španjolskom jeziku. Uz odluku o ratifikaciji objavljen je tekst Konvencije na engleskom jeziku i u prijevodu na hrvatski jezik. Konvencija je napisana u obliku standardne nomotehničke strukture koja je uobičajena za međunarodne ugovore, a posebno za konvencije kao univerzalne izvore prava. Osnovni dio Konvencije sastoji se od 22 članka i Dodatka (Aneks) koji je njen sastavni dio. Pravila za nadzor i upravljanje brodskim vodenim balastom i talozima podijeljena su u 5 poglavlja:

- Poglavlje A – opće odredbe
- Poglavlje B – zahtjevi upravljanja i nadzora za brodove
- Poglavlje C – posebni zahtjevi u određenim područjima
- Poglavlje D – standardi za upravljanje balastnim vodama
- Poglavlje E – zahtjevi o pregledima i izdavanje svjedodžbi za upravljanje balastnim vodama

Predmeti regulirnja ove konvencije su: kontrola prijenosa štetnih vodenih organizama i patogena brodskim balastnim vodama i talozima; znanstveno i tehničko istraživanje, te praćenje stanja, pregled i izdavanje svjedodžba, kršenja, inspekcije brodova, otkrivanje kršenja i nadzor brodova, obavijesti o postupcima u nadzoru brodova, nepotrebno kašnjenje brodova, tehnička pomoć, suradnja, priopćavanje informacija i dr.

Svrha Konvencije je prevencija, minimaliziranje i konačno sprječavanje prijenosa opasnih i otrovnih morskih organizama kontrolom balastnih voda i sedimenata. Stranke Konvencije su dužne osigurati punu i cjelovitu primjenu njenih odredbi, kao i odredbi Dodatka,u cilju sprječavanja, smanjivanja i uklanjanja prijenosa štetnih vodenih organizama i patogena. Stranke također imaju mogućnost da same ili u dogovoru s drugim državama članicama Konvencije postrože predviđene mjere pri čemu ipak, moraju voditi brigu da pritom ne ugroze slobodu plovidbe, već da njihove odredbe budu u skladu s međunarodnim pravom. Svi će brodovi morati imati tzv. *Kontrolnu knjižicu za balastne vode* i tzv. *Plan za balastne vode i upravljanje sedimentima,* i morat će provoditi zadane procedure upravljanja balastnim vodama. Od novih brodova to će se tražiti odmah, dok će postojeći imati određeni vremenski period za prilagodbu. Konvencija će stupiti na snagu dvanaest mjeseci nakon ratifikacije od strane 30 zemalja. Brod na koji se primjenjuju odredbe Konvencije, može u bilo kojoj luci ili terminalu bilo koje države članice, biti podvrgnut inspekcijskom pregledu od strane ovlaštenih inspektora kojima je cilj utvrditi udovoljava li brod zahtjevima konvencije. Ovlaštenim inspektorima pripisuje se obveza na temlju koje moraju poduzeti sve moguće napore kako bi se izbjeglo nepotrebno zadržavanje i kašnjenje broda. Pregledom broda može se sa velikom sigurnošću utvrditi ispunjava li brod sve propisane uvjete i posjeduje li odgovarajuće brodske isprave koje se u svakom trenutku moraju nalaziti na brodu.

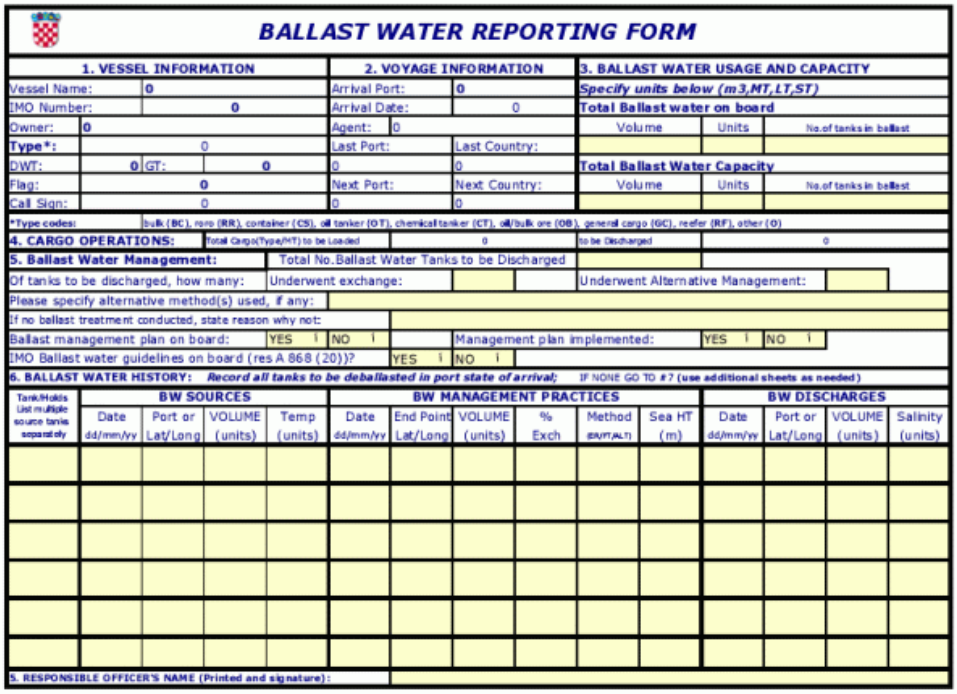
Poštovanje svih odredbi ipak ne pruža dovoljno jamstvo da će obalna država biti zaštićena od štetnih posljedica unosa stranih organizama u svoj ekosustav. Kako bi se postigla sama svrha ove konvencije bilo je nužno precizno regulirati pitanje iskrcaja balastnih voda u morski okoliš. Izuzev

kada je izričito drugačije propisano, Konvencijom je dopušten iskrcaj balastnih voda samo ako balastna voda udovoljava standardima koji su njome propisani. Konvencija u svojim pravilima razlikuje dvije vrste standarda upravljanja balastnim vodama:

- Standard kvalitete balastnih voda;
- Standard izmjene balastnih voda.

Kod određivanja standarda kvalitete balastne vode prihvatljive za iskrcaj, određena je posebna kategorija čistoće vode. Ipak, dok se ne počne primjenjivati navedeni standard, obvezna je primjena standarda izmjene balastnih voda.

Na kraju se može zaključiti da su odredbe i propisi Konvencije značajno doprinijeli prevencije onečišćenja mora balastnim vodama. Međutim, poput većine međunarodnih instrumenata i ova Konvencija sadrži određene nedostatke. To je naprimjer rješenje o prijelaznom razdoblju za primjenu standarda kvalitete. Ovom odredbom onemogućena je primjena Konvencije na većinu svjetske flote za narednih nekoliko godina. Uvođenje nekih novih tehnologija u primjenu, osim svojih prednosti, nosi sa sobom i određene probleme. Probleme pogledu financijskih troškova koje njihova uporaba iziskuje, ali u pogledu osposobljenog stručnog kadra koje bi sva navedena mjerenja i preglede trebalo provoditi.[1]



BALLAST WATER REPORTING FORM

1. VESSEL INFORMATION				2. VOYAGE INFORMATION		3. BALLAST WATER USAGE AND CAPACITY		
Vessel Name:	0			Arrival Port:	0	*Specify units below (m3,MT,LT,ST)*		
IMO Number:	0			Arrival Date:	0	**Total Ballast water on board**		
Owner:	0			Agent:	0	Volume	Units	No.of tanks in ballast
Type*:	0			Last Port:	Last Country:			
DWT:	0	GT:	0	0	0	**Total Ballast Water Capacity**		
Flag:	0			Next Port:	Next Country:	Volume	Units	No.of tanks in ballast
Call Sign:	0			0	0			

*Type codes: bulk (BC), roro (RR), container (CS), oil tanker (OT), chemical tanker (CT), oil/bulk ore (OB), general cargo (GC), reefer (RF), other (O)

4. CARGO OPERATIONS:	Total Cargo(Type/MT) to be Loaded	0	to be Discharged	0
5. Ballast Water Management:	Total No.Ballast Water Tanks to be Discharged			
Of tanks to be discharged, how many:	Underwent exchange:		Underwent Alternative Management:	
Please specify alternative method(s) used, if any:				
If no ballast treatment conducted, state reason why not:				
Ballast management plan on board:	YES	NO	Management plan implemented:	YES / NO
IMO Ballast water guidelines on board (res A 868 (20))?	YES	NO		

6. BALLAST WATER HISTORY: ***Record all tanks to be deballasted in port state of arrival;*** IF NONE GO TO #7 **(use additional sheets as needed)**

Tank/Holds List multiple source tanks separately	BW SOURCES				BW MANAGEMENT PRACTICES						BW DISCHARGES			
	Date dd/mm/yy	Port or Lat/Long	VOLUME (units)	Temp (units)	Date dd/mm/yy	End Point Lat/Long	VOLUME (units)	% Exch	Method (EX/FT,ALT)	Sea HT (m)	Date dd/mm/yy	Port or Lat/Long	VOLUME (units)	Salinity (units)

5. RESPONSIBLE OFFICER'S NAME (Printed and signature):

Slika 18. Prikaz obrasca prijave balastnih voda (engl. jezik)

4. HRVATSKA I BALASTNE VODE

Jadransko more ima 1185 otoka i gotovo 5 835 km pomorskog dobra, to je najveći i najdragocjenjiji resurs RH i kao takav je od bitnog nacionalnog interesa za RH. S obzirom na činjenicu da je Jadransko more toplo, plitko, zatvoreno more sa sporim izmjenama struja, posebno je osjetljivo na negativne utjecaje balastnih voda i drugih onečišćenja. Bioraznolikost Jadranskog mora potrebno je odgovarajućim mjerama i postupcima održavati i štititi, dođe li do njenog onečišćenja i bioloških promjena, ona se trajno narušava.

Prema nekim podatcima samo u sjevernom Jadranu se godišnje izljeva oko 8 milijuna tona balastnih voda, od toga najviše u talijanskim lukama 4,5 milijuna (82%). U hrvatskim lukama izljeva se 1 mil. (14%) i slovenskim oko 0,9 mil. U zadnjih trideset godina, u području sjevernog Jadrana zabilježene su nove vrste unešene putem balastnih voda. Po unosu novih vrsta posebice se ističu područja Venecijanske lagune, luke Kopar i Trst. Kao najinvazivnija vrsta spominju se alge *Caulerpa racemosa i Caulerpa taxifolia* koje postojećim domaćim vrstama oduzimaju hranu, kisik, i mjenjaju životne uvjete. One su već registrirane na 30-tak lokacija u Republici Hrvatskoj, od otoka Mljeta na jugu do Vrsara na sjeveru Jadranskog mora.



Slika 19. Prikaz alge *Caulerpa racemosa*

Daljnjim intezivnim razvojem svjetskog gospodarstva, povećat će se i broj brodova velikih nosivosti koji će prometovati Jadranskim morem, to znači da će se povećati i količina balastnih voda. Npr. moderni supertankeri za prijevoz nafte (Projekt Družba – Adria) osim balastnih voda predstavljaju opasnost od izljevanja. To bi bila ekološka katastrofa za Jadransko more jer bi uzrokovalo ekološku i gospodarsku štetu. Hrvatska trenutno raspolaže sa šest interventnih brodova i oko 35 km brana, no pitanje je da li je to dovoljno za saniranje štete i zaustavljanja onečišćenja.

Prilikom ispuštanja balastne vode, događa se površinski ispust u količini više od nekoliko desetaka tisuća kubika na sat, što je više od ukupnog ispusta nekog grada na jadranskoj obali. Zbog toga su pvršinski ispusti u RH zakonom zabranjeni. Usvojivši Pravilnik o upravljanju i nadzoru vodenog balasta koji je nadogradnja i na operativni sustav AIS(sustav automatske identifikacije brodova), putem kojeg se kontrolira ulazak, brzina, kurs i luka pristajanja nekog tankera, samim time mogu se kontrolirati i nedozvoljene izmjene balastnih voda u našem dijelu Jadrana.



Slika 20. Prikaz cvjetanja mora

Državni tajnik za more Branko Bačić govori da godišnje u Jadran uplovi 5 000 tankera koji izmanipuliraju oko 70 milijuna tona nafte. Pritom se u Jadran iskrca oko 9,5 milijuna tona balasta od čega 2,5 milijuna tona tankeri izbacuju u hrvatskom dijelu Jadrana. Jadran je jeno od najbogatijih mora po broju vrsta riba, ali istovremeno je zastupljena mala populacija u vrsti. Za uništavanje ribljeg fonda jedna od vidljivih i poznatih posljedica onečišćenja i unosa stranih mikroorganizama je tzv. cvjetanje mora i razmnožavanje *Caulerpe taxifolia*, biljke koja je iz tropskih mora prenesena u Jadran gdje zahvaljujući mutaciji preživjela i brzo se širi po morskom dnu stvarajući travnati tepih. Uzrokuje prekid postojućeg hranidbenog lanca koji garantira čistoću, jer mnogi morski organizmi ugibaju usljed promjene okoliša, a s njima nestaju promili kvalitete čistoće mora. Bačić naglašava da je oko 58% iskrcanih balastnih voda u Jadran porijeklom iz Mediterana. Da bi se Jadran zaštitio od mikroorganizam koji nisu autothoni u svom staništu, bilo je nužno normirati ponašanje brodovlja na moru. Stoga se u siječnju 2005. godine započelo s prikupljanjem podataka o količinama i mjestima ispuštanja balastnih voda. Brodovi prijavljuju količine balastnih voda na dobrovoljnoj osnovi, a najveće iskrcane količine zabilježene su u Lučkoj kapetaniji Rijeka jer se ondje odvija više od 50% ukupnog pretovara tereta u lukama (podatci za razdoblje 1994. – 2004. godine). Ukoliko je nemoguće izmjeniti balast na udaljenosti od 200 Nm (primjerice, obale Italije i Hrvatske što omeđuju Jadran nalaze se međusobno na manjoj udaljenosti od 200 Nm) moraju se rješiti balastnih voda na 50 Nm od kopna. Ali nikako ne smiju izmjeniti balast u našem dijelu mora. Znanstvenici Centra za istraživanje mora u Rovinju i zagrebačkog Zavoda za istraživanje mora i okoliša Instituta Ruđer Bošković (IRB) zajedno s kolegama iz Hrvatske i još pet država s Jadrana rade na projektu sustavnog sprječavanja zagađenja balastnim vodama. Riječ je o strateškom projektu koji se implementira u okviru IPA ADRIATIC programa, čiji je ključni cilj uvesti jednostavni sustav upravljanja balastnim vodama u jadranske luke.[9]



Slika 21. Prikaz alge *Caulerpe taxifolia*

ZAKLJUČAK

Evolucijski proces bioloških vrsta pao je u nesklad s prirodom drugih staništa, a balastne vode su u svjetskim razmjerima drugi najveći razlog uništenja biološke raznolikosti.

Problem balastnih voda je materija koju je vrlo teško izbjeći, budući da su balastne vode neophodne za sigurnu plovidbu praznih tankera i drugih trgovačkih brodova. U balastnim vodama sakupljeni su živi organizmi od virusa, bakterija i modrozelenih algi do višestaničnih životinja. Najmanje 50 vrsta mikroorganizama pronađeno je u tankovima u samo jednom pregledu jednog tankera. Invazija organizama danas predstavlja veoma ozbiljan problem, koji može imati značajan utjecaj na okolinu i veoma nepovoljan učinak na gospodarstvo mnogih zemalja (npr. turizam, ribarstvo,). Jedan od glavnih problema ujedno i zadatak današnjih znanstvenika je da pronađu najbolji način kako bi se isključio ili barem znatno umanjio prijenos i utjecaj novih organizama putem balastnih voda.

Također bi se trebala istaknuti Konvencija koja je uzela u obzir geografske posebnosti pojedinih obalnih država te normirala čak i mogućnost izmjene balastnih voda i na udaljenostima znatno manjim od onih koje je propisala. Na taj je način pružena odgovarajuća zaštita od onečišćenja i unutar zatvorenih i poluzatvorenih mora, ukoliko se navedena izmjena mora obaviti. Naime, zbog specifičnosti ovih područja preporučljivo je u potpunosti ukinuti izmjenu balastnih voda. Ovo je rješenje od osobite važnosti za Republiku Hrvatsku s obzirom na iznimnu ekološku osjetljivost Jadrana, koji će, nadamo se, u dogledno vrijeme biti proglašen posebno osjetljivim morskim područjem u kojem će se zabraniti izmjena balastnih voda u potpunosti za sve brodove koji dolaze iz drugih morskih područja, pa će mu se pružiti primjerena zaštita barem u pogledu ove vrste onečišćenja.

Do danas ni jedna metoda obrade i izmjene vodenoga balasta ne omogućuje odstranjivanje organizama, potpunu biološku efikasnost te su na

temelju toga provedena istraživanja usmjerena na štetnost ispuštenog vodenog balasta. Isključivo štiteći prirodu, a time i vodu koja je izvor života moći ćemo zaštititi i sebe.

LITERATURA

[1] P. Amižić Jelovčić: Onečišćenje morskog okoliša balastnim vodama s posebnim osvrtom na međunarodnu konvenciju o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima, 2004. god.

[2] M. Jerković: Upravljanje balastnim vodama u fokusu ekološki prihvatljivog transporta, https://www.google.hr/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=UPRAVLJANJE+BALASTNIM+VODAMA+U+FOKUSU+EKOLO%C5%A0KI+PRIHVATLJIVOG+TRANSPORTA

[3] N. Zhang, K. Hu, B. Shan: Metode obrade,rizici,invazivne vrste balastnih voda (prevedeno s engl. jezika)

[4] Ž. Kurtela: Metodologija postupanja vodenim balastom na brodu, Pomorski fakultet ,Rijeka, 2008. god. https://www.google.hr/search?q=Metodologija+postupanja+vodenim+balastom+na+brodu&oq=Metodologija+postupanja+vodenim+balastom+na+brodu&aqs=chrome..69i57.560j0j8&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8

[5] M. Crnčević, A. Bratoš: : Pristup istraživanju i osmišljavanju upravljanja brodskom balastnom vodom, Zagreb, 2003. god.

[6] A. Miletić: Koje probleme skrivaju balastne vode , http://biologija.com.hr/modules/AMS/article.php?storyid=9648 ,2015. God.

[7] A. Vidović: balastne vode najčešći način prenošenja invazivnih vrsta, // zadarskilist.hr

URL: http://www.zadarskilist.hr/clanci/08122011/balastne-vode-najcesci-nacin-prenosenja-invazivnih-vrsta ,2012. god.

[8] Ballast water management //United States Coast Guard

URL:http//www.uscg.mil/hq/cg5/cg522/cg5224/bwm.asp 2012. god.

[9] Balastne vode u Jadranskom moru; http://bib.irb.hr/prikazi-rad?rad=286734

POPIS TABLICA:

Tablica 1: Ovisnost saliniteta morske vode i ledišta na površini mora.....4

Tablica 2: Prikaz veličina organizama koji se mogu nalaziti u balastnoj vodi.....10

Tablica 3: Uspješnost metoda izmjene balasta.....23

POPIS SLIKA:

Slika 1: Prikaz iskrcaja/ukrcaja balastnih voda.....2

Slika 2. Prikaz iskrcaja balastne vode u luci.....3

Slika 3. Prikaz iskrcaja balastne vode.....3

Slika 4. Prikaz tropske alge kremenjašice – roda Biddulphia.....5

Slika 5. Prikaz Asterias amurensis.....6

Slika 6. Prikaz Mnemiopsis leidyi.....6

Slika 7. Prikaz Dreissena polymorpha.....7

Slika 8. Prikaz Gymnodinium catenatum.....8

Slika 9. Prikaz Vibrio cholerae.....9

Slika 10. Proces filtracije.....11

Slika 11. Reverzibilni osmotski uređaj.....13

Slika 12. Proces sedimentacije.....14

Slika 13. Flotacijski proces.....15

Slika 14. Hidrociklonski separator za pročišćavanje balastne vode.....16

Slika 15. Proces centrifugalne mehaničke separacije.....17

Slika 16. Proces centrifugalne dinamičke separacije.....18

Slika 17. Prikaz ciste dinoflagelata (najotporniji organizmi).....28

Slika 18. Prikaz obrasca prijave balastnih voda (engl. jezik).....33

Slika 19. Prikaz alge Caulerpa racemosa.....34

Slika 20. Prikaz cvjetanja mora.....35

Slika 21. Prikaz alge Caulerpe taxifolia.....36