

NEIGIAMO POVEIKIO APLINKAI MAŽINIMAS JŪRŲ TRANSPORTE

Dr. Diana Šateikienė

Klaipėdos valstybinė kolegija, Verslo administravimo katedra,

DOI: <https://doi.org/10.52320/svv.v1iVII.249>

Anotacija

Atsižvelgiant į tai, kad laivyba yra tarpvalstybinės logistikos grandinės dali, svarbu siekti ekologiškumo gabenant krovinius tarptautiniu mastu. Kadangi jūrų transportas yra svarbus pasaulio ir Europos prekybai bei ekonomikai, pastaraisiais metais jūrų transporto sektorius ėmėsi svarbių priemonių, kad sumažintų savo neigiamą poveikį aplinkai. Straipsnyje atskleidžiami laivų balastinių vandenų neigiamo poveikio aplinkai faktai gabenant prekes jūrų transportu. Taikant inovatyvias technologijas, identifiкуotos prevencijos priemonės, kurių pagalba numatoma sustabdyti ekologinę taršą su laivų balastiniais vandenimis, vadovaujantis Tarptautinės konvencijos dėl laivų balastinių vandenų ir nuosėdų kontrolės bei valdymo įgyvendinimu.

Reikšminiai žodžiai: *jūrų transportas, poveikis aplinkai, balastiniai vandenys, technologijos.*

Įvadas

Temos aktualumas. Kadangi pagal vertę 77 proc. Europos išorės prekybos ir 35 proc. vidaus prekybos tarp ES valstybių narių vyksta jūra, jūrų transportas yra viena pagrindinių tarptautinės tiekimo grandinės dalių. Laivui plaukiant be krovinių arba nepilnai pasikrovus, balastinių vandenų talpyklos užpildomos vandeniu, kad būtų užtikrintas laivo stabilumas ir saugumas. Balastiniai vandenys paimami krovinių iškrovimo vietoje, o išpumpuojami kitame uoste – krovinių pakrovimo vietoje (ABS, 2014; UNCTAD, 2018; Global Invasive Species Database, 2021). Todėl invazinių rūšių plitimas susijęs ir su laivybos plėtra, augant prekybos mastams per pastaruosius dešimtmečius. Kiekybiniai duomenys atskleidžia, kad invazinės rūšys plinta vis naujose vietose, o tai tiesiogiai ar netiesiogiai veikia žmonių sveikatą ir kenkia aplinkai (Holbech ir kt., 2018; Shang ir kt., 2019; Ardura ir kt., 2021). Siekiant sumažinti invazinių rūšių plitimą ir prisidėti prie gamtos apsaugos, 2004 metais Tarptautinės jūrų organizacijos (angl. International Maritime Organization) surengtoje konferencijoje priimta Tarptautinė konvencija dėl laivų balastinių vandenų ir nuosėdų kontrolės bei valdymo (angl. BWM Convention 2004) įsigaliojo 2017 m. rugsėjo 8 d.

Pagrindinis šios konvencijos tikslas – išvengti vandens organizmų intervencijos jūros ir gėlųjų vandenų ekosistemose, tinkamai organizuojant laivo balastinių vandenų tvarkymą. Įsigaliojus BWM konvencijai, kiekviename naujame transatlantiniame laive, plaukiojančiame ne po Baltijos jūros uostus, turi būti įdiegta inovatyvi balastinių vandenų valymo įranga, jau naudojamiems laivams numatytas pereinamasis balastinių vandenų valymo įrangos diegimo laikotarpis. Laive įdiegtus balastinių vandenų valymo įrangą, laivo savininkas patiria papildomas sąnaudas, pelno ji neteikia, bet užtikrina priimtų TJO reikalavimų laikymąsi ir tvarų krovinių gabenimą.

Balastinių vandenų valymas, įsigaliojus BWM konvencijai, ypač aktualus. Būtina apriboti svetimų invazinių rūšių įvežimą laivais, taip užtikrinant BWM konvencijos vykdymą, taikant tokias inovatyvias priemones, kaip balastinių vandenų valymą laive ir balastinių vandenų surinkimo įrenginių įrengimas uostuose, kuriais eina svarbūs laivų eismo srautai į Baltijos jūrą. Siekiant išvengti invazinių rūšių mikroorganizmų plitimo, laivuose būtina įdiegti inovatyvią balastinių vandenų valymo įrangą. Rinka siūlo įvairių jos variantų, tad svarbu parinkti racionalią atsižvelgiant į taikomas valymo technologijas, įvertinus techninius ir ekonominius kriterijus. Parenkamos inovatyvios valymo technologijos ir įranga priklauso nuo laivo tipo, balastinių vandenų talpyklų talpos, vandens valymo trukmės ir kt. aspektų.

Tyrimų aktualumas grindžiamas, kad siekiant sumažinti jūrų transporto daromą neigiamą poveikį aplinkai, vadovaujantis statistiniais duomenimis, kad nuo 1949 metų jūrų transporto sektoriui tenka didžiausia į ES jūras introdukuotų nevietinių rūšių dalis – beveik 50 proc., bei siekiant jūrų transporto veiklą vykdyti tvariai, įsigaliojo BMW konvencija, kurioje numatyti reikalavimai laivų balastiniams vandenims. Siekiant tenkinti konvencijoje numatytus reikalavimus laivai turi įsidiegti inovatyvią balastinių vandenų valymo įrangą.

Tyrimo problema. Šiandieninė rinka siūlo rinktis iš 95 aprobuotų balastinių vandenų valymo įrangos derinių, kurių našumas svyruoja nuo 17,5 iki 34 000 m³ /h, iš jų 22 gamintojai siūlo įrangą, kur

derinamos filtravimo ir UV spinduliavimo technologijos, 8 – filtravimo ir elektrochloravimo technologijos, 7 – filtravimo ir elektrolizės technologijos (Latest Information of Approval of Ballast Water Management System, 2019). Laivų savininkams renkantis balastinių vandenių valymo įrangą kyla problemų, kokia inovatyvi balastinių vandenių valymo technologija ar jų derinys yra racionalus laivui; kokia neigiama pasirinktos valymo technologijos įtaka laivo balastinės sistemos konstrukcijoms; kokias įrangos technines ir geometrines charakteristikas bei eksploatacinius rodiklius įvertinti renkantis įrangą, todėl galime iškelti **probleminį klausimą**: kokios inovatyvios technologijos leistų jūrų transportui mažinti vandenių taršą ir krovinių gabenimą vykdyti ekologiškiau?

Tyrimo objektas – neigiamo poveikio aplinkai mažinimas jūrų transporte.

Tyrimo tikslas – apžvelgti neigiamo poveikio aplinkai mažinimo galimybes jūrų transporte.

Uždaviniai:

1. Atskleisti laivų balastinių vandenių neigiamą poveikį aplinkai.

2. Identifikuoti technologijas balastinių vandenių valymui.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė; norminių aktų analizės, palyginimo, apibendrinimo metodai; laivų klasifikacinių bendrovių reglamentų analizė; alternatyvų metodas; analitiniai ir statistiniai duomenų analizės ir sisteminimo metodai.

1. Laivų balastiniai vandenys ir jų poveikis aplinkai

Siekdama sumažinti aplinkos užterštumą, 1973 m. Tarptautinė jūrų organizacija (TJO) priėmė MARPOL 78/73 konvenciją, kurios pagrindinis tikslas – mažinti jūrų transporto daromą neigiamą įtaką aplinkai. Tai Tarptautinė teršimo iš laivų prevencijos 1973 m. konvencija, modifikuota pagal 1978 m. priimtą protokolą (MARPOL 78/73 2008). 2017 m. įsigaliojus BWM konvencijai, pradėjus laikytis D-2 standarto, laivuose diegiama balastinių vandenių valymo įranga ir išleidžiami išvalyti balastiniai vandenys, atitinkantys leistinas organizmų kiekio normas. Balastinių vandenių valymo įrangą reikia diegti ne tik naujuose statomuose laivuose, bet ir jau naudojamuose. Jos parinkimas ir diegimas laivuose yra sudėtingas procesas, todėl vykdomas keliais etapais. Kadangi balastinių vandenių valymo įrangos našumas skirtingas, ją parenkant svarbu atsižvelgti į laivo tipą, laivų balastinių sistemų tūrį ir sistemoje naudojamų siurblių našumą.

1 lentelė. Balastinių vandenių kiekiai ir siurblių našumas, atsižvelgiant į laivo tipą

Laivo tipas	Balastinių vandenių tūris (m ³)	Siurblio našumas (m ³ /h)
SAUSAKRŪVIAI LAIVAI		
Handy	18 000	1 300
Panamax	35 000	1 800
Capesize	65 000	3 000
TANKLAIVIAI		
Handy	6 500	1 100
Handymax-Aframax	31 000	2 500
Suemax	54 000	3 125
VLCC	90 000	5 000
ULCC	95 000	5 800
KONTEINERINIAI LAIVAI		
Feeder	3 000	250
Feedermax	3 500	400
Handy	8 000	400
Subpanamax	14 000	500
Panamax	17 000	500
Postpanamax	20 000	750
KITI LAIVAI		
Cheminių medžiagų tanklaiviai	11 000	600
Keleiviniai	3 000	250
Generalinių krovinių	4 500	400
Ro-Ro	8 000	400
Mišrių krovinių	7 000	400

Šaltinis: ABS, 2014

Laivų balastinių sistemų vandens tūris ir siurblių našumas, tiesiogiai priklauso nuo laivo tipo ir dydžio (1 lent.). Esant didesniai laivų balastinių sistemų vandens tūriui, balastui pumpuoti naudojami našesni siurbliai. Išanalizavus 1 lentelėje pateiktus duomenis, nustatyta, kad balastinių vandens tūris kinta nuo 3 000 iki 95 000 m³, siurblių našumas nuo 250 iki 5 800 m³/h. Mažiausias balastinių vandens tūris ir siurblių našumas yra konteinerinių laivų, didžiausias – visų tipų tanklaivių.

Pereinamuoju laikotarpiu, kol taikomas D-1 standartas naudojamiems laivams, atliekami balastinių vandens valymo įrangos parinkimo ir diegimo darbai, pereinant prie D-2 standarto taikymo susiduriama su tinkamiausios įrangos ir technologijos parinkimo problema naudojamiems laivams (Lietuvos transporto saugos administracija, 2020; ClassNK, 2019; Europos Komisija, 2018; International Maritime Organization, 2017). Parenkant balastinių vandens valymo įrangą svarbus laivo tipas ir jame esantis balastinių vandens kiekis (turi būti išvalytas), laivų balastinių sistemų siurblių našumas (nuo jo priklauso valymo trukmė) (Lakshmi ir kt., 2021; Gollasch ir kt., 2019). Laivai, įplaukiantys į jūrų uostą komerciniais arba nekomerciniais tikslais (remontui, laukimui, įgulos keitimui, laivų atsargų papildymui ir pan.), privalo sumokėti uosto rinkliavas. Uosto rinkliavos jūrų laivams dydis priklauso nuo bendros laivo talpyklos, nurodytos pagal Laivo matavimo liudijimą, o jei laivas tokio dokumento neturi – pagal Lloyd'o knygos įrašą. Uosto direkcija arba jos įgaliota bendrovė privalo per visą laivo buvimo uoste trukmę iš laivų priimti laivo eksploatacinius teršalus (išskyrus balastinius vandenį, kurie atiduodami už tai sumokant pagal paskirus tarifus). Kadangi uosto rinkliavos tiesiogiai priklauso nuo pakrauto arba / ir iškrauto krovinių kiekio, arba nuo stovėjimo trukmės uoste, kiekvienas laivo savininkas siekia, kad krova vyktų kuo sparčiau. Laivo stovėjimo uoste trukmė ilgėja, jei laivo balastiniai vandenys neatitinka reikalavimų, tad neišleidęs balastinių vandens už borto laivas negali atlikti krovos darbų arba balastinių vandens valymo sistemos našumas yra mažesnis nei laivo balastinė sistema.

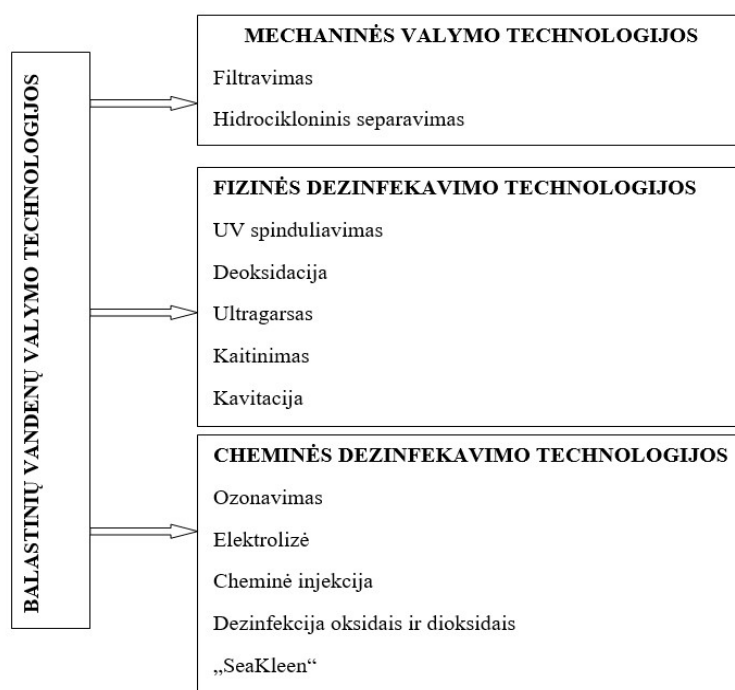
Didėjant krovinių kiekiams tarptautiniu mastu, intensyviau judant laivams vis aktualesnė tapo vandens tarša, kuri yra svarbi ir Klaipėdai, nes ji išsikūrusi prie Baltijos jūros. Nustatyta, kad Baltijos jūros regione nuo 2000 metų atsirado 46 nevietinės rūšys, iš jų tik 13 pirminių nevietinių rūšių intervencijų (WGITMO, 2015), t. y. tokių rūšių, kurios buvo aptiktos tik Baltijos jūroje ir neužfiksuotos kaimyninėje Šiaurės jūroje. Iš jų daugiau nei pusė (7 rūšys), tikėtina, pateko kartu su laivų balastiniais vandenimis (Holbech ir kt., 2018; Saglam ir kt., 2018). Lietuvos ir Europos mokslininkų nuomone, invazinės gyvūnų ar augalų rūšys pasaulyje daro didelę žalą ne tik biologinei įvairovei, bet ir ekonomikai, žmogaus sveikatai, todėl būtina mažinti ir kontroliuoti invazinių rūšių plitimą. Invazinės rūšys kasmet Europos Sąjungai padaro apie 12,5 mlrd. eurų žalą, todėl ES biologinės įvairovės strategijos iki 2020 m. 5 tikslas yra „Iki 2020 m. nustatyti ir pagal svarbą surūšiuoti invazines svetimias rūšis ir jų patekimo kelius, prioritetines rūšis kontroliuoti arba išnaikinti, o patekimo kelius valdyti taip, kad būtų užkirstas kelias naujų invazinių svetimų rūšių introdukcijai ir įsikūrimui.“ (Lietuvos respublikos aplinkosaugos ministerija, 2021). ~70 % pirminių intervencijų siejama su laivų balastinių vandens, laivų korpusų apaugomis, akvakultūra ir prekyba intensyvėjimu. Vieno laivo balastiniuose vandenyse gali keliauti net iki 10 tūkstančių skirtingų mikroorganizmų. Nustatyta, kad sparčiai plintantis Baltijos jūros naujakuris – juodažiotis grundalas (*Neogobius melanostomus*), atkeliavęs laivų balastiniais vandenimis iš Juodosios jūros, daugiausia minta dreisenomis ir midijomis. Europoje ir Lietuvoje ši invazinė žuvis kol kas mažai tirta, o esami fragmentiški tyrimai dažniausia apsiriboja jų aptikimo ir gausumo aprašymais bei mitybos grandinių pokyčių analize.

Remiantis JAV patirtimi reguliuojant balastinius vandenį, nuo 1990 metų vykdoma griežta laivų balastinių vandens tvarkymo kontrolė Didžiuosiuose ežeruose, išvengta naujų nevietinių rūšių introdukcijų. Siekiant krovinius gabenti tarptautiniais maršrutais jūrų transportu ekologiškiau, neteršiant vandens invazinėmis rūšimis, laivuose diegiamos inovatyvios balastinių vandens valymo technologijos. Laivuose įdiegtos ir naudojamos technologijos, apsaugos ekosistemą nuo invazinių rūšių plitimo bei didins jūrų transporto patrauklumą ekologiškumo aspektu. Siekiant tvarumo ir pereinant prie tvarios melynės ekonomikos, viena iš tiekimo grandinės dalių – prekių ir krovinių gabenimas jūrų transportu vykdyt tvariau.

2. Laivų balastinių vandenių valymo inovatyvios technologijos

Balastinių vandenių valymas – tai mechaniniai, fiziniai, cheminiai ir biologiniai procesai, vykdomi, siekiant pašalinti balastiniuose vandenyse ar nuosėdose esančius kenksmingus vandens organizmus ir patogenus, padaryti juos nekenksmingus, išvengti jų išpylimo į jūrą. Biologinės valymo technologijos taikomos laivuose valant nutekamuosius vandenius ir geriamąjį vandenį, o dėl balastinių vandenių valymo panaudojimo vis dar atliekami moksliniai tyrimai, nes išvalytų balastinių vandenių kokybė turi tenkinti TJO reikalavimus (International Maritime Organization, 2017; Batista ir kt., 2017; Alfa Laval, 2017; DESMI ocean guard rayclean, 2017).

Visuose laivuose montuojama tik aprobuota balastinių vandenių valymo įranga, sudaryta iš skirtingų inovatyvių valymo technologijų derinių, leidžia pasiekti reikiamą balastinių vandenių išvalymo kokybę. Šiuo metu patvirtintas ~20 balastinių vandenių valymo technologijų, kurios taikomos, siekiant, kad išvalyti balastinis vanduo atitiktų TJO reikalavimus, taikomos kelios pasirinktos technologijos, o įrangą gaminančios įmonės ieško naujų balastinių vandenių valymo technologijų (žr. 1 pav.) (Balaji ir kt., 2011; Olsen ir kt. 2016; Baek ir kt. 2019).



1 pav. Balastinių vandenių valymo technologijų klasifikavimas

Šaltinis: sudarytas autorių pagal atlikto tyrimo duomenis, 2022

Pirminis balastinių vandenių valymo etapas – filtravimas. Filtruojant vandenį įsiurbimo metu šalinami organizmai iki 50 μm ir mažinamas į balastinių vandenių talpyklas patenkantis sedimentų kiekis. Taip į talpyklas nepatekę organizmai lieka laivo balastavimo vietoje (Guilbaud ir kt. 2015; Castaing ir kt. 2009). Hidrocikloninio separavimo technologijos principas – priemaišų dalelių šalinimas iš vandens išcentrine jėga. Šios technologijos veiksmingumas tiesiogiai priklauso nuo vandens kokybės ir filtruojamų organizmų kiekio (Vieira ir kt. 2014; Hwang ir kt. 2016). Didesnis hidrociklonų ir filtrų efektyvumas pasiekiamas, kai dalelės stambesnės. Todėl valant iš balastinių vandenių smulkias daleles, gali būti naudojamos specialios medžiagos koagulantai, kurie sujungia šias daleles į stambius aglomerantus. Kad šie aglomerantai nesuirėtų dėl turbolencinio poveikio, naudojami flokulantai, užfiksuojantys dalelių ryšius aglomeratuose. Šalinant iš balastinių vandenių mikroorganizmus, papildomai įmaišomi smulkiai disperguoti magnetiniai milteliai, kurie prisijungia prie valomų dalelių (pvz., mikroorganizmų) aglomeratų. Pastarieji šalinami magnetiniais filtrais (Yin ir kt. 2012; Gorin ir kt. 2015). Dezinfekcija ultravioletiniais spinduliais yra labiausiai išstobulinta ir dažniausia taikoma tiek

municipaliniams, tiek ir pramoniniams vandenims dezinfekuoti. Šiame procese pažeidžiama mikroorganizmų DNR ir neleidžiama jiems atsinaujinti (Ren ir kt. 2016; Olsen ir kt. 2016). Nepavojinga aplinkai fizinė dezinfekavimo technologija yra deoksidavimas. Tai balastiniuose vandenyse ištirpusio deguonies šalinimas, kurį talpyklose pakeičia neaktyviosios dujos (azotas ar kitos inertinės dujos). Šią technologiją taikanti įranga yra sudėtinga ir brangi, o valymo procesas trunka ilgiau (Lafontaine ir kt. 2014). Ultragarso valymo įrenginys sukelia labai didelius temperatūrų ir slėgių svyravimus, dėl ko nepageidaujami organizmai ir žūsta. Ultragarso bangos veiksmingai naikina planktoną, žuvų lervas, įvairius mažus mikroorganizmus (Estévez-Calvar ir kt., 2018; Zhou ir kt. 2015). Taikant šiluminio kaitinimo technologiją valymo procesas gerokai užtrunka. Efektyviausia ir pigiausia šiluminio kaitinimo technologija, taikoma valant balastinius vandenius, – naudojant variklio išmetamąsias dujas ir aušinimo sistemos vandenį, bet šis procesas trunka 24–30 valandų. Sunaikinamų mikroorganizmų kiekis tiesiogiai priklauso nuo kaitinimo laiko (Rigby ir kt. 2004). Kavitacijos procese išsiskiria aukšta temperatūra, atsiranda slėgio pulsacija, triukšmas ir kietųjų paviršių erozinis dilimas. Balastinių vandenių valymas kavitacijos technologija yra veiksminga, tik išvalyto vandens tekėjimo srautas yra lėtesnis nei balastinių vandenių siurblio darbo našumas (Mandar ir kt. 2014; Cveckovic ir kt. 2016). Mikroorganizmai veiksmingai naikinami, gėlas ir jūros vanduo dezinfekuojamas taikant ozonavimo technologiją. Ozonavimas – tai ekologiškas ir labai veiksmingas kompleksinis oro valymas bei paviršių dezinfekavimas. Ozonavimo procese sunaikinamas pelėsis, grybelis, panaikinama biologinė tarša. Naudojant ozoną susidaro daug mažiau kenksmingų šalutinių produktų, iš kurių pavojingiausias – bromidas. Ozonas yra stiprus antioksidatorius, naudojamas įvairiems mikroorganizmams balastiniuose vandenyse naikinti (Hess-Erga ir kt. 2010; Wright ir kt. 2010). Ypač veiksminga balastinių vandenių valymo technologija valant mikroorganizmus, bakterijas ir virusus yra chloravimas. Ją taikant, kad procesas būtų veiksmingas, tiesioginės elektrolizės metu vandens temperatūra turi būti ne žemesnė kaip 15 °C, tad balastiniai vandenys kaitinami, o vykstant netiesioginei elektrolizei (elektrochloravimas) valymui naudojamas vandenilis ir chloro dujos, kurios yra sprogios ir toksiškos (Kim ir kt. 2016; Chen ir kt. 2016). Balastiniams vandenims valyti naudojant oksidus ar dioksidus susidaro mažiau nuodingos medžiagos, kurias iš balastinių vandenių būtina šalinti. Balastinių vandenių valymas oksidacijos technologijos dėl didelių reagentų sąnaudų taikomos retai (Rubio ir kt. 2013; Zhang ir kt. 2014). Nesudėtinga „SeaKleen“ technologija dar vadinama menadiono technologija. Ji gana paprasta ir saugi, veiksmingai naikina mikroorganizmus, bakterijas, mikrobinius grybus bei augalus. Technologijos pagrindas – tirpūs milteliai, kuriuos sudaro 80 % menadiono ir 20 % inertinės medžiagos (Balaji ir kt. 2011).

Valymo procese taikant fizikines dezinfekavimo ir mechanines valymo technologijas nenaudojami reagentai. Pirminiam balastinių vandenių valymui yra priskiriamos mechaninės valymo technologijos: filtravimas ir hidrocikloninis separavimas. Antrinis valymo etapas – dezinfekcija, taikant FDA arba CDT technologijas, taip sunaikinami patogenai ir kiti mikroorganizmai, įskaitant virusus, kurie nepašalinti filtruojant.

Išanalizavus balastinių vandenių valymo technologijas nustatyta:

1. Mechaninės valymo technologijos yra paprasčiausios, naudojama nesudėtinga įranga, neužima daug vietos, netinka valyti smulkesnius mikroorganizmus (<20 μm), virusus ir bakterijas. Cheminės dezinfekavimo technologijos yra sudėtingos. Valymo procese susidaro nuodingos medžiagos, todėl prieš išleidžiant balastinius vandenius būtina neutralizuoti. Dezinfekavimas yra veiksmingas naikinant visų dydžių ir tipų mikroorganizmus bei bakterijas.

2. Fizikinio dezinfekavimo ir mechaninio valymo technologijų įranga: filtravimo, separavimo ir UV spinduliavimo įrenginiai yra sumontuoti balastinių vandenių įsiurbimo ir išleidimo vamzdynuose. Cheminių biocidų ir deoksigenacijos technologijos nepriklauso nuo debito, jas taikant ilgiau trunka nepageidautinų organizmų sunaikinimas. Cheminio dezinfekavimo technologijos dažniausia derinamos su mechaninio valymo technologijomis, kurios veikia kaip pirminis apdorojimas.

Mokslininkai ir gamintojai kuria naujas inovatyvias balastinių vandenių valymo technologijas. Siekiama, kad balastinių vandenių valymo technologijos būtų nebrangios, o balastinių vandenių valymo įranga kompaktiška, greitai ir kokybiškai valanti, jos diegimas ir naudojimas būtų pigus ir saugus.

Išvados

1. Didėjant tarptautinei prekybai, jūrų transportas gabena vis didesniu krovinių kiekius. Laivui plaukiant be krovinių arba nepilnai pasikrovus, balastiniai vandenys paimami krovinių iškrovimo vietoje, o išpumpuojami kitame uoste – krovinių pakrovimo vietoje, todėl su balastiniais vandenimis keliauja įvairių jūrinių organizmų rūšių, kurių dalis išgyvena balastinių vandenų talpyklose laivo eksploatacijos metu. Svetimi mikroorganizmai išsiskverbia į svetimą terpę ir pamažu naikina vietines mikroorganizmų kultūras. Siekiant sumažinti laivų daromą neigiamą poveikį aplinkai priimta BWM konvencija, kurios D-1 standartas taikomas pereinamuoju laikotarpiu iki 2024 m. rugsėjo 8 d., o pasibaigus pereinamajam laikotarpiui, D-2 standartą laivuose privaloma taikyti įdiegus inovatyvius balastinių vandenų valymo įrenginius, kai išpilami balastiniai vandenys privalo būti išvalyti.

2. Balastinių vandenų valymo įrangos diegimas į laivus yra vienintelė galimybė sustabdyti invazinių rūšių plitimą ir krovinius gabenti tvariau. Tarptautinė jūrų organizacija šiuo metu yra aprobavusi 95 balastinių vandenų valymo įrangų derinius, taikančius ~20 skirtingų balastinių vandenų valymo inovatyvių technologijų. Identifikuotos plačiausiai naudojamos balastinių vandenų valymo technologijos: mechaninio valymo (filtravimas, hidrocikloninis separavimas), fizikinio dezinfekavimo (UV spinduliavimo, deoksidacijos, kavitacijos), cheminio dezinfekavimo (ozonavimas, elektrolizė, dezinfekacija oksidais ir dioksidais). Kad išvalytas išleidžiami už borto balastiniai vandenys atitiktų TJO kokybės reikalavimus, laivuose derinamos kelios technologijos. Mokslininkai ir gamintojai kuria naujas balastinių vandenų valymo technologijas, siekdami kad balastinių vandenų valymo technologijos būtų nebrangios, naudojama įranga kompaktiška, greitai ir kokybiškai valanti, o jos diegimas ir naudojimas būtų pigus ir saugus.

Literatūra

1. ABS. (2014). *Ballast Water Treatment Advisory*. 80 p.
2. Alfa Laval. (2017). *Ballast water management: An overview of regulations and ballast water treatment technologies*. 17 p.
3. Ardura, A., Martinez, J.L., Zaiko, A., Garcia-Vazquez, E. (2021). Poorer diversity but tougher species in old ballast water: biosecurity challenges explored from visual and molecular techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 168, Article 112465.
4. Baek, J., Hong, J., Tayyab, M., Kim, D., Jeon, P.R., Lee, C. (2019). Continuous bubble reactor using carbon dioxide and its mixtures for ballast water treatment. *Water Research*, 154, 316–326.
5. Balaji, R., Yaakob, O. (2011). Emerging ballast water treatment technologies: a review. *Journal of Sustainability Science and Management*, 6(1), 126–138.
6. Batista, W. R., Fernandes, F. C., Lopes, C. C., Lopes, R. S., Miller, W., & Ruiz, G. (2017). Which ballast water management system will you put aboard? Remnant anxieties: a mini-review. *Environments*, 4(3), 54.
7. Castaing, J. B., Massé, A., Pontié, M., Séchet, V., Haure, J., Jaouen, P. (2009). Investigating submerged ultrafiltration (UF) and microfiltration (MF) membranes for seawater pretreatment dedicated to total removal of undesirable micro-algae. *Desalination*, 253 (1–3), 71–77.
8. Class N. K. (2019). Ballast Water Management Convention. Retrieved from <http://www.classnk.or.jp/HP/en/activities/statutory/ballastwater/index.html>.
9. Chen, S., Hu, W., Hong, J., Sandoe, S. (2016). Electrochemical disinfection of simulated ballast water on PbO₂/graphite felt electrode. *Marine Pollution Bulletin*, 105(1), 319–323.
10. Cvetković, M., Grego, M., Turk, V. (2016). The efficiency of a new hydrodynamic cavitation pilot system on *Artemia salina* cysts and natural population of copepods and bacteria under controlled mesocosm conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 105(1), 341–350.
11. DESMI ocean guard rayclean. (2017). *Ballast water treatment system*. Denmark. 16 p
12. Estévez-Calvar, N., Gambardella, C., Miraglia, F., Pavanello, G., Greco, G., Faimali, M., & Garaventa, F. (2018). Potential use of an ultrasound antifouling technology as a ballast water treatment system. *Journal of Sea Research*, 133, 115–123.

13. Europos Komisija. (2014). *Jūrų stebėjimas. Kartu su valstybėmis narėmis rūpintis saugesnėmis jūromis ir vandenynais*. Pranešimas spaudai. 3 p.
14. Europos Komisija. (2018). *Uždaviniai, kuriuos Europos uostams reikia spręsti iki 2030 m.* Pranešimas spaudai. 9 p.
15. Gollasch, S., David, M. (2019). Ballast water: problems and management. In *World Seas: An Environmental Evaluation* (pp. 237-250). Academic Press.
16. Gorin, K.V., Sergeeva, Y. E., Butylin, V. V., Komova, A. V., Pojidaev, V. M., Badranova, G. U., Shapovalova, A. A., Konova, I. A., Gotovtsev, P. M. (2015). Methods coagulation / flocculation and flocculation with ballast agent for effective harvesting of microalgae. *Bioresource Technology*, 193, 178–184.
17. Guilbaud, J., Massé, A., Wolff, F. C., Jaouen, P. (2015). Porous membranes for ballast water treatment from microalgae-rich seawater. *Marine Pollution Bulletin*, 101(2), 612–617.
18. Global Invasive Species Database. (2021). Prieiga per internetą: <http://www.issg.org/>.
19. Hess-Erga, O., Blomuagnes-Bakke, B., Vadstein, O. (2010). Recolonization by heterotrophic bacteria after UV irradiation or ozonation of seawater; a simulation of ballast water treatment. *Water Res*, 44, 5439–5449.
20. Holbech, H., & Pedersen, K. L. (2018). Ballast water and invasive species in the Arctic. In *Arctic marine resource governance and development* (pp. 115-137). Springer, Cham.
21. Hwang, Y., Maeng, M., Dockko, S. (2016). Development of a hybrid system for advanced wastewater treatment using high-rate settling and a flotation system with ballasted media. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 113, 256–256.
22. International Maritime Organization. (2017). International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM). [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)
23. Kim, E. Ch., Oh, J. H., Lee, S. G. (2016). Consideration on the Maximum Allowable Dosage of Active Substances Produced by Ballast Water Management System Using Electrolysis. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 4, 88–96
24. Lafontaine, Y., Despatie, S.P. (2014). Performance of a biological deoxygenation process for ships' ballast water treatment under very cold water conditions. *Science of The Total Environment*, 472, 1036-1043.
25. Lakshmi, E., Priya, M., Achari, V. S. (2021). An overview on the treatment of ballast water in ships. *Ocean & Coastal Management*, 199, 105296.
26. Latest Information of Approval of Ballast Water Management System (G8 MEPC174(58)). (2019). ClassNK EQD as of 3 October. Prieiga per internetą: https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ballastwater/approval_ballast_e.pdf
27. Lietuvos respublikos aplinkosaugos ministerija. (2021). Invazinių rūšių Lietuvoje sąrašas. Prieiga per internetą: <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/gamtos-apsauga/invazines-rusys/invaziniu-lietuvoje-rusiu-sarasas>
28. Lietuvos transporto saugos administracija. (2020). Dėl Lietuvos respublikos vidaus vandenų laivų registre įregistruotų Vidaus vandenų transporto priemonių žurnalų formų, žurnalų Registravimo ir pildymo taisyklių patvirtinimo. TAR, 2020-10-13, 21286.
29. Mandar, L. C., Badve, P., Gogate, P. R., Pandit, A. B. (2014). Hydrodynamic cavitation as a novel approach for delignification of wheat straw for paper manufacturing. *Ultrasonics sonochemistry*, 21, 162–168.
30. Olsen, R. O., Hoffmann, F., Hess-Erga, O. K., Larsen, A., Thuestad, G., Hoell, U.A. (2016). Ultraviolet radiation as a ballast water treatment strategy: Inactivation of phytoplankton measured with flow cytometry. *Marine Pollution Bulletin*, 103(1–2), 270–275.
31. Rigby, G., Hallegraeff, G. M., Taylor, A. (2004). Ballast water heating offers a superior treatment option. *Journal of Marine Environmental Engineering*, 7, 217–230.

32. Ren, Z., Zhang, L., Shi, Y., Leng, X., Shao, J. (2016). Effect and mechanism of a High Gradient Magnetic Separation (HGMS) and Ultraviolet (UV) composite process on the inactivation of microbes in ballast water. *Marine Pollution Bulletin*, 108, 180–185.
33. Rubio, D., Casanueva, J. F., Nebot, E. (2013). Improving UV seawater disinfection with immobilized TiO₂: Study of the viability of photocatalysis (UV254/TiO₂) as seawater disinfection technology. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 271, 16–23.
34. Saglam, H., Duzgunes, E. (2018). Balastinio vandens poveikis jūrų ekosistemai. In *Exergy for A Better Environment and Improved Sustainability 2* (p. 373–382). Springeris, Chamas.
35. Shang, L., Hu, Z., Deng, Y., Liu, Y., Zhai, X., Chai, Z., Liu, X., Zhan, Z., Dobbs, F.C., Tang, Y.Z. (2019). Metagenomic sequencing identifies highly diverse assemblages of dinoflagellate cysts in sediments from ships' ballast tanks. *Microorganisms*, 7 (8), 250.
36. UNCTAD. (2018). Review of maritime transport 2018. Prieiga per internetą: <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2008-0>.
37. Vieira, L. M., Barrozo, M. A. S. (2014). Effect of vortex finder diameter on the performance of a novel hydrocyclone separator. *Minerals Engineering*, 57, 50–56.
38. Yin, S. Y., Ryu, J. N., Oh, J. I. (2012). T-P removal efficiency according to coagulant dosage and operating cost analysis. *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 34(8), 549–556.
39. Zhang, N., Zhang, Y., Bai, M., Zhang, Z., Chen, C., Meng, X. (2014). Risk assessment of marine environments from ballast water discharges with laboratory-scale hydroxyl radicals treatment in Tianjin Harbor, China. *Journal of Environmental Management*, 145, 122–128
40. Zhou, Z., Yang, Y., Li, X., Zhang, Y., Guo, X. (2015). Characterization of drinking water treatment sludge after ultrasound treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*, 24, 19–26.
41. [WGITMO]. Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms. Report of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms. (2015). International Council for the Exploration of the Sea. 197 p.

REDUCTION OF NEGATIVE EFFECTS ON THE ENVIRONMENT IN MARINE TRANSPORT

Dr. Diana Šateikienė

Summary

Considering that shipping is part of the cross-border logistics chain, it is important to go green when transporting goods internationally. As maritime transport is important for global and European trade and economy, the maritime transport sector has taken important measures in recent years to reduce its negative impact on the environment.

As the amount of cargo increased internationally, and ships moved more intensively, water pollution became more and more relevant, which is also important for Klaipėda, because it is located on the Baltic Sea. It was found that 46 non-native species have appeared in the Baltic Sea region since 2000, of which only 13 were primary interventions of non-native species

At present, the market offers a selection of 95 approved combinations of BWTr equipment, the capacity of which ranges from 17,5 to 34 000 m³/h. Combined filtration and UV irradiation technologies are offered by 22 manufacturers, filtration and electrochlorination technologies — by eight, and seven propose filtration and electrolysis technologies (Latest Information of Approval of Ballast Water Management System, 2019). The choice of BWTr equipment poses the problem regarding the rationality of ballast water treatment technology or their combination for a newly constructed or already exiting ship; the negative impact of the selected technology on the structure of the ballast system of the ship; and technical parameters and performance indicators to be considered when making a choice, therefore, we can raise a problematic question: what innovative technologies would allow maritime transport to reduce water pollution and transport cargo more sustainably?

The subject of the study is reducing the negative environmental impact of maritime transport.

The purpose of the study is to review the possibilities of reducing negative environmental impacts in maritime transport.

Tasks:

1. To reveal the negative impact of ships' ballast water on the environment.
2. To identify technologies for cleaning ballast water.

Research methods: analysis of scientific literature; methods of analysis, comparison, summarization of normative acts; analysis of regulations of ship classification societies; method of alternatives; analytical and statistical methods of data analysis and systematization.

The article reveals the facts of the negative environmental impact of ships' ballast water during the transportation of goods by sea. By applying innovative technologies, preventive measures have been identified, with the help of which it is planned to stop ecological pollution with ships' ballast waters, in accordance with the implementation of the International Convention on the Control and Management of Ships' Ballast Waters and Sediments.

The installation of ballast water treatment equipment on ships is the only way to prevent the proliferation of invasive species. The International Maritime Organization sets out the requirements for the quality of treatment and so far has approved 95 combinations of ballast water treatment equipment using about 20 different treatment technologies. The most widely used ballast water treatment technologies have been identified: mechanical cleaning (filtration, hydrocyclonic separation), physical disinfection (UV radiation, deoxidation, cavitation), chemical disinfection (ozonation, electrolysis, disinfection with oxides and dioxides). In order for the treated ballast water discharged overboard to meet the quality requirements of the IMO, several technologies are combined on board the ships. Scientists and manufacturers are developing new ballast water treatment technologies with the aim of making ballast water treatment technologies inexpensive, the equipment used compact, fast and high-quality cleaning, and its installation and use cheap and safe.

Key words: *maritime transport, environmental impact, ballast water, technology.*