

Greta Srėbaliėnė, Sergej Olenin, Aleksas Narščius,
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas



SVETIMKRAŠČIŲ RŪŠIŲ, INTRODUKUOTŲ Į BALTIJOS JŪRĄ, EKOLOGINIS ĮVERTINIMAS

Anotacija

Srėbaliėnė G., Olenin S., Narščius A. Sve-
timkraščių rūšių, introdukuotų į Baltijos
jūrą, ekologinis įvertinimas // Geologijos
akiračiai. ISSN 1392-0006. 2021, nr. 3–4,
p. 25–33.

Duomenys apie svetimkraščių rūšių,
kurios plinta balastiniais vandenimis, kil-
mę, introdukcijos įvykius ir būdą, biolo-
gines rūšies savybes kaupiami tarptauti-
nėje svetimkraščių ir kriptogeninių rūšių
duomenų bazėje AquaNIS. Remiantis jais
šiam darbe įvertintos rūšių kilmės šalys,
plitimo tendencijos, pateiktos balastinių
vandenų tolesnių tyrimų gairės. Tyrimų
rezultatai leido identifikuoti ir apibūdinti
introdukuotų rūšių perkėlimo ir pasklei-
dimo būdų dinamiką Baltijos jūros regio-
ne. Pastebėta, kad pastarąjį dešimtmetį
svetimkraščių rūšių, kurios galėtų plisti
balastiniais vandenimis, skaičius mažėja.

Abstract

Srėbaliėnė G., Olenin S., Narščius A. En-
vironmental assessment of alien species in-
troductions into the Baltic Sea // Geologijos
akiračiai. ISSN 1392-0006. 2021, nr. 3–4,
p. 25–33.

The aim of this work was to review the
data on alien species that spread due the
ballast water. Based on the analyzes of the
data, we assessed their distribution trends
and reviewed their countries of origin, and
provided guidance for further research
on ballast water. The data analyzed in the
work are collected from the database of
alien and cryptogenic species AquaNIS,
which collects data on the occurrence
events of the species, their origin, method
of reproduction and biological proper-
ties. The results of this research allowed to
identify and describe the dynamics of the
distribution vectors of species introduced
in the Baltic Sea region in relation to diffe-
rent periods. The number of alien species
that could spread in ballast water has been
declining over the past decade.

Raktiniai žodžiai: balastiniai vandenys,
svetimkraštės rūšys, Baltijos jūra.

Keywords: ballast water, non-native spe-
cies, Baltic sea.

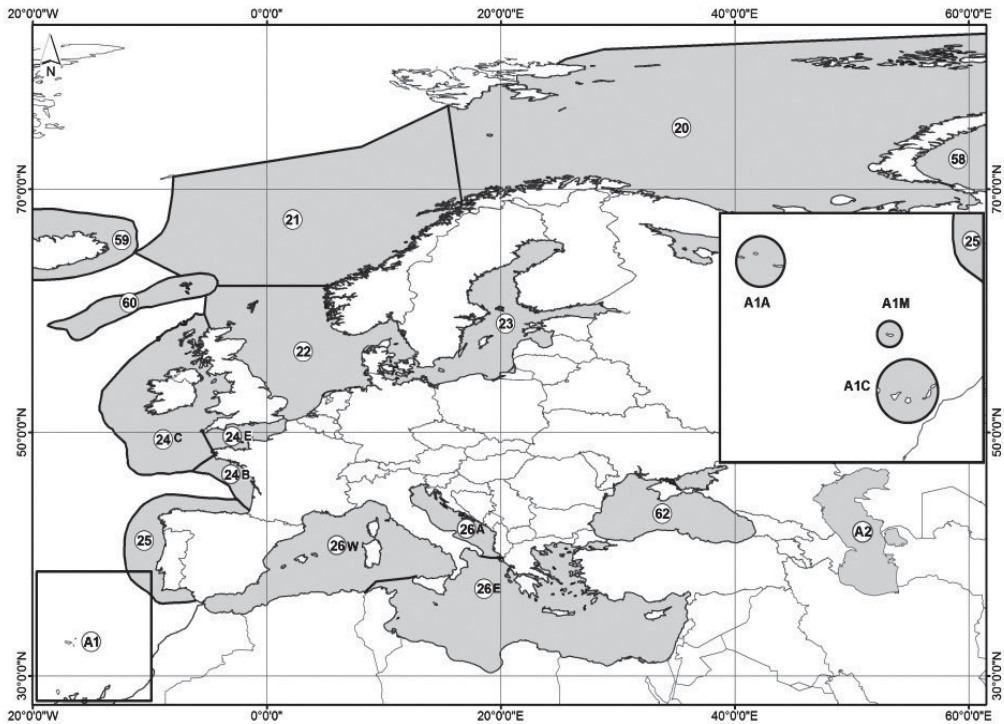
Received 03 June 2021, accepted 01 August 2021

Greta Srėbaliėnė. Klaipėdos universitetas. Universiteto al. 17, LT-92294 Klaipėda, Lithua-
nia, e-mail: greta.srebaliene@apc.ku.lt

ĮVADAS

Pastaraisiais dešimtmečiais viena
didžiausių vandens ekosistemoms ky-

lančių ekologinių grėsmių – dėl glo-
balizacijos intensyvėjančio vandens



1 pav. Didžiosios jūrų ekosistemos (DJE) ir subregionai. Skaičiai apskritimuose nurodo DJE: 20 – Barentso jūra; 21 – Norvegijos jūra; 22 – Šiaurės jūra; 23 – Baltijos jūra; 24 – Keltų-Biskajos subregionas (Olenin ir kt., 2014). Sud. Ingrida Bagdanavičiūtė

Fig. 1. Large Marine Ecosystems (LMEs) and sub-regions. Numbers in open circles indicate Large Marine Ecosystems: 20 – Barents Sea; 21 – Norwegian Sea; 22 – North Sea; 23 – Baltic Sea; 24 – Celtic-Biscay Shelf with sub-regions (Olenin et al., 2014)

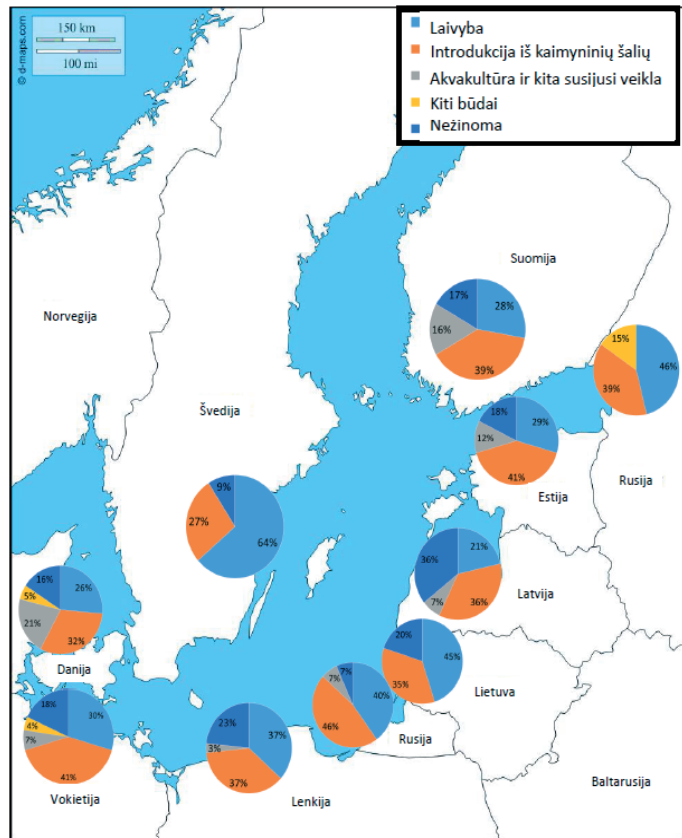
transporto pernešamos svetimkraštės rūšys, kurios išsikuria vietinėse ekosistemose ir sukelia jose negrįžtamus pokyčius. Nors šiuo klausimu jau priimti ir taikomi tarptautiniai dokumentai, tačiau daugelio jų tikslai gana deklaratyvūs. Konkretūs, teisiškai šalis įpareigojantys aktai, tokie kaip *Laivų balastinio vandens ir nuosėdų valdymo ir kontrolės tarptautinė konvencija* (BVTK) (2007 m.), *Europos Sąjungos reglamentas dėl svetimųjų ir nevietinių rūšių panaudojimo akvakultūroje* (2008 m.), *Invazinių svetimųjų rūšių introdukcijos ir plitimo prevencijos ir*

valdymo reglamentas (2014 m.), šiuo metu tik pradėdami įtraukti į nacionalinius šalių dokumentus, o daugelio juose siūlomų priemonių efektyvumas iki šiol dar nėra tinkamai įvertintas. Jūros aplinkos apsauga Europoje remiasi *Jūrų strategijos pagrindų direktyva*, kurios svarbiausias tikslas – įvertinti ir užtikrinti gerą jūrų vandenų aplinkos būklę. Tam pasitelkiami Europos Komisijos (angl. *European Commission*, EC) nustatyti deskriptoriai (rodikliai), kurių vienas ir yra susijęs su svetimkraštėmis (nevietinėmis) rūšimis. Lietuvoje minėto deskriptoriaus tikslas

2 pav. Svetimkraščių rūšių introdukcijos būdai skirtingose Baltijos jūros regiono šalyse nuo 2000 m. (Srėbaliėnė, 2019)
Fig. 2. The percentage distribution by pathways of non-indigenous species introduction into the Baltic Sea since 2000

suformuluotas šitaip: „Sumažinti naujų nevietinių rūšių atsiradimo riziką Baltijos jūros Lietuvos teritoriniuose vandenyse, kurios plinta laivų balastiniais vandenimis bei kitais su laivais susijusiais būdais, taip pat su akvakultūra bei prekyba gyvaisiais vandens organizmais“ (EC, 2008).

Kadangi vandens keliais gabenama daugiau nei 90 % visų pasaulio krovinių, laivai perneša apie 10 mlrd. tonų balastinio vandens (Ghosh ir kt., 2017; Khandeparker ir kt., 2017), su kuriuo atkeliaujantys organizmai kelia rimtą pavojų vietinėms ekosistemoms. Biologinės apsaugos požiūriu ypatingas dėmesys skiriamas mikroorganizmams ir potencialiems ligų sukėlėjams, kurie daro tiesioginę žalą žmogaus sveikatai, ekonomikai, socialinėms ir kultūrinėms vertybėms (Khandeparker ir kt., 2017). Pagrindinis dokumentas, reguliuojantis šio tipo antropogeninę taršą, yra jau minėta BVTK konvencija, sukurta siekiant sumažinti kenksmingų vandens organizmų ir patogenų



plitimą balastiniais vandenimis. Ją ratifikavo visos Baltijos jūros šalys.

Šiame straipsnyje pateikiami darbo, kuriame pasinaudojant *AquaNIS* duomenų baze (AquaNIS, 2021) apžvelgtos svetimkraščių rūšių kilmės šalys, įvertintos jų plitimo tendencijos bei numatytos tolesnių balastinių vandenų tyrimų gairės, rezultatai.

TYRIMŲ METODAI

Darbe analizuoti duomenys apie rūšių kilmę, jų perkėlimo, paskleidimo įvykius ir būdus iš Europos, Arkties, Rytų Azijos, Naujosios Zelandijos ir kt. jūrinių regionų. Šie duomenys sukaupti svetimkraščių ir

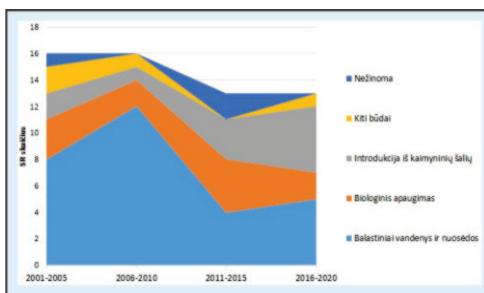
kriptogeninių rūšių duomenų bazėje *AquaNIS* (*AquaNIS*, 2021) (prieiga internete: <http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis/>). Joje taip pat kaupiama ir saugoma informacija apie jūrų, apysūrių ir gėlųjų vandenų pakrančių svetimkraštes rūšis (toliau – SR), jų kilmės regionus, introdukcijos įvykius, taksonomiją, biologines savybes (reprodukcinės savybės, dauginimosi, vystymosi etapai), toleranciją aplinkos sąlygoms, genetinę informaciją rūšiai identifikuoti, buveines, poveikį aplinkai ir kt. informacija, susijusi su introdukcijos įvykiais (Olenin ir kt., 2014). Šią SR duomenų bazę oficialiai pripažino tarptautinė Baltijos jūros aplinkos apsaugos komisija (angl. *Helsinki Commission – The Baltic Marine Environment Protection Commission*, HELCOM) ir Tarptautinė jūrų tyrinėjimo taryba (angl. *International Council for the Exploration of the Sea*, ICES). Ji oficialiai naudojama kaip įrankis jūrų, tarp jų ir Baltijos, SR moksliniams tyrimams (Narščius ir kt., 2012; Galil ir kt., 2014; Cardeccia ir kt., 2016; Ojaveer ir kt., 2017). Šiuo metu joje saugoma in-

formacija apie 15 tūkst. rūšių ir 6 tūkst. atskirų introdukcijos įvykių. Pagrindinius *AquaNIS* sistemos duomenų masyvus sudaro: introdukcijos įvykis (angl. *introduction event*), reikalingas apibūdinant atkeliavusias SR, ir paplitimo regionai (angl. *recipient region*) – susiejant SR su viena ar keliomis šalimis ar regionais pagal Didžiųjų jūrų ekosistemų (angl. *Large Marine Ecosystems*, DJE) klasifikaciją (Sherman ir kt., 1999). Visų šalių pakrantės priskirtos tam tikrai DJE sistemos daliai arba subregionui (1 pav.). Įvedama informacija apie introdukcijos įvykį: kur aptikta rūšis, nurodant vietovę ir metus, kada rūšis pastebėta, kokie jos perkėlimo ir paskleidimo būdai, pateikiant informacijos patikimumo lygį. Šioje informacinėje sistemoje įdiegta struktūrinė paieškos funkcija leidžia analizuoti duomenis pagal pasirinktus paieškos kriterijus (Olenin ir kt., 2014).

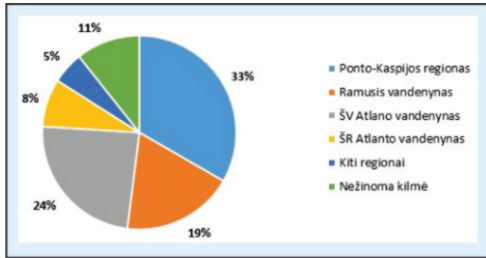
Straipsnyje nagrinėjama rūšių introdukcijos įvykių dinamika Baltijos jūros regione atsižvelgiant į laikotarpį (nuo 2000 m.) ir introdukcijos būdą (balastiniai vandenys, biologinis apaugimas, introdukcija iš kaimyninių šalių ir t. t.).

REZULTATAI IR DISKUSIJA

Svetimkraščių rūšių plitimas Baltijos jūroje. Šiuo metu Baltijos jūroje užregistruota 220 svetimkraščių ir kriptogeninių (kai kilmė nėra tiksliai nustatyta – vietinė ar atkeliauvo dėl žmonių veiklos) rūšių, įtrauktų į 603 introdukcijos įvykius (Carlton, 2009; *AquaNIS*, 2021). Naujų SR,



3 pav. Svetimkraščių rūšių introdukcijos būdai Baltijos jūros regione įvairiais laikotarpiais
Fig. 3. Distribution by spreading pathway of non-indigenous species in the Baltic Sea



4 pav. Svetimkraščių rūšių pasiskirstymas pagal kilmės regioną Baltijos jūroje nuo 2000 m.

Fig. 4. Distribution by native origin of non-indigenous species in the Baltic Sea since 2000

kurios į Baltijos jūrą introdukuotos nuo 2000 m., analizė parodė, kad 2000–2020 m. laikotarpiu iš viso užfiksuotos 106 SR, susijusios su 186 introdukcijos įvykiais. Pastebėta, kad į vieną iš Baltijos jūros šalių introdukuota SR keliauja toliau ir per penkerius ar daugiau metų aptinkama jau ir kaimyninėse šalyse. Pagal *AquaNIS* duomenis didžioji dalis Baltijos jūros šalių teritoriniuose vandenyse paplitusių SR priklauso: nariuotakojams (43 %), žieduotosioms kirmėlėms (15 %), chordiniams / stuburiniams (10 %), moliuskams (10 %) ir rudadumbliams (5 %). Tikrinta hipotezė, ar pelaginę vystymosi stadiją turinčių SR yra didesnis potencialas plisti balastiniais vandenimis. Tam atlikta introdukuotų rūšių biologinių savybių ir charakteristikų analizė. Nustatyta, kad iš 106 SR, kurios XXI a. paplito Baltijos jūros regione, 63 % jų vystymosi proceso metu turi pelaginės lervos, kiaušinėlių ar kt. stadijas, o likusios 28 (37 %) SR jos neturi. Taip pat išsiaiškinta, kad 37 (34 %) jų, tikėtina, atgabentos su laivų balastiniais vandenimis ar balastinių tankų (angl. *ballast tank*) (cisternų)

nuosėdomis. Nustatyti du pagrindiniai SR plitimo Baltijos jūroje būdai (nuo 2000 m.): iš kaimyninių šalių (38 %) ir pernešant laivais (37 %) (2 pav.). Pirmasis būdas apibūdinamas kaip „natūralus rūšies plitimas iš kaimyninių šalių“, pvz., kai SR iš jų regionų pernešamos vandens srovėmis (dažniausiai iš Šiaurės jūros). Kitas būdas – laivyba, kai SR pernešamos su laivų balastiniais vandenimis ar per jų tankų nuosėdas bei laivų korpusų biologinį apaugimą. Galimi ir kiti būdai (3 pav.) – kanalai ir su akvakultūra susijusi ūkinė veikla. Pastebėta, kad nuo 2011 m. Baltijos jūroje SR, kurių introdukcija siejama su balastiniu vandeniu ir nuosėdomis, besikaupiančiose laivų balastiniuose vandenyse, skaičius mažėja. Tai gali būti susiję su Tarptautinės jūrų organizacijos (angl. *International Maritime Organization*, IMO) *Laivų balastinių vandenų konvencijos* (2007 m.) (IMO, 2007) vienu iš reikalavimų – prieš laivui įplaukiant į uostą, 200 jūrmylių atstumu nuo kranto būtina iš dalies pakeisti balastinį vandenį. Galimai šios prevencinės priemonės pradeda veikti ir prisideda prie SR migracijos prevencijos. Vis dėlto SR, kurių plitimo būdas priskiriamas prie „introdukcijos iš kaimyninių šalių“ dalies, skaičius pastebimai didėja (3 pav.). Į vieną iš Baltijos jūros regiono šalių introdukuotos SR toliau plinta į kaimynines šalis. Vienas tokių pavyzdžių – dvigeldžio moliusko *Rangia cuneata* plitimas. Pirmą kartą jis buvo aptiktas 2010 m. Aistmarėse,

vėliau – Lenkijos (2011 m.) ir Lietuvos (2013 m.) Baltijos jūros teritoriniuose vandenyse. Na, o 2016–2017 m. ši rūšis jau aptikta Vokietijos ir Švedijos teritoriniuose vandenyse (Solovjova ir kt., 2019; AquaNIS, 2021).

Svetimkraščių rūšių kilmės regionas. Išanalizavus Baltijos jūroje introdukuotų rūšių kilmės duomenis nustatyta, kad dominuojantis SR kilmės regionas per pastaruosius dvidešimt metų – Ponto-Kaspijos regionas (4 pav.), t. y. jos galėjo atkelti iš Juodosios ir (ar) Kaspijos jūros regiono (33 %). Kiti vyraujantys kilmės regionai – Šiaurės Vakarų Atlanto (24 %) ir Šiaurės Vakarų Ramiojo vandenyno (19 %). Kai kurių rūšių kilmė nežinoma (11 %), jos priskirtos prie kategorijos „Kiti regionai“. Palyginus šiuos duomenis su E. Leppakoski'o ir S. Olenin'o 2000 m. atliktos Baltijos jūros SR analizės duomenimis, galima daryti išvadą apie procentinį kilmės pasiskirstymą ir plitimo tendencijas nuo 1900-ųjų: Ponto-Kaspijos – 24 %, Šiaurės Amerikos – 30 %, Ramiojo vandenyno – 13 %, kitų regionų – 15 % ir nežinomos kilmės – 5 % (Leppakoski, Olenin, 2000).

Balastinių vandenų tyrimai. Norint sumažinti SR introdukcijos tikimybę laivybos keliais, būtina užtikrinti tinkamus balastinio vandens mėginių ėmimo protokolus ir analizės metodus bei numatyti veiksmų planą, kai laivo balastiniame vandenyje aptinkama kenksmingų vandens organizmų ar patogenų (to-

liau – KVOP) (Gollasch ir kt., 2002; Olenin ir kt., 2016 a; Olenin ir kt., 2016 b). Problemos valdymas reikalauja moksliniais tyrimais pagrįstų sprendimų. Šiuo metu pasaulyje jau kuriamos, testuojamos ir laivuose taikomos įvairios balastinio vandens valymo sistemos. Pagal *Tarptautinę laivų balastinio vandens ir nuosėdų kontrolės ir valdymo konvenciją* (IMO, 2007 m.) nuo 2024 m. visi laivai privalės įsidiesti balastinio vandens valymo sistemas, kurių veikimas ir valymo kokybė turės atitikti BVTK standartus.

Atsižvelgiant į balastinių vandenų valdymo strategiją, aptikus juose kenksmingų organizmų ir patogenų svarbu kuo greičiau siųsti perspėjimo signalą visoms atsakingoms institucijoms (Early ir kt., 2016). Vienas iš problemos sprendimo būdų galėtų būti tinkamas atviros prieigos duomenų ir greitų KVOP aptikimo metodų derinio panaudojimas. Tarptautinio projekto „Invazinių rūšių valdymo strategijos sukūrimas Baltijos jūros regione siekiant sumažinti jų patekimo riziką laivybos keliu“ (COMPLETE, 2017–2020 m.), kuris buvo vykdomas kartu su kitomis Baltijos jūros regiono šalimis, metu aptarta ir suderinta ankstyvojo perspėjimo sistemos struktūra. Ją turi sudaryti mažiausiai trys tarpusavyje susiję elementai: KVOP aptikimas, išpėjamas signalas ir reagavimo priemonės. Aptikus KVOP uostuose ir aplinkinėse akvatorijose apie

kritines biologines sąlygas būtina laiku įspėti atsakingas aplinkos apsaugos ir sveikatos priežiūros institucijas bei laivus, kad dėl tikėtino KVOP patekimo į balastinius tankus tam tikrose zonose jie neimtų balastinio vandens (Magaletti ir kt., 2018). Didžiąją dalį vandens biologinės apsaugos tyrimų, siekiant aptikti ir identifikuoti laivais atkeliaujančius kenksmingus vandens organizmus ir patogenus, atliko Australijos, Jungtinių Amerikos Valstijų bei Naujosios Zelandijos mokslininkai (Verna ir kt., 2016; Clarke ir kt., 2017).

Laikantis COMPLETE projekto išsikeltų tikslų ir siekiant tinkamai įgyvendinti BVTK konvencijos reikalavimus, 2014–2020 m. buvo vykdomas projektas „Kenksmingų vandens organizmų ir patogenų aptikimo ir rizikos vertinimo sistemos sukūrimas“ (DORAS). Jo tikslas – atsižvelgiant į laivybą kaip potencialų kenksmingų vandens organizmų ir patogenų plitimo vektorių, ištirti jų patekimo į vandens ekosistemas riziką ir įvertinti esamą balastinių vandenų biologinės apsaugos būklę. Projekto metu įvertinti kenksmingų vandens organizmų ir patogenų patekimo į uosto ir šalia jo esančių teritorijų aplinką būdai, nustatyta jų žala ekonomikai, ekologijai, socialinėms ir kultūrinėms vertybėms bei sukurta ankstyvojo perspėjimo komunikacijos schema, kuri užtikrintų kenksmingų vandens organizmų ir patogenų plitimo prevenciją. Projekto DORAS vykdymo metu

biologinės įvairovės balastiniuose vandenyse tyrimui sukurti tėkmės citometrijos ir genetinių stebėsenos metodų taikymo protokolai.

IŠVADOS

Apžvelgus balastiniais vandenimis plintančių svetimkraščių rūšių duomenis apie jų kilmę, perkėlimo ir paskleidimo įvykius ir būdą, nustatyta, kad vyrauja du pagrindiniai introdukcijos būdai: 1) SR perdavimas ir paskleidimas per laivų balastinius vandenius; 2) SR introdukcija iš kaimyninių šalių. Nustatyta, kad nuo 1900-ųjų pagrindiniai SR kilmės regionai – Ponto-Kaspijos ir Šiaurės Vakarų Atlanto. Pastebėta, kad pastarąjį dešimtmetį svetimkraščių rūšių, kurios galėtų plisti balastiniais vandenimis, skaičius mažėja. Pateiktos tolesnių balastinių vandenų tyrimų gairės.

Padėka. Straipsnis parengtas įgyvendinant 2014–2020 m. Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 9 prioriteto „Visuomenės švietimas ir žmogiškųjų išteklių potencialo didinimas“ 09.3.3-LMT-K-712 priemonę „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per praktinę mokslinę veiklą“. Projektą finansuoja Europos Sąjungos socialinis fondas – projekto Nr. 09.3.3-LMT-K-712-19-0083 (G. Srėbalienė) bei programa „Interreg Baltic Sea Region“ – projektas COMPLETE (2017–2020) (S. Olenin, A. Narščius).

Literatūra

- AquaNIS. Information system on Aquatic Non-Indigenous and Cryptogenic Species. Prieiga internete: <http://www.corpi.ku.lt/databases/aquanis> (žiūrėta 2021-06-03).
- Cardeccia, A., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Galil, B., Gollasch, S., Minchin, D., Narščius, A., Olenin, S., Ojaveer, H. Assessing biological invasions in European Seas: biological traits of the most widespread non-indigenous species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2016, p. 1–12.
- Carlton, J. T. Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time. In: Rilov G., Crooks J. (Eds.) *Biological Invasions in marine ecosystems: ecological, management and geographic perspectives*. Ecological Studies 204. Heidelberg, Germany: Springer, 2009, p. 16–56.
- Clarke, S., Hollings, T., Liu, N., Hood, G. Robinson A. Biosecurity risk factors presented by international vessels: a statistical analysis. *Biological Invasions*, 2017, nr. 19 (10), p. 2 837–2 850.
- Early, R., Bradley, B. A., Dukes, J. S., Lawler, J. J., Olden, J. D., Blumenthal, D. M., Gonzalez, P., Grosholz, E. D., Ibanez, I., Miller, L. P., Sorte, C. J. B., Tatem, A. J. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature communications*, 2016, nr. 7 (1), p. 1–9.
- European Commission. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union*, 2008, nr. 164, p. 19–40.
- Galil, B. S., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Minchin, D., Narščius, A., Ojaveer, H., Olenin, S. International arrivals: widespread bioinvasions in European Seas. *Ethology Ecology & Evolution*, 2014, nr. 26 (2–3), p. 152–171.
- Ghosh, S., Rubly, C. Seafarers' perceptions of training towards compliance with the Ballast water management (BWM) convention. *Australian Journal of Maritime and Ocean Affairs*, 2017, nr. 9 (3), p. 191–211.
- Gollasch, S., MacDonald, E., Belson, S., Botnen, H., Christensen, J. T., Hamer, J. P., Houvenaghel, G., Jelmert, A., Lucas, I., Masson, D., McCollin, T., Olenin, S., Persson, A., Wallentinus, I., Wetsteyn, L. P. M. J., Wittling, T. Life in ballast tanks. In *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management*, Dordrecht, Springer, 2002, p. 217–231.
- International Maritime Organisation (IMO). Guidelines for Risk Assessment Under Regulation A-4 of the BWM Convention (G7). IMO, *Marine Environment Protection Committee, Resolution MEPC*, 2007, nr. 162 (56).
- Khandeparker, L., Anil, A. C. Global Concerns of Ship's Ballast Water Mediated Translocation of Bacteria. In *Marine Pollution and Microbial Remediation* (com. E. Magaletti, F. Garaventa). Singapore: Springer, 2017, p. 255–262.
- Leppäkoski, E., Olenin, S. Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea. *Biological Invasions*, 2000, no. 2 (2), p. 151–163.
- Magaletti, E., Garaventa, F., David, M., Castriota, L., Kraus, R., Luna, G. M., Silvestri, C., Forte, C., Bastianini, M., Falautano, M., Maggio, T., Rak, G., Gollasch, S. Developing and testing an Early Warning System for Non Indigenous Species and Ballast Water Management. *Journal of Sea Research*, 2018, no. 133, p. 100–111.
- Narščius, A., Olenin, S., Zaiko, A., Minchin, D. Biological invasion impact assessment system: from idea to implementation. *Ecological Informatics*, 2012, nr. 7 (1), p. 46–51.
- Ojaveer, H., Olenin, S., Narščius, A., Florin, A. B., Ezhova, E., Gollasch, S., Jensen, K. R., Lehtiniemi, M., Minchin, D., Normant-Saremba, M., Stråke, S. Dynamics of biological invasions and pathways over time: a case study of a temperate coastal sea. *Biological Invasions*, 2017, no. 19 (3), p. 799–813.

- Olenin, S., Narščius, A., Minchin, D., David, M., Galil, B., Gollasch, S., Zaiko, A. Making non-indigenous species information systems practical for management and useful for research: an aquatic perspective. *Biological Conservation*, 2014, nr. 173, p. 98–107.
- Olenin, S., Narščius, A., Gollasch, S., Lehtiniemi, M., Marchini, A., Minchin, D., Srėbaliėnė, G. New arrivals: an indicator for non-indigenous species introductions at different geographical scales. *Frontiers in Marine Science*, 2016 a, nr. 3, p. 208.
- Olenin, S., Ojaveer, H., Minchin, D., Boelens, R. Assessing exemptions under the ballast water management convention: preclude the Trojan horse. *Marine pollution bulletin*, 2016 b, nr. 103 (1), p. 84–92.
- Sherman, K., Duda, A. M. Large marine ecosystems: an emerging paradigm for fishery sustainability. *Fisheries*, 1999, nr. 24 (12), p. 15–26.
- Solovjova, S., Samuilovienė, A., Srėbaliėnė, G., Minchin, D., Olenin, S. Limited success of the non-indigenous bivalve clam *Rangia cuneata* in the Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea and the Curonian Lagoon. *Oceanologia*, 2019, no. 61 (3), p. 341–349.
- Srėbaliėnė, G. *Biologinių invazijų poveikio jūrų ekosistemoms kiekybinis vertinimas*. Daktaro disertacija. Klaipėda, 2019, 173 p.
- Verna, D., Harris, B. Review of ballast water management policy and associated implications for Alaska. *Marine Policy*, 2016, nr. 70, p. 13–21.

Summary

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ALIEN SPECIES INTRODUCTIONS INTO THE BALTIC SEA

The aim of this work is to review the data on alien species that spread due the ballast water, after analyzing the data, we assessed their distribution trends and identify their countries of origin, and provide guidance for further research on ballast water. The data analyzed in the work are collected in the database of alien and cryptogenic species AquaNIS, which collects data on the occurrence events of the species, their origin, method of propagation, and biological properties. All geographic information is arranged in a hierarchical order ranging from oceans, ocean sub-regions, LMEs, sub-regions of LMEs to smaller entities. In addition, AquaNIS gathers and disseminates information on environmental tolerance limits, availability of molecular data for identification, habitats. Moreover, the information system is equipped with a structured “search” function that allows for retrieving and organizing data by multiple and complex search criteria.

The results of this research allowed us to identify and describe the dynamics of the

distribution vectors of species introduced in the Baltic Sea region. According to the analysis of non-indigenous species on their native origin, the results showed that in the last 20 years non-indigenous species from Ponto–Caspian region were dominating. 33 % of non-indigenous species had either the Black or Caspian Sea as their native region. The second dominating origin was the Northwest (NW) Atlantic (24 %), Northwest (NW) Pacific (19 %), while Northeast (NE) Atlantic origin constituted only 6 % of the non-indigenous species origin. For some species, the origin was unknown (11 %) and in the case the native region was different (different from Ponto–Caspian, NW Atlantic, NW Pacific) they were assigned as “Others” (5 %). The spread from the neighboring countries and shipping from the North Sea can be considered to be responsible for most of the currently widespread non-indigenous species. Other possible pathways include canals, culture activities and aquarium trade. The number of alien species that could spread through ballast water has been declining over the past decade.