



13-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų  
konferencija

## **JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2020**

**Konferencijos medžiaga**

2020 spalio 7–9 d.  
Klaipėda

**KONFERENCIJOS ORGANIZATORIUS**



Klaipėdos universiteto  
Jūros tyrimų institutas

Leidinyje pateikiama 13-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2020“, vykusios 2020 metų spalio 7–9 dienomis Klaipėdoje, medžiaga.

Leidinio bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos nacionalinės Martyno Mažvydo bibliotekos Nacionalinės bibliografijos duomenų banke (NBDB).

© Klaipėdos universitetas, 2020

ISSN 2669-2147

***MOKSLINIS KOMITETAS***

prof. dr. Albertas Bitinas  
dr. Nerijus Blažauskas  
doc. dr. Indrė Brasaitė  
prof. dr. Darius Daunys  
prof. dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė  
prof. dr. Jolanta Janutėnienė  
doc. dr. Loreta Kelpšaitė-Rimkienė  
doc. dr. Jūratė Lesutienė  
doc. dr. Rima Mickevičienė  
doc. dr. Nerijus Nika  
prof. habil. dr. Sergej Olenin  
doc. dr. Renata Pilkaitytė  
doc. dr. Paulius Rapalis  
prof. dr. Diana Šaparnienė  
prof. dr. Vasilijus Safronovas

***ORGANIZACINIS KOMITETAS***

dr. Arūnas Balčiūnas, Eglė Baltranaitė, dr. Evelina Grinienė, Simona Mačiukaitė, Rosita Milerienė, dr. Aleksas Narščius, dr. Greta Srėbaliėnė, dr. Sergej Suzdalev, dr. Viktorija Vaitkevičienė

***KONFERENCIJOS PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA RECENZAVO MOKSLINIO KOMITETO NARIAI***

***LEIDINĮ REDAGAVO:*** dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė, Rosita Milerienė

***LEIDINIO VIRŠELIS:*** Vitalija Gasiūnaitė

Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga

*GENERALINIS KONFERENCIJOS RĖMĖJAS*

# ERGO

*KONFERENCIJOS RĖMĖJAI*

The logo for GeoBaltic features a yellow and green waveform icon on the left, followed by the text "GeoBaltic" in blue. A thin yellow and green horizontal line underlines the text.

The logo for GEO CONSULTING features the word "GEO" in a large, blue, serif font. A 3D wireframe cube is positioned above the letter "O". Below "GEO" is the word "CONSULTING" in a smaller, blue, sans-serif font.

**InGeo**  

---

**Geologiniai tyrimai**

The logo for ARMGATE features a stylized orange and brown geometric symbol on the left, followed by the word "ARMGATE" in a bold, brown, serif font.

**GARANT**  
**GROUP**   
**ON BOARD WITH SOLUTIONS**

## TURINYS

<b>PRATARMĖ .....</b>	<b>12</b>
<b>Jurga Bagdzevičienė, Audronė Bliujienė, Evaldas Babenskas, Gediminas Petrauskas, Sergej Suzdalev, Ričardas Taraškevičius, Irma Vybernaitė-Lubienė .....</b>	<b>13</b>
Vario lydinių archeometriniai tyrimai: naujos metodologinės įžvalgos	
<b>Arūnas Balčiūnas, Viktorija Sabaliauskaitė, Evelina Grinienė, Jovita Mėžinė, Simona Balčiūnienė .....</b>	<b>17</b>
Mikroplastiko tyrimai Kuršių marių Lietuvos Respublikos teritorijos vandenyje	
<b>Albertas Bitinas.....</b>	<b>21</b>
Kuršių ir Vyslos nerijų geologinės sandaros ir raidos ypatumai: panašumai ir skirtumai	
<b>Modestas Bružas, Julius Morkūnas .....</b>	<b>24</b>
Jūros paukščių priegauda Lietuvos Baltijos priekrantėje 2018–2019 metų žiemą	
<b>Martynas Bučas, Vaiva Stragauskaitė, Rasa Morkūnė, Julius Morkūnas, Tobia Politi, Paola Fornì, Andrius Skersonas, Marija Kataržytė, Diana Vaičiūtė, Jovita Mėžinė, Jonas Gintauskas, Edvinas Tiškus, Modestas Bružas, Edgaras Ivanauskas, Greta Srėbalienė, Georg Martin .....</b>	<b>28</b>
Maurabragūnų ekologinės reikšmės tyrimai Kuršių mariose: ECOCARPET projekto tarpiniai rezultatai	
<b>Toma Dabulevičienė, Diana Vaičiūtė, Igor Kozlov .....</b>	<b>32</b>
Palydovinių Sentinel-3 ir MODIS jūros paviršiaus temperatūros duomenų palyginimas ir patikra	
<b>Justas Dainys, Linas Ložys, Žilvinas Pūtys, Eglė Jakubavičiūtė .....</b>	<b>35</b>
Kuršių marių žuvų bendrijos būklė	

<b>Asta Daunaravičienė.....</b>	<b>39</b>
<i><sup>137</sup>Cs ir <sup>90</sup>Sr tūrinio aktyvumo ilgalaikių pokyčių Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenyse vertinimas</i>	
<b>Oleksiy Davydov, Vasyli Chaus, Ihor Kotovsky, Mariya Zinchenko .....</b>	<b>42</b>
<i>Strengthening of coastal aeolian landforms within the frontal part of the Kinburn Peninsula</i>	
<b>Oleksiy Davydov, Viktoras Karaliūnas.....</b>	<b>46</b>
<i>Historico-cartographic analysis of forming the washout formations in the coastal systems of non-tidal seas</i>	
<b>Aira Dubikaltienė, Donatas Pupienis, Darius Jarmalavičius, Gintautas Žilinskas, Dovilė Karlonienė.....</b>	<b>50</b>
<i>Pietryčių Baltijos jūros žemyninio kranto paplūdimio sąnašų smėlio dalelių kaita 1993–2018 metais</i>	
<b>Vytautas Eigirdas, Rasa Morkūnė, Julius Morkūnas.....</b>	<b>54</b>
<i>Lietuvoje perinčių didžiųjų kormoranų (<i>Phalacrocorax carbo sinensis</i>) lankomų teritorijų bei migracinės elgsenos nustatymas GPS/GSM siųstuvais</i>	
<b>Greta Gyraitė, Marija Kataržytė, Donata Overlingė, Diana Vaičiūtė, Eglė Jonikaitė.....</b>	<b>59</b>
<i>Mikrobiologinė tarša Lietuvos Baltijos jūros ir Kuršių marių maudyklų vandenyse</i>	
<b>Virgilija Gregorauskienė, Ričardas Taraškevičius .....</b>	<b>62</b>
<i>Chromas Klaipėdos dirvožemyje: kokiais metodais ir kuriose laboratorijose ieškoti</i>	
<b>Zigmantas Gudžinskas, Laurynas Taura .....</b>	<b>67</b>
<i>Svetimžemių ir invazinių augalų rūšių įvairovė, paplitimas ir keliama grėsmė Kuršių nerijos ekosistemoms</i>	
<b>Darius Jakimavičius, Jūratė Kriauciūnienė .....</b>	<b>71</b>
<i>Kuršių marių ledo režimo prognozė XXI amžiuje</i>	

**Rasa Janušaitė, Darius Jarmalavičius, Viktoras Karaliūnas, Laurynas Jukna, Gintautas Žilinskas, Donatas Pupienis ..... 74**

Jūros priekrantės sėklių morfodinamikos įtaka Kuršių nerijos kranto raidai (Preilos pavyzdžiu)

**Eglė Jonikaitė, Marija Kataržytė, J. C. Brandão ..... 78**

Mikromicetų įvairovė ir gausumas Lietuvos pajūrio paplūdimių smėlyje ir vandenyje

**Viačeslav Jurkin, Antanas Dumbrasukas, Erikas Visakavičius ..... 82**

Tarptautinės reikšmės vidaus vandenų kelio E41 skaitmeninio modelio sudarymas Kaunas–Rusnė atkarpoje

**Dovilė Karlonienė, Donatas Pupienis, Aira Dubikaltienė, Darius Jarmalavičius, Gintautas Žilinskas ..... 85**

Sunkiųjų metalų kaita Lietuvos Baltijos jūros paplūdimiuose 2014–2018 metais

**Donalda Karnauskaitė, Arūnas Balčiūnas, Rafal Koba, Viačeslav Jurkin ..... 89**

Vidaus vandenų transporto jungiamasis pakrantės kelias E60 kaip priemonė ekonomikos plėtrai Pietų Baltijos regione

**Marija Kataržytė, Inga Matijošytė, Donata Overlingė, Rimantas Šiekštelė, Jokūbas Krutkevičius, Nerijus Nika ..... 91**

Lietuvos jūros biotechnologijų tarptautinė plėtra naujame COST tinklaveikos OCEAN4BIOTECH projekte

**Karolina Kaziukonytė, Soukaina Elyaagoubi, Artūras Razinkovas-Baziukas ..... 95**

Ekosisteminės paslaugos ir kur jas rasti Nemuno deltoje

**Greta Kilmonaitė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė ..... 99**

Lietuvos jūrinio kranto geomorfologinių parametrų stebėjimo ir vertinimo metodai

**Asta Klimienė, Kristina Baltaragienė, Jurgita Ignotienė ..... 103**

Klimato kaitos vertinimas pagal fenologinius stebėjimus Klaipėdos universiteto botanikos sode

**Asta Klimienė, Ramutis Klimas, Laura Normantė, Liuda Razmuvienė ..... 107**

Aplinką tausojančių augalų panaudojimas jautriose agroekosistemose

**Žilvinas Kregždys, Jelena Fedotova, Tomas Zolubas,  
Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Remigijus Sakas, Marijus Špėgys,  
Deividas Norkus, Gerda Petreikytė, Arvydas Švagždys, Gintautas  
Narvilas..... 111**

Baltijos jūros priekrantės žuvų įvairovė ir mokslinių sugavimų struktūra bei žiobrių versliniai sugavimai

**Jokūbas Krutkevičius, Žydrūnė Deksnytė, Rimantas Šiekštelė,  
Marija Kataržytė, Inga Matijošytė ..... 115**

Poliuretano biodegradacijos tyrimai

**Nadežda Lazareva, Paulius Rapalis, Ričardas Taraškevičius ..... 118**

Kietųjų dalelių nusėdimo intensyvumo ir jų elementinės sudėties tyrimai

**Linas Ložys, Justas Dainys, Žilvinas Pūtys, Eglė Jakubavičiūtė ..... 122**

Žuvų bendrijos būklė Baltijos jūros Lietuvos vandenyse

**Neringa Mačiulevičiūtė-Turlienė, Artūras Bautrėnas, Algimantas  
Česnulevičius, Regina Morkūnaitė, Linas Bevainis ..... 126**

Aeronuotraukų ir automatizuotų antžeminių matavimų taikymas smėlio granulimetrinės sudėties vertinimui

**Lina Marcinkevičiūtė, Jolanta Vilkevičiūtė..... 130**

Ekosisteminės paslaugos Nemuno žemupio ir Pamaro seniūnijose: ūkininkų, verslininkų ir seniūnijų darbuotojų požiūris

**Jovita Mėžinė ..... 134**

Vandens valymo įrenginių išleistų nuotekų sklaida Klaipėdos uoste, Kuršių mariose ir Baltijos jūroje



**Jovita Mėžinė, Petras Zemlys, Georg Umgieser .....139**

Erozijos–akumuliacijos zonų Kuršių mariose skaičiavimas, taikant matematinį modelį

**Galyna Minicheva, Martynas Bučas, Vaiva Stragauskaitė, Diana Vaičiūtė, Jonas Gintauskas, Edvinas Tiškus .....144**

Vandens augalų morfofunkcinių savybių taikymo galimybė vertinant vandens kokybę Kuršių mariose

**Regina Morkūnaitė, Judita Navašinskienė, Viktoras Karaliūnas, Artūras Bautrėnas, Neringa Mačiulevičiūtė-Turlienė .....149**

Kuršių nerijos šiluminį režimą įtakojantys faktoriai ir jų analizė taikant nuotolinius ir antžeminius metodus

**Rasa Morkūnė, Egidijus Bacevičius, Vytautas Eigirdas, Julius Morkūnas .....154**

Didžiųjų baltųjų garnių ir pilkųjų garnių gausos dinamika ir mitybos ypatumai Lietuvos žuvininkystės ūkių tvenkiniuose

**Rasa Morkūnė, Airida Janavičiūtė, Algimantas Petraitis, Žilvinas Kregždys, Deividas Norkus, Marijus Špėgys, Tomas Zolubas, Julius Morkūnas .....157**

Naujai įsikūrusios kormoranų kolonijos Lietuvos pajūryje ir invazinio juodažiočio grundalo poveikis versliniams žuvų ištekliams

**Lukas Norkevičius .....160**

Kriogeninių talpų sumontuotų laivapriekyje įtaka skirtingų geometrinių charakteristikų jūrų uostų vilkikų eigumui

**Sergej Olenin, Andrius Šiaulys, Aleksej Šaškov, Aurelija Samuilovienė, Darius Daunys, Diana Vaičiūtė, Edvinas Tiškus, Martynas Bučas, Saulė Medelytė, Tomas Ruginis .....166**

Špicbergeno priekrantės buveinių ir borealinių rūšių tyrimai: pirmieji rezultatai

**Donata Overlingė, Marija Kataržytė, Diana Vaičiūtė, Greta Gyraitė, Iveta Gečaitė, Eglė Jonikaitė, Hanna Mazur-Marzec.....172**

Melsvabakterės ir jų gaminami cianotoksinai Lietuvos priekrantės maudyklose

**Tatjana Paulauskienė, Ali Ugurcan Karasu.....176**

Celiuliozės aerogeliai: gamyba, tyrimas ir taikymas naftos produktų surinkimui nuo vandens paviršiaus

**Vytautas Pilipavičius .....180**

Žemės ūkio vystymas Nemuno deltos polderių teritorijoje globalios klimato kaitos kontekste

**Donatas Pupienis, Aira Dubikaltienė, Darius Jarmalavičius, Gintautas Žilinskas, Dovilė Karlonienė.....184**

Ar geologinė sandara ir neotektoniniai judesiai gali įtakoti kranto zonos sąnašų granuliuotumą sudėtį?

**Žilvinas Pūtys, Linas Ložys, Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė.....188**

Žuvų bendrijos ir jų eksploatavimo poveikis didelio produktyvumo vandens telkiniuose: Kuršių ir Kauno marios

**Tomas Rimkus .....192**

Pirmieji gyventojai prie Baltijos ledyninio ežero ir Joldijos jūros krantų: Aukštumalos akmens amžiaus gyvenvietės ir jų vieta Lietuvos kranto zonos pirminio apgyvendinimo kontekste

**Audra Skaisgirienė, Alydas Nikolajus .....196**

Druskingumo įtaka veikliajam dumblui aerobiniuose procesuose

**Greta Srėbalienė, Sergej Olenin, Evelina Grinienė, Greta Gyraitė, Aleksas Narščius.....200**

Laivų balastinių vandenų tyrimai Lietuvoje: poreikis bei galimybės

**Dalia Marija Stančienė.....203**

Jūrinio kultūros paveldo *sacrum* ir *profanum*: tapatybės konstravimas ir marginalizmo etika

**Arūnas Stirkė, Henri Gerken, Kamilė Jonynaitė.....207**

Impulsinio elektrinio lauko poveikis gėlavandenių ir jūrinių mikrodumблиų ląstelėms

<b>Vaiva Stragauskaitė, Martynas Bučas .....</b>	<b>210</b>
Maurabragūnų oosporų pasiskirstymas Kuršių mariose	
<b>Sergej Suzdalev, Valdas Langas, Galina Garnaga-Budrė.....</b>	<b>214</b>
Farmacinės medžiagos Lietuvos pajūrio regiono nuotekų valyklose ir vandens telkiniuose	
<b>Arvydas Švagždis .....</b>	<b>219</b>
Ungurių matmeninė-amžinė struktūra Lietuvos vidaus ir tarpiniuose telkiniuose	
<b>Artūras Tadžijėvas, Audrius Senulis, Deivydas Šapalas, Marius Vasylius, Arminas Štuopys, Giedrius Šilas .....</b>	<b>224</b>
Daugiatankės mineralinės vatos tvirtinimo smeigių laikomosios gebos tyrimas	
<b>Edvinas Tiškus, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas .....</b>	<b>229</b>
Makrofitų išteklių pokyčių vertinimas pasitelkiant palydovinius duomenis	
<b>Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas, Marija Kataržytė, Jolita Petkuvienė, Edvinas Tiškus, Jonas Gintauskas, Toma Dabulevičienė, Mariano Bresciani, Claudia Giardino, Tiit Kutser, Marco Bartoli, Igor Kozlov</b>	<b>231</b>
Inovacijos Lietuvos vandens telkinių aplinkos būklės vertinime	
<b>Kristina Viršilaitė, Donatas Pupienis .....</b>	<b>235</b>
Plūsmo srauto ribos nustatymo galimybių apžvalga Pietryčių Baltijos jūros paplūdimiuose	
<b>Tomas Zolubas, Deividas Norkus, Marijus Špėgys, Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Žilvinas Kregždys, Remigijus Sakas, Jelena Fedotova, Gerda Petreikytė, Gintautas Narvilas, Arvydas Švagždis .....</b>	<b>239</b>
Baltijos jūros Lietuvos priekrantės žuvų bendrijų ir pagrindinių Baltijos jūros verslinių žuvų rūšių išteklių būklės vertinimas, panaudojant jūrų strategijos pagrindų direktyvos žuvų rodiklius	
<b>Autorių sąrašas .....</b>	<b>243</b>

## PRATARMĖ

Tuo tarpu, kai Europa ima žaliąjį kursą, mes nuosekliai laikomės savojo – mėlynojo – kurso. Bet tai, anaiptol, nereiškia, kad tolstame nuo Europos strateginių siekių. Kaip rašoma Europos žaliojo kurso komunikate, „siekiant sumažinti įvairialypę ES žemės ištekliams tenkančią našą ir kovoti su klimato kaita, pagrindinis vaidmuo teks tvariai mėlynajai ekonomikai“<sup>1</sup>.

Ateities ekosisteminės paslaugos, mėlynosios biotechnologijos, gamtos procesais grįstų sprendimų paieška, technologijų akvakultūrai vystymas, nuotoliniai vandens telkinių būklės stebėjimo metodai, jūrinės energetikos plėtra, vandens transporto autonominio valdymo koncepcijos – tai tik keletas su mėlynąja ekonomika siejamų raktažodžių, kurių daugumą rasite ir šiame konferencijos pranešimų leidinyje. Akivaizdu, kad „mokslas nedaromas dėl mokslo“, o Lietuvos jūrų mokslininkai ir tyrėjai yra pasirengę spręsti realius iššūkius, kylančius jūros, laivybos, uosto pramonės įmonėms ne tik dėl didėjančių reikalavimų taršai mažinti, bet ir dėl būtinybės išlikti konkurencinėje kovoje, į kurią specifikos įnešė dar ir COVID-19 pandemija.

Koronavirusas sujaukė ir mūsų, konferencijos organizatorių, planus. Lietuvos jūros mokslo ir technologijų bendruomenės „gyvų“ diskusijų forumu tapusi konferencija priversta keltis į virtualią erdvę. Atrodytų, kad skaičius „13“ iššovė savo magiškąjį užtaisą...

Sveiki atvykę į 13-ąją nacionalinę virtualią jūros mokslų ir technologijų konferenciją JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2020!

*dr. Viktorija Vaitkevičienė*

## **VARIO LYDINIŲ ARCHEOMETRINIAI TYRIMAI: NAUJOS METODOLOGINĖS IŽVALGOS**

**Jurga Bagdzevičienė<sup>1,2</sup>, Audronė Bliujienė<sup>1</sup>, Evaldas Babenskas<sup>1</sup>,  
Gediminas Petrauskas<sup>1,3</sup>, Sergej Suzdalev<sup>1,4</sup>, Ričardas  
Taraškevičius<sup>1,4</sup>, Irma Vybernaitė-Lubienė<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Baltijos regiono istorijos ir archeologijos institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Prano Gudyno Restauravimo centras, Lietuvos dailės muziejus, Vilnius, <sup>3</sup>Archeologijos skyrius, Nacionalinis Lietuvos muziejus, Vilnius, <sup>4</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

*jbagdzeviciene@gmail.com*

**Ivadas.** Didžiausią Lietuvos I tūkst. po Kr. spalvotųjų metalų radinių dalį sudaro papuošalai pagaminti iš vario lydinių. Tai viena iš patraukliausių archeologinių radinių grupių – nuo metalinių puošmenų išplitimo bronzos amžiaus pabaigoje iki valstybės susidarymo XIII a. viduryje, kuri geriausiai atspindi Lietuvos teritorijoje gyvenusių žmonių savastį (Bliujienė, 2015). Papuošalų ištis turime daugybę, bet technologiniu požiūriu jie menkai tyrinėti. Šiandieną apie vario lydinių metalurgiją Lietuvoje turime skurdžius, nesusistemintus archeometrinius tyrimų duomenis, kurie dėl skirtingų tyrimo metodų, o taip pat neaprašytų metodikų yra sunkiai lygintini tarpusavyje.

Nuo 2019 m. Lietuvos mokslo taryba (LMT) finansuoja Klaipėdos universiteto Baltijos regiono istorijos ir archeologijos instituto vykdomą projektą *I tūkstantmečio po Kr. vario lydinių metalurgijos ir technologijų progreso tyrimai visuomenės socioekonominės raidos kontekste*. Projekte, taikant rentgeno spindulių fluorescencijos (XRF) ir induktyviai susietos plazmos masių spektrometrijos (ICP-MS) metodus, numatyta iširti per 2800 vario lydinių dirbinių elementinę sudėtį. Išsamūs archeometriniai tyrimai leis pagal legiruojančius elementus tirtus lydinius sugrupuoti į metalurgines grupes, išryškinti vario lydinių grupių sąsajas su dirbinių tipologija, chronologija ir stilistinių bruožų kaita, taip pat identifikuoti svarbiausius amatų centrus ir mainų kryptis bei metalurgijos ir technologijų progreso procesus susieti su visuomenės socioekonominė raida.

Šiame straipsnyje pateikiame 19-os archeologinių radinių lydinių sudėties tyrimų rezultatus, gautus naudojant portatyvų ir stacionarų rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometrus (XRF). Šių XRF spektrometrų rezultatų sugretinimas būtinas, kadangi didžioji dalis radinių projekto apimtyje bus tiriami muziejų saugyklose naudojant portatyvią įrangą. Tyrimo tikslas yra atskleisti: kokios apimties ir informatyvumo žinias apie radinių cheminę sudėtį

gauname naudodami skirtingas XRF įrangas; kiek informatyviosios vertės dera tarpusavyje; kokie pavojai slypi interpretuojant rezultatus.

**Tyrimo objektas ir metodai.** Cheminės sudėties bandymams archeologai pagal chronologiją ir tipologiją atrinko 19 radinių, rastų tiriant Bilionių piliakalnį (Šilalės raj.): 12 Romos imperijos monetų, sestercijų; 2 kabučiai; 4 segės; apskrita plokštelė, kuri hipotetizuota kaip lydinio žaliava. Radiniai buvo tiriami tik po pirminio paviršiaus pavalymo mediniais krapštukais ir acetonu, galimai nepašalinus visų archeologinės aplinkos ir/ar korozijos apnašų.

Analizė atlikta nuo radinių paviršiaus dviem skirtingos galios rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometrais (XRF): 1) Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto *stacionariu SPECTRO XEPOS HE* (galia 50 W, įtampa – 60 kV, detektoriaus plotas 20–30 mm<sup>2</sup>, gamintojo SPECTRO Analytical Instruments GmbH kalibracinis modulis "FP alloy F(A)"); 2) UAB „Nepriklausomi tyrimai“ *portatyviu Niton XL3t* (galia 2 W, įtampa – 50 kV, detektoriaus plotas ~ 50 mm<sup>2</sup>, gamintojo Thermo Fisher kalibracinis modulis "General Metals"). Kiekvienas radinys buvo švitinamas bent dviejose vietose, atkartojant jų tyrimus kiekvienu XRF. Tyrimų vietos – numeruojamos ir fotografuojamos, o analizės (švitinimo) laikas buvo skirtingas: Spectro Xepos HE (XHE) – 5–6 minutės, o Niton XL3t (NXL) – 30 sekundžių.

**Rezultatai.** XHE ir NXL įrangomis aptiktų elementų kiekių verčių įvairovė pateikiama 1 pav. Abiem prietaisais nustatyti 8-i elementai surikiuoti vidurkinių kiekių mažėjimo seka. Spalvinė gama, nuo didžiausios (raudona spalva) iki mažiausios (žalia spalva) kiekio vertės, išryškina abiejų įrangų detektavimo (8-ių elementų aibės ribose) panašumus ir skirtumus.

**Rezultatų aptarimas.** Remiantis mėginių analizės protokolų turiniu nustatyta, kad naudojant:

1) *stacionarių Spectro Xepos HE* (XHE), juo bandomų nustatyti (įvardintų protokoluose) cheminių elementų yra 35 (Ag, Al, As, Au, Bi, Br, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hf, In, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Pt, S, Sb, Se, Si, Sn, Ta, Te, Ti, Tl, V, W, Zn ir Zr). Kiekvieno jų kiekio individualios skaitinės reikšmės identifikuotos, nurodant konkrečią vertę: arba viršijančią apatinę aptikimo ribą, arba pačią apatinės aptikimo ribos (intervale tarp 0,0001–0,0010 %) skaitinę vertę. Tirtuose radiniuose „žemiau“ apatinės aptikimo ribos neaptikti tik Te, Ta, W, Pt ir Tl;

2) *portatyvių Niton XL3t* (NXL), standartiniame protokole nurodomų elementų skaičius siekė 23 (Ag, Al, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Sb, Se, Sn, Ti, V, W, Zn ir Zr). Kiekvieno jų kiekio individualios skaitinės reikšmės buvo identifikuotos tik tuo atveju, kai viršijamos apatinės aptikimo ribos vertės. Skirtingai negu XHE atveju, NXL protokoluose

konkrečios jų apatinės aptikimo vertės nepateikiamos, o apsiribojama žyme " $<LOD$ ". Ištyrus radinius aptikta, kad efektyvus nuolat nustatomų elementų skaičius tesiekė 8 vienetus. Tarp jų tebuvo tik Ag, Au, Cu, Fe, Pb, Sb, Sn ir Zn. Visų kitų elementų kiekiai buvo pažymėti kaip esantys žemiau apatinės aptikimo ribos " $LOD$ ".

Sugretinę XHE ir NXL rezultatų eiles (1 pav.), pastebime akivaizdų jų nevienareikšmiškumą. NXL „nemato“ visos eilės elementų, o tą „nematomą“, bet realiai esantį jų (ypač Si, Al, Mg, Ca, Ti, Mn, Zr, kurie akumuliuoti iš archeologinės aplinkos radinių paviršiuje) kiekį programinė įranga „kompensuoja“ jos aptinkamų (mūsų atveju tiksliai 8) elementų kiekius perskaičiuodama į 100 % sumą. Kiek NXL perskaičiavimas koreliuoja su XHE rezultatais parodo spalvine gama išreikštas absoliučių Cu, Sn, Pb, Fe, Zn, Sb ir Ag kiekių, aptiktų abiem prietaisais, sugretinimas. Abiem prietaisais gautos elementų kiekių sekos turi nemažai bendrų bruožų, bet jos nėra tapačios. Ši aplinkybė nėra anksčiau nagrinėta nei vieno tyrėjo, naudojančio portatyvią XRF įrangą.

Rezultatų netapatumas iškelia esminį klausimą: kokias elementų reikšmes pasirinkti, norint suskirstyti archeologinius vario lydinių radinius į metalurgines grupes (bronzą, žalvarį ir kt.), pagrįstas realiais jų kiekiais. Patogi naudoti portatyvi XRF įranga, „tematanti“ tik kelis „pagrindinius“ elementus, kuriuos perskaičiuoja į 100 % sumą, teikia klaidinančius duomenis. Ypač tais atvejais, kai tiriame radinių paviršių, kuriame yra susikaupę archeologinės aplinkos cheminiai elementai, nebūdingi pirminei lydinio cheminei sudėčiai. Kitas analogiškų portatyvių XRF trūkumas tas, kad prie 8-ių pateikiamų elementų neįvertinus dar ir kitų indikacinių elementų, tokių kaip As, Bi (Pollard et al., 2018) kiekių, galime neįgyti labai svarbios informacijos, galinčios teikti įžvalgas apie radinių lydinio žaliavos kilmę.

**Išvados.** Pirmą kartą Lietuvoje pateikti ir tarpusavyje palyginti portatyvia ir stacionaria XRF įrangomis išanalizuotų archeologinių radinių rezultatai. Jie išryškino dėsningus gautų rezultatų neatitikimus ir nevienareikšmišką rezultatų interpretavimo galimybę. Nustatyta, kad realiomis kiekių vertėmis aptinkamų elementų skaičius priklauso nuo XRF įrangos galingumo, rentgeno šaltinio sužadavimo parametru bei tyrimo vietos švitinimo laiko. Norint lyginti rezultatus būtinas spektrometru susiejimas naudojant standartines sertifikuotas medžiagas bei recalibracinių kreivių sukūrimas.

Archeologinių radinių iš vario lydinių tikrosios cheminės sudėties pažinimui pasitarnautų naujai įteisinta archeometrinių tyrimų praktika t. y. metalo mėginio ėmimas 0,4–0,7 mm Ø plieniniais gražteliais, kurį atlieka restauratorius įvertindamas tinkamiausią ir saugiausią vietą. Tokiu atveju svarbiu indėliu tiriant lydinių sudėtį gali būti ir ICP-MS panaudojimas,

pasirinkus tinkamus lydinių ardymo rūgštimis metodus, teikiančius galimai didžiausią gausą originalios ir patikimos informacijos apie radinių lydinių cheminę sudėtį. Publikacija parengta vykdant LMT projektą Nr. S-MIP-19-50.

Chronologija	Radnyis	ID	XRF	Cu	Sn	Pb	Fe	Zn	Sb	Ag	Au	Si	Al	P	Mg	Ca	As	S	Ti	Mn	Bi	Ni	
Mironeta	IM_F	IM_F	XRF	69.903	0.185	2.008	4.330	2.583	0.400	0.387													
	IM_F	IM_F	XRF	69.773	0.300	0.695	3.506	1.381	0.907	0.696		14.826	4.233	2.026	0.388	0.581	0.345	0.098	0.225	0.038	0.007		
	IM_10	IM_10	XRF	88.983	0.994	2.876	4.007	2.861	0.173	0.246													
	IM_10	IM_10	XRF	46.000	0.826	1.264	4.359	0.733	0.602	0.989		30.880	8.816	3.498	0.887	0.943	0.239	0.075	0.440	0.086			
	IM_58	IM_58	XRF	81.858	8.103	4.750	2.081	2.675	0.186	0.137													
	IM_75	IM_75	XRF	53.757	14.736	1.740	2.080	1.295	0.711	0.501		16.292	4.075	3.573	0.624	0.561	0.135	0.084	0.099	0.016			
Mironeta	IM_75	IM_75	XRF	23.529	44.659	28.505	2.435	0.159	0.381	0.237													
	IM_75	IM_75	XRF	12.898	69.728	10.010	1.889	0.081	0.563	0.288	0.001	4.272	1.989	2.026	0.183	0.270	0.115		0.122	0.012	0.027	0.012	
	IM_76	IM_76	XRF	86.708	4.974	2.558	2.789	2.119	0.549	0.035													
	IM_76	IM_76	XRF	86.868	12.083	0.870	1.828	0.758	1.301	0.599		10.454	2.504	1.158	0.523	0.183	0.200	0.163	0.082	0.007			
	IM_80	IM_80	XRF	86.850	0.985	1.711	3.141	5.260	0.299	0.068													
	IM_80	IM_80	XRF	67.623	0.868	0.446	1.591	2.946	0.564	0.224		20.656	3.355	0.382	0.698	0.075	0.089	0.342	0.187	0.019			
II a. pab. - III a. vtd.	IM_80	IM_80	XRF	62.442	14.058	17.978	3.335	1.058	0.566	0.040													
	IM_80	IM_80	XRF	44.103	25.420	6.831	3.276	0.579	1.167	0.556		7.971	4.146	5.066	0.456	0.259	0.158		0.080	0.006	0.008		
	IM_88	IM_88	XRF	92.479	0.035	0.037	0.317	7.041	0.058	0.079		7.203	1.794	0.653	0.410	0.063	0.183	0.749	0.061	0.006			
	IM_87	IM_87	XRF	56.963	29.120	6.773	5.664	2.233	0.660	0.360													
	IM_87	IM_87	XRF	37.078	38.460	1.986	4.585	1.049	0.030	0.385		5.015	3.668	5.620	0.301	0.572	0.174		0.088	0.059			
	IM_89	IM_89	XRF	24.265	34.865	38.011	2.313	0.117	0.233	0.192		0.000	8.624	2.116	1.347	0.374	0.155	0.106		0.121	0.008	0.026	0.009
Mironeta	IM_89	IM_89	XRF	16.735	56.088	12.698	1.018	0.046	0.366	0.239													
	IM_89	IM_89	XRF	31.705	40.800	23.802	3.429	0.352	0.438	0.271													
	IM_89	IM_89	XRF	18.485	59.160	7.308	2.243	0.148	0.376	0.250													
	IM_90	IM_90	XRF	30.623	30.111	35.272	2.283	0.875	0.384	0.304													
	IM_90	IM_90	XRF	19.963	46.058	13.068	2.194	0.351	0.632	0.372	0.020	12.281	2.890	1.085	0.565	0.145	0.166		0.214	0.014	0.033	0.011	
	IM_90	IM_90	XRF	55.302	16.508	23.653	1.805	2.550	0.420	0.185	0.051												
III a.	Segė	IM_90	XRF	37.482	39.516	10.549	1.404	1.125	0.870	0.271	0.000	7.795	2.427	3.884	0.248	0.329	0.106		0.052	0.014	0.011	0.015	
	Kabulė	IM_90	XRF	56.097	14.948	22.144	2.832	2.992	0.758	0.288	0.000												
II-IV a.	Kabulė	IM_70	XRF	38.440	25.135	7.130	2.592	1.897	1.230	0.374	0.000	13.040	3.891	4.616	0.487	0.543	0.256	0.020	0.197	0.016	0.002	0.010	
	Kabulė	IM_70	XRF	55.965	23.834	8.083	8.654	2.049	0.700	0.483													
X-XII a.	Segė	IM_90	XRF	47.545	0.711	48.111	2.679	1.930	0.418	0.277	0.000	15.322	3.640	0.937	0.395	0.349	0.510		0.153	0.031	0.088	0.004	
	IM_90	IM_90	XRF	40.580	1.360	30.994	2.352	1.040	1.204	0.712	0.000												
XI-XII a.	Segė	IM_57	XRF	90.858	14.087	19.887	4.226	1.790	0.282	0.360	0.000												
	IM_57	IM_57	XRF	43.539	14.752	6.115	3.140	1.324	0.524	0.401		21.882	4.581	1.275	0.543	0.693	0.254	0.226	0.372	0.072			0.016
XI-XIV a.	Segė	IM_90	XRF	88.799	1.126	32.898	3.574	2.198	0.541	0.071	0.000	32.766	4.408	1.145	0.724	1.098	1.003		0.340	0.083	0.053		
	IM_90	IM_90	XRF	42.440	1.998	17.263	3.574	1.241	1.109	0.471	0.000	37.715	5.710	0.057	0.299	0.522	0.000	0.021	0.228	0.035	0.000	0.001	
Geofonas_LT				0.001	0.000	0.001	1.308	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

*I pav.* Būdingųjų metalų kiekių (%) kaupimosi sekos. Sąvokos ir trumpiniai: Geofonas\_LT – foniniai (gamtiniai) cheminių elementų kiekiai Lietuvos dirvožemiuose; frg – fragmentas.

## Literatūra

- Bluijienė A. 2015. Metalų dirbiniai Lietuvos archeologinėje medžiagoje. Muziejinių rinkinių priežiūra IV dalis, 2 knyga: Archeologinių radinių konservavimas: nuo lauko darbų iki saugojimo muziejuose, 685–740 p., Vilnius.
- Pollard A. M., Bray P., Cuénon, A. et al. 2018. Beyond Provenance: New Approaches to Interpreting the Chemistry of Archaeological Copper Alloys. Leuven University Press.



## MIKROPLASTIKO TYRIMAI KURŠIŲ MARIŲ LIETUVOS RESPUBLIKOS TERITORIJOS VANDENYJE

**Arūnas Balčiūnas, Viktorija Sabaliauskaitė, Evelina Grinienė,  
Jovita Mėžinė, Simona Balčiūnienė**

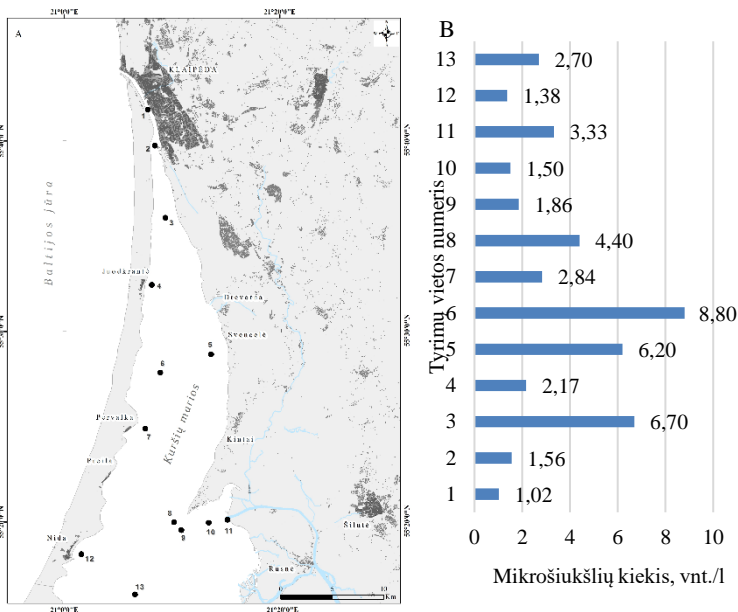
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*arunas.balciunas@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Mikrošiukšlė yra žmogaus apdorota ar pagaminta kieta dalelė, kurios dydis yra nuo 0,1  $\mu\text{m}$  iki 5000  $\mu\text{m}$  (5mm) (JRC, 2019). Mikroplastikas yra dominuojantis mikrošiukšlių tipas pasaulyje (GESAMP, 2015) ir yra skirstomas į *pirminį* ir *antrinį*. Didžioji dalis jūrinės aplinkos taršos mikroplastiku (*antrinis*) yra pasekmė didesnių šiukšlių fragmentacijos dėl UV spinduliuotės, fizinės abrazijos ar oksidacijos (Andrady, 2011; Browne ir kt., 2007), tačiau Boucher, J. ir Friot D. (2017) tyrimas atkreipė dėmesį į *pirminio* plastiko sudėtį pasaulio vandenynuose, kur dominavo mikroplaušas, siejamas su tekstilės pramone.

Atsižvelgiant į žinių trūkumą apie Lietuvos Baltijos jūrą ir kitus paviršinius vandens telkinius teršiančias mikrošiukšles, bei tai, kad mikrošiukšlės yra vienas ir pirminių Gerą Aplinkos Būklę (GAB) pagal Jūrų Strategijos Pagrindų Direktyvą (2008/56/EC) apibūdinančių kriterijų, šis tyrimas buvo skirtas atkreipti dėmesį į pasaulyje vis labiau nagrinėjamą taršos mikroplastiku problematiką ir pristatyti pirmuosius rezultatus apie Kuršių marios teršiančias mikrošiukšles.

**Tyrimo vieta ir metodai.** Atliktas tyrimas apibendrina 2014 m. (N=8) ir 2019 m. (N=13) Kuršių marių Lietuvos Respublikos teritorijoje vandens stulpė esančių mikrošiukšlių analizės rezultatus (1A pav.). Išskyrus istorinius mėginius (2014 m.), patikimumui užtikrinti mėginiai tyrimo vietose buvo imami atliekant trigubus pakartojimus.

Analizės metu naudojami integruoti, vidutiniškai 10 litrų tūrio, vandens stulpo mėginiai, kurių dalis buvo fiksuoti naudojant formalino tirpalą. Mikrošiukšlių dalelėms sukonzentruoti buvo taikytas filtravimas, naudojant 300  $\mu\text{m}$  akies dydžio nerūdijančio plieno filtrą. Formalino tirpale esantys mėginiai (2014 m.) buvo plaunami, naudojant dvigubo distiliavimo (MiliQ) vandenį. Organinė medžiaga buvo šalinama naudojant 30 % koncentracijos vandenilio peroksido ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) tirpalą. Mėginiai buvo peržiūrėti naudojant Nikon SMZ800N binokuliarą su fotografavimo funkcija. Analizės metu nustatytas mikrošiukšlių kiekis buvo perskaičiuotas į kiekį viename litre vandens.



1 pav. Kuršių marių vandenyne esančių mikrošiukšlių tyrimo vietos (A) ir rastų mikrošiukšlių kiekis (B).

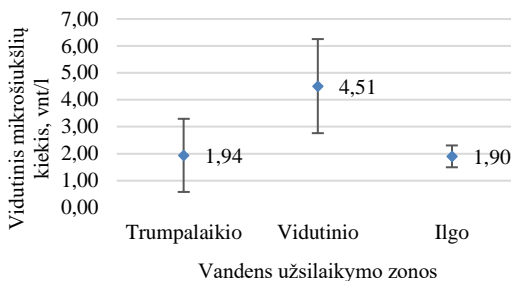
Kuršių marių vandens užsilaikymo zonos buvo pasirinktos vadovaujantis Ferrarin, C. ir kt. (2008) bei Umgiesser, G. ir kt. (2016) nustatytų zonavimu vasaros laikotarpiu. Siekiant įvertinti priklausomybę tarp mikrošiukšlių kiekio bei vandens apykaitos (užsilaikymo laiko) greičio buvo naudojama nparametrinė Spearman ranginė koreliacija.

**Rezultatai.** Visuose tirtuose mėginiuose buvo aptikta bent viena mikrošiukšlė. Dirbtinių polimerinių medžiagų mikroplaušas buvo dominuojantis mikrošiukšlių tipas ir sudarė 89,9 % visų aptiktų objektų. Viename litre vandens vidutiniškai buvo aptinkama 2,29 vnt. mikroplaušo ir 0,25 vnt. mikrodalelių šiukšlių.

Klaipėdos sąsiauryje esančiame stebėjimų taške buvo nustatytas mažiausias mikrošiukšlių kiekis (1,02 vnt./l) (1B pav.). Tuo tarpu vidurinė Kuršių marių dalis (atkarpa piečiau Kairių poligono ir šiauriau Pervalkos gyv.) buvo nustatyta, kaip labiausiai užteršta mikrošiukšlėmis (5,97 vnt./l).

Įvertinus vidutinį mikrošiukšlių kiekį skirtingose Kuršių marių vandens užsilaikymo zonose (3 pav.) pastebėta, kad vidutinio vandens užsilaikymo intervalo (apie 30–120 d./m) Kuršių marių zonoje buvo aptinkama daugiausiai

mikrošiukšlių (4,51 vnt./l) (2 pav.). Trumpo (<30 d./m) ir ilgo (>120 d./m) intervalo zonose buvo rasta, atitinkamai 1,94 vnt./l ir 1,90 vnt./l.



2 pav. Mikrošiukšlių pasiskirstymas Kuršių mariose (skirtingos trukmės vandens užsilaikymo zonose).

Atlikta statistinė analizė parodė statistiškai reikšmingą, tačiau silpną teigiamą ( $\rho=0,292$ ,  $p<0,01$ ) ryšį tarp mikrošiukšlių kiekio ir skirtingo vandens atsinaujinimo laiko.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Šis tyrimas parodė, kad istoriniai zooplanktono mėginiai (fiksuoti su formalinu) gali būti naudojami ieškant mikrošiukšlių. Svarbu paminėti, kad nepaisant ilgo laiko, kurį mikrodalelės išbuvo formalino tirpale, analizuojant mėginį nebuvo pastebėta jokių išorinių dalelių irimo požymių. Tai leidžia daryti prielaidą, kad mikroplastiko dalelės lieka nepaveiktos cheminės reakcijos formalino tirpale bei suteikia galimybę ateityje išanalizuoti daugiau istorinių mėginių, siekiant įvertinti aplinkos taršą mikrošiukšlėmis.

Tyrimo metu nustatytos dominuojančios dirbtinių polimerinių medžiagų plaušo mikrošiukšlės atkreipia dėmesį į jūrinės aplinkos taršą tekstilės pramonėje vis labiau naudojamais poliesterio, nailono, akrilo ir kitais sintetiniais plaušais. Žinant pagrindinį, tokio tipo mikrošiukšlių taršos kelią – nuotekų sistemą, verta atlikti papildomus tyrimus siekiant nustatyti galimą taršos mastą ir galimas prevencines priemones.

Nustatytas silpnas teigiamas ryšys tarp mikrošiukšlių kiekio ir vandens atsinaujinimo periodo parodė, kad Kuršių marios galimai atlieka taršos mikrošiukšlėmis tarp Nemuno upės ir Baltijos jūros slopintuvo funkciją. Kadangi mikrošiukšlių dalelės patekusios į lėtesnės apykaitos zoną veikiamos Stokso dėsnio bei esant ilgesniam apaugimo mikroorganizmais laikui skęsta ir nusėda paviršiaus nuosėdų sluoksnyje. Svarbu paminėti, kad būtina atlikti išsamesnius tyrimus (su didesne imtimi ir skirtingais metų laikais) siekiant įvertinti Kuršių marių, kaip „filtro ar šaltinio“ efektą.

**Padėka.** Šis darbas buvo iš dalies finansuotas projekto BONUS MICROPOLL (Daugiapakopis mikroplastiko ir su juo siejamų teršalų Baltijos jūroje tyrimas). BONUS MICROPOLL finansuojamas BONUS (185 straipsnis) programos, kurią bendrai finansuoja ES ir nacionalinės finansavimo institucijos (Lietuvoje – Lietuvos mokslo taryba).

## Literatūra

- Andrady A. L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62:1596–1605.
- Boucher J., Friot D. 2017. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN. 43 pp.
- Browne M., Crump P., Niven S. et al. 2007. Microplastic – an emerging contaminant of potential concern? *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3:559–561.
- Ferrarin, C., A. Razinkovas, S. Gulbinskas, G. Umgiesser and L. Bliudziute, 2008. Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia*, Vol. 611, 133–146, doi:10.1007/s10750-008-9454-5
- GESAMP, 2015. “Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment” (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCOIOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 p.
- JRC, 2019. MICROPLASTICS: Focus on Food and Health. Publications Office of the European Union, 2018. Prieiga per internetą: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110629/jrc110629\\_final.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110629/jrc110629_final.pdf)
- PlasticsEurope, 2019. Plastics – the Facts 2019, An analysis of European plastics production, demand and waste data. Prieiga per internetą: [https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL\\_web\\_version\\_Plastics\\_the\\_facts2019\\_14102019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf)
- Thevenon F., Caroll C., Sousa J. 2014. Plastic Debris in the Oceans. (IUCN). The Characterization of Marine Plastics and their Environmental Impacts, Situation Analysis Report. Gland, Switzerland: IUCN. 52 pp.
- Umgiesser G., Zemlys P., Erturk A., et al. 2016. Seasonal renewal time variability in the Curonian Lagoon caused by atmospheric and hydrographical forcing, *Ocean Sci.*, 12, 391–402, <https://doi.org/10.5194/os-12-391-2016>.

## KURŠIŲ IR VYSLOS NERIJŲ GEOLOGINĖS SANDAROS IR RAIDOS YPATUMAI: PANAŠUMAI IR SKIRTUMAI

**Albertas Bitinas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda; Gamtos tyrimų  
centras, Vilnius

*albertas.bitinas@apc.ku.lt; albertas.bitinas@gamtc.lt*

**Ivadas.** Pietryčių Baltija turtinga dvejomis pačios ilgiausiomis Baltijos jūros nerijomis – Kuršių ir Vyslos, kurios turi gana panašius kontūrus, abi orientuotos panašia kryptimi (t. y. nutįsusios pagal priekrantėse vyraujančias jūros sroves), atskiria pačias didžiausias Baltijos jūros lagūnas – Kuršių marių bei Vyslos (Aistmares). Iš pirmo žvilgsnio labai panašus ir abiejų nerijų reljefas – vyraujančią padėtį užima smėlio kopų masyvai (nors ir gana skirtingi savo metmenimis), prie kurių šliejasi kauburiuotos jūrinės ar marių palvės plotai. Nemažai panašumų turi ir abiejų nerijų geologinė sandara – be jau minėtų eolinių kopų masyvų, abiejų nerijų stuomenys daugiausia sukloti iš jūrinio smėlio storymių, į kurias įsiterpia marių mergelio ar durpių, nors ir nevienodai plačiai paplitusių skirtingose nerijose, sluoksniai. Tai suponuoja mintį, kad ir abiejų nerijų geologinio vystymosi raida turėjo būti labai panaši. Šio darbo tikslas – detaliau paanalizuoti abiejų nerijų geologinės sandaros ypatumus, atkurti jų geologinio vystymosi raidą nuo užuomazgų iki šių dienų, pabandyti išsiaiškinti išryškėjusių panašumų bei skirtumų priežastis.

**Metodai.** Specialūs lauko, laboratoriniai ar kiti panašūs tyrimai nebuvo atliekami – darbe apsiribota tik iki šiolei sukauptos gana gausios archyvinės bei publikuotos medžiagos analize bei apibendrinimu. Detaliai išanalizuotas nemažas geologinės, geomorfologinės bei archeologinės pakraipos publikacijų kiekis (svarbiausių publikacijų sąrašas pateikiamas teksto pabaigoje), panaudota rankraštinė fondinė medžiaga (daugiausia esanti Lietuvos geologijos tarnybos archyve), o taip pat pasinaudota ir naujausiais, dar nepaskelbtais, analitinių tyrimų duomenimis, gautais šiuo metu vis dar tebetęsiančių Kuršių bei Vyslos nerijų geologinių tyrimų metu. Apibendrinus čia paminėtų publikacijų bei analitinių tyrimų rezultatus, sudaryta serija paleogeografinių schemų, vaizduojančių abiejų nerijų vystymąsi įvairiais Baltijos jūros geologinės raidos etapais.

**Rezultatai ir jų interpretacija.** Kuršių ir Vyslos nerijų nuosėdų bei nuogulų analitinių tyrimų (geochronologinių, paleobotaninių, litologinių, ir kt.) rezultatų sugretinimas, o taipogi viso Pietryčių Baltijos regiono paleogeografinių sąlygų analizė rodo esant nemenkų skirtumų tarp šių nerijų,

kurie byloja buvus gana nevienodą abiejų nerijų formavimosi istoriją. Bene vienas labiausiai pastebimų nevienodumų – tai skirtingas kopų masyvų amžius tose pačios nerijų dalyse: Kuršių nerijoje jauniausios kopos nusidriekusios išilgai marių pakrantės, tuo tarpu šioje Vyslos nerijos dalyje sutinkamos pačios seniausios kopos, o jauniausi kopų masyvai plyti dabartinėje jūros pakrantėje. Tai akivaizdi vėlyvųjų viduramžių antropogeninės invazijos (miškų kirtimo) Kuršių nerijoje pasekmė, kurios išvengė Vyslos nerija. Kuršių nerija išaugo ir iki šiol yra „maitinama“ nuosėdomis dėl abraduojamų Sembos pusiasalio krantų, tuo tarpu Vyslos neriją dar „pamaitina“ ir iš Vyslos upės į Baltijos jūrą patenkantys nešmenys. Tačiau tokia paleogeografinė situacija Vyslos nerijoje susiklostė tik prieš kelis šimtmečius – tiek geologiniai, tiek ir istoriniai duomenys byloja, kad Vyslos nerijos formavimasis turėjo prasidėti dėka ardomo Sembos pusiasalio vakarinio kranto bei pietų–pietvakarių kryptimi orientuoto vyraujančio priekrantės nešmenų srauto. Ilgą laiką Aistmarės ir jūra jungėsi pietvakarinėje dabartinių marių dalyje, t. y. dabartinės Vyslos deltos vietoje, ir tik XV amžiuje susiformavo Baltijsko protaka, o pietvakarinėje marių dalyje buvusį sąsiaurį užpildė besiplečiančios minėtos deltos sąnašos.

Ivairios rūšies analitinių duomenų sintezė ir jų kompleksinė analizė laidžia daryti prielaidą, kad nemenką įtaką Kuršių ir Vyslos nerijų geologinei raidai galėjo turėti ir neotektoniniai svyruojamieji Žemės plutos blokų judesiai.

**Išvada.** Detali kompleksinė Kuršių ir Vyslos nerijų geologinės sandaros, reljefo dinamikos, nuosėdų bei nuogulų analitinių tyrimų rezultatų analizė byloja, kad šios nerijos turi nemažai esminių geologinės–geomorfologinės sandaros skirtumų, kurie leidžia teigti buvus ir iš esmės gana skirtingas geologinės raidos sąlygas.

## Literatūra

- Bitinas A., Boldyrev V., Damusyte A. et al. 2008. Lagoon sediments in the central part of the Vistula spit: geochronology, sedimentary environment and peculiarities of geological setting. Polish Geological Institute Special Papers, Vol. 23, pp. 9–20.
- Buynovich I. V., Bitinas A., Pupienis D. 2007. Reactivation of coastal dunes documented by subsurface imaging of the Great Dune Ridge, Lithuania. Journal of Coastal Research, SI 50, pp. 226–230.
- Dobrotin N. 2018. Evolution of the Curonian Spit dunes. Daktaro disertacija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
- Gaigalas A., Pazdur A. 2008. Chronology of buried soils, forest fires and extreme migration of dunes on the Kuršiu nerija spit (Lithuanian coast). Landform Analysis, Vol. 9, pp. 187–191.
- Gudelis V. 1998. A Catastrophic Dune Forest Fire on the Kuršiu Nerija Spit (Lithuanian Coast) and its Impact on the Coastal Population in the Late Neolithic Time. Fact, Vol. 54, pp. 45–50.
- Fedorowicz S., Zieliński P., Wysięcka G. et al. 2012. Phases of aeolian accumulation on the Vistula Spit (Southern Baltic Sea) in the light of TL dating and analysis of a digital elevation model. Geological Quarterly, Vol. 56 (2), pp. 345–352.

- Miotk-Szpiganowicz G., Zachowicz J., Uscinowicz S. 2008. Review and reinterpretation of the pollen and diatom data from the deposits of the southern Baltic lagoons. Polish Geological Institute Special Papers. Vol. 23, pp. 45–70.
- Mojski J. E. 1988. Development of the Vistula river delta and evolution of the Baltic sea. Geological Survey Finland Special Paper, Vol. 6, pp. 39–50.
- Peyrat J. 2007. Development, properties and classification of dune soils in the Curonian Spit National Park, Russian part. Geologija, Vol. 59, pp. 59–64.
- Povilaskas R. 2009. Spatial diversity of modern geomorphological processes on a Holocene Dune Ridge on the Curonian Spit in the South–East Baltic. Baltica, Vol. 22 (2), pp. 77–88.
- Rimantiene R. 1999. Kuršių nerija archeologo žvilgsniu. Vilnius: Vilniaus dailės akademijos leidykla.
- Sergeev A., Sivkov V., Zhamoida V. et al. 2015. Holocene organic-rich sediments within the Curonian Spit coast, the south-eastern Baltic Sea. Baltica, Vol. 28 (1), pp. 41–50.
- Sergeev A. Y., Zhamoida V. A., Ryabchuk D. V. et al. 2017 (January). Genesis, distribution and dynamics of lagoon marl extrusions along the Curonian Spit, southeast Baltic Coast. Boreas, Vol. 46, pp. 69–82.
- Viliamas V. 1932. Kuršių nerija: slenkančios kopos ir jų įtaka sodyboms. Sakalas, Kaunas.
- Бадюкова Е. Н., Варушенко А. Н., Соловьева Г. Д. 1996. История развития Вислинской косы в голоцене. Океанология, Т. 36, № 5, с. 769–773.
- Бадюкова Е. Н. и др. 2011. Геолого-геоморфологическое строение Балтийской (Вислинской) косы. Океанология, Т. 51, № 4, с. 675–682.
- Соловьева Г. Д., Бадюкова Е. Н. 1997. Геоморфологическая характеристика Вислинской косы Балтийского моря. Геоморфология, № 2, с. 82–89.

## JŪROS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDA LIETUVOS BALTIJOS PRIEKRAVŲJE 2018–2019 METŲ ŽIEMA

**Modestas Bružas, Julius Morkūnas**

Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius  
*modestas.bruzas@birdlife.lt*

**Įvadas.** Baltijos jūroje žiemojantys paukščiai susiduria su įvairiais antropogeninės kilmės iššūkiais, pavyzdžiui, laivyba, atsinaujinančios vėjo energetikos parkų plėtra, naftos produktų išsiliejimu, paspartinta klimato kaita ir su tuo susijusiais jūrinės aplinkos pokyčiais ar priekrantėse vykdoma versline žvejyba žiauniniais tinklais, todėl stebimi kai kurių žiemojančių paukščių rūšių, pavyzdžiui, ledinių ančių (*Clangula hyemalis*) ar nuodėgulių (*Melanitta fusca*) populiacijų mažėjimas.

Kasmet pasaulyje dėl verslinės žvejybos statomuosiuose žiauniniuose tinkluose žūsta apie 400 000 jūros paukščių, o Baltijos jūroje kasmet žiauniniuose tinklaičiuose žūsta apie 76 000 jūros paukščių (Žydėlis et al., 2013). Tyrimo tikslas buvo įvertinti žiemojančių jūros paukščių priegaudos mastą priekrantės žvejyboje žiemos mėnesiais, įvertinant jūros paukščių pasiskirstymą skirtingose vietose.

**Metodai.** Lietuvos ornitologų draugija kartu su RSPB ir Birdlife International vykdo projektą „Paukščių priegaudos statomuosiuose žvejų tinkluose mažinimo sprendimai“. Informaciją apie priegaudą paukščių priegaudą žvejybos įrankiuose teikė 6–7 verslinės žvejybos įmonės. Paukščių apskaitos (87 apskaitų taškai) vykdytos priekrantės teritorijoje kas vieną km atstumu. Paukščiai skaičiuoti palankiomis oro sąlygomis. Duomenys analizuoti MS Excel, Quantum GIS 3.4.2, buvo sudarytas linijinis regresinis modelis.

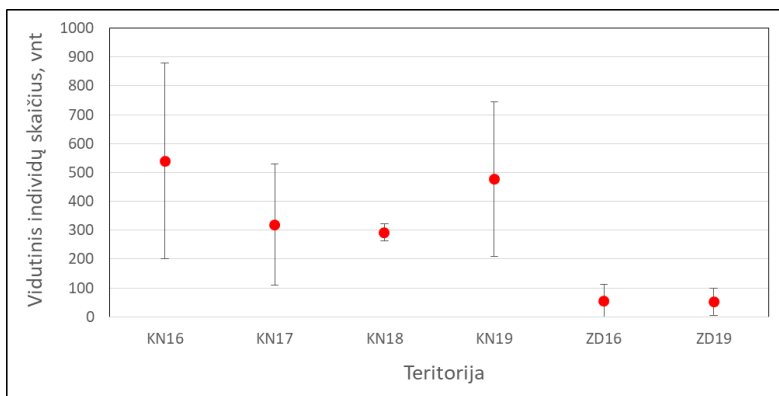
**Rezultatai.** Statistiškai daugiau jūros paukščių buvo stebėta ties Kuršių nerijos dalimi, vidutiniškai nuo 292 iki 539 paukščių žvejybiniame bare ties Kuršių nerija ir atitinkamai 51–55 paukščių ties žemynine dalimi ( $p > 0,05$ ) (1 paveikslas).

Nuo 2015 m. vasario mėnesio iki 2019 m. balandžio mėnesio surinkta duomenų apie 14 jūrinių paukščių rūšių 728 paukščių priegaudos atvejus žvejybiniuose. Žvejybiniuose tinkluose daugiausiai žuvo nuodėgulių – 40,8 proc., ledinių ančių 35,7 proc., po 5,9 proc. juodųjų ančių ir rudakaklių narų, 5,8 proc. laibasnapių narūnėlių, mažiau ausuotųjų kragų – 2,3 proc. bei mažiau nei po 1,1 proc. kitų paukščių rūšių. Kuršių nerijos priekrantėje žuvo statistiškai reikšmingai daugiau nuodėgulių, o žemyninėje priekrantės dalyje



žuvo daugiau ledinių ir juodųjų ančių. Tuo tarpu žuvilesių paukščių priegauda tarp teritorijų statistiškai reikšmingai nesiskyrė.

Tiek priegaudoje, tiek vykdant paukščių apskaitas jūros ančių populiacijos struktūroje dominavo patinai.



1 pav. Vidutiniai žiemojančių jūros paukščių individų skaičiai žvejybiniuose baruose 2016–2019 m. sausį mėnesiais Kuršių nerijos (KN) ir žemyninės dalies (ZD) priekrantės dalyse. 16 – 2016 m., 17 – 2017 m. 18 – 2018 m., 19 – 2019 m.

Pritaikius linijinės regresijos modelį, buvo gauta regresinė lygtis pagal kurią apskaičiuota jūros paukščių priegauda:

$$y = -6,9163 + 0,0006 * a + 0,0582 * b,$$

kur: a – žvejybos pastangos (NMD);

b – vidutinis žiemojančių paukščių skaičius, individualais.

Atlikus linijinę regresiją išsiaiškinta, jog 2018–2019 m. žiemos sezono metu žvejybiniuose tinkluose Baltijos jūros priekrantėje galėjo žūti iki 1301 paukščių (2 paveikslas).

Vieta	Kuršių nerija																	Žemyninė dalis											SUMA
	2	4	5	7	8	9	10	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29						
Žvejybos baras	2	4	5	7	8	9	10	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29						
Vid. paukščių skaičius	323	331	534	693	376	673	1345	532	539	27	96	90	67	323	143	78	53	22	15	22	16	3	4						
Žvejybos pastangos (NMD)	3050	400	9000	1750	8030	1400	18000	82500	51000	35200	138850	164300	156300	91860	107500	31350	33800	15100	73500	120900	176100	469670	58900						
Priegauda	13.71	12.59	29.56	34.47	19.78	33.09	82.16	73.55	55.05	15.78	81.98	96.90	90.76	51.17	65.91	16.43	16.45	3.42	38.06	66.90	99.67	275.06	28.66	1301.12					

2 pav. Žvejybos pastangos skirtingose priekrantės teritorijose ir baruose bei apskaičiuota skirtinguose baruose žiemojančių jūrinių paukščių priegauda.

**Rezultatų aptarimas.** Atlikto tyrimo metu pastebėtas skirtumas tarp vidutinio jūros paukščių gausumo Kuršių nerijos ir žemyninės dalies Baltijos jūros priekrantėse ( $p < 0,05$ ). Viena iš to priežasčių gali būti antropogeninis trikdymas, kuris Kuršių nerijos priekrantėje yra mažesnis – mažesnės verslinės žuvininkystės pastangos (3 pav.), mažesnis žmonių skaičius priekrantėje, ypač toliau nuo rekreacinių pajūrio zonų, pavyzdžiui, Neringos savivaldybės paplūdimių, taip pat sudėtingiau patekti į pusiasalį nevietiniams Neringos savivaldybės gyventojams.

Šio tyrimo metu, 2015–2019 m. žvejbiniuose tinkluose žuvo 14 skirtingų jūros paukščių rūšių individų. Ankstesnių, 1997–1998 – 1999–2000, 2000–2001, 2002–2008 m., Lietuvos Baltijos jūros priekrantės paukščių priegaudos tyrimų metu buvo surenkama iki, ar šiek tiek daugiau nei 10 skirtingų jūros paukščių rūšių individai (Žydelis, 2002; Dagys et al., 2009). Didžiausią dalį priegaudoje sudarydavo ledinės antys atitinkamai po 53, 71 ir 57 proc. atskirais 1997–1998 – 1999–2000, 2000–2001, 2002–2008 m. periodais, o nuodėgulių žuvo mažiau, atitinkamai po 20, 7 ir 13 proc. (Žydelis, 2002; Dagys et al., 2009). Šio tyrimo metu, 2015–2019 m., didžiąją priegaudos dalį sudarė nuodėgulės apie 41 proc., o ledinių ančių apie 36 proc. Remiantis Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje 2002–2008 m. atliktų tyrimų metu surinktais priegaudos duomenimis buvo įvertinta, jog kasmet žvejbiniuose žiauniniuose tinkluose gali žūti iki 3000–5000 vandens paukščių (Dagys et al., 2009). Tuo tarpu Latvijoje 1995–1999 m. atlikti jūros paukščių priegaudos tyrimai parodė, jog šios šalies priekrantės žvejbiniuose tinkluose galėjo žūti nuo 2500 iki 6500 jūros paukščių (Urtans and Priednieks, 2000). Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje, 2015–2016 m., įvertinta jūros paukščių priegauda siekė iki 1154 paukščių, o 2016–2017 m. 882 (249–1516) paukščių (Tarzia et al., 2017), o priegaudos įvertinimas atliktas naudojant mažų valčių (iki 8 metrų) žvejybos pastangų ir jūros paukščių priegaudos duomenys. Šio tyrimo metu, 2018–2019 metais, apskaičiuota paukščių priegauda panaši – 1301 paukščiai – tačiau panaudoti duomenys apima ir laivus iki 15 metrų, todėl buvo panaudoti visų priekrantės verslinės žuvininkystės žmonių pastangų duomenys. Nors būtų galima manyti, kad paukščių priegauda nuo 2002–2008 m. sumažėjo, tačiau šio tyrimo metu apskaičiuota tik trijų kalendorinių žiemos mėnesių priegauda.

**Išvados.** 1. Baltijos jūros priekrantėje 2016–2019 m. stebėta 15 žiemojančių jūros paukščių rūšių. Kuršių nerijos priekrantė išsiskyrė kasmet gausiai žiemojančiomis nuodėgulėmis. Skirtingais metais ir mėnesiais žiemos sezono metu statistiškai reikšmingai daugiau ( $p < 0,05$ ) jūros paukščių žiemoja ties Kuršių nerijos priekrante lyginant su žemyninės dalies priekrante.

2. 2015–2019 m. žvejbiniuose tinkluose rasti žuvę 14 skirtingų rūšių jūros paukščiai, iš viso 728 individai. Daugiausiai žuvo nuodėgulių – 41 proc. ir ledinių ančių – 36 proc. visų paukščių. Žemyninės dalies priekrantėje statistiškai reikšmingai daugiau žuvo ledinių ir juodųjų ančių ( $p < 0,05$ ) nei Kuršių nerijos priekrantėje, o Kuršių nerijos priekrantėje daugiau nuodėgulių ( $p < 0,05$ ) nei žemyninės dalies priekrantėje.

3. 2016–2019 m. žiemų periodais Baltijos jūroje žiemojančių nuodėgulių patinai būriuose sudarė 77 proc., o priegaudoje 58 proc., ledinių ančių patinai būriuose sudarė 79 proc., o priegaudoje 64 proc. Ančių žuvusių žvejbiniuose tinkluose ir žiemojančių paukščių būriuose lyčių santykis skyrėsi.

4. Įvertinta, jog 2018–2019 m. žiemos laikotarpiu Lietuvos Baltijos jūros priekrantės žvejbiniuose baruose pastatytuose žiauniniuose tinkluose galėjo žūti iki 1301 jūros paukščių.

## Literatūra

- Dagys M., Ložys L., Žydelis R. et al. 2009. LIFE Nature project „Marine Protected Areas in the Eastern Baltic Sea“ Reference number: LIFE 05 NAT/LV/000100. Assessing and reducing impact of fishery by-catch on species of community interest.
- Tarzia M., (compiler), Arcos P., Cama A. et al. 2017. Seabird Task Force: 2014–2017. Technical report.
- Urtans E., Priednieks J. 2000. The present status of seabirds by-catch in Latvian coastal fishery of the Baltic Sea. 2000/J:14. Efficiency, Selectivity and Impacts of Passive Fishing Gears.
- Žydelis R. 2002. Habitat selection of waterbirds wintering in Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. Doctoral Dissertation. Vilnius, 138 p.
- Žydelis R., Small C., French G. 2013. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. *Biological Conservation*. 2013. Vol. 162. 76–88 pp.

## MAURABRAGŪNŲ EKOLOGINĖS REIKŠMĖS TYRIMAI KURŠIŲ MARIOSE: ECOCARPET PROJEKTO TARPINIAI REZULTATAI

Martynas Bučas<sup>1</sup>, Vaiva Stragauskaitė<sup>1</sup>, Rasa Morkūnė<sup>1</sup>,  
Julius Morkūnas<sup>1</sup>, Tobia Politi<sup>1</sup>, Paola Forni<sup>1</sup>,  
Andrius Skersonas<sup>1</sup>, Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Diana Vaičiūtė<sup>1</sup>,  
Jovita Mėžinė<sup>1</sup>, Jonas Gintauskas<sup>1</sup>, Edvinas Tiškus<sup>1</sup>,  
Modestas Bružas<sup>1</sup>, Edgaras Ivanauskas<sup>1</sup>, Greta Srėbalienė<sup>1</sup>,  
Georg Martin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Estijos jūros tyrimų institutas, Tartu universitetas, Talinas  
*martynas.bucas@jmtc.ku.lt*

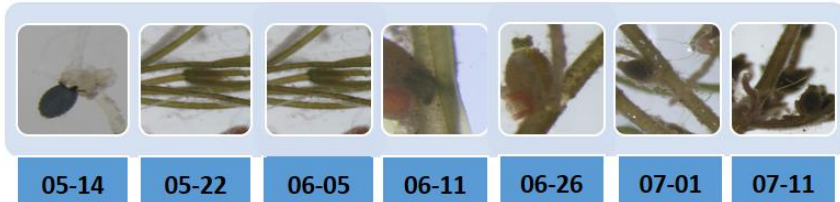
**Įvadas.** Maurabragūnai yra svarbi povandeninės augalijos dalis, kuri palaiko svarbias ekosistemines funkcijas ir paslaugas, tokias kaip buveinės, maitinimosi plotai, slėptuvės bei maistinių medžiagų akumuliacija (Schneider et al., 2015). Tačiau žinių apie maurabragūnų ekologinę svarbą tarpiniuose vandenyse ir klimato kaitos poveikį jiems trūksta. Todėl šio tyrimo tikslas – apibūdinti funkcinę maurabragūnų reikšmę reguliuojant ir palaikant ekosistemines paslaugas Kuršių mariose, bei įvertinti galimas klimato kaitos pasekmes. Mes planuojame ištirti maurabragūnų fenologiją, koks yra aplinkos veiksnių poveikis (eksperimentiškai manipuluojant šviesą ir druskingumą). Planuojame paros ir sezoniniais *in situ* tyrimais nustatyti rūšių įvairovės stabilumą buveinėse, kurias formuoja maurabragūnai ir kiti makrofitai. Pritvirtinti siūstuvai ant vandens paukščių suteiks duomenis apie jų maitinimosi laikotarpius lagūnoje ir leis kiekybiškai įvertinti, kaip vandens paukščiai priklauso nuo maurabragūnų augimviečių. Bus vertinamas marių pagrindinių litoralės organizmų grupių, susietų su maurabragūnų augimvietėmis, trofinis tinklas, analizuojant stabiliuosius izotopus. Šiame straipsnyje pateikiama informacija apie atliktus pirmuosius tyrimus, pagrindinius metodus ir preliminarius rezultatus.

**Tyrimų vietos.** Tyrimai buvo vykdomi 2019 m. (liepos–rugsėjo mėn.) rytinėje Kuršių marių litoralėje ties Kairiais ir Kintais (1 pav.).



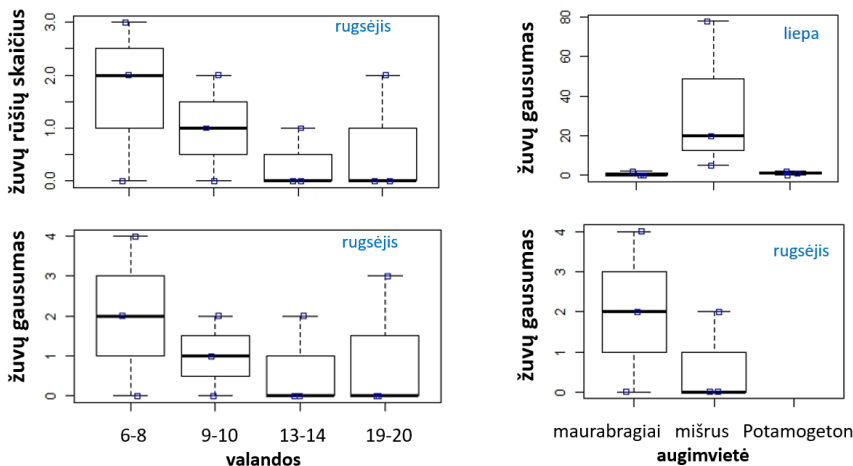
1 pav. Tyrimų vietas (mėlyni taškai) Kuršių mariose (kairėje) ir tinklų (2x2 m) išdėstymas makrofitų augimvietėse ties Kintais (viršuje). Sugautos gulbės gabenamos į krantą siūstuvų uždėjimui ir mėginių ėmimui mitybos tyrimams (apačioje).

**Litoralės tyrimai.** Kadangi mažasis maurabragis (*Chara contraria*) dominuoja Kuršių mariose, buvo stebėta jo fenologija beveik kas savaitę 1 m gylyje. Oosporos sudygo gegužės viduryje, o gniužulai subrendo (sunokino anteridžius ir oogones) birželio pirmoje pusėje (2 pav.).



2 pav. Mažajo maurabragio (*C. contraria*) fenologija nuo oosporų sudygimo (gegužės 14 d.) iki anteridžių ir oogonių sunokinimo (birželio 11 d.).

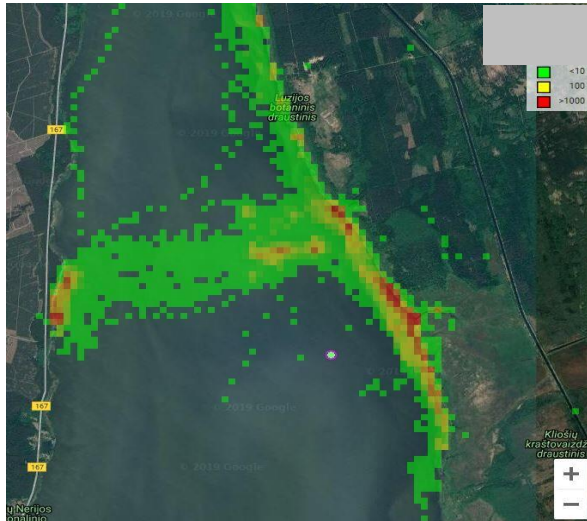
Naudojant iškylančius tinklus (angl. pop-up net) buvo įvertinta žuvų rūšių įvairovės ir gausumo kaita makrofitų augimvietėse skirtingu paros metu ir sezonu (1 pav. viršuje). Žuvų įvairovė bei gausumas buvo didžiausi anksti ryte, o mažiausi dienos metu (3 pav.). Žuvų bendrijos kaita taip pat priklausė nuo sezono ir augimvietės, kur vasaros pradžioje didžiausia žuvų įvairovė bei gausumas buvo mišrioje augimvietėje, tuo tarpu rudenį – maurabragių augimvietėje.



3 pav. Žuvų rūšių skaičius ir gausumo kaita paroje (kairėje) ir skirtingais sezonais (dešinėje) bei priklausomai nuo makrofitų bendrijos Kuršių mariose.

**Gulbių maitinimosi vietų stebėseną ir stabilijų anglies ir azoto izotopų analizės.** Kreipėmės į Aplinkos apsaugos agentūrą prie Aplinkos ministerijos, kad gautume leidimą paimti kraujo mėginius iš 30 gulbių ir pritaistyti paukščiams 10 siūstuvų (1 pav. apačioje). Iki 2019 m. spalio mėn. siūstuvai surinko >170 000 gulbių buvimo vietų mariose, kur aiškiai matyti gulbių susikaupimo vietos rytinėje ir vakarinėje pakrantėse (4 pav.). Šiose vietose buvo kartografuotos makrofitų bendrijos, todėl bus galima patikrinti ar gulbių maitinimosi vietos priklauso nuo jų.

Iš pagrindinių litoralės organizmų, susijusių su maurabragūnų augimvietėmis, buvo surinkti mėginiai: 30 gulbių nebylių kraujas, serumas, raudonieji kraujo kūneliai ir plazma (120 mėginių), vėžiagyviai ir chironomidai (45 mėg.), žuvų audiniai (31 mėg.), makrodumbliai (73 mėg.) ir moliuskai (33 mėg.). Taip pat paimta sestono ir dugno detrito mėginių (66). Mėginiai buvo liofilizuoti ir nusiųsti į CoNISMą (the National Inter-University Consortium for Marine Sciences) tolimesnei analizei.



4 pav. Gulbių su šiurštuvais pasiskirstymas Kuršių mariose 2019 m. liepos–rugpjūčio mėn.

**Padėkos.** Tyrimus remia Lietuvos Mokslo Taryba (Sut. nr. S-MIP-19-29), projektas ECOCARPET „Maurabragūnų ekosisteminių paslaugų ir klimato kaitos poveikio joms vertinimas hipertrofinėje lagūnoje“. Labai dėkojame prie tyrimų prisidėjusiems studentams: Irmai Saudargaitei ir Samuele Pagani.

### Literatūra

Schneider S. C., García A., Martín-Closas C., et al. 2015. The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview. *Aquatic Botany*, Nr.120, 2–6p.

## PALYDOVINIŲ SENTINEL-3 IR MODIS JŪROS PAVIRŠIAUS TEMPERATŪROS DUOMENŲ PALYGINIMAS IR PATIKRA

**Toma Dabulevičienė<sup>1,2</sup>, Diana Vaičiūtė<sup>1,2</sup>, Igor Kozlov<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, <sup>3</sup>Rusijos valstybinis hidrometeorologijos universitetas, Palydovines okeanografijos laboratorija, Sankt Peterburgas  
*toma.dabuleviciene@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Kosminių infrastruktūrų teikiamos galimybės yra vis plačiau integruojamos įvairiose srityse nuo mokslinių tyrimų iki praktinio taikymo. Pavyzdžiui, informacija apie vandens paviršiaus temperatūrą (*angl. Sea Surface Temperature, SST*) yra itin aktuali vertinant aplinkos būklę, taip pat įgyvendinant įvairias socioekonominės veiklas, turizmui. Didelės erdvinės aprėpties palydoviniai duomenys įgalina vandens temperatūros stebėjimus atlikti pakankamai aukšta rezoliucija padengiant ne tik globalias, bet ir nedidelio masto teritorijas, kaip, pavyzdžiui, Baltijos jūra ir jos lagūnos. Tačiau, SST duomenis, gaunamus iš nuotolinių infraraudonųjų (IR) spindulių jutiklių, veikia debesys, aerozoliai ir kiti atmosferos trukdžiai (Kim et al., 2010), duomenų tikslumui poveikį daryti gali ir prietaisų senėjimas (Park et al., 2019), todėl prieš naudojant palydovinius SST duomenis, jie turi būti patikrinti.

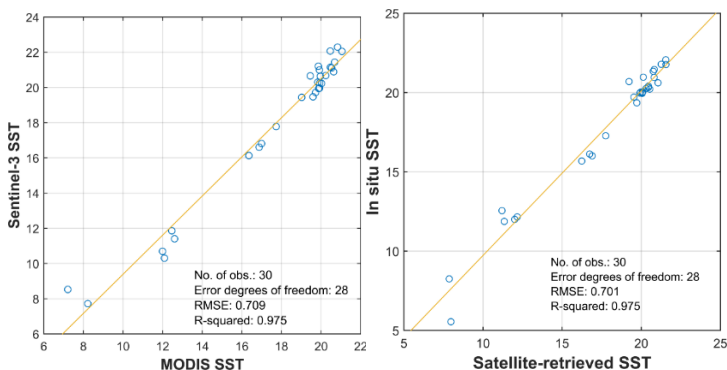
Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens paviršiaus temperatūros tyrimams plačiausiai naudojami palydoviniai duomenys yra gaunami iš NASA MODIS bei ESA Sentinel-3 palydovų, kurių santykinai aukšta erdvinė rezoliucija (1 km) bei dažni matavimai laike įgalina analizuoti bendrą jūros–lagūnos aplinką. Vidutinės skiriamosios gebos vaizdo spektrometras MODIS Aqua/Terra jau du dešimtmečius teikia IR spindulių jutikliais išmatuotą jūros paviršiaus temperatūrą kai, tuo tarpu, Sentinel-3 jūros ir sausumos paviršiaus radiometras (SLSTR) teikti vandens paviršiaus temperatūros duomenis pradėjo gana neseniai, nuo 2016 m. vasario 16 d. MODIS SST patikra su Baltijos jūros ir Kuršių marių temperatūros duomenimis buvo atlikta Kozlov et al. (2014) ir parodė gerą atitikimą su *in situ* matavimais, tačiau, dėl savo ilgo tarnavimo laiko sensoriai gali nebebūti tokie tikslūs, tad reikalinga periodinė palydovinių duomenų patikra. Tuo tarpu ESA Sentinel-3 SST duomenys Baltijos jūrai ir Kuršių marioms su *in situ* matavimų duomenimis validuoti iki šiol nebuvo. Šio darbo tikslas – įvertinti skirtingais palydovais gaunamų jūros paviršiaus



temperatūros duomenų tikslumą lyginant tarpusavyje bei su tradiciniais *in situ* matavimais.

**Duomenys ir metodai.** Siekiant identifikuoti geros kokybės nuotraukas palydoviniai MODIS Aqua/Terra ir Sentinel-3 antro lygio (L2) laisvos prieigos SST žemėlapiai 2018–2019 m. periodui buvo apdoroti ESA SNAP ir ArcGIS programinės įrangos paketais. Debesų identifikavimui/pašalinimui buvo atliekama vizualinė patikra. Palydoviniai SST matavimai buvo lyginami su tos pačios ar  $\pm 1$  dienos *in situ* SST matavimais Baltijos jūroje ir Kuršių mariose.

**Rezultatai ir aptarimas.** Palyginus abejais palydovais išmatuotas vidutines SST reikšmes su *in situ* vandens temperatūros duomenimis (toliau *in situ* SST) buvo gauta labai aukšta koreliacija ( $R^2=0,98$ ) (1 pav.). Taip pat Sentinel-3 ir MODIS SST palyginimas su *in situ* SST Baltijos jūroje ir Kuršių mariose rodo, kad šiek tiek silpnesnis ryšys tarp SST reikšmių buvo stebimas Kuršių mariose nei Baltijos jūroje.



1 pav. Sklaidos diagrama kairėje: tarp Sentinel-3 ir MODIS SST duomenų; dešinėje: tarp *in situ* SST ir palydovais išmatuotos (*ang. satellite-retrieved*) SST.

Dalis šių skirtumų gali būti paaiškinama tuo, kad palydoviniai ir *in situ* matavimai buvo atliekami skirtingu paros metu, be to, palydoviniai IR SST matavimai atitinka vandens temperatūros reikšmes viršutiniame  $\sim 10 \mu\text{m}$  sluoksnyje ir  $1 \text{ km}^2$  teritorijoje, kai, tuo tarpu, *in situ* SST matavimai yra taškiniai ir Lietuvos Aplinkos apsaugos agentūros Aplinkos tyrimų departamento matuojami 1 m gylyje Baltijos jūroje ir viršutiniame ( $\sim 0,5 \text{ m}$ ) sluoksnyje Kuršių mariose. Tačiau, nepaisant to, skirtumai tarp palydovais ir tradiciniais metodais išmatuotų SST yra gana nedideli ir palydoviniai MODIS Aqua/Terra bei Sentinel-3 duomenys puikiai tinka Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens temperatūros tyrimams.

**Padėka.** Darbai iš dalies finansuoti Today ESA (No. 4000122960/18/NL/SC) projekto.

### **Literatūra**

- Kim E. J., Kang S. K., Jang S. T. et al. 2010. Satellite-derived SST validation based on in-situ data during summer in the East China Sea and western North Pacific. *Ocean Sci. J.* 45, 159–170. <https://doi.org/10.1007/s12601-010-0014-3>.
- Kozlov I., Dailidienė I., Korosov A. et al. 2014. MODIS-based sea surface temperature of the Baltic Sea Curonian Lagoon. *J Mar Syst* 129, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.05.011>.
- Park K. A., Woo H. J., Chung S. R. et al. 2019. Development of Sea Surface Temperature Retrieval Algorithms for Geostationary Satellite Data (Himawari-8/AHI). *Asia-Pacific J Atmos Sci.*

## KURŠIŲ MARIŲ ŽUVŲ BENDRIJOS BŪKLĖ

**Justas Dainys, Linas Ložys, Žilvinas Pūtys, Eglė Jakubavičiūtė**

Gamtos tyrimų centras, Vilnius  
*justas.dainys@gamtc.lt*

**Įvadas.** Kuršių marios yra didžiausias Lietuvos gėlo vandens telkinys, svarbus tiek ūkiniu, tiek rekreaciniu požiūriu. Marios pasižymi dideliu produktyvumu, jos taip pat yra svarbus žuvų nerštinių migracijų kelias. Didelę svarbą turi tiek nuo seno vykdoma intensyvi verslinė žvejyba, tiek vis didesnę reikšmę įgaunanti mėgėjiška žvejyba. Verslinė žvejyba yra vienas svarbiausių žuvų bendrijas veikiančių veiksnių, o tuo tarpu mėgėjiškos žvejybos poveikis marių žuvų bendrijai nėra gerai žinomas. Žvejybos reguliavimas yra labai svarbus tiek siekiant palaikyti racionalų išteklių eksploatavimo lygį, tiek ir retų ir saugomų žuvų rūšių apsaugai.

Pagrindinis šio tyrimo tikslas yra įvertinti Kuršių marių ichtiofaunos ir ekologinę būklę remiantis žuvų bendrijos rodikliais, skaičiuojamais pagal Baltijos jūros aplinkos apsaugos komisijos metodines rekomendacijas (HELCOM 2012).

**Metodai.** Kuršių marių žuvų populiacijų būklės rodiklių skaičiavimas pagrįstas žuvų bendrijų monitoringo duomenimis, kuris vykdytas kasmet nuo 1994 m. Kuršių mariose, tyrimų stotyse ties Atmata ir Dreverna. Tyrimas vykdomas liepos mėnesį ir atspindi žuvų bendrijos sudėtį Kuršių mariose šiltuoju metų laiku. Monitoringui naudojami kaproniniai statomieji žiauniniai tinklai, kurių akytumas yra: 17; 21,5; 25; 30 mm, kiekvieno atskiro tinklo ilgis yra 30 m, bendras tinklų rinkinio ilgis – 120 m, aukštis – 1,8 m. Tinklai statomi tarp 18.00 ir 20.00 val., o ištraukiami sekančią dieną tarp 7.00 ir 9.00 val. Pagautos žuvys išmatuojamos individualiai kiekvieno tinklų rinkinio akytumui atskirai jas pasveriant 1 g bei išmatuojant ilgį 1 mm tikslumu. Tyrimai geriausiai atspindi priedugnio ir bentopelagines žuvų rūšių bendrijas, tačiau dalinai įvertinamos ir pelaginės rūšys (HELCOM 2008), tuo labiau tokiaime sekliame vandens telkinyje kaip Kuršių marios. Žuvų gausumui ir biomasei išreikšti naudojamas standartizuotas rodiklis – laimikiai pastangai – standartinio tinklų rinkinio vienam 30 m ilgio tinklui per naktį vienoje stotyje sugautų žuvų skaičius (angl. Catch Per Unit Effort – CPUE).

Syko gausumo indeksas pagrįstas 1947–2019 metų verslinės žvejybos statistikos duomenimis Lietuvai priklausančioje Kuršių marių dalyje.

**Rodiklių skaičiavimo metodika pagal HELCOM rekomendacijas.** Žuvų bendrijos įvairovės indeksas arba Shannon indeksas: rodiklis

skaičiuojamas kaip Shannon indeksas, remiantis visų rūšių žuvų sugavimais vienai standartizuotai žvejybos pastangai.

Žuvų bendrijos dydžio indeksas: didelių žuvų (30) gausumas – tai visų žuvų, didesnių nei 30 cm sugavimai vienai standartizuotai žvejybos pastangai (CPUE).

Žuvų bendrijos gausumo indeksai: karpinių ir plėšrių žuvų gausumas – tai karpinių (visos rūšys priklausančios *Cyprinidae* šeimai) ir plėšrių (visos žuvų rūšys, kurių trofinis lygmuo yra lygus ar didesnis nei 4,0 remiantis Fish Base duomenimis (www.fishbase.org)) žuvų sugavimai vienai CPUE.

Žuvų bendrijos trofinis indeksas. Rodiklis apskaičiuojamas remiantis visų rūšių sugavimu vienai CPUE bei jų suminiu trofiniu lygmeniu apskaičiuotu pagal Fish Base (www.fishbase.org):  $\Sigma(\text{Trofinis rūšies lygmuo} * \text{santykinis gausumas})$ .

Konkrečių metų rodiklio reikšmė apskaičiuojama kaip tų metų atskirų pakartojimų mediana.

Indikatorinės rūšies (syko) gausumo indeksas, apskaičiuojamas kaip konkrečios rūšies sugavimai vienai CPUE. Dėl nuoseklių ilgalaikių mokslinių tyrimų, susijusių su sykų gausumo dinamika, duomenų trūkumo rodiklio skaičiavimams naudota verslinės žvejybos statistika, o CPUE šiuo atveju laikoma bendri sykų sugavimai Lietuvai priklausančioje Kuršių marių dalyje per metus.

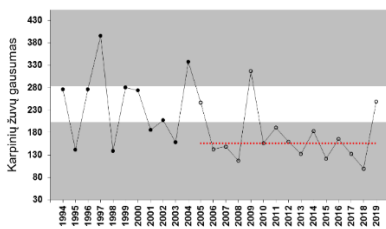
### Rezultatai.

1 lentelė. Kuršių marių žuvų bendrijų ir rūšių būklės vertinimas

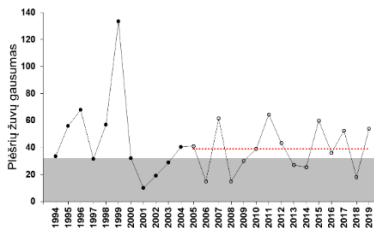
Rodiklis	GAB ribos	Reikšmė vertinamu periodu	Būklė	Pav. Nr.
Karpinių žuvų gausumas	>203—<283	156	<b>Bloga</b>	1
Plėšrių žuvų gausumas	>32	39	<b>Gera</b>	2
Didelių žuvų (30) gausumas	>2	0	<b>Bloga</b>	3
Trofinis ind.	>3,11—<3,25	3,16	<b>Gera</b>	4
Įvairovės ind.	>1,09—<1,26	1,10	<b>Gera</b>	5
Syko gausumas	>35,55 t	0,318	<b>Bloga</b>	6

Žemiau pateikiama žuvų bendrijos būklės indeksų kaita Lietuvos Kuršių marių dalyje 1994–2019 m. laikotarpiu (1–6 pav.).

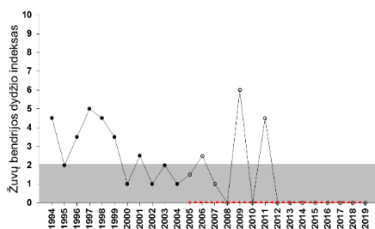
## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga



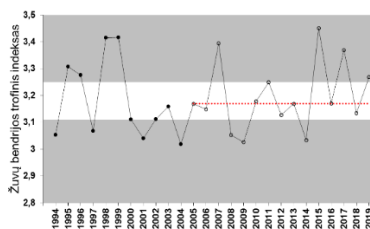
1 pav. Žuvų bendrijos (Karpinių žuvų) gausumo indeksas.



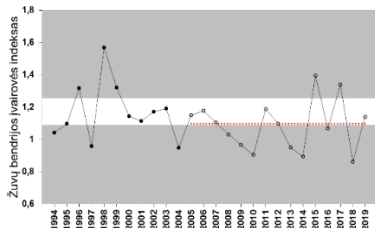
2 pav. Žuvų bendrijos (Plėšrių žuvų) gausumo indeksas.



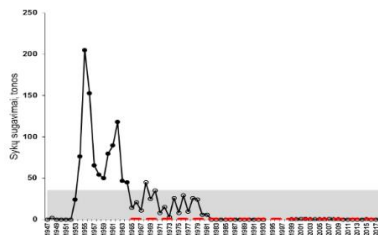
3 pav. Žuvų bendrijos dydžio (30) indeksas.



4 pav. Žuvų bendrijos trofinis indeksas.



5 pav. Žuvų bendrijos įvairovės indeksas.



6 pav. Sykių gausumo indeksas ir jo kaita pagal verslinės žvejybos duomenis Kuršių mariose 1947–2019 m. Raudona linija indikuoja aplinkos būklę 1965–2019 metais.

Pastaba: ● – referentiniai duomenys, ○ – vertinamas periodas. Raudona linija indikuoja aplinkos būklę 2005–2019 metais.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Žuvų bendrijos gausumo indeksas (Plėšrių žuvų gausumas), Žuvų bendrijos įvairovės indeksas (Shanon indeksas)

bei Žuvų bendrijos trofinis indeksas 2005–2019 m. periodu indikuoja gerą aplinkos būklę, tačiau Žuvų bendrijos gausumo indekso (Karpinių žuvų gausumas) bei Žuvų bendrijos dydžio indekso reikšmės vertinamu periodu rodė blogą aplinkos būklę. Siekiant pagerinti Karpinių žuvų gausumo rodiklio reikšmes, priemonės turėtų būti nukreiptos į nerštaviečių buveinių būklės gerinimą, žvejojimo intensyvumo mažinimą bei plėšrūnų sukeltą mirtingumą. Žuvų bendrijos dydžio indekso reikšmės yra tiesiogiai įtakojamos žvejojimo ir atspindi žvejojinį mirtingumą bendrijos lygmenyje (Pauly et al., 1998). Mažos rodiklio reikšmės rodo padidėjusį žvejojinį mirtingumą. Veiksmai, siekiant rodiklio teigiamos būklės, turi būti orientuoti į žvejojimo reguliavimą. Konkretūs veiksniai lėmę sykių sugavimo mažėjimą nėra žinomi. Rūšis gali būti veikiama keletos aplinkos ir antropogeninių veiksnių komplekso, tačiau sykių žuvų gausumo pokyčiai sietini su vandens kokybės pokyčiais (kylančia temperatūra, didėjančia eutrofikacija ir kt.), kadangi sykas laikomas jautria vandens temperatūros ir telkinio eutrofikacijos pokyčiams rūšimi (Barnes 2008; Lappalainen, Lehtonen 1997).

## Literatūra

- Barnes M. 2008. *Coregonus lavaretus*. Common whitefish. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- HELCOM. 2012. Indicator-based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005–2009. Baltic Sea Environment Proceedings No. 131. Available at: [www.helcom.fi/publications](http://www.helcom.fi/publications).
- HELCOM. 2008. Guidelines for HELCOM coastal fish monitoring sampling methods. Available at: [http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en\\_GB/annex10/](http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annex10/).
- Lappalainen J., Lehtonen H. 1997. Temperature habitats for freshwater fishes in a warming climate. Boreal environment research : an international interdisciplinary journal 2: 69–84.
- Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J. et al. 1998. Fishing down marine food webs. Science 279: 860–863.

## **<sup>137</sup>CS IR <sup>90</sup>SR TŪRINIO AKTYVUMO ILGALAIKIŲ POKYČIŲ BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRAVĖS VANDENYSE VERTINIMAS**

**Asta Daunaravičienė**

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius  
*asta.dauraraviciene@vgtu.lt*

**Įvadas.** Baltijos jūros tarša ypatingai aktuali ekologinė problema. Teršiančiosios medžiagos, patekusios į jūrinę aplinką, tampa vienu iš pagrindinių vandens taršos rizikos veiksnių, kurie gali sukelti neprognozuojamų ekologinės sistemos pokyčių. Vieni iš ilgalaikės taršos komponentų – į jūrinę aplinką patekę dirbtinės kilmės radionuklidai. Pagrindinis dirbtinės kilmės radionuklidų kiekis į Baltijos jūrą pateko po branduolinio ir termobranduolinio ginklo bandymų atmosferoje (1945–1963 m.), su atominės pramonės atliekomis ir po avarijos Černobylio atominėje elektrinėje (1986 m.). Į jūros vandenį patekusių trumpaamžių radionuklidų kiekis per neilgą laiko tarpą suskilo arba vanduo išsivalė nuo jų dėl hidrologinių procesų. Išimtis – <sup>137</sup>Cs ir <sup>90</sup>Sr, kurių pusėjimo trukmė apie 30 metų. Tai vieni pavojingiausių radionuklidų, kurie patekę į jūrinę aplinką, dalyvauja biologinėje mitybos grandinėje ir tampa žmogaus jonizuojančiosios apšvitos šaltiniu.

Apskaičiuota (HELCOM, 2013), kad po branduolinio ginklo bandymų į Baltijos jūrą pateko 800 TBq <sup>137</sup>Cs ir 500 TBq <sup>90</sup>Sr. Uždraudus branduolinio ginklo bandymus atmosferoje, Baltijos jūros radioaktyvioji tarša mažėjo. Iki 1986 m. <sup>137</sup>Cs ir <sup>90</sup>Sr vidutinis tūrinis aktyvumas (TA) Baltijos jūros vandenyje buvo atitinkamai 12 Bq/m<sup>3</sup> ir 24 Bq/m<sup>3</sup> (Styra ir kt., 2003). Po Černobylio atominės elektrinės avarijos su atmosferinėmis iškritomis į jūrą pateko 4700 TBq <sup>137</sup>Cs ir 80 TBq <sup>90</sup>Sr (pastarasis radionuklidas beveik nedalyvavo atmosferinėje pernašoje iš Černobylio) (Ikäheimonen et al., 2009; Juranová et al., 2015; HELCOM, 2013). Didžiausias <sup>137</sup>Cs TA buvo nustatytas šiaurinėje jūros dalyje, mažiausias – pietinėje (HELCOM, 2013). <sup>90</sup>Sr TA nuoseklus didėjimas buvo stebimas nuo jūros centrinės dalies link Botnijos ir Suomijos įlankų (Zalewska and Lipska, 2006; Zalewska and Suplińska, 2013). Baltijos jūros vandens savivalos procesas prasidėjo 1989 m., kai <sup>137</sup>Cs TA visoje jūros akvatorijoje tapo apytikriai lygus 150 Bq/m<sup>3</sup> (Styra et al., 2008). Pagal teorinių skaičiavimų duomenis (Styra et al., 2006), 2020–2022 m. <sup>137</sup>Cs TA turėtų pasiekti reikšmes, stebėtas iki Černobylio atominės elektrinės avarijos.

Baltijos jūros priekrantėje dirbtinės kilmės radionuklidų TA pokyčiai turi savitus ypatumus, kurie priekrantės vandenyse ir atviroje jūroje šiek tiek

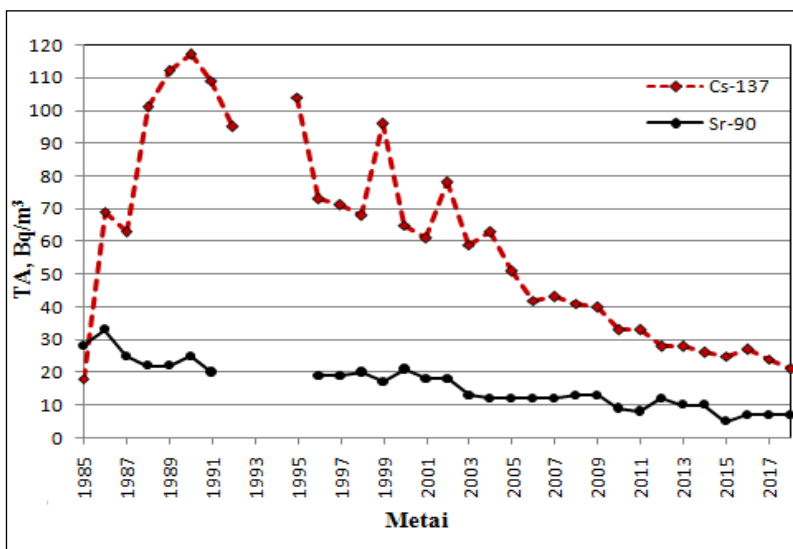
skiriasi. Todėl šio darbo tikslas – įvertinti ilgalaikius  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  TA pokyčius Baltijos jūros priekrantės vandenyse ties Juodkrante.

**Metodai.**  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  TA pokyčiams priekrantės vandenyse įvertinti naudoti VGTU Branduolinės hidrofizikos laboratorijos (buvusios) tyrimų duomenys. Radionuklidų TA nustatytas radiocheminiu metodu, kurio pagrindiniai etapai:

- vandens mėginių paėmimas (40–50 l);
- radionuklidų koncentravimas kartu su stabiliaisiais nešikliais;
- mėginių valymas nuo priemaišų;
- aktyvumo matavimas pagal  $\beta$  ( $^{90}\text{Sr}$ ) ir  $\gamma$  ( $^{137}\text{Cs}$ ) spinduliuotę.

Metodo paklaida  $^{137}\text{Cs}$  lygi 10 %,  $^{90}\text{Sr}$  – 15 %.

**Rezultatai.** Iki Černobylio atominės elektrinės avarijos vidutinės  $^{137}\text{Cs}$  TA vertės Baltijos jūros priekrantės vandenyje ties Juodkrante kito nuo 11  $\text{Bq}/\text{m}^3$  iki 37  $\text{Bq}/\text{m}^3$ , o  $^{90}\text{Sr}$  nuo 13  $\text{Bq}/\text{m}^3$  iki 46  $\text{Bq}/\text{m}^3$ . Prieš pat avariją tiriamųjų radionuklidų santykis ( $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ ) buvo 0,5, po avarijos padidėjo iki 5–6.  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  vidutinės TA vertės jūros priekrantės vandenyje pateiktos 1 paveiksle.



1 pav.  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  vidutiniai TA ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenyje ties Juodkrante.

Iš pateiktų duomenų matyti, kad iki 1989 m.  $^{137}\text{Cs}$  vidutinis TA priekrantėje didėjo dėl vandens masių pernašos iš labiau užterštų Baltijos jūros



vietų. Nuo 1990 m.  $^{137}\text{Cs}$  vidutinis TA palaipsniui mažėjo, išskyrus 1995, 1999, 2002 ir 2004 m., kai TA vertės didėjo atitinkamai iki  $119 \text{ Bq/m}^3$ ,  $90 \text{ Bq/m}^3$ ,  $78 \text{ Bq/m}^3$  ir  $64 \text{ Bq/m}^3$ . Tuo tarpu TA turėjo tendencingai mažėti dėl radionuklido radioaktyviojo skilimo, hidrometeorologinių ir kt. procesų. Kaip teigia mokslininkai, radionuklidai, patekę į vandens baseinus, dėl abiotinių ir biotinių aplinkos veiksnių prasiskiedžia ir pasiskirsto tarp pagrindinių hidroekosistemos sandūrų: vandens dugno nuosėdų ir augalų. Tai sąlygoja radionuklidų TA sumažėjimą vandenyje. Per tą patį laikotarpį ryškesnių  $^{90}\text{Sr}$  vidutinio TA pokyčių nebuvo pastebėta. Praėjus daugiau kaip 30 metų po Černobylio atominės elektrinės avarijos  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  vidutiniai TA sumažėjo atitinkamai iki  $27\text{--}21 \text{ Bq/m}^3$  ir  $10\text{--}7 \text{ Bq/m}^3$ .

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Įvertinus  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  vidutinių TA pokyčius pastebėta, kad Baltijos jūros vandens savivala nėra nuosekli ir vyksta lėčiau nei prognozuota. Minėti  $^{137}\text{Cs}$  vidutinių TA reikšmių padidėjimai nesukėlė jokio pavojaus biologiniams objektams, tačiau sulėtino natūralų vandens savivalos procesą Baltijos jūroje.

## Literatūra

- HELCOM, 2013. Thematic assessment of long-term changes in radioactivity in the Baltic Sea, 2007–2010. Baltic Sea environment proceedings No. 135, Helsinki.
- Ikäheimonen T. K., Outola I., Vartti V.P. et al. 2009. Radioactivity in the Baltic Sea: inventories and temporal trends of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in water and sediments. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 282(2): 419–425.
- Ilus E. 2007. The Chernobyl accident and the Baltic Sea. *Boreal Environment Research* 12: 1–10.
- Juranová E., Hanslik E., Marešová D. 2015. Temporal development of radiocaesium and radiostrontium concentrations in the hydrosphere – methods and evaluation. *Water, Air, & Soil Pollution* 226(10): 335.
- Styra D., Morkuniene R., Daunaraviciene A. 2008. Self-purification process of the Baltic Sea from  $^{137}\text{Cs}$  radionuclide in 1986–2006. In: Selected papers of the 7th international conference „Environmental engineering“ 1: 362–367.
- Styro D., Morkūnienė R., Vdovinskienė S. 2006. The process of self-purification of the Baltic sea waters from artificial radionuclides. *Oceanology*, Vol. 46, No. 3, 258–367.
- Zaborska A., Winogradow A., Pempkowiak J. 2014. Caesium-137 distribution, inventories and accumulation history in the Baltic Sea sediments. *Journal of Environmental Radioactivity* 127: 11–25.
- Zalewska T., Lipska J. 2006. Contamination of the eastern Baltic Sea with  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  over the period 2000–2004. *Journal of Environmental Radioactivity* 91(1–2), 1–14.
- Zalewska T., Suplińska M. 2013. Anthropogenic radionuclides  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the southern Baltic Sea ecosystem. *Oceanologia* 55(3). 485–517.

## **STRENGTHENING OF COASTAL AEOLIAN LANDFORMS WITHIN THE FRONTAL PART OF THE KINBURN PENINSULA**

**Oleksiy Davydov<sup>1</sup>, Vasyli Chaus<sup>2</sup>, Ihor Kotovsky<sup>1</sup>,  
Mariya Zinchenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kherson state university, Kherson, Ukraine, <sup>2</sup>National nature park  
"Biloberezhya Svyatoslava"  
*svobodny.polet2012@gmail.com*

**Introduction.** A significant part of the shores of the World Ocean is represented by barrier and abrasion–accumulative coastal systems, which contain accumulative forms of various genesis, composition and morphology (Зенкович, 1962; Шуйський, 2000; Encyclopedia Of Coastal Science, 2005).

Accumulative forms are the largest coastal areas, on the surface of which aeolian processes are actively developing and corresponding relief complexes are formed. Aeolian formations play a very important role in the development of the coastal zone, being the largest natural reservoirs of coastal marine sediments. On some parts of the shores of the World Ocean, coastal complexes of aeolian genesis reach significant sizes and represent natural coastal protection barriers (Морская геоморфология, 1980; Выхованец, 2003; Encyclopedia Of Coastal Science, 2005; Žaromskis, 2018).

**Formulation of the problem.** Modern climate changes, fluctuations in sea level and anthropogenic activities, in most cases, have a destructive effect on the state of aeolian forms of coastal relief. As a result, these formations are reduced in size or completely destroyed, which leads to a decrease in their coastal protection value. A similar situation within the accumulative areas of the Baltic coasts prompted the population of the coastal territories to take targeted measures to protect and restore aeolian forms (Гуделис, 1954; Болдырев, 1998; Žilinskas and &, 2001; Шуйский, Выхованец, 2001; Выхованец, 2003; Žaromskis, 2018).

Within the Black Sea coast of Ukraine, there are great number of large accumulative forms, on the surface of which specific complexes of the aeolian relief develop, represented by embryodunes, foredunes and kuchugurs (Vykhovanets, 1993; Выхованец, 1998; 1999; 2003).

The formation of aeolian landforms within the frontal part of the Kinburn Peninsula occurs under conditions of active wave processing, frequent manifestation of surge levels and the dominance of multidirectional winds during the year (Davydov, Zinchenko, 2019). The described conditions do not contribute to the formation of large accumulative aeolian forms, and the

existing formations are often washed out or completely washed out during strong storm surges. These processes lead to flooding of the interior parts of the peninsula, with a variety of coastal natural complexes and anthropogenic objects (Fig. 1).



Fig. 1. Wave processing of aeolian landforms of the frontal part of the Kinburn Spit (after a storm surge, December 2012): 1 – Black Sea; 2 – North-western part; 3 – front of the Kinburn Peninsula; a – destruction of the coastal aeolian complex; b – overwash in the aeolian complex lowering; c – washout in the body of the avandune; d – scour.

Sites of the frontal part of the Kinburn Spit that required restoration and strengthening had an average height of 0,3–0,5 m with a width of beaches in front of them of 25–30 m. Medium and fine-grained sands prevailing in the composition of the beach sediments of these areas, without vegetation and not experiencing significant moisture throughout the year. These characteristics of the sand cover determine its significant dynamism even at low wind speeds. The average velocity of aeolian sediment transport is 0,5 m per year.

**Strengthening and restoration technologies.** Within the frontal part of the Kinburn Peninsula, two technologies were used: the creation of a wind-damping barrier from shields and the landing of a *sand ryegrass* (*Latin Leymusarenarius*) (Fig. 2).

Within the frontal part of the Kinburn Spit, the shield structures were built in several areas where the state of aeolian complexes was the most critical. In some areas where aeolian forms were preserved but required restoration, the rhizome of *Leymusarenarius* was planted.



*Fig. 2.* Artificial strengthening and restoration of aeolian landforms within the frontal part of the Kinburn Spit: a – creation of a wind-damping shield (2013); b – the condition of the shield after five years; c – planting seedlings (2013); d – condition of the fixed area after five years.

**Research results.** An experiment on strengthening and restoring individual sections of aeolian complexes was carried out during 2013 and 2014. During this time, sand forms similar to airdunes, about 0,5–0,75 m high, formed around the shields. For further growth of the sand forms, it was necessary to raise the shields to a height of about 1,0 m and in some areas to reconstruct them, but these works were not carried out, since the state of the aeolian forms was determined to be satisfactory, and their further increase should be due to natural processes.

The work on fixing aeolian forms with vegetation led to the formation of foci of local accumulation of sand material. However, in some areas that were actively used for recreational purposes, the vegetation was destroyed and, as a result, dispersion processes resumed. Therefore, in the future, it is necessary to provide security zones for such areas.

**Conclusions.** Within the frontal part of the Kinburn Peninsula, the processes of accumulation and dispersal of aeolian material are reversible. The experiment indicates the possibility of creating a stable aeolian complex, however, under the conditions of systematic work to strengthen and restore it.

## References

- Davydov O., Zinchenko M. 2019. The "Winged Foreland" Abrasion-Accumulative Systems. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia: "Baltija Publishing": 302–327.
- Encyclopedia Of Coastal Science. 2005. (Encyclopedia of Earth Sciences Series). Editor: Schwartz M.L. Springer. 1211.
- Vykhanets, G. V. 1993. Sandy Accumulative Forms Within the Black Sea Coastal Zone. Coastlines of the Black Sea. ASCE. 452–466
- Žaromskis R. Gulbinskas S. 2018. Krantodara ir krantotvarka. Klaipėdos Universiteto leidykla. 260.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius D., Minkevičius V. 2001. Eoliniai Procesai Jūros Krante. Vilnius: Geog. Inst.Press 283.
- Болдырев В. Л. 1998. Куршская коса: состояние береговой зоны и вопросы берегозащиты. Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: 87–99.
- Вихованець Г. В. 1999. Визначення солового фактору в розвитку піщаних барів і кіс на берегах морів. Ерозія берегів Чорного і Азовського морів. Київ: Карбо ЛТД: 55–58.
- Вихованець Г. В. 1998. Формирование размеров современных дюн на песчаных берегах Черного и Азовского морей. Доповіді НАН України. 11: 122–125.
- Вихованець Г. В. 2003. Эоловый процесс на морском берегу. Одесса. Астропринт. 351.
- Гуделис В. К. 1954. Некоторые данные о строении и развитии пересыпи Куршо-Нерия. Труды Института океанологии АН СССР. 10: 62–70.
- Зенкович В. П. 1962. Основы учения о развитии морских берегов. Москва: АН СССР. 710.
- Морская геоморфология: Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения. ред. В.П.Зенкович. 1980. Москва: Мысль. 280.
- Шуйский Ю. Д., Вихованець Г. В. 2001. Особенности динамики песчаных берегов Балтийского моря в пределах Польши. Исследование береговой зоны морей. Киев: Карбон ЛТД: 134–143.
- Шуйський Ю. Д. 2000. Типи берегів Світового океану. Одеса: Астропринт. 480.

## HISTORICO-CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF FORMING THE WASHOUT FORMATIONS IN THE COASTAL SYSTEMS OF NON-TIDAL SEAS

Oleksiy Davydov<sup>1</sup>, Viktoras Karaliūnas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kherson State University, Kherson, Ukraine; <sup>2</sup>Nature Research Centre, Vilnius, Lithuania  
*svobodny.polet2012@gmail.com*

**Introduction.** Within the coast of the World Ocean, various coastal systems with different morpho- and lithodynamic characteristics are distinguished (Шуйский, 1986; Игнатов, 2004). About 13 % of the length of all coasts of the globe are represented by abrasion-accumulative and barrier coastal systems (Шуйський, 2000). In the evolution of these coastal systems, the formations described as entrance, inlet, tidal inlet, прорва, промоина, пропан are very important (Морская геоморфология, 1980; Gudelis, 1993).

The studied formations fulfill an important function of natural channels by means of which the connection between adjacent basins is carried out, in the form of exchange of water masses, coastal marine sediments and various living organisms. They are also important for the life of the population of coastal territories, playing the role of seasonal natural navigation routes. However, their systematic use is not always possible, since their location and metric characteristics are not fixed in space and time (Mallinson, 2008).

**General Definition.** In a general geographical understanding, all washout formations are morphological elements of barrier and abrasion-accumulating coastal systems, having the form of straits, permanent or temporary, connecting open spaces of oceans and seas with more or less isolated lagoons or bays (Gudelis, 1993; Encyclopedia Of Coastal Science, 2005; Encyclopedia of the World's Coastal Landforms, 2010).

**Formulation of the problem.** Washout formations are most fully studied within barrier systems, oceanic regions and tidal seas (Inman, 1989; FitzGerald, 1996; Barnhardt, 2002; Mallinson, 2008). At the same time, similar formations of accumulative forms of non-tidal seas were studied episodically and not purposefully, therefore, generalized information simply does not exist (Правоторов, 1968; Шуйский, 1989; Котовский, 1991; Gudelis, 1998). The study of the natural features of washout formations is necessary to create a theoretical model of the functioning of abrasion-accumulative and barrier coastal systems of non-tidal seas.

**Historical Analysis.** The frequency of occurrence of washout formations of accumulative forms of non-tidal seas was examined by us on the example

of the Curonian Spit (Baltic Sea), the Tendra Spit (Black Sea) and the Arabat (the Sea of Azov).

The Curonian Spit is a large accumulative form, which is characterized by significant maximum and average surface heights. However, even within its limits there are “weak points” where washout formations periodically occur. So, over the past five hundred years, fifteen cases of the transformation of a spit into an island or a system of islands have been recorded: 1497, 1630, 1642, 1673, 1680, 1706, 1714, 1790, 1791, 1792, 1796, 1895, 1899, 1967, 1983 (Болдырев, 1990, 1998; Gudelis, 1998). Over the past thirty years, through inlets of the spit’s body have not been observed, however, periodically rinses of the frontal avidune took place. The most dangerous are the basal parts of the spit within the modern Lesnoy township (Zhamoida, 2009).

The Tendra Spit is the largest sediment formation of the Black Sea, with insignificant maximum and average heights. The corresponding parameters indicate the possibility of its annual flashing and washout, which is why the inlets in the body of the spit are formed regularly and for a long time (Fig. 1).

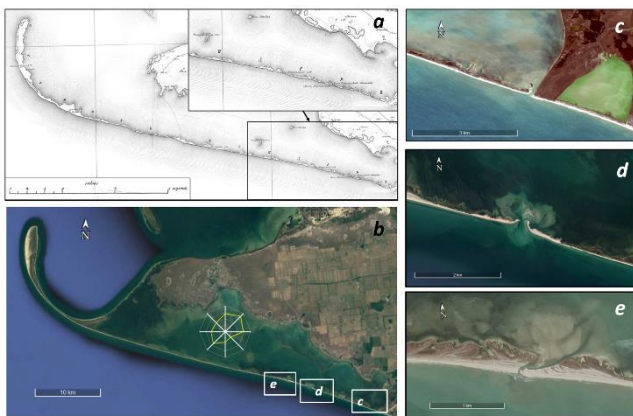


Fig. 1. Washout formations in the body of the Tendra Spit:

a – a fragment of the map of the Tendra Spit (1836) and an enlarged fragment of the inlet concentration area; b – the Tendra Spit at the present stage and structure of the wind regime; c – the Potievskaya inlet; d – the Babinskaya inlet; e – the Smalenovskaya inlet (developed by the author based on the *Google Earth* resource).

According to the analysis of publications (Борисенко, 1946; Буданов, 1953; Зенкович, 1960; Правоторов, 1968; Davydov, 2019), cartographic material and field research materials, the inlets and scours in the body of the spit are periodically formed along its entire length, but most often and for a

long time they are formed opposite the islands of Smaleny and Babin, as well as in the basal part. The lifetime of inlets is quite long from several years to twenty–thirty years.

The Arabat is the largest coastal accumulative form of the Sea of Azov, with a sufficiently high coastal rampart (up to 3–5 m). Now, within this form, there are two straits-scours – Tonkiy and Protoka, which are the most important arteries of the compensation exchange between the Sea of Azov and the Sivash Bay (Давидов, 2019) (Fig. 2).



Fig. 2. Washout formations of the Arabat: a – appearance of the Arabat and the structure of the wind regime; b – modern washout formations the Tonkiy and the Promoina straits; c – area of the former scours of the Shokalinsky narrowing (developed by the author based on the *Google Earth* resource).

Despite the rather high elevations of the coastal rampart, the Arabat inlets were observed in other places, but they did not appear for a long time. Based on field research, analysis of regional literature and cartographic material, it was determined that washout formations periodically occurred in the basal part of the bar in the south, in the center (within Shokalinskiy narrowing area) and in the north (in the depression between the villages of Schastlivtsevo and Strelkovoye), from the 18th to the 20th century (Мамыкина, 1980). At the beginning of the 21st century, the inlets in the body of the Arabat Arrow were not noted, however the local flashing occurs during strong storm surges.

**Conclusions.** Washout formations play an important lithodynamic role in the development of barrier and abrasion-accumulative systems. The process of their formation and development is directly dependent on the morphometric characteristics of sediment formations, the structure of the wind regime, storm activity, and coastline features.



## References

- Barnhardt W. A., Gonzalez R., Kelley J. T. et al. 2002. Geologic evidence for the incorporation of flood tidal deltas at Tavira Island, southern Portugal. *Journal of Coastal Research, Special Issue 36*: 28–36.
- Davydov O., Zinchenko M. 2019. The "Winged Foreland" Abrasion-Accumulative Systems. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. 7th ed. Riga, Latvia: "Baltija Publishing": 302–327.
- Encyclopedia Of Coastal Science 2005. Editor: Schwartz M.L. Springer. 1211.
- Encyclopedia of the World's Coastal Landforms. 2010. Editor: E.C.F. Bird. Springer. 1493.
- FitzGerald D. M. 1996. Geomorphic Variability and Morphologic and Sedimentologic Controls on Tidal Inlets. *Journal of Coastal Research*, 23: 47–71.
- Gudelis V. 1993. Jūros krantotyros terminų žodynas. Vilnius: Academia. 408.
- Gudelis V. 1998. Lietuvos jūris ir pajūris. Vilnius. 124–125.
- Inman D., Dolan R. 1989. The Outer Banks of North Carolina: Budget of sediment and inlet dynamics along a migrating barrier system. *Journal of Coastal Research*, 5: 193–237.
- Mallinson, Culver, Riggs et al. Past, Present and Future Inlets of the outer Banks Barrier Islands, North Carolina. Greenville, NC: East Carolina University, December 2008.
- Zhamoida V., Ryabchuk D., Kropatchev Y. et al. 2009. Recent sedimentation processes in the coastal zone of the Curonian spit (Kaliningrad region, Baltic sea). [Jüngste Ablagerungsprozesse im küstengebiet der Kurischen nehrung (raum Kaliningrad, Ostsee)] *Zeitschrift Der Deutschen Gesellschaft Fur Geowissenschaften*, 160(2): 143–157. doi:10.1127/1860-1804/2009/0160-0143.
- Болдырев В. Л. 1998. Куршская коса: состояние береговой зоны и вопросы берегозащиты. Проблемы изучения и охраны природы Куршской косы. Калининград: 87–99.
- Болдырев В. Л., Лащенко В. М., Рябкова О. И. 1990. Штормовая переработка берегов Калининградского побережья Балтийского моря. Вопросы динамики берегов и палеографии Балтийского моря. Том 1. Часть. 1. Вильнонс: 97–128.
- Борисенко А. М. 1946. Количественный учет донной фауны Тендровского залива. Карадаг. 201 с.
- Буданов В. И., Ионин А. С. 1953. Аккумулятивные формы и динамика берегов. *Природа. № 5. С. 108–111.*
- Давидов О. В., Роскос Н. О., Роскос О. М. 2019. Природні умови виникнення штормових нагонів у районі Генічеської дельти. Вісник Одеського Національного Університету. Серія Географічні та геологічні науки. 24. 2(35): 40–51.
- Зенкович В. П. 1960. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. II (Северо-западная часть). Москва: Изд-во АН СССР. 286.
- Игнатов Е. И. 2004. Береговые морфосистемы. Москва-Смоленск: Маджента. 350 .
- Котовский И. Н. 1991. Морфология и динамика берегов Чорного моря в пределах Херсонской области УССР. Киев: Инст. географии АН Украины. 19.
- Мамыкина В. А., Хрусталеv Ю. П. 1980. Береговая зона Азовского моря. Ростов н/Д. 174.
- Морская геоморфология: Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения. 1980. ред. В.П.Зенкович. Москва: Мысль. 280.
- Правоторов И. А. 1968. О механизме перемещения береговых баров. Вестник МГУ. Сер. География. 6.
- Шуйский Ю. Д. 1986. Проблема исследования баланса наносов в береговой зоне морей. Ленинград: Гидрометиздат. 240.
- Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. 1989. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-западной части Черного моря. Москва: Недра. 198.
- Шуйський Ю. Д. 2000. Типи берегів Світового океану. Одеса: Астропрінт. 480.

## PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS ŽEMYNINIO KRANTO PAPLŪDIMIO SĄNAŠŲ SMĖLIO DALELIŲ KAITA 1993–2018 METAIS

**Aira Dubikaltienė<sup>1</sup>, Donatas Pupienis<sup>1,2</sup>, Darius Jarmalavičius<sup>2</sup>,  
Gintautas Žilinskas<sup>2</sup>, Dovilė Karlonienė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Vilniaus universiteto Geomokslų institutas, Vilnius, <sup>2</sup> Gamtos tyrimų centro  
Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius  
*aira.dubikaltiene@chgf.vu.lt*

**Įvadas.** Smėlio dalelių dydis parodo vyraujančias hidrometeorologines, sedimentacines sąlygas ir krante vyraujančius dinامينius procesus. Jūros kranto sąnašų smėlio dalelių dydis yra vienas iš svarbesnių pasyvių veiksnių apsprendžiančių kranto morfometriją (Žilinskas et al., 2001). Informacija apie smėlio sąnašų dalelių dydį yra labai svarbi vykdant kranto tyrimus, priimant krantotvarkinius sprendimus bei plėtojant kranto inžinerinius projektus.

Jūros kranto sąnašų granulimetrinė sudėtis ir jos kaita išilgai kranto bei laike jau anksčiau buvo analizuota daugelio Lietuvos mokslininkų, tačiau šiuose darbuose didžiausio dėmesio sulaukdavo Kuršių nerijos jūros krantas (Gudelis ir kt., 1957; Stauskaitė, 1966; Žilinskas et al., 2001; Jarmalavičius et al., 2015; Pupienis et al., 2017; Žilinskas et al., 2018). Ilgą laiką Baltijos jūros žemyninio kranto sąnašų granulimetrinė sudėtis buvo analizuojama epizodiškai (Žilinskas et al., 2001), o dažniausiai tik specifinėse vietose (Žilinskas et al., 2010; Fedorovič, 2015; Pupienis et al., 2014). Mokslininkai, analizuodami kranto granulimetrinę sudėtį, dažniausiai remdavosi tradiciniais statistiniais parametrais: smėlio dalelių vidutiniu skersmeniu ir rūšiuotumo koeficientu.

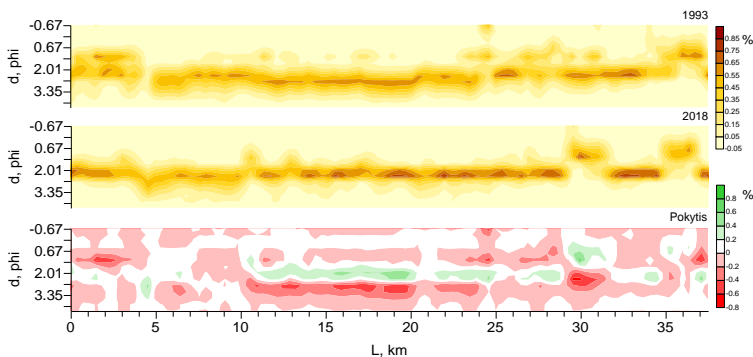
Darbo tikslas – įvertinti Baltijos jūros žemyno kranto paplūdimio sąnašų smėlio dalelių dydžio pasiskirstymą ir kaitą 1993–2018 metais. Šiame tyrime pateikiamas naujas smėlio dalelių dydžio pasiskirstymo (*Particle size distribution – PSD*) vizualizacijos metodas. *PSD* metodas, skirtingai nei anksčiau taikyti granulimetrinės analizės statistinių parametru pateikimo metodai, leidžia kokybiškai pilnai įvertinti smėlio dalelių dydžių pasiskirstymą, neprarandant svarbios informacijos ir suteikti papildomų žinių apie sedimentacinius procesus ir kintančias aplinkos sąlygas (Beierle et al., 2001).

**Metodai.** Siekiant įvertinti smėlio dalelių dydžių pasiskirstymą, 1993 ir 2018 m. pavasarį buvo atrinkti paviršiniai paplūdimio sąnašų smėlio mėginiai išilgai Baltijos jūros žemyno kranto kas 500 m nuo Lietuvos–Latvijos sienos iki Klaipėdos uosto šiaurinio molo. Darbe analizuojami tik paviršiniai smėlio

mėginiai paimti iš 5 mm storio sąnašų sluoksnio, esant ramiams (kai vėjo greitis neviršija 5 m/s) meteorologinėms sąlygoms (Fedorovič, 2015). Smėlio pavyzdžiai buvo imami iš „aktyvaus sluoksnio“, kuriame klostosi sąnašos, veikiamos esamų hidrometeorologinių sąlygų (Aboudha, 2003). Iš viso buvo išanalizuotas 151 mėginys. Smėlis buvo mechaniškai sijojamas *Fritsch Analysette 3 Spartan Pulverisette 0* kratytuvu, naudojant 11 sietų komplektą. Paplūdimio sąnašos buvo suklasifikuotos  $\phi$  sistemoje remiantis C. K. Wentworth (1922) klasifikacija. PSD vizualizacijai naudota x, y, z vertės, kai dalelių dydis, atstumas ir visų mėginių smėlio tūrio procentinė dalis vaizduojama atitinkamai. Smėlio dalelių dydžių pasiskirstymo erdviniai modeliai sukurti, taikant *Kriging* interpoliavimo metodą, naudojant *ArcGIS* programinę įrangą (ESRI).

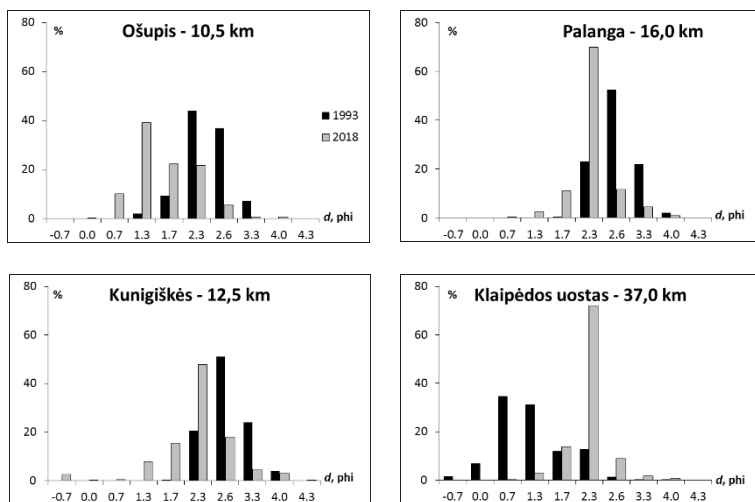
**Rezultatai.** 1993 m. paplūdimio sąnašų tyrimai parodė, kad didžiąją tūrio dalį sudarė smulkus smėlis (2–3  $\phi$ ). Tačiau Būtingės–Šventosios (0–5 km), Šaipių–Olando kepurės (23–31 km) ir I Melnragės–Klaipėdos uosto šiaurinio molo (35–38 km) vyravo vidutingrūdis (1–2  $\phi$ ) ir stambiagrūdis (0–1  $\phi$ ) bei itin stambiagrūdis (0––1  $\phi$ ) smėlis (1 pav.). Vidutingrūdžio ir stambiagrūdžio epizodiškai pasitaiko kranto ruože tarp 8 ir 19 km.

2018 m. situacija anksčiau išvardintuose kranto ruožuose pasikeitė (1 pav.), tačiau žymiausi pokyčiai nustatyti Būtingės–Šventosios (0–5 km), Ošupio upelio ir Birutės kalno (11–19 km), Šaipių–Olando kepurės (23–31 km) ir I Melnragės–Klaipėdos uosto šiaurinio molo (35–38 km) kranto ruožuose (1 pav.).



1 pav. Paplūdimio sąnašų smėlio dalelių dydžių pasiskirstymas Baltijos jūros žeminiame krante 1993 ir 2018 metais bei jų pokytis. Abscisėje – atstumas nuo Lietuvos–Latvijos sienos (0,0 km) iki Klaipėdos uosto šiaurinio molo (38,5 km).

Jeigu Būtingės–Šventosios kranto ruože smėlio dalelės pasmulkėjo, tai Ošupio upelio ir Birutės kalno ruože sumažėjo labai smulkaus smėlio ir padidėjo smulkiagrūdžio bei vidutiningrūdžio smėlio (1, 2 pav). Dalelių pastambėjimas nustatytas ir klifų ruože, kur ypatingai išsiskyrė Olando kepurės ruožas (29–31 km). Pokyčiai nustatyti I Melnragės–Klaipėdos uosto šiaurinio molo (35–38 km) kranto ruože, rodo smulkesnių smėlio dalelių dominavimą paplūdimyje (1, 2 pav.).



2 pav. Paplūdimio sąnašų granulimetrinė sudėtis 1993 ir 2018 metais atskirose Baltijos jūros žemyninio kranto vietose.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Atlikta analizė leido įvertinti vyraujančių paplūdimio sąnašų smėlio dalelių dydžių pokyčius per 25 metus. Tyrimai parodė, kad žemyno kranto paplūdimiuose smėlio dalelės varijuoja nuo labai smulkaus iki labai stambaus smėlio. Didžiausi pokyčiai buvo nustatyti eroziniuose kranto ruožuose, kur pasireiškia Klaipėdos ir Šventosios uostų hidrotechninių įrenginių poveikis, t. y. Būtingės–Šventosios (0–5 km) ir I Melnragės–Klaipėdos uosto šiaurinio molo (35–38 km) ruožuose. Ošupio upelio ir Birutės kalno kranto ruožo paplūdimio sąnašų granulimetrinės sudėties kaitą nulėmė 2005–2012 metais vykdyti Palangos paplūdimio pamaitinimo darbai. Iš jūros išpiltas stambesnis nei įprastai smėlis nulėmė paplūdimio sąnašų pastambėjimą. Jeigu anksčiau minėtuose kranto ruožuose paplūdimio sąnašų smėlio dalelių dydžio kaitą nulėmė žmogaus veikla, tai

Šaipių–Olando kepurės (23–31 km) klifų kranto ruože pokyčius nulėmė natūraliai vykstanti krantų erozija.

## Literatūra

- Aboudha J. O. Z. 2003. Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya. *Journal of African earth Science*, 36: 41–54
- Beierle B. D., Lamoureux S. F., Cockburn J. M. H. et al. 2002. A new method for visualizing sediment particle size distributions, *Journal of Paleolimnology*, 27: 279–283.
- Fedorovič J. 2015. Klaipėdos uosto molų poveikis Kuršių nerijos smėlio diferenciacijai. *Geografija ir edukacija*. 2015(3): 7–13.
- Gudelis V., Jakevičiūtė S., Micheliukaitė E. 1957. Keletas pastabų dėl gožos srauto dinamikos seklios priekrantės jūros paplūdimio sąlygomis. Lietuvos TSR mokslų akademijos darbai. Serija B, 4: 123–131.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Buynevich I. V. et al. 2015. Aeolian sand differentiation along the Curonian Spit Coast, Baltic Sea, Lithuania. *Coastal Sediments 2015. The Proceedings of the Coastal Sediments 2015. San Diego, USA, 11 – 15 May 2015.*
- Pupienis D., Buynevich I. V., Jarmalavičius D. et al. 2017. Spatial patterns in heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast, southeastern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 197(5): 41–50.
- Pupienis D., Jarmalavičius D., Žilinskas G. et al. 2014. Beach nourishment experiment in Palanga, Lithuania. In: Green, A.N. and Cooper, J.A.G. (eds.), *Proceedings 13th International Coastal Symposium (Durban, South Africa)*, *Journal of Coastal Research*, SI70: 490–495
- Stauskaitė R. 1966. Pietrytinio Baltijos pajūrio kranto zonos nešmenų litologija ir litodinamika: daktaro disertacija. Geografijos institutas. Vilnius.
- Wentworth C.K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5): 377–392.
- Žilinskas G., Pupienis D., Jarmalavičius D. 2010. Possibilities of regeneration of palanga coastal zone. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 18(2): 92–101.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Minkevičius V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius. Geografijos institutas.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2018. The influence of natural and anthropogenic factors on grain size distribution along the southeastern Baltic spits. *Geological Quarterly*, 62(2): 375–384.

## LIETUVOJE PERINČIŲ DIDŽIŲJŲ KORMORANŲ (*PHALACROCORAX CARBO SINENSIS*) LANKOMŲ TERITORIJŲ BEI MIGRACINĖS ELGSENOS NUSTATYMAS GPS/GSM SIŪSTUVAIS

Vytautas Eigirdas<sup>1,2</sup>, Rasa Morkūnė<sup>3</sup>, Julius Morkūnas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ventės rago ornitologinė stotis, Kauno T. Ivanausko zoologijos muziejus,

Kaunas, <sup>2</sup>Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Kaunas,

<sup>3</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

*v.eigirdas@gmail.com*

**Įvadas.** Lietuvoje, kaip ir didžiojoje Europos dalyje, aptinkamas didžiojo kormorano (*Phalacrocorax carbo sinensis*) porūšis (Logminas ir kt., 1990). XIX amžiuje Lietuvoje kormoranai buvo išnykę. Tai lėmė intensyvus paukščių baidymas ir naikinimas, kaltinant juos dėl žalos žuvų ištekliais (Ivanauskas, 1938). XX amžiaus devintame dešimtmetyje didieji kormoranai vėl rasti perintys Lietuvoje (Jusys, 1997) ir nuo tada šių paukščių populiacija šalyje vis augo. 2001 metų duomenimis Lietuvoje kormoranų populiacija vertinta 2000–3000 perinčių porų (Gražulevičius, 2006), 2018–2019 metais vien tik Lietuvos Kuršių marių dalies priegose perėjo apie 4000 porų.

Pastaraisiais dešimtmečiais gausėjantys kormoranai tapo santykinai problemine rūšimi dėl ginčų su žvejais, kurie kaltina kormoranus dėl žuvų išteklių mažėjimo. Taip pat kormoranai kaltinami dėl Juodkrantės sengirės ir kitų medynų, kuriuose jie peri, Lietuvoje nykimo. Dėl nuolatinio susidūrimo su žmogumi, kormoranai tapo bene geriausiai ištyrinėta paukščių rūšimi Europoje, tačiau apie jų migracijas dar daug kas nežinoma. Vieninteliai turimi duomenys apie jų migracijas, kaip žiemavietės ir migracijoms naudojami keliai, yra gaunami iš žiedavimo duomenų. Kormoranų stebėjimui pradėjus naudoti palydovinius GPS/GSM siūstuvus, gaunami išsamūs paukščių lankomų teritorijų bei migracinės elgsenos duomenys, kurių analizę pristatome šiame darbe.

**Metodai.** Kuršių nerijos marių pakrantėje, palei kormoranų koloniją, bei Rusnės žuvininkystės tvenkiniuose 2018 m. gegužės–birželio mėn. voratinklinėmis gaudyklėmis bei specialia patrankine gaudykle buvo sugauta 10 suaugusių kormoranų. Jie visi buvo paženklinėti GPS/GSM, saulės energija pakraunamais, paukščių nuotolinio sekimo ~30 g. sveriančiais siūstuvais (OrniTrack-T30D). Iš dešimties paženklintų individų dalis žuvo arba pametė siūstuvus migracijos kelyje, todėl gauti duomenys nepadengia pilno metų ciklo. Šiame darbe analizuojami keturių siūstuvų, kuriais paženklinėti paukščiai

įveikė pilną migracijos kelią (nuskrido iki žiemojimo vietų, peržiemojo ir grįžo į perimvietes), duomenys.

**Rezultatai.** Darbe pristatoma trijų paukščių iš Juodkrantės kolonijos ir vieno paukščio iš Rusnės kolonijos siųstuvais surinktų duomenų analizė.

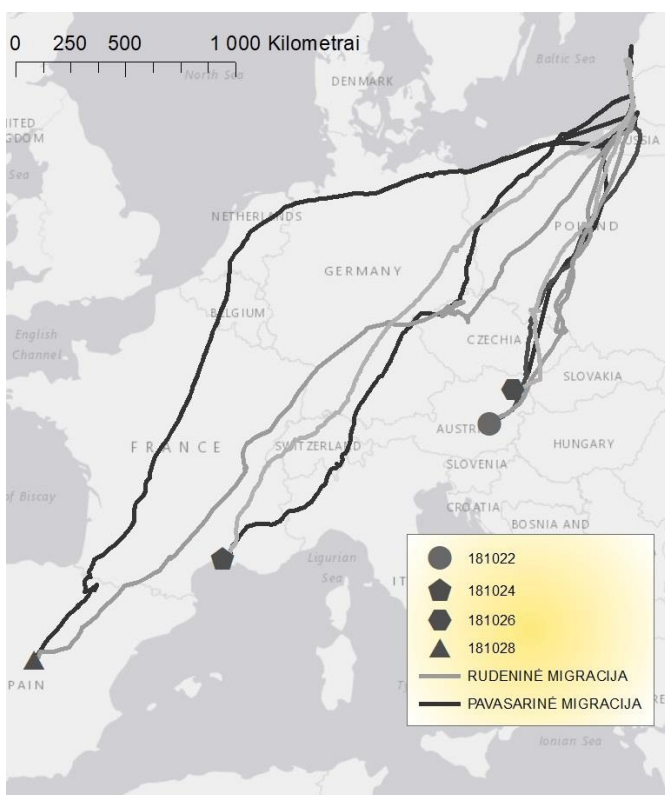
Trys paukščiai reguliariai lankėsi Juodkrantės kolonijoje, todėl galima teigti, kad jie 2018 metais šioje kolonijoje perėjo. Nustoję lankytis perimvietėje, jie reguliariai naudojo šiauriau Juodkrantės esančią tupyklą, kur ilsėjosi bei nakvojo iki rudeninės migracijos pradžios.

Siųstuvu, kurio numeris 181022, paženklintas paukštis Juodkrantės kolonijoje 2018 metais lankėsi iki rugpjūčio 5 d. (2a pav.). Rudeninę migraciją jis pradėjo 2018 spalio 21 d. Iki žiemojimo vietos Austrijoje paukštis buvo sustojęs du kartus. Žiemojimo vietą paukštis pasiekė lapkričio 17 d. Žiemojimo vietoje prabuvo iki 2019 m. vasario 28 d. Pavasarinę migraciją šis paukštis pradėjo 2019 m. kovo 1 d., jos metu padarė du sustojimus. Į koloniją Juodkrantėje paukštis grįžo kovo 19 d. Panašu, kad 2019 metais paukštis vėl sėkmingai perėjo. Kolonijoje reguliariai lankėsi iki 2019 m. rugpjūčio 12 d. Vėliau iki rudeninės migracijos pradžios naudojosi ta pačia, šiauriau Juodkrantės esančia tupykla kaip ir 2018 metais. 2019 m. spalio 5 d. šis paukštis vėl pradėjo rudeninę migraciją. Nuskrido iki Lenkijos, o spalio 6 d. siųstuvą nustojo veikti (1 pav.).

Siųstuvu, kurio numeris 181024, paženklintas paukštis koloniją Juodkrantėje lankė iki 2018 m. liepos 16 d. (2b pav.). Prieš skrisdamas į pietus, šis paukštis rugpjūčio 12 d. nuskrido į Latviją, kur prie Liepojos prabuvo iki rugsėjo 22 d. Rugsėjo 23 d. šis paukštis grįžo į Lietuvą ir pernakvojęs tupykloje šiauriau Juodkrantės rugsėjo 24 d. pradėjo tikrąją rudeninę migraciją. Iki žiemojimo vietos Prancūzijoje paukštis buvo sustojęs 3 kartus. Žiemavietę pasiekė rugsėjo 30 d. Žiemojimo vietoje paukštis išbuvo iki 2019 m. kovo 22 d. Kitą dieną, kovo 23 d., šis kormoranas pradėjo pavasarinę migraciją. Į Lietuvą grįžo kovo 30 d. ir aplankęs Juodkrantės koloniją nakvojo Kuršių marių pakrantėje ties Kiaulės nugara. Kovo 31 d. paukštis nuskrido į Latviją ir prie Liepojos išbuvo iki balandžio 4 d. Balandžio 5 d. grįžo prie perimvietės, o balandžio 9 dieną paukštis pametė siųstuvą (1 pav.).

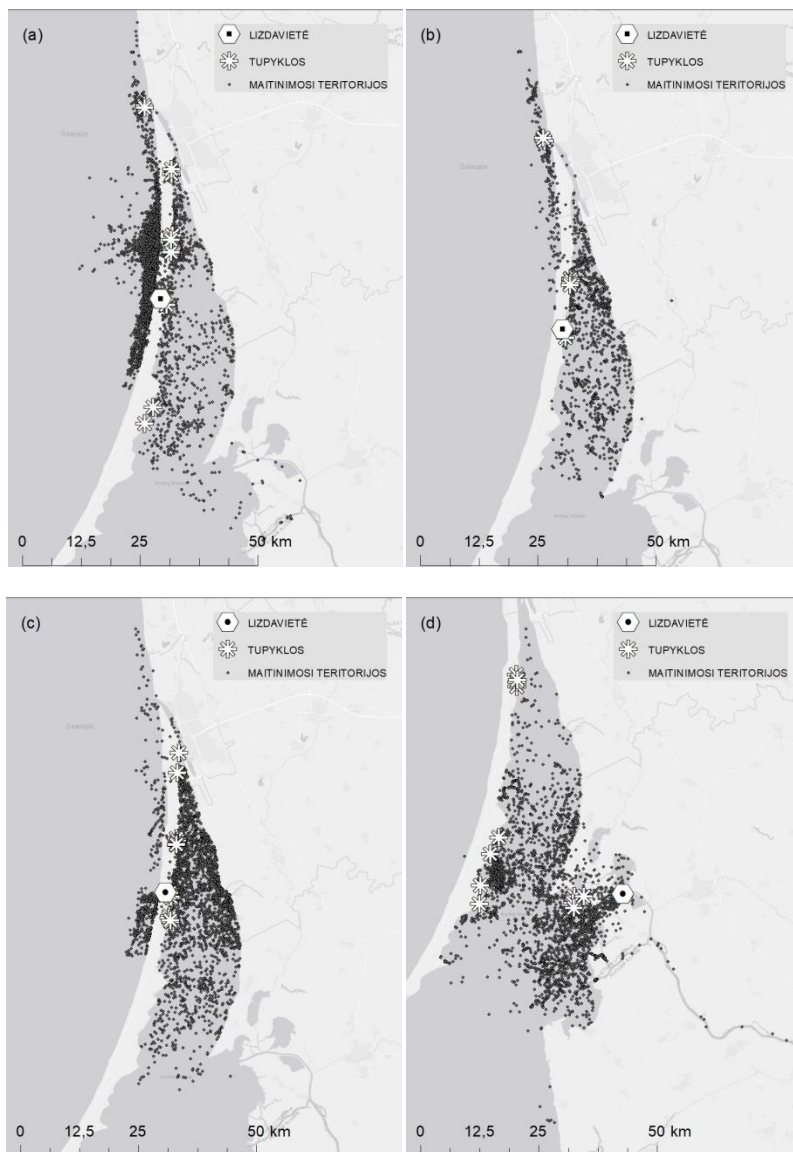
Siųstuvu, kurio numeris 181026, žymėtas paukštis Juodkrantės kolonijoje paskutinį kartą lankėsi 2018 m. liepos 27 d. (2c pav.). Rudeninę migraciją pradėjo 2018 m. rugsėjo 29 d. Iki žiemojimo vietos Austrijoje šis paukštis buvo sustojęs du kartus. Žiemavietę pasiekė spalio 4 d. Žiemojimo vietoje paukštis laikėsi iki 2019 kovo 7 d. Kovo 8 d. pradėjo pavasarinę migraciją, jos metu paukštis padarė du sustojimus. Kovo 10 d. kormoranas grįžo į koloniją Juodkrantėje, kur, panašu 2019 metais vėl sėkmingai perėjo. Birželio 9 d. siųstuvą nustojo siųsti informaciją (1 pav.).

Ketvirtuoju siūstuvu, kurio numeris 181028, paženklintas Rusnės tvenkinių paukštis, panašu, 2018 m. perėjo nesėkmingai, arba išvis neperejo, kadangi po žiedavimo iki pat rudeninės migracijos pradžios kolonijoje lankėsi nereguliariai, kartais naudodavosi tapyklomis Kuršių nerijoje (2d pav.). Šis paukštis rudeninę migraciją pradėjo 2018 m. spalio 19 d. Skrįdamas iki žiemavietės Prancūzijoje, jis buvo sustojęs 7 kartus. Žiemojimo vietą pasiekė 2018 m. gruodžio 7 d., kur prabuvo iki 2019 m. kovo 13 d. Pavasarinę migraciją pradėjo kovo 14 d., šios migracijos metu iki Lietuvos paukštis buvo sustojęs 5 kartus. Į koloniją Rusnės tvenkiniuose grįžo kovo 19 d. Iki 2019 liepos 6 d. reguliariai lankėsi kolonijoje, panašu, kad sėkmingai perėjo. Liepos 12 d. siūstuvus nustojo siūsti duomenis (1 pav.).



1 pav. Siūstuvais suženklintų kormoranų pavasarinių ir rudeninių migracijų keliai bei žiemavietės (pažymėtos skirtingais simboliais).





2 pav. Siųstuvais žymėtų paukščių naudojamos teritorijos 2018 m. liepos–spalio mėnesiais Kuršių mariose ir pajūryje: a-181022, b-181024, c-181026, d-181028.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Pagal GPS/GSM siųstuvais suženklintų didžiųjų kormoranų elgseną nustatyta, kad sėkmingai perėję paukščiai 2018 m. Juodkrantės koloniją nustojo lankyti tarp liepos 17 dienos ir rugpjūčio 6 dienos. Nuo šio periodo iki rudeninės migracijos pradžios paukščiai naudojami tapyklomis prie Kuršių marių. Rudeninę migraciją žymėti paukščiai pradėjo nuo rugsėjo 24 dienos iki spalio 21 dienos. Žiemojimo metu toliausiai į pietus nutolusius taškus stebėti individai pasiekė 2018 m. rugsėjo 30–gruodžio 7 dienomis. Jų pavasarinė migracija prasidėjo nuo 2019 m. kovo 1 dienos iki kovo 23 dienos. Į perėjimo koloniją Lietuvoje stebėti individai sugrįžo nuo 2019 m. kovo 10 iki balandžio 5 dienos.

**Padėka.** Mokslines veiklas finansavo Lietuvos mokslo tarybos PATCHY projektas (Nr. S-MIP-17-11).

### **Literatūra**

- Gražulevičius G. 2006. Lietuvos perinčių paukščių atlasas. 25 p., Kaunas: Lututė.
- Ivanauskas T. 1959. Lietuvos paukščiai II. 110–115. Vilnius: Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla.
- Jusys V. 1997. The Cormorant *Phalacrocorax carbo* in western Lithuania. *Ecologia Polska*. Nr. 45 (1), 69–70.
- Logminas V. 1990. Lietuvos faunas. Paukščiai 1. 38–39. Vilnius: Mokslas.

## MIKROBIOLOGINĖ TARŠA LIETUVOS BALTIJOS JŪROS IR KURŠIŲ MARIŲ MAUDYKLŲ VANDENYSE

Greta Gyraitė<sup>1,2</sup>, Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Donata Overlingė<sup>1</sup>,  
Diana Vaičiūtė<sup>1</sup>, Eglė Jonikaitė<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Leibnico Baltijos  
jūros tyrimų institutas, Varnemiundė, Vokietija  
*greta.gyraite@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Pajūrio aplinka (paplūdimiai ir maudyklos) dėl ekologinės bei socio-ekonominės reikšmės yra viena svarbiausių buveinių pasaulyje. Rekreacijai skirtų maudyklų vandens kokybė yra reguliuojama pagal Europos sąjungos Maudyklų vandens direktyvą (Directive, 2006/7/EC), kurioje nurodomi du su fekalinės taršos buvimu susiję indikatoriai (žarniniai enterokokai bei *Escherichia coli*). Jų didesni kiekiai gali parodyti, kad vandenyje yra žmogui patogeninių virusų ar bakterijų kaip *E. coli* 0157:H7 ar *Bacteroidales*. Taip pat vandenyje galima rasti ir natūraliai šioje aplinkoje gyvenančių patogeninių bakterijų tokių kaip *Vibrio* spp. Šie organizmai yra aptinkami paviršiniuose vandenyse visame pasaulyje, tačiau jų gausumas yra priklausomas nuo aplinkos sąlygų, tokių kaip druskingumas, vandens temperatūra (optimali 18–25 °C) bei kitų jūrų bei gėlų vandens organizmų, pavyzdžiui, mikrodumblių. Potencialiai toksiškų melsvabakterių (*Microcystis*, *Nodularia*) žydėjimas pajūryje taip pat gali kelti grėsmę žmonių sveikatai. Tiek vibrionų, tiek potencialiai toksiškų melsvabakterių stebėsena šiuo metu nėra iki galo apibrėžta esamais teisės aktais, dėl ko tikėtina, jog šiltuoju sezonu, susirgimų maudynių metu rizika yra neįvertinama iki galo.

Mūsų tyrimo tikslas buvo įvertinti žmogui potencialiai patogeniškų bei toksiškų organizmų buvimą Lietuvos pajūrio bei Kuršių marių maudyklų vandenyse bei nustatyti jų sąveiką su vandens biologiniais, fizikiniais ir cheminiais parametrais. Taip pat atlikti rizikos vertinimą ir identifikuoti maudyklas ir sąlygas, kuriomis esant poilsiautojai patiria didžiausias rizikas.

**Metodai.** Mikrobiologinei taršai nustatyti, vandens mėginiai buvo paimti 2018 metų gegužės–rugsėjo mėnesiais, 3 Lietuvos Baltijos jūros maudyklose (Palanga, Melnragė bei Nida) ir Kuršių mariose (ties Nida, Kintuose bei uosto teritorijoje).

Tyrimo mėginių rinkimo vietose buvo matuojamas ištirpusio deguonies kiekis vandenyje bei vandens temperatūra. Vandens mėginių druskingumas, pH, ištirpusios organinės medžiagos kiekis, drumstumas bei kiti cheminiai elementai matuoti Pajūrio aplinkos ir biogeochemijos laboratorijoje (KU JTI).

Bendras kolonijas formuojančių vienetų skaičius 100 ml (toliau kfv/100 ml) buvo nustatytas membraninio filtravimo metodu kultivuojant ant selektyvių mitybinų terpių: (TCBS) *Vibrio* spp. bakterijoms, TTC bei TBX – *E.coli* bakterijų nustatymui.

*Vibrio* rūšių nustatymas iš išgrynintų kolonijų DNR buvo atliktas taikant PGR metodą amplifikuojant *Vibrio cholerae* specifinį prVC geną (Fykse et al. 2012) bei *Vibrio vulnificus* – vvhA geną (Han and Ge, 2010).

Kiekybiniai fekalinės (*E.coli*) taršos bei *Vibrio vulnificus*, *Vibrio cholerae* matavimai taip pat buvo atlikti tikrojo laiko PGR (angl. *Real-time PCR*) metodu, naudojant specifinius genetinius markerius: *Vibrio vulnificus* (Campbell et al. 2003; Gyraite et al. 2019), *Vibrio cholerae* (Fykse et al. 2012), *Enterococci* (Haugland et al. 2012), *E. coli* 0157:H7 (Li et al. 2012) ir *Bacteroidales* (Haugland et al. 2010).

Fitoplanktono bendrijos bei jų toksinų tyrimai buvo atlikti atitinkamai mikroskopavimo bei masių spektrometrijos būdais pagal Grabowska et al. (2014).

**Rezultatai ir jų aptarimas.** Baltijos jūros maudyklų vandenyse ties Nida bei Palanga nuo liepos vidurio dominavo žmogui potencialiai patogeniškos *V.cholerae* bei *V. vulnificus*. Yra žinoma, jog dėl klimato kaitos kylanti jūros vandens paviršiaus temperatūra sudaro palankias sąlygas patogenų proveržiams (Wu et al. 2016). Šio tyrimo metu, 2018 metų vasaros pabaigoje kuri Naumann et al. (2019) minima kaip karščiausia vasara nuo 1990 m., Nidos ir Palangos paplūdimiuose užfiksuotas beveik du kartus didesnis *V. vulnificus* vvhA geno kopijų skaičius/100 mL nei 2017 metais (Gyraite et al. 2019). Tai leidžia daryti prielaidą, jog vandens paviršiaus temperatūra gali turėti įtakos *Vibrio* spp. spartesniai dauginimuisi bei plitimui.

Palangoje sezono pradžioje bei rugpjūčio mėnesį aptikta *Bacteroidales* mikroorganizmų, kurie parodo žmogaus fekalinę taršą, kita vertus *E. coli* bei *Enterococci* koncentracijos neviršijo ribinių reikšmių. Melnragė nuo kitų jūrinių maudyklų išsiskyrė tuo, jog visą tyrimų laikotarpį buvo stebimos bent kelios cianotoksinų rūšys, tačiau *V. vulnificus* aptikta vėliausiai, tik rugpjūčio pabaigoje, kuomet vandens druskingumas pasiekė 6,9 PSU, vandens temperatūra pakilo virš 20 °C bei aCDOM m<sup>-1</sup> buvo mažiausias per visą tyrimų laikotarpį. Kintų tyrimų stotyje visą tyrimų laikotarpį buvo nustatyta didesnė *Enterococci* koncentracija, o nuo liepos mėnesio Kintuose buvo aptiktos didžiausios *V. cholerae* groEL geno/100 mL koncentracijos, taip pat rugpjūčio bei rugsėjo mėnesiais buvo stebimos ir kelios cianotoksinų rūšys. Didžiausia žmogui potencialiai patogeniškų mikroorganizmų įvairovė pasižymėjo Kuršių marių ties Nida maudykla, kurioje liepos 23 d. buvo rasta *V. cholerae*, *Enterococci*, *Bacteroidales* ir kelios cianotoksinų rūšys.

**Išvados.** Šio tyrimo rezultatai atskleidė, jog kai kuriose tyrimų stotyse visą tyrimų periodą buvo stebimos bent kelios žmogui patogeniškų organizmų grupės. Maudyklų vandenų direktyvoje nurodyti indikatoriai neatskleidžia žmogaus fekalinės taršos, bei neatspindi natūraliai vandens aplinkoje egzistuojančių mikroorganizmų tikrosios grėsmės poilsiautojams.

**Padėka.** Iš dalies darbas buvo finansuojamas EOMORES projekto, priklausančio Europos Sąjungos mokslinių tyrimų ir inovacijų programai „Horizontas 2020“ (dotacijos sutarties Nr. 730066), ir Klaipėdos universiteto, Jūros tyrimų instituto, Ekologijos ir aplinkotyros mokslų doktorantūros studijų programos (skirta G.G bei O.D).

## Literatūra

- Campbell M. S., Wright A. C. 2003. Real-time PCR analysis of *Vibrio vulnificus* from oysters. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 69 (12), 7137–7144. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.12.7137>.
- European Union, 2006. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and the Council. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0007&from=BG>.
- Fykse E. M., Nilsen T., Nielsen A. D. et al. 2012. Realtime PCR and NASBA for rapid and sensitive detection of *Vibrio cholerae* in ballast water. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 200–206. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.12.007>.
- Gyraite G., Katarzyte M., Schernewski G. 2019. First findings of potentially human pathogenic bacteria *Vibrio* in the southeastern Baltic Sea coastal and transitional bathing waters. *Marine Pollution Bulletin* 149, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110546>.
- Grabowska M., Kobos J., Toruńska-Sitarz A. et al. 2014. Non-ribosomal peptides produced by *Planktothrix agardhii* from Siemianówka Dam Reservoir SDR (northeast Poland). *Arch. Microbiol* 196, 697–707. <http://dx.org/10.1007/s00203-014-1008-9>.
- Han F., Ge B. 2010. Multiplex PCR assays for simultaneous detection and characterization of *Vibrio vulnificus* strains. *Letters in Applied Microbiology* 51, 234e240.
- Haugland R. A., Siefiring S., Lavender J. et al. 2012. Influences of sample interference and interference controls on quantification of enterococci fecal indicator bacteria in surface water samples by the qPCR method. *Water research*, 46(18), 5989–6001. EPA.
- Haugland R. A., Varma M., Sivaganesan M., et al. 2010. Evaluation of genetic markers from the 16S rRNA gene V2 region for use in quantitative detection of selected Bacteroidales species and human fecal waste by qPCR. *Systematic and Applied Microbiology*, 33(6), 348–357.
- Li B., Chen J. Q. 2012. Real-time PCR methodology for selective detection of viable *Escherichia coli* O157: H7 cells by targeting Z3276 as a genetic marker. *Appl. Environ. Microbiol.* 78(15), 5297–5304.
- Naumann M. U., Gräwe V., Mohrholz J. et al. 2019. Hydrographic-hydrochemical assessment of the Baltic Sea 2018. Rostock: Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde. 92 S. (Meereswissenschaftliche Berichte = Marine Science Reports ; 110), doi: 10.12754/msr-2019-0110.
- Wu X., Lu Y., Zhou S. et al. 2016. Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environ. Int.* 86, 14–23. doi:10.1016/j.envint.2015.09.007.

## CHROMAS KLAIPĖDOS DIRVOŽEMYJE: KOKIAIS METODAIS IR KURIOSE LABORATORIJOSE IEŠKOTI

Virgilija Gregorauskienė<sup>1</sup>, Ričardas Taraškevičius<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, <sup>2</sup>Gamtos tyrimų centras, Vilnius,

<sup>3</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*ricardas.taraskevicius@gmail.com*

**Įvadas.** 2019 m. pabaigoje visuomenei teikiama informacija apie Klaipėdos šiaurinės dalies dirvožemyje rastą chromą (Cr) buvo nevienareikšmė. Ją bendrais bruožais atspindi Klaipėdos dienraščio „Vakarų ekspresas“

(<https://www.vė.lt/naujienos/klaipeda1/klaipeda/chromo-tarsa-klaipedoje-nauji-tyrimai-kelia-dar-daugiau-klausimu-1753553/susije/>): anomalius monitoringo rezultatus autoritetingai paneigė Nacionalinio visuomenės sveikatos centro tarnautojai, tačiau Lietuvos geologijos tarnybos (LGT) specialistai netrukus intrigą sugražino. Klaipėdos savivaldybė paskelbė konkursą ekogeologinių tyrimų paslaugai. Techninėje jos specifikacijoje yra nurodyti analizės metodai. Ką ir kodėl aptiktieji Cr kiekiai atspindės?

Šio tyrimo tikslas – įvardinti pagrindinius dėsningumus, lemiančius nevienodų Cr kiekių aptikimą tame pačiame dirvožemyje, jo tirpinimui naudojant skirtinga mineralų skaidomąja geba pasižymintį analizės metodus. Šie pastebėjimai gali būti aktualūs ir Klaipėdai, ir bet kuriai kitai Lietuvos vietai, kurioje atliekami formalizuotieji (monitoringo, ekogeologiniai, ar kt.) sunkiųjų metalų (SM) kiekių tyrimai.

**Metodai.** *Gamtos tyrimų centro geochemijos sektoriuje* (GTC), atlikusiam Klaipėdos dirvožemio monitoringo mėginių tyrimus, susmulkinus cirkonio girnomis (malūnas MM400) užsakovo pateikto mėginio kvartavimo būdu atrinktą dalį (10 g) iki <0,005–0,01 mm, sumaltą medžiagą supresavus į tabletes (presas PP25), pastaroji buvo tiriama rentgeno fluorescencinės spektrometrijos (XRF) įranga (prietaisas Spectro Xepos, Vokietija). Metodo žymuo – LST EN 15309:2007 („*Atliekų ir dirvožemio apibūdinimas. Elementinės sudėties nustatymas rentgeno fluorescencijos būdu*“). Šis metodas, kartu su jam alternatyviu (LST EN 13656:2003 „*Atliekų apibūdinimas. Atliekų skaidymas vandenilio fluorida (HF), nitrato rūgšties (HNO<sub>3</sub>) ir druskos rūgšties (HCl) mišiniu, veikiant mikrobangomis, cheminiams elementams nustatyti*“ yra įvardintas Lietuvos geologijos tarnybos direktoriaus įsakyme „*Dėl savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijų patvirtinimo* 2010 m. gruodžio 31 d. Nr. 1-259 Vilnius“. Suvestinė redakcija nuo 2018-06-14: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.390636?jfwid=rp9xf46tz>.

*Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos cheminių tyrimų skyriuje* (NVSPL) taikyto metodo žymuo LST ISO 11047:2004 (N): Cr kiekis išgaunamas “ekstrahuojant” dirvožemi karališkuoju vandeniu, t. y. – koncentruotų  $\text{HNO}_3$  ir  $\text{HCl}$  rūgščių mišiniu (turių santykis 1:3). Ši skaidymo procedūra yra tapati aprašomai tarptautiniame standarte ISO 11466:1995.

*Aplinkos apsaugos agentūros Aplinkos tyrimų departamento cheminių tyrimų skyriuje* (AAA) taikyto tyrimų metodo (SVP $^{1/2}$ -10:2018) turinį sudaro: (a) mineralizacija koncentruota azoto ( $\text{HNO}_3$ ) rūgštimi, naudojant mikrobangų krosnelę, ir (b) mineralizacija koncentruotos azoto ( $\text{HNO}_3$ ) ir druskos ( $\text{HCl}$ ) rūgšties mišiniu (1:3) naudojant mikrobangų krosnelę. Pagal rūgščių rinkinį pastarasis (b) metodas tapatus ISO 11466, o pirmasis (a) – ISO 16729:2013.

Palyginant šių laboratorijų taikomų metodų skaidomąją gebą, vadovautasi Wageningeno universiteto (Olandija), akredituoto vykdyti tarptautinę palyginamųjų analizės rezultatų mainų programą „International Soil-analytical Exchange“ (ISE), kurioje GTC laboratorija dalyvauja nuo 1998 metų, 2019.4 periodo rezultatais (<http://www.wepal.nl/website/products/ISE.htm> (Quarterly Report 2019.4)). ISE programos dalyviams (laboratorijoms) pateikta po 5-is įslaptintus mėginius, leidžiant tirti plačiausiai tarptautinėje praktikoje taikomais analizės būdais. Pagal dalyvių pateiktus rezultatus buvo vertinama kiekvieno jų kompetencija (Z-score), palyginant dalyvio pateiktų Cr kiekių verčių nuokrypį nuo šiam mėginiui apskaičiuotos patikslintosios Cr kiekių medianos vertės.

**Rezultatai.** Trijų skirtingų pagal suskaidymo (elementų kiekių iš mineralų pervedimą į tirpalą) galias metodų, atitinkančių GTC, NVSCL ir AAA laboratorijose taikytų procedūrų bazinį turinį, 2019 m. ketvirto periodo ISE programos Cr kiekių analizės rezultatai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė

ISE programos 2019.4 periodo mėginiuose, taikant skirtingus uolienuų suskaidymo (tirpinimo) metodus, aptiktų Cr kiekių medianų vertės

Cr kiekių išgavimo metodai <sup>(a, b, c)</sup>		<sup>a</sup> visuminių kiekių ( <i>real total</i> ), veikiant HF ir kt.		<sup>b</sup> veikiant “karališkuoju vandeniu” ( <i>Aqua Regia</i> , $\text{HNO}_3 : \text{HCl} = 1:3$ )		<sup>c</sup> veikiant verdančia azoto rūgštimi ( $2\text{M HNO}_3$ boiling)	
Mėginio Nr   Litotipas	mg/kg	<sup>d</sup> n	mg/kg	n	mg/kg	n	
989   Upės nuosėdos	265,9	21	179,7	29	159,9	13	
Dirvožemiai							
857   molingas	76,8	19	36,3	29	22,6	13	
855   smėlingas	29,7	19	11,2	28	5,2	12	
867   smėlingas miško	83,9	21	63,3	28	12,6	13	
857   <sup>e</sup> molingas	76,0	20	36,7	26	22,1	12	
<sup>f</sup> LT agro-fonas	31,6		10,3				

Veikiama: <sup>a</sup> rūgščių, kartu su HF (analogas – LST EN 13656:2003), mišiniais, arba tiriama naudojant XRF įrangą (netirpinant), <sup>b</sup> “karališkuoju vandeniu” (analogas – LST ISO 11047:2004; ISO 11466), <sup>c</sup> verdančia azoto rūgštimi (analogas – ISO 16729:2013); <sup>d</sup> dalyvavusių mėginio tyrime laboratorijų skaičius;

<sup>e</sup> iki tyrimų mėginys sterilizuotas švitinant gama spinduliais;

<sup>f</sup> Šiaurės Europos šalių agrarinių dirvožemių atlaso duomenys (Reiman et al. 2003)

Pusė *visuminius (real total)* kiekius tyrusių laboratorijų taikė XRF įrangą. Kitos, mėginius skaidė arba kartu su HF (ar HBF<sub>4</sub>) pasirinktų rūgščių (HNO<sub>3</sub>, HCl, HClO<sub>4</sub> ar kt.) mišiniais, arba paveikusios ličio (ar natrio) boratais, o Cr kiekių nustatymui naudojo ICP-AES, ICP-MS arba AAS įrangas. Jomis gautieji SM kiekiai, naudojant įvardintus reagentų rinkinius mėginių skaidymui, yra prilyginami XRF įrangos pagalba gautiems rezultatams.

8-ios iš 26–29 laboratorijų, skaidžiusių mėginius „karališkuoju vandeniu”, naudojo mikrobangų krosneles, 11-a – atviras kaitinimo sistemas (kitos – nenurodė). "Ekstraktuose" Cr kiekio nustatymui 11-a laboratorijų naudojo ICP-AES, 10 – ICP-MS įrangas (kitos – nenurodė).

Visos laboratorijos, skaidžiusios mėginius *verdančia azoto rūgštimi*, naudojo mikrobangų krosneles. Cr kiekio nustatymui 7-ios laboratorijos naudojo ICP-AES, 4-ios – ICP-MS įrangas (kitos – nenurodė).

Anomalių Klaipėdos vietų (Vitės mokyklos ir jos aplinkos) dirvožemio Cr kiekių analizės rezultatai yra pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė

Vitės mokyklos ir jos stadiono dirvožemiuose 2019 m. aptiktieji chromo kiekiai, mėginius tiriant skirtingose laboratorijose

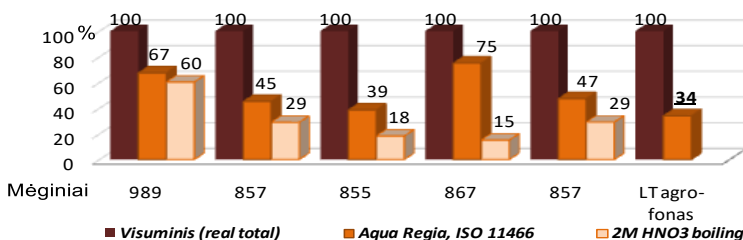
Mėginius		Vitės stadionas		Vitės mokykla	
Ėmė	Tyrė (tyrėjas: analizės metodas)	mg/kg	%	mg/kg	%
<sup>a</sup> PTPI	GTC: visuminis (XRF: <i>real total</i> )	1260	100	774	100
NVSPL	NVSPL: skaidymas “karališkuoju vandeniu” ( <i>Aqua Regia</i> )	57,2	4,5	54,2	7,0
LGT	AAA : skaidymas HNO <sub>3</sub> ( <i>2M HNO<sub>3</sub> boiling</i> ); “karališkuoju vandeniu” ( <i>Aqua Regia</i> )	1350	107	730	94
	LGT: visuminis (XRF: <i>real total</i> )	1593	127	906	117

<sup>a</sup> VŠĮ "Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas

**Rezultatų aptarimas.** ISE programos 5 bandinių analizės rezultatai (1 lentelė, 1 pav.), rodo, kad *verdančia azoto rūgštimi (2M HNO<sub>3</sub> boiling)* išgauto Cr kiekis visais atvejais (net nepaisant to, kad buvo naudotos mikrobangų krosnelės) yra mažesnis negu išlaisvinto "*karališkuoju vandeniu*".



## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga



*1 pav. Karališkuoju vandeniu" (Aqua Regia) ir verdančia azoto (2M HNO<sub>3</sub> boiling) rūgštimi išgauto Cr dalis lyginant su jo visuminiu kiekiu.*

"Karališkuoju vandeniu" (Aqua Regia) išgautojo Cr dalis nei vienu atveju neviršijo trijų ketvirčių visuminio jo kiekio. Mikrobangų krosnelių panaudojimas nėra pakankama sąlyga, kad Aqua Regia išlaisvintas Cr kiekis prilygtų visuminiams. Foniniuose, agrariniuose Lietuvos dirvožemiuose Aqua Regia išgautas Cr tesudaro tik apie trečdalį čia esančio jo visuminio kiekio (Reimann et al. 2003) ir yra nelygintinas su Lietuvos geocheminiame atlase pateikiamais visuminiams kiekiais (Kadūnas ir kt., 2003).

Tačiau 2-os lentelės duomenys akivaizdžiai byloja, kad, deklaruojant tą pačią mėginių paėmimo vietą, o mėginių skaidymui naudojant praktiškai tapačią jų skaidymo metodiką "karališkuoju vandeniu", išgautas Cr kiekis vis tik gali reikšmingai skirtis: NVSPL aptiktieji kiekiai yra net 13–24 kartus mažesni negu AAA atveju (mėginius surinko LGT).

NVSPL+NVSPL (ėmė ir tyrė mėginius) rastų Cr kiekių neatitikimus ir PTPI+GTC (ėmė PTPI, tyrė GTC), ir LGT+AAA (ėmė LGT, tyrė AAA) rezultatams galėjo nulėmti skirtumai susiję su: i) ėminių paėmimo vietomis, ii) bandinių paruošimu (pirminiu homogenizavimu, pasirinktą granulimetrine frakcija, susmulkintų dalelių dydžiais sumalant), iii) sertifikuotos cheminės sudėties mėginių (SRM) rinkinio, naudojamo pirminių atominės absorbcijos spektrometrijos įranga gautų rodmenų recalibracijos procedūroms, sudėtimi (NVSPL laboratorijos nėra įstaigų sąraše, turinčiame AAA leidimus tirti taršą, t. y. ji netestuojama AAA kontroliniais mėginiais, kai GTC – tvestuojamas).

Cr kiekiai, kuriuos nustatė AAA, yra didesni ar artimi visuminiams kiekiams, kuriuos aptiko GTC, kas neatitinka 1 paveiksle pateiktų dėsningumų. Tą galėjo nulėmti elementarių ėmimo vietų (subėminių) skirtumai, t. y. ėminus LGT galimai ėmė kiek kitose, labiau užteršose Cr vietose, negu PTPI darbuotojai. Kitos priežastys menkai tikėtinos, nes GTC laboratorija 2019 m. rudenį buvo AAA tvestuota kontroliniais nežinomos sudėties mėginiais, konstatuojant mažesnę nei 1,6% nukrypimą nuo tikrosios

Cr vertės. Tai reikštų, kad AAA ir GTC laboratorijose matavimo įrangu teikiamų rodmenų recalibracijai naudojami panašūs chemine sudėtimi SRM rinkiniai. Kad LGT mėginių ėmimo vieta buvo "turtingesnė" Cr kiekiais, patvirtina ir LGT laboratorijoje XRF įranga atlikti tyrimai.

**Išvada.** "*Karališkuoju vandeniu*" (*Aqua Regia*) tuose pačiuose mėginiuose išgaunami Cr kiekiai yra visada dėsningai mažesni, nei juose esantys *visuminiai* jo kiekiai. Mikrobangų krosnelių panaudojimas nėra pakankama sąlyga, kad *Aqua Regia* „ekstrahuotas“ Cr kiekis prilygtų *visuminiam*. Naudojant *aqua regia* ištraukas (ISO 11466) dirvožemio skaidymui skirtingose laboratorijose panašūs Cr kiekiai gali būti išgauti tik iš tapačių ėminių taikant tapačius mėginių paruošimo analizei būdus ir SRM rinkinius.

Autoriai dėkoja anoniminiam recenzentui ir R. Zinkutei už naudingas pastabas.

### **Literatūra**

- Kadūnas V., Budavičius R., Gregorauskienė V. et al. 1999. Geochemical atlas of Lithuania. 90 p.: 18 tables+162 maps (in Lithuanian and English).
- Quarterly report 2019.4. 2019. Wageningen Evaluating Programs for Analytical Laboratories. International Soil-analytical Exchange. 790 p.
- Reimann C., Siewers U., Tarvainen U. et al. 2003. Agricultural soils in Northern Europe: a geochemical atlas. Geologisches Jahrbuch Sonderhefte. Reihe D. Heft SD5. Hannover.

## SVETIMŽEMIŲ IR INVAZINIŲ AUGALŲ RŪŠIŲ ĮVAIROVĖ, PAPLITIMAS IR KELIAMA GRĖSMĖ KURŠIŲ NERIJOS EKOSISTEMOMS

**Zigmantas Gudžinskas, Laurynas Taura**

Gamtos tyrimų centras, Botanikos institutas, Floros ir geobotanikos  
laboratorija, Vilnius

*zigmantas.gudzinskas@gamtc.lt*

**Įvadas.** Svetimžemių organizmų skverbimasis, plitimas ir jų invazija greta tiesioginio gamtinių buveinių naikinimo ir klimato kaitos yra tarp svarbiausių biologinės įvairovės nykimą lemiančių priežasčių (Canning-Clode, 2016). Tikslingai įveistos arba atsitiktinai į naujas teritorijas patekusios svetimžemės rūšys neretai ima plisti savaime, natūralizuojasi ir tampa invazinėmis. Į Lietuvos invazinių rūšių sąrašą dabar yra įtraukta 18 augalų rūšių (Gudžinskas, Žalneravičius, 2017). Ypač didelį pavojų svetimžemės ir invazinės rūšys kelia unikalioms teritorijoms, kuriose yra lengvai pažeidžiamų buveinių ir kurioms būdinga didelė saugomų augalų, taip pat kitų, prie specifinių buveinių prisitaikiusių, vietinių rūšių įvairovė. Visą Kuršių neriją apimantis nacionalinis parkas išsiskiria ypač didele unikalių buveinių ir retų rūšių, tarp jų ir endeminių augalų, įvairove (Stankevičiūtė, 2000, 2006).

Dėl ilgą laiką truncančio Kuršių nerijos želdinimo ne tik vietiniais, bet ir iš kitų kraštų atvežtais augalais, taip pat dėl žmonių ūkinės veiklos ir gamtinių veiksnių įtakos į šią teritoriją pateko daug svetimžemių augalų rūšių. Kai kurios iš jų yra tapusios invazinėmis ir kelia grėsmę unikalioms buveinėms bei vietinėms rūšims. Nepaisant to, kad Kuršių nerijos floros ir augalijos tyrimai vykdomi jau apie 200 metų (Abromeit et al., 1898–1840; Stankevičiūtė, 2000), iki šiol nebuvo sudarytas išsamus svetimžemių ir invazinių rūšių sąvadas, neįvertinti šių augalų rūšių plitimą lemiantys veiksniai. Trūksta duomenų apie svetimžemių augalų daromą žalą ir galimas jų grėsmes ateityje. Šio darbo tikslas nustatyti dabartinę svetimžemių augalų rūšių įvairovę Kuršių nerijoje, įvertinti jų grėsmes šios teritorijos ekosistemoms, buveinėms ir biologinei įvairovei.

**Metodai.** Darbe panaudoti 1989–2019 m. autorių surinkti Kuršių nerijoje atliktų lauko tyrimų duomenys ir įvairių laikotarpių literatūros šaltiniuose (Stankevičiūtė 2000, 2006; Motiekaitytė, 2002) skelbti floros ir augalijos tyrimų rezultatai, taip pat Lietuvos herbariumuose (Gamtos tyrimų centro Botanikos instituto, BILAS; Vilniaus universiteto, WI) saugomų rinkinių duomenys.

**Rezultatai.** Iki 2019 m. pabaigos Kuršių nerijoje buvo užregistruota 154 svetimžemės augalų rūšys. Didžiausią jų dalį (124 rūšys, arba 80,5 %) sudaro tam tikrais laikotarpiais tikslingai įveistos ir sulaukėjusios rūšys. Atsitiktinai patekusių svetimžemių rūšių yra palyginti nedaug (30 rūšių, arba 19,5 %). Išnagrinėjus surinktus duomenis nustatyta, kad iš visų Kuršių nerijoje užregistruotų svetimžemių augalų rūšių 102 rūšys (66,2 %) jau natūralizavosi, o 52 rūšys (33,8 %) šioje teritorijoje dar nėra įsitvirtinusios ir nuolatinių populiacijų nesudaro. Būtina pridurti, kad tarp tikslingai įveistų ir sulaukėjusių svetimžemių augalų rūšių natūralizavusios sudaro didesniąją dalį (77 rūšys, arba 62,1 %), o dar neįsitvirtinusių yra mažiau (47 rūšys, arba 37,9 %). Dauguma atsitiktinai pakliuvusių rūšių taip pat natūralizavosi (25 rūšys, arba 83,3 %), o neįsitvirtinusios sudaro tik nedidelę dalį (5 rūšys, arba 17,7 %). Iš dar neįsitvirtinusių 52 augalų rūšių 22 rūšys ateityje gali natūralizuotis ir imti plisti, o kitų 30 rūšių natūralizacijos tikimybė yra labai maža. Išnagrinėjus 102 Kuršių nerijoje jau natūralizavusias rūšis paaiškėjo, kad, be teisiskai invazinėmis laikomų 18 rūšių, dar 29 rūšys šioje teritorijoje jau pasiekusios invazijos lygį arba netrukus gali tapti invazinėmis.

Kuršių nerijoje aptiktos visos į Lietuvos invazinių organizmų sąrašą įrašytos augalų rūšys: Sosnovskio barštis (*Heracleum sosnowskyi*), kanadinė elodėja (*Elodea canadensis*), raukšlėtalapis erškėtis (*Rosa rugosa*), vėlyvoji ieva (*Prunus serotina*), muilinė guboją (*Gypsophila paniculata*), uosialapis klevas (*Acer negundo*), varpinė medlieva (*Amelanchier spicata*), ilgakotis lakišius (*Bidens frondosa*), gausialapis lubinas (*Lupinus polyphyllus*), didžioji rykštenė (*Solidago gigantea*), kanadinė rykštenė (*Solidago canadensis*), baltažiedė robinija (*Robinia pseudoacacia*), tankiažiedė rūgštyinė (*Rumex confertus*), šluotinis sausakrūmis (*Cytisus scoparius*), bitinė sprigė (*Impatiens glandulifera*), smulkiažiedė sprigė (*Impatiens parviflora*), vienametė šiušelė (*Erigeron annuus*) ir dygliavaisis virkštenis (*Echinocystis lobata*). Viena iš pavojingiausių invazinių rūšių – Sosnovskio barštis – registruota prie Nidos 1992 m., tačiau dabar jau išnaikinta ir naujų jos židinių Kuršių nerijoje nėra. Kai kurios iš invazinių rūšių, pavyzdžiui, kanadinė elodėja, tankiažiedė rūgštyinė, vienametė šiušelė, nagrinėjamoje teritorijoje yra palyginti retos ir didelio poveikio ekosistemoms kol kas nedaro. Gausialapis lubinas, didžioji rykštenė, kanadinė rykštenė ir dygliavaisis virkštenis taip pat dar gana reti invaziniai augalai šioje teritorijoje, tačiau pastebimai čia plinta ir įsikuria vis naujose vietose.

Didžiausią pavojų Kuršių nerijos ekosistemoms ir biologinei įvairovei kelia raukšlėtalapis erškėtis, vėlyvoji ieva, muilinė guboją, baltažiedė robinija, bitinė sprigė ir šluotinis sausakrūmis. Šios rūšys jau dabar užima didelius natūralių ir labai vertingų buveinių plotus bei toliau plinta.

Kuršių nerijoje aptinkama keletas svetimžemių rūšių, kurios kelia pavojų vietinių augalų populiacijų stabilumui ne tik dėl tarpusavio konkurencijos, bet ir dėl galimo jų kryžminimosi. Pavyzdžiui, Kuršių nerijos smėlynuose labai dažnas svetimžemis siaurasparnis drugialaišis (*Corsipermum pallasii*) kelia grėsmę vietinei Baltijos pajūro smėlynų rūšiai – plikažiedžiam drugialaišiui (*Corispermum intermedium*). Neseniai pradėjusi plisti svetimžemė didžioji rugiaveidė (*Leymus racemosus*) gali ne tik išstumti vietinę smiltyninę rugiaveidę (*Leymus arenarius*), bet yra ir didelė abiejų rūšių kryžminimosi tikimybė. Baltijos jūros pakrančių endeminės rūšies – baltijinės linažolės (*Linaria loeselii*) – populiacijai labiausiai kenkia jos buveinėse plintančios ir jas keičiančios invazinės rūšys, pavyzdžiui, raukšlėtalapis erškėtis, muilinė gubija ir siaurasparnis drugialaišis.

**Rezultatų aptarimas.** Svetimžemių rūšių gausa, paplitimas ir užimamos buveinės tam tikroje teritorijoje yra vienas iš žmonių daromo poveikio aplinkai intensyvumo rodiklių. Kuršių nerija sudaro vos 0,4 % Lietuvos teritorijos, tačiau joje užregistruota daugiau kaip ketvirtadalis (25,7 %) visų šalyje aptinkamų svetimžemių augalų rūšių. Iš to galima daryti išvadą, kad ši unikali gamtinė teritorija patiria stiprų žmonių poveikį. Didžiausią svetimžemių augalų dalį sudaro žmonių tikslingai įveisti ir toliau savaime plintantys augalai. Svarbiausi svetimžemių augalų židiniai Kuršių nerijoje yra dekoratyviniai želdynai. Dauguma atsitiktinai patekusių svetimžemių augalų Kuršių nerijoje radosi dėl žmonių veiklos (vežant krovinius, važiuojant transportui ir kt.) arba šią teritoriją iš žemyno pasiekė gamtiniais keliais – buvo atnešti vėjo ir vandens.

Atkreiptinas dėmesys, kad esama nemažai augalų rūšių, kurios dar nepripažintos invazinėmis, bet jų plitimas gali sukelti daug gamtosauginių problemų. Tarp tokių rūšių yra blizgusis kaulenis (*Cotoneaster lucidus*), raudonasis ąžuolas (*Quercus rubra*), penkialapis vynvytis (*Parthenocissus quinquefolia*). Kelis dešimtmečius buvusi negausi, per paskutinį dešimtmetį Kuršių nerijoje sparčiai ėmė plisti bitinė sprigė, kuri dabar jau įtraukta ir į Europos Sąjungos susirūpinimą keliančių svetimžemių invazinių rūšių sąrašą. Dėl to šios rūšies populiacijų kontrolei ir naikinimui turėtų būti skiriamas ypatingas dėmesys (Gudžinskas et al., 2018). Kai imamasi naikinti dar palyginti nedaug išplitusias invazines rūšis, galima pasiekti gerų rezultatų. Į Europos Sąjungos susirūpinimą keliančių svetimžemių invazinių rūšių sąrašą įtrauktas Sosnovskio barštis, anksti ėmusis priemonių, Kuršių nerijoje buvo visiškai išnaikintas. Taip buvo užkirstas kelias tolesniam šio pavojingo augalo plitimui.

Invazinių rūšių kontrolė Lietuvai priklausančioje Kuršių nerijos dalyje turėtų būti derinama ir su gretima Kaliningrado sritimi (Rusijos Federacija),

nes invazinių rūšių augalų sėklos ar kitos gyvybingos dalys iš vienos teritorijos į kitą lengvai patenka dėl gamtinių veiksnių. Jas perneša vėjas, vanduo, paukščiai. Deja, tam tikrų kliūčių kyla dėl gretimosios valstybės galiojančių skirtingų teisės aktų ir skirtingo požiūrio į invazinius augalus. Pavyzdžiui, Lietuvoje invazine rūšimi pripažinta muilinė guboja Kaliningrado srityje saugoma, o raukšlėtalapis erškėtis iki šiol ten dažnai sodinamas kopoms sutvirtinti (Gudžinskas et al., 2018). Taigi ieškant būdų, kaip užkirsti kelią invazinių rūšių plitimui, vienu iš svarbiausių uždavinių reikia laikyti teisės aktų derinimą su gretimomis šalimis.

Invazinių rūšių populiacijų kontrolė ir naikinimas Kuršių nerijoje turėtų tapti vienu iš prioritetinių gamtos apsaugos uždavinių. Nesustabdžius svetimžemių ir invazinių rūšių plitimo, jų tolesnį neigiamą poveikį aplinkai klimato kaitos sąlygomis sunku prognozuoti.

### **Išvados.**

1. Kuršių nerijoje iki 2019 m. pabaigos buvo užregistruotos 154 svetimžemės augalų rūšys, iš kurių 102 rūšys šioje teritorijoje yra jau įsitvirtinusios ir gali toliau plisti.

2. Nagrinėjamoje teritorijoje užregistruotos visos Lietuvoje invazinėmis laikomos rūšys ir tik viena iš jų, laiku ėmusis priemonių, buvo išnaikinta.

3. Kuršių nerijos ekosistemoms ir biologinei įvairovei pavojingiausias invazinės rūšys yra raukšlėtalapis erškėtis, vėlyvoji ieva, muilinė guboja, baltažiedė robinija, bitinė sprigė ir šluotinis sausakrūmis.

4. Svetimžemės ir invazinės rūšys dėl konkurencijos su vietinėmis rūšimis, pastarųjų genetinės taršos ir buveinių kaitos kelia pavojų tų vietinių rūšių populiacijoms.

### **Literatūra**

- Abromeit J., Neuhoﬀ W., Steffen H. 1898–1840. Flora von Ost- und Westpreussen. Berlin–Königsberg.
- Canning-Clode J. 2016. Biological Invasions in Changing Ecosystems. Warsaw–Berlin.
- Gudžinskas Z., Žalneravičius E. 2017. Invaziniai augalai. Kn.: Invazinės rūšys Lietuvoje. Vilnius, Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, p. 27–44.
- Gudžinskas Z., Žalneravičius E., Petulaitis L. 2018. Assessment of the potential of introduction, establishment and further spread of invasive alien plant species of European Union concern in Lithuania. *Botanica*, 24(1): 37–48.
- Motiekaitytė V. 2002. Urbofitocenozės. Sintaksonomija, toksikotolerantiškumas, sukcesijos, funkcijos. Vilnius, Botanikos instituto leidykla.
- Stankevičiūtė J. 2000. Lietuvos pajūrio smėlynų augalų bendrijų sintaksonominė struktūra. *Botanica Lithuanica*, 6(2): 175–202.
- Stankevičiūtė J. 2006. The succession of sand vegetation at the Lithuanian seacoast. *Botanica Lithuanica*, 12(3): 139–156.

## KURŠIŲ MARIŲ LEDO REŽIMO PROGNOZĖ XXI AMŽIUJE

**Darius Jakimavičius, Jūratė Kriauciūnienė**

Lietuvos energetikos institutas, Hidrologijos laboratorija, Kaunas

*darius.jakimavicius@lei.lt*

**Įvadas.** Pastaruoju metu vykstantys klimato pokyčiai turi lemiamos įtakos ašigalius dengiančio ledo tūrio ir ploto mažėjimui. Pagal daugiamečius stebėjimų duomenis yra nustatyta, kad Arktinių ledų plotas mažėja  $5.2 \times 10^5$  km<sup>2</sup> per dešimtmetį (Windnagel ir kt., 2017). Dėl kylančios oro temperatūros mažėja ne tik ašigalių ledų plotai, bet ir keičiasi šiaurinėse platumose esančių didelių vandens telkinių ledo dangos ypatybės. Nustatyta, kad Baltijos jūros lagūnų bei įlankų ledo dangos trukmė per 10 metų sumažėja 5 dienomis (Sztobryn, Przygodzki, 2012). Dėl šių ledo režimo pokyčių galimos įvairios ekologinės krizės, nes ledo danga daro įtaką šviesos prasiskverbimui į gilesnius vandens telkinių sluoksnius bei riboja dujų apykaitą tarp vandens ir atmosferos. Kuršių marių ledo režimas yra tyrinėtas ir anksčiau (Baukšys, 1978; Rukšėnienė ir kt., 2015), tačiau dar neatlikta ledo režimo pokyčių prognozė XXI a.

Tyrimo tikslas – taikant regioninius klimato modelius ir RCP scenarijus (representative concentration pathways) prognozuoti Kuršių marių ledo režimą (ledo dangos trukmę ir storį) artimoje (2021–2041 m.) bei tolimoje (2081–2100 m.) ateityje.

**Tyrimų objektas ir metodai.** Tiriant ledo režimą buvo panaudoti foninio laikotarpio (1986–2005 m.) ledo režimo (trukmės bei storio) duomenys iš Klaipėdos, Juodkrantės, Nidos ir Ventės postų. Prognozuojant Kuršių marių ledo režimą, naudota Nidos oro temperatūros artimoje (2021–2040) bei tolimoje (2081–2100 m.) ateityje prognozė. Ji sudaryta pagal Tarpvyriausybines klimato kaitos komisijos 5 ataskaitoje (TKKK AR5) paskelbtų GFDL-CM3, HadGEM2-ES ir NorESM-M klimato modelių duomenų vidurkį (IPCC, 2013) dviems RCP scenarijams (RCP2.6 ir RCP8.5) bei taikant kvantilių pasiskirstymu (QM) pagrįstą modelio duomenų statistikos metodą (Sunyer et al., 2015). Šie RCP scenarijai buvo pasirinkti neatsitiktinai. RCP2.6 yra pats švelniausias scenarijus, pagal kurį energinio poveikio pikas bus pasiektas dar XXI a. viduryje ir sudarys apie  $3 \text{ W/m}^2$ , o iki 2100 m. sumažės iki  $2,6 \text{ W/m}^2$ . Visuomenei vystantis pagal šį scenarijų, būtina ženkliai sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, t. y. taikyti pačias moderniausias technologijas ir įgyvendinti aplinkosaugos strategijas, kurios mažintų šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas. Pagal pesimistiškiausią

scenarijų RCP8.5, energinis poveikis bus  $8,5 \text{ W/m}^2$ . Visuomenė šiuo keliu gali pasukti tuomet, jei pramonėje nebus diegiamos švarios technologijos, o aplinkosauga nustumta į antrą planą.

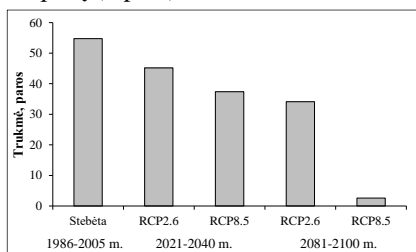
Prognozuojant Kuršių marių ledo režimą panaudotas statistinis ryšys tarp ledo rodiklių ir oro temperatūros ties Nida 1986–2005 m. laikotarpiu:

$$T = -0,0003 T_{\text{SumNeig}}^2 + 0,37 T_{\text{SumNeig}} - 5,01 \quad (1)$$

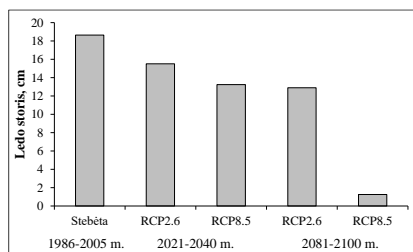
$$S = -0,00001 T_{\text{SumNeig}}^2 + 0,05 T_{\text{SumNeig}} + 9,90 \quad (2)$$

čia:  $T$  – pastovios ledo dangos trukmė, dienomis,  $S$  – vidutinis ledo storis, cm,  $T_{\text{SumNeig}}$  – suma neigiamų Nidos oro temperatūrų nuo gruodžio iki balandžio imtinai, °C.

**Rezultatai.** Kuršių marių ledo dangos trukmės prognozė artimoje bei tolimoje ateityje yra pateikta 1 pav. Foniniu laikotarpiu pastovi ledo danga pagal Klaipėdos, Juodkrantės, Nidos ir Ventės stočių duomenis Kuršių mariose buvo susidariusi 55 paras. Prognozės rezultatai yra pateikiami kaip trijų klimato modelių vidurkis pagal švelniausią bei pesimistiškiausią RCP scenarijus. Atlikus šį tyrimą nustatyta, kad tiek artimoje, tiek tolimoje ateityje laikotarpis su pastovia ledo danga trumpės. Artimoje ateityje pagal švelniausią scenarijų ledo danga Kuršių marias dengs 45 paras, o pagal drastiškiausią – 37 paras. Ženkliai didesni pokyčiai prognozuojami tolimoje ateityje. Pagal drastiškiausią scenarijų, ledas Kuršių marias padengs epizodiškai, o jo trukmė bus 1–3 paras per sezoną. Tačiau visuomenei diegiant inovatyvias technologias ir įgyvendinus švelniausią scenarijų yra tikimybė, kad ledo danga Kuršių mariose išliks, tačiau jos trukmė, lyginant su 1986–2005 m., sumažės 20 parų (1 pav.).



1 pav. Ledo dangos trukmė Kuršių mariose 2021–2040 bei 2081–2100 m.



2 pav. Ledo storis Kuršių mariose 2021–2040 bei 2081–2100 m.

Kitas svarbus ledo režimo rodiklis yra ledo storis. Foniniu laikotarpiu vidutinis Kuršių marių ledo storis pagal 4 stočių duomenis buvo 19 cm (2 pav.). Artimoje ateityje ledo storis kis nuo 13 cm (RCP8.5) iki 15 cm (RCP2.6), o tolimoje ateityje – nuo 1 cm (RCP8.5) iki 12 cm (RCP2.6).

**Išvados.**



1. 2021–2041 m. ir 2081–2100 m. laikotarpiais Kuršių mariose įvyks ženklūs ledo režimo pokyčiai. Artimoje ateityje jie bus artimesni foniniam laikotarpiui, tačiau tolimoje ateityje net ir pagal švelniausią RCP2.6 scenarijų ledo dangos trukmė sumažės 20 parų, o ledo storis 7 cm, kai foniniu laikotarpiu atitinkamai buvo 55 paros ir 19 cm.

2. Tolimoje ateityje (2081–2100) pastovi ledo danga Kuršių mariose galėtų susidaryti tik išsipildžius švelnesniam scenarijui RCP8.5, nes pagal RCP8.5 scenarijų ledo danga susidarys tik epizodiškai.

3. Numatyti ledo režimo pokyčiai galimi dėl kylančios oro temperatūros globaliu mastu.

## Literatūra

- Baukšys J. 1978. Ledo režimas. Rainys A. (Red.), Kuršių marios. II. Vilnius, 34–49.
- Rukšėnienė V., Dailidienė I., Myrberg K., Dučinskas K., 2015. A simple approach for statistical modelling of ice phenomena in the Curonian Lagoon, the south-eastern Baltic Sea. *Baltica*, 28(1), 11–18, <https://doi.org/10.5200/baltica.2015.28.02>.
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535, <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.
- Sztobryn M., Przygodzki P., 2012. Climatological ice atlas for the western and southern baltic sea (1961–2010). In: Schmelzer, N., Holfort, J. (Eds.), Hamburg and Rostock: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), 88 pp. ISBN 978-3-86987-278-0.
- Windnagel A., Brandt M., Fetterer F., Meier W. 2017. *Sea Ice Index Version 3 Analysis*. NSIDC Special Report 19.

## JŪROS PRIEKRANTĖS SĖKLIŲ MORFODINAMIKOS ĮTAKA KURŠIŲ NERIJOS KRANTO RAIDAI (PREILOS PAVYZDŽIU)

**Rasa Janušaitė<sup>1</sup>, Darius Jarmalavičius<sup>1</sup>, Viktoras Karaliūnas<sup>1</sup>,  
Laurynas Jukna<sup>2</sup>, Gintautas Žilinskas<sup>1</sup>, Donatas Pupienis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Gamtos tyrimų centas, Geoplinikos tyrimų laboratorija, Vilnius, <sup>2</sup>Vilniaus universiteto Chemijos ir geomokslų fakultetas, Vilnius  
*rasa.janusaitė@gamtc.lt*

**Įvadas.** Kranto zona yra itin dinamiška erdvė, kurioje nuolat pasireiškia erozijos ir akumuliacijos procesai, sąlygoti skirtingų gamtinių ir antropogeninių veiksnių. Vienas iš veiksnių, lemiančių šiuos procesus, yra priekrantės sėklių struktūra ir dinamika (Stive et al., 2002). Nors apie priekrantės ir kranto dinamikos sąveiką sukaupta nemažai žinių (Stive et al., 1996; Aagaard et al., 2004; Yuhi et al., 2016; Phillips et al., 2017; Castelle et al., 2019 ir t. t.), tačiau viršvandeninės ir povandeninės kranto zonos dalių ryšys daugiametėje laiko skalėje nėra pakankamai iširtas ir pilnai suprastas (Tatui et al., 2013).

Šiame tyrime analizuojamas ryšys tarp jūros priekrantės sėklių morfodinamikos, kranto linijos ir sąnašų kiekio krante pokyčių apie 1,5 km ilgio Kuršių nerijos jūros kranto atkarpoje ties Preilos gelbėjimo stotimi 1998–2018 m. Ši kranto atkarpa pasirinkta dėl itin nestabilios jos raidos pastaruosius kelis dešimtmečius.

**Metodai.** Tyrime analizuotos trys morfologinės charakteristikos: jūros priekrantės sėklių viršūnės padėtis, kranto linijos padėtis ir sąnašų kiekis paplūdimyje bei kopagūbryje. Sėklių viršūnės ir kranto linijos padėčiai nustatyti naudoti Landsat 4-5 TM ir Landsat 8 OLI jutiklių multispektriniai vaizdai. Kiekvieniems tiriamo laikotarpio metams parinkta po vieną gegužės – liepos mėnesio sceną. Prieš analizę atliktas pirminis vaizdų apdorojimas ir atmosferinės korekcijos ENVI programinėje įrangoje.

Kranto linijos padėčiai nustatyti taikytas Feyisa et al. (2014) pasiūlytas multispektrinis Automatizuoto vandens ištraukimo rodiklis (angl. *Automated Water Extraction Index (AWEI)*).

Ribinė vertė, skirtingą vandenį nuo sausumos, gautuose AWEI rodiklio vaizduose nustatyta kiekvienam vaizdui individualiai, naudojant histogramų metodą kaip apibūdino Hong et al. (2019). Remiantis nustatytomis ribinėmis reikšmėmis, AWEI vaizdai suklasifikuoti į binarinius vandens ir sausumos rastrus. Pastarieji sukonvertuoti į vektorinius sluoksnius, o kranto linija juose ištraukta kaip vandens-sausumos skiriamoji linija.

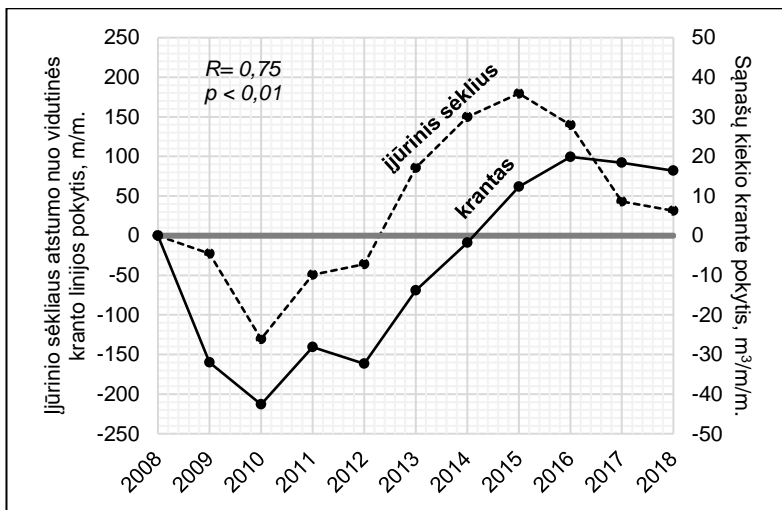
Sėklių viršūnės buvo išskirtos Landsat žalio spektrinio kanalo vaizduose atlikus keletą žingsnių: 1) žalio spektrinio kanalo vaizduose užmaskuota sausuma ir palikta tik povandeninė dalis, siekiant išvengti painiavos tarp paplūdimio ir įkrantinio sėkliaus; 2) povandeninės dalies vaizduose mechaniškai identifikuoti pikseliai su didžiausiomis paviršiaus atspindžio reikšmėmis, o sėklių viršūnės padėtis tarp nustatytų taškų interpoliuota.

Sąnašų kiekis paplūdimyje ir kopagūbryje ties Preilos gelbėjimo stotimi įvertintas remiantis Gamtos tyrimų centro Krantotyros ir krantotvarkos sektoriaus atliekamos kranto niveliacijos duomenimis.

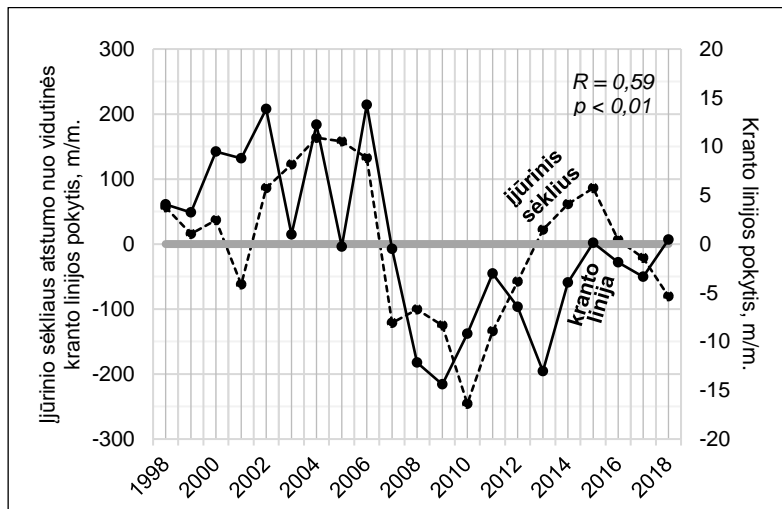
**Rezultatai.** Kranto raidą ties Preilos gelbėjimo stotimi nagrinėjama laikotarpiu galima suskirstyti į keletą etapų: dinaminės pusiausvyros 1998–2007 m., kada krantas buvo sąlyginai stabilus; ardos 2008–2012 m., kada kranto erozija siekė 30–40 m<sup>3</sup>/m per metus; akumuliacijos 2013–2015 m. su sąnašų kiekiu prieaugiu krante, siekusi iki 20 m<sup>3</sup>/m per metus, ir maždaug nuo 2016 m. – dinaminės pusiausvyros.

Tokius kranto raidos ypatumus galima paaiškinti kaip atsaką į pokyčius priekrantės zonoje. Prieš prasidedant ardos etapui krante, jūros priekrantei ties Preilos gelbėjimo stotimi buvo būdinga trigubo sėkliaus sistema su įjūrinio sėkliumi, nutolusiu 350–450 m nuo vidutinės kranto linijos. Apie 2005 m. šioje priekrantės atkarpoje išryškėjo įjūrinio sėkliaus padėties išilgai kranto skirtumai, lėmę jo sutrūkinėjimą. Sutrūkinėjęs įjūrinis sėklius pietiniame nagrinėjamo priekrantės ruožo pakraštyje persirikavo (prisišliejo prie vidurinio sėkliaus), o apie 1 km ilgio atkarpoje ties Preilos gelbėjimo stotimi sunyko, kas lėmė lokalų sėklių zonos susiaurėjimą 2007–2011 m., siekusį apie 200 metrų. Tuo metu krante prasidėjo ardos etapas. Apie 2012–2013 m. įjūrinis sėklius ties Preilos gelbėjimo stotimi atsistatė, o jo atstumas nuo kranto padidėjo iki 300–400 metrų. Atsistačius sėklių zonai, krante prasidėjo akumuliacijos etapas.

Aukščiau aptartą ryšį patvirtina ir regresinės analizės rezultatai: tarp įjūrinio sėkliaus atstumo nuo kranto pokyčio ir sąnašų kiekio krante pokyčio 2008–2018 m. gautas statistškai reikšmingas teigiamas ryšys ( $R=0,75$ ;  $p<0,01$ ) (1 pav.). Tarp kranto linijos metinio pokyčio ir įjūrinio sėkliaus atstumo nuo kranto pokyčio 1998–2018 m. taip pat gautas teigiamas ryšys ( $R=0,59$ ;  $p<0,01$ ). Nors pastarasis ryšys nėra labai stiprus, tačiau bendra kranto linijos ir įjūrinio sėkliaus atstumo nuo kranto kaitos tendencija sutampa (2 pav.).



1 pav. Ijūrinio sėkliaus atstumo nuo kranto ir sąnašų kiekio krante pokyčio ties Preilos gelbėjimo stotimi ryšys 2008–2018 m.



2 pav. Ijūrinio sėkliaus atstumo nuo kranto ir kranto linijos metinio pokyčio ties Preilos gelbėjimo stotimi ryšys 1998–2018 m.

**Išvados.** Šiame tyrime, panaudojant palydovinius vaizdus ir tiesioginių matavimų duomenis, nustatytos kranto ir jūros priekrantės reljefo kaitos

tendencijos rodo, kad kranto stabilumas nagrinėtame kranto ruože buvo glaudžiai susijęs su priekrantės sėklių morfodinamika: 1) lokalus sėklių zonos susiaurėjimas, nulemtas netolygios įjūrinio sėkliaus raidos išilgai kranto, kurią sekė pastarojo persirikiavimas ir sunykimas, buvo palydėtas smėlio kiekio sumažėjimo paplūdimyje ir kopagūbryje; 2) sėklių zonos atsistatymą ir išplėtėjimą lydėjo smėlio kiekio krante ir kopagrūbryje prieaugis.

Gauti rezultatai liudija vieno iš sėklių morfodinamikai būdingų reiškinių, persirikiavimo, svarbą tiek priekrantės, tiek kranto raidoje, todėl tolimesni jo tyrimai būtų svarbūs siekiant visapusiškai suprasti priekrantės – kranto geomorfinės sistemos vystymąsi.

## Literatūra

- Aagaard T., Davidson-Arnott R., Greenwood B. et al. 2004. Sediment supply from shoreface to dunes: linking sediment transport measurements and longterm morphological evolution. *Geomorphology*, 60, 205–224.
- Castelle B., Marieu V., Bujan S. 2019. Alongshore-variable beach and dune changes on the timescales from days (storms) to decades along the rip-dominated beaches of the Gironde Coast, SW France. *Journal of Coastal Research*, SI 88, 157–171.
- Feyisa G. L., Meilby H., Fensholt R. et al. 2014. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140, 23–35.
- Hong Z., Li X., Han Y. et al. 2019. Automatic sub-pixel coastline extraction based on spectral mixture analysis using EO-1 Hyperion data. *Frontiers of Earth Science*, 13, 478–494.
- Yuhi M., Matsuyama M., Hayakawa K. 2016. Sandbar Migration and Shoreline Change on the Chirihama Coast, Japan. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4, 40.
- Phillips M. S., Harley M. D., Turner I. A. et al. 2017. Shoreline recovery on wave-dominated sandy coastlines: the role of sandbar morphodynamics and nearshore wave parameters. *Marine Geology*, 385, 146–159.
- Stive M. J. F., Aarninkhof S. G. J., Hamm L. et al. 2002. Variability of shore and shoreline evolution. *Coastal Engineering*, 47(2), 211–235.
- Stive M. J. F., Guillen J., Capobianco M. 1996. Bar migration and duneface oscillation on decadal scales. *Proceedings of 25th Conference on Coastal Engineering (Orlando, USA)*, pp. 2884–2896.
- Tătu F., Vespremeanu-Stroe A., Preoteasa L. 2013. The correlated behavior of sandbars and foredunes on a nontidal coast (Danube Delta, Romania). *Journal of Coastal Research*, SI 65, 1874–1879.

## MIKROMICETŲ ĮVAIROVĖ IR GAUSUMAS LIETUVOS PAJŪRIO PAPLŪDIMIŲ SMĖLYJE IR VANDENYJE

Eglė Jonikaitė<sup>1</sup>, Marija Kataržytė<sup>1</sup>, J. C. Brandão<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Environmental Health RG – Lisbon School of Health Technology-Polytechnic Institute of Lisbon, Lisbon

*marija.katarzyte@jmtc.ku.lt*

**Įvadas.** Tam, kad būtų užtikrinta gera įvairių vandens telkinių kokybė ir sauga, pasaulyje yra naudojami mikrobiologiniai vandens kokybės tyrimai. Europos Sąjungos šalyse, pagal Maudyklų Vandenų Direktyvos (2006/7/EC) reikalavimus vertinama tik vandens kokybė pagal fekalinę taršą rodančių mikroorganizmų kiekį. Tačiau ne tik paplūdimių vanduo, bet ir smėlis gali būti potencialiai patogeniškų žmogui mikroorganizmų šaltinis (Solo-Gabriele et al., 2016).

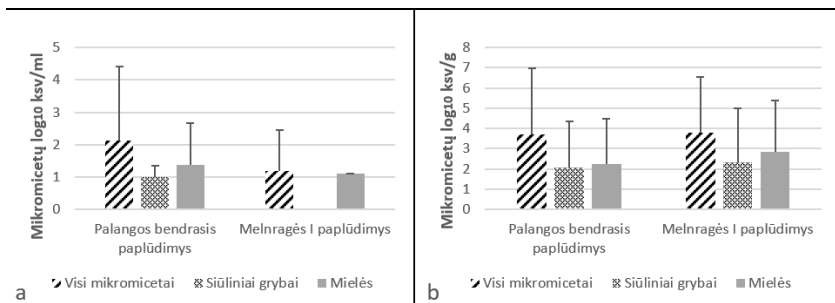
Paplūdimių smėlio ir vandens aplinkoje susidaro specifinės sąlygos palankios įvairių mikroorganizmų įsikūrimui, augimui ir išgyvenimui, taip pat pernašai tarp skirtingų buveinių (Weiskerger et al., 2019). Yra žinoma, kad paplūdimių smėlyje be įvairių patogeninių bakterijų kaip *Vibrio vulnificus*, *Salmonella*, *Campylobacter*, galima rasti ir potencialiai patogeniškų grybų kaip *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Candida* sp. (Solo-Gabriele et al., 2016), kurie gali sukelti alergijas, odos susirgimus, nagų grybelį.

Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti mikromicetų įvairovę ir gausumą Lietuvos pajūrio paplūdimių smėlyje bei vandenyje, ar tarp nustatytų mikromicetų yra potencialiai patogeniškų ar alergijas sukeliančių rūšių ir kaip jų gausumas koreliuoja su organinės medžiagos kiekiu smėlyje ir aplinkos temperatūra.

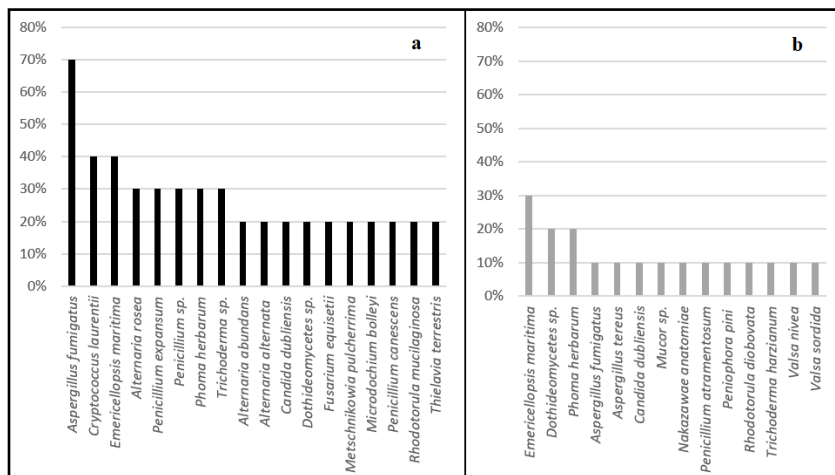
**Metodai.** Tyrimo mėginiai rinkti Melnragės I-ajame bei Palangos bendrajame paplūdimiuose. Iš kiekvieno paplūdimio paimti vandens ir smėlio mėginiai (2018 m. gruodžio–2019 m. rugjūčio mėnesiais), parvežti tyrimams į KU Jūros tyrimų insituto Pajūrio aplinkos ir biogeochemijos laboratoriją. Grybų gausumas ir rūšys identifikuotos pagal E. Jonikaitė ir kt. (2019) nurodytą metodiką. Smėlio mėginiuose buvo įvertintas organinės medžiagos kiekis, o temperatūros duomenys gauti iš LHMT – Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos – <http://www.meteo.lt/lt>. Tolimesnei analizei mikromicetai buvo išskirti į dvi grupes – siūlinius grybus bei mieles – dėl sandaros ir funkcijų skirtumų.

**Rezultatai.** Tyrimo metu paplūdimiuose vidutinis mikromicetų kiekis vandenyje kito nuo 10 iki 100, smėlyje – nuo 5000 iki 6000 ksv/ml.

Vidutiniškai smėlyje nustatyta 5637 ksv/g, o vandenyje 70 ksv/ml ( $p < 0.05$ ). Vandens aplinkoje mikromicetų (tiek siūlinių, tiek mielių) gausiau rasta Palangos paplūdimyje. Melnragėje vidutinis mikromicetų gausumas buvo mažesnis ( $p > 0.05$ ), didžiąją dalį jų sudarė mielės, siūlinių grybų nustatyta nebuvo. Smėlio aplinkoje tiek Palangos, tiek Melnragės paplūdimiuose vidutiniai mikromicetų kiekiai buvo panašūs, rasta ir siūlinių grybų, ir mielių (1 pav.).



1 pav. Mikromicetų gausumas paplūdimiuose (a – vandenyje; b – smėlyje).

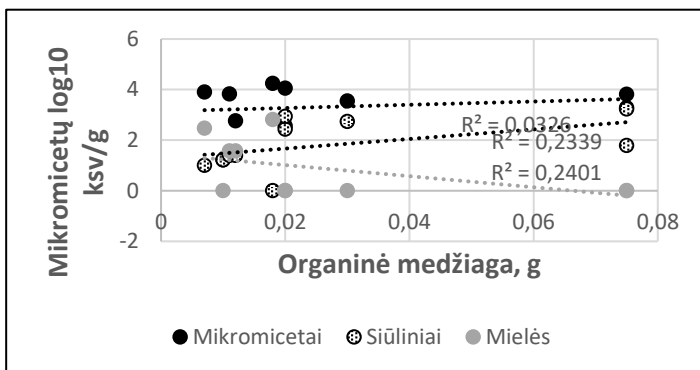


2 pav. Dažniausiai pasitaikantys mikromicetų taksonai paplūdimių smėlyje (a) ir vandenyje (b).

Iš viso buvo nustatytas 41 mikroskopinių grybų taksonas. Paplūdimių smėlyje identifikuoti 35 mikromicetų taksonai, vandenyje – 14. Vandenyje dažniausiai pasitaikantys mikromicetų taksonas buvo *Emericellopsis*

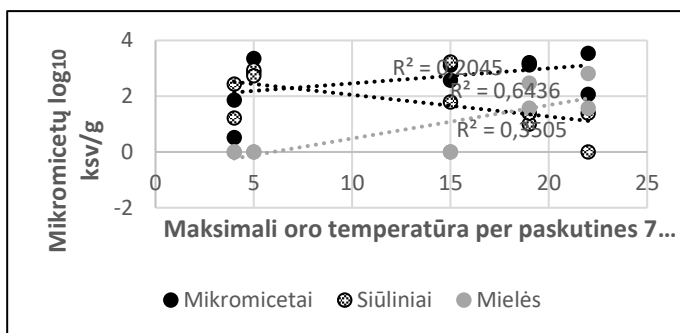
*maritima*, *Dothideomycetes* sp. bei *Phoma herbarum*. Smėlyje – *Aspergillus fumigatus*, *Cryptococcus laurentii* bei *Emericellopsis maritima* (2 pav.).

Tarp bendro ir siūlinių mikromicetų kiekio smėlyje bei organinės medžiagos (OM) nustatyti silpni teigiami ryšiai (atitinkamai  $r=0,18$  ir  $r=0,48$ ), o tarp mielių bei OM – vidutinio stiprumo neigiamas ryšys ( $r=-0,5$ ) (3 pav.)



3 pav. Smėlyje esančios organinės medžiagos kiekio ryšys su mikromicetų gausumu.

Tarp bendro mikromicetų kiekio smėlyje bei oro temperatūros nustatytas silpnas, teigiamas ryšys ( $r=0,45$ ), tarp siūlinių mikromicetų ir oro temperatūros – vidutinio stiprumo, neigiamas ryšys ( $r=-0,59$ ), o tarp mielių ir oro temperatūros – stiprus, tiesinis, teigiamas ryšys ( $r=0,81$ ) (4 pav.).



4 pav. Oro temperatūros ryšys su mikromicetų gausumu.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Lietuvos pajūrio paplūdimių smėlyje nustatyta didesnė mikromicetų įvairovė ir gausumas nei vandenyje. Didžiausias mikromicetų gausumas smėlyje buvo nustatytas rugpjūčio mėnesį,



vandenyje – gruodžio mėnesį. Mažiausias mikromicetų gausumas vandenyje buvo rugpjūčio mėnesį, o smėlyje – gruodžio mėnesį.

Iš identifikuotų mikromicetų taksonų 48,7 % galima priskirti potencialiai patogeniškiems ar alergijas sukeliantiems siūliniams mikromicetams (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cryptococcus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Thielavia*) ir mielėms (*Candida*, *Debaryomyces*, *Nakazawaea*, *Rhodotorula*). Lietuvos pajūrio paplūdimių smėlyje dažniausiai pasitaikanti rūšis buvo *Aspergillus fumigatus* (dirvožemio saprotrofas, galintis sukelti žmonėms alergijas), o vandenyje dažniausia ir gausiausia rūšis – *Emericellopsis maritima* (obligatinis jūrinis grybas).

Bendras mikroskopinių grybų gausumas nekoreliavo su organinės medžiagos kiekiu smėlyje, tačiau jų gausumas didėjo kylant aplinkos temperatūrai. Esant didesniam organinės medžiagos kiekiui, rasta gausiau siūlinių mikromicetų, o didėjant oro temperatūrai, buvo nustatytas didesnis mielių gausumas.

## Literatūra

- Jonikaitė E., Kataržytė M., Branão J. C. 2019. Pirminiai grybų įvairovės Lietuvos pajūrio paplūdimiuose tyrimai. Jūros ir krantų tyrimai 2019, konferencijos medžiaga, 85–88.
- Migahed F. F. 2003. Distribution of Fungi in the Sandy Soil of Egyptian Beaches. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6 (10), 860–866.
- Pereira E., Figueira C., Aguiar N. et al. 2013. Microbiological and mycological beach sand quality in a volcanic environment: Madeira archipelago, Portugal. *Science of the Total Environment*, 1 (461–462), 469–479.
- Solo-Gabriele H. M., Harwood V. J., Kay D. et al. 2016. Beach sand and the potential for infectious disease transmission: observations and recommendations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(1), 101–120.
- Weiskerger C. J., Brandão J., Ahmed C. et al. 2019. Impacts of a Changing Earth on Microbial Dynamics and Human Health Risks in the Continuum between Beach Water and Sand (preprints).

## TARPTAUTINĖS REIKŠMĖS VIDAUS VANDENŲ KELIO E41 SKAITMENINIO MODELIO SUDARYMAS KAUNAS–RUSNĖ ATKARPOJE

Viačeslav Jurkin<sup>1</sup>, Antanas Dumbrasukas<sup>2</sup>, Erikas Visakavičius<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>VĮ Vidaus vandenų kelių direkcija, Kaunas  
*viaceslav.jurkin@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Vidaus vandenų kelias Nemuno upe ir Kuršių mariomis nuo Kauno iki Klaipėdos yra tarptautinės reikšmės vidaus vandenų kelias E41, kurio ilgis sudaro 291,2 km. Vidaus vandens kelių direkcija (VVKD) yra atsakinga už šio kelio priežiūrą ir laivybai tinkamų vandens kelio parametrų (vandens kelio pločio, gylio ir kt.) užtikrinimą. Tai pasiekama įvairiomis priemonėmis – vandens lygių ir gylių stebėseną realiu laiku, garantinių vandens gylių palaikymas projektuojant ir statant tėkmės reguliavimo hidrotechninius statinius (konkrečiai bunas), bei vykdant susidarančių seklumų šalinimą. Abiem pastaraisiais atvejais būtina turėti detalų Nemuno vagos dugno skaitmeninį paviršiaus modelį (toliau – SPM).

Vykdant vandens gylių stebėseną Nemune nustatomos seklumų susidarymo vietos, kur vėliau atliekami detalūs batimetriniai matavimai ir sudaromi seklumos šalinimo projektai. Per daugelį metų tokiais batimetriniais matavimais padengiamas beveik visas laivybos kelias. Tačiau esant intensyviai nešmenų režimui potvynių metu, kiekvienais metais situacija pakinta. Skirtingų metų atliktų batimetrinių matavimų sujungimas į vientisą batimetrinę nuotrauką yra metodiškai neteisingas, kadangi dugno pokyčiai vyksta nuolat. Neturint ištisinės per trumpą laiką visam ruožui sudarytos batimetrinės nuotraukos sunku susidaryti bendrą vaizdą apie visų seklumų išsidėstymą bei prognozuoti jų galimą kaitą.

**Objektas ir naudoti metodai.** Pirmą kartą istorijoje, vandens kelio E41 ruože nuo Kauno iki Rusnės, 2019 metų spalio–gruodžio mėnesiais buvo atlikti detalūs batimetriniai matavimai paraleliai su lazeriniu upės krantų skenavimu. Bendras ruožo ilgis 210 km (1 pav.).

Nemuno upės giliosios dalies (farvaterio) batimetrinius matavimus atliko Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto hidrografai. Matavimams naudotas daugiaspindulinis echolotas „Geoswath“. Buvo suformuoti trys profiliai išilgai viso tyrimų rajono (suminis atstumas 630 km). Priklausomai nuo upės batimetrijos ir navigacinių galimybių, daugiaspinduliu echolotu padengtas iki 120 metrų pločio vagos ruožas.



1 pav. A – valstybinės reikšmės vidaus vandenų kelias E41; B – tirtas kelio ruožas.

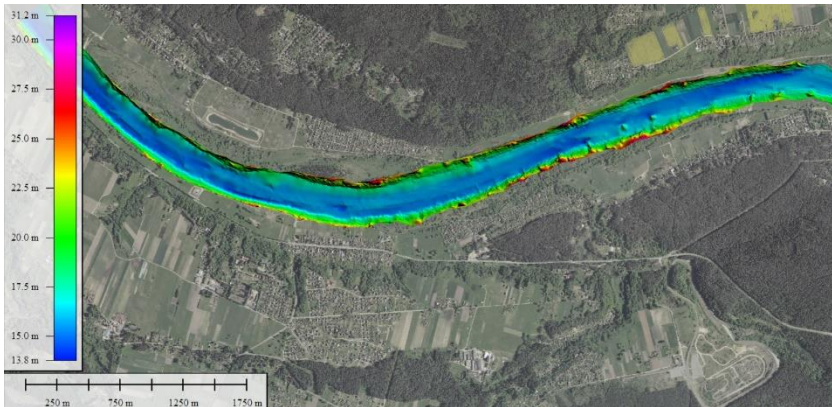
Likusias priekrantės sekliosios dalies batimetriniai matavimai atlikti naudojant valtį ir vienspindulio echolotų sistemą (2 pav.). Šią echolotų sistemą sukūrė ir pagamino Jūros tyrimų instituto inžinieriai. Krantų 3D skenavimus atliko UAB „LiMap“, naudodami ant katerio sumontuotą lazerinio skenavimo įrangą „Siteco Road-Scanner 4“. Gauti duomenys perskaičiuoti ir adaptuoti prie Lietuvos valstybinės aukščių sistemos LAS07.



2 pav. Daugiaspindulinis echolotas „Geoswath“ (kairėje) ir automatinis vienspindulinis echolotas (dešinėje).

**Rezultatų aptarimas.** Sudarytas detalus Nemuno vagos SPM (3 pav.) apima upės vagos batimetrinius ir kranto lazerinius matavimus. Šis SPM turi ypatingą vertę moksliniams tyrimams, leidžiantis taikyti pažangiausius mokslo

pasiekimus ir kompiuterines technologijas modeliuojant upės parametrus, projektuojant ir vykdant vagotvarkos darbus bei užtikrinant saugią laivybą. Batimetrinių matavimų vykdymo metu hidrologinių sąlygų (vandens lygių, debitų) fiksavimas leidžia daug efektyviau vykdyti vandens kelio priežiūros darbus ir, kas yra ypatingai svarbu, taikyti tokias šiuolaikines technologijas, kaip hidrodinaminį modeliavimą, geografines informacines sistemas (GIS) bei web aplikacijas.



3 pav. Nemuno upės vagos skaitmeninio paviršiaus modelio fragmentas.

## Literatūra

VĮ Vidaus vandens kelių direkcijos medžiaga: <http://vvkd.lt/vidaus-vandenu-keliai/>  
Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerijos medžiaga: <https://sumin.lrv.lt/>

## SUNKIŪJŲ METALŲ KAITA LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PAPLŪDIMIUOSE 2014–2018 METAIS

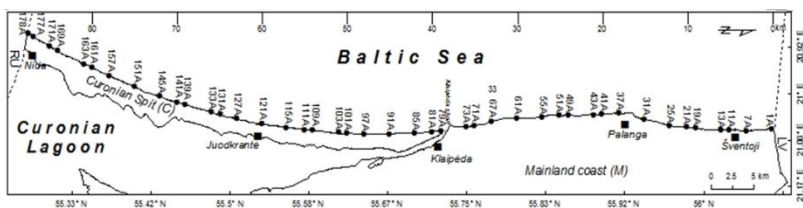
Dovilė Karlonienė<sup>1</sup>, Donatas Pupienis<sup>1,2</sup>, Aira Dubikaltienė<sup>1</sup>,  
Darius Jarmalavičius<sup>2</sup>, Gintautas Žilinskas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universiteto Geomokslų institutas, Vilnius, <sup>2</sup>Gamtos tyrimų centro  
Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius  
*dovile.karloniene@chgf.vu.lt*

**Įvadas.** Paplūdimys yra dinamiška aplinka, kurio sąnašų mineraloginės ir geocheminės sudėties kaita priklauso nuo vietos geologinės sandaros, hidrometeorologinių sąlygų ir antropogeninių veiksnių (Gudelis, 1998; Vidinha et al., 2009). Siekiant užtikrinti saugią rekreacinę aplinką ir vykdyti efektyvią krantotvarką bei valdymą yra svarbu įvertinti sąnašų kilmę ir jų kokybę (Saitoh et al., 2017). Sunkiųjų metalų kilmė paplūdimiuose dažniausiai sietina su natūraliais procesais t. y. mineralų dūlėjimu, taip pat priklauso nuo antropogeninės veiklos: buitinių ir pramoninių nuotekų, žemės ūkio, buvusios ir esamos karinės, pramonės, laivybos veiklos ir t. t. (Beldowska et al., 2011). Dažniausiai tiriami sunkieji metalai, kurie siejami su žmogaus veikla – tai kadmis (Cd), varis (Cu), gyvsidabris (Hg), švinas (Pb), chromas (Cr), nikelis (Ni) ir cinkas (Zn) (Beldowska et al., 2011; Garnaga, 2012).

Darbe aptariamas paplūdimiuose aptinkamų sunkiųjų metalų Cd, Cu, Hg, Pb, Cr, Ni, Zn ir arseno (As), mangano (Mn), molibdeno (Mo) koncentracijų kaita ir pasiskirstymas išilgai jūros kranto 2014–2018 metais.

**Metodai.** Sunkiųjų metalų tyrimui išilgai Baltijos jūros kranto Lietuvos paplūdimiuose buvo paimti 43 sudėtiniai paviršinio smėlio (iš 5 mm storio sąnašų sluoksnio) ėminiai (1 pav.). Ėminiai paimti 1 m<sup>2</sup> plote (voko principu) iš paplūdimio vidurio, 2014 m. ir 2018 m. balandžio mėnesį.



1 pav. Tyrimo vietų išdėstymas.

Mėginių geocheminė analizė (neišskiriant frakcijos) atlikta ICP – MS prietaisu (1:1 HCl ir HNO<sub>3</sub> ištraukoje) Bureau Veritas Commodities Canada Ltd (Acmelab) laboratorijoje.

**Rezultatų aptarimas.** Nustatytos sunkiųjų metalų vidutinės koncentracijos ir jų palyginimas 2014 ir 2018 m. pateikiamas 1 lentelėje. Į 2018 m. duomenų eilutę neįtraukta 127 vieta, dėl labai išsiskiriančių Cu (9,3 ppm) ir Pb (43,5 ppm) koncentracijų. Kadmio (0,02 ppm) aptikta tik 2014 m. 1-oje tyrimo vietoje. Pažymėtina, kad 2018 m. nei viename tirtame ėminyje nebuvo aptikta Hg, o 2014 m. jo aptikta 19 ėminių. Molibdeno 2014 m. rasta visose tyrimo vietose, o 2018 m. tik 20 vietų.

Lyginant analizuojamų sunkiųjų metalų koncentracijas skirtingais metais nustatyta, kad jos buvo didesnės 2014 m. (iš skyrus Mn), tačiau statistiškai reikšmingas skirtumas tarp vidutinių reikšmių buvo nustytas tik Cu, Pb ir As atvejais.

1 lentelė

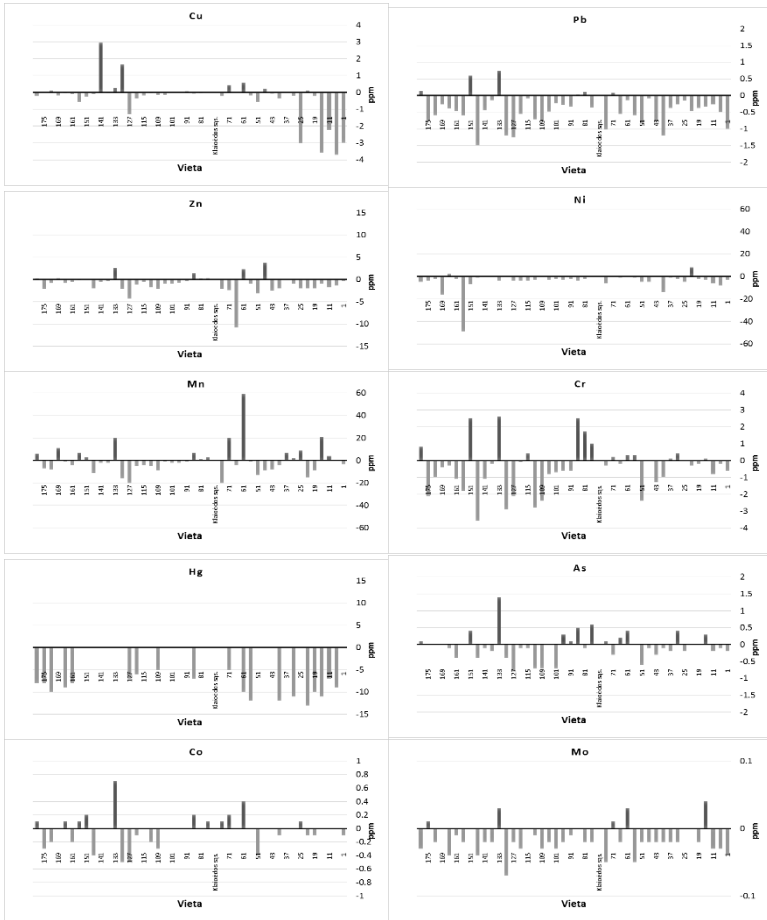
Palyginimas vidutinių sunkiųjų metalų koncentracijų paplūdimiuose 2014 ir 2018 metais ( $\sigma$  – standartinis nuokrypis)

	Cu, ppm		Pb, ppm		Zn, ppm		Ni, ppm		Mn, ppm		Cr, ppm		As, ppm		Hg, ppb		Mo, ppm		Co, ppm	
	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018	2014	2018
Vidurkis	0.77	0.44	1.42	1.01	4.48	3.39	0.7	0.61	23.7	24.1	2.55	2.15	0.73	0.7	8.84	.	0.03	0.01	0.43	0.41
$\sigma$	1.01	0.54	0.34	0.24	1.73	1.44	0.16	0.19	12.4	15.1	1.23	1.04	0.2	0.34	2.36	.	0.02	0.02	0.14	0.14
Vietų skaičius	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	19	0 <sup>a</sup>	43	20	43	42
Vidurkių palyginimas (t-test)	0.009*		0.05*		0.42		0.47		0.27		0.22		0.03*		-		0.30		0.99	

\* $p < 0,05$  reikšmingas skirtumas.

Palyginome metalų koncentracijų pokyčius Lietuvos paplūdimiuose išilgai Baltijos jūros kranto (2 pav.). Bene ryškiausiai išsiskyrė Cu, kurio 2014 m. didesnės koncentracijos nustatytos ties Būtinge ir Šventaja (1–11 tyrimų vietos), o 2018 m. ženkliai didesnės koncentracijos nustatytos piečiau Juodkrantės (131, 141 tyrimo vietose). Švino koncentracija 2014 m. beveik visose tyrimo vietose nustatyta didesnė nei 2018 m., iš skyrus dvi vietas Kuršių nerijoje (133, 151). Cinko koncentracija buvo didesnė 2018 m. tik 4-iose tyrimo vietose (49, 67, 85 ir 133). Nikelio koncentracijos taip pat buvo didesnės 2014 m., išskyrus 21 tyrimo vietą. Mangano koncentracija 2018 m. didesnė nustatyta jau 14-oje tyrimo vietų, ženkliai padidėjusi 61 vietoje (ties Tydekos upeliu). Chromo koncentracija 2018 m. nustatyta 13-oje tyrimo vietų, didžiausias padidėjimas ties kopgaliu (79–83) ir piečiau Juodkrantės (133, 151). Arseno didesnis kiekis nustatytas 11-oje tyrimo vietų 2018 m., labiausiai išsiskyrė šiose tyrimo vietose Kuršių nerijoje – 79, 83, 133 ir 151-oje. Kobalto didenės koncentracijos 2018 m. nustatytos taip pat 11-oje tyrimo vietų, didžiausias skirtumas – 133-oje tyrimo vietoje, įdomu tai, kad Co koncentracijos net 17-oje tyrimo vietų liko nepakitusios.

## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga



*I pav.* Sunkiųjų metalų kiekių skirtumas 2014 (pilka spalva) ir 2018 m. () paplūdimiuose išilgai Baltijos jūros kranto nuo Ru-LT sienos iki LT-LV sienos.

Tiriamų paplūdimio sąnašų kilmė sietina su: 1) Kuršių nerijos pietuose esančio Sambijos pusiasalio arda, 2) Nemunu atplukdomais nešmenimis, ir 3) moreninių klijų arda Klaipėdos rajone (Kairyte ir Stevens, 2009). Chromo kaita geriausiai iš analizuotų sunkiųjų metalų parodo nešmenų išilginę pernašą iš Kaliningrado srities, kadangi jo kiekis mažėja šiaurės kryptimi abiejais tyrimo metais. Sambijos pusiasalyje įvertinus smėlių sudėtį buvo nusatyta, kad dominuoja kvarcas ir glaukonitas, su chromito, troilito, ilmenito, diopsido, cirkonio priemaisomis (Krek et al., 2018).

Kuršių nerijoje padidėjusiomis tirtų metalų koncentracijomis išsiskiria kelios tyrimo vietos, ypač 133-ioji, anksčiau įvertinome, kad tai gali priklausyti nuo kranto geologinės sandaros (Karlionienė ir kt., 2019).

Mangano, kaip ir Zn, didesnė koncentracija žemyniniame krante gali priklausyti nuo didesnio karbonatų kiekio žemyniniame krante. Karbonatinės uolienos (kalцитas, dolomitas) linę sudaryti junginius su divalentių metalų, kaip Zn, Mn, Sr, Pb ir kt., kationais (Galkus ir Jokšas, 1997). Didžiausia kalцитo zona priekrantėje nustatyta ties Klaipėdos sąsiauriu, kurios plotas mažėja Palangos link ir vėl padidėja šiauriau Palangos, piečiau Klaipėdos kalцитo aptinkama nedaug (Kairyte et al., 2005).

Švino, Hg, Cd, Ni ir Mo koncentracijų mažėjimas gali būti siejamas su sumažėjusia antropogenine tarša (Helcom, 2018), tačiau tam reikia papildomos analizės. Taip pat detaliau įvertinti reiktų ar Klaipėdos sąsiauriu atplukdomi nešmenys galėjo turėti įtakos As ir Co padidėjimui žemyno ir Kuršių nerijos jūros krante. Cu kiekio reikšmingam sumažėjimui ties Būtinge ir Šventąja galėjo turėti įtakos antropogeninės apkrovos sumažėjimas.

## Literatūra

- Beldowska M., et al. 2011. Geochemistry of Baltic Sea surface sediments. Edited by U. S. Warsaw: Polish Geological Institute-National Research Institute.
- Galkus A., Jokšas K. 1997. Nuosėdinė medžiaga tranzitinėje akvasistemoje. Vilnius: Geografijos inst.
- Gudelis V. 1998. Lietuvos įjūris ir pajūris: monografija, Lietuvos įjūris ir pajūris: monografija. Vilnius: Lietuvos mokslas.
- Helcom, 2018. Thematic assessment of hazardous substances 2011–2016. Available at: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea2018/reports-and-materials/>
- Kairyte M., Stevens R. L. 2009. Quantitative provenance of silt and clay within sandy deposits of the Lithuanian coastal zone (Baltic Sea), *Marine Geology*, 257(1–4): 87–93.
- Kairyte M., Stevens R. L., Trimonis, E. 2005. Provenance of silt and clay within sandy deposits of the Lithuanian coastal zone (Baltic Sea), *Marine Geology*, 218(1–4): 97–112.
- Karlionienė D. ir kt. 2019. Morfolitologinių ir geocheminių anomalijų pasiskirstymo analizė Kuršių nerijos jūros kranto paplūdimyje, Jūros ir krantų tyrimai 2019: 12-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų konferencija, 2019 gegužės 9–10 d., Klaipėda: konferencijos medžiaga. Klaipėda: Klaipėdos universitetas, pp. 100–103.
- Saitoh Y., Tamura T., Nakano T. 2017. Geochemical constraints on the sources of beach sand, southern Sendai Bay, northeast Japan, *Marine Geology*, 387:97–107.
- Vidinha J. M. et al. 2009. Geochemical beach sediments studies – A contribution to a standard definition useful for public health’, *Journal of Coastal Research*, SI 56: 905–908.



## VIDAUS VANDENŲ TRANSPORTO JUNGIAMASIS PAKRANTĖS KELIAS E60 KAIP PRIEMONĖ EKONOMIKOS PLĖTRAI PIETŲ BALTIJOS REGIONE

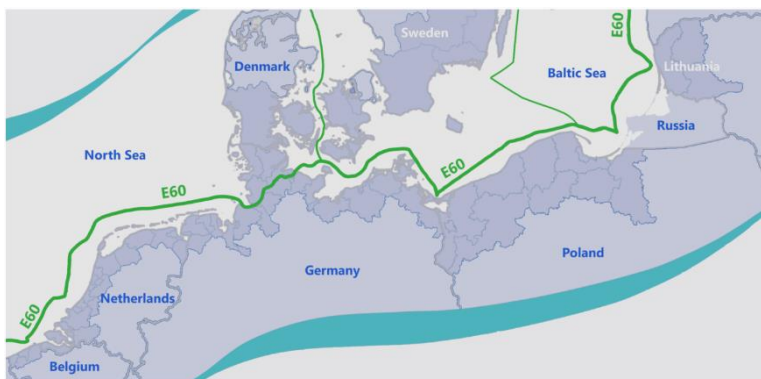
Donalda Karnauskaitė<sup>1</sup>, Arūnas Balčiūnas<sup>1</sup>, Rafal Koba<sup>2</sup>,  
Viačeslav Jurkin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>VŠĮ Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Jūrų institutas,  
Gdanskas

*donalda.karnauskaite@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Krovinių pervežimas sunkvežimiais yra viena sparčiausiai auganti pramonės sričių Pietų Baltijos Regione. Mažėjant krovinių gabenimui geležinkeliais bei augant sunkvežinių skaičiui, kyla vis daugiau aplinkosauginių problemų siejamų su autotransportu. Būtina imtis priemonių, siekiant mažinti neigiamą poveikį aplinkai bei skatinti alternatyvias krovinių gabavimo būdus ir kryptis.

Jūros pakrančių laivybos maršrutas E60 yra įtrauktas į Europos susitarimą dėl svarbiausių tarptautinės reikšmės vidaus vandens kelių (AGN) – tai Europos vidaus vandens kelių tinklo dalis, kuri šiuo metu yra nenaudojama.



1 pav. Pakrantės maršrutas E60.

**Tyrimo vieta ir metodai.** Vandens kelio E60 ilgis Baltijos jūroje yra apie 896 km, matuojant nuo vakariausio Vokietijos Nordwestmecklenburg subregiono taško iki šiauriausio Lietuvos subregiono Klaipėdos taško. Su pakrantės keliu besiribojantys regionai kartu užima 132 359,6 km<sup>2</sup> plotą ir turi

apie 10 milijonų gyventojų. Gausiai apgyvendinta teritorija rodo reikšmingą socialinį ir ekonominį potencialą šiose šalyse bei Europoje.

Projekto INCONE60 (angl. Inland Blue Transport Connector E60) rėmuose yra kuriama koncepcija, kuri atvertų galimybę reguliariai judėti tarptautiniu pakrantės keliu E60 ir sujungti jį su kitų vidaus vandenų kelių (E30, E40 ir E70) tinklu. Projekto metu kuriami transporto sprendimai, kurie prisidės ir palaikys aktyvų Pietų Baltijos regiono vystymąsi. Vienas iš tokių sprendimų – atviras krovinių gabenimo modelis Pietų Baltijos Regione.

**Rezultatai.** Parengta išsami ataskaita apie dabartinę Pietų Baltijos regiono ekonominę ir socialinę situaciją bei vietinių uostų poveikį regionui, kuri atskleidė potencialą krovinių gabenimui bei ekonomikos vystymuisi Pietų Baltijos Regione.

Projekto metu kuriamas kompiuterizuotas prekių srauto modelis Pietų Baltijos Regione leis dabartinį krovinių pervežimą keliais ir geležinkeliais pakeisti į krovinių gabenimą jūros-upių keliais. Organizuojama pilotinė kelionė Ostendė (Belgija) – Klaipėda (Lietuva) pademonstruos galimybes transportuoti krovinį ir keleivius tarptautiniu pakrantės keliu E60.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Pakrantės kelio E60 aktyvavimas turės tiesioginį poveikį ekonomikai bei krovinių gabenimo įmonių veiklai, darbo rinkai bei gyvenimo kokybei. E60 vandens kelio atgaivinimas prisidės prie vandens kelių vystymosi, dinamikos augimo ir konkurencingumo didinimo. Taip pat tai galimybė – įtraukti vidaus vandens kelių transportą kaip alternatyvų transportą, ypač rytų – vakarų – rytų transporto srityje.

Šalys, esančios šalia kelio E60 galėtų paspartinti savo šiaurinių rajonų plėtrą ir gabenti jų teritorijoje pagamintas prekes į pasaulines rinkas, naudodamos vietinius uostus. Teigiamas poveikis svarbioms socialinėms ir ekonominėms sritims turės ilgalaikį poveikį ir prisidės prie darnaus viso regiono, taip pat ir šalies, vystymosi.

**Padėka.** Šis darbas buvo finansuotas projekto „Vidaus vandenų mėlynojo transporto jungiamasis kelias E60“ (INCONE60) (angl. *Inland Blue Transport Connector E60*). INCONE60 finansuojamas Interreg V-A Pietų Baltijos bendradarbiavimo per sieną programos 2014–2020.

## LIETUVOS JŪROS BIOTECHNOLOGIJŲ TARPTAUTINĖ PLĖTRA NAUJAME COST TINKLAVEIKOS OCEAN4BIOTECH PROJEKTE

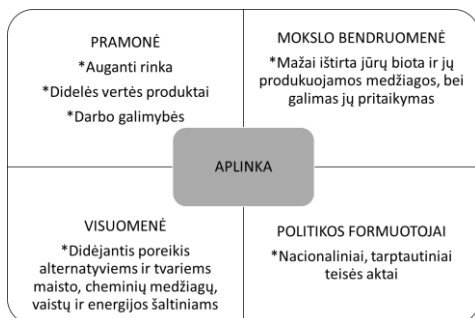
**Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Inga Matijošytė<sup>2</sup>, Donata Overlingė<sup>1</sup>,  
Rimantas Šiekštelė<sup>2</sup>, Jokūbas Krutkevičius<sup>2</sup>, Nerijus Nika<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, <sup>2</sup>Vilniaus universiteto  
Gyvybės mokslų centro Biotechnologijos instituto Taikomosios biokatalizės  
sektorius, Vilnius

*marija.katarzyte@jmtc.ku.lt*

**Įvadas.** Europos Sąjungos (ES) Mėlynojo augimo strategijoje biologinių produktų sektorius yra prioritėtinė tvaraus augimo sritis, tačiau jūrų biotechnologija vis dar yra pradinėje vystymosi stadijoje (EC, 2019). Tiek Europoje, tiek už jos ribų, stiprėja poreikis veiksmingam, įtraukiančiam ir tvariam tarpvalstybiniam ir tarpdiscipliniam tinklui, kuris sudarytų sąlygas efektyviam žinių perdavimui, mokymų rengimui ir gerosios patirties pasidalijimui. 2019 metais patvirtinta COST veikla “CA18238 – Europos tarpdisciplininė jūrų biotechnologijų tinklų platforma”, kurios tikslas – suburti Europos ekspertus dirbančius jūros biotechnologijos srityje, sukuriant platformą, kurioje būtų dalinamasi žiniomis ir patirtimi, taip pat sukuriant veiksmų planą, skirtą sėkmingai įgyvendinti subalansuotą ir etišką jūros biotechnologiją. Šioje veikloje kartu su 33 ES šalimis dalyvauja ir Lietuva, atstovaujama dviejų institucijų – Jūros tyrimų instituto (Klaipėdos universitete, KU) ir Biotechnologijos instituto (Vilniaus universiteto, Gyvybės mokslų centras, VU GMC).

**Pagrindiniai iššūkiai.** Vandenynei ir jūros yra nepakankamai ištirti ir jų ištekčiai, ypač mikroorganizmai, nepakankamai panaudojami. Taip pat didėjant žmonių populiacijai, tačiau mažėjant bioištekliams bei jų kultivavimui tinkamoms teritorijoms, didėja poreikis alternatyvioms maisto, vaistų ir cheminėms medžiagoms. Kyla klausimas kaip užtikrinti tvarų jūrinės biomasės panaudojimą, tuo labiau jei vienintelis šaltinis yra natūralūs ištekčiai. Trūksta politikos gairių susijusių su tvariais ir atsakingais jūrų tyrimais biotechnologijų vystymo tikslams. Stebima ir tarpsektorinio bei tarpdisciplininio bendradarbiavimo stoka, kuri apimtų tiek fundamentinius, tiek taikomuosius tyrimus, biologus, chemikus, gamtos ir socialinių mokslų ekspertus, teisės aktų ekspertus ir pramonės atstovus (1 pav.) (Rotter et al., 2020).



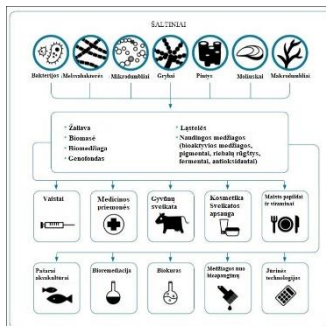
*I pav. Pagrindinės prielaidos tvarių veiksmų jūrų biotechnologijose sukūrimui (adaptuota pagal A. Rotter et al., 2020).*

### **Jūros biotechnologijos tendencijos pasaulyje.** Investicijos į mokslinius tyrimus ir plėtrą, skirtus

aukštos pridėtinės vertės jūrinių produktų atradimui ir sukūrimui, yra susijusios su didelėmis kapitalo išlaidomis ir rizika, nes tam reikia naudoti moderniausių infrastruktūrą ir daugelį metų trunkančius tyrimus. Vyrauja tendencija, kad iš 5000 vaistinių medžiagų dalyvaujančių iki klinikiniuose tyrimuose, tik viena gali būti atrinkta kaip pakankamai saugi ir efektyvi naudoti tolimesniuose klinikiniuose tyrimuose (Kraljevic et al., 2004). Prognozuojama, kad pasaulinė jūrų biotechnologijų rinka iki 2025 m. pasieks beveik 5,2 milijardo eurų (~ 1 % visos biotechnologijų rinkos) (Smithers, 2015). Numatoma, kad jūrų biotechnologijų rinka plėsis daug sparčiau, kai rutiniškai bus pradėtos taikyti naujausios technologijos, per 5 metus galėtų būti sukuriama dar 10 000 darbo vietų (DG Maritime Affairs and Fisheries, 2014). Europoje jūros biotechnologijos sektoriuje dalyvauja labai mažos ir vidutinės įmonės (vidutiniškai iki 140 darbuotojų) ir akademinė/mokslinė bendruomenė, kurioms trūksta reikiamo stabilaus finansavimo ilgalaikiams tyrimams.

**Jūros biotechnologijos Lietuvoje.** Lietuvoje jūros biotechnologijos tik pradėtos vystyti. Iki šiol pagrindinis dėmesys buvo skirtas išsiaiškinti Kuršių marių ir Baltijos jūros bioišteklių panaudojimo galimybėms (projektas Submariner 2009–2013, Anne et al., 2015). Klaipėdos universitete 2019 metais atnaujinta bakalauro studijų programa „Biologija ir jūros biotechnologija“, taip pat KU priklauso konsorciumui „EU-CONEXUS“ (*liet.* „Europos universitetas išmanių pakrančių miestų tvariai plėtrai“), kuriame numatytas tarpdalykinių ir tarptautinių studijų programų kūrimas, ir viena iš jų susijusi su jūros biotechnologijomis.

Jūros biologiniai ištekliai atveria daug galimybių biotechnologijoms vystyti ir skatinti bioekonomikos plėtrą. Lyginant su agrokultūromis, jūrinės biomasės įvairovė labai plati – nuo bakterijų iki grybų ir makrodumblių bei pasižymi išreikštomis unikaliomis savybėmis dėl savo gyvenamosios aplinkos (2 pav.) (Submariner, 2020).



2 pav. Jūros biotechnologijos: šaltiniai ir jų pritaikymas (adaptuota pagal Submariner, 2020).

Biomasės bei jos perdirbimo ir gamybos produktų pritaikymo įvairovė taip pat labai plati, pradedant nuo farmacijos pramonės, maisto, kosmetikos pramonės iki biokuro. Kaip minėta, Lietuvoje jūros biotechnologijos yra tik pradinėje vystymosi stadijoje, tačiau jau yra pradėtų mokslinių tiriamųjų darbų šioje srityje. Neseniai pradėti tyrimai susiję su Baltijos jūros mikroorganizmų pritaikymu plastiko skaidyme (Krutkevičius et al., 2020), melsvabakterių metabolitų panaudojimu priešvėžinių ar antibakterinių preparatų kūrime (Overlinge et al., 2020). Vystoma kaulų audinių inžinerijos technologija panaudojant moliuskų sepijų endoskeletą (Palaveniene et al., 2018), vykdomi mikrodumblų bioreaktorių pritaikymo bandymai panaudojant perteklinę energetikos įmonių šilumą, probiotikų taikymo tyrimai akvakultūroje ir kai kurios kitos pilotinės veiklos.

**COST Ocean4Biotech veikla.** Veikloje numatytos sekančios sekančios prioritinės sritys:

a) iš mikrobumblių ir melsvabakterių išgaunami kosmetikos ir maistiniai produktai (pasižymintys potencialiomis antioksidantinėmis, senėjimą stabdančiomis, nuo saulės apsaugančiomis ir kolageną atstatančiomis savybėmis);

b) jūrinių organizmų panaudojimas biopolimerų ir biomedžiagų gamybai (bioskaidus plastikas, žaizdų tvarsčiai, dantų biomedžiagos, audinių regeneravimo medžiagos ir vaistų pernašos sistemos).

Taip pat šioje veikloje numatyta:

1. Apibrėžti efektyvias mėginių rinkimo, atrankos, identifikavimo (tiek makro, tiek mikroorganizmų ir jų medžiagų) ir medžiagų svarbių biotechnologijoms išskyrimo metodikas;

2. Apibrėžti efektyvų tyrimų protokolą, kuris leistų pagreitinti jūrinių bioišteklių transformaciją į pridėtinės vertės produktus;

3. Įtraukti į veiklas ekspertus iš gamtos, socialinių ir humanitarinių mokslų, studentus ir mokslininkus, bei verslo įmones;

4. Organizuoti mokymus skirtus gebėjimų jūros biotechnologijose stiprinimui ir trumpos trukmės finansuojamas mokslines išvykas (STSM). STSM sudaromos sąlygos tyrėjams apsilankyti kitose COST veikloje dalyvaujančiose organizacijose, išmokti naujų tyrimo metodų, gauti prieigą prie konkrečių duomenų, priemonių ir metodų. Kvietimai teikti paraiškas skelbiami kas pusę metų, daugiau informacijos galima rasti: <https://www.ocean4biotech.eu/scientific-missions/guidelines/>;

5. Vystyti nacionalinius ir Europinius teisės aktus, siekiant juos tarpusavyje suderinti (Nagoya protokolas, Buveinių direktyva (92/43/EEC), MSFD (2008/56/EC, CD 2017/848), WFD ir Jūrinių teritorijų planavimo direktyva (2014/89/EU).

## Literatūra

- Anne O., Bugajev D., Koreiviene J. 2015. Determining optimal growth conditions for the highest biomass microalgae species in Lithuanian part of the Curonian Lagoon for further cultivation, *International Journal of Environmental Research*, 9 (1), 233–246.
- DG Maritime Affairs and Fisheries. 2014. Study in support of Impact Assessment work on Blue Biotechnology.
- European Commission. 2019. Blue growth, [https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue\\_growth\\_en](https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth_en) [Žiūrėta: 2020 02]
- Kraljivic S., Stambrook P. J., Pavelic K. 2004. Accelerating drug discovery, *EMBO reports*, 5(9), 837–842.
- Krutkevičius J., Kataržytė M., Šiekštelė R. et al. Oceans - home of plastic? *CA18238 - European transdisciplinary networking platform for marine biotechnology. Book of Abstracts*, 62 p. 1<sup>st</sup> Ocean4Biotech Conference. Piran, Slovenia.
- Overlinge D., Cegłowska M., Toruńska-Sitarz A. et al. 2020. Biotechnological potential of secondary metabolites produced by cyanobacteria from the Curonian Lagoon. *CA18238 - European transdisciplinary networking platform for marine biotechnology. Book of Abstracts*, 30 p. 1<sup>st</sup> Ocean4Biotech Conference. Piran, Slovenia.
- Palaveniene A., Harkavenko V., Kharchenko V. et al. 2018. Cuttlebone as a marine-derived material for preparing bone grafts, *Marine Biotechnology*, 20 (3), 363–374.
- Rotter A., et al. 2020. A new network for the advancement of marine biotechnology in Europe and beyond, *Frontiers in Marine Science*. (Accepted).
- Smithers. 2015. Global market for marine biotechnology has potential to reach \$6.4 billion by 2025. Smithers Rapra report.
- Submariner. 2020. Blue biotechnology in the Baltic Sea Region: <https://www.submariner-network.eu/blue-biotechnology-topic>. Žiūrėta [2020 02].

## EKOSISTEMINĖS PASLAUGOS IR KUR JAS RASTI NEMUNO DELTOJE

**Karolina Kaziukonytė<sup>1</sup>, Soukaina Elyaagoubi<sup>1</sup>,  
Artūras Razinkovas-Baziukas<sup>1</sup>**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*karolina.kaziukonyte@gmail.com*

**Įvadas.** Natūralios ekosistemos suteikia įvairių ekosisteminių paslaugų (EP), kurios stipriai prisideda prie žmogaus gerbūvio. Ekosistemines paslaugas apibūdinamos kaip nauda, kurią žmonės gauna iš gamtos (MA, 2005). Tai apima aprūpinimo paslaugas, tokias kaip maistas ir vanduo; reguliavimo paslaugas, tokias kaip potvynių reguliavimas arba veikdamos kaip slėptuvė, užtvara ar kiti žmogaus buveinės elementai; kultūrinės paslaugos, tokios kaip rekreacinė, dvasinė, religinė ir kita nematerialioji nauda; ir palaikymo paslaugas, pavyzdžiui, dirvožemio formavimasis.

Ekosisteminių paslaugų kartografavimas buvo naudojamas norint iširti, kaip paslaugų vertės skiriasi erdvėje, ir nustatyti erdvinius plotus, kuriuose aprūpinimas yra aukštas arba žemas (Regamey et al., 2015). Taip pat kartografavimas, kartu įtraukiant ekspertus ir suinteresuotas šalis, gali labai pagelbėti priimant sprendimus.

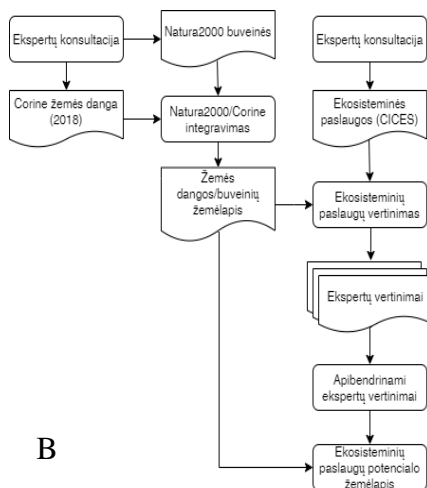
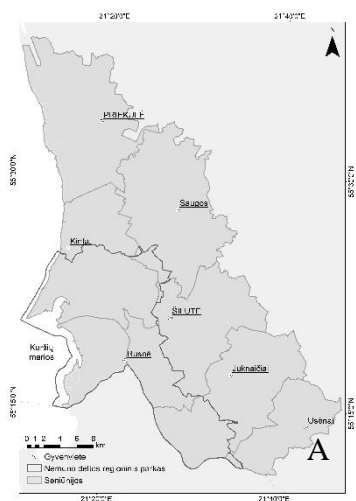
Šio darbo tikslas – įvertinti ir sudaryti ekosisteminių paslaugų potencialo žemėlapi žemėlapi Nemuno deltos ir Kuršių marių regionui.

**Metodai.** Tyrimas atliekamas Nemuno deltos ir Kuršių marių regione (1 pav. A), septyniose seniūnijose: Priekulės, Kintų, Saugų, Rusnės, Šilutės, Juknaičių ir Usėnų. Bendras tyrimo teritorijos plotas yra apie 940 km<sup>2</sup>. Šioje teritorijoje yra išsidėstęs Nemuno deltos regioninis parkas (Lukianas et al., 2006; Nemuno deltos regioninis parkas), kuris buvo įkurtas 1992 m. 1993 m. Nemuno deltos regioninis parkas buvo įtrauktas į tarptautinės svarbos pelkių sąrašą, Ramsaro konvenciją. Vėliau, 2004–2005 m., Saugomų teritorijų sistema buvo papildyta „Natura2000“ teritorijomis, laikantis ES paukščių ir buveinių direktyvų reikalavimų. Šioje vietovėje yra būdingi pavasario potvyniai, kurių užliejami plotai gali siekti iki 200 km<sup>2</sup>.

Matricos lentelės yra vis populiarsnės ir patogesnės priemonės ekosistemų paslaugų kartografavimui ir vertinimui. Matricinis metodas susieja ekosistemų tipus arba žemės dangos tipus su ekosisteminėmis paslaugomis, pateikiant ekosisteminių paslaugų potencialo, pasiūlos, naudojimo, paklausos ar kitų koncepcijų balą (Campagne et al., 2018).

Atrinktos 34 ekosistemines paslaugas remiantis literatūra bei ekspertų nuomone. Šios ekosistemines paslaugas priklauso 3 grupėms pagal bendrąją

tarptautinę ekosisteminių paslaugų klasifikaciją (toliau – CICES; Young et al., 2018): aprūpinimo (11), reguliavimo ir palaikymo (12) ir kultūrinės (11). Taip pat atrinktos 35 žemės dangos klasės pagal CORINE žemės dangos klasifikatorių (15) ir Natura 2000 buveines (20), į kurias nebuvo įtrauktos urbanizuotos miestų teritorijos.



1 pav. A) tyrimo teritorija. B) ekosisteminių paslaugų kartografavimo darbo eigos schema.

Įvairių sričių ekspertai, turintys žinių apie tyrimo sritį ar dirbantys joje, prašomi užpildyti matricos lentelę ir įvertinti ekosisteminių paslaugų potencialą balais nuo 0 iki 5 (0 – nėra EP potencialo, 1 – labai žemas, 2 – žemas, 3 – vidutinis, 4 – aukštas ir 5 – labai aukštas EP potencialas). Susitikimo su ekspertais metu pateikiama išsami 34 ekosisteminių paslaugų ir 35 žemės dangos klasių lentelė. Kiekvienas ekspertas užpildo matricos dalį, susijusią su jų kompetencija.

Užpildytos matricos lentelės yra apibendrinamos viena lentele, kuri vėliau naudojama sudarant ekosisteminių paslaugų potencialo žemėlapi. Paskaičiuojami visų ekspertų ekosisteminių paslaugų potencialo vidurkiai, jiems suteikiami svoriai ir gautos vidutinės reikšmės perkeliamos į geografinės informacinės sistemos programą kur sukuriama žemėlapis.

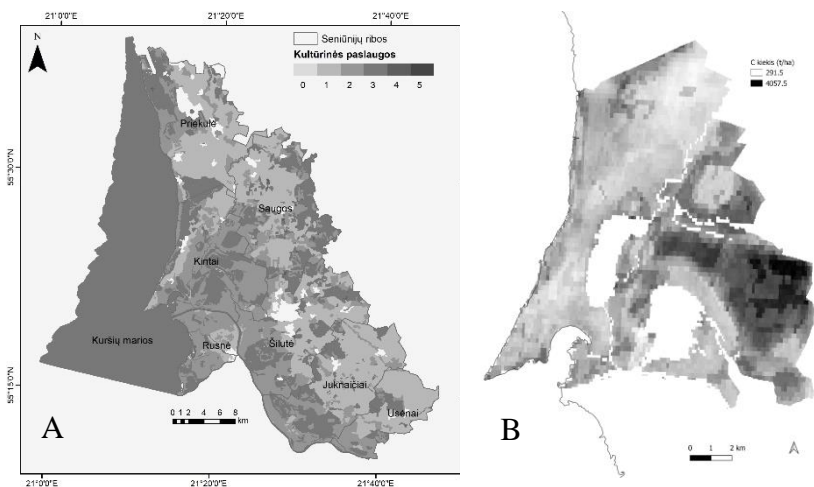
Analitinės hierarchijos procesas (AHP), apibrėžtas kaip gerai struktūrizuota metodika organizacijai ir sprendimų analizei, yra naudojamas kaip daugiakriterinis sprendimų priėmimo modelis, siekiant įvertinti



kiekvienos pasirinktos ekosisteminės paslaugos, laikomų subfaktorais, svorį, kurios atspindi pagrindinius veiksnius. Svarbos svorio nuoseklumas patikrinamas apskaičiuojant nuoseklumo santykį, kad būtų galima sužinoti apytikrą ekspertų pateiktų nuomonių tarpusavio susiderinimo laipsnį (Saaty, 1990; Lin et al., 2003).

Kiekybiniam ekosisteminių paslaugų vertinimui pasitelktas ARIES įrankis (Artificial Intelligence for Ecosystem Services). ARIES dirbtinio intelekto modelių rinkinio pagalba buvo sumodeliuotas anglies dvidegenio sugėrimas pagal Ruesch ir Gibbs metodą (2008) bei pasinaudojant globalia dirvožemio duomenų baze [https://www.isric.org/explore/soilgrids]. Anglies kiekis buvo apskaičiuotas kaip suma augalijos biomasės esančios virš dirvožemio, dirvožemyje bei pačiame dirvožemyje iki 2 m gylio.

**Rezultatai.** Analizuojant apibendrintą ekosisteminių paslaugų potencialo matricos lentelę pastebėta, kad tyrimo teritorijoje yra mažas aprūpinimo paslaugų potencialas, lyginant su reguliavimo ir palaikymo ar kultūrinėmis paslaugomis. Didesniu aprūpinimo paslaugų potencialu išsiskiria tik žemdirbystės teritorijos, miškų ir vandens buveinės. Kaip pavyzdys pateikiamas kultūrinių paslaugų potencialas pagal žemės dangą, kurio reikšmės varijuoja tarp 1 ir 4. Jų erdvinį pasiskirstymą galima matyti 2 pav. A dalyje. Ekspertai nurodė teritorijų, kuriose nebūtų kultūrinių paslaugų potencialo (0 balų).



2 pav. A) kultūrinių ekosisteminių paslaugų potencialo pasiskirstymas tyrimų teritorijoje. B) bendras anglies kiekis (dirvožemyje ir augalijoje) Kintų seniūnijoje.

Ekosisteminių paslaugų atvaizdavimas žemėlapyje įmanomas tiek pagal ekosisteminių paslaugų grupes (aprūpinimo, reguliavimo ir palaikymo bei kultūrinės), tiek atskirai kiekvienos ekosisteminės paslaugos.

Anglies kiekis, analizuotas Kintų seniūnijoje, kurioje yra Aukštumalos pelkė, iliustruoja, kaip erdvėje varijuoja anglies sukaupti potencialas: daugiausiai anglies sukaupta durpynuose (2 pav. B).

**Padėka.** Projektas bendrai finansuotas iš Europos socialinio fondo lėšų (projekto Nr. 09.3.3-LMT-K-712-01-0178) pagal dotacijos sutartį su Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).

## Literatūra

- Campagne C., Roche P. 2018. May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping. *One Ecosystem* 3: e24134.
- Englund O., Berndes G., Cederberg C. 2017. How to analyse Ecosystem services in landscapes— A systematic review. *Ecological Indicators*, 73:492–504.
- Young R. H., Potschin M. 2018. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. [www.cices.eu](http://www.cices.eu).
- Lin S. C., Tang T. Y. 2003. Factor assessment of the environmental impact for Tainan Technology Industrial Park in Taiwan. In *ECOSYSTEMS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. VOLUME I. (Vol. 63)*.
- Lukianas A., Vaikasas S., Malisauskas A. P. 2006. Water management tasks in the summer polders of the Nemunas Lowland. *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 55(2), 145–156.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: WETLANDS AND WATER Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Nemuno deltos regioninis parkas. <http://www.nemunodelta.lt>.
- Regamey A. G., Weibel B., Kienast F. et al., 2015. Ecosystem services 13:16–27.
- Saaty T. L. 1990. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26.
- SoilGrids — global gridded soil information. <https://www.isric.org/explore/soilgrids>.

## LIETUVOS JŪRINIO KRANTO GEOMORFOLOGINIŲ PARAMETRŲ STEBĖJIMO IR VERTINIMO METODAI

Greta Kilmonaitė<sup>1</sup>, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda  
*greta.kilmonaite@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Per paskutinius du dešimtmečius krantų monitoringo metodai, tiek tiesioginiai (Dean, 2002) tiek ir nuotoliniai (Liu, Sherman, Gu, 2007; Brock, Purkis, 2009), sparčiai tobulėjo. Kranto linijos tiesioginiai matavimai atliekami naudojant globalaus pozicionavimo sistemas, o kranto morfologiniai parametrai stebimi taikant skersinės kranto niveliacijos metodus (Dean, 2002). Nuotoliniai kranto linijos padėties pokyčių tyrimų metodai yra skirtingi ir sparčiai populiarėjantys, tai liudija ir Google Earth internetinėje programoje talpinamos nuotraukos, didelės skiriamosios gebos palydoviniai vaizdai, kiekybiniai 3D lazerinio skenavimo (zondavimo) sistemos LiDAR (light detection and ranging) topografiniai duomenys.

Baltijos jūros Lietuvos kranto ruožas Lietuvos mokslininkų pradėtas aktyviai stebėti tik po Antrojo pasaulinio karo, kai buvo pradėtos nagrinėti morfologinės ir morfometrinės kranto zonos ypatybės, jų dinamika bei tarpusavio ryšiai (Žaromskis, Gulbinskas, 2018). Nuo 1992 m. Lietuvoje vykdomas kasmetinis krantų monitoringas (Grigelis, 2014), kuris nuolat keitėsi. Šiuo metu paplūdimių ir krantų ardos ar sąnašavimo pokyčiai įvertinami monitoringo plane nustatytuose profiliuose (iš viso 196 profiliai), matavimus atliekant 1 vieną kartą per metus pavasarį (balandžio–gegužės mėn.) ir rudenį (po rekreacinio sezono pabaigos) esant vandens lygio svyravimui ne didesniai nei  $\pm 10$  cm (Baltijos aukščių sistemoje) ir bangos aukščiui neviršijant 1 m, o taip pat pakartotinai po stiprių audrų ar uraganų. Vertinat šiuos dinaminis krantų pokyčius atliekama skersinė kranto niveliacija, tačiau pasaulyje vis dažniau naudojamos nuotoliniais tyrimų metodais pagrįstos 3D lazerinės skenavimo (zondavimo) sistemos.

Šio darbo tikslas – įvertinti įvairių metodų pritaikomumą Lietuvos Baltijos jūros kranto monitoringui, daugiausia dėmesio skiriant sugaištam laikui ir surenkamų duomenų kokybės efektyvumo santykio nustatymui, taip pat įvertinant galimybę apjungti į bendrą sistemą skirtingus tiesioginius ir nuotolinius monitoringo metodus bei galimas duomenų rinkimo alternatyvas, tuo pagerinant darbų kokybę ir duomenų tikslumą.

**Metodai.** Darbe naudoti duomenų masyvai: (i) 2011 (Bagdavičiūtė ir kt., 2012) ir 2019 metų viso Lietuvos kranto ruožo skersinės niveliacijos duomenys; (ii) 4 probleminiams kranto ruožams atlikto antžeminio lazerinio 3D skenavimo duomenys. Hidrometeorologinės sąlygos buvo vertintinamos dvi dienas iki atliekant matavimą, atsižvelgiant į monitoringo plano reikalavimus.

Skersinė niveliacija buvo atlikta 173 profiliuose, išsidėsčiusiuose kas 500 metrų, matavimus atliekant nuo apsauginio paplūdimio kopagūbrio viršūnės iki dinaminės kranto linijos. Panaudotas dvidažnis Trimble R10 GNSS globalaus pozicionavimo imtuvas su Trimble® TSC3 duomenų kaupikliu, kurio bendra paklaida neviršija 4 mm atliekant statinį matavimą, kai  $x$ ;  $y$ ;  $z$  koordinatės gaunamos iki  $H$ : 3 mm + 0,1 ppm RMS ir  $V$ : 3,5 mm + 0,4 ppm RMS tikslumu. Atlikta profilių aukščių ir ilgių analizė bei įvertintas natūralus paplūdimio pločio svyravimas, nustatant neapibrėžtumo sritį. Apsauginiam paplūdimio kopagūbriui ši sritis siekia 1 cm, todėl dėl nedidelių aukščio svyravimų ji laikoma nereikšminga.

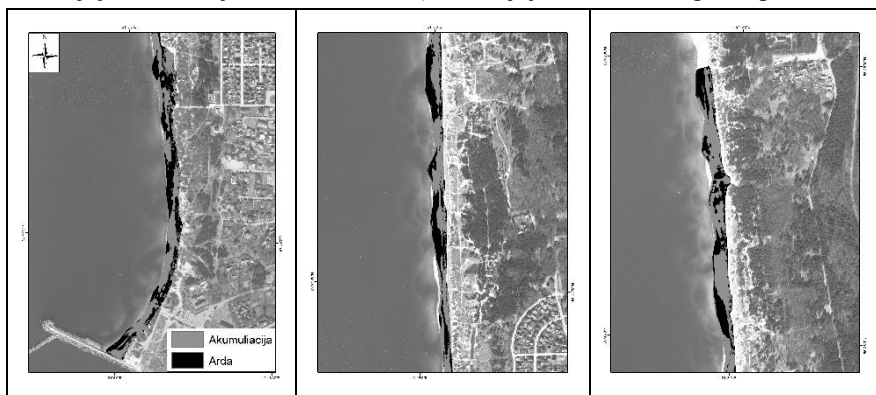
Antžeminis lazerinis 3D skenavimas atliktas probleminiams Melnragės (04 29; 11 08), Karklės (04 18; 09 27), Palangos (05 30; 11 19) ir Šventosios (04 16; 11 21) kranto ruožams (po ~3 km). Duomenys buvo renkami Trimble® TX8 lazeriniu 3D skeneriu, kurio matomumo laukas  $360^\circ \times 317^\circ$ , kampinis tikslumas 80  $\mu$ rad, o spindulio kritimo nuotolis 120–340 m. Apdorotas pirminis duomenų masyvas filtruojamas pagal pasirinktą 0,05x0,05m gardelę, siekiant sumažinti galutinį failo dydį gali būti pasirinkta didesnė gardelė. Tolimesniam gautų duomenų atvaizdavimui bei tiksliems skaičiavimams atlikti buvo naudota erdvinė duomenų interpoliacija taikant Triangulation (Grid TIN of Points) metodą.

**Rezultatai.** Lietuvos kranto ruožo skersinė niveliacija vyko 48 val. (6 dienas), vidutiniškai per vieną dieną išmatuojant ~16 km kranto ruožo. Tuo tarpu 3 km ruožo 3D lazerinis skenavimas vidutiniškai truko 4 val., tad viso Lietuvos kranto skenavimas truktų ~128 valandas.

Įvertintas paplūdimio pločio bei apsauginio kopagūbrio aukščio pokytis per 2011–2019 metų laikotarpį, paplūdimio pločio svyravimui esant  $\pm 0,6$  m (nustatomas įvertinant vandens lygio svyravimo bei padėties nustatymo paklaidą). Kuršių nerijos jūriniame krante per šį laikotarpį fiksuotas paplūdimio pločio padidėjimas 38-uose profiliuose: tarp Preilos ir Nidos jis siekė iki  $27,2 \pm 0,6$  m. Paplūdimio siaurėjimas nustatytas 45 profiliuose: vidutiniškai –  $9 \pm 0,6$  m, didžiausias – ties Pervalka –  $33,8 \pm 0,6$  m. Plačiausi paplūdimiai buvo ties Alksnyne (117,34 m), o siauriausi – tarp Juodkrantės ir Pervalkos (33,6 m). 2019 metais vidutinis paplūdimio plotis siekė 67,9 m, o vidutinis apsauginio kopagūbrio aukštis – 9,4 m.

Žemyniniame Lietuvos krante per tyrimų laikotarpį stebimas aiškus paplūdimio pločio sumažėjimas. Nustatyta, kad 44-se profiliuose paplūdimys vidutiniškai susiaurėjo apie  $7,9 \pm 0,6$  m, didžiausias susiaurėjimas – ties šiauriniu Šventosios uosto molu ( $34,0 \pm 0,6$  m) bei I Melnrage –  $25,3 \pm 0,6$  m. Tačiau, 23 profiliuose stebimas paplūdimio ploto padidėjimas: vidutiniškai –  $8,4 \pm 0,6$  m, didžiausias – ties Giruliais ir siekia  $24,3 \pm 0,6$  m. Vidutinis žemyninio paplūdimio plotis apie 20 m mažesnis negu Kuršių nerijoje ir per 2011–2019 metų laikotarpį sumažėjo nuo 45,0 iki 43,0 metrų, o tuo tarpu apsauginio paplūdimio kopagūbrio aukščio dinamika beveik visame žemyninio kranto ruože išliko teigiama.

Palyginus pavasario ir rudens sezonų kaitą probleminiuose kranto ruožuose nustatytas paplūdimio pločio sumažėjimas, vietomis su didesniu apsauginio kopagūbrio prieaugiu. Pavyzdžiui, atkarpoje nuo Klaipėdos šiaurinio molo iki II Melnragės (1 pav.), 17783 m<sup>2</sup> teritorijoje, fiksuojama paplūdimio zonos arda 55,4 % (9751,08 m<sup>2</sup>) užimamo ploto, kuri siekia iki 2,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (bendras kiekis – 24236,92 m<sup>3</sup>). Tuo tarpu 43 % teritorijos (7780,22 m<sup>2</sup>) fiksuojama 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> akumuliacija (bendras kiekis 15651,04 m<sup>3</sup> visoje teritorijoje). Likusioje 284,5 m<sup>2</sup> (1,6 %) teritorijoje, smėlio atsargos nepakito.



1 pav. Smėlio tūrio pokytis Melnragės paplūdimio ruože 2019 m. 08–11 mėn.  
(M 1:5 800).

Palyginus 3 km ruožuose taikytų matavimo metodų duomenis pastebėta, kad surinkti duomenų masyvai ženkliai skiriasi tarpusavyje. Skersinės kranto niveliacijos metu gautas duomenų masyvas užima tik 2 MG, kadangi 1 profilis padengia 1 linijinį metrą, tad ir 3 km kranto ruožo padengimas siekia tik 5 %. Tuo tarpu 3D skenavimo metu gautas duomenų masyvas, priklausomai nuo pasirinkto gardelės dydžio, gali siekti 20–130 MG ir 3 km ruožą padengti iki 95 %.

**Išvados.** 2011–2019 metų laikotarpiu visame Lietuvos kranto ruože buvo stebimi ardos procesai, kurie, esant trumpalaikiams pokyčiams, labiausiai pastebimi palei dinaminę kranto liniją, vietomis – ties apsauginiu kopagūbriu. Vertinant matavimo metodus, kurie buvo taikomi šiems pokyčiams nustatyti, negalime teigti, kad vienas metodas visapusiškai geresnis už kitą. Skersinės kranto niveliacijos privalumas tas, kad metodas yra greitas ir efektyvus, sukaupiamas nedidelės apimties pirminis duomenų masyvas. Tačiau, atliekant tikslus smėlio tūrio skaičiavimus, šis metodas netinka dėl galimų didelių paklaidų tarp profilių, kadangi matavimai padengia labai nedidelę ploto dalį (5 % 3 km ruožui). Antžeminio lazerinio 3D skenavimo metu gaunamas pilnas ruožo padengimas (iki 95 % 3 km ruožui) matavimų duomenimis; tačiau gaunami duomenų masyvai labai dideli (3 km ruože esant 5 cm gardelei failo dydis siekia ~130 MG (2,5–3,2 mln. taškų). Be to, metodo taikymui ir duomenų apdorojimui reikalingos didesnės laiko sąnaudos bei didesnis kvalifikuotų specialistų skaičius. Metodai ir jų galutiniai produktai per daug skirtingi, kad būtų galima nustatyti vieną vienintelį metodą, taikytiną kranto tyrimams. Darbams, reikalaujantiems tikslumo, rekomenduojama naudoti antžeminę lazerinę 3D skenavimo sistemą, o darbams, kurie apima didelius kranto ruožus ir kur reikalingas tik apibendrinantis krantinių procesų vertinimas, geriau taikyti– dėl laiko sąnaudų ir mažesnio duomenų masyvo – skersinės kranto niveliacijos metodą. Būtina įtraukti ir papildomus tyrimus, tokius kaip palydovinių nuotraukų taikymas, smėlio dalelių dydžio nustatymas ir kt, kurie leistų geriau spręsti apie esamą kranto būklę bei prognozuoti pokyčius ateityje.

## Literatūra

- Bagdanavičiūtė I., Kelpšaitė L., Daunys D. 2012. Assessment of shoreline changes along the Lithuanian Baltic Sea coast during the period 1947–2010. *Baltica* 25 (2), 171–184.
- Brock J. C., Purkis S. J. 2009. The Emerging Role of Lidar Remote Sensing in Coastal Research and Resource Management. *Journal of Coastal Research* SI (53), 1–5.
- Dean R. G., Dalrymple R. A. 2002. *Coastal Processes with Engineering Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Grigelis A. 2014. Baltijos jūros Krantų erozijos problemų analizė ir sprendimo būdai. Studija, 5 p., Vilnius.
- Liu H., Sherman D., Gu S. 2007. Automated extraction of shorelines from airborne light detection and ranging data and accuracy assessment based on Monte Carlo simulation. *Journal of Coastal Research* 23(6), 1359–1369.
- Žaromskis R., Gulbinskas S. 2018. *Krantodara ir krantotvarka*. Klaipėdos universiteto leidykla. Klaipėda.

## **KLIMATO KAITOS VERTINIMAS PAGAL FENOLOGINIUS STEBĖJIMUS KLAIPĖDOS UNIVERSITETO BOTANIKOS SODE**

**Asta Klimienė, Kristina Baltaragienė, Jurgita Ignotienė**

Klaipėdos universiteto Botanikos sodas, Klaipėda  
*asta.klimiene@ku.lt*

**Įvadas.** Tiriant klimato parametrų ir augalų vystymosi ryšį, ypač tikslūs fenologiniai stebėjimai atlikti šiauriam Žemės pusrutulyje (Templ et. al., 2017). Be to, šie stebėjimai yra susiję ir su ekosistemomis bei augalų morfologija (Cleland et. al., 2007). Daugelyje šalių nacionaliniu ar tarptautiniu lygiu atliekami fenologiniai stebėjimai. Jie aktualūs ir Europoje, analizuojant klimato kaitos procesus. Šiuo metu Europoje yra stebimi 139 augalai ir 33 jų vystymosi fazės. Vokietijoje, Humbolto universitete įsteigtas tarptautinis fenologinių botanikos sodų tinklas (IPG), kuris vykdo vieningus augalų fenologinius stebėjimus įvairiose geografinėse platumose. Fenologiniai duomenys naudojami tiriant klimato pokyčius per augalus bei numatant tolimesnes klimato kitimo tendencijas, sudarant fenologinius žemėlapius (Chmielewski et. al., 2013). Fenologinis stebėjimas – tai standartizuoti plataus masto fenologiniai tyrimai, kuriuose, siekiant pašalinti paveldimąją genetinę įvairovę, tiriamos tik identiškos, klonuotos medžių ir krūmų rūšys, yra fiksuojamas jų vegetacijos fazių laikas. Tai yra viena iš svarbiausių (kartais vienintelė) informacija apie augalų fiziologinius pokyčius, susijusius su oro sąlygomis (Schleip et. al., 2008). Šiuo metu šis tinklas apima 89 sodus iš 19 Europos šalių.

Skirtingos augalų rūšys turi skirtingas fenologines strategijas: prisitaikymą prie auginimo sezono, apdulkintojų, žemės ūkio lygio ir pan. Taip pat jų rūšys skiriasi pagal santykį su aplinkos sąlygomis, kaimyniniais augalais bei individualiomis savybėmis (Zhang et. al., 2010). Atlikti moksliniai tyrimai rodo, kad visame pasaulyje keičiasi temperatūra, o šiauriniame geografiniame regione aktualiausi oro pokyčiai vyksta žiemos sezono metu. Su šiais pokyčiais glaudžiai siejasi ir augalų vegetacija (Schleip et. al., 2008).

Lietuvos klimatas labiausiai yra susietas su geografine jos padėtimi. Pagal biogeografinį skirstymą, Lietuva priklauso nemoraliniam – borealiniam regionui, kuris pasižymi sezonų kaita. Be to, tai ir Baltijos jūros regionas, kuris yra įtakojamas Šiaurės Atlanto srovių (Stankūnavičius et. al., 2012). Dėl Baltijos jūros įtakos, maždaug 70–100 km spinduliu žiemos Lietuvos pakrantėse yra žymiai šiltesnės, o šiltasis sezonas – vėsesnis (Bukantis et. al., 2005; Klimienė et al., 2016).

Šio darbo tikslas – palyginti 10 metų laikotarpio fenologinius stebėjimus Klaipėdos universiteto Botanikos sode su klimato parametrų duomenimis.

**Metodika.** Klaipėdos universiteto Botanikos sodas (KUBS) įkurtas 1993 Vakariniėje Lietuvos dalyje, Danės upės slėnyje. Jo teritorija yra 9,3 ha, augalai kaupiami 4 skyriuose ir 3 ekspozicijose, kur eksponuojama apie 4000 taksonų augalų. Atstumas iki Baltijos jūros yra apie 3,5 km. Nuo 2005 m. KUBS yra tarptautinio fenologinių sodų (IPG) tinklo narys. Fenologiniame sode yra pasodinta 18 klonuotų augalų, gautų iš Humbolto universiteto (Vokietija). Kiekviena augalo rūšis turi savo identifikacinį numerį. Nuolatiniai stebėjimai vykdomi nuo 2006 m. Stebimos 8 fenofazės: lapojimo pradžia (UL), pirmieji ūgliai – spygliuočių (MS), pirmieji ūgliai – ažuolų, klevų (JS), žydėjimo pradžia (BF), pilnas žydėjimas (FF), pirmieji prinokę vaisiai (RF), rudeninis lapų geltimas (CL), lapų kritimas (LF). Visi stebėjimų duomenys vedami į duomenų bazę, kurią administruoja Berlyno Humbolto universiteto specialistai (IPGs, <http://ipg.hu-berlin.de/>). Šiame tyrime buvo analizuojami 7 augalai ir 4 pagrindinės jų fenofazės: lapojimo pradžia (UL), žydėjimo pradžia (BF), rudeninis lapų geltimas (CL) ir lapų kritimas (LF).

Klimato veiksnių (oro temperatūros ir kritulių) vidutinių mėnesinių ir metinių parametrų duomenis pateikė Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos Klaipėdos skyrius.

**Rezultatai.** Analizuojant 2008–2018 metų klimato parametrų duomenis, mažiausias kritulių kiekis vidutiniškai buvo 48,5 mm (2014 m.), didžiausias – 84,7 mm (2017 m.). Analizuojant vidutinės oro temperatūras nustatyta, kad žemiausia oro temperatūra buvo  $-6,5^{\circ}\text{C}$  (2012 m.), aukščiausia oro temperatūra buvo  $+9,1^{\circ}\text{C}$  (2008 m.). Vakarų Lietuvoje vidutinis oro drėgnumas yra apie 80 %. Mažiausias vidutinis drėgnumas buvo 2013 m. kovo mėn. (62,9 %), o didžiausias – 2011 m. sausio mėn. (92,5 %).

Lietuvoje kalendorinis pavasaris prasideda kovo 1 d, tačiau jo pradžia yra siejama su paprastojo lazdyno (*Corylus avellana*) žydėjimo pradžia. Vidutiniškai tai yra kovo 23 d. Pagal 10 metų stebėjimo periodo duomenis, Smito karklo vegetacija prasideda 6 dienomis anksčiau už paprastojo lazdyno: atitinkamai po 81,4 ir 87,2 dienų (1 lent.), tačiau Smito karklas yra introdukuota rūšis. Vėliausiai šalyje pradeda žydėti paprastasis bukas ir drebulė (po 129 dienų). Tačiau ilgiausiai vegetacija trunka paprastojo lazdyno (201,6 dienos) ir Smito karklo (200,0 dienų), o trumpiausiai – paprastojo šermukšnio (142,8 dienos).

Lazdynas, kaip ir karklas pirmiausia žydi, o tik po kelių savaičių skleidžiasi jų lapai. Tai susiję su jų morfologiniais ypatumais. Juodauogis šeivamedis, kininė alyva, paprastasis bukas, drebulė, paprastasis šermukšnis –



tai vėlyvesnės vegetacijos augalai, kurių žydėjimas vyksta pavasario pabaigoje vasaros pradžioje, vidutiniškai praėjus 110–120 dienų nuo metų pradžios.

1 lentelė

Fenologinių stebėjimų vidurkiai per 2008–2018 m. laikotarpį

Augalo pavadinimas	Dienu skaičius iki lapų vegetacijos pradžios (UL)	Dienu skaičius iki žydėjimo pradžios BF	Vegetacijos trukmė (nuo UL iki CL)	Vegetacijos trukmė (nuo UL iki FL)
Paprastasis lazdynas ( <i>Corylus avellana</i> )	89,8	71,7	201,6	219,1
Juodauogis šėivamedis ( <i>Sambucus nigra</i> )	110,6	173,0	172,0	189,3
Smito karklas ( <i>Salix x smithiana</i> )	86,2	78,2	191,0	220,1
Kininė alyva ( <i>Syringa x chinensis</i> )	108,8	137,0	184,4	202,5
Paprastasis bukas ( <i>Fagus sylvatica</i> )	128,3	180,8	177,0	191,3
Drebulė ( <i>Populus tremula</i> )	122,8	124,5	166,3	178,3
Paprastasis šermukšnis ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	120,7	135,6	152,8	168,6

Vegetacijos trukmės ir klimato parametrų koreliacijos koeficientai (2 lentelė) skaičiuoti keturių augalų, parinktų pagal vegetacijos pradžią. Anksti pavasarį vegetacija prasideda paprastojo lazdyno ir Smito karklo, vėliausiai – juodauogio šėivamedžio ir kininės alyvos.

2 lentelė

Koreliacija tarp fenologinių fazių ir klimato parametrų

Augalai	Krituliai				Temperatūra			
	su UL	su BF	su LF	UL-LF	su UL	su BF	su LF	UL-LF
Paprastasis lazdynas	0,1	0,9	-0,1*	-0,2*	-0,8*	-0,9*	-0,1*	0,5
Smito karklas	-0,1*	0,5	0,5	0,4	-0,4*	0,5	-0,5*	-0,5*
Juodauogis šėivamedis	-0,3*	0,8	-0,5*	-0,1*	0,5	0,05	0,1	-0,7*
Kininė alyva	-0,04*	-0,2*	-0,2*	0,4	0,4*	0,5	-0,5*	-0,5*

\*P<0,001; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,05; \*\*\*\*P<0,025

**Išvados.** Lyginant dešimties metų iškritusių kritulių kiekius, mažiausias metinis kritulių kiekis vidutiniškai buvo 48,5 mm, didžiausias – 84,7 mm. Aukščiausia metinė temperatūra per laikotarpį buvo +9,1 °C, žemiausia – –2,1 °C. Vidutinis oro drėgnumas – apie 80 %. Mažiausias vidutinis drėgnumas buvo 62,9 %, o didžiausias – 92,5 %.

Klimato parametrų pokyčiai labiausiai įtakos turi augalams, kurių vegetacija prasideda anksti pavasarį – Smito karklui ir paprastajam lazdynui.

## Literatūra

- Bukantis A., Bartkevičienė G. 2005. Thermal effects of the North Atlantic Oscillation on the cold period of the year in Lithuania. *Clim. Res.*, 28(3): 221–228.
- Chmielewski F.M., Heider S., Moryson S. et.al. 2013. International Phenological Observation Networks: concept of IPG and GPM. In: Schwartz DM (ed) *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Springer, Dordrecht Heidelberg, New York, 137–153.
- Cleland E.E., Chuine I., Menzel A. et.al. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecol. Evol.* 22:357–365.
- International Phenological Gardens of Europe. <http://ipg.hu-berlin.de/>. Žiūrėta [2018-02-10]
- Klimienė A., Vainorienė R., Klimas R. 2016. Phenological research of climate changes in the north part of Lithuania by the phenological garden of Šiauliai University. *Int J Biometeorol.* 61:293–301.
- Schleip C., Rutishauser T., Luterbacher J. et al. 2008. Time series modelling and central European temperature impact assessment of phenological records over the last 250 years. *J Geophys Res* 113:G04026. doi:10.1029/2007JG000646.
- Stankūnavičius G., Basharin D., Pupienis D. 2012. Relationship between Eurasian large-scale patterns and regional climate variability over the Black and Baltic seas. *Boreal Env. Res* 17: 327–346.
- Templ B., Templ M., Filzmoser P. et al. 2017. Phenological patterns of flowering across biogeographical regions of Europe. *Int J Biometeorol* 6(7):1347–1358.
- Zhang L., Turkington R., Tang Y. 2010. Flowering and fruiting phenology of 24 plant species on the north slope of Mt. Qomolangma (Mt. Everest). *Journal of Mountain Science* 7 (1):45–54.

## APLINKĄ TAUSOJANČIŲ AUGALŲ PANAUDOJIMAS JAUTRIOSE AGROEKOSISTEMOSE

**Asta Klimienė<sup>1</sup>, Ramutis Klimas<sup>2</sup>, Laura Normantė<sup>1</sup>,  
Liuda Razmuvienė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Botanikos sodas, Klaipėda, <sup>2</sup>Klaipėdos universiteto  
Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*asta.klimiene@ku.lt*

**Įvadas.** Ilgą laiką daugelyje Europos bendrijos šalių kuriamos agrarinės aplinkosaugos programos ar schemas buvo labiau nukreiptos į aplinkos biologinės įvairovės išsaugojimą, mažiau dėmesio skiriant tausojančiam ūkininkavimui (Burchett et al., 2010; Darnhofer et al., 2010; Primdahl et al., 2010). Nors 1992 m. priimtas reglamentas 2078/92/EEC dėl žemės ūkio gamybos metodų, suderinamų su aplinkos apsaugos reikalavimais ir kaimo kraštovaizdžio išsaugojimu, iš dalies apėmė ir darnaus ūkininkavimo aspektus. Darnus arba dar vadinamas tausojantis ūkininkavimas charakterizuojamas siekimu pusiausvyros tarp socialinės ir ekologinės aplinkos bei pelningumo (Čiegis, 2009; Kripaitis, 2009). Kaimo plėtros programose atskirais programavimo laikotarpiais dalis agrarinės aplinkosaugos priemonių buvo nukreiptos mažinti veiklų poveikį aplinkai bei skatinti smulkųjį ūkininkavimą, tačiau gauti rezultatai dažnai yra neadekvatūs išnaudotų gamtinių resursų atžvilgiu (Kleijn et al., 2009).

Lietuvoje taip pat pastaruosiu metu ypatingas dėmesys skiriamas subalansuotam gamtos išteklių naudojimui, gyvūnų ir žmonių gerovės užtikrinimui bei sveikatingumo gerinimui, agrarinės aplinkosaugos ir klimato kaitos problemų sprendimui. Todėl ūkiai, propaguojantys sveikos produkcijos auginimą, susiduria su augalų apsaugos nuo ligų ir kenkėjų problemomis. Viena iš alternatyvių ekologinės daržo augalų apsaugos priemonių nuo kenkėjų galėtų būti ir daugiamečių fitoncidinių augalų panaudojimas.

Fitoncidais vadinami lakūs junginiai, kuriuos išskiria kvepiantys augalai. Todėl vaistingieji augalai, skleidžiantys stiprų aromatą, dar yra vadinami fitoncidiniais augalais. Manoma, kad minėtų augalų skleidžiamas eterinių aliejų aromatas gali atbaidyti skraidančius ir ropojančius daržo augalų kenkėjus bei įtakoti jų populiacijų reguliavimą, o tuo pačiu – gerinti produkcijos kokybę. Naudojant cheminius preparatus, ilgainiui kenkėjai adaptuojasi prie jų, dalis tokių medžiagų lieka augaluose. Be to, cheminių pesticidų naudojimas tiesiogiai susijęs ir su biologinės įvairovės saugojimu.

Iki šiol Lietuvoje dėl įvairių nuomonių nėra taikoma praktika daržo augalų kenkėjų bei ligų kontrolei naudoti fitoncidinius (fitosanitarinius)

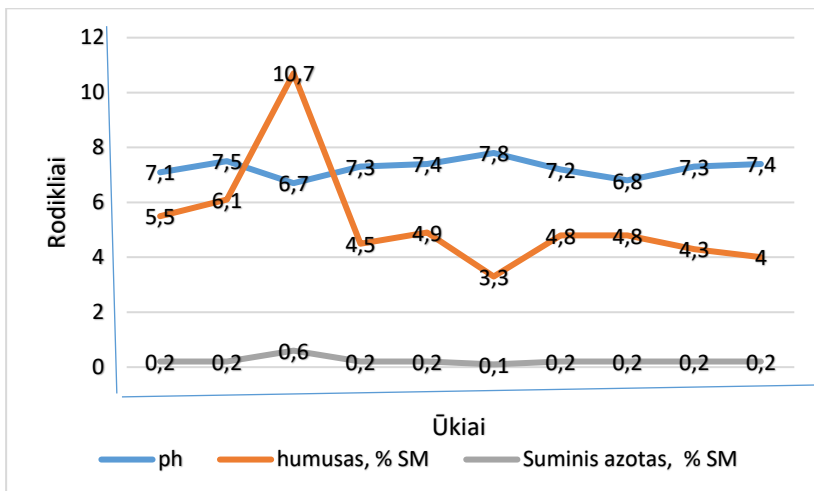
augalus. Ypač tai būtų aktualu ekologiniams, biodinaminiams ir kitiems ūkiams, suinteresuotiems gaminti sveikesnę produkciją (Klimienė ir kt., 2019).

**Metodai.** 2018–2019 metais 10-je ūkininkų ūkių, pagal parengtą iš anksto metodiką, įrengti parodomieji-eksperimentiniai laukeliai. Skirtingose Lietuvos vietose vykdytas eksperimentas, kurio tikslas buvo pirmą kartą šalyje demonstruoti, kaip vaistingieji (fitoncidiniai) augalai įtakoja atskirų rūšių daržovių apsaugą nuo kenkėjų. Pasirinktuose ūkiuose įrengti kopūstų, morkų ir svogūnų bandomieji laukeliai, jie apšodinti vaistinės balzamos (*Tanacetum balsamita* L.), pipirmėtės (*Mentha piperita* L), paprastojo čiobrelio (*Thymus serpyllum* L) ir paprastojo raudonėlio (*Origanum vulgare* L) sodinukais. Buvo stebimi daržovių būklės ir derliaus kokybės skirtumai, atsparumas kenkėjams ir ligoms, daržovėms augant tarp minėtų daugiamečių rūšių fitoncidinių augalų. Palyginimui įrengti dar du laukeliai, kur viename augančios daržovės apdorotos įprastomis cheminėmis priemonėmis, kitame – nenaudotos jokios augalų apsaugos priemonės, tai kontrolinis laukelis. Visuose ūkiuose atlikti laukelių dirvožemio kokybiniai tyrimai. Laukeliai stebėti dvejus metus. Antraisiais metais taikyta daržovių rotacija. Kenkėjų išplitimas pagal gausumą buvo vertinamas balais: I – labai mažas (1–50), II – vidutiniškas (51–100), III – gausus (101 ir daugiau). Kenkėjų skaičius feromoninėse gaudyklėse nustatytas 3 kartus per sezoną: liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais. Bandyto metu atliktas ir daržovių kiekybinis bei kokybinis tyrimas.

**Rezultatai.** Taigi, eksperimente naudoti keturi daugiamečiai žoliniai vaistingieji augalai, kurie yra gana populiarūs Lietuvoje ir turi ryškias fitoncidines savybes. Visi fitosanitariniai augalai sodinti į iš anksto paruoštą derlingą dirvožemį, kuriame lygiagrečiai buvo auginamos daržovės: morkos, svogūnai ir kopūstai. Parodomuosiuose bandymuose daugiamečių vaistažolės buvo sodinamos daigais kas 25–30 cm, vienoje eilėje. Visuose ūkiuose bandymų laukelių dirvožemio ištirti kokybiniai rodikliai buvo pakankamai geri (1 pav.).

Kadangi daržovės buvo pasėtos prieš prasidedant sausrai (gegužės pradžioje), jos sudygo gerai. Tačiau prasidėjus sausrai, ypač lengvame dirvožemyje, sulėtėjo svogūnų ir kopūstų augimas. Todėl derliaus kiekybiniam rodikliams svarbesnės įtakos turėjo sausra bei per daug išvešėjusios kai kurios vaistažolės: vaistinė balzama ir pipirmėtė, o kai kur – ir paprastasis raudonėlis.

Vertinant daržovių kokybinius parametrus, buvo tirtos sausosios ir tirpiosios medžiagos, vitaminas C, nitratai ir oksalo rūgštis. Pavyzdžiui, kopūstuose vitamino C kiekis 100-te gramų svyravo atskiruose ūkiuose nuo 3 iki 8 mg, morkose – nuo 0,7 iki 3 mg, svogūnuose – nuo 0,4 iki 2,6 mg.



1 pav. 10-ties ūkių eksperimentinių laukelių dirvožemio pagrindiniai tyrimo rezultatai.

Nitratų kiekis kilogramame kopūstuose svyravo nuo 40 iki 94 mg, morkose – nuo 30 iki 160 mg, svogūnuose – nuo 26 iki 40 mg. Didesnis vitamino C kiekis nustatytas daržovėse, išaugintose greta paprastojo raudonėlio ir pipirmėtės. Rastas nitratų kiekis palyginti mažas, nors minėtose daržovėse ES jis nėra reglamentuotas.

Ūkiuose užfiksuoti dažniausi kenkėjai ir ligos: kopūstinis drugelis, amarai, miltligės simptomai. Visi vaistingieji augalai labiau apsaugojo daržoves nuo graužiančių lapus kenkėjų. Dauguma atvejų, gausnis kenkėjų kiekis rastas kontroliniuose laukeliuose. Fitosanitariniai augalai labiausiai apsaugojo daržo augalus jų dygimo metu ir pirmoje vegetacijos fazėje.

**Išvados.** Vykdamt darnią ir subalansuotą veiklą jautriose agroekosistemose, daržo augalus tikslinga auginti greta daugiamečių fitosanitarinių (fitoncidinių) augalų – kaip alternatyvios ekologinės apsaugos priemonės nuo kenkėjų ir ligų. Tai patvirtino ir daržovių kokybinis tyrimas. Tam ypač tinkamas pipirmėtės ir paprastojo raudonėlio panaudojimas. Patartina abejus fitosanitarinius augalus auginti kartu.

Daugiamečių fitoncidinių augalų efektyvesniam panaudojimui daržovių apsaugai didelės reikšmės turi pasirinkta vieta, dirvožemio kokybė, jo paruošimas, sezono klimatinės sąlygos.

Kad labai neišplistų ir nestelbtų daržo augalų, vaistingą balzamitą, pipirmėtę ir paprastąjį raudonėlį patartina sodinti vazonėliuose, laikantis

atstumų (1 metre užtenka 2–3 vazonėlių), ar kitaip kontroliuoti jų šaknyno plitimą.

**Padėka.** Tyrimas finansuotas iš Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 metų programos priemonės „Žinių perdavimas ir informavimo veikla“ veiklos srities „Parama parodomiesiems projektams ir informavimo veiklai“. Klaipėdos universiteto vykdyto projekto Nr. 14PA-KL-17-1-01510-PR001.

## Literatūra

- Burchett St., Burchett S. 2010. *Introducing to Wildlife Conservation in Farming*. Willey-Blackwell Publishing.
- Čiegis R. 2009. Darnaus žemės ūkio plėtra Lietuvoje. Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai, 16 (1): 21–28.
- Darnhofer I., Lindenthal T., Bartel-Kratovichil R. et al. 2010. Conventionalization of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 67–81.
- Kleijn D., Kohler F. 2009. On the relationship between farmland biodiversity and land – use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society, B*, 276: 903–909.
- Klimienė A., Klimas R., Razmuviene L. ir kt. 2019. Rekomendacijos daržininkystės ūkiams. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
- Kripaitis R. 2009. Tausojančio ūkininkavimo strateginės nuostatos Šiaurės Lietuvos karstiniame regione darnaus vystymosi kontekste. Daktaro disertacija. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas.
- Primdahl J., Vesterager J. P., Finn J. et al. 2010. Current use of impact models for agri–environment schemes and potential for improvements of policy design and assessment. *Journal of Environmental Management*, 91: 1245–1254.

## BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS ŽUVŲ ĮVAIROVĖ IR MOKSLINIŲ SUGAVIMŲ STRUKTŪRA BEI ŽIOBRIŲ VERSLINIAI SUGAVIMAI

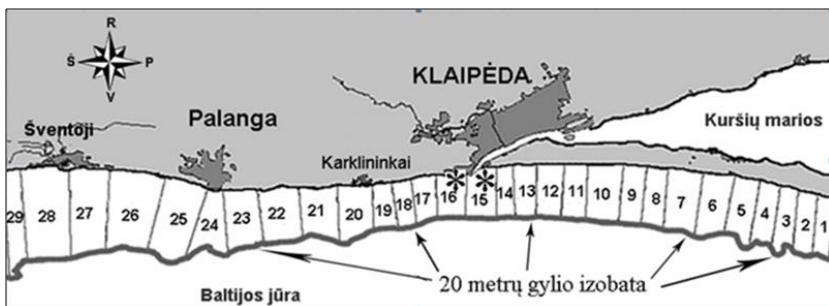
**Žilvinas Kregždys, Jelena Fedotova, Tomas Zolubas, Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Remigijus Sakas, Marijus Špėgys, Deividas Norkus, Gerda Petreikytė, Arvydas Švagždys, Gintautas Narvilas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*zilvinas.kregzdys@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Priekrantės zonos yra vienos turtingiausių gamtiniais išteklių ir intensyviausiai naudojamų gamtinių kompleksų jūrose. Priekrantės zona yra ir labiausiai antropogenizuota jūros akvatorijos dalis, o vienas labiausiai eksploatuojamų šios zonos gamtinių išteklių – žuvis.

Darbo tikslas: pavaizduoti žuvų sugavimų struktūrą Smiltynės ir Melnragės tyrimų stotyse, parodyti žiobrių žvejybos intensyvumo dinamiką, įvertinti ilgalaikį žvejybos poveikį žiobrių ištekliams.

**Tyrimų metodika.** Tyrimų medžiaga šiam darbui buvo renkama Smiltynės ir Melnragės monitoringo stotyse (1 pav.).



1 pav. Žuvų gaudymo rajonas: priekrantės verslinės žvejybos barai ir monitoringo stotys (15 ir 16 žvejybos barai), kuriuose rinkti duomenys.

Monitoringo stotyse įvairiaakiais dugniniais tinklaičiais buvo renkami biologiniai duomenys: rūšinė sugauto laimikio sudėtis, sugautų žuvų ilgis (cm), svoris (g), vienėtų skaičius (Grygiel et al., 2001; Thoresson, 1993). Iš viso 2019 m. tinklaičiai Smiltynės monitoringo stotyje buvo pastatyti 12 kartų, ištiertos 5907 žuvis. Melnragėje tinklaičiai buvo pastatyti 11 kartų ir ištiertos 6311 žuvų. 2019 m. iš viso išanalizuota 118 žiobrių individų.

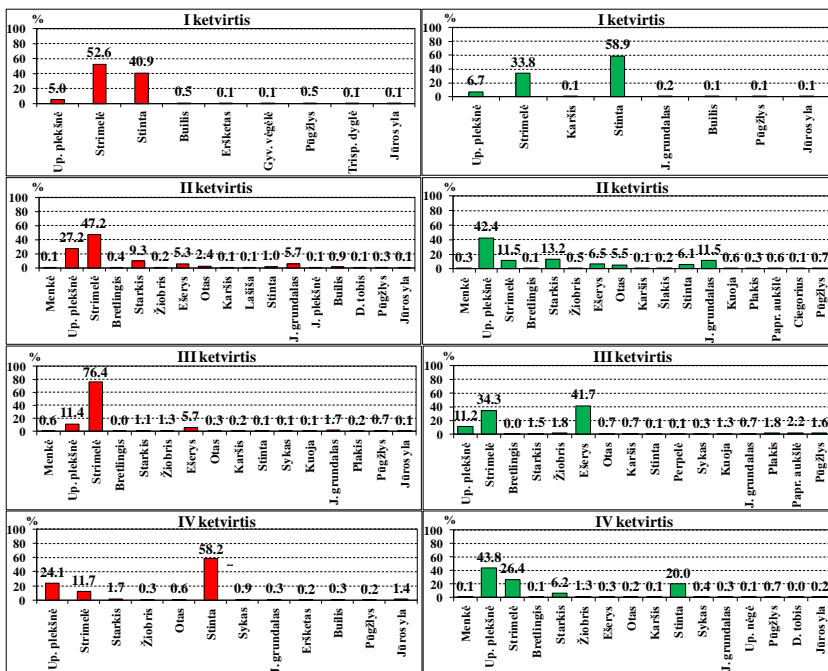
**Rezultatai.** 2019 metais Smiltynės monitoringo stotyje I ketvirtyje sugautos 9 žuvų rūšys, II ketvirtyje – 17 žuvų rūšių, III ketvirtyje – 16 rūšių, o IV ketvirtyje sugauta 12 žuvų rūšių. Tuo tarpu Melnragėje I ketvirtyje sugautos 8 žuvų rūšys, II ir III ketvirčiuose, kaip ir Smiltynėje, sugauta po 17 ir 16 žuvų rūšių. IV ketvirtyje sugauta 15 žuvų rūšių ir 1 bežandžių rūšis – upinė nėgė. Šiame ketvirtyje rūšinė įvairovė Melnragėje buvo gausesnė nei Smiltynės monitoringo stotyje (2 pav.). Smiltynėje I ketvirtyje dominavo strimelės (52,6 %) ir stintos (40,9 %). Melnragėje taip pat buvo daug pagauta stintų (58,9 %) ir strimelių (33,8 %). II ketvirtyje Smiltynėje vyravo strimelės (47,2 %), upinės plekšnės (27,2 %), gerokai mažiau sugauta starkių (9,3 %), grundalų (5,7 %) ir ešerių (5,3 %), o Melnragėje daugiau sugauta plekšnių (42,4 %), lyginant su Smiltynė, tuo tarpu starkių (13,2 %), strimelių (11,5 %) ir grundalų (11,5 %) kiekiai buvo nedideli. III ketvirtyje Smiltynėje dominavo strimelės (76,4 %), o plekšnių sugauta žymiai mažesni kiekiai (11,4 %). Melnragėje vyravo ešeriai (41,7 %) ir strimelės (34,3 %), o plekšnių (11,2 %) sugautas kiekis buvo panašus į Smiltynės sugavimus. IV ketvirtyje Smiltynės monitoringo stotyje dominavo stintos (58,2 %), mažiau sugauta plekšnių (24,1 %) ir strimelių (11,7 %), o Melnragės tyrimų stotyje vyravo plekšnės (43,8 %), strimelių (26,4 %) ir stintų (20 %) pagauti kiekiai buvo beveik vienodi (2 pav.).

Žiobris (*Vimba vimba* (Linnaeus, 1758)) – viena dažniausių praevių žuvų Lietuvoje, kuri nuo balandžio iki lapkričio mėnesių atsigano Baltijos jūros priekrantėje, o ypač jos šiaurinėje pusėje. Pagrindiniai jų versliniai ištekliai aptinkami Kuršių marių baseine ir jo upėse. Paskutiniaisiais metais žiobrių versliniai sugavimai Baltijos jūros priekrantėje mažėjo, bet 2019 metų sugavimai (19,3 tonos) nuteikia optimistiškai dėl šios rūšies išteklių atsigavimo (3 pav.).

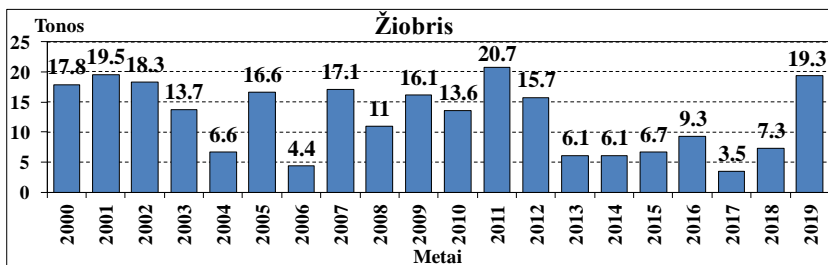
Pagal 1999–2005 m. žiobrių santykinius verslinius laimikius (%) galima išskirti 4 pagrindinius žvejybos rajonus. Pirmam priklauso 9 ir 10-tas žvejybos barai, antram priklauso 15–19 barai, trečiam – 21–22 žvejybos barai, ketvirtam – 26–27 barai. 26–27 baruose vidutinė žiobrių sugavimo procentinė išraiška yra 8,4 karto didesnė negu 9–10 baruose (4 pav). 2013–2019 m. žuvų santykinius verslinius laimikius (%) galima suskirstyti į 5 žvejybos rajonus. Pirmam priklausytų 1–2 barai, antram – 13–14 barai, trečiam – 15–17 žvejybos barai, ketvirtame rajone išsiskiria 19 ir 22 barai, o penktame rajone 23–28 baruose stebimi didesni šių žuvų sugavimai. 19 ir 22 baruose vidutinis žiobrių išgaudymas (%) yra 8,5 karto didesnis negu 1–2 baruose (4 pav.).



## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga



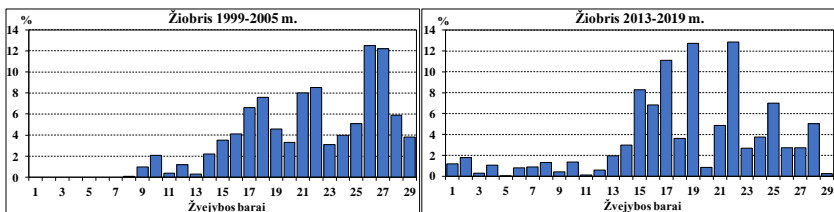
2 pav. Žuvų rūšinė sudėtis (santykinis gausumas, %) 2019 metų atskirais ketvirčiais Smiltynės (kairėje) ir Melnragės (dešinėje) monitoringo stotyse.



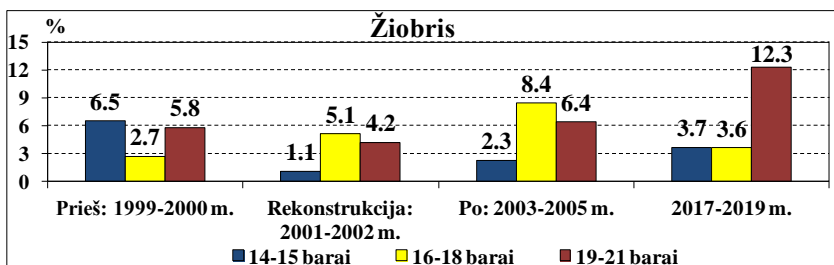
3 pav. Žiobrių versliniai sugavimai tonomis Baltijos jūros priekrantėje.

Manoma, jog uosto vartų rekonstrukcija paveikė rudenį į Kuršių marias žiemoti grįžtančius žiobrius. Atsiradusi kliūtis galbūt laikinai sustabdė migruojančias žuvis, kur jų laimikiai 16–18 baruose išaugo daugiau nei 3 kartus negu prieš uosto vartų rekonstrukciją. 19–21 baruose žiobrių laimikiai buvo gausesni dėl čia pastoviai esančios turtingos mitybinės bazės (5 pav.).

## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga



4 pav. Santykiniai versliniai žiobrių laimikiai (%) skirtinguose žvejybos baruose 1999–2005 ir 2013–2019 m.



5 pav. Santykiniai versliniai žiobrių laimikiai (%) 14–21 žvejybos baruose prieš Klaipėdos uosto vartų rekonstrukciją, per ją ir po jos.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** 2019 m. I–II ketvirčiuose abiejose monitoringo stotyse žymių pokyčių žuvų rūšinėje įvairovėje nebuvo. Smiltynėje III ketvirtyje daugiau sugauta strimelių – 76,4 %, o Melnragėje – ešerių (41,7 %). IV ketvirtyje Smiltynėje gausiau sugauta stintų (58,2 %), o Melnragėje – plekšnių (43,8 %) ir strimelių (26,4 %).

2019 m. žiobrių sugavimai priekrantėje padidėjo iki 19,3 tonų. Žiobrių laimikiai šiaurinėje pusėje didesni negu piečiau nuo uosto vartų. 1999–2005 m. 26–27 baruose žiobrių laimikiai buvo 8,4 kartų didesni nei 9–10 baruose, o 2013–2019 m. 19 ir 22 baruose išgaudymai 8,5 kartų viršijo sugavimus 1–2 baruose. Žiobrių laimikiai žvejybos baruose persiskirstė po Klaipėdos uosto vartų rekonstrukcijos. Verslinė koncentracija sumažėjo 14–15 baruose, išaugo 16–18 baruose, o 19–21 baruose žiobrių laimikiai paskutiniiais metais buvo gausesni dėl čia esančios svarbios mitybinės bazės – zoobentosos kiekio.

### Literatūra

- Grygiel W., Aro E., Degel H. et al. 2001. Manual for sampling of the Baltic Sea commercial fisheries. EU project 98/024. pp. 26.
- Thoresson G. 1993. Guidelines for coastal monitoring (Fishery biology). Kustrapport: 36 p.

## POLIURETANO BIODEGRADACIJOS TYRIMAI

**Jokūbas Krutkevičius<sup>1</sup>, Žydrūnė Deksnytė<sup>1</sup>, Rimantas Šiekštelė<sup>1</sup>,  
Marija Kataržytė<sup>2</sup>, Inga Matijošytė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Vilniaus universiteto Gyvybės mokslų centro Biotechnologijos instituto  
Taikomosios biokatalizės sektorius, Vilnius, <sup>2</sup>Klaipėdos universiteto Jūros  
tyrimų institutas, Klaipėda  
*jokubas.krutkevicius@gmc.vu.lt*

**Įvadas.** Įvairių plastikų ir sintetinių polimerų atliekos yra opi aplinkosauginė problema. Kasmet iki 12,7 mln. tonų plastiko atliekų patenka į vandenynus, nepaisant visų pastangų surinkti ir saugiai tvarkyti atliekas (Jambeck et al. 2015). Naujausi metagenomų tyrimai parodė, jog tiek jūrinėje aplinkoje, tiek dirvožemyje yra randama polietileno tereftalata hidrolizuojančių fermentų homologų (Danso et al. 2018). Taip pat aktyviau yra domimasi ir poliuretano (PU) biodegradacija (Magnin et al. 2020). Kita vertus, šiuo metu nėra fermentais, mikroorganizmais ar biotechnologijomis paremto šio plastiko perdirbimo būdo. Tokios technologijos atsiradimas yra aktualus, nes 2018 m. Europos Tarybos reglamentai griežtina atliekų perdirbimo kvotas. ES šalys narės yra įpareigos užtikrinti, jog nuo 2030 m. į jų šiukšlių sąvartynus nebūtų priimamos perdirbimui tinkamos atliekos. Dabartiniai sintetinių polimerų perdirbimo būdai neišnaudoja visų galimybių, ypač perdirbant atliekas į aukštesnės pridėtinės vertės produktus.

2018 metų Europos Bioekonomikos strategija akcentuoja biodegraduojančių produktų bei plastiko pakaitų tyrimus bei jų tobulinimą. Šiam tikslui įgyvendinti galima pasitelkti biotechnologijas ir atliekų perdirbimo procesus padaryti energetiškai ir ekonomiškai naudingesnius bei saugesnius.

Šio tyrimo objektas yra poliuretanai (PU) ir jo biodegradacija. Šis polimeras Europoje sudaro 7,5 % visų sunaudojamų plastikų (Plastics Europe 2015). Tai viena iš pačių universaliausių medžiagų, iš kurios gaminamos baldų detalės, čiužiniai, automobilių komponentai, statybinės medžiagos. Europos Sąjungoje per metus pagaminama ir sunaudojama virš 3 mln tonų poliuretano (Plastics Europe 2015). Kita vertus, PU biodegradacija nėra plačiai iširta, todėl yra įdomi tiek fundamentiniu, tiek ir taikomuoju požiūriu.

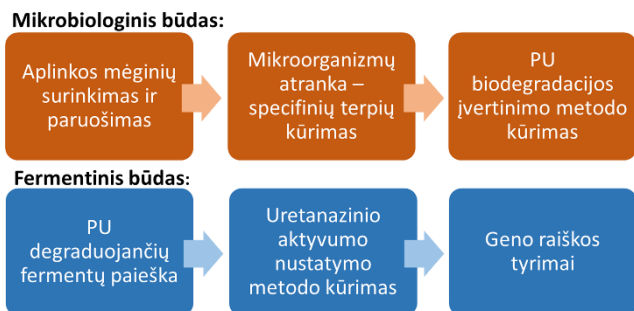
**Metodai.** Šio tyrimo metu buvo naudojami įvairūs poliuretanoi:

- *komerciniai poliesterinio ir polieterinio poliuretano vandeniniai tirpalai;*
- *komercinės polieterinio ir poliesterinio poliuretano putos.*

Mikroorganizmai buvo išskiriami iš šių šaltinių:

- Baltijos jūros vandens;
- lietuviško dirvožemio;
- poliuretanas iš apie 1979 m. pagamintų teatrinių lėlių.

**Rezultatai.** Tyrimai buvo atliekami keliomis kryptimis. Buvo ieškoma PU biodegraduojančių mikroorganizmų, kuriuos atrankos sistemos, tiriama fermentinė PU hidrolizė. Atliktų tyrimų schema pateikta 1 pav.



1 pav. PU biodegradacijos tyrimo schema.

Tyrimo metu buvo kuriamos ir naudojamos įvairių kompozicijų mitybinės terpės, siekiant kokybiškai nustatyti PU biodegradaciją. Buvo varijuojama terpėje esančiais mitybiniais anglies, azoto šaltiniais, įvairių druskų kiekiais. PU biodegradacija buvo vertinama pagal tarpėje atsirandančias hidrolizės zonas aplink mikroorganizmą. Tokios zonos pavyzdys pateiktas 2 pav.



2 pav. Polieterinio PU hidrolizės zona aplink *Rhodococcus* sp. koloniją.

Naudojant sukurtas terpes, iš įvairių aplinkos mėginių buvo išskirti ir identifikuoti 17 galimai PU skaidantys mikroorganizmai. Mikroorganizmai

priklausė šioms gentims: *Bacillus*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Lysinibacillus*, *Kocuria*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Rhodococcus*, *Microbacterium*, *Delftia*.

Tyrimų metu taip pat buvo vertinama fermentų atliekama PU hidrolizė. Buvo naudoti komerciniai fermentai turintys proteazinių, celiulazinių, lakazinių, lipazinių,  $\alpha$ -gliukanazinių, peroksidazinių aktyvumus. Efektyviausiai poliesterinio PU hidrolizę vykdė lipazinių aktyvumą turintys fermentai Lipase LPS L (Biorro) ir Lipolase 100 L (Novozymes). Polieterinis poliuretanas nebuvo hidrolizuojamas.

Paraleliai buvo atliekami tyrimai su rekombinantine uretanaze, kurios genas buvo iš šio tyrimo metu išskirto *Lysinibacillus* sp. kamieno. Buvo atlikta uretanazės baltymą koduojančio geno raiška *E.coli* BL21 (DE3) kamiene. Didesnė dalis aktyvaus baltymo buvo randama netirpioje formoje (4,44 U/mg), nei tirpioje (0,82 U/mg). Teoriškai, uretanazė turėtų hidrolizuoti poliuretano uretaninius ryšius. Tyrime atliktų eksperimentų metu nepastebėta, kad rekombinantinė uretanazė hidrolizuotų PU. To priežastis galėtų būti nepakankamai jautrūs metodai PU hidrolizei nustatyti.

#### **Išvados:**

- Tyrimo metu sukurtos specifinės terpės, kuriomis galima nustatyti mikroorganizmų ir fermentų atliekamą PU biodegradaciją. Pasinaudojus šiomis terpėmis, iš įvairių aplinkos mėginių buvo išskirti ir identifikuoti 17 galimai PU skaidantys mikroorganizmai. Du jų – iš Baltijos jūros vandens. *P.putida* (GenBank: MH174970.1) ir *Kocuria* sp. (GenBank: MN038066.1) 16S rRNR geno sekos užregistruotos NDBI duomenų bazėje.
- Atlikta uretanazės baltymą koduojančio *Lysinibacillus* sp. geno raiška. Gauta aktyvi uretanazė. Turimais metodais nepavyko nustatyti, ar ji vykdo PU hidrolizę. Genas užregistruotas NCBI duomenų bazėje (MK757456.1).

This publication is based upon work from COST Action CA18238 „Ocean4Biotech“, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology), [www.cost.eu](http://www.cost.eu).

#### **Literatūra**

- Danso D., Schmeisser C., Chow J. et al. 2018. New insights into the function and global distribution of polyethylene terephthalate (PET)-degrading bacteria and enzymes in marine and terrestrial metagenomes. *Appl Environ Microbiol.* 84/8: 1–13.
- Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C. et al. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347/6223: 768–71.
- Magnin A., Pollet E., Phalip V. et al. 2020. Evaluation of biological degradation of polyurethanes. *Biotechnol. Adv.* 2:107457.
- PlasticsEurope. 2015. *Plastics – the facts 2015. An analysis of European plastics production.* Europos plastiko gamintojų asociacijos leidinys.

## KIETŪJŲ DALELIŲ NUSĖDIMO INTENSYVUMO IR JŲ ELEMENTINĖS SUDĖTIES TYRIMAI

**Nadežda Lazareva, Paulius Rapalis, Ričardas Taraškevičius**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

*nadezda.zamiatina@ku.lt*

**Įvadas.** Oro tarša kietosiomis dalelėmis moksliniame pasaulyje plačiai nagrinėjama problema. Kietosios dalelės, priklausomai nuo jų dydžio ir cheminės bei morfostruktūrinės sudėties, gali paveikti sveikatos būklę. Dulkiomis teršiami įvairūs paviršiai: jos kaupiasi ant palangių, stogų, stiklų ir įvairiausių kt. dangų ar paviršių, o esant tinkamoms aplinkos sąlygoms, jos gali būti vėl pakeliamos ir pernešamos, nusėsti ant praeivių ir rezidentų odos, būti įkvepiamos. Šiame kontekste vienas iš svarbesnių uždavinių yra taršos šaltinio nustatymas. Atlikta eilė tiriamųjų darbų, kuriuose analizuojama oro teršalų sklaida Klaipėdos mieste (Smailys et al., 2013; Arbutytė et al., 2012; Šikšnius, Mioldažys 2013, Mohammed et al., 2016). Tačiau darbuose dažniau matuojami dujiniai teršalai ir nėra vertinami kietųjų dalelių (KD) pernešimai, o duomenys, kuriais remiamasi tyrimuose, kartais nėra išsamūs. Kietųjų dalelių iš uostų ir laivų vidaus degimo variklių sudėties ir sklaidos tyrimo metodologija vystoma Kinijoje (Xu et. al. 2019; Zhang et. al. 2019). Apžvelgti darbai suteikia tinkamą ir pagrįstą metodinį pagrindą analogiškų tyrimų vykdymui Klaipėdos mieste.

Šiame darbe pateikiami pirminiai kietųjų dalelių bandymų rezultatai, siekiant iširti ant paviršių nusėdančių kietųjų dalelių sudėtį, kiekius ir teršalų kilmę. Tyrimų tikslas – įvertinti oro užterštumo kietosiomis dalelėmis intensyvumą ir teršalų neorganinę elementinę sudėtį.

**Tyrimų vietos, medžiaga ir analizės metodai.** Pasirinktos šios dulkių kaupimosi vietos, adresais: Kanto g. 40; Smiltynės g. 12. Kiekvienoje jų pakabinta po 3 vnt. pasyvių kaupiklių. Dulkių masės kiekių palyginimui kietosios dalelės buvo kaupiamos taip pat ir Šilutės plente prie meteo stotelės. Eksponavimo laikas – 1,5 mėnesio. Tyrimai buvo atlikti dviem etapais (periodais): nuo 2019-08-23 iki 2019-10-04 (P1) ir nuo 2019-10-04 iki 2019-11-15 (P2).

Po ekspozicijos pasyvių kaupiklių lėkštelių turinys (su filtru ir be) išdžiovinamas ir pasveriamas. Teršalų (KD) kiekis nustatomas pagal masės skirtumą. Orasausiai mėginiai mineralizuoti 240 °C laipsnių temperatūroje ir atvėsinti sumalamami iki "pudros" dydžio dalelių. Sumaltoji medžiaga homogenizuojama kartu su rentgeno fluorescencinės analizei skirtu vaškinio rišikliu Licowax C (0,1000 g mėginio ir 0,5000 g rišiklio). Esant mažesniai mėginio svoriui negu 0,1000 g, buvo pridedamas trūkstamas kiekis (svoris)

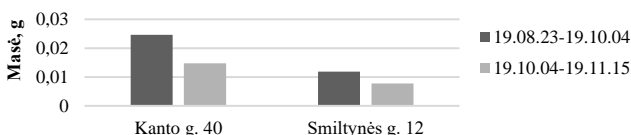
„nulinio-tuščio“ filtro (placebas). Iš homogenizuoto mišinio presu PP25 suspaudžiamos 20 mm skersmens tabletės. Tabletės analizuojamos standartiniu būdu rentgeno fluorescencinės analizės spektrometru XEPOS HE, prisilaikant LST EN 15309:2007 (ISO) standarte pateikiamų nurodymų.

**Rezultatai.** Susikaupusių teršalų kiekiai pateikiami lentelėje 1.

1 lentelė

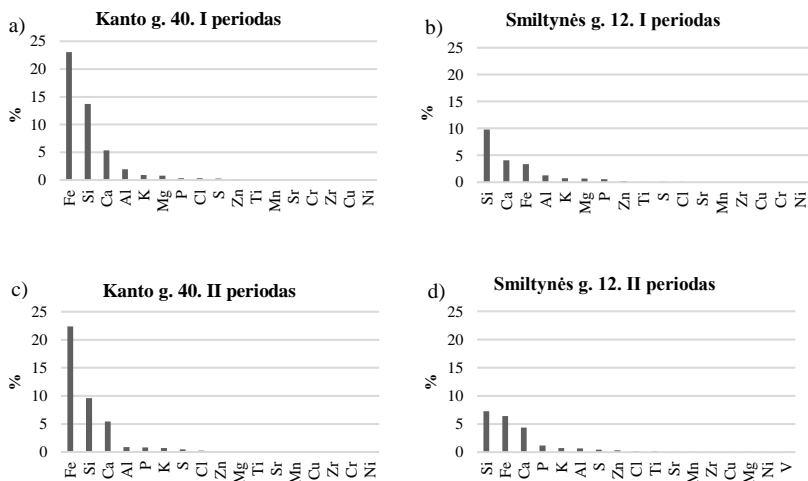
Vieta	Kanto g. 40		Smiltynės g. 12	
	P1	P2	P1	P2
Periodas	08.23–10.04	10.04–11.15	08.23–10.04	10.04–11.15
Svoris, g	0,0246	0,0147	0,0119	0,0078

Kanto g. teršalų kiekis kaupikliuose abiem matavimo periodais buvo artimas Šilutės plento stebėjimo vietoje sukauptam kiekiui. Remiantis pastarosios meteo stotelės duomenimis, suskaičiuota vidutinė  $KD_{10}$  koncentracija per atitinkamus periodus: P1 –  $KD_{10}=19,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; P2 –  $KD_{10}=19,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pažymėtina, kad per pirmą matavimo periodą Šilutės pl.  $KD_{10}$  kiekis neviršijo leistinos koncentracijos ribos, o per antrą matavimo periodą  $KD_{10}$  kiekis viršijo leistiną vieną dieną ir siekė  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Smiltynės g. kietųjų dalelių nusėdimo iš oro intensyvumas dvigubai mažesnis negu Kanto g. Susikaupusios teršalų masės grafiškai pavaizduotos 1 pav.



1 pav. Nusėdusių kietųjų dalelių masės per tyrimo periodus.

Per P1 Kanto g. nusėdusių kietųjų dalelių kiekis buvo 1,67 karto didesnis negu per P2, Smiltynės g. – 1,53 karto didesnis. Grafiškai mėginių elementinės sudėties rezultatai pavaizduoti 2 pav. Kanto g. keturių vyraujančių elementų kiekių seka per abu periodus nepasikeitė:  $\text{Fe} > \text{Si} > \text{Ca} > \text{Al}$ . Geležies kiekis dulkių mėginiuose abu kartus (P1 ir P2) siekė apie 23 %, kalcio – apie 5 %; antrojo matavimo metu (P2) silicio kiekis sumažėjo nuo 13,7 % iki 9,6 %. Smiltynės g. P1 metu elementai, jų kiekiai mažėjimo tvarka pasiskirstė tokia seka:  $\text{Si} > \text{Ca} > \text{Fe} > \text{Al}$ ; o per P2:  $\text{Si} > \text{Fe} > \text{Ca} > \text{P}$ . P2 metu Smiltynės g. silicio kiekis dulkėse aptiktas sumažėjęs iki 7,3 % (P1 buvo 9,8 %), kai geležies kiekis padidėjo iki 6,4 % (nuo 3,4 % P1 metu). Kalcio kiekis mažai pakito ir siekė apie 4 %.



2 pav. Nusėdusių kietųjų dalelių elementinė sudėtis.

**Rezultatų aptarimas.** XEPOS HE aptiktų elementų kiekių suma P1 Kanto g. 40 dulkėse sudaro 47,1 %; P1 Smiltynės g. 12 – 21,1 %; P2 Kanto g. 40 – 41,1 %; P2 Smiltynės g. 12 – 21,8 %. Mažesnė nustatytų kiekių suma rodo, kad mėginyje yra daugiau kitų elementų, neaptinkamų vien tik su XEPOS HE spektrometro pagalba (pvz., vandenilis, deguonis, anglis, azotas, ir kt.). Smiltynės g. aptiktų elementų suma yra apie 20 vnt. mažesnė negu Kanto g., kadangi gatvė yra arčiau miško, mėginyje yra daugiau augalinės kilmės KD, Kanto g. P2 mėginio aptiktų elementų suma yra 6 vnt. mažesnė negu P1. Viena iš galimų prielaidų ta, kad šiuos pokyčius galėjo lemti padidėjusi santykinė augalinės kilmės kietųjų dalelių dalis, galimai susijusi su rudeniniu krentančių lapų dilimo. Šią prielaidą patvirtintų ir santykinis fosforo (P) kiekio mėginiuose padidėjimas.

Gamtoje natūraliai, neįskaitant anomalinių vietovių, geležies grunte yra mažiau negu silicio, todėl antropogeninės taršos vertinimui darbe naudojame Fe/Si koeficientą, kuris rodo geležies ir silicio santykį. Kai koeficientas didesnis už vienatę  $Fe/Si > 1$ , galima bandyti teigti, kad dalis geležies mėginyje yra antropogeninės prigimties. P1 Kanto g. 40  $Fe/Si = 1,68$ ; P2 Kanto g. 40  $Fe/Si = 2,34$ ; P1 Smiltynės g. 12  $Fe/Si = 0,34$ ; P2 Smiltynės g. 12  $Fe/Si = 0,88$ . Kanto g. akivaizdu, kad dalį mėginio sudaro antropogeninės kilmės geležis, kurios yra nuo 1,5 (P1) iki 2 (P2) kartų daugiau negu silicio. Kita vertus, būtina pažymėti, kad antropogeninė geležis taip pat gali būti pakeliama ir nuo grunto,



kuriame ji galėjo susikaupti anksčiau. Smiltynės g., atvirkščiai, ore esančių kietųjų dalelių didesnė dalis gali būti daugiau gamtinės kilmės. Tą patvirtina tas faktas, kad šiuose mėginiuose randame daugiau silicio, kai aptiktų elementų koncentracijų suma yra dvigubai mažesnė negu Kanto g. (daugiau organinės dalies), didesnis fosforo kiekis.

**Išvados.** Remiantis Šilutės pl. meteo stotelės abiejų periodų stebėjimų duomenimis  $KD_{10}$  koncentracijų vidurkiai nesekė  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O kadangi kietųjų dalelių nusėdimo intensyvumas Kanto g. buvo artimas Šilutės pl., galime teigti, kad per tiriamą laikotarpį Kanto g. vidutinė  $KD$  koncentracija ore buvo artima  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Smiltynės g. – apie  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Kanto g. abiejų periodų metu dulkėse vyravo geležis (jos buvo ~ 23 %), silicis užėmė antrą vietą (jo atitinkamai buvo 13,7 % ir 9,6 %). Smiltinės g. vyravo silicis – 9,8 % ir 7,3 %. Geležies kiekis I-o periodo metu buvo trečias pagal kiekį (3,4 %), o II-o periodo metu – antras (6,4 %).

Kanto g. dalis kietųjų dalelių žymesnė dalis gali būti antropogeninės (technogeninės) kilmės (krovos, transporto ir kitų technologinių procesų įtaka). Tai rodo Fe/Si kiekių santykis.

Smiltynės g. kietųjų dalelių didesnis kiekis yra gamtinės (augalų ir smėlio dalelės) prigimties. Šią prielaidą pagrindžia didesnis silicio santykinis kiekis, mažesnė bendroji tiriamų aptiktų elementų koncentracijų suma ir didesnis fosforo kiekis, rodantis santykinai didesnę augalinės kilmės kietųjų dalelių sudedamąją.

## Literatūra

- Abrutyte E., Žukauskaitė A, Mickevičienė R. et al. 2014. Evaluation of  $\text{NO}_x$  emission and dispersion from marine ships in Klaipėda sea port. *J. Environ. Eng. Landsc. Manag.* 22, 264–273. <https://doi.org/10.3846/16486897.2014.892009>.
- Mohammed G., Karani G., Mitchell D. 2017. Trace Elemental Composition in  $\text{PM}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  Collected in Cardiff, Wales. *Energy Procedia* 111, 540–547. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.216>.
- Šikšnius K., Mielatys R. 2013. Oro taršos dulkėm is tyrimas medienos apdirbimo įmonėje. ISSN 1822–1823. Žmogaus ir gamtos sauga 2013, ASU 35–38.
- Smailys V., Rapalis P., Strazdauskiene R., Ešmantaite V. 2013. Air pollution by  $\text{NO}_x$  from ships passing Klaipėda port channel, in: *Transport Means – Proceedings of the International Conference*.
- Xu L., Jiao L., Hong Z. et al. 2018. Source identification of  $\text{PM}_{2.5}$  at a port and an adjacent urban site in a coastal city of China: Impact of ship emissions and port activities. *Sci. Total Environ.* 634, 1205–1213. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.087>.
- Zhang F., Chen Y., Cui M. et al. 2019. Emission factors and environmental implication of organic pollutants in PM emitted from various vessels in China. *Atmos. Environ.* 200, 302–311. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.12.006>.

## ŽUVŲ BENDRIJOS BŪKLĖ BALTIJOS JŪROS LIETUVOS VANDENYSE

**Linas Ložys, Justas Dainys, Žilvinas Pūtys, Eglė Jakubavičiūtė**

Gamtos tyrimų centras, Vilnius

*linas.lozys@gamtc.lt*

**Įvadas.** Žuvų bendrijos Lietuvos Baltijos jūros priekrantės vandenyse yra intensyviai veikiamos verslinės žvejybos. Žuvų bendrijos būklės vertinimas priekrantėje buvo atliktas įgyvendinant Jūros strategijos pagrindų direktyvą. Vertinimas atliktas remiantis HELCOM metodinėmis rekomendacijomis, naudojant atrinktus 6 pagrindinius žuvų bendrijų būklę atspindinčius rodiklius: bendrijos įvairovės indeksą (Shannon indeksas), bendrijos dydžio indeksą (didelių žuvų gausumas), bendrijos gausumo indeksą (plėšrių žuvų gausumas), bendrijos trofinį indeksą, Kertinių priekrantės žuvų bendrijų rūšių gausumo (Plekšnių gausumo) indeksą ir Kertinių priekrantės žuvų funkcinį grupių gausumo (Mezo-plėšrių žuvų gausumas) indeksą. Komerciniams tikslams naudojamų žuvų rūšių (menkės, plekšnės, brėtlingiai ir strimelės) būklės vertinimas atliktas pagal mirtingumo dėl žvejybos koeficiento (F), neršiančių išteklių biomasės (SSB), didesnių už vidutinę pirmos lytinės brandos normą žuvų proporcijos ir 95-ojo žuvų ilgio pasiskirstymo procentilio rodiklius.

**Metodai.** Rodiklių atrankos, skaičiavimo ir duomenų rinkimo metodinės rekomendacijos yra parengtos HELCOM ekspertų (HELCOM 2012a, 2012b, 2012c). Baltijos jūros priekrantės žuvų populiacijų būklės rodiklių skaičiavimas pagrįstas žuvų bendrijų monitoringo duomenimis, remiantis HELCOM (2015) rekomendacijomis. Žuvų gausumui ir biomasei išreikšti naudojamas standartizuotas rodiklis – laimikiai pastangai – standartinių tinklų rinkiniu per naktį vienoje stotyje sugautų žuvų skaičius arba svoris (CPUE).

Komerciniams tikslams naudojamų žuvų rūšių būklės vertinimas atliktas remiantis mokslinių tyrimų laivų įrašais bei ICES darbo grupių informacija.

Žuvų bendrijos įvairovės (Shannon) indeksas apskaičiuojamas remiantis visų rūšių sugavimu vienai standartizuotai žvejybos pastangai (CPUE). Žuvų bendrijos dydžio indeksas pagrįstas visų >30 cm žuvų pagautų vienai CPUE, skaičiumi. Žuvų bendrijos gausumo indeksas (Plėšrių žuvų gausumas) apskaičiuojamas remiantis plėšrių žuvų rūšių (rūšies trofinis indeksas >4, remiantis [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) sugavimu vienai CPUE. Žuvų bendrijos trofinis indeksas apskaičiuojamas remiantis visų rūšių sugavimu vienai CPUE bei jų suminiu trofiniu lygmeniu ( $\Sigma$  Trofinis rūšies lygmuo \* santykinis gausumas) apskaičiuotu pagal Fish Base duomenis. Kertinių Baltijos jūros priekrantės žuvų bendrijų rūšių gausumo (Plekšnių gausumo) indeksas apskaičiuojamas

remiantis plekšnių sugavimu vienai CPUE, o Kertinių Baltijos jūros priekrantės žuvų funkcinių grupių gausumo (Mezo-plešrių žuvų gausumas) indeksas apskaičiuojamas remiantis mezo-plešrių žuvų (plekšnė, strimelė, žiobris ir juodažiotis grundalas) sugavimu vienai CPUE.

Komerciniams tikslams naudojamų žuvų rūšių būklės vertinimas atliktas pagal Mirtingumo dėl žvejybos koeficiento (F), Neršiančių išteklių biomasės (SSB), Didesnių už vidutinę pirmos lytinės brandos normą žuvų proporcijos ir 95-ojo žuvų ilgio pasiskirstymo procentilio remiantis mokslinių tyrimų laivų įrašais rodiklius (1 lent.).

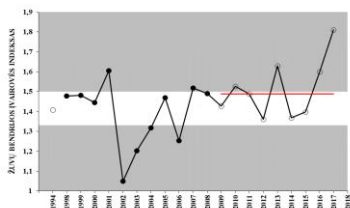
### Rezultatai.

1 lentelė

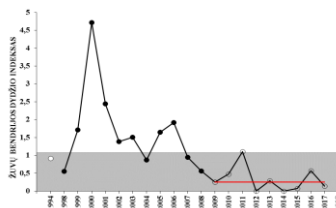
Žuvų bendrijų ir rūšių būklės vertinimas

Rodiklis	GAB ribos	Reikšmė 2009–2017 m.	Būklė	Pav. Nr.
Įvairovės ind.	>1,33 - <1,50	1,49	Gera	1
Didelių žuvų (30) gausumas	>1,09	0,29	Bloga	2
Plėšrių žuvų gausumas	>1,3	3,47	Gera	3
Trofinis ind.	>3,32 - <3,41	3,42	Bloga	4
Plekšnių gausumas	>39,5	39,5	Gera	5
Mezo-plešrių žuvų gausumas	> 74,2 - <107,5	81,5	Gera	6
Neršiančių išteklių biomasė (SSB)				
Menkių	-	-	Bloga	
Strimelių		SSB>B <sub>lim</sub>	Gera	
Brėtlingių	SSB>B <sub>lim</sub>	SSB>B <sub>lim</sub>	Gera	
Žvejybinis mirtingumas (F)				
Menkių	-	-	Bloga	
Strimelių		F<F <sub>msy</sub>	Gera	
Brėtlingių	F<F <sub>msy</sub>	F<F <sub>msy</sub>	Gera	
Didesnių už vidutinę pirmos lytinės brandos normą žuvų proporcija				
Menkių	statistiškai	Trendo nėra	Gera	
Strimelių	patikimas	Neigiamas trendas	Bloga	
Brėtlingių	teigiamas trendas	Trendo nėra	Gera	
Plekšnių	arba trendo nebuvimas	Trendo nėra	Gera	
95-asis žuvų ilgio pasiskirstymo procentilis				
Menkių	statistiškai	Trendo nėra	Gera	
Strimelių	patikimas	Neigiamas trendas	Bloga	
Brėtlingių	teigiamas trendas	Trendo nėra	Gera	
Plekšnių	arba trendo nebuvimas	Trendo nėra	Gera	

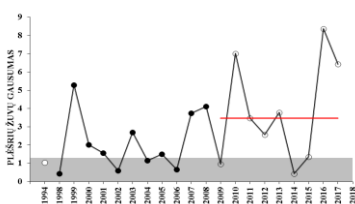
Žuvų bendrijų būklės rodiklių kaita Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje (● – referentiniai duomenys, ○ – vertinamas periodas) 1994–2017 m. Raudona linija indikuoja aplinkos būklę pagal žuvų bendrijos rodiklius 2009–2017 m.



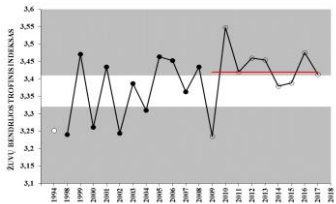
1 pav. Žuvų bendrijos įvairovės indeksas.



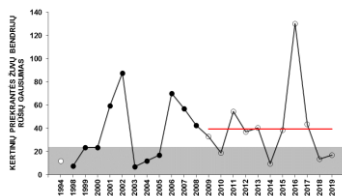
2 pav. Žuvų bendrijos dydžio (30) indeksas.



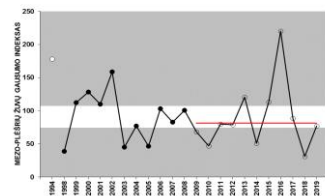
3 pav. Žuvų bendrijos (Plėšrių žuvų) gausumo indeksas.



4 pav. Žuvų bendrijos trofinis indeksas.



5 pav. Plekšnių gausumo indeksas.



6 pav. Mezo-plekšrių žuvų gausumo indeksas.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Plėšrių žuvų gausumo, Shannon indekso, Plekšnių gausumo bei Mezo-plekšrių žuvų gausumo indeksai vertinimo periodu indikuoja gerą aplinkos būklę (GAB), tačiau, Žuvų bendrijos dydžio bei Žuvų bendrijos trofinis indeksai vertinamu periodu GAB neatitinka. Žuvų bendrijos

dydžio indekso reikšmės atspindi žvejiškinį mirtingumą bendrijos lygmenyje (Pauly et al., 1998). Mažos rodiklio reikšmės rodo padidėjusį žvejiškinį mirtingumą. 2000 m. aukštos rodiklio reikšmės buvo įtakotos didelio žiobrių (>30 cm), gausumo. Rodiklio reikšmės sumažėjimą žemiau GAB ribos nuo 2009 m. nulėmė visų žuvų rūšių, >30 cm, individų skaičiaus sumažėjimas. Veiksmai, siekiant rodiklio GAB, turi būti orientuoti į žvejiškos reguliavimą. Trofinio indekso reikšmių didėjimą labiausiai įtakojo ešerinių žuvų gausumas monitoringo metu Baltijos jūros priekrantėje (pvz., 2010 m.). Kadangi gėlavandenių žuvų gausumas priekrantės akvatorijose skirtingais metais gali skirtis dėl hidrologinių bei klimatinių sąlygų ar žvejiškos poveikio gėluose vandenyse, indekso reikšmės gali būti ženkliai įtakotos antropogeninių poveikių gėlavandenėse ekosistemose. Kita vertus, dėl į priekrantę atmigruojančių gėlavandenių karpinių žuvų, trofinio indekso reikšmės mažėja. Taigi, gėlavandenių ekosistemų žuvų rūšys indekso reikšmės jūros priekrantės žuvų bendrijose įtakoja ženkliai. Rodiklio reikšmių padidėjimas pastaraisiais aukščiau GAB ribos buvo įtakotas žuvų su aukštu rūšies trofiniu lygmeniu santykinai didelio gausumo Baltijos jūros priekrantėje.

## Literatūra

- HELCOM, 2011a. HELCOM CORE EUTRO Workshop on development of core eutrophication indicators fourth meeting. Helsinki, Finland, 15–16 September, 2011.
- HELCOM, 2011b. HELSINKI COMMISSION HELCOM CORESET/TARGREV JAB 5/2011 Joint Advisory Board for the HELCOM CORESET and TARGREV Projects Fifth Meeting Helsinki, Finland, 16–17 November 2011.
- HELCOM, 2012a. HELCOM CORE Indicator Fact Sheet 2012. Are the abundances of key species in coastal fish communities in the Baltic Sea at prevailing environmental conditions?
- HELCOM, 2012b. The development of a set of core indicators: Interim report of the HELCOM CORESET project. Part B. Descriptions of the indicators. Helsinki Commission. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 129 B. Available at: [www.helcom.fi/publications](http://www.helcom.fi/publications)
- HELCOM, 2012c. Indicator-based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005–2009. Baltic Sea Environment Proceedings No. 131.
- HELCOM, 2015. Guidelines for coastal fish monitoring sampling methods of HELCOM. 25 pp.
- Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J. et al. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860–863.

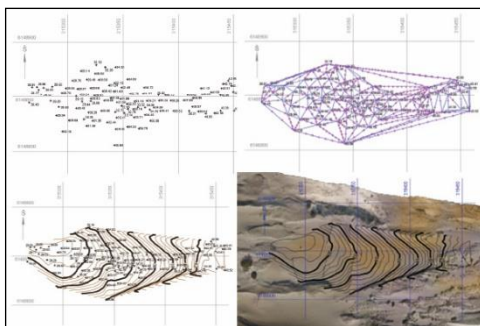
## AERONUOTRAUKŲ IR AUTOMATIZUOTŲ ANTŽEMINIŲ MATAVIMŲ TAIKYMAS SMĖLIO GRANULIOMETRINĖS SUDĖTIES VERTINIMUI

Neringa Mačiulevičiūtė-Turlienė<sup>1</sup>, Artūras Bautrėnas<sup>1</sup>,  
Algimantas Česnulevičius<sup>1</sup>, Regina Morkūnaitė<sup>2</sup>, Linas Bevainis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universitetas, Vilnius, <sup>2</sup>Gamtos tyrimų centras, Vilnius  
*neringa.maciuleviciute@gf.vu.lt*

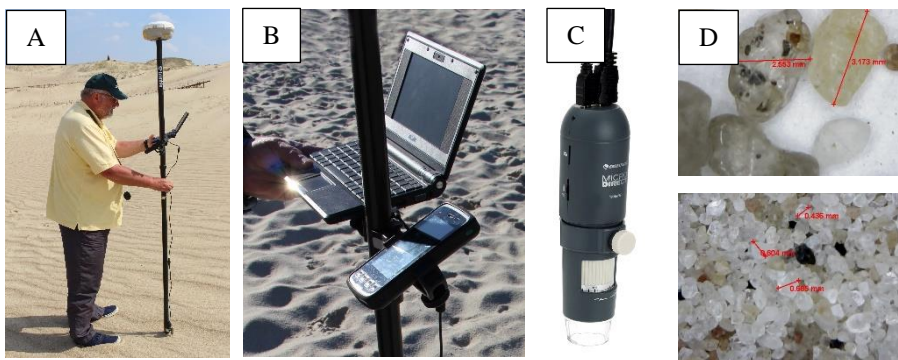
**Įvadas.** Siekiant įvertinti meteorologinių ir antropogeninių reiškinių poveikį nestabiliam paviršiui, daugelį metų atliekami išsamūs kopų tyrimai. Kopų paviršiui stabilizuoti imamasi įvairių priemonių. Vienas iš jų yra smėlio gaudyklių įrengimas, kurių tikslas sumažinti smėlio išpustymą. Tam siekiama sukurti metodiką, kuri padėtų įvertinti smėlio gaudyklių efektyvumą. Antžeminiai kopų matavimai destabilizuoja kopų paviršių ir negali būti dažnai atliekami. Šiuo metu matavimai atliekami 2–3 kartus per metus, tačiau optimalus būtų matavimų kas 2–3 mėnesius variantas. Norint atlikti detalų smėlio gaudyklių efektyvumo monitoringą ir išsiaiškinti apsaugos priemonių įtaką, matavimai vykdyti remiantis specialiai sukurta metodika. Tikėtina, kad ją taikant, paviršiaus pokyčiai bus įvertinti pakankamu tikslumu, kartu minimaliai destabilizuojant kopų paviršių.

**Metodai.** Taikyta metodika apima tris fazes: paviršiaus topografinė nuotrauka → aerofotogrametriniai matavimai → smėlio granulimetriniai tyrimai (1 pav.). Topografinių ir aerofotogrametrinių matavimų metu įvertinti pustomi plotai ir jų pokyčiai, o topografinių matavimų metu kartu atlikta mikroskopinė granulimetrinė smėlio frakcijų analizė.



1 pav. Matavimo taškai ir topografinė nuotrauka.

Topografinių matavimų metu (naudojant GPS prietaisą *Trimble-R4*) kartu vykdytas smėlio paviršiaus fotografavimas skaitmeniniu mikroskopu, leidžiančiu padidinti vaizdą iki 200 kartų. Prie GPS *Trimble-R4* prijungtas USB mikroskopas ir nešiojamas kompiuteris (2 pav.). Matavimo metu fiksuotos taško padėties koordinatės (X,Y,Z) ir smėlio frakcijos. Papildomai, nukasus smėlio sluoksnį, fiksuotos smėlio frakcijos 10 cm gylyje. Gilesnio sluoksnio smėlio frakcijų granulimetrinė struktūra leidžia spręsti apie galimą smėlio sluoksnio išpustymą. Granulimetrinė fiksacija atlikta prie smėlio gaudyklių ir atvirame kopų plote.



2 pav. GPS *Trimble-R4* (A) su papildomu nešiojamu kompiuteriu (B) ir mikroskopu (C) bei gautos smėlio granulimetrinių frakcijų nuotraukos (D).

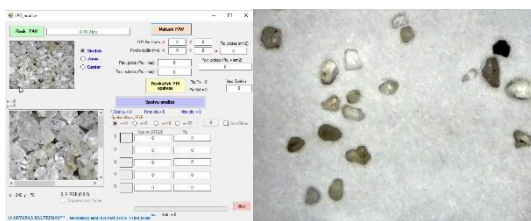
**Rezultatai.** Tyrimas apėmė kompleksinę topografinės nuotraukos ir aerofotovaizdų palyginamąjį tikslumo bei nuogulų granulimetrijos vertinimą. Tirtam plotui sudaryta tiksli antžeminė topografinė nuotrauka, naudojant bepilotų orlaivį *INSPIRE 1* sukurti aeroavaizdai ir koordinuotose taškuose fiksuota smėlio frakcijų granulimetrija (paviršinė ir 10 cm gylyje) (1, 2 pav.) Smėlio frakcijų granulimetrija fiksuota 95 taškuose. Po to atliktas automatizuotas reljefo modelio kūrimas. Jis apėmė matuotų taškų porų atranką, interpoliaciją tarp taškų porų ir tikslių horizontalių padėties vietų nustatymą. Taškų porų atranka vykdyta remiantis Delaunay trianguliacijos metodika (Česnulevičius et al., 2019 a; Česnulevičius et al., 2019 b). Granulimetrinė smėlio frakcijų struktūra fiksuota 24 taškuose šalia įrengtų smėlio gaudyklių. Mikroskopu nufotografuota virš 300 skaitmeninių nuotraukų, taikant įvairius didinimo koeficientus. Tokia fiksacija leido lauko sąlygomis įvertinti tiriamo smėlio sluoksnio frakcijų struktūrą: smėlio dalelių dydį ir jų santykinį kiekį tiriamoje imtyje. Tam sukurta originali paviršiaus granulimetrijos vertinimo metodika – *Paviršiaus foto modelis*.

Metodikos esmę sudaro kelių veiksmų grandinė:

1. Fiksuojamas paviršiaus taškas, kurio X, Y ir Z koordinatės nustatomos  $\pm 5\text{--}15$  mm tikslumu.

2. Skaitmeniniu mikroskopu (*Digital Microscope*) fiksuojamas smėlio paviršius, nukasamas 10 cm smėlio sluoksnis ir fiksuojamas jo paviršius. Priklausomai nuo smėlio dalelių dydžio, vaizdas didinamas nuo 100 iki 500 kartų.

3. Taikant Neringos Mačiulevičiūtės-Turlienės ir Artūro Bautrėno sukurtą kompiuterinę programą, atliekama gauto smėlio sluoksnio vaizdo visų nuotraukos pikselių spalvinė analizė (3 pav.). Ja remiantis apskaičiuojamas smėlio dalelių dydis.



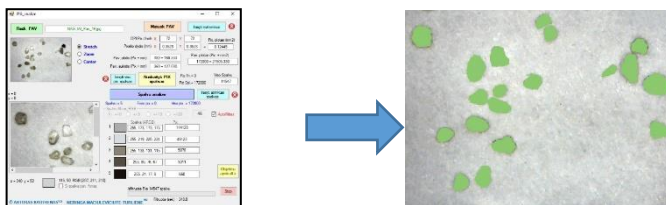
3 pav. Kompiuterinė programa naudota nuotraukų analizei.

Sukurta *Paviršiaus foto modelis* programa leidžia fotovaizdo analizę atlikti dviem būdais:

1. Analizuojant fiksuotas atskirų smėlio grūdelių spalvas (4 pav.)

2. Analizuojant viso fotovaizdo foną (5 pav.)

Abiem atvejais, naujai sugeneruotame vaizde, geresnei smėlio grūdelių diferenciacijai, skirtingos grūdelių spalvos keičiamos į vieną laisvai pasirinktą kontrastingą spalvą.

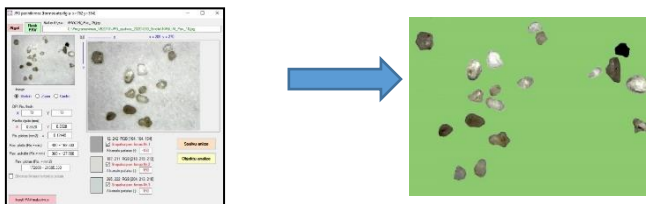


4 pav. Smėlio grūdelių spalvų analizės programa „Paviršiaus foto modelis“.

Kadangi nei smėlio grūdelių nei fotovaizdo fono spalvos nėra vienodos, todėl abiem atvejais programoje autoriai integravo specialų algoritmą, leidžiantį apskaičiuoti ir automatiškai suvienodinti pasirinktas spalvas. Naujai



sukurtuose fotovaizduose palikus (4 pav.) arba atmetus (5 pav.) išskirtas spalvas galima apskaičiuoti likusių objektų (smėlio grūdelių) kiekį ir jų apimamą plotą.



5 pav. Fotovaizdo fono analizė.

Detalesniam naudotos metodikos tikslumo įvertinimui ir jos platesnio taikymo panašaus pobūdžio tyrimams taikymui autoriai ketina atlikti papildomus pikselių analizės tikslumą įvertinančius tyrimus.

### **Išvados:**

1. Aeronuotrukų ir antžeminių geodezinių matavimų rezultatų palyginimas parodė, kad kontrolinių taškų koordinatės, nustatyto GPS Trimble prietaisu ir apskaičiuotos iš aeronuotraukos ortofoto modelio skiriasi ne daugiau kaip  $\pm 4-6$  cm. Todėl galima teigti, kad ateityje topografinės nuotraukos matuojamų taškų skaičių galima sumažinti 2–3 kartus.

2. Įvertinus mikroskopu darytas smėlio dalelių nuotraukas, galima teigti, kad ši metodika yra tinkama smėlio granulometrijos tyrimams. Frakcijų pasiskirstymo smėlio stovymėje palyginimas parodė, kad gauti rezultatai mažai skiriasi nuo rezultatų, gautų atlikus klasikinį smėlio sijojimą.

### **Literatūra**

- Česnulevičius A., Baurėnas A., Bevainis L. et al. 2019. Comparison of Accuracy of UAV Aerials and Ground Measurements in the Curonian Spit Dunes. *Baltic J. Modern Computing*, Vol. 7, No. 4, 571–585. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2019.7.4.10>.
- Česnulevičius A., Baurėnas A., Bevainis L. et al. 2019. Comparison of the Influence of Vegetation Cover on the Precision of an UAV 3D Model and Ground Measurement Data for Archaeological Investigations: A Case Study of the Lepelionys Mound, Middle Lithuania. *Sensors*. 19(23), 5303. [doi.org/10.3390/s19235303](https://doi.org/10.3390/s19235303).

## EKOSISTEMINĖS PASLAUGOS NEMUNO ŽEMUPIO IR PAMARIO SENIŪNIJOSE: ŪKININKŲ, VERSLININKŲ IR SENIŪNIŲ DARBUOTOJŲ POŽIŪRIS

Lina Marcinkevičiūtė<sup>1</sup>, Jolanta Vilkevičiūtė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vytauto Didžiojo Universiteto Žemės ūkio akademija, Kaunas, <sup>2</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

*lina.marcinkeviciute@vdu.lt*

**Ivadas.** Ekosistemų gebėjimas prisitaikyti prie kintančių klimato sąlygų gali sumažinti galimus nuostolius, įmanoma netgi gauti naudos iš naujų klimato teikiamų galimybių. Tačiau numatant prisitaikymo metodus reikia nepamiršti, kad universalių technologinių prisitaikymo priemonių, kurios tiktų visai ES teritorijai, neegzistuoja, nes skirtingose vietinėse sąlygose bus tinkamos skirtingos priemonės. Tam, kad būtų numatytos veiksmingos priemonės, būtina atlikti konkrečiai vietai galimybių studiją, po to parengti socio-ekonominių priemonių įgyvendinimo projektą. Efektyvios priemonės, kurias galima pasiūlyti didelei teritorijai, yra susijusios su prisitaikymo aplinkos gerinimu: teisinės sistemos ir finansavimo mechanizmų parengimas prisitaikymo politikos įgyvendinimui, moksliniai įvairių sektorių jautrumo ir pažeidžiamumo tyrimai, informavimas, švietimas, rizikos žemėlapiai ir pan. Tokios priemonės siūlomos daugelio šalių nacionalinėse ir regioninėse programose bei strategijose. Konkrečios priemonės dažniausiai būna lokalaus masto, pavyzdžiui, skirtos jūros pakrantės ruožui, upės deltai, uostui ir pan. Šiuo metu nėra nustatytų bendrų metodų, leidžiančių kiekybiškai įvertinti ekosistemų kaitos poveikį gamtiniais ištekliams ar atskiroms ūkio šakoms. Todėl ekosistemų bei jų teikiamų paslaugų prisitaikymo prie kaitos priemonių planavimas, organizavimas ir įgyvendinimas, įskaitant ir prevencinį prisitaikymą, atliekami remiantis gamtos apsaugos politika, atsižvelgiant į ūkio ir vietos ypatumus.

Tyrimo tikslas – siekiant nustatyti egzistuojančias ekosistemų apsaugos bei jų teikiamų paslaugų problemas Nemuno žemupio ir Pamario seniūnijose (pasirinktų seniūnijų teritorijose), išanalizuoti ūkininkų, verslininkų ir seniūnijų darbuotojų požiūrį į ekosistemų išsaugojimą, atskleisti teikiamų ekosisteminių paslaugų problematiką bei teisinio reglamentavimo ypatumus, pasiūlyti galimus sprendimus tyrimo metu nustatytoms problemoms spręsti.

**Tyrimo metodai:** Tyrimui atlikti buvo naudoti šie duomenų rinkimo ir analizės metodai:

1. *Dokumentų analizė.* Atsižvelgiant į mokslinio tyrimo objektą (ekosistemines paslaugas), tyrimo tikslus ir uždavinius, šis metodas laikytinas

svarbiausiu duomenų rinkimo (gavimo) metodu. Rinktinių duomenų šaltiniai: nacionaliniai, Europos Sąjungos ir tarptautiniai teisės aktai, mokslinės knygos ir žurnalai, spaudos leidiniai; oficiali statistika (statistikos departamento, savivaldybių, seniūnijų, saugomų teritorijų departamentų pateikta informacija); oficialios vyriausybės publikacijos; privačių, valstybinių, profesinių ir kitų nevyriausybinių organizacijų dokumentai.

2. *Anketavimas*. Siekiant išspręsti egzistuojančias ekosistemų apsaugos bei jų teikiamų paslaugų problemas, atlikta respondentų (ūkininkų, verslininkų, seniūnijų darbuotojų) apklausa ir ištirtos jų nuomonės apie ekosistemų išsaugojimą bei galimas su jomis susijusias problemines sritis, atskleisti ekosisteminių paslaugų reglamentavimo ir įgyvendinimo ypatumai. Naudojant klausimyną išnagrinėti socio-ekonominių sąlygų (susijusių su jau vykdomomis arba potencialiomis ekosisteminiėmis paslaugomis) privalumai ir trūkumai. Anketavimas buvo atliktas Klaipėdos rajono Priekulės seniūnijoje ir Šilutės rajono: Juknaičių, Saugų, Usėnų, Šilutės, Rusnės ir Kintų seniūnijose. Tyrime dalyvavo: 64 ūkininkai, 15 verslininkų ir 11 seniūnijos darbuotojų.

3. *Kontingento vertinimo metodas*. Rėmėsi ekosisteminių paslaugų vartotojų apklausa dėl jų prioritetų ekosisteminių paslaugų atžvilgiu. Buvo sukurta hipotetinė galimų ekosisteminių paslaugų rinka. Vartotojams (ūkininkams ir verslininkams) buvo pateikiami klausimai apie konkrečius jų pačių (kaip galinčių daryti tam tikrus) veiksmus ir klausimai apie valstybės politikos veiksmus ekosistemų būklei palaikyti ar pagerinti.

**Rezultatai.** Nustatyta, kad žemės valdos buvo pasiskirstę sekančiai: 58,7 proc. sudarė žemės ūkio paskirties žemė (pievos), 48,9 proc. – žemės ūkio paskirties žemė (ariama žemė), 10,2 proc. sudarė – miškai/miškingos vietovės ir 6,5 proc. – vandens telkiniai (upės, ežerai). 98 proc. respondentų valdų pateko į saugomų teritorijų sąrašą, tokių kaip: Rambyno ichtiologinis draustinis, Nemuno deltos regioninis parkas, Veiviržo Minijos draustinis ir kt. 63 proc. respondentų akcentavo, kad valdai ribojantis su saugoma gamtos teritorija jie patiria tam tikrus suvaržymus (pvz., šienavimo terminai, ribotas gyvulių ganymas, komplikuoatas mėšlidžių įrengimas derinant veiksmus su gamtos apsaugos institucijomis ir pan.), 37 proc. teigė, kad jie gauna iš to naudos, pvz., išmokas. Respondentų nuomone, daug nesusipratimų kėlė patirtų nuostolių dėl veiklos apribojimų atlyginimas.

Nustatyta, kad nepakankama teisinė bazė aplinką tausojančiam ūkininkavimui (pavyzdžiui, kraštovaizdžiui ir etnografiniam kaimui būdingai ekstensyviai gyvulininkystei) saugomose gamtos teritorijose skatinti.

Analizuojant vykdomos veiklos pokyčius skirtingais periodais ((2014–2017), (2018–2019) (2020–2030)), nustatytos dominuojančios pagrindinės veiklos:

- a) ūkininkavimas (javai, rapsai, bulvės ir kt.) 62 proc. 2014–2017 metais ir 60 proc. 2020–2030 metais;
- b) gyvulių auginimas (mėsai, pienui) – 42 proc. 2014–2017 metais ir 44 proc. 2020–2030 metais;
- c) bitininkystė – 14 proc. 2014–2017 m. ir 17 proc. 2020–2030 m.;
- d) vaistažolių rinkimas – 11 proc. 2014–2017 m. ir 12,5 proc. 2020–2030 metais.

Išvardintos esminės paramos priemonės: tiesioginės išmokos (68 proc.), išmokos už vietoves, kuriose esama gamtinių ar kitokių specifinių kliūčių (53 proc.), Natura 2000 išmokos ir su Bendrąja vandens pagrindų direktyva susijusios išmokos (26 proc.) ir kt.

Nustatytas ekosisteminių paslaugų reikšmingumas (vertinant respondentų nuomones) 2014–2030 metų laikotarpyje (dominuojančios aprūpinimo paslaugos (kaita nuo 1,3 iki 1,57 balo), reguliavimo ir palaikymo paslaugos (kaita nuo 2 iki 2,09 balo), kultūrinės paslaugos (kaita nuo 2,3 iki 2,4 balo) (reikšmingiausias balas buvo 1). Išanalizuoti informacijos perdavimo (apie paramos galimybes) kanalai: 34 proc. respondentų informaciją gavo iš seniūnijos darbuotojų, 31 proc. iš konsultavimo tarnybos darbuotojų, 14 proc. iš žemės ūkio ministerijos darbuotojų ir 17 proc. teigė, kad paramos galimybėmis turėtų labiau domėtis patys. Iš papildomų respondentų atsakymų sužinota, kad jiems asmeniškai sudėtinga sekti informaciją susijusią su paramos galimybėmis, nes didelis informacijos srautas ir kiekis išbalansuoja kasdieninius ūkio darbus. Ši problema vyrauja ne tik Lietuvoje, bet ir kitose ES šalyse. Tai, kad ūkininkai ir kiti suinteresuotieji subjektai yra prastai informuoti apie esamas priemones ir turi gana nedaug jų įgyvendinimo patirties, yra viena iš pagrindinių priežasčių, kodėl per pastaruosius kelerius metus rizikos valdymo priemonėmis taip ir nebuvo deramai pasinaudota.

Nustatytas tiriamųjų vietovių sąlygų palankumas vystyti ekosistemoms ir jos teikiamoms ekosisteminiams paslaugoms, 24 proc. respondentų sąlygas įvertino kaip palankias, 9,3 proc., teigė, kad sąlygos nėra palankios ir 44 proc. neturėjo savo nuomonės apie ekosistemų vystymosi specifiką.

**Išvados.** Išnagrinėjus esminius visų trijų sektorių respondentų pastebėjimus, galima teigti, kad yra nepakankama teisinė bazė aplinką tausojančiai veiklai (pavyzdžiui, kraštovaizdžiui ir etnografiniam kaimui būdingai ekstensyviai gyvulininkystei) saugomose gamtos teritorijose skatinti.

Saugomų gamtos teritorijų gyventojai iš esmės turi labai mažai žinių apie jų turimą, valdomų žemės sklypų priklausomybę vienai ar kitai valstybinei saugomai gamtos teritorijos zonai, kokių reikalavimų jie turi laikytis. Ši informacija žmonėms turėtų būti pateikiama paprastai, suprantamai. Visuomenės mokymas bei informavimas šiuo metu yra skirtingo vystymosi

lygmens. Dėl to turėtų būti plėtojama švietėjiška veikla, rengiami specialūs seminarai, pateikiamos specialios atmintinės (ne tik įvardijant įstatymus ar poįstatyminius aktus, bet kompleksiskai susisteminant detalią informaciją) ir pan., siekiant supažindinti ūkininkus su jų valdomuose žemės sklypuose galiojančiais apribojimais, galimybėmis pasinaudoti parama ir pan. Labai svarbu, kad visa visuomenė suprastų, jog augalų, gyvūnų, kraštovaizdžio įvairovės palaikymas ir apsauga yra specifinė veikla. Reikia suvokti keletą svarbių dalykų. Pirmiausia, gamtos palaikymu bei apsauga būtina rūpintis jau šiandien. Klysta tie, kurie mano, kad pirmiausia reikia pasirūpinti materialine žmonių gerove, o ją sukūrus, bus galima užsiimti ir gamtos apsauga. Tokia nuomonė yra klaidinga, nes gali nebelikti ką saugoti. Antra, labai svarbu, kad gamtos apsaugos žemės ūkyje svarbos suvokimas būtų visuotinis. Klysta stambieji ūkininkai manydami, kad gamtos apsauga užsiims smulkieji ūkininkai. Labai svarbu, kad agrarinės aplinkosaugos poreikį suprastų visi žemdirbiai ir žemės ūkio vystymo gaires formuojantys politikai.

Mokslinis tyrimas finansuojamas Europos socialinio fondo lėšomis pagal priemonės Nr. 09.3.3-LMT-K712 veiklą „Mokslininkų kvalifikacijos tobulinimas vykdant aukšto lygio MTEP projektus“

## Literatūra

- Bendroji tarptautinė ekosisteminių paslaugų klasifikacija (Common International Classification of Ecosystem Services, CICES). [http://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/Gamtos%20apsauga%20ir%20mi%C5%A1ka%20i/Gamtos%20apsauga/Ekosistem%C5%B9%20paslaugos/CICES%20klasifikacija\\_5\\_1\\_LT%20versija\\_publication.pdf](http://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/Gamtos%20apsauga%20ir%20mi%C5%A1ka%20i/Gamtos%20apsauga/Ekosistem%C5%B9%20paslaugos/CICES%20klasifikacija_5_1_LT%20versija_publication.pdf) [2019 10 11].
- Simonaitytė K. 2017. Ekosisteminių paslaugų principo taikymo Lietuvoje apžvalga. <http://kurkl.lt/wp-content/uploads/2017/12/ekosistemines-paslaugos-esamos-situacijos-Lietuvoje-apzvalga-2017.pdf> [2019 11 10].
- LR Aplinkos apsaugos įstatymas. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.2493/CTZxrqmwgN>. Žiūrėta [2020 01 10].
- Europos sąjungos teisės šaltiniai ir taikymo sritis. [http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/lt/FTU\\_1.2.1.pdf](http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/lt/FTU_1.2.1.pdf). Žiūrėta [2020 01 10].
- Europos Sąjungos teisė. [https://europa.eu/european-union/law\\_lt](https://europa.eu/european-union/law_lt). Žiūrėta [2018 11 12].
- Borhardt K. D. Europos Sąjungos teisės pagrindai. 2011. [http://publications.europa.eu/resource/celellar/f8d9b32e-6a03-4137-9e5a-9bbaba7d1d40.0010.03/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/celellar/f8d9b32e-6a03-4137-9e5a-9bbaba7d1d40.0010.03/DOC_1). Žiūrėta [2019 11 14].
- Europos Sąjungos strategija miškams ir su mišku susijusiam sektoriui. 2013. [http://publications.europa.eu/resource/celellar/21b27c38-21fb-11e3-8d1c-01aa75ed71a1.0018.04/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/celellar/21b27c38-21fb-11e3-8d1c-01aa75ed71a1.0018.04/DOC_1). Žiūrėta [2020 01 10].
- Nacionalinė miškų ūkio sektoriaus plėtros 2012–2020 metų programa. 2012. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.425608>. Žiūrėta [2018 11 12].
- Europos Sąjungos Pažangaus, tvaraus ir integracinio augimo strategija „Europa 2020“. 2010. [https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy\\_lt](https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/economic-and-fiscal-policy-coordination/eu-economic-governance-monitoring-prevention-correction/european-semester/framework/europe-2020-strategy_lt). Žiūrėta [2019 12 12].

## VANDENS VALYMO ĮRENGINIŲ IŠLEISTŲ NUOTEKŲ SKLAIDA KLAIPĖDOS UOSTE, KURŠIŲ MARIOSE IR BALTIJOS JŪROJE

**Jovita Mėžinė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*jovita.mezine@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Paskutiniu metu aplinkosaugos klausimai pritraukia didelį visuomenės, žiniasklaidos ir atsakingų institucijų dėmesį, ypač dėl išleidžiamų nuotekų į aplinką iš įvairių šaltinių. Šiame straipsnyje nagrinėjamos AB „Klaipėdos vanduo“ išleidžiamos nuotekos ir jų sklaida Klaipėdos uoste, mariose ir jūroje. Pagal Aplinkos Apsaugos Agentūros pateikiamus miesto nuotekų išleidžiamų į aplinką kokybės duomenis, pastaraisiais metais (2015–2018) iš Klaipėdos miesto į aplinką patenkančios nuotekos yra išvalytos iki nustatytų normų (vanduo.gamta.lt). Pagrindiniu jūrinės aplinkos taršos šaltiniu yra laikomos upės ir jomis atnešami teršalai dėl žemės ūkio, tačiau pramoninės ir buitinės nuotekos taip pat priskiriamos prie taršos šaltinių, dėl jose esančių farmacinių, sunkiųjų metalų, plastiko ar kitų medžiagų, kurios dar yra mažai iširtos (Lymer et al., 2018). Į aplinką patekusių nuotekų sklaida yra sunkiai aptinkama, jei nėra akivaizdžių taršos elementų, tokių kaip naftos produktai, plastiko likučiai ar pan.

Matematinis modelis yra vienas iš įrankių, galinčių pateikti atsakymus į šiuos klausimus. Todėl šio tyrimo tikslas yra išanalizuoti galimą nuotekų, patekusių iš Klaipėdos miesto valymo įrenginių sklaidą Klaipėdos uoste, Kuršių mariose ir Baltijos jūroje, remiantis hidrodinaminio modelio rezultatais.

**Metodai.** Tyrime buvo naudojama modeliavimo sistema SHYFEM (<http://www.ismar.cnr.it/shyfem>), kurios pagrindą sudaro baigtinių elementų trimatis hidrodinaminis modelis. Hidrodinaminių lygčių sprendimui yra naudojamas baigtinių elementų metodas, kuris leidžia naudoti teritoriškai kintamos raiškos gardeles hidrodinamiškai aktyviose zonose. Detalus modelio aprašymas yra pateiktas Umgiesser et al. (2004) studijoje. Šis modelis yra sukalibruotas ir pritaikytas tiek Kuršių marių, tiek Baltijos jūros tyrimams, kurie yra publikuoti Mėžinės et al. (2019), Idzelytės et al. (2019), Umgiesser et al. (2016) ir Zemlio et al. (2013) straipsniuose.

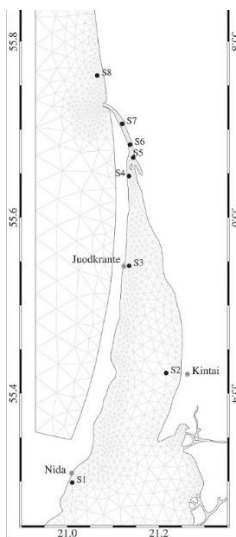
Tyrimui buvo naudojama trimatė modelio versija. Skaičiavimo gardele sudarė 3269 elementai ir 2019 mazgai, vertikalčiai išskirta 10 sigma sluoksnių (1 pav.). Gardelės rezoliucija kito nuo 250 m Klaipėdos sąsiauryje iki 3 km Baltijos jūroje ir pietinėje Kuršių marių dalyje. Tai palyginti grubi gardelė su

smulkesniais elementais hidrodinamiškai aktyviose dalyse, tačiau puikiai tinkama ilgalaikiams skaičiavimams ir bendrų tendencijų tyrimams.

Pasirinktas modeliavimo laikotarpis apėmė 2013–2018 m. imtinais. Visam modeliavimo laikotarpiui, kiekvienos dienos duomenys buvo surinkti iš šių šaltinių: 1) meteorologiniai duomenys gauti iš ECMWF modelio ([www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int)); 2) atviros jūros kraštinės sąlygos iš operacinio Baltijos jūros modelio Nemo (SMHI, Švedija); 3) upių debitai kraštinėms sąlygoms iš Lietuvos hidrometeorologinės tarnybos; 4) ledo duomenys iš sintetinės apertūros radaro matavimų iš trijų žemės stebėjimo misijų (Idzelytė et al., 2019); 5) AB „Klaipėdos vanduo“ išleidžiamų nuotekų kiekiai.

Siekiant atskirti nuotekų vandens masę nuo Kuršių marių ar Baltijos jūros vandens, skaičiavimo metu, atitekančioms nuotekoms buvo suteikta koncentracija lygi 100. Nuotekoms patekus į sistemą, kiekviename modelio skaičiavimo mazge buvo apskaičiuojama patekusių nuotekų koncentracija, išreiškiama procentais nuo bendro vandens kiekio.

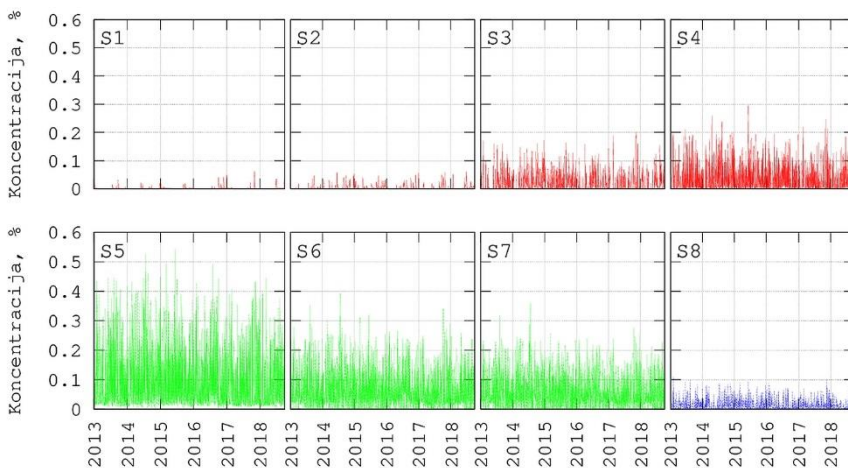
Straipsnyje yra pristatomas erdvinis maksimalių koncentracijų pasiskirstymas ir laiko eilutės 8 tyrimo stotyse (1 pav.) Svarbu paminėti, kad buvo modeliuojama tik išleisto vandens sklaida, o ne atneštos medžiagos. Hidrodinaminis modelis neatsižvelgia nei į galimas chemines/biologines reakcijas, nei į medžiagų nusėdimą, garavimą ar kitus su tarša susijusius procesus.



1 pav. Modelio skaičiavimo gardelės šiaurinė dalis ir tyrimo stotys.

**Rezultatai.** Rezultatų analizė parodė, kad Klaipėdos nuotekų valyklos išleistos nuotekos gali patekti į Kuršių marias ar Baltijos jūrą. 2 paveiksle yra pateikiamos laiko eilutės, kuriose parodytas išleistų nuotekų pasiskirstymas nuo piečiausios S1 tyrimų stoties iki šiauriausios S8 stoties.

Didžiausios sumodeliuotos koncentracijos yra stebimos Klaipėdos uoste, S5 stotyje, šalia nuotekų išleistuvo. Reikia atkreipti dėmesį į tai, kad nutolus nuo nuotekų išleistuvo kelis šimtus metrų, nuotekų koncentracija vandenyje neviršijo 0,6 %. Piečiausiose Kuršių marių stotyse (S1, S2) fiksuojamos labai mažos koncentracijos. Nuotekos šiuos taškus dažniausiai pasiekia rudens sezonu, kai vyrauja įnešimas iš jūros. S3 ir S4 stotyse nuotekų koncentracija vandenyje gali siekti iki 0,2–0,3 % visais sezonais. Baltijos jūros taške, S8, koncentracija siekia 0,1 % nuo bendro vandens kiekio.

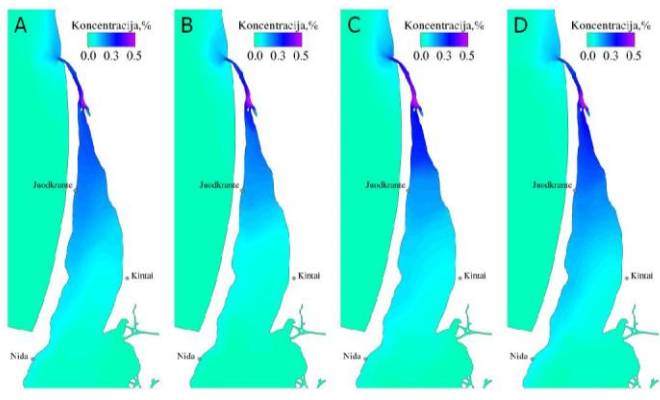


2 pav. Išleistų nuotekų koncentracija skirtingose tyrimų stotyse 2013–2018 m.

Tyrimo metu buvo sudaryti maksimalių koncentracijų sezoniniai žemėlapiai (3 pav.). Išskirti keturi kalendoriniai sezonai: žiema, pavasaris, vasara ir ruduo. Žemėlapiams sudaryti buvo analizuojama visa laiko eilutė, kiekviename modelio gardelės mazge atskirai, ir atrenkama maksimali tame taške užfiksuota koncentracija, nepriklausoma nuo laiko.

Rezultatai parodė, kad pavasario sezonu koncentracijos Kuršių mariose yra mažiausios, lyginant su kitais sezonais. Tuo tarpu, giliausiai į marias išleistos nuotekos įsiterpia rudens sezono metu. Baltijos jūroje, didesnė nuotekų sklaida matoma pavasario ir vasaros sezonais.





3 pav. Maksimalios sezoninės koncentracijų reikšmės, užfiksuotos skaičiavimo gardelės mazguose, nepriklausomai nuo laiko. A – žiemos; B – pavasario; C – vasaros; D – rudens sezonai.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Ši bendro pobūdžio studija leido pažvelgti į nuotekų, išleidžiamų Klaipėdos uoste, pasiskirstymą ir sklaidą uosto teritorijoje, mariose ir jūroje. Modelio skaičiavimams buvo naudota grubi gardelė, kuri parodo bendras sklaidos tendencijas, todėl artimiausiu metu yra planuojama atlikti skaičiavimus su aukštos rezoliucijos gardele, siekiant tiksliau išsiaiškinti nuotekų skaidą ir koncentracijas uosto teritorijoje.

Hidrodinaminio modelio rezultatai negali būti siejami su teršiančių medžiagų sklaida. Taršos uždaviniams spręsti reikia tikslių duomenų apie išleidžiamas medžiagas, jų elgseną ir reakcijas aplinkoje. Hidrodinaminį modelį naudojant kartu su ekologiniu modeliu ir žinant išleidžiamas organines kilmės medžiagas, būtų galima modeliuoti išleistų maistingųjų medžiagų, deguonies ar kitų parametru įtaką ekosistemai. Kitas teršiančias medžiagas, žinant jų elgseną vandens sistemoje, galima būtų modeliuoti pasitelkus dalelių sklaidos metodą ar įvedant papildomus parametrus į modelį.

Tešiant šią studiją, yra planuojama atlikti palyginamąją analizę su Nemunu atnešamo vandens kiekiu, siekiant geriau įvertinti nuotekų vaidmenį Kuršių mariose ar Baltijos jūroje.

**Padėka.** Dėkoju AB „Klaipėdos vanduo“ už suteiktus 2013–2018 m. išleistų nuotekų kiekių duomenis.

## Literatūra

Idzelytė R., Kozlov I.E., Umgieser G. 2019. Remote Sensing of Ice Phenology and Dynamics of Europe's Largest Coastal Lagoon (The Curonian Lagoon). *Remote Sens.*, 11(17), p. 1–27.

- Lymer B. L., Weinberg J., Clausen J. T. 2018. Water quality management from source to sea: from global commitments to coordinated implementation. *Water International*, 43(3), 349–360.
- Mėžinė J., Ferrarin C., Vaičiūtė D. et al. 2019. Sediment transport mechanisms in a lagoon with high river discharge and sediment loading. *Water*, 10(11), 1970.
- Umgiesser G., Melaku Canu D., Cucco A. et al. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51, 123–145.
- Umgiesser G., Zemlys P., Erturk A. et al. 2016. Seasonal renewal time variability in the Curonian Lagoon caused by atmospheric and hydrographical forcing. *Ocean Science*, 12, 2043–2072.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G. et al. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Science*, 9, 573–584.
- Vanduo.gamta.lt – Miesto nuotekų valymo direktyvos įgyvendinimas. Prieiga internet (2020-02-26): <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=4a548a10-5d02-41a3-aed3-4baaff0a1abd>

## **EROZIJOS–AKUMULIACIJOS ZONŲ KURŠIŲ MARIOSE SKAIČIAVIMAS, TAIKANT MATEMATINĮ MODELĮ**

**Jovita Mėžinė<sup>1</sup>, Petras Zemlys<sup>1</sup>, Georg Umgiesser<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>CNR – Italijos nacionalinės mokslo tarybos, ISMAR – Jūros mokslų institutas Venecijoje, Venecija, Italija

*jovita.mezine@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Nuosėdų transportas vandens sistemoje sukeltas dėl hidrodinamikos, bangų, jūros dugno ir vandens stovėjimo sąveikos. Nuosėdos į vandens stulpą patenka iš įvairių šaltinių, o jų elgsena priklauso nuo nuosėdų erozijos, pernašos ir nusėdimo procesų (Ji, 2008). Šiame darbe nagrinėjami erozijos–akumuliacijos procesai yra svarbūs uostų ir navigacijos kanalų vystymui, daugiausia dėl galimo užnešimo nuosėdomis. Tačiau nuosėdų transportas taip pat svarbus ir vandens augalams, gyvūnams, bakterijų ar teršiančių medžiagų pernašai, dugno buveinėms ir pan. Sedimentacijos procesų suvokimas gali padėti išspręsti tokias aplinkos problemas kaip eutrofikacija, dugno ir krantų erozijos ar užnešimo nuosėdomis problemas. Nuosėdų pernašos tyrimas sudėtinga užduotis, reikalaujantis didelių duomenų rinkinių apie tiriamą sistemą, todėl matematinis modeliavimas yra vienas iš metodų, galinčių padėti aprašyti vandens, nuosėdų pernašos mechanizmus ir dugno morfologinius pokyčius.

Šio tyrimo tikslas – išanalizuoti ilgalaikius (2004–2015) ir trumpalaikius (2015–2016) erozijos–akumuliacijos procesus Kuršių mariose, taikant nuosėdų pernašos matematinį modelį. Taip pat aptarti galimus sedimentacijos procesų pokyčius dėl klimato kaitos, remiantis dviem klimato kaitos scenarijais. Erozijos–akumuliacijos žemėlapiai vėliau gali būti pritaikyti įvairiems procesams mariose tirti, pavyzdžiui, apskaičiuoti maistingųjų medžiagų apykaitą tarp dugno nuosėdų ir vandens stovėjimo, makrofitų pasiskirstymą ar pan.

**Metodai.** Tyrime buvo naudojama modeliavimo sistema SHYFEM (<http://www.ismar.cnr.it/shyfem>), kurią sudaro baigtinių elementų trimatis hidrodinaminis modelis, transporto ir difuzijos modelis, radiacinės šilumos perdavimo vandens paviršiui modelis, nuosėdų pernašos submodelis ir parametrinis bangų modelis. Baigtinių elementų metodas leidžia naudoti teritoriškai kintamos raiškos gardeles, todėl hidrodinamiškai aktyvios zonos yra puikiai reprezentuojamos. Detalus modelio aprašymas yra pateiktas

Umgiesser et al. (2004) studijoje, o jo pritaikymą Kuršių marių tyrimams galima rasti Zemlio et al. (2013) bei Umgiesser et al. (2016) straipsniuose.

Nuosėdų pernašos submodelis yra pritaikytas tiek lipnioms (angl. *cohesive*), tiek birioms (angl. *non-cohesive*) nuosėdoms. Submodelio branduolį sudaro SHYFEM adaptuotas nuosėdų pernašos modelis SEDTRANS05 (Neumeier et al., 2008), kuriame srovės ir bangos yra pagrindiniai faktoriai lemiantys nuosėdų pernašą. Velkamoms dugnu nuosėdomis buvo parinkta Van Rijn'o (1993) nuosėdų pernašos formulė. Nuosėdų modelis aprašo tik litologinės kilmės nuosėdų procesus, todėl šiame darbe nuosėdomis vadiname tik šias daleles. Šiam tyrimui kiekvienoje modelio gardelėje nuosėdos buvo suskirstytos į devynias nuosėdų klases, nuo molio iki vidutinio smėlio. Šios dalelės modelio aplinkoje veikia nepriklausomai viena nuo kitos.

Tyrimui buvo naudojama trimatė modelio versija. Skaičiavimo gardelę sudarė 3269 elementai ir 2019 mazgai, vertikalčiai išskirti 5 sigma sluoksniai (1A pav.). Gardelės rezoliucija kinta nuo 250 m Klaipėdos sąsiauryje iki 3 km Baltijos jūroje ir pietinėje Kuršių marių dalyje. Tai palyginti grubi gardelė su smulkesniais elementais hidrodinamiškai aktyviose dalyse.

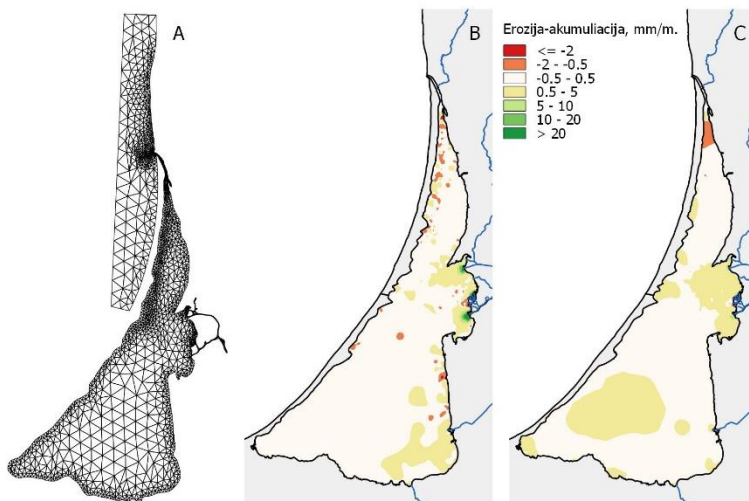
Ši nuosėdų transporto modelio versija yra sukalibruota Kuršių marioms ir atlikta modelio patikra, kuri yra pristatyta Mėžinė et al. (2019) studijoje.

Straipsnyje pristatomi ilgalaikių skaičiavimų duomenys nuo 2004 m. sausio 1 d. iki 2016 m. gruodžio 31 d. Klimato kaitos scenarijai buvo paruošti 2007–2033 metams. Modelio sudarymui būtini meteorologiniai, ledo, kraštinių sąlygų (upių ir jūros) bei pradiniai (batimetrijos, dugno nuosėdų) duomenys. Detalus tyrime naudotų meteorologinių ir hidrodinaminių duomenų aprašymas yra pristatytas Mėžinė et al. (2019) straipsnyje. Kiti tyrime naudoti duomenys buvo surinkti iš šių šaltinių: 1) nuosėdų dalelių koncentracijos ir dalelių dydžio laiko eilutės vandenyje buvo išmatuotos Atmatoje ties Rusne 2015–2016 metais. Pritaikius nešmenų įverčio kreivės metodą, kiekvienos dienos nešmenų koncentracijos buvo išskaičiuotos iš upės debitų. Buvo laikomasi prielaidos, kad iš Baltijos jūros atnešamas nuosėdų kiekis nėra reikšmingas; 2) pradinis Kuršių marių dugno nuosėdų dalelių dydžių pasiskirstymas buvo gautas iš Gelumbauskaitės et al. (1999) ir Gulbinsko ir Žaromskio (2002) žemėlapių; 3) klimato kaitos poveikis buvo vertinamas pagal du klimato kaitos scenarijus: stabilizavimo RCP4.5 ir nieko nekeičiantis RCP8.5 (Collins, 2013). Meteorologiniai klimato kaitos duomenys pasirinktiems scenarijams surinkti iš ICHEC modelio, kuris remiasi globaliu EC–Earth klimato modeliu. Kraštinių sąlygų duomenys scenarijams gauti iš SMHI modelių.

**Rezultatai.** Ilgalaikių (13 metų) skaičiavimo rezultatų analizė parodė vidutinį 0,5 mm per metus akumuliacijos greitį Kuršių mariose. Pagal

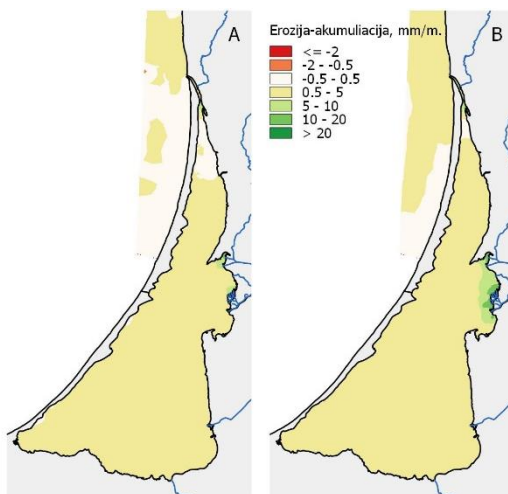
didžiausius akumuliacijos greičius galima išskirti tris pagrindines akumuliacijos zonas: Nemuno avandelhoje, pietinėje Kuršių marių ir pietinėje Klaipėdos sąsiaurio dalyse (1C pav.). Šiose zonose akumuliacijos greičiai svyruoja nuo 0,5 iki 11 mm per metus. Remiantis modelio apskaičiuotu vidutiniu akumuliacijos greičiu, prireiktų apie 8000 metų Kuršių marias užpildyti nuosėdomis. Tačiau reikia pabrėžti, kad tai tik teorinis skaičius, kuris keisis priklausomai nuo gamtinių ir antropogeninių faktorių.

Analizuojant trumpalaikius (2 metų) dugno pokyčius (1B pav.), akumuliacinės ir erozinės zonos yra mažesnės ir ryškiau matomos prie upių žiočių. 2015–2016 m. Atmos ir Skirvytės upių žiotyse stebimi ženkliai didesni nuosėdų akumuliacijos greičiai (>40 mm per metus), lyginant su ilgalaikio modelio rezultatais. Nagrinėjant trumpalaikius pokyčius, šiaurinėje marių dalyje galima stebėti dugnu velkamų nuosėdų pernašos procesus, kai erozines zonas keičia akumuliacinės, o akumuliacines keičia erozinės.



1 pav. A – matematinio modelio skaičiavimo gardelė, B – vidutinis metinis erozijos–akumuliacijos greitis 2015–2016 m., C – vidutinis ilgalaikis metinis erozijos–akumuliacijos greitis (2004–2016 m.).

Remiantis klimato kaitos scenarijais, erozijos zonos mariose nebepastebimos. Abiejų scenarijų didžiausi akumuliacijos greičiai yra Nemuno avandelhoje ir Klaipėdos sąsiauryje. Tai pat būtų galima išskirti pietinę Kuršių marių dalį, kur akumuliacijos greičiai yra apie 1 mm per metus (RCP4.5) ir 1,8 mm per metus (RCP8.5).



2 pav. Erozijos–akumuliacijos zonos, remiantis klimato kaitos scenarijais. A – RCP4.5 scenarijus, B – RCP8.5 scenarijus.

Nagrinėjant vidutinį akumuliacijos greitį, pagal RCP4.5 scenarijų Kuršių mariose apskaičiuotas greitis yra 1,3 mm per metus, o pagal RCP8.5 scenarijų, vidutinis akumuliacijos greitis būtų 2,6 mm per metus. Tai atitinkamai sudaro 2,5 karto pagal RCP4.5 scenarijų ir 5 kartus pagal RCP8.5 didesnes vidutines reikšmes, lyginant jas su ilgalaikio skaičiavimo rezultatais.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Tiek ilgalaikio skaičiavimo rezultatai, tiek klimato kaitos scenarijų rezultatai identifikavo tas pačias pagrindines akumuliacijos zonas Nemuno avandelhoje, pietinėje Kuršių marių ir pietinėje Klaipėdos sąsiaurio dalyse. Vis dėlto, klimato kaitos scenarijai įveda labai daug neapibrėžtumų, todėl sumodeliuotos prognozės turi būti analizuojamos ir taikomos atsargiai.

Taip pat reiktų atkreipti dėmesį į tai, kad nuosėdų pernašos modelyje nėra organinės medžiagos, dėl to apskaičiuoti akumuliacijos greičiai gali skirtis nuo realiai išmatuotų reikšmių.

Artimiausiu metu yra planuojama atlikti ilgalaikius klimato kaitos scenarijų skaičiavimus, kurie būtų paremti ne vieno, o kelių klimato kaitos modelių ansambliu.

## Literatūra

Collins M., Knutti R., Arblaster J. J. L. et al. 2013. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis.

- Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1029–1136.
- Gelumbauskaitė L. Ž., Grigelis A., Cato I. et al. 1999. Bottom topography and sediment maps of the Central Baltic Sea: scale 1 : 500 000. A short description. LGT Ser. Mar. Geol. Maps No. 1 / SGU Ser. Geol. Maps Ba No. 54, 0–18. Prieiga internetu (2018–09–20): <https://www.dmu.dk/>
- Gulbinskas S., Žaromskis R. 2008. Kuršių marių žemėlapis žvėlybai M 1:50 000, Vilnius, Lithuania.
- Ji Z. G. 2008. Hydrodynamics and Water Quality; John Wiley & Sons, Inc., Hoboken: NJ, USA, pp. 702; ISBN 978–111–887715–9.
- Neumeier U., Ferrarin C., Amos C. L. et al. 2008. Sedtrans05: An improved sediment–transport model for continental shelves and coastal waters. *Computers and Geoscience* 34(10): 1223–1242.
- Mėžinė J., Ferrarin C., Vaičiūtė D. et al. 2019. Sediment transport mechanisms in a lagoon with high river discharge and sediment loading. *Water*, 10(11), 1970.
- Umgiesser G., Melaku Canu D., Cucco A. et al. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51, p. 123–145.
- Umgiesser G., Zemlys P., Erturk A. et al. 2016. Seasonal renewal time variability in the Curonian Lagoon caused by atmospheric and hydrographical forcing. *Ocean Science*, 12, 2043–2072. doi:10.5194/os–12–391–2016
- Van Rijn L. C. 1993. Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal sea. Aqua Publications, Amsterdam, The Netherlands.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G. et al. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two–layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Science*, 9, p. 573–584, doi:10.5194/os–9–573–2013.

## VANDENS AUGALŲ MORFOFUNKCINIŲ SAVYBIŲ TAIKYMO GALIMYBĖ VERTINANT VANDENS KOKYBĘ KURŠIŲ MARIOSE

**Galyna Minicheva<sup>1</sup>, Martynas Bučas<sup>2</sup>, Vaiva Stragauskaitė<sup>2</sup>,  
Diana Vaičiūtė<sup>2</sup>, Jonas Gintauskas<sup>2</sup>, Edvinas Tiškus<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Nacionalinės Ukrainos mokslinės akademijos Jūros biologijos institutas, Ukraina, <sup>2</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*martynas.bucas@jmtc.ku.lt*

**Įvadas.** Bendroji vandens pagrindų direktyva (BVPD, 2000/60/EB) ir Jūrų strategijos pagrindų direktyva (JSPD, 2008/56/EB) įpareigoja Europos jūrines šalis parengti metodus, kaip įvertinti ir stebėti vandens aplinkos ekologinę būklę naudojant universalius metodus. Bendrieji ekologinės kokybės elementų vertinimo rodikliai ir metodai leidžia palyginti skirtingų jūrų ekosistemų aplinkos būklę ir gauti išsamią informaciją apie visą Europos pakrančių kokybę.

Direktyvos paskatino ekologinės būklės standartų (rodiklių) kūrimą ir testavimą Juodosios jūros priekrantės ir šelfo aplinkoje. Vienas tokių ekologinių rodiklių remiasi makrofitobentosos morfologinėmis ir funkcinėmis (morfofunkcinėmis) savybėmis vertinant vandens augmeniją (Миничева et al., 2003). Svarbus rodiklio privalumas yra tas, kad, remiantis paprastais įvairių struktūrų makrofitų morfologinių parametrų matavimais, galima gauti informaciją apie jų funkcionavimo intensyvumą ir ekosistemos eutrofikacijos lygį. Tokio rodiklio taikymas yra ypač aktualus vertinant Juodosios ir Baltijos jūros ekologinę būklę, kadangi abi jūros turi panašumų: joms būdingos vidinių jūrų aplinkos sąlygos, jos patiria didelį antropogeninį poveikį (pvz. eutrofikaciją). Kita vertus, šios jūros yra skirtingose platumose, todėl skiriasi bendrijų rūšių struktūra ir yra sunku tiesiogiai palyginti ekosistemos elementus. Šio turimo tikslas – išvystyti ir pritaikyti universalų makrofitų morfofunkcinėmis savybėmis paremtą rodiklį, kurį būtų galima naudoti lyginant tarpinių vandenių ekosistemų ekologinę būklę Juodosios ir Baltijos jūrose.

**Metodai.** Ekologinės būklės vertinimo rodiklis pagal vandens augalijos morfofunkcinės savybes (Minicheva, 1998) leidžia kiekybiškai išreikšti visų vandens autotrofų funkcinį aktyvumą, naudojant vieną parametą, specifinį populiacijos plotą -  $S/W_p$  (kur  $S$  – autotrofo fotosintetinis paviršius,  $W_p$  – autotrofo svoris). Priklausomai nuo vienaląsčių, daugialąsčių dumblių ir aukštesnių vandens augalų morfologinio tipo ir dydžio,  $S/W_p$  vertės gali svyruoti nuo 1–2 iki 1000 ir daugiau  $m^2\ kg^{-1}$ . Geros ekologinės būklės



sąlygomis pranašumą gauna jautrios makrofitobentosos rūšys, t. y. dideli, medžių/lapų formos ir daugiamečiai augalai (pvz., *Fucus vesiculosus*), kurių  $S/W_p < 25 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Eutrofikuotuose vandenyse jautrias rūšis pakeičia maži, siūliniai ir trumpo ciklo augalai (pvz., *Pylaiella littoralis*), kurių  $S/W_p \geq 25 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Šis rodiklis išpildo pagrindinius reikalavimus ekologiniams būklės rodikliams: atspindi biologinės kokybės elementų pagrindines funkcijas, jautrus antropogeninei apkrovai, patogus stebėti. Vandens augalų morfofunkcinių rodiklių naudojimo Juodosios jūros ekosistemose patirtis parodė, kad tikslesniam vertinimui ir ilgalaikiam stebėjimui tikslingiausia naudoti 4 rodiklio variantus, kuriuos galima apskaičiuoti naudojant specifinį paviršiaus plotą ir klasikinius botaninius rodiklius, tokius kaip makrofitobentosos bendrųjų sudėtis ir biomasė. Kuršių marių makrofitobentosos sudėtis ekologiniam aktyvumui įvertinti buvo naudojamos populiacijų specifinio paviršiaus vertės ( $S/W_p$ ) ir du morfologiniai bei funkciniai rodikliai (Minicheva, 1998): vidutinis rūšių ekologinis aktyvumas ( $S/W_x$ ) ir jautrių rūšių santykis ( $S_{sp}$ ).

**Tyrimų vietos.** 2020 m. rugpjūčio 28 d. makrofitai kartografuoti trijuose gyliuose (0,5–1 m, 1–1,5 m ir 1,5–2 m) naudojant dvipusį grėblį rytinėje Kuršių marių litoralėje (1 pav.).

**Litoralės tyrimai.** Tyrimų rajone įvertinta panirusių makrofitų rūšinė sudėtis, kur identifikuotos 4 gaubtasėklių rūšys, 6 maurabragūnų rūšys ir 4 žaliadumblių taksonai (1 lent.). Šiems makrofitams buvo nustatyta vidutinė savitojo paviršiaus vertė ( $S/W_p$ ) remiantis Juodosios jūros makrofitobentosos ekologinio aktyvumo koeficientais (Minicheva et al., 2015) bei ekspertiniu vertinimu.

1 lentelė

Kuršių marių litoralės panirusių makrofitų rūšinė sudėtis ir jų savitojo paviršiaus vertė ( $S/W_p$ ) remiantis Juodosios jūros makrofitobentosos ekologinio aktyvumo koeficientais (Minicheva et al., 2015) bei ekspertiniu vertinimu (~)

Sisteminė grupė	Rūšis	Morfologinis augimo formos tipas	$S/W_p$ ( $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$ )
Gaubtasėkliai	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Stiebas – cilindras, lapai – plokštelė	~7
	<i>Potamogeton rutilus</i>	Stiebas – cilindras, lapai – plokštelė	~12
	<i>Stuckenia pectinatus</i>	Stiebas – cilindras, lapai – plokštelė	8,7
	<i>Myriophyllum spicatum</i>	cilindras	~ 25
Maurabragūnai	<i>Chara contraria</i>	vidurkis	~ 13
		cilindras	~12

Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga

	<i>Chara aspera</i>	cilindras	14,8
	<i>Tolypela nidifica</i>	cilindras	~ 11
	<i>Nitellopsis obtuse</i>	cilindras	9,0
	<i>Chara baltica</i>	cilindras	~ 15
	<i>Chara globularis</i>	cilindras	22,9
		vidurkis	~14
Žaliadumbliai	<i>Cladophora glomerata</i>	cilindras	87,7
	<i>Ulva intestinalis</i>	plokštelė	36,1
	<i>Ulva prolifera</i>	plokštelė	52,5
	<i>Ulva sp.</i>	cilindras	~220
		vidurkis	~ 100



1 pav. Tyrimų vietos (juodi taškai) Kuršių mariose. Mėlynos linijos ir skaičiai rodo gylį (m).

Makrofitų populiacijų specifinio paviršiaus ploto analizės rezultatai rodo, kad Kuršių marių makrofitobentosą galima suskirstyti į 2 skirtingo ekologinio aktyvumo augalijos grupes. 1-oji grupė apima jautrias rūšis (gaubtasėkliai ir maurabragūnai), kurių vidutinis  $S/W_p$  yra ~ 13–14  $m^2 kg^{-1}$ . 2-ojoje grupėje įeina tolerantiškos rūšys (vienmečiai žaliadumbliai), kurių vidutinis  $S/W_p$  ~ 100  $m^2 kg^{-1}$ .  $S/W_p$  reikšmių išsibarstymas nuo 10 iki beveik 1000  $m^2 kg^{-1}$  rodo platų Kuršių marių dugno augmenijos ekologinio aktyvumo diapazoną ir didelį šių grupių pasikeitimo potencialą pasikeitus lokalioms trofinėms sąlygoms.

Remiantis  $S/W_p$  rodikliu, buvo apskaičiuoti du Kuršių marių makrofitobentos rodikliai: vidutinis rūšių ekologinis aktyvumas ( $S/W_x$ ) – 88,9  $m^2 kg^{-1}$  ir jautrios rūšys ( $S_{sp}$ ) – 67 %. Naudojantis Juodosios jūros tarpiniams vandenims (druskingumas < 12 ‰) nustatytomis ekologinės būklės klasių rodiklių reikšmėmis, pagal abu rodiklius visa marių akvatorija patektų į geros kokybės kategoriją (2 lent.). Yra žinoma, kad pagal biologinių ir fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių reikšmes Kuršių marios klasifikuojamos kaip vidutinės, blogos arba labai blogos būklės, todėl galime manyti, kad taikant Juodosios jūros tarpiniams vandenims nustatytas reikšmes Kuršių marių vandens kokybė yra pervertinama. Morfofunkciniai rodikliai turėtų būti perskaičiuojami pagal Kuršių marių augalų morfologinius matavimus, o ekologinės būklės klasių rodiklių reikšmės nustatytos remiantis marių kitais vandens kokybės rodikliais.

2 lentelė

Ekologinės būklės vertinimo pagal du makrofitobentos rodiklius ( $S/W_x$  ir  $S_{sp}$ ) klasifikacinė schema tarpiniams vandenims Juodojoje jūroje

Ekologinės būklės klasė	$S/W_x$ ( $m^2 kg^{-1}$ )	Morfofunkciniai rodikliai		Ekologinės kokybės santykis
		Ekologinės kokybės santykis	$S_{sp}$ (%)	
Puiki	< 90	≥ 0,88	≤ 100 ir > 86	1,0 – 0,86
Gera	≥ 90 ir ≤ 150	0,73	≤ 85 ir > 51	0,85 – 0,51
Vidutinė	≥ 150 ir ≤ 350	0,33	≤ 50 ir > 21	0,50 – 0,21
Nepatenkinama	≥ 350 ir ≤ 500	0,14	≤ 20 ir > 1	0,20 – 0,01
Bloga	> 500	≥ 0	= 0	0

Taigi pirmasis bandymas taikyti morfologinį ir funkcinį požiūrį vertinant Kuršių marių makrofitobentosą, atveria plačias galimybes stebėti įvairių Baltijos jūros vandenų ekologinę būklę, remiantis vieningo morfofunkcinio rodiklio naudojimu. Ateityje tai leis palyginti Juodosios ir Baltijos jūros ekologinės būklės pokyčius erdvės-laiko kontekste.

**Padėkos.** Tyrimus remia Lietuvos Mokslo Tarybos finansuojamas Lietuvos-Ukrainos dvišalio bendradarbiavimo mokslo ir technologijų srityje

programos projektas „Jūros ekosistemos būklės vertinimas: sąvokos, rodikliai, testavimas“ (registracijos nr.: LU-20-66).

### **Literatūra**

- DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy, 23 October 2000. (WFD, 2000/60/EC).
- DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).
- Миничева Г. Г. 1998. Морфофункциональные основы формирования морского фитобентоса: Автореф. дис... док. биол. наук: 03.00.17, Севастополь, 32 с.
- Миничева Г. Г., Зотов А. Б., Косенко М. Н. 2003. Методические рекомендации по определению комплекса морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности // ГЭФ ПРООН Проект по восстановлению экосистемы Черного моря. – Одесса, 32 с.
- Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. 2015. Black Sea monitoring guidelines. Macrophytobenthos. Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution. Istanbul. 76 pp.[http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual\\_macrophytes\\_EMBLAS\\_ann.pdf](http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_macrophytes_EMBLAS_ann.pdf).

## KURŠIŲ NERIJOS ŠILUMINĮ REŽIMĄ ĮTAKOJANTYS FAKTORIAI IR JŲ ANALIZĖ TAIKANT NUOTOLINIUS IR ANTŽEMINIUS METODUS

**Regina Morkūnaitė<sup>1</sup>, Judita Navašinskienė<sup>2</sup>,  
Viktoras Karaliūnas<sup>1</sup>, Artūras Bautrėnas<sup>3</sup>,  
Neringa Mačiulevičiūtė-Turlienė<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Gamtos tyrimų centras, Vilnius, <sup>2</sup>Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, Klaipėda, <sup>3</sup>Vilniaus universiteto Geomokslų institutas, Vilnius

*regina.morkunaite@gamtc.lt*

**Įvadas.** Žmogaus jaučiamas šiluminis komfortas yra svarbus turizmo ir rekreacijos veiksnys. Šiluminį komfortą, kurį jaučia žmogus, lemia oro temperatūra, drėgmė, oro slėgis ir vėjo greitis (Doody et al., 1997).

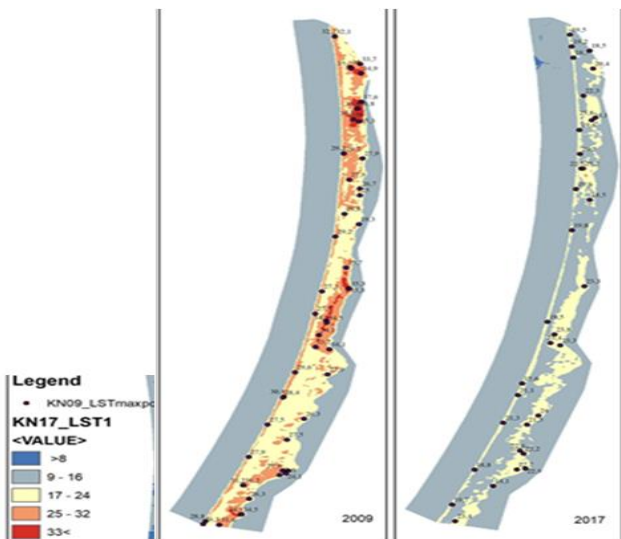
Oro temperatūros svyravimus veikia Saulės spinduliuotės prietaka, atmosferos cirkuliacijos procesai, paklotinio paviršiaus ypatybės: reljefas, augalija, dirvožemis (Galvonaite, 2007). Dirvožemis būdamas neatsiejama aplinkos dalimi, aktyviai kaupia Žemės paviršių pasiekiančią Saulės šilumą, o jo temperatūra priklauso nuo oro temperatūros, kritulių kiekio, augalijos, dirvožemio tipo, granulometrinės sudėties.

Žemės paviršiaus temperatūra LST yra geras energijos balanso žemės paviršiuje rodiklis ir vienas iš pagrindinių parametų žemės paviršiaus procesų fizikoje regioniniu ir globaliu mastu.

Šio darbo tikslas – kartografuoti Kuršių nerijos paviršiaus temperatūras, nustatytas iš palydovinių nuotraukų duomenų (apdorojus juos GIS pagalba už 2009 ir 2017 metus), nustatyti kaip faktoriai (oro temperatūros, saulės spindėjimo trukmė (1 lent.), paviršiaus nuogulų stambenis ar smulkesnis smėlis, kraštovaizdžio miškingumo kaita, asfalto dangos ar statinių išsidėstymas) nulemia tos ar kitos vietovės paviršiaus temperatūros padidėjimą (ekscesus).

**Metodai.** Kuršių nerijos paviršiaus temperatūros dinamikos analizė, atliekama naudojant Landsat 8 TM vasaros palydovinius vaizdus su 30 m erdvine Lietuvos vakarinės dalies skiriamąja geba (Synanovic Galinienė ir kt., 2017). Atlikus analizę, buvo pastebėti šiluminio aktyvumo taškų pasiskirstymo skirtumai skirtingais metais (1 pav.). Eolinio smėlio paviršiuje yra 0,3 ir 0,4 mm dalelių (Česnulevičius et al., 1997; Anthony et al, 2007), dėl kurių tarp jų susidaro didesni oro tarpai, ko pasekoje geriau kaupiama Žemės paviršių pasiekianti Saulės šiluma. Dirvožemio paviršiaus temperatūros negalima

tapatinti su oro temperatūra. Dirvožemio paviršiaus temperatūros paros amplitudė yra didesnė negu oro temperatūros, šie skirtumai ypač ryškūs lyginant smėlio dirvožemio ir oro temperatūras. Dirvožemio paviršiaus temperatūra labiausiai kinta vasarą ir esant giedram orui. Dėl šios priežasties buvo atrinkti palydoviniai vaizdai vasaros mėnesiais su debesų danga nuo 0 % iki 20 %. (Synanovic Galinienė ir kt., 2017 ). Šiam tyrimui panaudoti 2009 ir 2017 m gegužės mėn. Klaipėdos ir Nidos meteorologinių stočių duomenys: oro temperatūra, dirvožemio temperatūra, saulės spindėjimo trukmė, kritulių kiekis (1 lent.). Distancinio skanavimo duomenys buvo apdoroti statistiniais metodais, parengti Kuršių nerijos 2009 ir 2017 metų LST žemėlapiai su temperatūriniais excesais, o 2019 m balandžio 24 dieną ir spalio 10 d. lauko maršruto būdu skirtingose Kuršių nerijos vietose surinkta 15 dirvožemio mėginių smėlio granulimetrinei analizei nustatyti. Pirmieji 7 mėginiai rinkti prie Sklandytojų kopos; 8–9 degvietėje piečiau Smiltynės; 10 – prie Avikalnio; 11 – Naglio rezervato pradžioje; 12– 28 km į pietus nuo Smiltynės, prakirsto miško laukymėje; 13 – Birštyno miško rage; 14 – Pervalkos pietrytinėje dalyje ir 15 – Bulvikio rago miške. Mėginiai (100 g) kasami 0,15 m gylyje ir standartiniu sijojimo rotapu bei svėrimo būdu nustatomos smėlio dalelių frakcijos.



*I pav.* Kuršių nerijos (Neringos sav.) paviršiaus temperatūra pagal LST duomenis 2009 ir 2017 metais. Sudarė J. Synanovic Galinienė.



2 pav. LST temperatūros (2009.05 ir 2017.05) į pietus nuo Sklandytojų kopos ir prie Avikalnio rago. Nuotr. R.Morkūnaitės.

1 lentelė

Nidos ir Klaipėdos meteorologinių stočių duomenys. 2009 ir 2017 metų gegužės mėn. pirmoji dekada

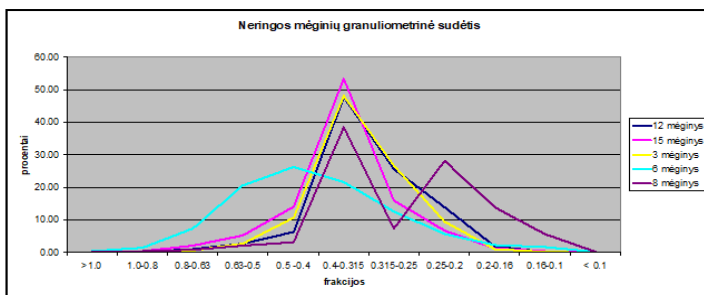
Vidutinė oro temperatūra (°C)						
Stotis	Nida			Klaipėda		
	2017	2009	Skirtumas	2017	2009	Skirtumas
Oro temperatūra (°C)	9.0	11.4	-2.4	8.7	10.1	-1.4
Kritulių kiekis (mm)	4.1	17.8	-13.7	1.5	13.8	-12.3
Saulės spindėjimo trukmė (val.)	104	106	-2	111	98	13
Dirvožemio paviršiaus temperatūra (°C)	12.3	11.9	0.4	11.4	11.3	0.1

**Rezultatai ir aptarimas.** Pateiktuose Kuršių nerijos (Neringos savivaldybė) 2009 m bei 2017 m gegužės mėn. užskridimų LST žemėlapiuose pastebėti paviršiaus temperatūrų ekscesai – 2009 metais aukščiausios temperatūrinės reikšmės aptinkamos ties iškyšuliais (negyvųjų kopų plote tarp Juodkrantės ir Pervalkos, į pietus nuo Smiltynės ir prie Sklanytojų kopos: 1) 33,7–37 °C į p. nuo Smiltynės; 2) ties Naglio iškyšuliu – 35,3 ir 34,5 °C ir 3) į p. nuo Sklandytojų – 34,5 °C.

2017 metų analogiško laikotarpio duomenys tose pačiuose vietovėse ryškiai skiriasi: 1) 20,4–23,8 °C; 2) 23,3 °C; 3) 23,4 °C (2 pav.), nors pagal Nidos ir Klaipėdos meteorologinių stočių oro temperatūrų duomenis registruojami žymiai mažesni skirtumai (1 lent.).

2017 metų analogiško laikotarpio duomenys tose pačiose vietovėse ryškiai skiriasi: 1) 20,4–23,8 °C; 2) 23,3 °C; 3) 23,4 °C (2 pav.), nors pagal Nidos ir Klaipėdos meteorologinių stočių duomenis oro temperatūrose registruojami žymiai mažesni skirtumai (1 lent.).

Smulkaus (0,25–0,16 mm) ar stambaus smėlio frakcijos (0,5–0,315 mm) dominavimas rodo, kad smėliai yra daugiau eolizavęsi dėl perpustymų arba atitinkamai išlaikę jūrinės sedimentacijos struktūrą. Šiam tyrimui kelių skirtingose vietovėse paimtų dirvožemio mėginių granuliometrinė sudėtis pateikta 3 pav.



3 pav. Kuršių nerijos smėlio dirvožemio (2019.05–10) granuliometrinė sudėtis: smulkaus (0,25–0,16 mm) ir stambaus (0,315–0,5 mm) smėlio frakcijų pasiskirstymas. Mėginių nr.: 12–28-ame km.; 15 – Bulvickio r.; 3 – netoli Sklandytojų kopos; 6 – netoli Sklandytojų kopos link marių; 8 – nuo Juodkrantės į pietus.

**Išvados.** Nidos ir Klaipėdos 2009 ir 2017 metų gegužės mėn. pirmos dekados meteorologiniai duomenys buvo lyginami su atitinkamo laikotarpio palydoviniais LST duomenimis. Nustatyta, kad palydovų LST paviršiaus temperatūrų ekscesai skirtingose Kuršių nerijos vietose yra pastebimi, o skirtumai, lyginant 2009 ir 2017 metus reikšmingi. Tokių skirtumų neatspindi Klaipėdos ir Nidos meteorologinių stočių duomenys. Gauti meteorologinių stočių rodikliai ir jų skirtumai parodo tik Nidos gyvenvietės ir Klaipėdos miesto tų metų buvusias meteorologines sąlygas ir pagal jas spręsti apie Kuršių nerijos atskirų metų paviršiaus temperatūros ekscesus būtų neteisinga. Tokius tyrimus papildant mikroklimatiniais tyrimais, įmanomi pilnesni rezultatai. Smėlio dirvožemių granuliometrinė analizė rodo, kad stambaus smėlio frakcijos dominavimas (ties Sklandytojų kopa arčiau jūros, Bulvickio rago pakrantėje, į pietus nuo Juodkrantės) sutampa su temperatūriniais ekscesais: 33–37 laipsn. Galima bandyti ieškoti korelacijų tarp stambių frakcijų kiekio ir paviršiaus temperatūrinių ekscesų, disponuojant didesne mėginių apimtimi. Dabar nustatėme, kad paviršiai su stambesnėmis smėlio frakcijomis (jos talpina daugiau oro tarp dalelių), pasižymi didesniu šiluminiu režimu. Reikalingi



statinių lokalizacijos ar asfaltinės dangos tankumo įtakos, miškingumo pasiskirstymo tyrimai, kad turėtume kompleksiškus ir bendresnius rezultatus.

### **Literatūra**

- Anthony E. J., Héquette A. 2007. The grain size characterisation of coastal sand from the Somme estuary to Belgium: sediment sorting and mixing in a tide- and storm-dominated setting. *Sedimentary Geology* 202, 369–382.
- Česnulevičius A., Morkūnaitė R. 1997. Morphometrical, Lithological and Mineralogical Traits of Eolian Formations in the Lithuanian Coastal Zone of the Baltic Sea. *Baltica*, Vo. 10, 52–58.
- Doody P. 1997. Coastal dunes of Europe – recreational impacts and nature conservation. In: *Coastal dunes recreation and planning*. Leiden, The Netherlands. 50–59.
- Galvonaitė A., Lietuvos klimatas, 2007. 208 p.
- Synanovic Galinienė J., Morkūnaitė R., Česnulevičius A., Baurėnas A., Navašinskienė J. 2017. Heat, temperature and health aspects of coastal landscape: Lithuania Coastal example. Conference: *Earth's fields and their Influence on Organism*. Birstonas. doi: 10.13140/RG.2.2.11736.49924.
- Galinienė J., Dailidienė I., Bishop S. R. 2019. Forest management and sustainable urban development in the Curonian Spit. *European Journal of Remote Sensing*. 2019. VOL. 52, NO. S2, 42–57. doi: 10.1080/22797254.2019.1580538.

## DIDŽIŪJŲ BALTUJŲ GARNIŲ IR PILKŪJŲ GARNIŲ GAUSOS DINAMIKA IR MITYBOS YPATUMAI LIETUVOS ŽUVININKYSTĖS ŪKIŲ TVENKINIUOSE

**Rasa Morkūnė<sup>1</sup>, Egidijus Bacevičius<sup>1</sup>, Vytautas Eigirdas<sup>2</sup>,  
Julius Morkūnas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Ventės rago  
ornitologinė stotis, Ventė  
*rasa.morkune@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Per paskutinius dešimtmečius Europoje įvyko daug pokyčių vandens paukščių populiacijose. Dalies vandens paukščių rūšių gausumas stipriai sumažėjo (rudagalvės antys (*Aythya ferina*) ar net atsidūrė ties išnykimo riba (nuodėgulės (*Melanitta fusca*), ledinės antys (*Clangula hyemalis*)). Kai kurių žuvlesių vandens paukščių populiacijos pagausėjo; vienos iš tokių rūšių yra didysis kormoranas (*Phalacrocorax carbo*), didysis baltasis garnys (*Ardea alba*) ir didysis dančiasnapis (*Mergus merganser*) (Birdlife international; Ławicki, 2014). Padidėjus didžiųjų kormoranų, didžiųjų dančiasnapių ir didžiųjų baltųjų garnių populiacijoms Europoje, atitinkamai jie tapo dažnesni ir Lietuvoje, ypač migracijos metu žuvininkystės ūkiuose.

Seklūs hipereutrofiniai žuvininkystės tvenkiniai su daugiapakopėmis žuvies auginimo sistemomis yra tinkamos buveinės gausiai biologinei įvairovei, įskaitant ir vandens paukščius. Daugelis čia aptinkamų paukščių tvenkinius naudoja tik migracijos metu, bet kai kurios rūšys sėkmingai juose ar aplinkinėse teritorijose veisiasi. Gausėjantys žuvlesiai garniai ir kormoranai kelia vis daugiau klausimų apie daromą įtaką žuvininkystės ūkiuose auginamai produkcijai.

Žinoma, kad kormoranai maitinasi smulkesne, dažniausiai gausiausia žuvimi, tuo tarpu garnių mitybos racionas susideda iš keliolikos gyvūnų rūšių (Werner et al., 2001). Garnių racione be žuvies taip pat didelę dalį sudaro graužikai, varliagyviai ir bestuburiai. Svarbu atkreipti dėmesį, kad mitybos objektų pasirinkimas garniams labai priklauso nuo prieinamų mitybos buveinių ir gausiausių mitybos objektų, kuriuos daugiausiai ir renkasi plataus mitybos spektro rūšys. Dalis tvenkinių ir ūkio teritorijos pasižymi nemaža biologine įvairove, įskaitant ir neverstlinių žuvų ir kitų gyvūnų, kurie priklausomai nuo sezono, gali būti reikšmingi mitybos objektai garniams. Be to, aplink žuvininkystės tvenkinius dažniausiai yra pievos, laukai ir kitoks neintensyviai dirbamas agrokultūrinis kraštovaizdis, kuris įvairiais periodais tinkamas garnių mitybai ir poilsiui. Paanalizavus literatūros šaltinius vidutinis

lesalo suvartojimas per dieną vienam žuvlesiu paukščiui gali labai skirtis priklausomai nuo jo fiziologinės būklės ir veisimosi periodo (van Dam et al., 1995, Wilson et al., 2003, Kushlan & Hafner, 2000, Major et al., 2003).

Siekiant išsiaiškinti ir įvertinti garnių reikšmę auginamos komercinės žuvies atžvilgiu, 2019–2020 metais vykdomas LR Žemės ūkio ministerijos finansuojamas mokslinis tyrimas, kurio metu siekiama iširti didžiųjų baltųjų garnių ir pilkųjų garnių gausos dinamiką bei jų mitybą žuvininkystės ūkių tvenkiniuose Lietuvoje ir parengti rekomendacijas dėl žuvininkystės ūkių tvenkinių apsaugos nuo paukščių daromos žalos.

Šio pranešimo tikslas yra pristatyti didžiųjų baltųjų garnių ir pilkųjų garnių gausos dinamiką bei jų mitybos elgsenos tyrimų metodus ir preliminarius rezultatus žuvininkystės ūkių tvenkiniuose Lietuvoje 2019–2020 metų laikotarpiu.

**Metodika.** Garnių gausumo apskaitos 2019 m. rudenį–2020 m. pavasarį buvo atliekamos septyniuose žuvininkystės tvenkinių kompleksuose, išsidėsčiusiuose keturiuose Lietuvos rajonuose: UAB "Birvėtos tvenkiniai" teritorijoje (Ignalinos rajonas), Žuvininkystės tarnybos prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos Žuvivaisos skyriaus Simno poskyrio teritorijoje (Alytaus rajonas), UAB „Raseinių žuvininkystė“ Alsos, Paupio, Gabšių tvenkinių kompleksuose (Raseinių rajonas) ir UAB „Kintai“ (Šilutės rajonas). Garnių gausumui tvenkiniuose nustatyti buvo taikomi vizualiniai paukščių apskaitų metodai.

Garnių mitybos parametrams įvertinti buvo naudojama paukščių atrajų analizė bei stabilųjų izotopų analizė (mėginiai analizėms surinkti 2019 m. rugsėjo–spalio mėnesiais). Paukščiams pritvirtinus telemetrinius siūstuvus (GPS/GSM su saulės baterijomis) nustatoma paukščių elgsena, aktyvumas, maitinimosi ir poilsio vietos skirtingu paros metu. Leidimai vykdyti paukščių mitybinės elgsenos tyrimus gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros.

**Rezultatai ir diskusija.** Atlikus vizualinius vandens paukščių stebėjimus UAB „Raseinių žuvininkystė“ priklausančiuose trijų ūkių tvenkinių kompleksuose nustatyta, kad pilkųjų ir baltųjų garnių skaičius žymiai nesiskyrė vykdytų penkių apskaitų metu; bendras skaičius didžiausias buvo rugsėjo pradžioje (427 individai), rugpjūčio pabaigoje (324 individai). Alytaus rajone esančiuose Simno poskyrio tvenkiniuose garnių gausumas nebuvo didelis – daugiausiai stebėta bendrai tik 19 garnių rugsėjo pabaigoje. Kintų tvenkiniuose pilkųjų garnių gausumas buvo nuo 2 iki 20 kartų didesnis negu baltųjų; daugiausiai abiejų rūšių garnių stebėta spalio pabaigoje – 103 individai.

Taikant tradicinius ir inovatyvius paukščių mitybos ir elgsenos tyrimų metodus bus atsakoma į klausimus apie garnių dietą, aktyvumą, naudojamas

buveines, gausumą bei poveikį Lietuvos žuvininkystės tvenkiniuose auginamai žuviai.

**Padėka.** Dėkojame Sigitai Eigirdienei, Antanui Petraškai, Sauliui Rumbučiui, Paola Forni už pagalbą atliekant tyrimus. Už bendradarbiavimą dėkojame UAB „Raseinių žuvininkystė“, UAB "Birvėtos tvenkiniai", UAB „Kintai“ ir Simno poskyrio žuvininkystės ūkiams. Projektas finansuojamas iš Žemės ūkio, maisto ūkio ir žuvininkystės 2015–2020 metų mokslinių tyrimų ir taikomosios veiklos programos.

## Literatūra

- Ławicki Ł. 2014. The Great White Egret in Europe: population increase and range expansion since 1980. *British Birds*, 107(1), 8–25.
- Ławicki Ł., Lenkiewicz W. 2011. Czapla biała i czapla siwa. In: Sikora, A., Chylarecki, P., Meissner W., Neubauer G. (eds.), *Monitoring ptaków wodnoblotnych w okresie wędrówek*. Poradnik metodyczny, pp. 103–112. GDOŚ, Warszawa.
- Kushlan J. A., Hafner H. (eds), 2000. *Heron Conservation*. Academic Press, San Diego.
- Voslamber B., Platteeuw M., van Eerden M. R. 2010. Individual differences in feeding habits in a newly established Great Egret *Casmerodius albus* population: key factors for colonisation. *Ardea* 98: 355–363.
- Walter M., Grassley J., Ryding K. et al. 1995. Abundance, Distribution and Estimated Consumption (kg fish) of Piscivorous Birds Along the Yakima River, Washington State. Project No. 1995- 6424, 73 electronic pages, (BPA Report DOE/BP-00004666-11)
- Van Dam C., Buijse A. D., Dekker W. et al. 1995. Cormorants and commercial fisheries in the IJsselmeer, the Markermeer and Northwest Overijssel. *Rapport IKC Natuurbeheer* 19, Wageningen, 104 pp (In Dutch with English summary).

## **NAUJAI ĮSIKŪRUSIOS KORMORANŲ KOLONIJOS LIETUVOS PAJŪRYJE IR INVAZINIO JUODAŽIOČIO GRUNDALO POVEIKIS VERSLINIAMS ŽUVŲ IŠTEKLIAMS**

**Rasa Morkūnė, Airida Janavičiūtė, Algimantas Petraitis,  
Žilvinas Kregždys, Deividas Norkus, Marijus Špėgys,  
Tomas Zolubas, Julius Morkūnas**

Klaipėdos universitetas, Klaipėda  
*rasa.morkune@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Lietuvos priekrantės verslinių žuvų populiacijų būklę bei žvejų laimikius, tarp kurių dominuoja jūrinės ir migruojančios rūšys, lemia ne tik bendros Baltijos jūros žuvų populiacijų būklės kaita, klimatiniai ir antropogeniniai poveikiai. Priekrantės žuvų bendrija yra įtakojama lokalių mitybos tinklo procesų, kaip padidėjusi konkurencija su invazinėmis žuvų rūšimis, pasikeitę mitybos objektai ar pagausėjusių plėšrūnų, kaip žuvlesių paukščių, poveikis. Per pastarąjį dešimtmetį Baltijos jūros Lietuvos priekrantės mitybos tinkle įvyko svarbių pokyčių, kuriuos didžia dalimi galėjo nulemti invazinio juodažiočio grundalo ir didžiųjų kormoranų kolonijų gausėjimas (Skabeikis ir kt., 2018; Pajūrio regioninio parko direkcijos informacija).

Invazinio juodažiočio grundalo plitimas ir gausėjimas Lietuvos priekrantėje, Kuršių mariose bei kitose Baltijos jūros šalyse yra neblogai iširtas (Herlevi ir kt., 2018; Rakauskas ir kt., 2013; Skabeikis ir Lesutienė, 2015), tačiau šios rūšies įtaka verslinių žuvų rūšių išteklių būklei Lietuvos priekrantei nėra įvertinta.

Aplinkinėse šalyse atlikta nemažai studijų apie kormoranų įtaką žuvų bendrijoms ir verslinių žuvų ištekliams (pavyzdžiui, Ostman ir kt., 2013). Prieš dešimtmetį buvo nustatyta, kad Kuršių mariose besimaitinantys kolonijoje ties Juodkrante perintys kormoranai daugiausiai maitinasi neverslinėmis žuvimis (Pūtyš, 2012; Pūtyš ir Zarankaitė, 2010), tačiau tai nesumažino konfliktų su žvejais. Nors kolonijos lizdų skaičius reguliuojamas baidymo priemonėmis, Lietuvos priekrantėje šis konfliktas vis aštrėja dėl naujos kolonijos įsikūrimo pajūryje ties Karkle (šio darbo tyrimų vieta), kur 2017 metais perėjo apie 500, o pastarąjį 2019 m. sezoną – jau apie 1000 kormoranų porų (Pajūrio regioninio parko direkcijos informacija). Kadangi tai nauja kolonija, kurioje perinčių paukščių ir jų jauniklių mitybos charakteristikos, įskaitant dietos sudėtį ir maitinimosi plotus, išlieka netyrinėta. Spėjama, kad jie maitinasi jūroje, o ne

mariose (kaip Juodkrantės kolonijos paukščiai), todėl nežinoma jų įtaka priekrantės žuvų bendrijai bei verslinių žuvų ištekliams.

Pranešime pateikiame preliminarius rezultatus apie Karklės kolonijos kormoranų mitybinę elgseną bei fenologinius parametrus. Tai dalis vykdomo projekto, kuriuo siekiame įvertinti Baltijos jūros priekrantės verslinių žuvų populiacijų būklės rodiklių kaitą, invazinio juodažiočio grundalo ir naujai įsikūrusios didžiojo kormorano kolonijos poveikių kontekste.

**Metodai.** Kormoranų mitybos tyrimai ir fenologiniai stebėjimai buvo atliekami 2018–2019 metų kovo–spalio mėnesį Plazės ežere, kuris yra ledyninės kilmės ežeras, esantis vakarų Lietuvoje, Klaipėdos rajone, apie 8 km į vakarus nuo Kretingalės, 200 metrų nuo Baltijos jūros, tarp Karklės ir Šaipių kaimų. Ežero plotas užima 5847 ha. Krantai žemi, vakarinis ir pietinis – užpelkėję, šiaurinė ir pietinė pakrantės apaugę mišku. Plazės, kitaip dar vadinamas Plocio ežeras, priklauso Pajūrio regioninio parkui ir patenka į Plazės gamtinio rezervato teritoriją.

Perinčių kormoranų ir jų jauniklių bei pasibaigus perėjimo sezonui mitybinė elgsena buvo vertinama analizuojant po lizdais rastas žuvis bei atrajas.

**Rezultatai ir rezultatų aptarimas.** Kolonijoje perintys paukščiai 2019 metais pasirodė kovo mėn. pradžioje (kovo 9 d. stebėta 50 ind.). Pirmi jaunikliai išsiritę ir buvo pradėti maitinti apie balandžio 26 d.; tuo metu kolonijoje buvo rasta juodažiočių grundalų ir keli ešeriai. Atlikus atrajų, surinktų 2018 m. birželio ir rugpjūčio mėnesiais, analizę, nustatyta, kad kormoranai daugiausiai maitinasi grundalais. Kitos aptiktos žuvų rūšys buvo gyvavedė vėgėlė, strimelė, stinta, brėtlingis, upinė plekšnė, grundalinių bei tobinų šeimos žuvis. Tai yra pirmieji didžiųjų kormoranų mitybos tyrimai naujai įsikūrusioje Plazės ežero kolonijoje, todėl būtina juos tęsti ir patikslinti rezultatus.

Daugiau tyrimų yra būtina atlikti siekiant kompleksiskai įvertinti juodažiočių grundalų ir didžiųjų kormoranų poveikį versliniams ištekliams. Žuvų bendrijos tyrimų 2020 m. vasario–spalio mėnesių rezultatai bus palyginami su ankstesne bendrija (prieš grundalo išplitimą ir pagausėjant perinčių kormoranų). Taip pat žuvų bendrijos parametrai kormoranų perėjimo ir jauniklių maitinimo periodais ir kormoranų dietos sudėtis bus lyginama su jūroje esančiais žuvų ištekliais. Perinčių kormoranų ir jų jauniklių mitybinė elgsena naujoje kolonijoje ties Karkle vertinama naudojant atrajų analizę, stabilijų izotopų analizę bei telemetrinius siūstuvus, kuriais bus sužinoti tikslūs paukščių maitinimosi plotai žvejojimo baruose. Galiausiai, naudojant Jūros strategijos pagrindų direktyvos ir kitus rodiklius, bus atlikti skaičiavimai, parodantys verslinių žuvų išteklių būklę ir jos galimą kaitą juodažiočio

grundalo ir didžiojo kormorano poveikių kontekste. Taip pat bus atlikta žvejų verslininkų apklausa apie juodažiočių grundalų, didžiųjų kormoranų poveikius žuvų laimikiams, svarbiausias grėsmes ištekliams bei galimas valdymo priemonės.

**Finansavimas.** Veiklos vykdomos pagal projektą „Naujai įsikūrusios kormoranų kolonijos ir invazinio juodažiočio grundalo poveikio verslinių žuvų ištekliams vertinimas naudojant JSPD rodiklius“ (sutr. GURMANAS, Nr. 28MŽ-KL-19-1-01005-PR001), kuris yra finansuojamas Europos jūrų reikalų ir žuvininkystės fondo ir Lietuvos valstybės biudžeto lėšomis pagal Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2014–2020 metų veiksmų programos pirmojo Sąjungos prioriteto „Aplinkosaugos požiūriu tvarios, efektyviai išteklius naudojančios, inovacinės, konkurencingos ir žiniomis grindžiamos žvejybos skatinimas“ priemonę „Mokslininkų ir žvejų partnerystės“.

## Literatūra

- Herlevi H., Aarnio K., Puntilla-Dodd R., Bonsdorff E. 2018. The food web positioning and trophic niche of the non-indigenous round goby: a comparison between two Baltic Sea populations. *Hydrobiologia* 822(1): 11–128.
- Pūtys Ž. 2012. Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* diet and its effect on the fish populations and their community in the eutrophic Curonian Lagoon ecosystem. Doctoral dissertation, Vilnius University, Vilnius, Lithuania.
- Pūtys Z., Zarankaitė J. 2010. Diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) at the Juodkrantė colony, Lithuania. *Acta Zoologica Lituonica* 20: 179–189.
- Rakauskas V., Pūtys Ž., Dainys J. et al. 2013. Increasing population of the invader round goby, *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae), and its trophic role in the Curonian Lagoon, SE Baltic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 43(2): 95–108.
- Skabeikis A., Lesutienė J. 2015. Feeding activity and diet composition of round goby (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) in the coastal waters of SE Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 44 (4): 508–519.
- Skabeikis A., Morkūnė R., Bacevičius E. et al. 2018. Effect of the round goby (*Neogobius melanostomus*) invasion on the blue mussel population and winter diet of the long-tailed duck (*Clangula hyemalis*) (Priimtas į žurnalą “Biological Invasions”).

## KRIOGENINIŲ TALPŲ SUMONTUOTŲ LAIVAPRIEKYJE ĮTAKA SKIRTINGŲ GEOMETRINIŲ CHARAKTERISTIKŲ JŪRŲ UOSTŲ VILKIKŲ EIGUMUI

**Lukas Norkevičius**

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūrų  
inžinerijos katedra, Klaipėda  
*l.norkevicius@gmail.com*

**Įvadas.** Jūrų uostų vilkikai (JUV) – tai manevringi, santykinai nedidelių gabaritų, bet didelę varomąją galią turintys laivai (Purpose of tugboats, 2020). Vidutinio 28 m. ir 10 m. pločio vilkiko bendra variklių galia gali siekti 3730 kW. (Damen product, 2020). Jūrų uostų vilkikų paskirtis atskleidžia tokį galios poreikį. JUV skirti padėti manevruoti, įsibėgėti arba stabdyti didelių gabaritų, įvairaus tipo laivams ribotose uosto ekvatorijose.

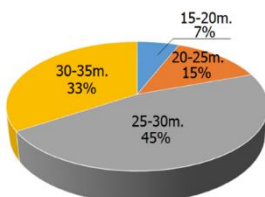
Pagrindinė vilkikų kuro rūšis – dyzelinas. Eksploatuojamas uosto akvatorijoje, prie krantinių dirbdamas jūrų uostų vilkikas yra lokalus taršos šaltinis. Didelės galios dyzelinu varomi JUV varikliai eksploatuojami tiek mažų ir didelių apkrovų režimuose į aplinką išskiria išmetamąsias dujas, kurių sudėtyje yra SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ir kitų, priklausomai nuo kuro sudėties, aplinkai žalingą poveikį darančių dalelių (Nicholas et al, 2016). Klaipėdos valstybinio jūrų uosto duomenimis uoste eksploatuojami JUV per metus vidutiniškai į aplinką išmeta SO<sub>2</sub>=7,7 %, CO<sub>2</sub>=19 %, NO<sub>x</sub>=14 % kenksmingų dalelių lyginant su visais uosto ekvatorijoje plaukiojančiais laivais (Persijanovas, 2015).

Įsigaliojus MARPOL 73/78 VI priedo paskutinei Tier III redakcijai, leistini kenksmingų emisijų normatyvai bus užtikrinami tik nemotorinėmis technologijomis, elektra arba jėgainių konversija eksploatacijai ekologiškomis kuro rūšimis (Peet, 1992). Šiuo metu pasaulinėje kuro rinkoje alternatyva galinti pakeisti laivinį dyzelinį kurą yra gamtinės dujos (GD). Siekiant sumažinti užsimamą GD turį, dujos yra atšaldomos iki –161,5 °C, kol pasiekia skystą būvį. Suskystintos gamtinės dujos (SGD) užima 600 kartų mažesnę tūrį nei dujiniame pavidale (Chen, 2019). SGD yra laikomos gerai nuo atmosferos poveikio izoliuotuose slėginuose induose – kriogeninėse talpose (Bashar at al., 2016). 20 m<sup>3</sup> užpildytos kriogeninės talpos svoris gali siekti iki 16,6 t. Toks papildomas svoris sumontuotas JUV korpuse gali turėti neigiamos įtakos Jūrų uosto vilkiko eigumui – laivo savybei išvystyti reikiamą greitį tam eikvojant kuo mažiau galios (Norkevičius, Lebedevas, 2019).

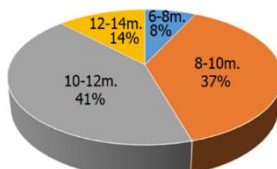


Atlikus Baltijos jūros regiono uostuose eksploatuojamų jūrų uostų vilkikų JUV statistikos analizę, kurios imtis 217 JUV buvo nustatytos pagrindinės vilkikų geometrinės charakteristikos, kurios pateikiamos 1 pav.

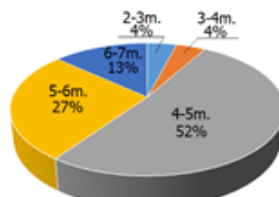
JUV ILGIAI



JUV PLOČIAI



JUV GRIMZLĖS



1 pav. Baltijos jūros regiono JUV pagrindinės geometrinės charakteristikos.

Sekančiame eksperimento sudarymo etape panaudoti JUV geometriniai duomenys iš 1 pav. pateiktos statistinėje analizėje įtrauktų JUV.

**Eksperimento modeliavimas.** Remiantis atliktos Baltijos jūros regiono JUV statistinės analizės duomenimis išskiriamos 3 pagrindines jūrų uostų vilkikų grupės pagal JUV kiekį, pagrindinio matmens – ilgio charakteristiką: mažus 15 % (20–25 m), vidutinio dydžio 45 % (25–30 m) ir didžiuosius 33 % (30–35 m.) jūrų uostų vilkikus. Pagal geometrinės charakteristikas kiekvienai iš grupių priklausančių 3 skirtingų JUV geometrinės, hidrostatinės ir traukimo galios būdingos charakteristikos pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Tiriamų JUV korpusų geometrinės ir hidrostatinės charakteristikos

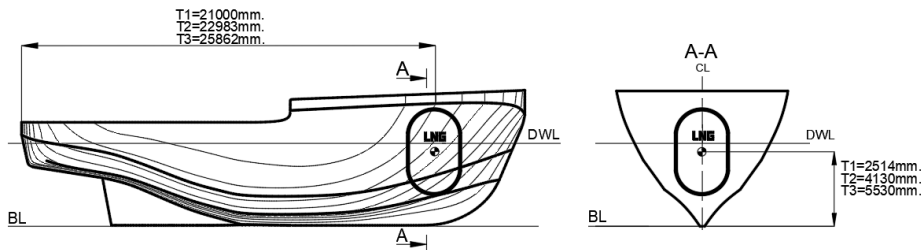
Ilgis, m.	T1-24,5; T2-28,6; T3-30,6;
Plotis, m.	T1-8,8; T2-10,4; T3-12,0;
Grimzlė, m.	T1-3,0; T2-4,6; T3-6,0;
Vandentalpa, t.	T1-335,8; T2-590,0; T3-982,0;
Projektinis greitis, kt.	T1-13,0; T2-13,1; T3-12,8;
Vilkimo galia, t.	T1-57,0; T2-58,0; T3-61,0;
Bendrojo pilnumo koeficientas	T1- 0,586; T2-0,634; T3-0,599;

Atlikus kriogeninių talpų rinkos apžvalgą buvo įvertinta egzistuojančių rezervuarų talpa ir geometrinės charakteristikos. Rezervuarų dydis yra svarbi charakteristika dėl ribotos vietos JUV korpuso patalpose. Atsižvelgiant į rinkoje egzistuojančias kriogenines talpas buvo sumodeliuotas SGD rezervuaras, kurio pagrindinės charakteristikos pateikiamos 2 lentelėje (Koh et al., 2016).

Kriogeninės talpos pagrindinės charakteristikos

<b>Gabariniai matmenys LxBxH, m.</b>	2,9 x 2,9 x 4,7
<b>Tuščios taros svoris, t.</b>	6,1
<b>SGD kuru užpildytos taros svoris, t.</b>	11,8

Naudojant specializuotą laivų korpusų projektavimo programą “Delftship” dviem atvejais buvo sumodeliuotos trimatės JUV geometrijos be kriogeninės ir su kriogenine talpa. SGD rezervuaro išdėstymas laivo bazinių plokštumų atžvilgiu pateikiamas 2 pav.



2 pav. Kriogeninių talpų išdėstymas JUV bazinių plokštumų atžvilgiu.

Kriogeninės talpos išdėstytos laivapriekyje po pagrindiniu deniu, laikantis saugumo reikalavimų atstumui nuo taraninės JUV pertvaros ir reikiamų atstumų SGD įrangos aptarnavimui (Persijanovas 2015).

Virtualiai sumodeliuotos kriogeninės talpos pilnai užpildytos SGD kuru, bendras svoris siekia 11,8 t. reikia įvertinti hidrostatiinių charakteristikų pokytį (grimzlės, vandentalpos, suvilgyto paviršiaus ploto), kurių pokytis turi tiesioginę įtaką laivo eigumui. Skaičiavimai buvo atlikti naudojant skaičiuojamąją kompiuterinę programą “Autohydro”. Skaičiavimo rezultatai pateikiami 3 lentelėje.

JUV hidrostatiinių charakteristikų pokytis

Hidrostatinės charakteristikos	Su SGD talpomis	Be SGD talpų	Pokytis
Grimzlė, m.	$T1 d_{lg}=2,88$ $d_{lp}=3,26$ $T2 d_{lg}=4,52$ $d_{lp}=4,82$ $T3 d_{lg}=5,93$ $d_{lp}=6,12$	$T1 d_{lg}=3,0 d_{lp}=3,0$ $T2 d_{lg}=4,6 d_{lp}=4,6$ $T3 d_{lg}=6,0 d_{lp}=6,0$	$T1 d_{lg}=0,12$ $d_{lp}=0,26$ $T2 d_{lg}=0,08$ $d_{lp}=0,22$ $T3 d_{lg}=0,07$ $d_{lp}=0,12$

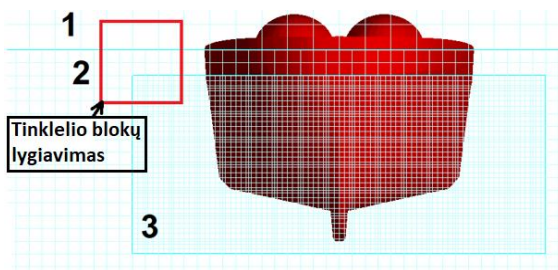
Vandalpalpa, t.	$T1=357,4;$ $T2=601,8;$ $T3=992,8$	$T1=336; T2=590;$ $T3=981$	$T1=11,2; T2=11,2;$ $T3=11,2$
Suvilgyto paviršiaus plotas, $m^2$ .	$T1=248; T2=310;$ $T3=586$	$T1=243; T2=301;$ $T3=573.$	$T1=5; T2=9;$ $T3=13.$

$d_{ip}$  – laivo grimzlė laivapriekyje, m.,  $d_{ig}$  – laivo grimzlė laivagalyje, m.

Iš gautų skaičiavimo rezultatų matome, kad sumontavus kriogeninę talpą, kurios svoris 11,8 t padidėja laivų suvilgyto paviršiaus plotai ir grimzlės laivapriekyje. Pagal bendrąją laivų pasipriešinimo susidarymo teoriją galime teigti, kad padidėjęs suvilgyto paviršiaus plotas turės neigiamą įtaką laivo eigumui.

Vandens pasipriešinimo pokyčio laivo korpuso judėjimui vertinimas buvo atliktas naudojant skaičiuojamosios skysčių dinamikos (SSD) programą „Flow3D“. Programos veikimas pagrįstas baigtinių skirtumų metodu. Laisvojo paviršiaus sekimui naudojamas TruVOF algoritmas (Cozzi, 2010).

Skaičiavimo rezultatų patikimumas, eksperimento laikas, kompiuterinių resursų kiekis priklauso nuo programoje sudaryto tinklelių bloko, kuris aproksimacijos principu suskaido trimatę laivo korpuso geometriją į atskiras dalis priklausomai nuo tinklelio tankumo (Flow Science, 2019). Bendras tinklelio elementų skaičius 5,2 mln. Tinklelių blokų išdėstymas programoje „Flow 3D“ pateikiamas 3 pav.



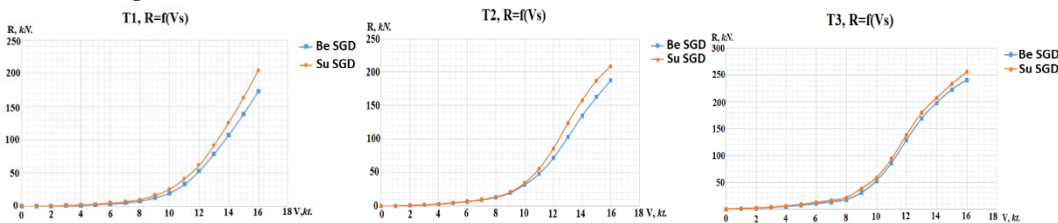
3 pav. Tinklelių blokų išdėstymas programoje „Flow 3D“.

Virtualaus eksperimento laikas  $t=60$  s. Vandens srauto greitis lygus JUV eksploataciniam greičiui  $v=6,73$  m/s. (13,1 mazgai). Skaičiavimai atliekami dviem atvejais: 1. JUV be kriogeninės talpos, 2. JUV su kriogenine talpa. SSD skaičiavimų rezultatai pateikiami 4-oje lentelėje.

SSD eksperimento rezultatai

JUV	JUV greitis, kt. (mazgai)	Vandens pasipriešinimas kN, be SGD	Vandens pasipriešinimas kN, su SGD	Pokytis procentais, %
T1	13,1	78,65	91,69	Padidėja 14,2
T2	13,1	102,75	123,81	Padidėja 17,0
T3	13,1	168,88	180,04	Padidėja 6,2

Vandens pasipriešinimo skaičiavimų rezultatai grafiškai pateikiami 4 pav.



4 pav. Vandens pasipriešinimo skaičiavimų rezultatai.

Remiantis atliktais hidrostatiinių charakteristikų ir SSD vandens pasipriešinimo skaičiavimais galime teigti, kad laivapriekyje sumontuota kriogeninė talpa daro neigiamą įtaką jūrų uosto vilkiko eigumui ir išilginiam diferentui (padidėja JUV grimzlė laivapriekyje).

**Išvados:**

1. Naudojant skaičiuojamąją kompiuterinę programą „Autohydro“ nustatytas JUV hidrostatiinių charakteristikų pokytis sumontavus kriogenines talpas laivapriekyje, atsiranda laivo diferentas į laivapriekį:

- 1.1 Grimzlė laivapriekyje padidėja: T1=0,26 m, T2=0,22 m, T3=0,12 m.
- 1.2 JUV vandentalpa padidėja 11,8 t.
- 1.3 Suvilgyto paviršiaus plotas padidėja: T1=5 m<sup>2</sup>, T2=9 m<sup>2</sup>, T3=13 m<sup>2</sup>.

2. Naudojant SSD programą „Flow 3D“ nustatyta, kad JUV plaukiant eksploataciniu greičiu vandens pasipriešinimas padidėja: T1=14,2 %, T2=17 %, T3=6,2 %.

**Literatūra**

Bashar A., Kumar S., Koh N. 2016. Portable fuel tank – The application of a New Method of Bunkering for Small Scale Gas Fuelled Vessels.  
 Chen J. 2019. Liquefied Natural Gas (LNG). Investopedia, China.  
 Cozzi O. 2010. Free surface flow simulation: correcting and benchmarking the ALE method in Code\_Saturne, The University of Manchester.  
 Damen product [interaktyvus], [žiūrėta 2020 m. Kovo 4 d.], Prieiga per internetą:

## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga

< <https://products.damen.com/en/ranges/asd-tug>>.

Flow Science [interaktyvus], [žiūrėta 2019 m. Kovo 2 d.], Prieiga per internetą:  
<http://www.flow3d.com/home/resources/cfd-101>

Nicholas R., Robert L., Welch A. 2016. Impact of Aftertreatment Technologies on the In-Use Gaseous and Particulate Matter Emissions from a Tugboat.“ Enegy fuels. California, 2016.

Koh, N., Bashar A., Kelvin J. 2016. Portable fuel tanks – The application of a new method of bunkering for small scale gas fuelled vessels. Marine technology and developoment. China.

Norkevičius L., Lebedevas S. 2019. Kriogeninių talpų įtaka JUV eigumui. Konferencija „Jūros ir krantų tyrimai“. Klaipėda, 2019.

Peet G. 1992. The MARPOL Convention: implementation and effectiveness, International Journal of Coastal and Estuarine Law 7(4): 277–295.

Persianovas R. 2015. SGD technologijų įdiegimo klaipėdos uosto vilkikuose tyrimai.

Purpose of tugboats [interaktyvus], [žiūrėta 2020 m. Kovo 4 d.] Prieiga per internetą:  
<https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-tug-boats/>.

## **ŠPICBERGENO PRIEKRANTĖS BUVEINIŲ IR BOREALINIŲ RŪŠIŲ TYRIMAI: PIRMIEJI REZULTATAI**

**Sergej Olenin, Andrius Šiaulys, Aleksej Šaškov,  
Aurelija Samuilovienė, Darius Daunys, Diana Vaičiūtė,  
Edvinas Tiškus, Martynas Bučas, Saulė Medelytė, Tomas Ruginis**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*sergej.olenin@jmtc.ku.lt*

**Įvadas.** Arkties potvynių–atoslūgių zonos ledynų tirpsmas ir atsitraukimas nuo kranto yra du ryškiausi klimato atšilimo padariniai Europos Arktyje, Špicbergene (ACIA 2005). Jūros dugno erdvės atsilaisvina nuo ledyno iki 500 m per metus greičiu ir pakrantės ledas, kuris anksčiau dengdavo krantus 7–9 mėnesius, dabar laikosi vos 2–3 mėnesius žiemos pabaigoje. Špicbergeno ledo tirpsmas keičia hidrodinamiką, lemia nuosėdų pernašą iš kontinentinės dalies į vandens storumę, sudaro sąlygas naujų buveinių atsiradimui. Stebimi pokyčiai apima biomasės ir biologinės įvairovės didėjimą bei sublitoralinių bendrijų prasiskverbimą į seklesnius vandenius, kur anksčiau ledo gremžimo poveikis buvo jas limituojantis veiksnys (Włodarska-Kowalczuk, Pearson 2004; Węśławski et al. 2010).

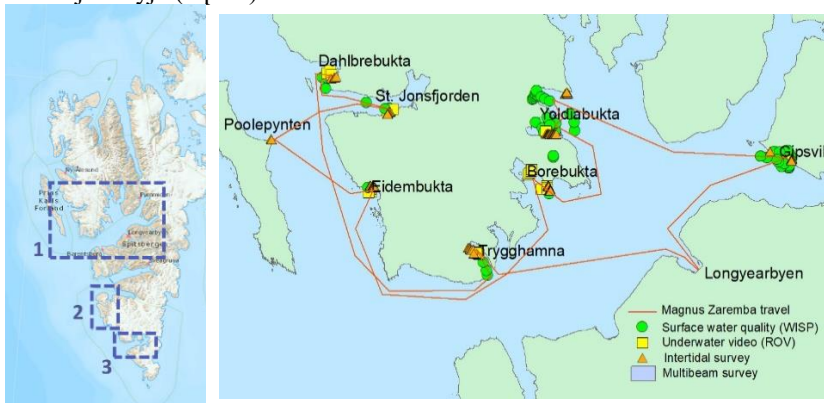
Borealinė flora ir fauna patenka į Špicbergeną su Atlanto vandenimis iš Vakarų Europos – Jungtinės Karalystės regiono. Bentosinių organizmų pelaginėms lervutėms, vandens stulpe gyvenančioms vos kelias savaites, didesnis nei 1000 km atstumas, skiriantis Špicbergeną nuo Europos, yra geografinis barjeras, neleidžiantis borealiniams organizmams įsikurti Arktyje (Милейковский 1977). Tačiau vis didėjantis makroplastiko šiukšlių srautas, dreifuojantis su vandenyno srovėmis, sukuria naują borealinių rūšių migracijos būdą (pvz. Węśławski, Kotwicki 2018). Didelės plastikinės dėžės, statinės ar tinklai yra lengvai kolonizuojami suaugusių organizmų, kurie jūros paviršiumi gali keliauti daugelį metų, prieš atplaukdami į naują pakrantę.

Borealinių rūšių plitimas į Arkties priekrantės ekosistemas yra įdomus tiek fundamentiniu, tiek praktiniu požiūriu. Klasikinėje biogeografijoje yra salų teorija, kuri postuluoja, kad salų kolonizacija yra atsitiktinis procesas, kuriame rūšių įvairovė, populiacijų stabilumas ir bendrijų struktūra priklauso nuo salos dydžio ir atstumo iki žemyno. Naujų buveinių, atsiradusių po ledynų pasitraukimo Špicbergene, tyrimai leidžia patikrinti, ar būtent šis procesas vyksta šiuo metu Arktyje. Kitas scenarijus yra tiesiog visos borealinės biogeografinės provincijos perėjimas į Šiaurę. Šiuo atveju populiacijos būtų

panašios į šaltinio regioną: turtingos ir stabilios bendrijos, o jų struktūra būtų kaip borealinėse vietovėse. Pirmame scenarijuje organizmų pernaša su makroplastiko šiukšlėmis yra labai svarbus salų kolonizacijos veiksnys, tuo tarpu antrame scenarijuje šis veiksnys yra nesvarbus, nes bet kurio atveju savo ribas keičia visa biogeografinė provincija. Praktinis tokių tyrimų aspektas yra tas, kad Arkties ekosistemas vis labiau veikia klimato pokyčiai ir antropogeninė veikla, todėl norint priimti valdymo sprendimus svarbu atskirti natūralius ir žmogaus sukeltus pokyčius.

Mūsų tyrimo tikslas – apibūdinti Arkties pakrančių kolonizacijos borealinėmis rūšimis procesą. Siekdami tai išaiškinti, mes tyrinėjame buveines neseniai nuo ledo atsilaisvinusiuose Špicbergeno fiorduose ir lyginame jas su ilgiau nuo ledo laisvomis vietovėmis. Šiame straipsnyje pateikiama informacija apie atliktus tyrimus, pagrindinius metodus ir pirmus gautus rezultatus.

**Tyrimų vietos.** Tyrimai buvo vykdomi vakarų Svalbardo salyno centrinėje dalyje (1 pav.).



1 pav. Iš kairės: Svalbardo salyno vakarinė dalis, kurioje buvo vykdomi tyrimai: 1) kompleksiniai tyrimai Isfjordeno apylinkėse 2019 m. iš jachtos Magnus Zaremba (žemėlapis dešinėje), 2) 7-dienų 130 km žygis kranto zonoje nuo Bellsund iki Grønffjorden 2019 m., 3) 2018 m. dugno makrofaunos tyrimai ir povandeninis kartografavimas.

**Litoralės tyrimai.** Potvynių-atoslūgių zonos apžvalga buvo vykdoma žemo vandens lygio metu 1 ir 2 rajonuose (1 pav.). Pirmame rajone kiekvienoje vietoje buvo fotografuojami makroplastiko objektai ir fiksuojamos jų GPS koordinatės naudojant OLYMPUS TG-2 skaitmeninę kamerą; antrame rajone makroplastikas buvo renkamas 9 pakrantės ruožuose padalijant tiriamą vietą į tris 20x20 m kvadratus. Makroplastikas tiriamuose kvadratuose buvo

fotografuojamas ir suskaičiuojamas kiekis. Makroplastiko objektai buvo apžiūrėti, nustatant biologinių apaugimų (dvigeldžių moliuskų, ūsakojų vėžiagyvių, dumblių ir pan.) buvimą. Taip pat buvo imami šoniplaukų *Gammarus oceanicus* (borealinė, šiuo metu Špicbergene plintanti svetimkraštė rūšis) ir *G. setosus* (arktinė, vietinė rūšis) mėginiai. Apatinėje litoralės dalyje mėginiai buvo imami naudojant rankinį semtuvą arba surenkant gyvūnus iš duobutės po pakeltu akmeniu. Taip pat litoralėje buvo nustatomas borealinio dvigeldžio moliusko *Mytilus* sp. kolonijų ar pavienių individų buvimas / nebuvimas. Atliktų tyrimų ir paimtų mėginių skaičius pateikti suvestinėje (1 lent.).

1 lentelė

Atliktų litoralinių tyrimų suvestinė

<b>Data</b>	<b>Vietovė</b>	<b>Makroplastikas<sup>1</sup></b>	<b>Gammarus<sup>2</sup></b>	<b>Mytilus<sup>3</sup></b>
2019-07-23	Gipsvika	515 / 4	5	0/0/0
2019-07-23	Gipshukoden	160 / 20	27	0/0/0
2019-07-26	Yoldiabukten	3300 / 56	11	0/0/0
2019-07-27	Borebukten-1	1275 / 69	30	0/0/0
2019-07-27	Borebukten-2	-	39	0/0/0
2019-07-28	Eidembukta	1575 / 98	26	0/1/0
2019-07-29	St Johnfjord	870 / 14	27	0/0/0
2019-07-29	Dahlbreen-1	1270 / 6	19	0/0/1
2019-07-29	Dahlbreen-2	-	11	0/0/0
2019-07-30	Trygghamna	1945 / 4	77	1/1/0
2019-07-29	Diabasbukta	-	44	0/0/0
2019-07-31	Marvagen	-	78	0/0/0
2019-08-01	Osodden	-	130	0/0/0
2019-08-02	Isfjorflya South	-	78	0/0/0
2019-08-03	Isfjorflya North	-	103	0/0/0
2019-08-03	Lewinodden	-	29	0/0/0
2019-08-04	Vestre Twillingodden	-	83	0/0/0
2019-08-04	Minervaodden	-	98	0/0/0
	Iš viso		915	



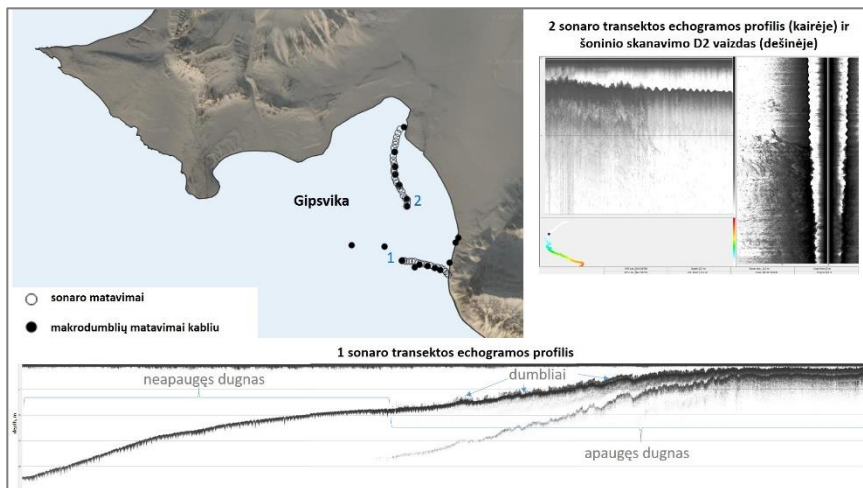
<sup>1</sup>kranto ruožas (m), kuriame buvo vykdoma nuotrauka / rastų makroplastiko objektų skaičius; <sup>2</sup>surinktų *Gammarus* spp. individų skaičius; <sup>3</sup>gyvos midijos/tuščios midijų kriauklės/midijos ant makroplastiko: 1 – yra, 0 – nėra.

Šoniplaukų mėginius pristatčius į KU JTI Aplinkos genetikos laboratoriją buvo nustatoma kokiais *Gammarus* rūšiais (*G. oceanicus* ar *G. setosus*) priklauso surinkti individai. Siekiant išsiaiškinti svetimkraštės šoniplaukų rūšies plitimo sėkmę buvo atliekama epigenetinė mėginių analizė. Išskyrus DNR iš šoniplaukų audinių, buvo vykdomi DNR metilinimo įvairovės tyrimai, kurių pagrindinis tikslas yra išsiaiškinti konkrečios šoniplaukų populiacijos DNR metilinimo lygį. Tyrimo rezultatai leidžia spręsti, ar epigenetiniai pokyčiai populiacijoje gali būti viena iš priežasčių, lemiančių svetimkraštės rūšies plitimo sėkmę, t. y. kuo DNR metilinimo lygis populiacijoje yra žemesnis, tuo tokios populiacijos individai gali lengviau prisitaikyti prie naujų, jiems ne visai įprastų aplinkos sąlygų.

**Dugno akustinis skenavimas ir filmavimas** vyko iš arktinės jachtos Magnus Zaremba, panaudojant KTU JTI daugiaspindulinį sonarą Geoswath 500 ir povandenį robotą (ROV). Akustiniai duomenys buvo naudojami skaitmeninio reljefo modeliams pagaminti. Iš viso sukurti 7 reljefo modeliai, jų bendras plotas 10,1 km<sup>2</sup> (2 lent.). Iš videoįrašų buvo sudarytos mozaikos (Rzhanov et al. 2006), kurios panaudotos dugno vaizduose matomų požymių atlasui sudaryti. Atlasą sudaro 50–60 biologinių (moliuskų, vėžiagyvių, dygiaodžių ir kt.) bei fizinių (substrato tipai, urvai ir kt.) požymių. Šiuo metu vyksta konsultacijos su taksonomijos specialistais, kurie padeda patikslinti biologinių požymių identifikaciją.

**Dugno makrodumblių tyrimai** buvo vykdomi dviejose transektose Gipsvikoje (2 pav.), kur dugnas skanuotas vienspinduliniu echolotu (Humminbird 898c SI Combo), prie 200/455 kHz dažnių (iki 6,4 cm rezoliucijos). Akustinių duomenų validavimui buvo mėtomas kablys ir draguojamas dugnas (iki minutės); pagauti makrodumbliai buvo apibūdinami iš karto arba imami į mėginius vėlesnei analizei. Echogramos analizuotos su HumViewer 86 programa, kur makrodumbliai aiškiai išsiskyrė pagal akustinius šešėlius nuo neapaugusio dugno (2 pav.). Iš echogramų buvo įvertinta, kad makrodumblių maksimalus pasiskirstymo gylis buvo iki 16 m.

**Vandens optinių savybių tyrimai** buvo atliekami 2019 m. liepos 23–25 d. iš mokslinio laivo OCEANIA ir liepos 27–30 d. iš tyrimų jachtos Magnus Zaremba (2 lent.). Ekspedicijų metu buvo atliekami spektriniai ir vandens optinių savybių matavimai panaudojant WISP-3 radiometrą, matuojamas vandens drumstumas ir vandens skaidrumas, buvo surinkti vandens mėginiai, siekiant nustatyti suspenduotas skendinčias medžiagas.



2 pav. Dugno makrodumblių tyrimai dviejose transektose Gipsvikoje ir jų echogramų profiliai.

Šių duomenų dėka yra kuriamas ir tikrinamas algoritmas, kuris iš Sentinel ir Landsat palydovinių duomenų leis tiksliai apskaičiuoti skendinčių medžiagų kiekį, kartografuoti padidinto drumstumo frontines zonas, jų kaitą laike ir erdvėje, kurios susidaro dėl Špicbergeno ledo tirpimo ir lemia dugno buveinių erdvinį pasiskirstymą. Ši informacija papildys Arkties buveinių kolonizacijos proceso vertinimą keičiantis klimatui.

2 lentelė

Nuotoliniais metodais atliktų tyrimų suvestinė

Data	Vietovė	Sonaras (DTM) <sup>1</sup>	ROV tran./min <sup>2</sup>	UW moz. <sup>3</sup>	WISP/NTU <sup>4</sup>
23.07.2019	Gipsvika	-	-	-	0,7–38,9
24.07.2019	Gipsvika (2)	1	5 / 60 min	68	1,9–590,2
26.07.2019	Yoldiabukta	2	3 / 30 min	1	1,0–8,6
27.07.2019	Borebukta	2	4 / 53 min 3 / 15 min	27 15	5,6–23,1
27.07.2019	Eidembukta	1	3 / 15 min	15	3,3–21,5
28.07.2019	St. Johnsfjorden	1	1 / 17 min	10	7,1–20,7
29.07.2019	Dahlbrebukta	n/a	2 / 37 min	10	4,4–15,4
30.07.2019	Trygghamma	n/a	3 / 31 min	19	0,7–38,9
31.07.2018	Adriabukta	-	7 / 27 min	24	-
31.07.2018	Burgerbukta	-	5 / 14 min	11	-

Iš viso	7	26 /271 min	200
<sup>1</sup> Dugno akustinis skenavimas šoninio skenavimo sonaru, DTM (digital terrain model) – pagamintų skaitmeninio reljefo modelių skaičius, n/a – sonaras nustotoje vietoje veikti po susidūrimo su aisbergu;			
<sup>2</sup> ROV (remotely operated vehicle) – nuotoliniu būdu valdomas povandeninio filmavimo aparatas, tran. – filmavimo transektų skaičius, trukmė (min.);			
<sup>3</sup> UW (underwater) – sukurtų povandeninio vaizdo mozaikų skaičius;			
<sup>4</sup> WISP (WaterInsight produced hand-held spectroradiometer) – vandens optinių savybių tyrimai (WISP spektrometru ir Secchi disku), NTU (Nephelometric Turbidity Units) – nustatytas drumstimo diapazonas.			

**Išvada.** Tyrimai Špicbergeno krantuose ir priekrantės vandenyse apėmė skirtingus biologinės organizacijos lygmenis: nuo genų ir rūšių iki bendrijų ir buveinių. Tyrimų medžiaga buvo renkama įvairiais būdais: krante – vykdamas litoralinės apžvalgos ekskursijas; po vandeniui – vykdamas jūros dugno akustinį skenavimą bei filmavimą nuotoline vaizdo kamera; iš oro – filmuojant pakrantes naudojant droną; ir iš kosmoso – analizuojant palydovinius vaizdus. Tikimasi, kad tyrimai padės atskleisti po-ledyninių buveinių formavimosi ypatumus.

**Padėkos.** Tyrimai vykdyti įgyvendinant dvišalio Lietuvos–Lenkijos bendradarbiavimo programos DAINA projektą ADAMANT „Arkties bentos ekosistemų kaita: ledyno tirpsmo ir borealinių rūšių pernašos makroplastiku poveikis“. Tyrimų sėkmė būtų neįmanoma be glaudaus bendradarbiavimo su Lenkijos Mokslo Akademijos Okeanologijos instituto (IOPAN) direktoriumi prof. habil. dr. J.M. Węśławski ir kitais IOPAN specialistais, turinčiais ilgametes tradicijas ir patirtį Svalbardo tyrimuose.

## Literatūra

- ACIA. 2005. Arctic climate impact assessment. Cambridge University Press.
- Rzhanov Y., Mayer L., Beaulieu S. et al. 2006, September. Deep-sea geo-referenced video mosaics. In OCEANS 2006, pp. 1–6. IEEE.
- Węśławski J. M., Kendall M. A., Włodarska-Kowalczyk M. et al. 2011. Climate change effects on Arctic fjord and coastal macrobenthic diversity—observations and predictions. *Marine Biodiversity*, 41(1), 71–85.
- Węśławski J. M., Kotwicki L. 2018. Macro-plastic, a new vector for boreal species dispersal on Svalbard. *Polish Polar Research*, 39(1), 165–174.
- Włodarska-Kowalczyk M., Pearson T. 2004. Soft-bottom macrobenthic faunal associations and factors affecting species distributions in an Arctic glacial fjord (Kongsfjorden, Spitsbergen). *Polar Biology*, 27, 155–167.
- Милейковский С. А. 1977. Личинки донных беспозвоночных. Биология океана, т. 1: 96–106.

## MELSVABAKTERĖS IR JŲ GAMINAMI CIANOTOKSINAI LIETUVOS PRIEKRANTĖS MAUDYKLOSE

**Donata Overlingė<sup>1</sup>, Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Diana Vaičiūtė<sup>1</sup>,  
Greta Gyraitė<sup>1</sup>, Iveta Gečaitė<sup>1</sup>, Eglė Jonikaitė<sup>1</sup>, Hanna Mazur-  
Marzec<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Gdansko universiteto Okeanografijos ir geografijos fakultetas, Gdynia  
*donata.overlinge@apc.ku.lt*

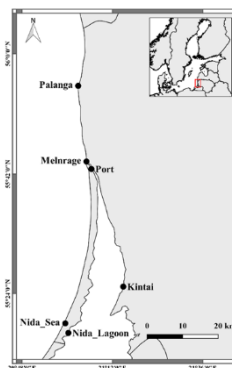
**Įvadas.** Kenksmingas melsvabakterių žydėjimas gali turėti neigiamos įtakos vandens kokybei pakrančių ir vidaus vandens ekosistemose. Tarp jų labiausiai pastebimi neigiami padariniai žmonių ir gyvūnų sveikatai, neigiamas poveikis žuvininkystei, turizmui ir rekreacijai. Nors dažniausiai toksiški melsvabakterių žydėjimai yra stebimi gėlavandenėse sistemose, priekrantės vandenys dėl sąsajos per upes ar estuarijas yra taip pat ženkliai paveikiamos. Cianotoksinais, melsvabakterių gaminamais toksiniais, užteršto gėlo vandens pernešimas į jūros pakrančių zonas pasaulyje yra tiriami jau 20 metų, tačiau jų poveikis rekreacinei veiklai yra nagrinėjamas daug rečiau. Remiantis 2018 m. atnaujinta Lietuvos higienos norma HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“, nurodoma atlikti melsvabakterių gausumo tyrimus, tačiau apie saugias cianotoksinų koncentracijas neužsimenama, kaip ir Europos Sąjungos Maudyklų vandens direktyvoje 2006/7/EB. Pasaulinė sveikatos organizacija (PSO) teikia rekomendacines cianotoksinų bei melsvabakterių biomasės vertes, kuriomis yra vertinamas pavojus sveikatai; rekreacinėms vietovėms cianotoksinų koncentracija neturi viršyti 20 µg/l, o melsvabakterių biomasė 10 mg/l (WHO, 2003). Skirtingai nei Maudyklų vandens direktyva ir Lietuvos higienos standartas, PSO rekomendacijos nėra oficialiai įpareigojančios, todėl Lietuvoje nėra vykdomas reguliarus cianotoksinų stebėjimas (nei pakrančių, nei vidaus gėluose vandenyse).

Mūsų tyrimo tikslas buvo įvertinti maudyklų vandens kokybę Lietuvos Baltijos pajūryje ir Kuršių mariose, remiantis cianotoksinų koncentracijomis.

**Metodai.** Mėginiai buvo imami 6 tyrimo stotyse (Nida Jūra, Melnragė, Palanga, Uostas, Kintai, Nida Lagūna) (1 pav.) iš paviršinio vandens sluoksnio kas antrą savaitę nuo 2018 m. gegužės 30 d. iki rugsėjo 19 d. Fitoplanktono mėginiai buvo fiksuoti rūgštiniu Liugolio jodo tirpalu, o fitoplanktono bendrijos sudėtis buvo nustatyta naudojant Utermöhl metodą pagal HELCOM

rekomendacijos (HELCOM, 2017). Vandens mėginiai cianotoksinų analizei buvo filtruojami per GF/F stiklo pluošto filtrus. Cianotoksinų kiekybinė analizė buvo atliekta LC-MS/MS metodu (Grabowska ir kt., 2014) Gdanskio universitete, Okeanografijos ir geografijos fakultete.

**Rezultatai.** Šešiose tyrimo stotyse dominuojančioms melsvabakterėms buvo priskirtos aštuonios rūšys ir dvi gentys (> 5%) - *Aphanizomenon flosaquae*, *Aph. gracile*, *Dolichospermum flosaquae*, *D. crassum*, *Planktothrix agardhii*, *Woronichinia compacta*, *Nodularia spumigena*, *Limnococcus limneticus*, *Chroococcus turgidus*, *Aphanocapsa* spp., *Aphanothece* spp.



1 pav. Tyrimų stotys.

Tyrimo metu iš viso mėginiuose buvo aptikti aštuoni mikrocinų variantai (dmMC-RR, -LR, -RR, -YR, -LA, -LF, -LY, -LW), nodularinas (NOD) ir anatoksinas-a (ANTX-a) (1 lentelė). Visose tyrimo stotyse bendra cianotoksinų koncentracija neviršijo  $1 \mu\text{g L}^{-1}$ , išskyrus Nida Lagūna stotį, kur rugsėjo mėn. ji siekė  $12 \mu\text{g L}^{-1}$ .

1 lentelė

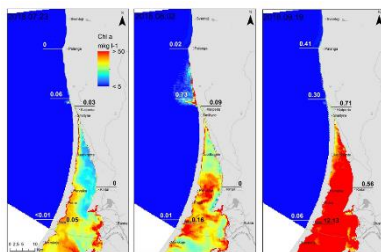
Cianotoksinų aptikimas ir min-max koncentracijų vertės ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) tyrimo stotyse

STOTYS	NIDA LAGŪNA				KINTAI				UOSTAS				NIDA JŪRA				MELNRAGĖ				PALANGA					
	Geg.	Bir.	Liep.	Rugs.	Geg.	Bir.	Liep.	Rugs.	Geg.	Bir.	Liep.	Rugs.	Geg.	Bir.	Liep.	Rugs.	Geg.	Bir.	Liep.	Rugs.	Geg.	Bir.	Liep.	Rugs.	Rugs.	
CIANOTOKSINAI																										
dmMC-RR																										
MC-LR																										
MC-RR																										
MC-YR																										
MC-LA																										
MC-LF																										
MC-LY																										
MC-LW																										
NOD																										
ANTX-a																										
CIANOTOKSINŲ KONCENTRACIJŲ MIN-MAX VERTĖS SEZONO METE ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	0.01-12.13				0-0.57				0-0.89				0-0.06				0-0.73				0-0.41					

■ rasta mėginiuose  
■ viršija rekomenduojamą geriamo vandens vertę ( $>1 \mu\text{g L}^{-1}$ )

2 paveiksle pavaizduotas erdvinis chlorofilo *a* koncentracijos pasiskirstymas, kuris dėl stiprios teigiamos koreliacijos su melsvabakterių biomase (koreliacijos koeficientas 0,74,  $p < 0,05$ ) atspindi ir melsvabakterių erdvinį pasiskirstymą. Liepos 23 d. ir rugsėjo 19 d. melsvabakterių biomasės indėlis į bendrą fitoplanktono biomasę Kuršių mariose ženkliai skyrėsi, o tai turėjo įtakos ir cianotoksinų koncentracijoms. Rugsėjo 2 d. Kuršių mariose melsvabakterių biomasės ir cianotoksinų koncentracijos išliko panašios į

liepos mėn. reikšmes, tačiau Kuršių marių vandens įtakos zonoje pajūryje cianotoksinų koncentracija padidėjo daugiau nei 10 kartų.



2 pav. Chl *a* ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) pasiskirstymas Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrančių vandenyse, pagal Sentinel-3 OLCI palydovinius duomenimis (300 m erdvinė rezoliucija) mėginių ėmimo dieną: a) liepos 23 d. ir b) rugsėjo 19 d. arba likus vienai dienai iki mėginių ėmimo: c) rugpjūčio 2 d. Skaičiai nurodyti mėginių ėmimo stotyse rodo cianotoksinų ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) koncentraciją.

**Rezultatų aptarimas.** Cianotoksinų tyrimai Lietuvos Baltijos pajūrio zonoje buvo atlikti pirmą kartą. Remiantis cianotoksinų įvairove ir koncentracijomis Lietuvos pajūrio maudyklose nustatyti du veiksniai, turintys įtakos maudyklų vandens kokybei. Pirmiausia, vandens aplinkos parametrams esant tipiškiais Baltijos jūros aplinkai (pvz. druskingumas  $\sim 6$  PSU), dažniausiai sutinkamas cianotoksinas yra nodularinas. Šis toksinas sudaro daugiau nei 90 % visų hepatotoksinų, aptinkamų Baltijos jūroje ir yra produkuojamas melsvabakterės *Nodularia spumigena* (Kankaanpää et al., 2009). Mūsų tyrimo metu ši rūšis Lietuvos pajūryje buvo aptinkama liepos–rugspjūčio mėn. Panašūs rezultatai buvo gauti ir kitose Baltijos jūros vietovėse tais pačiais 2018 m., pvz. Meklenburgo pakrantėje arba Gdansko įlankoje (Kownacka et al., 2018). Antras veiksnys – keletą kartų produktyvesnis Kuršių marių vanduo, kuris dėl tam tikrų susidariusių meteorologinių (t.y. vyraujant pietinių ir rytinių krypčių vėjams) ir hidrodinaminių (t.y. vyraujančių srovių) sąlygų yra išnešamas į pajūrio zoną. Melnragės stotis, esanti netoli Kuršių marių sąsiaurio, buvo nuolat veikiamas melsvabakterių ir cianotoksinų, būdingų Kuršių marių vandenims. Pagrindiniais indikatoriais buvo laikomi anatoksinas aptikimas mėginiuose, *Dolichospermum* spp. rūšys, bei ženkliai didesnė mikrocistinų įvairovė. Iki šiol yra aprašyti tik keli anatoksinas atvejai Baltijos jūroje, pvz. Suomijos įlankoje (Chernova ir kt., 2019) ir Gdansko įlankos pakrančių vandenyse (Mazur-Marzec ir kt., 2003). Kuršių marių vandens įtakos zona rugpjūčio mėn. siekė ir Palangos stotį, kurioje cianotoksinų koncentracija šiek tiek išaugo, tačiau ne taip ženkliai kaip Melnragėje. Šis faktas leidžia daryti prielaidą, kad Kuršių marių vanduo buvo praskiestas druskėto, mažiau produktyvaus Baltijos jūros vandens.

Didžiausios melsvabakterių bei cianotoksinų reikšmės buvo nustatytos pietinėje Kuršių marių dalyje (Nida Lagūna). Ši Kuršių marių dalis kontinuumo atžvilgiu, t. y. estuarija–jūra, gali būti laikoma potencialiai „karštuoju“ tašku. Tikėtina, kad iš pietinės Kuršių marių dalies melsvabakterių ląstelės, vyraujant šiaurinėms srovėms, papildo šiaurinę Kuršių marių dalį. Galiausiai vyraujant pietiniams vėjams, melsvabakterių ląstelės yra pernešamos ir į Baltijos jūros pakrantę.

Remiantis PSO rekomendacijomis, Baltijos jūros ir Kuršių marių maudyklose nustatyta nedidelė neigiamo poveikio sveikatai tikimybė. Tačiau pietinėje Kuršių marių (Lietuvos) dalyje, kurioje buvo aptinkamos didesnės cianotoksinų koncentracijos, rekreaciniu atžvilgiu gali turėti didesnę potencialiai neigiamą poveikį sveikatai.

**Išvados.** Pirmą kartą cianotoksinų įvairovė ir koncentracijos buvo ištirtos Lietuvos pajūrio maudyklų vandenyse. Cianotoksinų įvairovė ir koncentracijų kaita priekrantės zonoje yra susijusi su Kuršių marių vandenių poveikiu. Tyrimo laikotarpiu 2018 m. Baltijos jūros ir Kuršių marių pakrančių maudymosi vietose buvo nustatyta nedidelė neigiamo poveikio sveikatai tikimybė, potencialiai didesnė rizika sveikatai nustatyta pietinėje Kuršių marių (Lietuvos) dalyje.

**Padėka.** Iš dalies darbas buvo finansuojamas EOMORES projekto, priklausančio Europos Sąjungos mokslinių tyrimų ir inovacijų programai „Horizontas 2020“ (dotacijos sutarties Nr. 730066), ir Klaipėdos universiteto, Jūros tyrimų instituto, Ekologijos ir aplinkotyros mokslų doktorantūros studijų programos.

## Literatūra

- Chernova E., Sidelev S., Russkikh I. et al. 2019. First observation of microcystin- and anatoxin-a-producing cyanobacteria in the easternmost part of the Gulf of Finland (the Baltic Sea). *Toxicon*, 157, 18–24.
- Grabowska M., Kobos J., Toruńska-Sitarz A. et al. 2014. Non-ribosomal peptides produced by *Planktothrix agardhii* from Siemianówka Dam Reservoir SDR (northeast Poland). *Arch. Microbiol* 196, 697–707.
- HELCOM. 2017. Manual of Marine Monitoring in the Combine Programme of HELCOM. Annex C-6: Guidelines concerning phytoplankton species composition, abundance and biomass.
- Kankaanpää T. H., Sjövall O., Huttunen M. et al. 2009. Production and sedimentation of peptide toxins nodularin-R and microcystin-LR in the northern Baltic Sea. *Environmental Pollution* 157, 1301–1309.
- Kownacka J., Busch S., Göbel J. et al. 2018. Cyanobacteria biomass 1990–2018. HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets 2018.
- Mazur-Marzec H., Lewandowska J., Błaszczyc A. et al. 2003. Cyanobacterial toxins in fresh and brackish waters of Pomorskie province (northern Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Vol. XXXII, No. 1, 15–26.
- World Health Organization. 2003. Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Coastal and Freshwaters, vol 1. WHO, Geneva, 136–158.

## CELIULIOZĖS AEROGELIAI: GAMYBA, TYRIMAS IR TAIKYMAS NAFTOS PRODUKTŲ SURINKIMUI NUO VANDENS PAVIRŠIAUS

**Tatjana Paulauskienė, Ali Ugurcan Karasu**

Klaipėdos universitetas Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas  
*tatjana.paulausiene@ku.lt*

**Įvadas.** Eurostat duomenimis 2017 metais Europos sąjungoje susidarė apie 36 mln. tonų popieriaus atliekų iš kurių apie 110 tūkstančių tonų – Lietuvoje. Šios žaliavos antrinis panaudojimas popieriaus gamybos pramonėje yra ribotas, nes kiekvieno ciklo metu laipsniškai mažėja pluošto stiprumas. Tuo tarpu iš šios medžiagos gaminami celiuliozės aerogeliai, pasižymi dideliu paviršiaus plotu ( $10\text{--}975\text{ m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ), mažu tankiu ( $0,0005\text{--}0,35\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), dideliu poringumu ( $84\text{--}99,9\%$ ) bei sąlyginai dideliu atsparumu gniuždymui ( $5,2\text{ kPa--}16,67\text{ MPa}$ ) (Long et al., 2018). Jie gali būti plačiai naudojami įvairiose srityse – vandens/naftos produktų/organinių medžiagų atskyrimui, kaip izoliacinė medžiaga statybos sektoriuje, biomedicinoje, aeronautikoje ir kt.

Celiuliozės aerogelių adsorbcijos geba yra didesnė nei gamtinių ir sintetinių sorbentų, o popieriaus atliekų panaudojimas jų gamybai padės įgyvendinti žiedinės ekonomikos siekius ir aplinkai draugišku būdu surinkti išsiliejusius naftos produktus nuo vandens paviršiaus (Chen et al., 2017; Li et al., 2018a, Cheng et al., 2017).

Aerogelių adsorbcijos savybės priklauso nuo sorbuojamų skysčių tankio ir klampio, paviršiaus įtempimų, kapiliarinio poveikio, Van der Valso jėgų ir hidrofobinių sąveikų.

Šio darbo tikslas – sukurti celiuliozės aerogelio gamybos technologinius principus bei įvertinti aerogelių efektyvumą vykdant naftos produktų surinkimą nuo vandens paviršiaus.

**Metodika.** Panaudojant popieriaus atliekas pagaminami celiuliozės aerogeliai, tyrimos jų savybės bei gebėjimas sorbuoti naftos produktus nuo vandens paviršiaus.

Atliekant tyrimus kaip pagrindinė medžiaga buvo naudojamos susmulkintos biuro popieriaus atliekos. Taip pat tyrimo metu buvo naudojama polimerinė derva (poliesteris), trimetoksimetilsilanas (MTMS, 98 %,  $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ ) ir distiliuotas vanduo.

Aerogelių sorbcinės gebos tyrimams naudojami naftos produktai:

- žaliavinė nafta: tankis –  $879\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (LST EN ISO 3675:1999), klampis  $0,0097\text{ Pa}\cdot\text{s}$  (LST EN ISO 3104:1994);



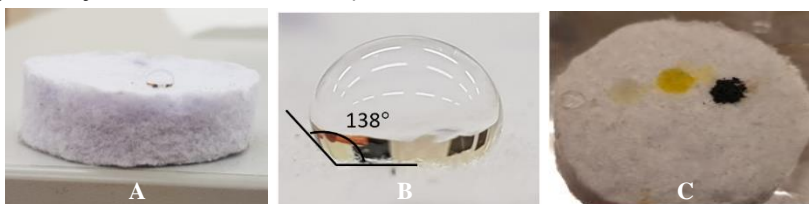
- jūrinis dyzelinas (MDO): tankis –  $843 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , klampis –  $0,0024 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ;
- biodyzelinas: tankis –  $877 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , klampis –  $0,0038 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ .

Tyrimui atlikti naudojami prietaisai ir indai: smulkintuvas/maišyklė (200W), liofilizatorius ( $-105 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $0,015 \text{ hPa}$ ), šaldiklis ( $-21 \text{ }^\circ\text{C}$ ), džiovyklė ( $120 \text{ }^\circ\text{C}$ ), vienkartiniai indeliai (50 mL), svarstyklės, cheminės stiklinės, laboratorinės žnyplės, medinis volelis.

Pagrindiniai celiuliozės aerogelių gamybos technologiniai etapai: mėginių paruošimas (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 ir 3,0 mas. % celiuliozės), šaldymas ( $-21 \text{ }^\circ\text{C}$ , 24 h), džiovinimas šaldant ( $-105 \text{ }^\circ\text{C}$ , 72 h), džiovinimas ( $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , 3 h), paviršiaus padengimas MTMS ( $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , 12 h).

Iš viso buvo pagaminta 54 aerogeliai, atlikta virš 500 analizių.

**Rezultatai.** Aerogelis savaime yra hidrofilinė medžiaga, bet cheminis aerogelio paviršiaus modifikavimas gali jį padaryti hidrofobiniu (Le et al., 2020). Tokie aerogeliai yra mažiau jautrūs degradacijai (Brunner et al., 2015; Demirel et al., 2017). Šiame darbe aerogelių paviršius buvo modifikuotas panaudojant trimetoksietilsilaną.



1 pav. Aerogelių hidrofobiškumo tyrimo rezultatai: A – vandens lašas aerogelio paviršiuje; B – padidintas vandens lašo kontaktinio kampo su aerogelio paviršiumi vaizdas; C – vandens, MDO, biodyzelino ir naftos lašų ant aerogelių paviršiaus vaizdas.

Tyrimo metu buvo nustatyta, kad visi pagaminti aerogeliai yra hidrofobiniai – kontaktiniai kampai su vandeniu siekė  $138 \text{ }^\circ$  (1 pav.).

Atlikus sorbcinės gebos tyrimą nustatyta, kad geriausiomis sorbcinėmis savybėmis pasižymėjo aerogelis, kurį sudaro 0,5 mas. % celiuliozės (1 lent.). Analizuojant skirtingų naftos produktų sorbcinę gebą nustatyta, kad žaliavinės naftos sorbcinė geba siekė  $29,67 \pm 0,39 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ , jūrinio dyzelino –  $26,26 \pm 0,39$ , o biodyzelino –  $29,07 \pm 0,26 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

Viena svarbesnių aerogelių savybių – jų gebėjimas atstatyti pradinę sorbcinę gebą. Po kiekvieno aerogelio sorbcijos/regeneracijos ciklo būna pažeista celiuliozės aerogelio vidinė struktūra kas lemia jų sorbcijos efektyvumo mažėjimą (Cao et al., 2015).

1 lentelė

Aerogelių pakartotino panaudojimo naftos produktų surinkimui nuo vandens paviršiaus tyrimo rezultatai

Ciklas	Celiuliozės kiekis, mas. %	Nafta	Jūrinis dyzelinas	Biodyzelinas
1	0,5	29,67 ±0,39	26,26 ±0,39	29,07 ±0,26
	1,0	27,04 ±0,32	23,97 ±0,39	25,83 ±0,21
	1,5	23,15 ±0,39	21,45 ±0,27	22,81 ±0,30
	2,0	22,06±0,48	19,95 ±0,44	21,86 ±0,41
	2,5	20,92 ±0,50	17,76 ±0,23	19,98 ±0,48
	3,0	16,81 ±0,36	15,06 ±0,26	16,23 ±0,20
5	0,5	7,84 ±0,14	6,65 ±0,15	6,67 ±0,07
	1,0	7,44 ±0,17	6,62 ±0,29	6,96 ±0,13
	1,5	7,38 ±0,12	5,98 ±0,22	6,50 ±0,18
	2,0	7,88 ±0,15	7,00 ±0,14	7,15 ±0,14
	2,5	7,71 ±0,41	6,52 ±0,31	6,69 ±0,31
	3,0	7,01 ±0,19	5,89 ±0,12	6,04 ±0,08
10	0,5	5,17 ±0,26	4,50 ±0,23	5,03 ±0,17
	1,0	5,55 ±0,31	5,26 ±0,20	5,46 ±0,19
	1,5	5,77 ±0,20	4,88 ±0,21	4,93 ±0,18
	2,0	6,63 ±0,08	6,03 ±0,10	6,13 ±0,21
	2,5	6,68 ±0,23	5,41 ±0,22	5,59 ±0,19
	3,0	6,05 ±0,11	5,31 ±0,11	5,39 ±0,08

Taikant aerogelių regeneraciją išspaudimo metodu, nustatyta, kad po 10 sorbcijos/regeneracijos ciklų aerogeliai vidutiniškai prarado 74 % savo sorbcinės gebos.

Daugiausiai sorbcinė geba sumažėja po pirmojo sorbcijos/regeneracijos ciklo, kuomet labiausiai buvo pažeidžiama aerogelių struktūra, kas lėmė mažesnę naftos produktų sorbciją. Geriausiomis sorbcinėmis savybėmis po 10 sorbcijos/regeneracijos ciklų pasižymėjo aerogelis, kurio sudėtyje buvo 3,0 mas. % celiuliozės.

**Rezultatų aptarimas.** Nustatyta, kad mažo tankio ir didelio poringumo aerogeliai pasižymi didesne sorbcine geba (Li et al., 2018b). Iš trijų analizuojamų produktų geriausia sorbcinė geba pasižymėjo nafta (tankis – 879 kg·m<sup>-3</sup>, klampis – 0,0097 Pa·s), šiek tiek mažiau – biodyzelinas (877 kg m<sup>-3</sup>, 0,0038 Pa·s) ir mažiausiai – jūrinis dyzelinas (843 kg·m<sup>-3</sup>, 0,0024 Pa·s). Panašios tendencijos buvo stebimos Bidgoli et al., 2019 darbe naudojant skirtingų telkinių naftas: *Soroush* (942 kg·m<sup>-3</sup>, 0,0218 Pa·s), *Azadegan* (912 kg·m<sup>-3</sup>, 0,1191 Pa·s) ir *Balal* (823 kg·m<sup>-3</sup>, 0,0006 Pa·s).

Nustatyta, kad aerogelių gamybos metu didinant celiuliozės kiekį nuo 0,5 iki 3,0 mas. % naftos sorbcinė geba sumažėjo 57 % iki 16,81±0,36 g·g<sup>-1</sup>,

biodyzelino – 56 % iki  $16,23 \pm 0,20 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$ , o jūrinio dyzelino – 57 % iki  $15,06 \pm 0,26 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$ . Didinat celiuliozės kiekį aerogeliuose kas 0,5 mas. % jų sorbcinė geba sumažėja 1–6 %. Analogiški rezultatai stebimi ir Nguyen et al., 2013 darbe.

**Išvados.** Remiantis atliktų tyrimų rezultatais, rekomenduojama naftos produktų surinkimui nuo vandens paviršiaus naudoti 0,5 mas. % celiuliozės aerogelį, kuris surinktų daugiausiai naftos produktų per visą savo gyvavimo ciklą. Ateityje būtina didinti aerogelių struktūros stabilumą regeneracijai, kas leistų pagerinti jų sorbcinę gebą.

## Literatūra

- Bidgoli H., Mortazavi Y., Khodadadi A. A. 2019. A functionalized nano-structured cellulosic sorbent aerogel for oil spill cleanup: Synthesis and characterization. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 366, p. 229–239.
- Brunner S., Koebel M., Kaymak H. et al. 2015. Mechanical and thermal properties of nanofibrillated cellulose reinforced silica aerogel composites. *Microporous and Mesoporous Materials*, Vol. 217, p. 150–158.
- Cao Y., Li A., Lin R. et al. 2015. Hydrophobic and flexible cellulose aerogel as an efficient, green and reusable oil sorbent. *RSC Advances*, Vol. 5, 82027–82033.
- Chen F., Fan P., He Q. et al. 2017. Facile and green fabrication of cellulose based aerogels for lampblack filtration from waste newspaper. *Carbohydrate Polymers*, Vol.162, 108–114.
- Cheng H., Gu B., Pennefather M. P. et al. 2017. Cotton aerogels and cotton-cellulose aerogels from environmental waste for oil spillage cleanup. *Materials & Design*, Vol. 130, 452–458.
- Demirel G., Altin A. 2017. Production of sorbent from paper industry solid waste for oil spill cleanup. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 125(1–2), 341–349.
- Le D. K., Ng G. N., Koh H. W. et al. 2020. Methyltrimethoxysilane-coated recycled polyethylene terephthalate aerogels for oil spill cleaning applications. *Materials Chemistry and Physics*, Volume 239, p. 122064.
- Li Y., Liu X., Cai W. et al. 2018a. Preparation of corn straw based spongy aerogel for spillage oil capture. *Korean Journal of Chemical Engineering*, Volume 35(5), 1119–1127.
- Li Z., Shao L., Ruan Z. et al. 2018b. Converting untreated waste office paper and chitosan into aerogel adsorbent for the removal of heavy metal ions. *Carbohydrate Polymers*, Volume 193, 221–227.
- Long L. Y., Wen Y. X., Wang Y. Z. 2018. Cellulose Aerogels: Synthesis, Applications, and Prospects. *Polymers*, Volume 10(6), 1–28.
- Nguyen S. T., Feng J., Le N. T. et al. 2013. Cellulose aerogel from paper waste for crude oil spill cleaning. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Volume 52(51), 18386–18391.

## ŽEMĖS ŪKIO VYSTYMAS NEMUNO DELTOS POLDERIŲ TERITORIJOJE GLOBALIOS KLIMATO KAITOS KONTEKSTE

Vytautas Pilipavičius

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, Vytauto Didžiojo  
universiteto Žemės ūkio akademija, Kaunas  
*vpilipavicius@gmail.com*

**Ivadas.** XX a. antroje pusėje išryškėjo žmogiškosios veiklos padarinių pasekmės, kai Žmonija susidūrė su demiurginiais kompleksais ir suvokta, kad „Žemės“ planeta ne tik gamta, o sudėtinga sistema, kurios atžvilgiu šiandien nebegalima veikti tradiciniais metodais ir logika.

Europos Sąjunga įvertinusi globalios kaitos pasekmes ir prognozes, plėtrą sieja su pažangiu, tvariu ir integraciniu augimu (Startegija ..., 2010).

Tyrimai atlikti vykdant projektą „*Ekosistemos paslaugų ir žmogiškosios veiklos sąveika klimato kaitos kontekste*“, kuris finansuotas iš Europos socialinio fondo lėšų (projekto Nr. 09.3.3-LMT-K-712-01-0178) pagal dotacijos sutartį su Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).

**Problema.** Žemės ūkio plėtra pasižymi dideliu inerciškumu, t. y. susiklosčiusia tradicine logika, menkai atsižvelgiant į prognostines perspektyvas. Kitaip tariant, kol pokyčių raiškos nepaliečia tiesiogiai, tol nesiimama jokių veiksmų. Tai reiškia, kad globalios klimato kaitos pokyčiai lenkia pasiregimą būsimai kaitai.

Tyrimo objektas – žemės ūkio vystymas/is globalios klimato kaitos kontekste.

Tyrimo tikslas – išryškinti žemės ūkio vystymo galimybes Nemuno deltos polderių teritorijoje bei numatyti plėtros linkmes.

Uždaviniai:

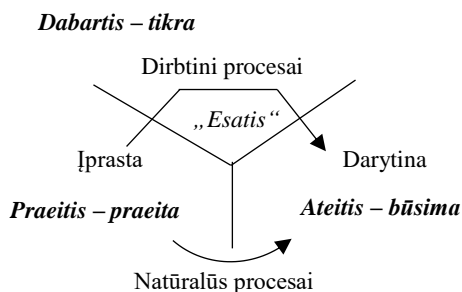
- išryškinti metodologines vystymo tyrimo prielaidas;
- atlikti žemės ūkio vystymo galimybių Nemuno deltos polderių teritorijoje empirinį tyrimą;
- apibendrinti tyrimo duomenis bei numatyti plėtros linkmes.

Tyrimams atlikti analizuota mokslinė literatūra ir dokumentiniai šaliniai, naudoti kontent analizės ir empirinio tyrimo metodai.

**Metodologinės tyrimo nuostatos.** Globali klimato kaitą lemia žmonijos raidoje susiformavusi esatis – natūralūs procesai ir pokytį inicijuoja organizuota žmogiškoji veikla – dirbtini procesai (Grigaliūnienė, 2000).

Šiandien gamtos ir žmogaus veiklos pasaulių sąveikos kompleksškumo problematika aktualizuojama globalios klimato kaitos požiūriu. Kaitos šaltinis – vystymas/is, kaip pokytį inicijuojantis veiksnys, pasireiškia mąstymo tradiciškumo įveikoje, probleminio lauko, perėjime nuo esamo kaip įprasto link daromo kaip būsimo, įtampoje.

Probleminio lauko įtampas, tai stabilumo pertrūkio situacijos, sudarančios prielaidas vystymuisi ir reikalaujančios naujos situacijos apibrėžtumo praeities-ateities-dabarties sąveikoje, 1 pav.



1 pav. Probleminio lauko įtampų sąranga ((pagal Щедровицкий, 2019).

Šiandien, globalių pokyčių prieigose (Schab, 2018), vystymą/si galime sieti su perėjimu nuo tradicinių, link išmanių veiklos organizavimo formų, fiksuojant probleminio lauko įtampas trijose laiko dimensijose: esaties sąryšoje su praeitimi, su dabartimi; esaties sąryšoje su ateitimi.

Žemės ūkio vystymas siejamas su darnia plėtra (A Short History of ..., 2015), kaip darnaus vystymo instrumentu, atsakingai socialinei elgsenai ir veiksenai, užtikrinančiai sąryšį tarp investicijų ir teritorinės plėtros.

**Empirinio tyrimo metodika.** Tyrimui atlikti taikyta anketinė apklausa. Tai žvalgomasis tyrimas, kurio struktūrą sudaro:

- galimų klimato kaitos sukeltų pasekmių Nemuno deltos polderių teritorijoje problemų analizė, grindžiama tarptautinės klimato kaitos komisijos (IPCC) numatomų pavojingų klimato kaitos pasekmių medžiaga;
- klimato kaitos pasekmių valdymo kryptių Nemuno deltos polderių teritorijoje aktualumo būklės ir numatomų tendencijų analizė, grindžiama Europos Komisijos dėl klimato ir energetikos, „Covenant of Mayors for Climate and Energy“ dokumentu.

Respondentais pasirinktos tos tikslinės grupės, kurių veikla tiesiogiai susijusi su Nemuno deltos polderių teritorija. Tai ūkininkai (23, tai sudaro per 10 % visų polderių teritorijoje esančių ūkių), turizmo ir kaimo sodybų savininkai (14, kas sudaro apie 20 % visų polderių teritorijoje esančių sodybų),

kaimo bendruomeninių organizacijų vadovai (11, tai sudaro apie 70 % visų polderių teritorijoje bendruomeninių organizacijų) bei šeši ekspertai (Šilutės gyvosios gamtos apsaugos inspekcijos, Nemuno deltos regioninio parko, Šilutės miškų urėdijos ir Šilutės polderių vadovai bei Šilutės rajono savivaldybės Kaimo reikalų, Planavimo ir plėtros skyriaus vadėjai.

**Empirinio tyrimo rezultatai.** Labiausiai pavojingomis klimato kaitos pasekmes respondentai laiko:

- pavojingų gamtos reiškinių pasikartojimų didėjimą;
- vidutinio kritulių kiekio augimą;
- karščio bangų kartotinumų didėjimą.

Mažiausiai pavojingomis – pavasarinio potvynio upėse mažėjimą ir ankstesnę prasidėjimą bei sniego, ledo ir įšalo nebuvimą.

Empirinio, klimato kaitos valdymo priemonių tyrimo rezultatų analizė rodo, kad:

- švelninimo kryptimi – aktualiausia „*plėtoti naują ir gerinti esamą valstybinių kelių infrastruktūrą, kurią sudaro asfaltuoti keliai*“ bei „*įgyvendinti atliekų tvarkymo sistemos valdymo ir atliekų deginimo projektus*“. Mažiau aktualu – „*biodujų surinkimo ir naudojimo energijos gamybai, mažinant išskiriamo metano kiekį*“ bei „*medienos biokuro ruošos technikos ir įrangos įsigijimo skatinimas*“;

- prisitaikymo kryptimi – aktualiausi „*vandens išteklių valdymo ir apsaugos*“ bei „*potvynių rizikos valdymo projektų įgyvendinimas*“. Mažiau aktualu „*aplinkos stebėsenos ir kontrolės projektų įgyvendinimas*“ bei „*miškininkystės potencialo ir prevencijos priemonės nuo gaisrų, stichinių nelaimių, kenkėjų ir ligų diegimas*“;

- aktualiausiomis priemonėmis valdant klimato kaitos pasekmes darnios plėtros kryptimi, respondentai laiko „*energijos gavyba iš atsinaujinančių šaltinių*“ bei „*jaunosios kartos ugdymą būsimybės realybėje*“. Mažiausiai aktualiomis – „*versle svarbiausia ne pelnas, o ekonominės socialinės ir aplinkosauginės gerovės dermė*“ bei „*baltyminio maisto gavyba pereinant nuo mėsinės gyvulininkystės prie kitų baltyminio maisto gavybos šaltinių*“ priemonės.

**Tyrimo rezultatų apibendrinimas.** Visumoje klimato kaitos pasekmių valdymo priemonės daugiau ar mažiau aktualios, tačiau galimos įgyvendinimo tendencijos visomis kryptimis daugumoje abejotinos.

Vystymas grindžiamas kompleksiniu, sisteminiu pobūdžiu, užtikrinant reproduktivumą, tobulinimo ir investicinę funkcijas (Мескон ir kt., 2004).

Atsižvelgiant į „*chrono*“ (laiko) topus (1 pav.), galima išskirti tris žemės ūkio vystymo Nemuno deltos polderių teritorijoje, linkmes:

- paveldo tvarkyba, esaties-praeities sąryšoje švelninat klimato kaitos pasekmes – reproduktivumo funkcija;
- kartų kaitos dermės vadyba, esaties-būsimo sąryšoje prisitaikant prie galimų klimato kaitos pasekmių – tobulinimo funkcija;
- darni plėtra, ateities-praeities sąryšoje formuojant bendruomeninės gyvenamosios platformos sanklodą, gebančią sinchronizuoti pokyčių tempą su pasirengimo pokyčiams tempu – investicinė funkcija.

**Išvados.** Natūralių ir dirbtinių procesų kaita rodo, kad mes esame ant globalių pokyčių slenksčio, turbulencijos, neramumų zonoje, kai senosios veiklos valdymo sistemos stagnuoja, o naujos vis dar užgimimo būsenoje. Tad centrine ašimi tampa ne tik papildomos pridėtinės vertės gamybos procesas, bet ir veiklos valdymo priemonių kaitos procesas.

Empirinis tyrimas parodė, kad žemės ūkio vystymas Nemuno deltos polderių teritorijoje, didžiąja dalimi siejamas tik su galimų klimato kaitos pasekmių švelninimu, menkai su prisitaikymu klimato kaitai ir visiškai mažai su darnia plėtra. Tai leidžia daryti prielaidą, kad nors Europos Komisijos numatytos klimato kaitos valdymo priemonės vertinamos teigiamai, tačiau įsipareigojimas jomis vadovautis, vystant žemės ūkių Nemuno deltos polderių teritorijoje yra pakankamai menkas.

Šiuolaikinis verslas peržengė vien ekonominės imties ribą. Tam keliami nauji inovatyvumo, antrepreneriško, konkurencingumo, darnumo ir sisteminimo iššūkiai. Todėl, vystant žemės ūkį, privalu atsisakyti griežtos orientacijos tik į vieną išteklių tipą – finansus, būtina įvesti eilę skirtingų operatyvinių valdymo sistemų, apjungiančių į visumą – socialinius, kultūrinius, ekonominius, intelektinius, ekologinius ir pan. veiksmus.

## Literatūra

- A Short History of Sustainable Development. 2015. <http://rethinkingprosperity.org/a-short-history-of-sustainable-development> [2019 09 18].
- Grigaliūnienė S. 2000. Profesioliginė vadyba. Kaunas: VDU.
- Klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo prie klimato kaitos gairės savivaldybėms. 2017. Vilnius, Lietuvos savivaldybių asociacija. – <http://www.krea.lt/images/angle180/klimato-kaita-gaires-savivaldybems.pdf> [2019 10 18].
- Strategija „Europa 2020“. <https://socmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/tarptautinis-bendradarbiavimas-ir-es/europos-sajunga/strategija-europa-2020> [2019 10 19].
- Константинов П. И. 2018. Изменения климата. Реальность, предрассудки, негативные последствия. – <https://drive.google.com/drive/folders/1KP4sRa1UNDYhBXb4GZBQm2pepX3AzKPs?ogsrc=32> [2018 10 10].
- Schwab K. 2018. Ketvirtosios pramonės revoliucijos valdymas. Vilnius: Vaga.
- Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. 2004. Основы менеджмента. Москва: Дело.
- Щедровицкий П. Г. Экономические формы организации хозяйства и современные предпринимательские стратегии. <https://shchedrovitskiy.com/formi-hozyaistva-i-predprinima.../>[2019 11 10].

## AR GEOLOGINĖ SANDARA IR NEOTEKTONINIAI JUDESIAI GALI ĮTAKOTI KRANTO ZONOS SĄNAŠŲ GRANULIOMETRINĘ SUDĖTĮ?

**Donatas Pupienis<sup>1,2</sup>, Aira Dubikaltienė<sup>1</sup>, Darius Jarmalavičius<sup>2</sup>,  
Gintautas Žilinskas<sup>2</sup>, Dovilė Karlonienė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Vilniaus universiteto Geomokslų institutas, Vilnius, <sup>2</sup>Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius  
*donatas.pupienis@gf.vu.lt*

**Įvadas.** Pietryčių Baltijos jūros krantų vystymuisi ir konfigūracijai yra reikšminga regiono geologinė sandara bei čia pasireiškiantys tektoniniai procesai. Daugelis mokslininkų atkreipė dėmesį, kad krantų dinamika priklauso nuo žemės gelmių geologinės (tektoninės) sandaros (Зенкович, 1958), o vertikalūs neotektoniniai judesiai aktualūs įvertinant jūros lygio kaitą (Rosa, 1970). Lenkų mokslininkas K. Shoeneich (1965) atkreipė dėmesį ir aprašė priklausomybę tarp jūros kranto konfigūracijos ir geologinės sandaros, tačiau ne visi mokslininkai tai pripažįsta (Mielczarski, 1972; Subotowicz, 1982). Lenkijos mokslininkė E. Zawadska-Kahlau (1999) išanalizavusi ilgalaikes krantų dinamikos tendencijas mano, kad krantų dinamika labiau priklauso nuo hidrodinaminių veiksnių nei nuo neotektoninių procesų. Rusų mokslininkai (Dunaev, Politova, 2016) atkreipia dėmesį, kad dažnai krantotyrimininkai neįvertina neotektoninių judesių, kadangi jie vyksta labai lėtai. Tačiau mokslininkai pažymi, kad neotektoninių procesų intensyvumas gali vykti skirtingu greičiu, o gretimi žemės plutos blokai gali judėti – kilti bei leistis – priešinga vienas kitam kryptimi. Lietuvos mokslininkai tirdami Baltijos jūros krantus nustatė, kad jūros kranto vystymąsi ir sąnašų kaitą gali lemti neotektoniniai procesai (Bitinas, Damušytė, 2007a,b; Bitinas et al., 2008a,b). Krantotyriminkų atlikti tyrimai parodė, kad jūros krante litologinių ir morfologinių anomalijų egzistavimą lemia kranto geologinė sandara (Jarmalavičius et al., 2017). Atlikta trumpa mokslinių darbų apžvalga rodo, kad mokslininkai turi skirtingą nuomonę dėl geologinės sandaros ir neotektoninių judesių įtakos kranto zonos vystymuisi. Šio darbo tikslas yra nustatyti ar žemės gelmių geologinė sandara bei neotektoniniai judesiai gali daryti įtaką jūros kranto sąnašų granulometrinės sudėties kaitai.

**Metodai.** Darbe analizuojami Baltijos jūros kranto paplūdimio paviršinio smėlio granulometrinės sudėties kaita. Paviršiniai smėlio pavyzdžiai atrinkti Helios, Vyslos (tik Lenkijos dalies) ir Kuršių nerijoje (Jarmalavičius et al., 2015; Pupienis et al., 2017; Žilinskas et al., 2018). Lauko tyrimų metu iš viso kas 1 km visose nerijose atrinkti 330 pavyzdžiai: Helios – 74, Vyslos – 60 ir



Kuršių nerijoje – 196. Smėlio pavyzdžiai buvo išdžiovinti ir mechaniškai išsijoti *Fritsch Analysette 3 Spartan Pulverisette 0* kratytuvu, naudojant 11 sietų komplektą. Granulimetrinės sudėties statistiniai rodikliai apskaičiuoti *GRADISTAT 8.0* programa (Blott, Pye, 2001). Galima geologinės sandaros bei neotektoninių judesių įtaką jūros kranto sąnašų granulimetrinės sudėties pasiskirstymui buvo vertinama analizuojant vidutinio dalelių dydžio ( $d$ ) sekų netolygumus. Sekos netolygumams išskirti pritaikytas sekų analizės metodas (Rodionov, 2004), kuris įvertina nuoseklaus režimo poslinkį. Siekiant išvengti aukšto dažnio (2–3 km ilgis) ritminių darinių poveikio, analizė buvo atlikta taikant režimo poslinkio indeksą (reikšmingumo lygmuo  $p = 0,05$ ). Tokiu būdu visi sekos režimo poslinkiai, siekiantys vieną standartinį nuokrypį ar mažiau, yra filtruojami jeigu jie apima  $< 5$  km (Radionov, 2004). Papildomai darbe analizuojami rusų ir lenkų mokslininkų 2011 m. visoje Vyslos nerijoje atrinktų paviršinių smėlio (27) pavyzdžių vidutinis dalelių dydis (Kobelanskaya et al., 2011).

**Rezultatai.** Atlikus analizę nustatyta, kad Helios nerijoje 8–12 km nuo Vladyslavovo uosto molo staiga pakinta granulimetrinė smėlio sudėtis. Vidutinis dalelių dydis nuo 0,29 mm reikšmingai padidėja iki 0,38 mm, o vėliau vėl sumažėja iki 0,29 mm. Vyslos nerijoje aptikti 4 granulimetrinės sudėties kaitos netolygumai: pirmas – 0–4 km ruožas (atstumas nuo Baltijos sąsiaurio), kur  $d = 0,50$  mm; antras – 5–24 km ruožas, kur  $d = 0,33$  mm; trečias – 25–68 km ruožas, kur  $d = 0,26$  mm; ir ketvirtas – 69–70 km ruožas, kur  $d = 0,41$  mm. Kuršių nerijoje nustatyti taip pat 4 reikšmingi granulimetrinės sudėties kaitos netolygumai: pirmas – 0–62 km ruožas (atstumas nuo Zelenogradsko), kur  $d = 0,35$  mm; antras – 63–68 km ruožas, kur  $d = 0,25$  mm; trečias – 69–77 km ruožas, kur  $d = 0,48$  mm; ir ketvirtas – 78–97 km ruožas, kur  $d = 0,24$  mm.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Pritaikius sekų netolygumų analizės metodą nustatyta, kad paviršinių smėlio sąnašų vidutinis dalelių dydis analizuojamose nerijose kinta netolygiai. Išskirti granulimetrinės sudėties kaitos netolygumai gali būti nulemti regiono tektoninės sandaros ir neotektoninių procesų aktyvumo. Aptiktas smėlio sąnašų vidutinio dalelių dydžio netolygumas (8–12 km) Helios nerijoje sutampa su tektoniniu lūžiu, kuris eina skersai nerijos (Pożaryski, Dembowski 1984), tačiau jis taip pat sutampa su šiame ruože vykdomais intensyviais paplūdimio sąnašų papildymo darbais (Zawadska, 1996; Ostrowski, Skaja, 2011). Vyslos nerijoje išskirtas smėlio vidutinio dalelių dydžio netolygumas ties 24 km sutampa su tektoniniu lūžiu (Pożaryski, Dembowski 1984) ir galimai čia vykstančiais žemės plutos blokų neotektoniniais judesiais (Bitinas et al., 2008a). Kiti sekoje išskirti netolygumai sietini su antropogenine veikla (uostų molai) arba hidrodinamikos

ypatumais (Zawadzka-Kahlau, 1999; Ostrowski et al., 2014). Kuršių nerijoje smėlio vidutinių dalelių nuoseklioje sekoje aptinkami netolygumai susidaro dėl keletos priežasčių: ties 62 km nustatytas netolygumas sutampa su Šilutės lūžiu (Bitinas, Damušytė, 2008), antrasis sekos netolygumas 69 km patenka į Juodkrantės litologinės anomalijos ruožą (Jarmalavičius et al., 2017), o paskutinis netolygumas, prasidedantis nuo 78 km, yra nulemtas antropogeninės veiklos – Klaipėdos uosto molų, kurie stabdo išilginį nešmenų srautą nukreiptą iš pietų į šiaurę (Jarmalavičius et al., 2017; Pupienis et al., 2017; Žilinskas et al., 2018). Atlikta Helios, Vyslos ir Kuršių nerijos paviršinių smėlio sąnašų vidutinio dalelių dydžio analizė patvirtina anksčiau darytas mokslininkų prielaidas, kad regiono geologinė sandara ir neotektoniniai žemės plutos blokų judesiai vaidina svarbų vaidmenį Baltijos jūros krantų vystymesi. Šių procesų įtaka pastebima analizuojant jūros kranto sąnašų granulimetrinę sudėtį. Neotektoniniai procesai suaktyvėja sutirpus ledynui, kada pradeda veikti glacioizostazijos mechanizmas. Regiono geologinės sandaros bei neotektoninių procesų identifikavimą apsunkina dar ir kiti veiksniai: hidrometeorologiniai, biologiniai, o taip pat žmogaus veikla.

## Literatūra

- Bitinas A., Damušytė A. 2007a. Influence of Neotectonics to the development of coastal zone of the South-Eastern Baltic. 2nd MELA Conference „Glaciotectonics structures, palaeobasins and neotectonic setting“, 27–31 August, 2007, Vilnius, Lithuania: Volume of Abstracts, Excursion Guide, 5–6.
- Bitinas A., Damušytė A. 2007b. Expression of neotectonics in the coastal zone of the South-Eastern Baltic. Neotectonics of the Baltic Sea coast: Morphotectonic map of the European Lowland area, 13–16 June, 2007, Kadyny, Poland, Final Circular of the workshop, 18–19.
- Bitinas A., Boldyrev V., Damušyte A. et al. 2008a. Lagoon sediments in the Central part of the Vistula Spit: geochronology, sedimentary environment and peculiarities of geological settings. Polish Geological Institute, Special Papers 23, 9–20.
- Bitinas A., Pupienis D., Jarmalavičius D. et al. 2008b. Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea: interaction of endogenetic and exogenetic processes. Third Conference of MELA „Cartographical Approach of the Morphotectonic of European Lowland Area“, May 18–21, 2008, Międzyzdroje, Poland. 59–60.
- Blott S. J., Pye K. 2001. Gradistat: grain size distribution ant statistics package for the analysis of unconsolidated sediment. Earth Surface Processes and Landforms, 26: 1237–1248.
- Dunaev N. N., Politova N. V. 2016. Newest tectonics of the Vistula spit area. EMECS'11 – SEA COASTS XXVI Joint Conference: “Managing risks to coastal regions and communities in a changing world” Proceedings of International Conference. [https://doi.org/10.31519/conferencearticle\\_5b1b943117f7e7.33196103](https://doi.org/10.31519/conferencearticle_5b1b943117f7e7.33196103).
- Furmanczyk K., Musielak S. 2015. Polish spits and barriers. Coastal Research Library, 12: 181–194.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D. 2017. Geologic framework as a factor controlling coastal morphometry and dynamics. Curonian Spit, Lithuania. International Journal of Sediment Research, 32: 597–603.

- Kobelyanskaya J., Bobykina V. P., Piekarek-Jankowska H. 2011. Morphological and lithodynamic conditions in the marine coastal zone of the Vistula Spit (Gulf of Gdańsk, Baltic Sea). *Oceanologia*, 53: 1027–1043.
- Mielczarski A. 1972. O aktualnych tendencjach zmian brzegowych na polskim wybrzeżu Bałtyku. *Technika i Gospodarka Morska*, 3: 165–167.
- Ostrowski R., Pruszek Z., Babakov A. 2014. Condition of south-eastern Baltic Sea shores and methods of protecting them. *Archives of Hydro-Engineering and Environmental Mechanics*, 61: 17–37.
- Ostrowski R., Skąpa M. 2011. Zależność stabilności brzegów Półwyspu Helskiego od sztucznego zasilania. *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 6: 495–502.
- Požaryski W., Dembowski Z. 1984. Mapa geologiczna Polski i krajów ościennych. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Pupienis D., Buynovich I., Ryabchuk D. et al. 2017. Spatial patterns in heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast, south-eastern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 195: 41–50.
- Rodionov S. N. 2004. A sequential algorithm for testing climate regime shifts. *Geophysical Research Letters*, 31: L09204.
- Rosa W. 1970. Einige Probleme der Geomorphologie, Paläogeographie und Neotektonik des südbaltischen Küstenraumes. *Baltica*, 4: 197–210.
- Shoeneich K. 1965. O genezie polskiego brzegu Bałtyku. *Przełland Geologiczny*, 5: 196–198.
- Subotowicz W. 1982. Litodynamika brzegów klifowych wybrzeża Polski. pp.150.
- Zawadzka E. 1999. Tendencje rozwojowe polskich brzegów Bałtyku Południowego Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk: 1–147.
- Zawadzka E. 1996. Coastal zone Dynamics during artificial nourishment. *Coastal Engineering. Part IV: Coastal Processes and Sediment Transport*: 2955–2968.
- Zawadzka-Kahlau E. 1999. Tendencje rozwojowe polskich brzegów Bałtyku Południowego Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk: 1–147.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2018. The influence of natural and anthropogenic factors on grain size distribution along the southeastern Baltic spits. *Geological Quarterly*, 62(2): 375–384.
- Зенкович В. П. 1958. Некоторые черты динамики польского берега Балтийского моря. *Изв. Всес. геогр. об-ва*, 90(3): 23–31.

## **ŽUVŲ BENDRIJOS IR JŲ EKSPLOATAVIMO POVEIKIS DIDELIO PRODUKTYVUMO VANDENS TELKINIUOSE: KURŠIŲ IR KAUNO MARIOS**

**Žilvinas Pūtys, Linas Ložys, Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė**

Gamtos tyrimų centras, Vilnius  
*zilvinas.putys@gamtc.lt*

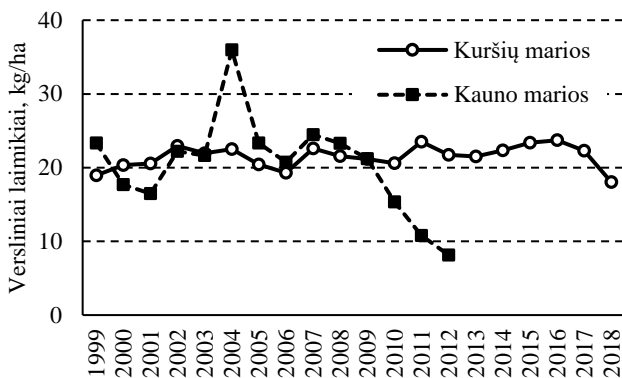
**Įvadas.** Kuršių ir Kauno marios yra didžiausi Lietuvos gėlo vandens telkiniai, pasižymintys dideliu produktyvumu. Abiejuose telkiniuose ilgą laiką buvo vykdoma ar tebevyksta intensyvi verslinė žvejyba. Verslinė žvejyba yra vienas svarbiausių žuvų bendrijas veikiančių veiksnių, galintis daryti įtaką tiek bendrai biomasei, tiek bendrijos struktūrai dėl selektyvaus spaudimo. Ilgą laiką verslinės žvejybos intensyvumas šiuose telkiniuose buvo panašus. Nuo 2013 m. Kauno mariose verslinė žvejyba nebevykdoma. Šio darbo tikslas yra įvertinti per pastaruosius metus jose vykstančius žuvų bendrijos pokyčius bei palyginti su Kuršių mariomis, kur tebevykdoma intensyvi verslinė žvejyba.

**Metodai.** Ichtiologiniai Kuršių ir Kauno marių žuvų bendrijos sudėties tyrimai buvo vykdomi 2012–2019 m. naudojant 1,8 m aukščio kaproninių žiauninių statomųjų tinklų rinkinį, kur akies dydis (nuo mazgo iki mazgo): 14, 17, 21,5, 25, 30, 33, 38, 45, 50, 60 ir 70 mm. Iš viso analizuojami 137 žvejybų Kuršių mariose ir 55 žvejybų Kauno mariose duomenys. Žuvų biomasei išreikšti naudojamas standartizuotas rodiklis – laimikiai pastangai – standartinio tinklų rinkinio 30 m ilgio tinklui per naktį vienoje stotyje sugautų žuvų biomasė. Plėšrių žuvų dalies bendrijoje įvertinimui apskaičiuota sterku, lydekų, šamų, vėgėlių, salačių ir 18 cm ilgio ir didesnių ešerių biomasė. Verslinių laimikių vertinimui naudoti 1999–2018 m. verslinės statistikos duomenys ir išreikšta kilogramais hektarui. Kuršių mariose skaičiuojami Lietuvoje ir Rusijoje sugauti laimikiai. Verslinės žvejybos eksploatuojamų didelių žuvų biomasė įvertinta pagal stambių akių (38–70 mm) tinklų laimikius.

**Rezultatai.** Bendri Kuršių marių žuvų versliniai laimikiai 1999–2018 m. vidutiniškai siekė 21,5 kg/ha ir svyravo nuo 18 iki 23,7 kg/ha. Lietuvos marių dalyje laimikiai buvo didesni nei Rusijos dalyje ir siekė 26,6 kg/ha. Kauno mariose vidutiniai versliniai laimikiai nuo 1999 iki 2012 m. buvo 20,3 kg/ha ir skirtingais metais skyrėsi daugiau nei keturis kartus (siekė nuo 8,1 iki 36 kg/ha) (1 pav.).

Santykinė žuvų biomasė Kuršių mariose 2012–2019 m. vidutiniškai siekė 3,9 kg vienai pastangai ir svyravo nuo 2,4 iki 6,3 kg. Kauno mariose vertinimo

laikotarpiu biomase labai žymiai kito: 2012–2015 m. vidutiniškai siekė 3,1 kg, o 2016–2019 m. – 9,8 kg.

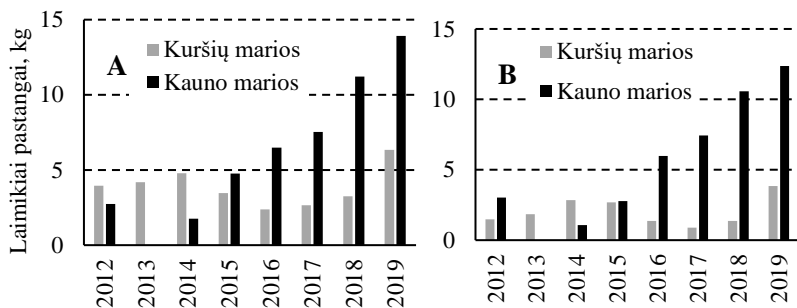


1 pav. Versliniai laimikiai (kg/ha) Kuršių mariose (Lietuva ir Rusija) ir Kauno mariose 1999–2018 m.

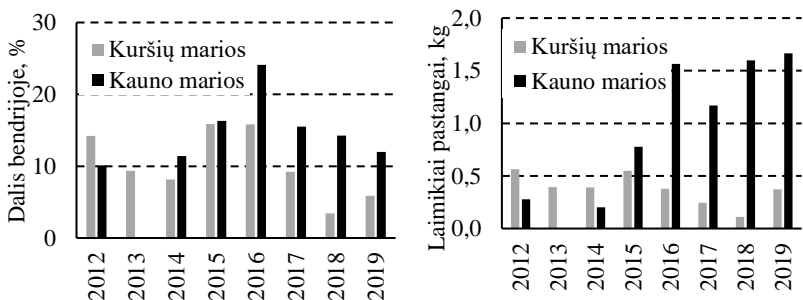
Dar labiau skyrėsi verslinės žvejybos eksplatuojamų didelių žuvų biomase (pagal 38–70 mm tinklų laimikius). Kuršių mariose jų santykinė biomase svyravo nuo 0,9 iki 3,9 kg, vidutiniškai – 2 kg pastangai. Kauno mariose 2012–2015 m. vidutiniškai siekė 2,3 kg, o 2016–2019 m. – 9,1 kg (2 pav.). Plėšrių žuvų dalis Kuršių marių bendrijoje sudarė 10,3 %, 2018–2019 m. ji buvo keliskart mažesnė nei 2012–2017 m. Kauno mariose plėšrios žuvys sudarė 14,8 % visos biomasės, žymesnis skirtumas lyginant su Kuršių mariomis buvo 2016–2019 m. Žymiai didesnis skirtumas tarp šių vandenų žuvų bendrijų buvo lyginant plėšrių žuvų biomase. Kuršių mariose vertinamu laikotarpiu ji svyravo nuo 0,1 iki 0,6 kg, vidutiniškai siekė 0,4 kg. Kauno mariose plėšrių žuvų santykinė biomase vidutiniškai buvo 1 kg, tačiau buvo stebėti labai žymūs jos pokyčiai. 2012–2015 m. biomase vidutiniškai siekė 0,4 kg, o 2016–2019 m. buvo 1,5 kg (3 pav.).

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Palyginus pastarųjų poros dešimtmečių verslinę žvejybą Kuršių mariose ir Kauno mariose (iki verslinės žvejybos uždraudimo), matome kad jos intensyvumas buvo labai panašus, laimikiai ploto vienetui abiejuose telkiniuose beveik nesiskyrė, tik 2011 ir 2012 m. Kauno mariose registruoti žymiai mažesni dėl dalies įmonių pasitraukimo iš verslo. Lyginant žuvų biomase, galime teigti, kad 2012–2015 m. laikotarpiu tiek bendra biomase, tiek stambių, verslinių tinklais gaudomų žuvų biomase Kuršių ir Kauno mariose buvo panaši. Plėšrių žuvų dalis bendrijoje ir jų biomase šiuo laikotarpiu taip pat buvo panašios. Tačiau nuo 2016 m. Kauno

marių žuvų bendrijoje stebimas žymus biomasės augimas. 2019 m. ji buvo daugiau nei keturis kartus didesnė nei 2012–2015 m.



2 pav. Bendra (A) ir verslo eksploatuojamų (B) (38–70 mm tinklai) žuvų santykinė biomasė (laimikiai pastangai, kg) Kuršių ir Kauno mariose (2013 m. Kauno mariose nėra duomenų) 2012–2019 m.



3 pav. Plėšrių žuvų dalis bendrijoje (%) ir santykinė biomasė (laimikiai pastangai, kg) Kuršių ir Kauno mariose 2012–2019 m.

Panašiai didėjo ir plėšrių žuvų biomasė, o stambių žuvų biomasė išaugo daugiau nei 5 kartus (2019 m.). 2016–2019 m. didesnė buvo ir plėšrių žuvų dalis bendrijoje. Tuo tarpu Kuršių mariose žuvų biomasė pakito nežymiai, o plėšrių žuvų biomasė ir dalis bendrijoje sumažėjo lyginant su 2012–2015 m. laikotarpiu. Žuvų biomasę ir bendrijos struktūrą gali nulemti įvairūs gamtiniai ir antropogeniniai veiksniai, pvz., telkinio produktyvumas, ekstremalūs klimatiniai reiškiniai, tarša. Pastaruosius kelis metus vykstančios Kauno marių žuvų bendrijos kaitos negalima paaiškinti kokių nors trumpalaikių (pvz., nepalankus neršto sezonas ir dėl to sumažėjęs išteklų pasipildymas) ar globalių veiksnių (pvz., klimato kaita veikų žuvis visuose telkiniuose) poveikiu. Tokie pokyčiai turėtų būti susiję su ilgalaikių stipriai bendriją

veikiančių faktorių kaita. Vienos tokių stipriausiai žuvų bendrijas veikiančių veiksnių yra verslinė žvejyba, po kurios uždraudimo Kauno mariose pastaruosius kelis metus stebimi žymūs pokyčiai. Verslinė žvejyba daro poveikį ne tik bendrai žuvų biomasei, bet ir pasižymi selektyviu poveikiu, labiausiai veikdama stambias žuvis ir ypač plėšrias, kurių vertė yra didžiausia. Lyginant Kauno ir Kuršių marių žuvų bendrijas, didžiausi skirtumai ir stebimi lyginant stambių ir plėšrių žuvų biomasę. Vis dėlto, gausėjant ištekliams, įsijungia ir kiti, nuo populiacijos tankio priklausomi, taip pat tarprūšiniai mechanizmai, kurie gali nulemti vienu rūšių spartų, o kitų, atvirkščiai, daug lėtesnį populiacijos augimą. Ilgalaikiams bendrijos pokyčių vertinimams reikalinga, kad praeitų bent viena ilgiausiai gyvenančios rūšies karta (Chongliang et al. 2016, Hammer et al. 2010).

### **Literatūra**

- Chongliang Zhang, Yong Chen, Yiping Ren. 2016. The efficacy of fisheries closure in rebuilding depleted stocks: Lessons from size-spectrum modeling. *Ecological Modelling*, 332: 59–66.
- Hammer C., von Dorrien C., Hopkins C. C. E. et al. 2010. Framework of stock-recovery strategies: analyses of factors affecting success and failure. – *ICES Journal of Marine Science*, 67: 1849–1855.

## **PIRMIEJI GYVENTOJAI PRIE BALTIJOS LEDYNINIO EŽERO IR JOLDIJOS JŪROS KRANTŲ: AUKŠTUMALOS AKMENS AMŽIAUS GYVENVIETĖS IR JŲ VIETA LIETUVOS KRANTO ZONOS PIRMINIO APGYVENDINIMO KONTEKSTE**

**Tomas Rimkus**

Klaipėdos universiteto Baltijos regiono istorijos ir archeologijos institutas,  
Klaipėda  
*rimkus74@gmail.com*

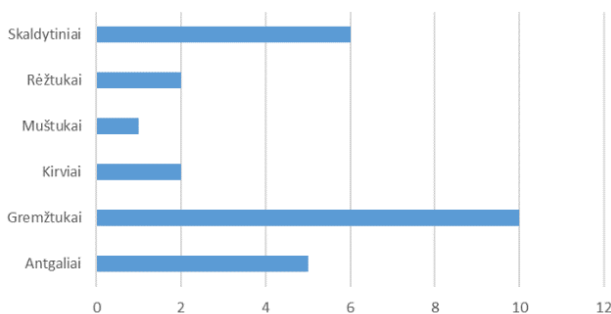
**Įvadas.** Lietuvos kranto zonoje iki šiol esamas didelis finalinio paleolito ir mezolito gyvenviečių trūkumas, lyginant su žemynine šalies dalimi. Vėlyvajame pleistocene ir ankstyvajame holocene Lietuvos pajūryje vykę gamtiniai procesai, susiję su Baltijos jūros vandens lygio kaita, upių deltų ir pakrančių ežerų formavimosi, greičiausiai turėjo lemiamos įtakos ankstyvosios priešistorės žmonių gyvenamosios vietos pasirinkimui (Žulkus, Girininkas, 2012; Rimkus, 2019). 2004 m. Aukštumalos durpyno (Šilutės r. sav.) rytinėje dalyje, buvusioje fluvioglacialinės kilmės saloje, aptiktos dvi akmens amžiaus gyvenvietės. Jų titnago dirbinių inventorius parodė čia egzistavusias dvi gyvenvietes, kurios pavadintos I-a ir II-a bei datuotos finaliniu paleolitu ir mezolitu (Grigaliūnas, 2013). 2018 m. pradėjus vykdyti mokslinio projekto „Mezolito-neolito žmonės ir Baltijos jūra: reliktiniai krantai ir gyvenvietės po vandeniu ir krante. ReCoasts & People“ tikslus, buvo nuspręsta atnaujinti tyrimus šiose gyvenvietėse. Pagrindinis jų tikslas buvo surinkti duomenis apie ankstyviausią Lietuvos kranto zonos apgyvendinimą ir čia gyvenusių bendruomenių ekonomiką, mobilumą bei technologijas. Tyrimų rezultatai įvertinti bendroje Lietuvos kranto zonos apgyvendinimo raidoje nuo finalinio paleolito iki vėlyvojo mezolito, t. y. nuo maždaug 10 500 iki 5 000 m. pr. Kr.

**Metodai ir medžiaga.** 2018–2019 m. archeologinių detaliųjų ir žvalgomųjų tyrimų metu Aukštumalos akmens amžiaus gyvenviečių I ir II teritorijose iširtas 84 m<sup>2</sup> plotas (Rimkus, Girininkas, 2019). Salos teritorijoje surasta dar viena akmens amžiaus gyvenvietė, kuriai suteiktas III-ios gyvenvietės pavadinimas. Per abu tyrimų sezonus iš viso surasti 322 archeologiniai radiniai, kuriuos sudaro titnago, granito, kvarco, kvarcito, smiltainio, opokos ir žeručio uolienų dirbiniai ir jų gamybos atliekos. Ieškant naujų finalinio paleolito ir mezolito gyvenviečių Lietuvos kranto zonoje, buvo inicijuotos naujų archeologinių paminklų paieškos, tyrimai taip pat vykdyti



peržiūrint muziejuose esamą archeologinę medžiagą, kuri potencialiai galėtų patekti į aptariamus chronologinius rėmus.

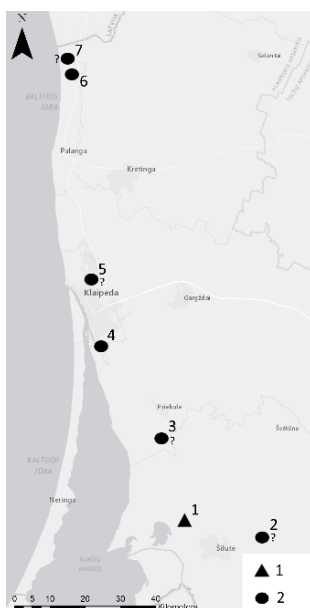
**Rezultatai.** Archeologinių tyrimų rezultatai Aukštumos akmens amžiaus gyvenvietėse parodė, kad buvusioje fluvio-glacialinės kilmės saloje žmonių gyvenvietės egzistavo finaliniame paleolite ir ankstyvojo mezolito pradžioje. Radiokarboniniai tyrimai iš smėlio sluoksniuose rastų medžio anglių pateikė itin netikslūs datavimo duomenis, todėl šiuo metu gyvenvietės datuotos pagal archeologinių radinių tipologinius-technologinius bruožus. Aptikti iš uolienų pagaminti dirbiniai rodytų, kad visose trijose vietovėse buvo apsistojusios bendruomenės, naudojusios Svidrų kultūrai būdingą įrankių gamybos technologiją (1 pav.). Skelčių gamybai naudoti vienagaliai ir dvigaliai skaldytiniai, antgalių įklotės retušuotos statmeno ir plokščio retušo tipais. Iš nuoskalų gaminti gremžtukai, rėžtukai ir kirviai. Titnago dirbiniai pagaminti iš geros kokybės titnago žaliavos, kuri savo vizualiai pastebimais fiziniams parametrais yra būdinga Nemuno vidurupyje ir aukštupyje aptinkamam kreidos periodo titnagai (Baltrūnas ir kt. 2006). Titnago radinius sudaro 52 % viso radinių inventoriaus, likusius 48 % sudaro kitos uolienos, tarp kurių dominuoja granitas, smiltainis, kvarcas, kvarcitas, opoka ir žėrutis. Šios uolienos, didesnių ar mažesnių riedulių pavidalu, aptinkamos Nemuno žemupio regione.



1 pav. Aukštumos akmens amžiaus gyvenvietėse aptikti pagrindiniai titnaginių ir netitnaginių uolienų dirbinių tipai.

**Rezultatų aptarimas.** Aukštumos akmens amžiaus gyvenvietėse aptikti radiniai rodo, kad šiuo metu tai pati ankstyviausia dabartinio Lietuvos kranto gyvenvietė, kuri buvo apgyvendinta paskutiniojo driaso – ankstyvojo preborealio laikotarpyje, kitaip tariant, finaliniame paleolite – ankstyvajame mezolite (2 pav.). Būtent šis laikotarpis, pagal radiokarboninius duomenis,

rytinėje Baltijos regiono dalyje yra skiriamas Svidrų kultūrai (Schild, 2014). Kitos šiuo metu žinomos ankstyviausios Lietuvos kranto zonoje esančios akmens amžiaus gyvenvietės patenka į vėlyvojo mezolito laikotarpį. Tą rodo radiokarboniniai Šventosios 40 ir Smeltės radimviečių tyrimai, taip pat tą potencialiai leistų teigti ir pavieniai titnago dirbiniai iš Venckų ir Šilmeičių. Kitos gyvenvietės, Palangoje ir Šventosios komplekse, rodo Lietuvos kranto zonos apgyvendinimo tęstinumą neolite ir bronzos amžiuje. Rytų Baltijos regiono kranto zonos pirminio apgyvendinimo kontekste Aukštumalos akmens amžiaus gyvenvietės šiuo metu taip pat išlieka, kaip ankstyviausias šios teritorijos apgyvendinimo įrodymas.



2 pav. Lietuvos kranto zonoje žinomos finalinio paleolito ir mezolito radimvietės.

Sutartiniai ženklai: 1. Finalinio paleolito – ankstyvojo mezolito radimvietės; 2. Viduriniojo – vėlyvojo mezolito radimvietės. Klausukas žymi tiesioginio datavimo duomenų nepakankamumą. 1. Aukštumala; 2. Šilmeičiai; 3. Venckai; 4. Smeltė; 5. Bachmano dvaras; 6. Šventoji 40; 7. Būtingė.

Sprendžiant pagal atliktus geologinius tyrimus Lietuvos kranto regione (Damušytė, 2011), akmens amžiaus gyvenvietės Aukštumalos durpyno rytinėje dalyje finalinio paleolito laikotarpiu galėjo būti apsemtos Baltijos ledyninio ežero vandens, todėl tikėtina, kad palankios sąlygos apsistoti žmonėms šioje vietoje susiformavo tik pradėjus žemėti vandens lygiui. Kitaip

tariant, tas įvykti galėjo formuojantis Joldijos jūrai, kuomet vandens lygis drastiškai krito (Žulkus, Girininkas, 2012). Todėl labai tikėtina, kad šią vietą žmonės buvo apgyvendinę pačioje preborealo pradžioje. Šiai hipotezei pagrįsti būtų reikalingi papildomi detalūs geologiniai tyrimai.

**Išvados.** 2018–2019 m. atnaujinti Aukštumos akmens amžiaus gyvenviečių I, II ir III tyrimai suteikė naujų duomenų apie ankstyviausią dabartinio Lietuvos kranto apgyvendinimą. Jį galima nukelti į finalinį paleolitą – ankstyvąjį mezolitą ir susieti su Svidrų kultūra. Šios kultūros bendruomenės įrankių gamybai naudojo savitas uolienų apdirbimo technologijas. Vietinis titnago žaliavos stygius buvo kompensuojamas kitomis uolienomis arba importuojant titnagą. Tikėtina, kad akmens amžiaus gyvenvietės buvusioje fluvioglacialinės kilmės saloje egzistavo ankstyvojoje Joldijos jūros stadijoje.

## Literatūra

- Baltrūnas V., Karmaza B., Kulbickas D. et al. 2006. Distribution of raw material for prehistoric flint artefacts in South Lithuania. *Geografija*, Nr. 42, 41–47, Vilnius.
- Damušytė A. 2011. Post-Glacial geological history of the Lithuanian coastal area. Summary of doctoral dissertation. Vilnius: Vilnius University.
- Grigaliūnas M. 2013. The first Palaeolithic and Mesolithic settlements in Aukštumala, Šilutė district, the Nemunas River delta. *Archaeologia Baltica*, Nr. 20, 174–189, Klaipėda.
- Rimkus T. 2019. In search of Lithuanian coastal Mesolithic. Review of current data and the aims of an ongoing project. *Fornvännen*, Nr. 114, 1–11 p., Stockholm.
- Rimkus T., Girininkas A. 2019. Tyrimai Aukštumos akmens amžiaus gyvenvietėse bei jų aplinkoje. Archeologiniai tyrinėjimai Lietuvoje 2018 metais, 44–49, Vilnius.
- Schild R. (ed.) 2014. *Całowanie. A Final Palaeolithic and Early Mesolithic site on an island in the ancient Vistula channel*. Warsaw: Institute of Archaeology and Ethnology, Polish Academy of Sciences.
- Žulkus V., Girininkas A. 2012. Baltijos jūros krantai prieš 10 000 metų „Yoldia“. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.

## DRUSKINGUMO ĮTAKA VEIKLIAJAM DUMBLUI AEROBINIUOSE PROCESUOSE

Audra Skaisgirienė<sup>1,2</sup>, Alvydas Nikolajus<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universitetas, Klaipėda, <sup>2</sup>Lietuvos aukštoji jūreivystės mokykla,  
Klaipėda  
*audra.skaisgiriene@ku.lt*

**Įvadas.** Naudojant jūros vandenį ir kai kurias chemines medžiagas, susidaro daug druskingų nuotekų. Įvairios nuotekų valymo technologijos, tokios kaip fizikiniai, cheminiai ir biologiniai valymo būdai sumažina druskų kiekį. Biologinio valymo procesai, ypač veikliojo dumblo procesai, turi pranašumų dėl ekonomiško ir dėl to, kad išvengiama antrinės taršos. Todėl šioje srityje atliekama daug tyrimų susijusių su druskingumo poveikiu veikliajam dumbliui, jo struktūrai ir savybėms, mikroorganizmų rūšims ir biomasei, mikroorganizmų fiziologiniams pokyčiams. Visi šie pokyčiai gali atsiliiepti nuotekų išvalymo efektyvumui pagal įvairius parametrus – tiek fizikinius, tiek ir cheminius.

Pastaruoju metu Lietuvoje sparčiai didėja decentralizuotų buitinių nuotekų valymo įrenginių skaičius, kurie taip pat susiduria su druskingų nuotekų valymo problemomis. Nuotekos paprastai apibūdinamos kaip druskingos nuotekos, kai druskingumas yra mažesnis nei 10 g/L, kitu atveju tai laikoma hiperdruskingomis nuotekomis arba sūrymu (Chen, 2018). Tirpias druskas, pvz. chloridus, sunku pašalinti nusodinant arba biologiškai skaidyti standartiniais apdorojimo procesais (Chloride FAQ, 2018; Don't pass the Salt, 2018).

Šiuo metu nėra iki galo ištirtas druskų poveikis nuotekų išvalymo efektyvumui mažuosiuose nuotekų valymo įrenginiuose, kurie yra ypatingai jautrūs hidrauliniams ir teršalų koncentracijų svyravimams. Todėl šiame darbe tiriama druskų įtaka biologinio valymo efektyvumui mažuosiuose nuotekų valymo įrenginiuose.

**Metodai.** Tyrimui atlikti buvo įrengtas eksperimentinis stendas, kurį sudarė 4 aerobinio reaktoriaus principu veikiančys rezervuarai (periodinio veikimo). Rezervuarai buvo užpildyti veikliuoju dumbliu (VD) bei dirbtinėmis nuotekomis. Penkias dienas, kartu su šviežiomis nuotekomis, į rezervuarus buvo pridėta po 5 g, 10 g ir 20 g NaCl druskos. Pirmasis rezervuaras – kontrolinis. Deguonis buvo tiekiamas naudojant elektrinius oro kompresorius Aqual (Typ AP–100; 2,5 W). Imamuose mėginiuose buvo nustatomos cheminių parametrų (visuminės organinės ir neorganinės anglies, visuminio

azoto) koncentracijos ir fizikinių parametų (dumblo tūrio, elektrinio laidumo) pokyčiai.

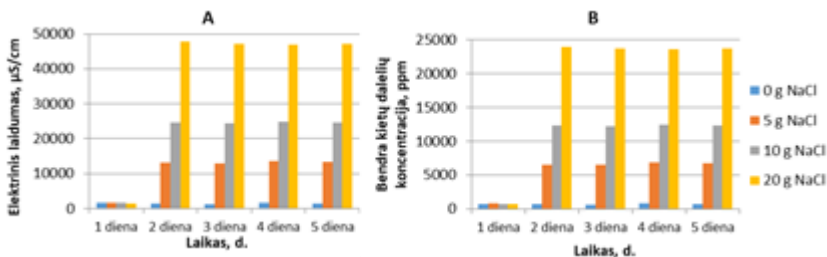
Dumblo tūris ir koncentracija buvo tiriama pagal LAND 46-2007 metodiką.

Elektrinis laidumas buvo matuojamas naudojant Adwa AD31 matuoklį su keičiamu elektrodu pagal standartą LST EN 27888:2002.

Visuminės ir neorganinės anglies bei visuminio azoto koncentracijų nustatymas buvo atliekamas analizatoriumi SSM-5000A Shimadzu TOC-VCSH pagal standartą LST EN 13137:2001.

**Rezultatai.** Viso eksperimentinio tyrimo metu, nusėdusio dumblo tūris išliko beveik nepakitęs ir siekė apie 1 L. Tačiau buvo pastebėta, kad rezervuare, į kurį buvo pridėta 20 g NaCl druskos, dumblo tūris sumažėjo 50 mL (iki 0,95 L), o VD dribsniai buvo susmulkėję. Pastebėtas VD koncentracijos didėjimas didinant druskos koncentraciją. Mažiausiai veikliojo dumblo koncentracija padidėjo I rezervuare – 0,14 g/L. II rezervuare, į kurį buvo įdėta 5 g NaCl druskos, dumblo koncentracija pakilo iki 3,61 g/L. Rezervuaruose su 10 g ir 20 g NaCl druskos dumblo koncentracija pakilo daugiausiai (atitinkamai 4,8 ir 5,1 g/L).

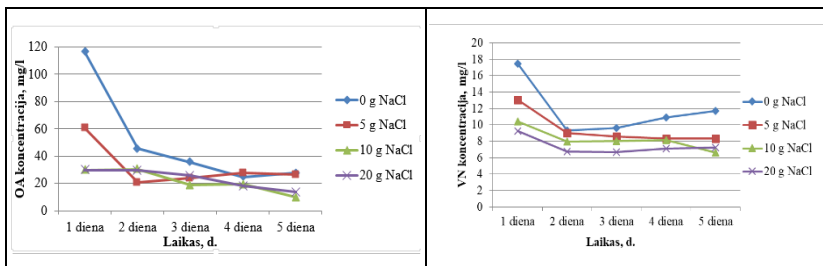
Elektrinis vandens laidumas leidžia išmatuoti visų rūšių vandens jonines sudedamąsias dalis. Eksperimentinio tyrimo metu, nustatytas elektrinis laidumas pateiktas 1 paveiksle (A). Pirmąją tyrimo dieną, elektrinis laidumas visuose rezervuaruose svyravo nuo 1222 iki 1622  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . I rezervuare elektrinis laidumas beveik nepakito. Į II rezervuarą įdėjus 5 g NaCl, elektrinis laidumas padidėjo vidutiniškai iki 13200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , o III rezervuare įdėjus papildomai 10 g NaCl druskos, elektrinis laidumas padidėjo iki 24500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



1 pav. Elektrinis laidumas (A) ir bendra ištirpusių kietų dalelių koncentracija (B).

IV rezervuare elektrinis laidumas padidėjo daugiausiai, t. y. iki 47300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Kitas, druskingumui nustatyti skirtas būdas – tai bendras ištirpusių kietų dalelių matavimas pateiktas 1 paveiksle (B). Šio parametro kitimų tendencijos analogiškos elektrinio laidumo kitimams.

Organinės anglies (OA) koncentracija (2 pav. A) eksperimento metu visuose rezervuaruose kito skirtingai. Pirmomis dienomis rezervuaruose organinės anglies koncentracija labai sumažėjo. Vėliau OA koncentracija mažėjo lėčiau, rezervuare su 5 g NaCl OA koncentracija nežymiai didėjo.



2 pav. Organinės anglies (A) ir visuminio azoto (B) koncentracijų kitimai eksperimento metu.

Išsiskyrė tik 3 dienos rezultatai, t. y. III rezervuare buvo pastebėtas organinės anglies koncentracijos sumažėjimas nuo 30,46 mg/l iki 18,68 mg/l. Taip pat buvo nustatoma visuminio azoto koncentracija (2 pav. B). Buvo pastebėta, kad nuo 1 iki 2 eksperimentinio tyrimo dienos, visuose rezervuaruose visuminio azoto koncentracija sumažėjo. Vėliau išvalymo efektyvumas sumažėjo. II rezervuare koncentracija laikui bėgant nežymiai mažėjo. Panašūs visuminio azoto koncentracijų kitimai vyko naudojant 10 ir 20 g druskos dirbtinėse nuotekose.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Druskos, kartu su nuotekomis, patekusios į biologinio valymo įrenginius, slopina VD metabolinius procesus, sukelia plazmolizę, dumblas tampa sunkiau nusodinamas, keičiasi jo sudėtis ir koncentracija. Pasak autorių (Khengaoui et al., 2015; He et al., 2017; She et al., 2016; Chen et al., 2018), padidinti druskų kiekiai apsunkina azoto ir fosforo junginių šalinimą iš nuotekų ir mažina nuotekų išvalymo efektyvumą. To nebuvo pastebėta naudojant minėtus druskų kiekius mūsų eksperimentiniame tyrime. Autoriai teigia (Jang et al., 2013), kad kai kurie mikroorganizmai esantys VD turi savybę prisitaikyti prie įvairių pakitusių aplinkos sąlygų, o taip pat ir prie padidėjusios druskos koncentracijos. Mūsų atliktuose tyrimuose panaudojus 10 ir 20 g NaCl, veikliojo dumblo koncentracija padidėjo, o išvalymas pagal OA beveik nepakito.

Remiantis gautais elektrinio laidumo duomenimis ( $>15000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), III ir IV rezervuaruose, buvo gautas druskingas tirpalas. Autoriai teigia (Wang et al. 2005; Zhang et al., 2014; Jang et al., 2013; Zhai 2018; She et al., 2016), kad per didelis elektrinis laidumas turėtų daryti neigiamą įtaką mikroorganizmams

bei azoto pašalinimui iš nuotekų. Geresnį azoto pašalinimo efektyvumą pridėjus druskų galėjo taip pat lemti halotolerantiniai mikroorganizmai, nes prisitaikę prie padidėjusio druskų kiekio, jie pagerino išvalymo efektyvumą, vėliau išvalymo efektas sumažėjo apie 5 %.

Apibendrinant norėtume pasakyti, kad didinant druskų koncentraciją dirbtinėse nuotekose visuminės ir organinės anglies koncentracijų rezervuaruose mažėjimui ir dirbtinių nuotekų išvalymo efektyvumo pagerėjimui, įtakos galėjo turėti veikliajame dumble besidauginantys halotolerantiniai mikroorganizmai ir ganėtinai nedidelis papildomai pridėtos NaCl druskos kiekis. Mažėjantis išvalymo efektas pagal azotą galėjo būti nulemtas mikroorganizmų oksiduojančių azotą jautrumo druskų koncentracijoms ir suprastėjusiam deguonies įsisavinimui. Išsamesniems rezultatams gauti, reikėtų atlikti daugiau tyrimų, panaudojant didesnes druskos koncentracijas nuotekose.

## Literatūra

- Chen Y., He H., Liu H. et al. 2018. Effect of salinity on removal performance and activated sludge characteristics in sequencing batch reactors. *Bioresource Technology* 249: 890–899.
- Chloride FAQ. 2017. Prieiga per internetą: <https://www.madsewer.org/Programs-Initiatives/ChlorideFAQ>.
- Don't Pass the Salt. 2018. Prieiga per internetą: <http://www.fmntn.org/DocumentCenter/View/1190>.
- He H., Chen Y., Li X. et al. 2017. Influence of salinity on microorganisms in activated sludge processes: A review. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 119: 520–527.
- Jang D., Hwang Y., Shin H. et al. 2013. Effects of salinity on the characteristics of biomass and membrane fouling in membrane bioreactors. *Bioresource Technology*. 141: 50–56.
- Khengaoui K., Mahammed M. H., Touil Y. et al. 2015. Influence of secondary salinity wastewater on the efficiency of biological treatment of sand filter. *Energy Procedia*. 74: 398–403.
- LAND 46-2007. Vandens kokybė. Skendinčių medžiagų nustatymas. Valstybės žinios 80-3284.
- LST EN 13137:2001. Bendrosios anglies (BOA) nustatymas atliekose, dumble ir nuosėdose.
- LST EN 27888:2002. Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas.
- She Z., Zhao L., Zhang X. et al. 2016. Partial nitrification and denitrification in a sequencing batch reactor treating high-salinity wastewater. *Chemical Engineering Journal*. 288: 207–215.
- Wang J., Zhan X., Feng Y. et al. 2005. Effect of Salinity Variations on the Performance of Activated Sludge System. *Biomedical and Environmental Sciences*. 18: 5–8.
- Zhai S., Ji M., Zhao Y. et al. 2018. Effects of salinity and COD/N on denitrification and bacterial community in dicyclic-type electrode based biofilm reactor. *Chemosphere*. 192: 328–336.
- Zhang X., Gao J., Zhao F. et al. 2014. Characterization of a salt-tolerant bacterium *Bacillus* sp. from a membrane bioreactor for saline wastewater treatment. *Journal of Environmental Sciences* 26:1369–1374.

## LAIVŲ BALASTINIŲ VANDENŲ TYRIMAI LIETUVOJE: POREIKIS BEI GALIMYBĖS

**Greta Srėbaliėnė, Sergej Olenin, Evelina Grinienė, Greta Gyraitė,  
Aleksas Narščius**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda;  
*greta.srebaliene@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Tarptautinė laivų balastinio vandens ir nuosėdų valdymo ir kontrolės konvencija (IMO, 2007) sukurta siekiant sumažinti kenksmingų vandens organizmų ir patogenų, tokių kaip *Escherichia coli* ir *Vibrio cholerae* O1 ir O139 (toliau – KVOP), plitimą balastiniais vandenimis. Yra žinoma, kad laivybos keliu gabenama daugiau nei 90 % pasaulio prekių, kartu laivai perneša apie 10 milijardų tonų balastinio vandens (Ghosh et al., 2017, Khandeparker et al., 2017). Bioapsaugos atžvilgiu ypatingas dėmesys skiriamas mikroorganizmams, potencialiems ligų sukėlėjams, kurių plitimas yra susijęs su balastiniu vandeniu. Kenksmingi organizmai ir patogenai daro tiesioginį poveikį žmogaus sveikatai, ekonomikai, socialinėms ir kultūrinėms vertybėms (Khandeparker et al., 2017).

**Balastinių vandenų tyrimai.** Kol kas balastinių vandenų tyrimams susijusiems su KVOP bei jų keliamos rizikos valdymo planui skiriamas dėmesys nėra pakankamas. Balastinio vandens mėginių ėmimo protokolai, analizės metodai bei veiksmų planas po KVOP aptikimo laivo balastiniame vandenyje vis dar vystymosi stadijoje.

Šiuo metu pasaulyje jau yra kuriamos, testuojamos ir taikomos laivuose įvairios balastinio vandens valymo sistemos (BVVS), kurios daugiausia grindžiamos pradinio filtravimo etapu, cheminiu ar fiziniu apdorojimu (Batista et al., 2017). Pažymėtina, kad pagal Tarptautinę laivų balastinio vandens ir nuosėdų kontrolės ir valdymo konvenciją (toliau BVTK) (IMO, 2007) visi laivai nuo 2024 m. privalės įsidiesti balastinio vandens valymo sistemas (toliau BVVS), kurių veikimas ir valymo kokybė turės atitikti IMO (*International Marine Organization*) standartus. Nepaisant problemos sprendimo būdų, būtina stebėti KVOP būklę po BVVS taikymo, siekiant taikyti tinkamas kontrolės ir prevencijos strategijas užtikrinant bioapsaugos reikalavimus (Whittle et al., 2013).

Šiuo metu galiojantys reikalavimai į Klaipėdos uostą įplaukiantiems laivams pasikeisti balastinį vandenį yra nustatyti Laivų balastinio vandens ir nuosėdų valdymo ir kontrolės priemonėse bei Klaipėdos valstybinio jūrų uosto taisyklėse (KVJU, 2014). Į Klaipėdos valstybinį jūrų uostą plaukiančių laivų atitiktį reikalavimams pasikeisti balastinį vandenį užtikrina Klaipėdos



valstybinio jūrų uosto direkcija, tuo tarpu jau įplaukusio į uostą laivo atitiktį balastinio vandens keitimo reikalavimams kontroliuoja Lietuvos saugios laivybos administracija bei Klaipėdos regioninis aplinkos apsaugos departamentas (Ataskaita, 2015). Tuo atveju, kai kenksmingi organizmai ir patogenai yra aptinkami, ypač svarbus žingsnis atsižvelgiant į balastinių vandenų valdymo strategiją yra perspėjimo signalo apie aptiktus organizmus siuntimas atsakingoms institucijoms (Early et al., 2016).

Vienas iš sprendimo būdų galėtų būti greitų aptikimo metodų ir mobilizuotų duomenų, naudojant atvirą duomenų prieigą, derinys. Tokios sistemos tikslas laiku įspėti apie kritines biologines sąlygas, kai uostuose ir aplinkinėse akvatorijose atsiranda KVOP. Įspėjamąjį signalą turi gauti laivai bei aplinkos ir sveikatos priežiūros institucijos. Laivai įspėjami, kad tam tikrose zonose negalima imti balastinio vandens dėl tikėtino KVOP patekimo į balastinius tankus (Magaletti et al., 2017). Integruotą ankstyvojo perspėjimo sistemą turi sudaryti mažiausiai trys tarpusavyje susiję elementai: „KVOP aptikimas“, „Įspėjamasis signalas“ ir „Reagavimo priemonės“, tam, kad laiku įspėti apie kritines biologines sąlygas, kai uostuose ir aplinkinėse akvatorijose atsiranda KVOP.

Vandens bioapsaugos tyrimai dėl kenksmingų vandens organizmų ir patogenų atplintančių laivais atlikti didžiąja dalimi Australijos, JAV bei Naujosios Zelandijos mokslininkų (Verna et al., 2016; Hewitt et al., 2019; Clarke et al., 2017). Pažymėtina, kad balastinių vandenų tvarkymo bei bioapsaugos tyrimų sritis Baltijos jūroje vystoma menkai, ypač Lietuvos vandenyse.

**Balastinių vandenų tyrimų perspektyvos.** Norint įvertinti esamą balastinių vandenų bioapsaugos būklę ir tinkamai įgyvendinti konvencijos reikalavimus vykdomas projektas DORAS (*Kenksmingų vandens organizmų ir patogenų aptikimo ir rizikos vertinimo sistemos sukūrimas*). Šio projekto tikslas – ištirti kenksmingų vandens organizmų ir patogenų patekimo į vandens ekosistemas riziką, atsižvelgiant į laivybą kaip potencialų plitimo vektorių. Projekto metu planuojama įgyvendinti šiuos uždavinius: 1. Įvertinti kenksmingų vandens organizmų ir patogenų patekimą į uosto ar šalia esančių teritorijų aplinką bei nustatyti poveikį ekonomikai, ekologijai, socialinėms ir kultūrinėms vertybėms; 2. Sukurti ankstyvojo perspėjimo komunikacijos schemą, kuri užtikrintų kenksmingų vandens organizmų ir patogenų plitimo prevenciją.

Projekto DORAS vykdymo metu bus sukurti protokolai tėkmės citometrijos ir genetinių stebėsenos metodų taikymui biologinės įvairovės tyrimui balastiniuose vandenyse.

**Padėka.** Projektas įgyvendinamas pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 9 prioriteto „Visuomenės švietimas ir žmoniškųjų išteklių potencialo didinimas“ 09.3.3-LMT-K-712 priemonę „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per praktinę mokslinę veiklą“. Projektas finansuojamas iš Europos socialinio fondo. Projekto Nr. 09.3.3-LMT-K-712-19-0083.

## Literatūra

- Ataskaita. 2015. Laivų balastinių vandenių ir nuosėdų valdymo ir kontrolės sistemos kūrimas Lietuvoje. 2-oji tarpinė ataskaita. Klaipėdos universiteto, Jūros mokslų ir technologijų centras.
- Batista W., Lopes F., Lopes C. et al. 2017. Which ballast water management system will you put aboard? Remnant anxieties: A mini review. *Environments*, 4(3), 54.
- Clarke S., Hollings T., Liu N. et al. 2017. Biosecurity risk factors presented by international vessels: a statistical analysis. *Biological invasions*, 19(10), 2837–2850.
- Early R., Bradley B. A., Dukes J. S. et al. 2016. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature communications*, 7(1), 1–9.
- Ghosh S., Rubly C. 2017. Seafarers' perceptions of training towards compliance with the Ballast water management (BWM) convention. *Australian Journal of Maritime and Ocean Affairs*, 9 (3), 191–211.
- Hewitt C. L., Campbell M. L., Dafforn K. et al. 2019. RE: Environmental DNA is one tool among many in the biosecurity toolbox.
- IMO. 2007. Guidelines for Risk Assessment Under Regulation A-4 of the BWM Convention (G7), IMO, Marine Environment Protection Committee, Resolution MEPC. 162(56), 13 2007. International Maritime Organisation, London.
- Khandeparker L., Anil A. C. 2017. Global Concerns of Ship's Ballast Water Mediated Translocation of Bacteria. In *Marine Pollution and Microbial Remediation*, pp. 255–262, Springer, Singapore.
- Magaletti E., Garaventa F., David M. et al. 2017. Developing and testing an early warning system for nonindigenous species and ballast water management. *Journal of sea research*, 133, 100–111. doi: 10.1016/j.seares.2017.03.016
- Verna D., Harris B. 2016. Review of ballast water management policy and associated implications for Alaska. *Marine Policy*, 70, 13–21.
- Whittle P. J., Stoklosa R., Barrett S. et al. 2013. A method for designing complex biosecurity surveillance systems: detecting non-indigenous species of invertebrates on B arrow I island. *Diversity and distributions*, 19(5–6), 629–639.

## **JŪRINIO KULTŪROS PAVELDO *SACRUM* IR *PROFANUM*: TAPATYBĖS KONSTRAVIMAS IR MARGINALIZMO ETIKA**

**Dalia Marija Stančienė**

Klaipėdos universiteto Sveikatos mokslų fakultetas  
*daliastanciene@yahoo.fr*

**Įvadas.** 1972 m. UNESCO Generalinėje konferencijoje buvo priimta *Pasaulio kultūros ir gamtos paveldo apsaugos konvencija*, kurioje pirmą kartą į paveldo apibrėžimą yra įtraukiamas ne tik *kultūros*, bet ir *gamtos paveldas*. Konvencijoje pabrėžiama, kad „kultūros ar gamtos paveldo vertybės yra išskirtinai svarbios ir dėl to jos turi būti išsaugotos kaip visos žmonijos pasaulio paveldo dalis“ (Internetinė prieiga. Pasaulio kultūros ..., 1972. Įvadas). 2009 m. spalio 6 d. Europos bendrijų komisija priėmė komunikatą dėl ES Baltijos jūros regiono strategijos, kurios vienas iš tikslų: „apsaugoti jūrą, suvienyti regioną ir padidinti jo gyventojų gerovę“. (Internetinė prieiga. ES Baltijos jūros ..., 2009).

2009 m. lapkričio 27 d. LR Valstybinė kultūros paveldo komisija konstatuoja, „kad Lietuvoje galiojančiose tarptautinėse konvencijose, Lietuvos Respublikos įstatymuose ir kituose teisės aktuose jūrinis kultūros paveldas neišskirtas pagal jo kultūrinę prigimtį ir ypatumus. Nesuformuluota ir neįteisinta valstybinė jūrinio kultūros paveldo samprata, susijusi terminija. Nenustatyta jo apsaugos koncepcija ir kryptys.“ (Internetinė prieiga. LR Valstybinės kultūros ..., 2009).

2015 m. gruodžio 10 d. Klaipėdos savivaldybė parengė Klaipėdos miesto kultūros paveldo apsaugos strategiją, remdamasi atlikta esamos situacijos analize. Strategijoje nurodoma, kad Lietuvos teisinėje bazėje trūksta aiškaus gamtos paveldo apibūdinimo, neaiškiai suformuluota nematerialaus kultūros paveldo samprata, neapibrėžti objektai, kurie gali būti priskirti jūriniam paveldui. Esant tokiai situacijai, teigiama strategijoje, tampa komplikauta identifikuoti vertingąsias jūrinio paveldo savybes ir sukurti apsaugos sistemą, pagrįsti jūrinės tapatybės dimensiją Klaipėdos miestui ir stiprinti Lietuvos, kaip jūrinės valstybės, įvaizdį (Internetinė prieiga. Klaipėdos miesto ..., 2015, p. 17).

Lietuvos nacionalinės UNESCO komisijos puslapyje, skirtame pasaulio paveldui, rašoma „Kultūros ir gamtos paveldas – kiekvienos tautos ir visos žmonijos neįkainojama vertybė, atskleidžianti jos tapatumą.“ (Internetinė prieiga. Pasaulio paveldas).

Šiame tyrime, analizuojant fenomenologiniu metodu (redukcija, konstrukcija, destrukcija) (Heidegger, 1988, p. 23) *sacrum* ir *profanum* lietuviškame jūrinio kultūros paveldo naratyve (Lileikis, 2010), prisilaikant holistinės išteklių ir gyvenamosios aplinkos išsaugojimo sampratos, bandoma aktualizuoti ir interpretuoti kylančius marginalizmo etikos elementus bei tapatybės konstravimo būdus, kaip legitimuotas jūrinės valstybės formas.

**Metodologija.** Kiekviena epocha savais metodais ir vertybiniais standartais analizuoja kultūrą, jos apraiškas ir transformacijas. Heideggeris pastebi, kad praėjęs laikas, t. y. istorija, atskleidžia „žmonių, žmonių sąjungų ir jų *kultūrų* pasikeitimus“ (Heidegger, 2014, p. 308). Kiekvienas žmogus atstovauja tam tikrą kultūros pasaulį ir „pradėdamas nuo šio elementaraus susipratimo, jis turi žingsnis po žingsnio formuoti tolesnes susipratimo galimybes, – kurios, pasak Husserl, suponuoja, – dabarties sluoksnių pakartotinį supratimą, o per tuos sluoksnius – istorinės praeities, kuri savo ruožtu padeda atskleisti dabartį, pakartotinį supratimą“ (Husserl, 2005, p. 165).

Pasak Hartmanno, „Vertybinis požiūris rodo tai, kad žmogus gali vieną sritį lyginti su kita kaip jos tikrovę, kaip praktinius atvejus, su kuriais jis susiduria“ (Hartmann, 2001, p. 151). Čepaitienės nuomone, „Kultūros ir gamtos jungties teoriniai svarstymai paveikė ir paveldosaugos teorijos formavimąsi“ (Čepaitienė, 2010, p. 197).

Jūrinis kultūros paveldas, be fizinės dimensijos, suprantamas kaip egzistencinis fenomenas su simbolinėmis reikšmėmis, tikėjimais, asociacijomis. Jūrinio kultūros paveldo pamatinės prielaidas, suponuojančias vertybinę sąmonę, geriausiai atskleidžia fenomenologinis metodas, kurio esmė glūdi kritinėje refleksijoje ir patirties aprašyme.

Istorinio paveldo verbalizacija šiame tyrime pasitarnaus išryškinti kultūrinį ir socialinį savitarpio supratimą, panašumo/skirtingumo ribas socialinėse sąveikose, padės spręsti egzistencines problemas, vykstant vertybių transformacijai, kintant globalizmo pasėkoje tautiniam identitetui.

**Tapatybės konstravimas ir marginalizmo etika.** Jūrinis kultūros paveldas atspindi žmogaus istorinę patirtį, įsisavinant vandenių erdves, atskleidžia jūrinio ir kontinentinio mentaliteto skirtumus, formuojant tautinį identitetą.

Lietuvos atveju, teigia Adomavičius, „Iki XX a. pradžios jūrinė savivoka egzistavo jūrinėse bendruomenėse Palangos–Šventosios pajūrio ruože ar Kuršių marių pamaryje. Bendruomenėse, kurių nesiejo glaudūs kultūriniai ryšiai su žemynine kultūra ir politika“ (Adomavičius, 2014 a). Tačiau, XX a. pradžioje Lietuvai atkovojus Nepriklausomybę, šios bendruomenės tapo kultūrinio jūrinės politikos formavimo ramsčiu.

Lietuvių mitologijoje randame pasakojimų apie lietuvių kilmę iš romėnų, kurie jūra laivais atplaukė ir apsigyveno vietovėse tarp Nemuno ir Dubysos. Lietuvio sąmonėje vaizdiniai apie pirmųjų protėvių kelionę laivais tiek jūra, tiek vidaus upėmis, teiginiai apie Lietuvos Didžiąją kunigaikštystę nuo „jūros iki jūros“ stiprina jausmą, kad lietuvių tautiškumas neatsiejamas nuo jūrinės politikos.

1923 m., prijungus Klaipėdą prie Lietuvos, buvo nustatyta demarkacijos linija, pagal kurią Lietuvai atiteko 119,6 km ilgio Baltijos pajūris. XX a. pradžioje jauna Lietuvos valstybė įvertino jūros vaidmenį ekonominėje plėtroje, išvėlgė jos geopolitinį potencialą. Adomavičiaus pastebėjimu „Politinis siekis stiprinti ryšius tarp pakrantės regiono, šalies ir jos tautos ženklino posūkį Lietuvos valstybingumo tradicijoje“ (Adomavičius, 2014 b, p. 86).

*Baltijos jūros regiono strategijoje* (Internetinė prieiga. LR Valstybinės kultūros ..., 2009), skatinančioje didinti mokslo ir verslo bendradarbiavimą, rekomenduojama visoms devynioms regiono valstybėms sukurti integruotą modelį, reguliuojantį atitinkamas politikos sritis ir išteklius. Tačiau materialaus ir nematerialaus pradų sujungimas jūrinio kultūros paveldo struktūroje ekonominiu pagrindu gali fетишуoti vartojimą ir iškreipti socialinius ir kultūrinius santykius.

Dėl tokios dviprasmiškos materialios ir nematerialios kultūrų sankirtos susidaro marginalumo padėtis, atsiranda norminis ir vertybinis neapibrėžtumas. Jūrinio paveldo industrija gali būti panaudota vietos kapitalo kūrimui, t. y. paveldas tampa preke, o ne žinių šaltiniu.

Kintant vertybėms ir normoms, visuomenėje formuojasi netradiciniai socialiniai reiškiniai ir procesai, visų pirma – visuomenės atskirtis. Lemiamas faktorius priešintis spontaniškiems rinkos keliamiems vartojimo poreikiams yra tradicinės moralinės vertybės.

**Išvados.** Jūrinio kultūros paveldo materialios ir nematerialios, *sacrum* ir *profanum* sankirta lietuviškame naratyve atskleidė valdančiojo elito politinius ir ekonominius interesus. Paveldo komercializacija ne tik iškraipo paveldo vertes, sudaro prielaidas istorinių vietovių dezintegracijai iš holistinių procesų, bet ir devalvuoja suvokėjo santykį su objektu, formuoja netradicinius socialinius reiškinis – visuomenės grupių atskirtis.

Destruktyvūs socialiniai ekonominiai pokyčiai, sukėlę ekologines problemas („Grigeo Klaipėda“ Kuršių marių tarša), grėsmes tradiciniam kraštovaizdžiui ir jūros krantams (statybos pakrančių teritorijoje), krizę jūrų laivininkystei (nutraukta „Lietuvos jūros laivininkystės“ veikla), rodo tendenciją jūrinį paveldą paversti preke ir marginalizuoti etikos principus.

Jūrinio kultūros paveldo verbalizacija, pagrindžianti jūrinės valstybės tapatybės dimensijas su simbolinėmis reikšmėmis, tikėjimais, asociacijomis ir suponuojanti vertybinę sąmonę, užtikrina tradicijos tęstinumą ir stiprina Lietuvos, kaip jūrinės valstybės įvaizdį.

## Literatūra

- Adomavičius R. 2014 a. Pietryčių Baltijos jūrinė kultūra XX a. pradžioje. Po muziejaus burėmis. Muziejinių darbų ir įvykių kronika. Metraštinis, Nr. 3, 73–83, Klaipėda.
- Adomavičius R. 2014 b. Tradiciniai laivai – dalis tautinio identiteto. Po muziejaus burėmis. Muziejinių darbų ir įvykių kronika. Metraštinis, Nr. 3, 84–89, Klaipėda.
- Čepaitienė R. 2010. Paveldosauga globaliajame pasaulyje. Vilnius: Lietuvos istorijos instituto leidykla.
- ES Baltijos jūros regiono strategija. 2009-10-06, Europos bendrijų komisija, Briuselis, COM (2009) 248: [http://www.urm.lt/uploads/bjrs/documents/svarbiausi\\_dokumentai/2-EK-komunikatas-2009.pdf](http://www.urm.lt/uploads/bjrs/documents/svarbiausi_dokumentai/2-EK-komunikatas-2009.pdf);  
[https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/com\\_baltic\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/baltic/com_baltic_en.pdf) [žiūrėta 2020 02 14]
- Hartmann N. 2001. Filosofijos įvadas. Iš vokiečių k. vertė N. Juršėnas. Vilnius: Pradai.
- Heidegger M. 1988. The Basic Problems of Phenomenology. Translation, Introduction, and Lexicon by A. Hofstadter. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Heidegger M. 2014. Būtis ir laikas. Iš vokiečių k. vertė T. Kačerauskas. Vilnius: VGTU leidykla Technika.
- Husserl E. 2005. Karteziškos meditacijos. Iš vokiečių k. vertė T. Sodeika. Vilnius: Aidai.
- Klaipėdos miesto kultūros paveldo apsaugos strategija. 2015 12 10. <https://www.klaipeda.lt/data/wfiles/file23685.pdf>
- Lileikis S. 2010. Jūrinio Europos mentaliteto sakralinių ištakų metmenys. Logos, Nr. 63, 110-122 p., Vilnius.
- LR Valstybinės kultūros paveldo komisijos sprendimas DĖL JŪRINIO PAVELDO SITUACIJOS LIETUVOJE. 2009 m. lapkričio 27 d. Nr. S-12 (154): <https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/TAIS.362449/>
- Pasaulio kultūros ir gamtos paveldo apsaugos konvencija. 1972. <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/886ee2c02c0011e78397ae072f58c508> [žiūrėta 2020 02 18]
- Pasaulio paveldas. Lietuvos nacionalinė UNESCO komisija. Kultūra. <https://www.unesco.lt/kultura/pasaulio-paveldas> [žiūrėta 2020 02 18]

## IMPULSINIO ELEKTRINIO LAUKO POVEIKIS GĖLAVANDENIŲ IR JŪRINIŲ MIKRODUMBLIŲ LĄSTELĖMS

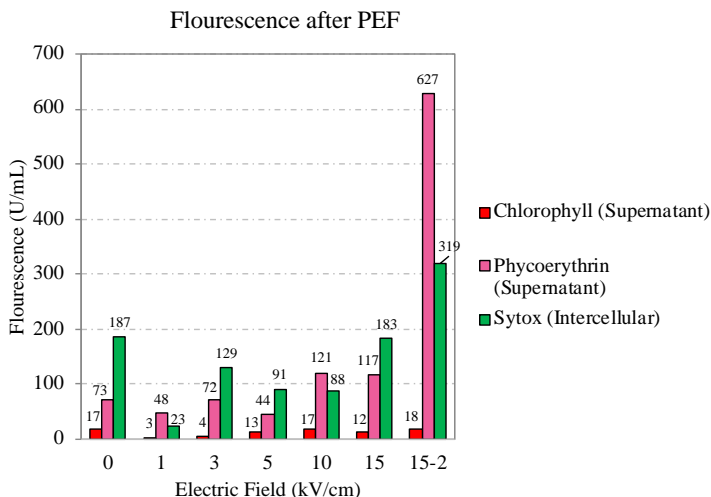
**Arūnas Stirke<sup>1</sup>, Henri Gerken<sup>2</sup>, Kamilė Jonynaitė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Valstybinis mokslinių tyrimų institutas, Fizinių ir technologijos mokslų centras, Funkcinių medžiagų ir elektronikos skyrius, Bioelektrinių reiškinių laboratorija, Vilnius, <sup>2</sup>Arizona State University, School of Sustainable Engineering and the Built Environment, Mesa, AZ, USA  
*arunas.stirke@ftmc.lt*

Mikrodumbliai yra eukariotiniai mikroorganizmai, turintys labai didelę svarbą žemės ekosistemoje. Šie organizmai pagamina daugiau nei 75 % deguonies, reikalingo žmonėms ir gyvūnams. Dumplių vykdomos fotosintezės metu yra naudojamas atmosferoje esantis anglies dioksidas. Tokiu būdu, dumbliai prisideda prie CO<sub>2</sub> kiekio mažinimo ir kovoja su šiltnamio efektu, jo padariniais. Šiomis dienomis mikrodumbliai susilaukia vis daugiau susidomėjimo atsinaujinančių energijos šaltinių, biofarmacijos ir maisto/pašarų pramonės srityse. Taip pat, mikrodumbliai yra puikus įrankis kovojant su didėjančiu vandens, oro užterštumu. Tačiau, svarbiausi iššūkiai ir problemos apriboja technologijos industrializavimą. Todėl būtina ieškoti naujų technologijų dumplių augimui ir naudingų medžiagų išskyrimui iš jų.

Vienas iš svarbiausių dumplių dumplių biomasės pokyčių yra susiję su mikrobiome dominuojančiomis bakterijomis. Yra identifikuotos bakterijų rūšys, kurios pasižymi parazitiniu (naikinančiu), mutualistiniu ar simbiotiniu poveikiu, tiesiogiai koreliuojančiu su dumplių biomasės ir augimo greičio pokyčiais. Tačiau, specifinę mikrodumplių ir bakterijų sąveiką dažniausiai nustelbia/slopina likusi vandens telkinių ekosistema. Vienas iš alternatyvių būdų selektyviai neutralizuoti mikroorganizmus, kompleksinėje kultūroje, galėtų būti impulsinio elektrinio lauko (IEL) poveikis. Yra ištirta kad veikiant skirtingais elektrinio lauko impulsais mielių *Saccharomyces cerevisiae* ir *Lactobacillus* genties bakterijų ląsteles, nustatytas specifinis selektyvus pasterizavimas. Šiuo metu galima stebėti didėjančią elektroporacijos eksperimentų kiekį, taikomą dumplių modifikacijai, transformuojant genus. Tačiau, elektrinio lauko pulso įtaka mikrodumplių ir bakterijų specifiniai komunikacijai dar nėra tyrinėta. Tai itin svarbu išsiaiškinti, prieš analizuojant specifinę mikroorganizmų inaktyvaciją mišriose dumplių ekosistemose. IEL taip pat dažnai naudojamas ląstelių pralaidumo didinimui siekiant pagerinti naudingų medžiagų išskyrimą. Tačiau IEL taikymas jūriniam dumbliams naudojamas labai retai.

Pranešime bus apžvelgtos problemos susijusios su mikrodumblių ir bakterijų sugyvenimu. Taip pat bus pristatyti rezultatai IEL poveikio mikrodumblių (*Chlorella vulgaris* PCC 395) ir bakterijų (tokių kaip: *Delftia sp.*, *Rhizobium sp./Agrobacterium sp.*, *Microbacterium sp.*, *Chryseobacterium sp.*) tarpusavio sąveikos tyrimų rezultatai. Siekiant įvertinti elektroporacijos poveikį dumblių ir bakterijų specifinės sąveikai, buvo pasirinkta keli elektroporacijos parametrai. Mėginiai buvo veikiami 150  $\mu$ s trukmės 6 kV/cm bei 10  $\mu$ s trukmės 3, 6, 9, 12 ir 15 kV/cm elektriniais impulsais. Antra dalis rezultatų skiriama apžvelgti IEL poveikio jūrinio mikrodumblio *Porphyridium purpureum* ląstelėms. Šio dumblio kultūra buvo adaptuota augti gelavandenėje BG-11 terpėje. O po to kultūra buvo veikia skirtingos amplitudės elektrinio lauko impulsais generuojamais Diversified Technologies Inc. 30 kV, 25kW komercinio generatoriaus. *P. purpureum* yra fikobiliproteino B-fikoeritrino (B-PE) producentas. B-PE yra vienas iš labiausiai žinomų pigmento-baltymo kompleksų. Pramoninis natūralių produktų poreikis padidino susidomėjimą *P. purpureum* B-PE, nes šis pigmentas gali būti naudojamas kaip dažiklis maisto, kosmetikos ir farmacijos pramonėje bei kaip fluorescencinių antikūnų konjugatas. Pranešime taip pat bus pristatytas IEL panaudojimas B-PE ekstrakcijai iš mikrodumblių (1 pav.).



1 pav. IEL poveikis *P. purpureum* ląstelėms.

IEL poveikis dumblių ląstelėms sukelia ląstelių permeabilizaciją. Todėl padidėja ekstraląstelių medžiagų transportas į ląsteles ir kai kurių



vidulastelinių komponentų difuzija iš ląstelių. Mūsų laboratorijoje atlikti tyrimai parodė, kad keičiasi bakterijų ir dumblių sugyvenimo pobūdis. Tai nauji rezultatai ir laukia daug tyrimų padėsiančių atskleisti IEL poveikio mechanizmus.

## MAURABRAGŪNŲ OOSPORŲ PASISKIRSTYMAS KURŠIŲ MARIOSE

**Vaiva Stragauskaitė, Martynas Bučas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

*vaiva.stragauskaite@jmtc.ku.lt*

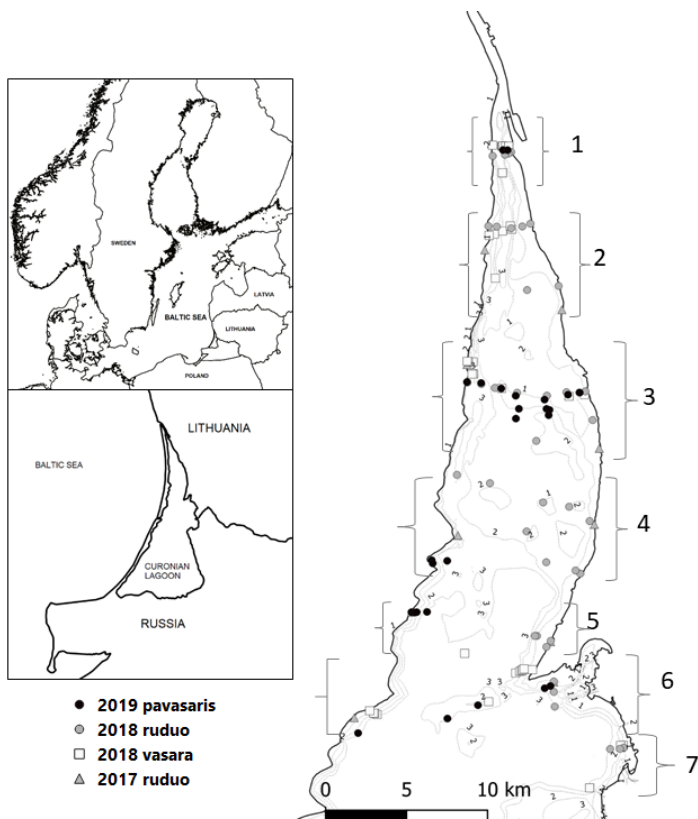
**Įvadas.** Maurabragūnai yra svarbi povandeninės augalijos dalis. Maurabragūnai kartu su kitais makrofitais yra svarbūs litoralės ekosistemoje, nes suteikia buveines ir substratą, palaiko vandens skaidrumą bei akumuliuoja maistmedžiages ir kitas chemines medžiagas (Schneider et al., 2015). Daugelyje šalių maurabragūnai naudojami kaip gero vandens kokybės rodikliai (Steinhardt et al., 2009). Per pastarąjį dešimtmetį šių makrofitų augimvietės išsiplėtė Kuršių marių lagūnoje, prioritenės Europinės svarbos buveinėje.

Maurabragūnų pasiskirstymas Baljos jūros priekrantėje priklauso nuo druskingumo, apšvietimo bei hidrodinamikos (Torn et al., 2015). Šie aplinkos veiksniai paaiškino tik nedidelę maurabragūnų pasiskirstymo mariose dispersijos dalį, o tai rodo, kad kiti svarbūs veiksniai galėjo turėti poveikį (Bučas et al., 2018). Daugelio maurabragūnų rūšių paplimas, naujų teritorijų kolonizavimas bei bendrijos stabilumas labai priklauso nuo oosporų banko (Bonis et al., 2002). Todėl oosporų pasiskirstymo dėsningumai yra svarbūs vertinant dabartinę maurabragūnų buveinių būklę, prognozuojant jos pokyčius besikeičiant klimatui, ir vystant vandens kokybės rodiklius pagal makrofitus.

Duomenų apie oosporų banko pasiskirstymą didžiausioje Baltijos jūros lagūnoje iki šiol nėra. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti oosporų pasiskirstymo dėsnigumus, bei nustatyti juos nulemiančius aplinkos veiksnius. Šio tyrimo tikslas nustatyti oosporų banko sudėtį, gausumą ir erdvinius dėsnigumus Kuršių mariose.

**Metodai.** Lietuvai priklausanti Kuršių marių dalis tirta 2017–2019 metais. Tyrimo taškai ir profiliai pasirinkti atsižvelgiant į 2014–2015 metų maurabragūnų buvinių vertinimo duomenis. Naudojant 4,5 cm skersmens diametro cilindrą dugno nuosėdų mėginiai surinkti 7 profiliuose (1 pav.). Tyrimų taškuose paimta po 3 mėginius apie 5 cm gylio nuosėdų. Nuosėdos persijotos per 0,5 bei 0,2 mm akučių dydžio sietus. Įvertintas mėginyje esančių oosporų rūšinė sudėtis ir gausumas. Gyvybingumas nustatytas spustelint oosporas adata. Oosporos suskirstytos į 4 kategorijas (pagal Soulié-Marsche et al., 2015): tuščios oosporos, tušti girogonidai, pilnos oosporos, pilni girogonidai.

Rezultatuose analizuota vandens druskingumo, bangų atvirumo indekso, gylio, druskingumo, atstumo nuo maurabragūnų augimviečių ir atstumo nuo kranto poveikis oosporų bankui. Druskingumo pasiskirstymas vertintas pagal hidrodinaminį modelį (Zemlys et al., 2013). Bangų poveikis vertintas apskaičiuojant bangų atvirumo indeksą (Malhotra and Fonseca, 2007) pagal batimetriją iš hidrodinaminio modelio (Zemlys et al., 2013) kartu su hidrometeorologinių stočių vėjo krypties bei greičio duomenimis. Minimalūs atstumai nuo kranto bei maurabragūnų sąžalynų apskaičiuoti naudojant Qgis programą.



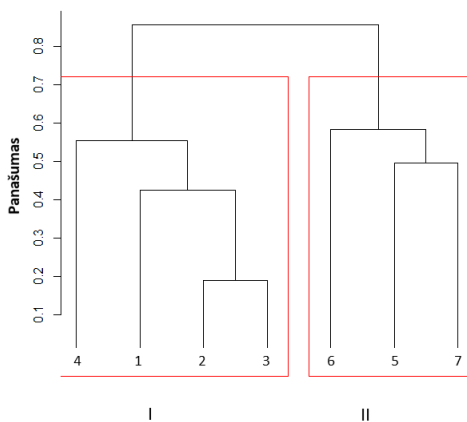
1 pav. Tyrimų taškai bei profiliai (1–7) Kuršių mariose 2017–2019 metų periodu.

Oosporų pasiskirstymo dėsninumai analizuoti taikant klasterinės analizės metodą naudojant R statistinį paketą (R Core Team, 2014). Aplinkos

veiksnių svarba oosporų gausumui įvertinta apibendrintais sudėtiniais modeliais – GAM (Wood, 2011).

**Rezultatai ir jų aptarimas.** Kuršių mariose rastos 4 rūšių maurabragūnų oosporos. *Chara baltica* ir *Tolypela nidifica* oosporos rastos tik 1 profilyje, kuris labiausiai įtakojamas druskėto vandens įnešimų iš Baltijos jūros, ir sudarė tik 0,5 % bendro gausumo. *C. contraria/aspera* grupė buvo dominuojanti nuosėdose, šios rūšys taip pat dominuojančios maurabragūnų bendrijose. Rastų oosporų rūšinė sudėtis pilnai nereprezentuoja maurabragūnų bendrijos, nes vietomis augo ir *Nitelopsis obtusa*, kuri dauginasi vegetatyviškai. Oosporų buvo aptikta 59 % tyrimo taškų, bet pilnų tik 33 %. Pilnos oosporos ir girogonidų rastos beveik visoje rytinėje pakrantėje, kai tuo tarpu vakarinėje jų aptikta tik ties 2 ir 3 profiliais.

Pagal klasterinės analizės rezultatus išsiskyrė 2 profilių grupės (2 pav.). Pirmoje grupėje (1–4 profiliai) vidutinis tuščių oosporų bei tuščių girogonidų vidutinis gausumas buvo atitinkamai 27950 ir 6100 vnt. m<sup>-2</sup>, o pilnų oosporų ir girogonidų atitinkamai 5780 ir 12910 vnt. m<sup>-2</sup>. Antroje grupėje (5–7 profiliai) vidutinis tuščių oosporų bei tuščių girogonidų vidutinis gausumas buvo atitinkamai 2500 ir 1160 vnt. m<sup>-2</sup>, o pilnų oosporų ir girogonidų atitinkamai tik 80 ir 160 vnt. m<sup>-2</sup>.



1 pav. Oosporų gausumo Kuršių mariose kalsterinės analizės dendrograma pagal Bray-Curtis panašumą (vidutinės jungties metodas). Raudona linija žymi profilių (1–7) grupes (I ir II) ties 40 % panašumo lygiu.

Atstumas nuo maurabragūnų augimviečių ir nuo kranto bei atvirumas bangoms buvo svarbiausi veiksniai paaišinantys visų tipų oosporų pasiskirstymą Kuršių mariose.

Didžiausia tikimybė (>60 %) aptikti tuščių oosporų buvo iki 5 km nuo maurabragūnų augimviečių. Tušti girogonidai ir pilnos oosporos dažniausiai buvo randamos <1 km nuo maurabragūnų augimviečių bei zonose kur bangų atvirumo indeksas <1000. Pilni girogonidai dažnai buvo taip pat ten, kur bangų atvirumo indeksas <1000. Pastebėtas reikšmingas neigiamas ryšys tarp tuščių oosporų gausumo ir atstumo nuo kranto bei maurabragūnų augimviečių. Neigiamas tiesinis ryšys nustatytas tarp tuščių girogonidų ir bangų atvirumo indekso, bei atstumo nuo artimiausio kranto. Gautas modelis parodė statistiškai reikšmingą neigiamą ryšį tarp atstumo nuo kranto ir maurabragūnų augimviečių bei pilnų girogonidų gausumo. Reikšmingo ryšio tarp pilnų oosporų ir aplinkos veiksnių nenustatyta.

Tyrimai parodė, kad oosporų aptikimas už maurabragūnų augimviečių buvo santykinai mažas ir oosporų gausumas reikšmingai mažėjo už maurabragūnų sąžalynų. Bangų poveikis gilesnėse bei atviresnėse zonose gali būti dvejopas. Bangos sunėša oosporas link kranto, o padidėjęs drumstumas dėl nuosėdų resuspencijos mažina vandens skaidrumą ir šviesos patekimą prie dugno, o tai gali sukelti papildomą stresą oosporų daigumui bei tolimesniam maurabragūnų augimui.

## Literatūra

- Schneider S. C., García A., Martín-Closas C. et al. 2015. The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview. *Aquatic Botany*, Nr.120, 2–6.
- Steinhardt T., Selig U. 2009. Comparison of recent vegetation and diaspore banks along abiotic gradients in brackish coastal lagoons. *Aquatic Botany*, Nr. 91(1), 20–26.
- Torn K., Kovtun-Kante A., Herkül K. et al. 2015. Distribution and predictive occurrence model of charophytes in Estonian waters. *Aquatic Botany*, Nr 120, 142–149.
- Bučas M., Sinkevičienė Z., Kataržytė M. et al. 2019. How much can the occurrence and coverage of charophytes in an estuarine lagoon (Curonian Lagoon) be explained by environmental factors? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Nr. 216, 1–11.
- Bonis A., Grillas P. 2002. Deposition, germination and spatio-temporal patterns of charophyte propagule banks: a review. *Aquatic botany*, Nr 72, 235–248.
- Soulié-Marsche I., García A. 2015. Gyrogonites and oospores, complementary viewpoints to improve the study of the charophytes (Charales). *Aquatic botany*, Nr 120, 7–17.

## FARMACINĖS MEDŽIAGOS LIETUVOS PAJŪRIO REGIONO NUOTEKŲ VALYKLOSE IR VANDENS TELKINIUOSE

**Sergej Suzdalev<sup>1</sup>, Valdas Langas<sup>1</sup>, Galina Garnaga-Budrė<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Aplinkos apsaugos agentūra, Aplinkos tyrimų departamentas, Vilnius  
*sergej.suzdalev@apc.ku.lt*

**Ivadas.** Farmacijos produktai – svarbi šiuolaikinės visuomenės gyvenimo dalis, o jų teigiamas poveikis žmonių ir gyvūnų sveikatai yra plačiai pripažintas. Europos rinkoje parduodamų vaistų kiekis per pastaruosius tris dešimtmečius sparčiai augo tiek pagal pardavimo apimtį, tiek pagal vaistų veikliųjų medžiagų skaičių. Dabar rinkoje yra daugiau kaip 3 000 vaistų veikliųjų medžiagų.

Augant farmacinių medžiagų suvartojimui daugėja įrodymų apie jų patekimą į aplinką: vaistų likučių randama paviršiniame bei požeminiame vandenyje, dirvožemyje, gyvūnų audiniuose (EK COM 2019, 128 final). Vandenyje ir dirvožemyje rasta įvairių antimikrobinų vaistų (antibiotikų ir vaistų nuo grybelio), skirtų žmonėms ir gyvūnams gydyti. Didžioji dalis farmacinių medžiagų patenka į gėlo vandens telkinius ir jūrinę aplinką kartu su buitinėmis nuotekomis. Dėl tam tikrų vaistų cheminio ir (arba) metabolinio stabilumo nuotekų valyklas jie pasiekia išsaugoję nuo 30 iki 90 procentų savo veiksmingumo.

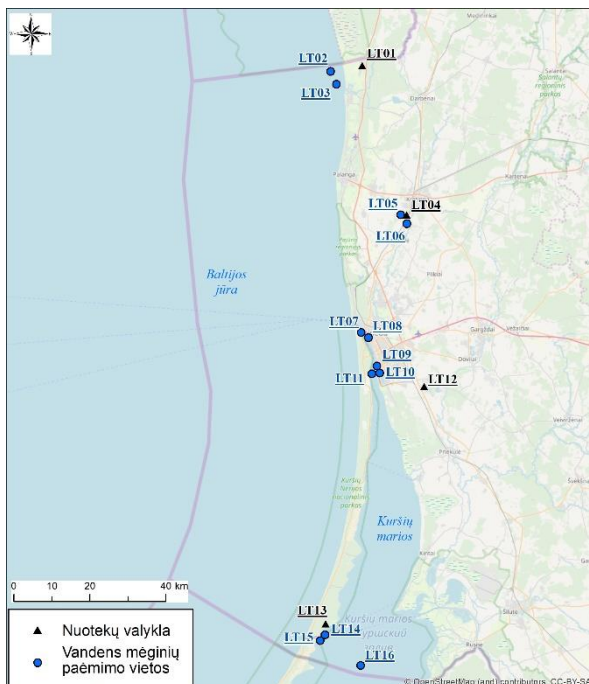
Nuotekų valymo įrenginių geba pašalinti vaistų likučius skiriasi ir priklauso nuo medžiagos bei valymo lygio.

Manoma, kad net maži kiekiai farmacinių medžiagų vandenyje arba dirvožemyje gali turėti neigiamą poveikį laukinei gyvūnijai (Matthiessen, Sumpter, 1998; Fent, 2015; Niemuth, Klaper, 2015), dėl mažos tam tikrų antidepresantų koncentracijos poveikio žuvų elgsena keičiasi taip, kad gali kilti pavojus jų išgyvenimui (Dzieweczynski et al. 2016).

Daugėjant įrodymų apie farmacinių medžiagų patekimą į jūrinę aplinką vis dar trūksta moksliniais tyrimais pagrįstos informacijos apie tam tikrų vaistų koncentracijas aplinkoje bei jos keliamas rizikas lygi.

Esamos situacijos analizei 2017–2018 m. laikotarpiu, įgyvendinant tarptautinį projektą MORPHEUS (Farmacinių medžiagų šalinimas pietinės Baltijos jūros rajonuose, 2017–2019), atlikti pirmieji detalūs farmacinių medžiagų tyrimai Lietuvos pajūrio regione esančiose nuotekų valyklose bei vandens telkiniuose.

**Tyrimų medžiaga ir metodika.** Tyrimų medžiaga surinkta 2017 m. rugpjūčio bei 2018 m. vasario–kovo mėnesiais Klaipėdos, Palangos, Nidos, Kretingos nuotekų valyklose (NV) (įtekančiame bei ištekančiame/išvalytame nuotekų sraute), taip pat paviršinio vandens telkiniuose–nuotekų priimtuvuose: upėse (Akmena–Danė: 1 mėginys, Tenžė: 4 mėginiai), Klaipėdos sąsiauryje (6 mėginiai), Kuršių mariose (5 mėginiai) ir Baltijos jūroje (3 mėginiai). Nuotekų ir paviršinio vandens mėginių ėmimo vietas pavaizduotos 1 pav.



1 pav. Nuotekų ir paviršinio vandens mėginių ėmimo vietas.

Farmacinių medžiagų koncentracijos nuotekų ir paviršinio vandens mėginiuose nustatytos Kristianstado universiteto (Švedijos Karalystė) MoLab laboratorijoje, taikant kietosios fazės ekstrahavimo ir skysčių chromatografijos bei tandeminės trijų kvadrupolių masių spektrometrijos metodą (SPE – LC-MS-MS).

Tirtos farmacinės medžiagos: širdies ir kraujagyslių sistemą veikiantys vaistai (propranololis, metoprololis, atenololis); sistemiskai veikiantys priešinfekciniai vaistai/antibiotinės medžiagos (sulfametoksazolis, eritromicinas, klaritromicinas, azitromicinas, ciprofloksacinis); raumenų ir

skeleto sistemą veikiantys vaistai (diklofenakas, ibuprofenas, naproksenas); nervų sistemą veikiantys vaistai (paracetamolis, karbamazepinas, oksazepamas); urogenitalinę sistemą veikiantys vaistai ir lytiniai hormonai (estronas).

Farmacinių medžiagų apkrovos (išreikštos kg/metus), patenkančios iš pasirinktų NV į paviršinio vandens telkinius, apskaičiuotos pagal aptiktas 15-os farmacinių preparatų koncentracijas (ng/l) nuotekose po valymo bei nuotekų kiekius (m<sup>3</sup>) 2017 ir 2018 m. laikotarpiams.

**Rezultatai ir jų aptarimas.** Klaipėdos miesto NV yra didžiausia iš keturių analizuotų tiek pagal projektinį pajėgumą, tiek pagal metinį išvalytų nuotekų kiekį. 2018 m. vidutinis per parą išvalomų nuotekų kiekis siekė 848 m<sup>3</sup> Nidos NV; 3 478 m<sup>3</sup> Kretingos NV; 7 993 m<sup>3</sup> Palangos NV ir net 36 478 m<sup>3</sup> Klaipėdos NV. Įvertinus farmacinių medžiagų koncentracijų vertes išvalytų nuoteku sraute nustatyta, kad didžiausi farmacinių medžiagų kiekiai į vandens aplinką pajūrio regione patenka būtent iš Klaipėdos NV. Remiantis vidutinės (2017 ir 2018 m.) farmacinių medžiagų taršos apkrovos skaičiavimais Klaipėdos NV sudaro beveik 77 kg/metus (arba 81 % nuo bendros 4-ių NV apkrovos, sudarančios 94,5 kg/metus), apkrovos iš likusių NV siekia 10,97 kg/metus (Palangos NV), 6,32 kg/metus (Kretingos NV) ir 0,66 kg/metus (Nidos NV) (1 lentelė).

*1 lentelė*

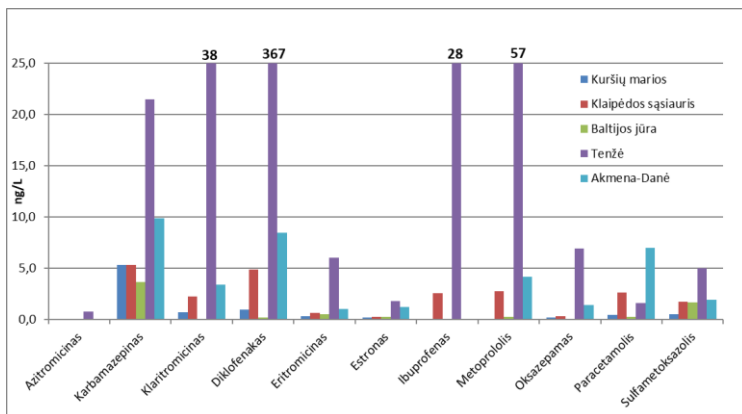
15-os farmacinių medžiagų apkrovos (kg/metus) iš analizuotų nuotekų valyklų

Duomenys	Farmacinių medžiagų apkrovos išvalylose nuotekose				Iš viso, kg
	Klaipėda	Palanga	Kretinga	Nida	
2017 m. apkrova (vasaros mėginių duomenys), kg	63,14	11,23	8,22	0,62	83,21
2018 m. apkrova (žiemos mėginių duomenys), kg	90,05	10,71	4,42	0,69	105,87
Vidutinė metinė apkrova (2017 ir 2018 m. duomenys), kg	76,59	10,97	6,32	0,66	94,54
Procentinė apkrovos dalis 4-iose nuotekų valylose, %	81	11,6	6,7	0,7	
	Vandens telkinys/nuotekų priimtuvas				
	Klaipėdos sąsiauris	Baltijos jūra	Tenžės upelis	Kuršių marios	

Farmacinių medžiagų aptikimas paviršiniuose vandens telkiniuose tiek vasaros tiek žiemos periodais siekė daugiau kaip 50 %. Į Europos Komisijos



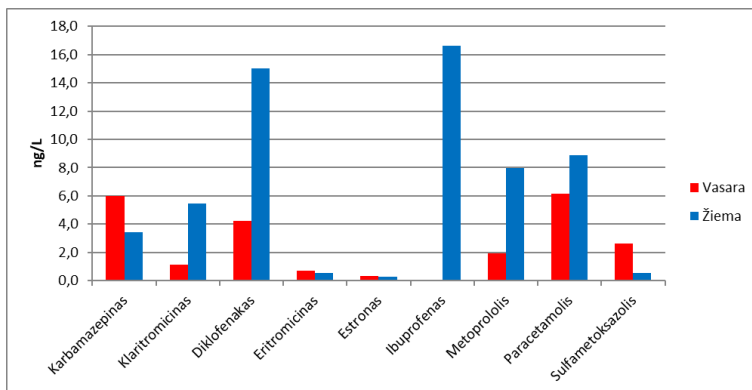
stebėsenos sąrašą įtrauktas antibiotikas eritromicinas aptiktas visuose vandens telkiniuose, 100 % aptikimas taip pat būdingas karbamazepinui. Itin aukštų aptikimo procentu pasižymi metoprololis (90 %), sulfametoksazolis (84 %), klaritromicinas (84 %) ir estronas (84 %). Vidutinės (vasaros ir žiemos sezonų) tirtų farmacinių medžiagų koncentracijos skirtinguose vandens telkiniuose pateikiamos 2 pav.



2 pav. Vidutinės farmacinių medžiagų koncentracijos (vasaros, žiemos, žemiau nuotekų išleistuvų, foninėse stotyse) vandens telkiniuose.

Visos tirtos farmacinės medžiagos buvo aptiktos Tenžės upelio vandenyje, o didžiausios bemaž visų medžiagų koncentracijos nustatytos prie Kretingos valymo įrenginių išleistuvo. Nepaisant galimai didesnio praskiedimo tam tikrų farmacinių medžiagų (karbamazepinas, eritromicinas, estronas ir sulfametoksazolas) pėdsakai aptikti ir Baltijos jūros vandenyje. Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje be jūroje aptiktų medžiagų taip pat rasta klaritromicino, diklofenako, paracetamolio, ibuprofeno ir metoprololio. Tuo tarpu Kuršių mariose aptikta tik maža dalis farmacinių medžiagų, pasižyminčių itin mažomis koncentracijomis.

Pabrėžtina, kad tam tikrų farmacinių medžiagų (ibuprofenas, paracetamolis, diklofenakas) didesnės koncentracijos aptiktos žiemos sezonu, tikėtina dėl intensyvesnio vaistų vartojimo šaltuoju metu laiku, siaučiant gripui ir kitoms peršalimo ligoms, taip pat galimai dėl mažiau efektyvesnio išvalymo žiemos periodu. Sezoninė farmacinių medžiagų koncentracijų kaita Klaipėdos sąsiaurio vandenyje gerai atsispindi žemiau esančiame paveiksle (3 pav.).



3 pav. Vidutinės farmacinių medžiagų koncentracijos (prie nuotekų išleistuvo ir žemiau) Klaipėdos sąsiauryje 2017 m. vasarą ir 2018 m. žiemą.

**Išvados.** 2017–2019 metais, įgyvendinant tarptautinį MORPHEUS projektą, pajūrio miestų nuotekų valymo įrenginiuose, upėse, Kuršių mariose ir Baltijos jūroje aptikta tokių farmacinių medžiagų kaip diklofenakas, ciprofoksacinas, amoksicilinas, antibiotinės medžiagos, hormoniniai preparatai. Tai pirmieji reikšmingi duomenys, kurie rodo, kad būtinas tolimesnis tokių mikroteršalų aplinkoje tyrimas ir analizė, o tuo pačiu nacionalinių strateginių tikslų kūrimas dėl papildomų pažangių mikroteršalų valymo būdų diegimo nuotekų valyklose.

## Literatūra

- Dzieweczynski T. L., Campbell B. A., Kane J. L. 2016. Dose-dependent fluoxetine effects on boldness in male Siamesefighting fish. *Journal of Experimental Biology* (2016) 219, 797–804.
- Fent K. 2015. Progestins as endocrine disrupters in aquatic ecosystems: Concentrations, effects and risk assessment. *Environ Int.* 2015 Nov;84:115-30. doi: 10.1016/j.envint.2015.06.012. Epub 2015 Aug 11.
- Matthiessen P., Sumpter J. P. 1998. Effects of estrogenic substances in the aquatic environment. *EXS.* 86:319-35.
- Niemuth N. J., Klaper R. D. 2015. Emerging wastewater contaminant metformin causes intersex and reduced fecundity in fish. *Chemosphere* 135, 38-45.
- Projekto MORPHEUS medžiaga: <http://www.morpheus-project.eu/>

## UNGURIŲ MATMENINĖ-AMŽINĖ STRUKTŪRA LIETUVOS VIDAUS IR TARPINIUOSE TELKINIUOSE

Arvydas Švagždis

Klaipėdos universitetas, Klaipėda  
*arvydasrusne@gmail.com*

**Įvadas.** Europos komisijos įgyvendinimo sprendimas (ES) 2016/1251 įpareigoja visas ES šalis dalyvauti Duomenų rinkimo programoje. Lietuva kasmet privalėjo surinkti ne mažiau kaip 200 vnt. ungurių biologinei analizei. Išanalizuoti biologiniai rodikliai, nustatyta amžiaus struktūra leidžia įvertinti mūsų šalies telkinių ungurių populiacijos būklę, aplinkos sąlygų įtaką biologiniams rodikliams ir taip prisidėti prie Lietuvos ungurių plano įvykdymo tikslų.

**Medžiaga ir metodika.** Medžiaga rinkta iš skirtingų Lietuvos vietų – 4 ežerų Utenos apskrityje, 1 ežero Alytaus apskrityje bei šiaurinės Kuršių marių dalies.

Ungurių biologinė medžiaga buvo renkama Baluoso ešere (2017 m.) ir Stirnių ežere (2018 m.) ungurių migracijos iš telkinių metu naudojant verslines 16 mm akytumo gaudykles. Taip pat dalis medžiagos buvo surinkta 2017 m. vasarą, naudojant 12 mm akytumo venterius Aiseto, Ūkojo, Paežerio ežeruose. Kuršių mariose unguriai buvo surinkti iš 20 mm akytumo marinių gaudyklių nuo birželio iki spalio mėnesių. Iš viso 2017–2018 m. laikotarpiu buvo surinkti 658 mėginiai. Mėginius rinko Žuvininkystės Tarnyba prie LR Žemės ūkio ministerijos.

Unguriai buvo matuojami ( $L_{Total}$ , 0,5 cm), sveriami (g), jų subrendimo stadijoms nustatyti buvo matuojamas krūtinės peleko ilgis (0,1 mm tikslumu), vertikalus ir horizontalus akies skersmuo (0,1 mm); amžiui nustatyti paimti otolitai. Geltonojo ar sidabrinio ungurio stadija įvertinta pagal akių skersmenį, naudojantis N. W. Pankhurst (1982) formule. Įmitimas vertintas pagal masės ir ilgio santykį, naudojant Fultono koeficientą ( $K_{fult}$ ). Metinis prieaugis įvertintas ungurių svorį padalinus iš amžiaus. Surinkti otolitai buvo supjaustyti, nušlifuoti ir nudažyti Taluidine blue dažais, suskaičiuotos metinės rievės, pagal tai nustatytas žuvų amžius.

**Rezultatai.** Lyginant ungurių biologinius rodiklius pagal telkinių tipus (Kuršių marias ir gėlavandenius ežerus) matosi esminiai skirtumai (1 lentelė).

Mėginiuose iš Kuršių marių 2017 m. dominavo stambūs 14, 18, 21, 22 metų amžiaus individai. Ungurių ilgiai 2018 m. buvo mažesni; mėginiuose pagausėjo jaunesni 6, 7, 10 metų amžinių grupių (1a pav.). Vertinant augimo sąlygas, Fultono koeficientas ( $K_f$ ) rodo, kad Kuršių mariose ungurių įmitimas

buvo didžiausias (2a pav.). Pagal apskaičiuotą ungurių metinį svorio prieaugį, Kuršių mariose tiek vidutinis kasmetinis, tiek atskirų amžinių grupių prieaugis tarp surinktų mėginių taip pat buvo maksimalus. Ypač didelis kasmetinis svorio prieaugis stebimas tarp 4–10 metų amžinių grupių (3a pav.).

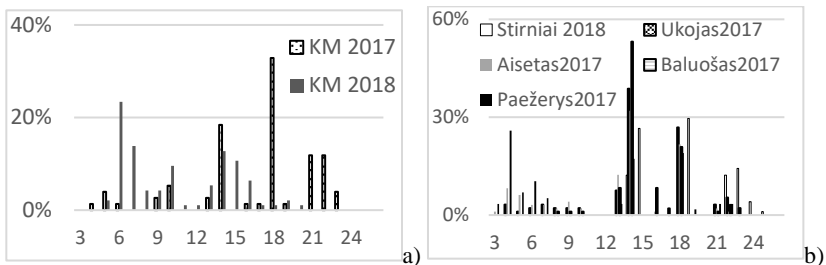
Vidaus vandens telkiniuose stambiausi unguriai fiksuoti pavasarinės priešnerštinės migracijos laikotarpiu Stirnių ir Baluošo ežeruose. Aiseto, Ūkojo, Paežerio ežeruose matomi du ilgų pikai, nes naudoti smulkesnio akytumo įrankiai vasaros metu. Pagal amžines grupes, 2017 m. ežeruose vyravo 13, 14, 18, 22 amžiaus žuvys, o po metų, 2018 m. Stirnių ežere – vienais metais vyresni individai. Paežerių ežere taip pat buvo gausu jaunesnių, 4–6 metų amžiaus žuvų (1b pav.). Fultono įmitimo koeficientas ežeruose buvo ženkliai mažesnis nei Kuršių mariose (2a pav.). Ungurių vidutinis metinis ir atskirų amžinių grupių svorio prieaugis tarp ežerų didžiausias buvo Baluošo ir Stirnių ežeruose, tačiau nuo Kuršių marių ungurių metinio prieaugio skyrėsi net 2–4 kartus (3a pav.).

*1 lentelė*

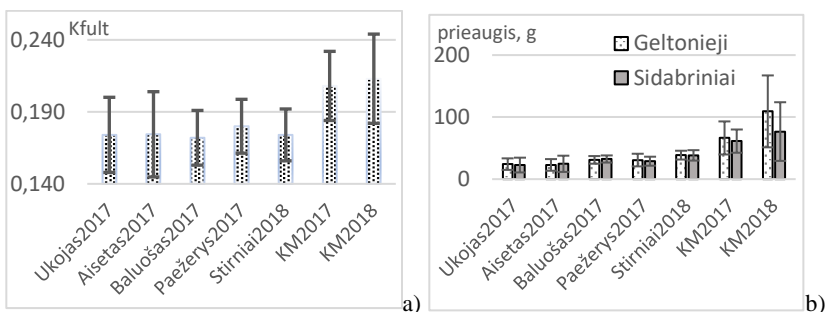
Ungurių biologiniai rodikliai (vidurkis  $\pm$  S.N.) skirtinguose Lietuvos vandens telkiniuose

Telkinys	Vieta	Mėginių skaičius	Ilgis, (cm) LTotal	Svoris, g	Įmitimas, Kfult	Amžius
Ūkojas, 2017	Ignalinos raj.	100	56,0 $\pm$ 9,9	340,1 $\pm$ 183,1	0,175 $\pm$ 0,026	14,8 $\pm$ 4,4
Stirniai, 2018	Molėtų raj.	100	73,7 $\pm$ 7,0	721 $\pm$ 223,2	0,175 $\pm$ 0,018	18,5 $\pm$ 3,4
Aisetas, 2017	Molėtų ir Utenos raj.	100	53,7 $\pm$ 11,9	314,8 $\pm$ 204,1	0,174 $\pm$ 0,03	12,6 $\pm$ 4,9
Baluošas, 2017	Ignalinos raj.	100	65,5 $\pm$ 4,4	486,7 $\pm$ 109	0,172 $\pm$ 0,019	15,2 $\pm$ 2,6
Paežerys, 2017	Vilkaviškio raj.	58	52,4 $\pm$ 13,3	299,6 $\pm$ 194,3	0,18 $\pm$ 0,019	10,6 $\pm$ 6,4
Kuršių marios, 2017	Šilutės ir Klaipėdos r.	100	77,5 $\pm$ 8,8	989,5 $\pm$ 286,2	0,208 $\pm$ 0,024	16,8 $\pm$ 5,1
Kuršių marios, 2018	Šilutės ir Klaipėdos r.	100	74 $\pm$ 8,1	893,8 $\pm$ 366,2	0,21 $\pm$ 0,031	8,4 $\pm$ 2,3

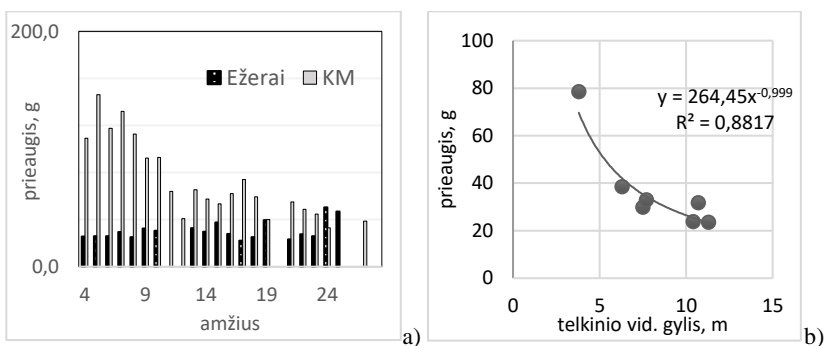
Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga



1 pav. Ungurių amžinė struktūra Kuršių mariose (KM)(a) ir ežeruose (b) 2017,2018 m.



2 pav. Ungurių įmitimas (Kf) (a) bei vidutinis metinis priaugis Kuršių mariose (KM) ir ežeruose (b).



3 pav. Ungurių vidutinis priaugis pagal amžines grupes (a) ir telkinio gylio įtaka kasmetiniam priaugiiui (b).

**Rezultatų aptarimas.** Ungurių augimo greitis telkiniuose gali būti labai skirtingas, bet Europos kontekste pirmiausia koreliuoja su šiaurės platumos

koordinatėmis (Vøllestad, 1992). Šių žuvų augimo ir subrendimo greitis priklauso nuo eilės faktorių, tokių kaip telkinio druskingumas, temperatūra, gylis, atstumas nuo jūros, telkinio mitybinė bazė (Daverat, 2012).

Šios analizės tikslas buvo įvertinti ungurių augimą, amžinę struktūrą, brendimą skirtingose buveinėse – šaltavandeniuose, giliuose ežeruose ir sekliame, greit įšylančiame telkinyje Kuršių mariose. Nustatyta, kad Lietuvos telkiniuose taip pat galioja bendri ungurių augimo dėsningumai: ungurių biologiniai rodikliai kaip imitimas, augimo greitis, amžinė struktūra vidaus vandens telkiniuose ženkliai skyrėsi nuo tarpinio telkinio – Kuršių marių. Kaip reikšmingą faktorių galime išskirti ištirtų telkinių vidutinį gylį, su kuriuo ungurių augimo tempas turi aiškiai išreikštą tarpusavio atvirkštinę priklausomybę (3b pav.).

Lyginant su 2004 m. atliktais tyrimais (Lin, 2007), vidaus vandens telkiniuose 2017 ir 2018 m. ungurių augimo greitis ir imitimas esminių skirtumų nerodo, o nustatytas vidutinis amžius sutampa. Ungurių amžinė struktūra ežeruose priklausė nuo įžuvinimo metų (Lietuvoje dirbtinai ežerai žuvinti 1994–1996; 1999, 2003, 2004, 2011–2018).

Kuršių mariose sidabrinių ungurių 2017–2018 m. biologinės augimo charakteristikos sutapo su 2003 m. augimo tempu (Lin, 2007). Tačiau skyrėsi amžinių grupių struktūra ir santykinai taip pat priklausė nuo įžuvinimo metų. Jaunų, 4–10 metų amžiaus, geltonojoje stadijoje ungurių augimo tempas ir imitimas rodo itin palankias pastarųjų metų aplinkos sąlygas ungurių augimui šiame telkinyje. Kaip pasekmė, dėl didelio augimo greičio versliniuose žvejybos įrankiuose 2018 m. fiksuotas didelis skaičius jaunų, bet sparčiai augančių ungurių. Galima manyti, kad Kuršių marias ar Nemuno žemupį dirbtinai įžuvinant tais pačiais ungurių lervučių kiekiais, dėl spartaus augimo tempo subrendusių, t. y. sidabrinių ungurių biomasė būtų kelis kartus didesnė nei ežeruose.

**Išvados.** Visi biologiniai rodikliai liudija, kad Kuršių marios yra itin palankus telkinys ungurių augimui.

## Literatūra

- Daverat F., Tomas J. 2006. Tactics and demographic attributes of the European eel (*Anguilla anguilla*): the casestudy of the Gironde watershed (Southwest France). *Marine Ecology Progress Series* 307: 247–257.
- Daverat F, Beaulaton L., Poole R. et al. 2012. One century of eel growth: changes and implications *Ecology of freshwater fish*. John Wiley & Sons A/S.
- Fulton T. 1902. Rate of growth of seas fishes.
- Lin Y. J., Lozys L., Shiao J. C. et al. 2007. Growth differences between naturally recruited and stocked European eel *Anguilla anguilla* from different habitats in Lithuania. *Journal of Fish Biology*, 71: 1773–1787.

## Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga

- Pankhurst N. W. 1982. Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla*(L.). *Journal of fish biology*, Vol.21, Issue 2: 127–140.
- Vøllestad L. A. 1992. Geographic variation in age and length at metamorphosis of maturing European eel: environmental effects and phenotypic plasticity. *Journal of Animal Ecology*, 61: 41–48.

## DAUGIATANKĖS MINERALINĖS VATOS TVIRTINIMO SMEIGIŲ LAIKOMOSIOS GEBOS TYRIMAS

**Artūras Tadžijėvas<sup>1</sup>, Audrius Senulis<sup>1</sup>, Deividas Šapalas<sup>1</sup>,  
Marius Vasylius<sup>1</sup>, Arminas Štuopys<sup>1</sup>, Giedrius Šilas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universitetas, Klaipėda, <sup>2</sup>Klaipėdos valstybinė kolegija, Klaipėda  
*arturas.tadzijėvas@ku.lt*

**Įvadas.** Sparčiai vystantis technologijoms, keičiasi, griežtėja ir teisiniai priimtino aspektai. Technologinės naujovės įteisinamos nacionaliniuose ar tarptautiniuose norminiuose dokumentuose ar taisyklėse ir tampa neatsiejama mūsų kasdienybės dalimi. Ne išimtis ir statybų sektorius. ES direktyvose numačius, kad namų ūkiuose energijos suvartojimas iki 2020 metų turi būti sumažintas 20 proc., sugriežtėjo ir nacionaliniai statybų sektoriaus reguliavimo dokumentai. Naujai statomi ir renovuojami statiniai imti skirstyti energetinio efektyvumo klasėmis. Įteisinus A, A+ ir A++ energetinio efektyvumo klases, statybų sektorius ėmė žvalgytis sprendinių, atitinkančių norminių dokumentų užduotas savybes, nes tradiciniai sprendiniai negebėjo pasiekti keliamų reikalavimų. Didėjant naujai statomų statinių šiltinimo sluoksniui, tobulėjo ir šiltinimo medžiagų gamintojų gaminama produkcija bei šiltinimo medžiagų tvirtinimo sistemos. Šioje pranešimo medžiagoje nagrinėjama tradicinių ir naujų, rinkoje dar nesančių, daugiatankių mineralinių šiltinimo medžiagų ir šiuolaikiškų tvirtinimo smeigių tarpusavio sintezė. Šiltinimo sluoksnio tvirtinimui ir fasadų apsiuvo sistemoms yra keliami darnieji, bendri reikalavimai, kurie pateikiami ES dokumentuose ETAG004 ir ETAG014 (European Technical Approval Guideline). Šių dokumentų pagrindu sertifikuojanti įstaiga sudaro sistemai patvirtinti būtinų tyrimų planą, peržiūri bandymų rezultatus, parengia sistemai nacionalinį ar Europos techninį liudijimą. Kaip minėta, šioje pranešimo medžiagoje nagrinėjama vienatankės mažo tankio, dvitankės mažo ir didelio tankio mineralinės vatos, pagamintos vieno pluoštinimo proceso metu. Tradiciškai, įrengiant tinkuotą ar vėdinamą fasado sistemą arčiau šiltinamo paviršiaus apsiuvimui klojama mažo tankio, išorėje vidutinio ar didelio tankio šiltinimo medžiaga. Tiriamas produktas pagamintas vieno gamybinio proceso metu, taip taupomas apsiuvimo laikas, nes visi šiltinimo pasluoksniai įrengiami vieno užklojimo metu. Įrengiant ventiliuojamą fasadą su sandarintomis apdailos medžiagos siūlėmis šiltinimo medžiagos neveikia išoriniai aplinkos veiksniai tokie kaip krituliai, vėjo apkrovos. Įrengiant ventiliuojamą fasadą su nesandarintomis siūlėmis, šis poveikis šiltinimo medžiagą veikia tik iš dalies. Tačiau, įrengus tinkuotą fasadą, apdailą veikiantis vėjo slėgis tiesiogiai veikia, gniuždo šiltinimo

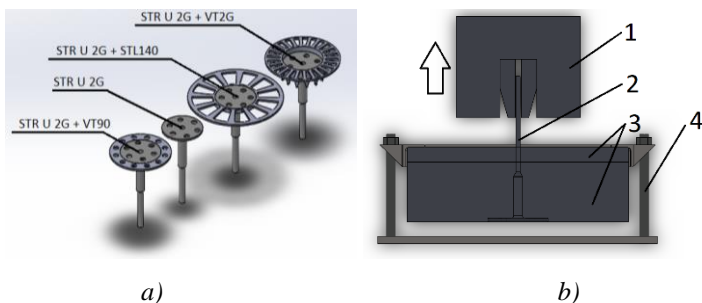


sluoksni. Gniuždymo apkrovos nėra pačios nepalankiausios. Statinį, ypač aukštingą, veikiant vėjo apkrovai, priešingoje, vėjo normalinio slėgio pusėje, susiformuoja vakuuminis slėgis, kuris plėšia apdailą, kartu su šiltinimo sluoksniu nuo laikančiosios konstrukcijos. Todėl vienas svarbiausių bandymų, kuris atliekamas šiltinimo medžiagoms – šiltinimo medžiagą laikančios smeigės ištraukimo per šiltinimo sluoksni bandymas (angl. šis terminas „Pull-through tests of fixings“).

Autoriai, tyrinėjantis mineralinę akmens vatą, nagrinėja trumpalaikėmis ciklinėmis apkrovomis gniuždomų akmens vatos gaminių stiprumo ir deformacines savybes. Gautieji akmens vatos plokščių gniuždymo tyrimo rezultatai gali būti pritaikyti nustatant šių gaminių naudojimo pastatų konstrukcijose (grindyse, perdangose, stoguose) sritis ir sąlygas, taip pat pagrindžiant atitinkamus techninius reikalavimus šių konstrukcijų projektavimo normatyviniuose dokumentuose (Steponaitis et al., 2010). Kiti autoriai nagrinėja chaotiškai, kryptingai ir mišriai pasiskirsčiusių plaušų akmens vatos vizualinę ir mikro struktūrą. Po atliktų mechaninių akmens vatos bandymų nustatyta, kad stipris gniuždamas priklauso nuo apkrovos veikimo krypties, bandinių matmenų, apkrovos greičio ir plaušo išsidėstymo (Buska et al., 2007). Mokslininkai taip pat nagrinėja mineralinės vatos plokščių tempimo ir šlyties stiprius bei deformacijas trumpalaikio gniuždymo metu. Vadovaujantis eksperimento duomenimis gauti mineralinės vatos plokščių deformacijų ir stiprio charakteristikų skirtumai, esant šlyties apkrovai, veikiant plokštės formavimo kryptimi ir statmena jai (Gnip et al., 2007).

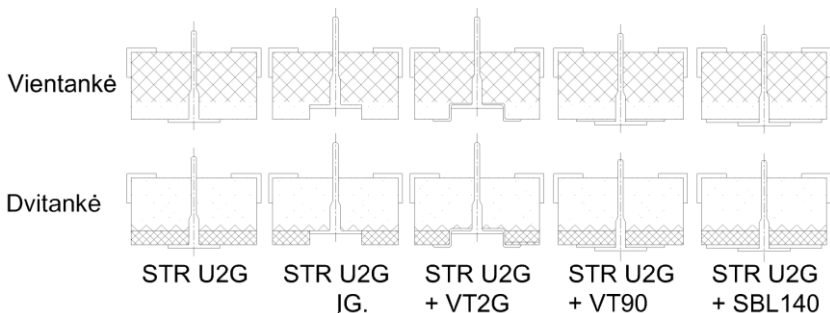
**Metodas.** Tyrimų objektai: vientankė mažo tankio mineralinė šiltinimo vata (tankis 70–80 kg/m<sup>3</sup>); dvitankė mažo tankio mineralinė šiltinimo vata (tankis 70–80 kg/m<sup>3</sup>) ir vidutinio tankio mineralinė šiltinimo vata (tankis 90–110 kg/m<sup>3</sup>). Tvirtinimo smeigės: tvirtinimo smeigė STR U 2G su paplatinimo lėkštele VT90; tvirtinimo smeigė STR U 2G; tvirtinimo smeigė STR U 2G su paplatinimo lėkštele STL140; tvirtinimo smeigė STR U 2G įgilinta su paplatinimo lėkštele VT2G; principinis smeigių atvaizdas pateikiamas paveiksle 1a. Tyrimams naudota įranga – universali elektromechaninė Zwick/Roell Z020 bandymų mašina bei specialus, savadarbis, šiltinimo medžiagos tvirtinimo rėmas. Bandymai buvo atlikti 50 mm/min apkrovos greičiu. Bandymo metu viršutinysis tvirtinimo griebtas 1, kartu su jame įtvirtinta smeige 2, buvo traukiamas aukštyn, nuo rėmo 4 įtvirtintos šiltinimo medžiagos 3, principinė bandymo schema pateikta paveiksle 1b. Matuojamos reikšmės: bandymų įranga sraigtinio elektromechaninio servo mechanizmo ir jo atgalinio ryšio dėka fiksavo griebto 1 poziciją – poslinkius, griebto sumontuota 0 klasės apkrovos celė fiksavo ištraukimo jėgą bandymo metu.

Duomenys buvo diskretinami 50 Hercų dažniu. Bandinio matmenys bandymo plokštumoje 350 x 350mm.



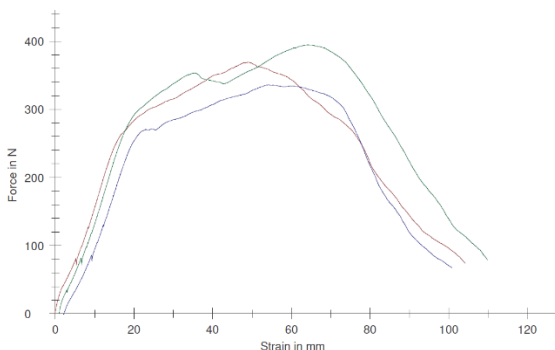
1 pav. Tiriamos smeigės bei principinė bandinio įtvirtinimo schema.

Tyrimo metu tvirtinimo smeigės mineralinėje vatoje buvo sumontuotos tvarka, kuri pateikiama paveiksle 2. Bandymai buvo atliekami su STR U2G smeige sumontuota tradiciškai šiltinimo medžiagoje bei įgilinant, eliminuojant smeigės sudaromą šalčio tiltą. Įgilintos taip pat bandytos ir VT2G paplatinimo lėkštelę turinčios smeigės.



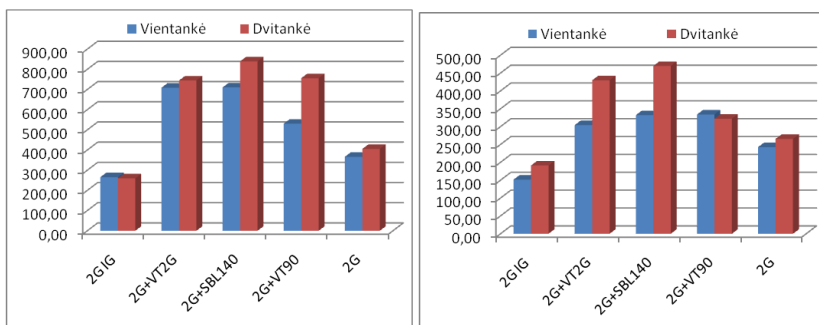
2 pav. Tirtų tvirtinimo smeigių sumontavimo mineralinėje vatoje schema.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Tyrimo metu nustatyta didžiausia ištraukimo jėga, ardančioji apkrova, smeigės poslinkiai mineralinėje vatoje ties didžiausia ištraukimo jėga, vatos negrįžtamųjų deformacijų pradžia laikyta kreivės nuokrypis nuo tiesės 0,5 proc. santykinų tiesinių deformacijų. Tipinės bandymų kreivės pateiktos paveiksle 3. Bandymų metu nustatyta, kad smeigės įgilinimas mineralinėje vatoje apie 30 proc. sumažina smeigės ištraukimo jėgą. Taip pat nustatyta, kad didžiausią paviršiaus plotą turinti lėkštelė – efektyviausia ištraukimo prasme, smeigėms ištraukti tiek iš vientankės, tiek iš dvitankės mineralinės vatos reikėjo didžiausios ištraukimo jėgos.



3 pav. Tipinės smeigės ištraukimo iš mineralinės vatos bandymų kreivės.

Bandymų metu identifikuota, kad įgilintos paplatinimo lėkštelės naudojimas tvirtinime eliminuoja tankiojo sluoksnio teikiamus pranašumus, reikšmės tiek vientanke, tiek dvi tanke vata gaunamos praktiškai identiškoms. Smeigės bendrojo skersmens ir ištraukimo santykio prasme geriausių rezultatą parodė smeigės STR U2G su VT90 paplatinimo lėkštele. Didžiausios ištraukimo jėgos rezultatai pateikti 4 a) paveiksle.



a)

b)

4 pav. Didžiausia bandymų metu nustatyta smeigių ištraukimo jėga bei negrįžtamųjų deformacijų pradžia ištraukimo bandymo metu.

Paveiksle 4 b) pateikiama ištraukimo jėga, ties kuria stebimos 0,5 proc. negrįžtamosios šiltinimo medžiagos deformacijos iliustruoja, kad visgi geriausi rezultatai gaunami su VT2G ir SBL140 paplatinimo lėkštutėmis. Nors duomenys pateikti 4 a) paveiksle, atrodo, rodytų kitokį rezultatą.

## Literatūra

- Buska A., Mačiulaitis M. The compressive strength properties of mineral wool slabs: influence of structure anisotropy and methodical factors. *Journal Of Civil Engineering And Management* – 2007, Vol. XIII, No. 2, 97–106.
- European Technical Approval Guidelines 004. Interaktyvi prieiga: <https://www.eota.eu/handlers/download.ashx?filename=endorsed-etags%5cetag004%2fetag-004-february-2013.pdf> (žiūrėta: 2020-02-03).
- European Technical Approval Guidelines 014. Interaktyvi prieiga: <https://www.eota.eu/handlers/download.ashx?filename=endorsed-etags%5cetag014%2fetag-014-en.pdf> (žiūrėta: 2020-02-03).
- Gnip I., Vejelis S., Keršulis V., Vaitkus S. 2010. Strength and deformability of mineral wool slabs under short-term compressive, tensile and shear loads. *Construction and Building Materials*, 24, 2124–2134.
- Steponaitis L., Vėjelis S. 2010. Strength and deformability of mineral wool slabs under short-term cyclic compression. *Statybinės konstrukcijos ir technologijos*, 2 (3): 86–92.

## MAKROFITŲ IŠTEKLIŲ POKYČIŲ VERTINIMAS PASITELKIANT PALYDOVINIUS DUOMENIS

Edvinas Tiškus, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*edvino.tiskaus@gmail.com*

**Įvadas.** Vandens augalų buveinės vis sparčiau kinta dėl jų ekonominės naudos (biokuras, statybinė medžiaga), taip pat dėl klimato pokyčių ir atsiranda vis didesnė rizika plisti invazinėms rūšims ar sunaikinti naudingus gamtai išteklius (Park and Blossey, 2008). Iki šiol vandens augalija padengtų plotų ir rūšių pokyčiai nėra detaliai įvertinti, o jų monitoringo metodais stebėjimai vyksta tik kas tris metus nedideliuose vandens telkinio plotuose (Sinkevičienė ir kt. 2006).

Vienas iš būdų įvertinti pokyčius yra palydovų duomenų panaudojimas. Palydovinių duomenų, pakankamai gerų augalijos pokyčiams tirti, eilutė prasideda nuo 1999 metų, o prastesnės rezoliucijos nuo 1984 metų. Šiuo tyrimu bus lyginami skirtingi algoritmai augalijos plotams įvertinti.

**Metodai.** Darbe naudoti 2019 metų *in situ* duomenys, surinkti vasaros lauko ekspedicijų metu: Platelių ežere ir Kuršių mariose (Ventė, Kintai, Drėverna, Klaipėda prie Kiaulės Nugaros). Palydovo nuotraukos buvo gautos iš Sentinel-2 ir Landsat8 palydovų sistemų, kurios nebūtų padengtos debesimis ir atitiktų artimiausią datą *in situ* atliktiems stebėjimams.

Augalijos plotams skaičiuoti naudoti trys algoritmai: normalizuotas augmenijos skirtumo indeksas (NDVI) – plačiausiai naudojamas augalijos indeksas, kuriam naudojamas santykis tarp arti-raudonojo, bei raudonojo bangų spektro juostų atspindžio reikšmės. Vandens aplinkai pritaikytas vegetacijos indeksas (WAVI) – taip pat naudoja arti-raudonojo spektro juostų atspindžio reikšmes, bet vietoje raudonojo spektro naudojamas mėlynasis spektras. Normalizuotas vandens augalijos skirtumo indeksas (NDAVI) – šis indeksas naudoja tuos pačius spektrus kaip ir WAVI tačiau apskaičiuojant reikšmes, neatsižvelgiama į vandens atspindžio poveikį (Ghirardi et al., 2019).

Sudarius indeksų žemėlapius, jų tikslumas lyginamas su *in situ* duomenimis, taip pat drono sudarytais ortofotografijos žemėlapiais.

**Preliminarus rezultatai.** Normalizuotas augmenijos skirtumo indeksas atpažino augalijos plotus kurie taip pat buvo išmatuoti *in situ* metodais (90 % tikslumu). Didžiausi neatitikimai tarp indekso ir *in situ* buvo augalijos ploto kraštuose, kur augalija buvo priskirta vandeniui dėl palydovo 10 metrų erdvinės rezoliucijos.



1 pav. Sentinel-2 gautas NDVI 2019 Platielių ežere (kairėje) ir Kuršių mariose ties Vente (dešinėje).

**Išvados.** Palydovų duomenys gali būti pritaikomi pirminiam makrofitų įvertinimui plačiose teritorijose. Šie tyrimai nereikalauja didelių išlaidų ir galėtų būti naudojami kaip alternatyva ir papildymas šiuo metu taikomam makrofitų monitoringui.

### Literatūra

- Ghirardi N., Bolpagni R., Bresciani M. et al. 2019. Spatiotemporal Dynamics of Submerged Aquatic Vegetation in a Deep Lake from Sentinel-2 Data. *Water* 11, 563.
- Park M. G., Blossey B. 2008. Importance of plant traits and herbivory for invasiveness of *Phragmites australis* (Poaceae). *American Journal of Botany* 95, 1557–1568. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800023>.
- Sinkevičienė Z., Matulevičiūtė D., Stankevičiūtė J. 2006. Makrofitų monitoringas upėse ir ežeruose. Botanikos instituto floros ir geobotanikos laboratorija.

## INOVACIJOS LIETUVOS VANDENS TELKINIŲ APLINKOS BŪKLĖS VERTINIME

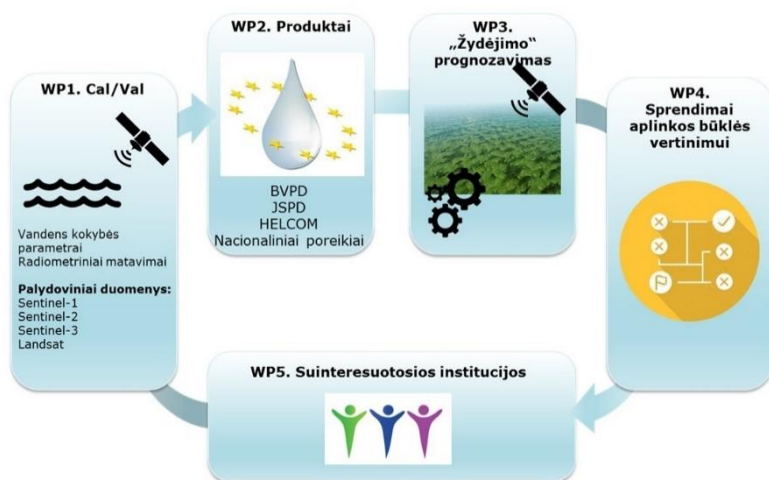
**Diana Vaičiūtė<sup>1</sup>, Martynas Bučas<sup>1</sup>, Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Jolita Petkuvienė<sup>1</sup>, Edvinas Tiškus<sup>1</sup>, Jonas Gintauskas<sup>1</sup>, Toma Dabulevičienė<sup>1</sup>, Mariano Bresciani<sup>2</sup>, Claudia Giardino<sup>2</sup>, Tiit Kutser<sup>3</sup>, Marco Bartoli<sup>1</sup>, Igor Kozlov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>CNR-IREA, Milanai, Italija, <sup>3</sup>Estijos jūros tyrimų institutas, Tartu universitetas, Talinas, Estija

*diana.vaiciute@jmtc.ku.lt*

**Įvadas.** TODAY projekto (dviejų metų sutartis tarp Europos Kosmoso Agentūros ir Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto) pagrindinis tikslas – skurti palydoviniais duomenimis grįstą Lietuvos paviršinių vandenų aplinkos kokybės vertinimo ir stebėsenos sistemą. Palydoviniai duomenys – tai didelis, bet nepakankamai išekspluatuotas erdvinių, operatyvių duomenų masyvas, skirtas aplinkos komponentų stebėsenai (hidrosferos, sausumos, urbanizuotų teritorijų, atmosferos). Vandens telkinių (ypač priekrantės, tarpinių ir vidaus) monitoringas panaudojant palydovinius duomenis yra išskirtinai sudėtingas dėl vandens telkinių trofiškumo įvairovės, aplinkos sąlygų kompleksiskumo ir kaitos. Pasaulinės organizacijos „Group on Earth Observations“ teigimu, yra didžiulis poreikis turėti kompleksinius *in situ* duomenis (radiometriniai, vandens kokybės), kurie būtų naudojami palydovinių duomenų validavimui ir duomenų kokybės užtikrinimui, todėl yra nuolat skatinamos regioninės ir tarptautinės iniciatyvos. Lietuvoje palydovinės informacijos validavimui skirtų *in situ* duomenų kiekis yra minimalus. Kita problema – vandens monitoringo tinklas ir matavimų dažnumas negali pilnai ir kokybiškai padengti visos Lietuvos vandens telkinių ir pastebėti eutrofikacijos vandens kokybės problemų ženklų. Iki šiol integruotas priekrantės (ypač rekreacinių zonų) ir vidaus vandenų būklės ir ekologinių procesų stebėjimas su nuotoliniais metodais, siekiant tinkamai įvertinti vandens kokybės, vandens „žydėjimo“ intensyvumą, vykdyti maudyklų valdymą, imtis priemonių vandens kokybės gerinimui buvo apibrėžtas gana abstrakčiai.

**Metodai.** Veikla buvo apibrėžta 5 darbiniais paketais, kurie apibendrinti 1 paveiksle. Susitikimų metu su rezultatais ir duomenimis suinteresuotomis institucijomis buvo aptarti pagrindiniai vandens telkinių parametrai, kurie būtų reikalingi jų vykdomuose darbuose.

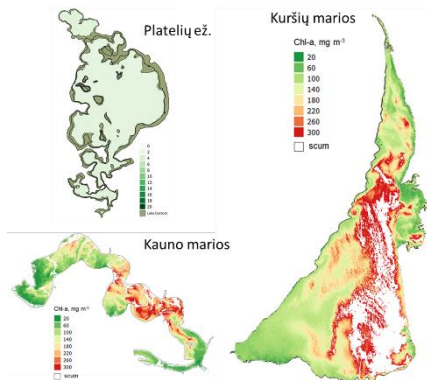


1 pav. TODAY projekto darbų struktūra.

Buvo pasirinkti penki modeliniai skirtingo trofiškumo lygio vandens telkiniai, kuriuose buvo organizuojami lauko tyrimai siekiant surinkti palydovinių duomenų validavimui reikalingus *in situ* duomenis: Kuršių marios, Baltijos jūros priekrantė, Kauno marios, Platielių, Dusios ir Metelio ežerai. Lauko tyrimai buvo vykdomi 2018 ir 2019 metais. Tyrimuose buvo naudojami naujausi COPERNICUS programos ir istoriniai palydoviniai duomenys: radarų Sentinel-1, optiniai Sentinel-2, Sentinel-3 ir Landsat. Papildomai buvo atliekami skrydžiai su dronu siekiant atlikti parančių augalijos kartografavimą.

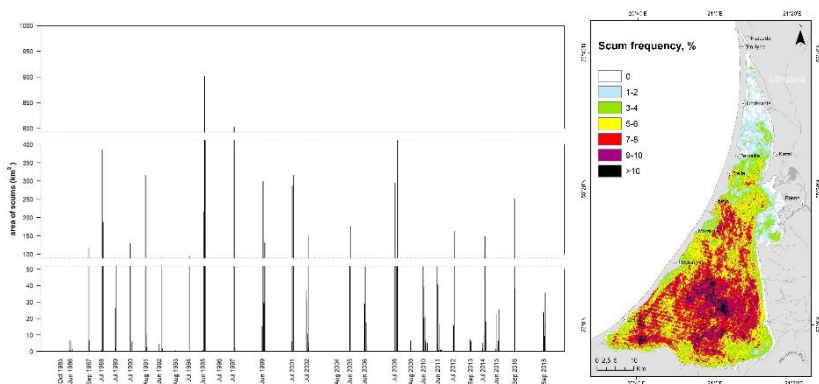
**Vandens kokybės kartografavimas.** Yra žinoma, kad skirtingo trofiškumo lygio vandens telkiniams turi būti išvystyti ir taikomi skirtingi metodai, siekiant iš palydovinių duomenų kartografuoti vandens kokybės parametrus (Spyrakos et al., 2018). Todėl tyrimai buvo atliekami eutrofiniuose vandens telkiniuose – Kuršių ir Kauno mariose, oligo-mezotrofiniuose – Platielių ir Dusios ežeruose ir Baltijos jūros priekrantėje, kuri optinės vandens savybės intensyviai keičiasi tiek erdvėje, tiek ir laike. 2 paveiksle yra pateikiami chlorofilo a koncentracijos žemėlapių, gautų iš palydovinių duomenų, pavyzdžiai Platielių ež., Kauno mariose ir Kuršių mariose, 2019 m. vasarą.





2 pav. Erdvinis chlorofilo *a* koncentracijos pasiskirstymas Platelių ež., Kauno mariose ir Kuršių mariose, 2019 m. vasarą.

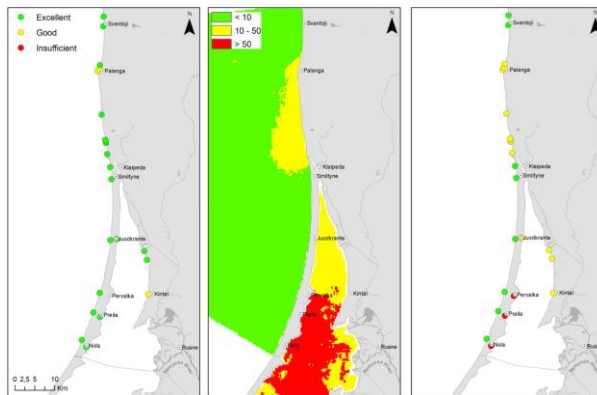
**Retrospektyvinė vandens “žydėjimo” analizė Kuršių mariose.** Istoriniai Landsat palydoviniai duomenys leido kartografuoti melsvabakterių paviršines sankaupas nuo 1985 m. Didžiausi sankaupų plotai buvo nustatyti 1995 metais, kuomet buvo padengtos daugiau negu 50 % visų Kuršių marių ploto (3 pav. a). Dažniausiai melsvabakterių sankaupos stebimos Rusijai priklausančioje Kuršių marių dalyje. Panašus dažnumas nustatytas Lietuvai priklausančioje akvatorijoje ties Nida (3 pav. b).



3 pav. Melsvabakterių sankaupų užimamas plotas (a) ir erdvinis pasiskirstymas (b) Kuršių mariose, 1985–2018 m. birželio–spalio mėn.

**Vandens kokybė paplūdimiuose.** Palydoviniai duomenys buvo panaudoti maudyklų vandens kokybės vertinime (Kataržytė et al., 2019).

Akivaizdu, kad ne tik mikrobiologinė tarša, kas pagal Maudyklų direktyvą yra pirminis vandens kokybės indikatorius, bet ir vandens žydėjimo stebėseną yra aktuali kalbant apie maudyklų švarą, estetiką ir žmonių sveikatą (4 pav.). Palydovinė chlorofilo *a* koncentracija leidžia operatyviai įvertinti vandens žydėjimo lygį maudyklose, siekiant informuoti visuomenę apie esamą situaciją paplūdimiuose.



4 pav. Maudyklų vandens kokybės klasifikavimas 2017 m. vasarą pagal monitoringo ir Kataržytė et al. (2018) duomenis (*E. coli* ir enterokokai) (kairėje); chlorofilo *a* koncentraciją, gautą iš palydovinių duomenų remiantis WHO, 2003 (viduryje); pagal abu vandens kokybės indikatorius (dešinėje).

**Operatyvus palydovinių duomenų apdorojimas.** Svarbiausias tyrimų aspektas buvo sukurti operatyvaus palydovinių duomenų apdorojimo schemą, kurios pagalba būtų galima sąlyginai greitai gauti informaciją, ar duomenis atsižvelgiant į reikiamą parametą ar sprendžiamą problemą.

**Padėkos.** Tyrimai buvo finansuoti Europos Kosmoso agentūros pagal TODAY sutartį (Nr. 4000122960/18/NL/SC), iš dalies finansuoti Lietuvos mokslų tarybos PatCHY projekto rėmuose (Nr. S-MIP-17-11).

## Literatūra

- Spyrakos E., O'Donnell R., Hunter P. A. et al., 2018. Optical types of inland and coastal waters. *Limnology and Oceanography* 63, doi:10.1002/lno.10674.
- Kataržytė M., Vaičiūtė D., Nasvytis P. 2019. Excellent bathing waters in coastal areas: is microbial pollution the only important parameter? *Ocean and Coastal Management*. doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.104922.
- Kataržytė M., Mėžinė J., Vaičiūtė D., Liaugaudaitė S. et al., 2018. Fecal contamination in shallow temperate estuarine lagoon: source of the pollution and environmental factors. *Mar. Pollut. Bull.* 133, 762–772. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.022.

## PLŪSMO SRAUTO RIBOS NUSTATYMO GALIMYBIŲ APŽVALGA PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS PAPLŪDIMIUOSE

Kristina Viršilaitė<sup>1</sup>, Donatas Pupienis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus Universiteto Geomokslų institutas, Vilnius, <sup>2</sup>Gamtos tyrimų centro  
Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius  
*kristina.virsilaite@chgf.stud.vu.lt*

**Įvadas.** Vienas iš didžiausių klimato kaitos sukeltų iššūkių ateities kartoms – jūros lygio kilimas. Pagal IPCC (angl. Intergovernmental Panel on Climate Change) prognozę iki 22 a. pradžios vidutinis pasaulinio vandenyno lygis kils 0,26–0,98 m. Numatoma, jog dėl pakilusio pasaulinio jūros lygio padidės vidutinių bei ekstremalių audrų atvejų skaičius, o kartu su audromis vis dažniau bus užliejami paplūdimiai bei šalia jų esančios gyvenvietės (Goodwin et al., 2017). Dėl išaugusios ekstremalių audrų pasitaikymo tikimybės, pastaruoju metu didelis dėmesys skiriamas audrų sukeliamų padarinių tyrimams (Swindles et al., 2018). Kai kuriuose šalyse pradėti kaupti ekstremalių patvankos įvykių duomenys ir sudaromos duomenų bazės, į kurias įtraukiami ne tik pastarųjų amžių detaliai dokumentuoti atvejai, bet ir informacija gauta vykdant geologinius tyrimus ir jų metu aptinkamus reliktinius įrodymus (Bateman, 2018). Smėlėtuose paplūdimiuose ekstremalias patvankas, audros mastą bei intensyvumą galima atsekti pagal aukščiausią plūsmo ribą t. y. plūsmo srauto paliktą siūlę, kurią suformuoja plūsmo srautas periodiškai užplūstantis ir atslūgstantis paplūdimį sugožus bangai. Srauto suformuotą siūlę galima išsiskirti pagal sunkiųjų mineralų ir fitodetroito samplas ar drėgno smėlio išplitimo riba. Tyrime aptariami plūsmo ribos nustatymo įvairūs *in situ* bei nuotoliniai metodai.

**Metodai.** *In situ* sunkiųjų mineralų koncentracijos matavimai atlikti 2018-10-08 ir 2018-10-26 dienomis Baltijos jūros kranto 11-oje skersinių paplūdimio profilių nuo Būtingės iki Nidos (1 pav.). Siekiant nustatyti plūsmo srauto ribas buvo matuotas paplūdimio paviršinių sąnašų magnetinis imlumas (MI) Bartington MS3 sistema su MS2K skenavimo jutikliu. MI matuotas skersiniuose profiliuose kas 1 m nuo kranto linijos iki kopagūbrio papėdės. Profilio ilgis ir atstumai tarp taškų nustatyti matavimo rulete, o matavimų vietas, atstumas ir aukštis fiksuoti GNSS (angl. Global Navigation Satellite System) sistema taip įvertinant paplūdimio moformetrinius rodiklius. Iš surinktų morfometrinių ir MI duomenų sudaryta duomenų bazė bei atlikta analizė: apskaičiuoti statistiniai parametrai (vidurkis, įvertintos duomenų sklaidos charakteristikos – minimalios, maksimalios reikšmės, standartinis

nuokrypis). Įvertinti nuotolinių metodų galimybes atlikta vizualinė duomenų (orto-foto, palydoviniai „Google Earth“, bepiločių orlaivių (dronų) vaizdai) analizė (įvertintas duomenų prieinamumas, skiriamoji geba, kokybė bei panaudojimas) bei rastrinė vaizdų apdorojimo analizė taikant ArcGIS programinę įrangą (taikytos skirtingos spalvinės RGB kompozijos).

Dėl reikalingos aukštos skiriamosios gebos nuotolinių metodų ištekliai gana riboti: aukštos raiškos palydovai yra komerciniai, tad duomenys yra praktiškai neprieinami. Tyrimui naudoti aukštos rezoliucijos rastrinių palydovinių vaizdų pavyzdžiai surinkti iš „Google Earth“ programinės įrangos, visi vaizdai padaryti *Maxar Technologies* kompanijos palydovais. Atrinkus geriausią kokybę pasižyminčius vaizdus ir atsizvelgiant į duomenų kiekį išanalizuoti būdingų rodiklių (sąnašynų, plūsmo srauto siūlių) kaita laike ir erdvėje.

Vertinant plūsmo srauto siulės raidą ir kaitą laike, atsizvelgta ir į hidrometeorologinius duomenis (vėjo greitį ir kryptį, bangų aukštį, vandens lygį), kurie atrinkti iš LHMT (Lietuvos Hidrometeorologijos Tarnybos) bei AAA (Aplinkos Apsaugos Agentūros) Jūrinių tyrimų Klaipėdos departamento.

**Rezultatai.** *In situ* taikyta sunkiųjų mineralų koncentracijos kaitos analizė parodė, kad:

- didžiausios magnetinio imlumo reikšmės išmatuotos paplūdimiuose, kuriuose vyrauja eroziniai procesai ir vyrauja santykinai lengvų smėlio dalelių išplovimas (maksimali išmatuota reikšmė – 36287,0  $\mu$ SI Karklėje, 2018-10-26), tuo tarpu akumuliaciniuose paplūdimiuose nustatytos žemiausios magnetinio imlumo reikšmės (minimali išmatuota reikšmė -1,2  $\mu$ SI Smiltynės, Preilos (2018-10-08) ir Nidos (2018-10-26) profiliuose).

- Maksimalios reikšmės dažniausiai išmatuojamos prieškopėse ar klifo papėdėse bei vidurinėje paplūdimio dalyje. Atskirais atvejais po audrų maksimalios reikšmės nustatytos ties dinamine kranto linija, kur nurimus audrai bangavimo rimimo fazėje galėjo kauptis sunkieji mineralai.

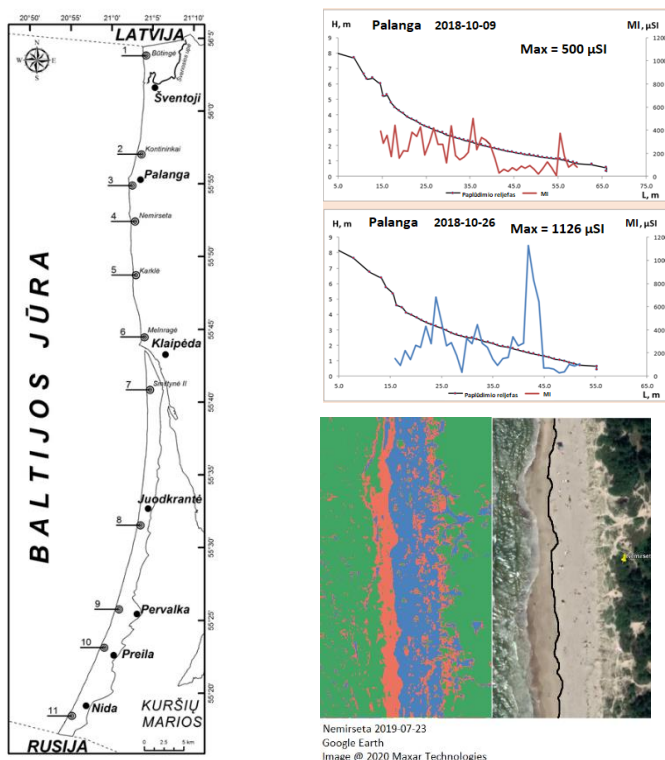
- Nustatyta, kad vyraujant stipresnei audrai išmatuojamos didesnės magnetinio imlumo reikšmės, kas sietina su suintensyvėjusiais hidrodinaminiais procesais (1 pav.).

Nuotoliniais metodais gautų rastrinių vaizdų analizė parodė, kad:

- Didžiojoje daugumoje profilių plūsmo srauto siulė nustatoma vidurinėje paplūdimio dalyje, tačiau dėl pakrantės morfometrijos jos padėtis tarp profilių gali skirtis. Taip pat aukščiausia plūsmo srauto riba tame pačiame profilyje gali kisti sezoniškai arba dėl audrų sukeltos patvankos.

- Palydovinių duomenų analizė laike parodė, jog esant palankioms hidrometeorologinėms sąlygoms ir nevykstant ekstremalioms patvankoms,

plūsmo srauto riba – senų audrų pėdsakas – gali išlikti kelis mėnesius, o colinės kilmės sąnašynai – dar ilgiau.



*1 pav.* Kairėje: tiriamasis rajonas. Dešinėje viršuje: magnetinio imlumo bei paplūdimio topografijos pokyčiai prieš ir po 2018 spalio 22–25 dienomis siautėjusios audros (2018-10-08 ir 2018-10-26 in situ duomenys). Dešinėje apačioje: plūsmo srauto išskyrimas pagal sauso/drėgno smėlio savybes. Rastrinė analizė atlikta naudojant ArcGIS programinę įrangą.

Konferencijos metu bus pristatyti detalesni *in situ* bei nuotoliniais metodais gautų duomenų verifikacijos rezultatai.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Plūsmo srauto ribos nustatymui taikyta *in situ* magnetinio imlumo matavimo tyrimų metodika, pasiteisino sąlyginai.

Didžiausios magnetinio imlumo reikšmės išmatuotos paplūdimių sąnašose sutapo su aukščiausia plūsmo srauto riba (tamsias sunkiųjų mineralų nuosėdas buvo galima įvertinti ir vizualiai), tačiau neapibrėžtumą lėmė profiliai, pasižymintys keliais magnetinio imlumo maksimumo pikais. Profilyje nustatomą daugiau negu vieną maksimumą galima paaiškinti kaip: (1) ankstesnių audrų pėdsakus, kurie nebuvo pažeisti vėliau vykusių silpnesnių audrų metu vyravusių plūsmo srauto procesų. Eolinės diferenciacijos metu paplūdimio sąnašynai yra diferencijuojami ir sunkieji mineralai gali nusėti prieškopės papėdėje (Linčius ir kt., 1969; Pupienis et al., 2013), (2) dėl paplūdimio morfologijos (pvz. kranto volo) suformuotų antrinių sunkiųjų mineralų koncentracijos pikų, (3) ritmiškas maksimalių sunkiųjų mineralų koncentracijos mažėjimas suformuotas audrai rimstant ir laipsniškai atsitraukiant aukščiausiai plūsmo srauto ribai, (4) sunkiųjų mineralų pagausėjimas arti dinaminės kranto – nuolat vyraujančio bangavimo padarinys.

Bepiločių orlaivių (dronų) fotografijos dėl didelės raiškos yra tinkamiausios plūsmo srauto ribos tyrimams, tačiau turimoje duomenų bazėje rastrinė vaizdų analizė nelabai pasiteisino dėl (1) mažo kontrasto tarp šlapio ir sauso smėlio, (2) verifikacijos su *in situ* duomenis trūkumo. Atrinkti palydoviniai duomenys pasižymėjo vizualiai matomu kontrastu, tačiau dideli duomenų trūkiai neleido atlikti detalesnės plūsmo srauto siūlės raidos analizės (1 pav.). Detalesniai analizei reikalingi nuolatiniai stebėjimai bei *in situ* monitoringas, tai patvirtina ir kitų mokslininkų atlikti tyrimai (Paprotny et al., 2014).

Projektas finansuotas pagal priemonę Nr. 09.3.3-LMT-K-712 „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per praktinę mokslinę veiklą“.

## Literatūra

- Bateman M. D., Rushby G., Stein S. et al. 2018. Can Sand Dunes be used to Study Historic Storm Events? *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(3): 779–790.
- Goodwin P., Haigh I.D., Rohling E. J. et al. 2017. A new approach to projecting 21st century sea-level changes and extremes. *Earth's Future*, 5, 240–253.
- Linčius A., Uginčius A. 1969. Baltijos jūros kranto zonos smėlis tarp koptgalio ir Juodkrantės. Lietuvos kvarterinių naudingųjų iškasenų geologijos klausimai, 19: 7–23.
- Paprotny, D., Andrzejewski, P., Terefenko, P. et al. 2014. Application of empirical wave run-up formulas to the Polish Baltic Sea coast. *PLoS ONE*, 9(8): 1–8.
- Pupienis D., Buynevich I. V., Jarmalavičius D. et al. 2013. Regional distribution of Heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast of Lithuania. *Journal of Coastal Research*, 165(65), 1844–1849.
- Swindles G. T., Galloway J. M., Macumber A. L. et al. 2018. Sedimentary records of coastal storm surges: Evidence of the 1953 North Sea event. *Marine Geology*, 403: 262–270.

## **BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖS ŽUVŲ BENDRIJŲ IR PAGRINDINIŲ BALTIJOS JŪROS VERSLINIŲ ŽUVŲ RŪŠIŲ IŠTEKLIŲ BŪKLĖS VERTINIMAS, PANAUDOJANT JŪRŲ STRATEGIJOS PAGRINDŲ DIREKTYVOS ŽUVŲ RODIKLIUS**

**Tomas Zolubas, Deividas Norkus, Marijus Špėgys,  
Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Žilvinas Kregždys,  
Remigijus Sakas, Jelena Fedotova, Gerda Petreikytė,  
Gintautas Narvilas, Arvydas Švagždys**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*tomas.zolubas@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Žvejojba ir turizmas priklauso nuo jūros aplinkos būklės, todėl neišmintingas jūrinių išteklių naudojimas kenkia ne tik jūros aplinkai, bet ir žmogaus ekonominėms veikloms. 2008 metų birželio Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje 2008/56/EB, nustatančioje Bendrijos veiksmų jūrų aplinkos politikos srityje pagrindus (Jūrų strategijos pagrindų direktyva, JSPD), išvardinti konkretūs rodikliai, kuriais remiantis Valstybės Narės privalo vertinti jūrų aplinkos, tame tarpe, ir komercinių žuvų išteklių būklę. Baltijos jūros žuvų bendrijų ir išteklių būklės įvertinimas pagal JSPD rodiklius leidžia numatyti tolimesnių investicijų arba pasitraukimo iš žvejojbos verslo galimybę. Paprastai JSPD žuvų rodikliai skaičiuojami jos deskriptorių vertinimui, tačiau atsižvelgdami į tai, kad jie gerai išdiskutuoti tarptautinių organizacijų darbo grupėse, gerai žinomi jų taikymo privalumai ir trūkumai, plačiai žinomi ir suprantami akademinėje bendruomenėje, pažvelgėme į juos per kitą prizmę ir, įvertindami jų prasmę bei savybes, panaudojome Lietuvos priekrantės žuvų bendrijų ir masinių komercinių žuvų rūšių būklės vertinimui. Darbo tikslas – įvertinti Lietuvos priekrantės žuvų bendrijų ir masinių komercinių žuvų rūšių išteklių būklę 2014–2018 m., panaudojant Jūrų strategijos pagrindų direktyvos žuvų rodiklius.

**Metodai.** Darbo tikslui pasiekti panaudoti Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorijos turimi Baltijos jūros priekrantės ir Lietuvos ekonominės zonos ichtiofaunos tyrimų bei Tarptautinės jūrų tyrinėjimų tarybos (toliau TJTT) duomenys. Darbe analizuoti 8 JSPD žuvų rodikliai, priskiriami skirtingiems JSPD deskriptoriams, tačiau pagal savo prigimtį ir reikšmę juos galima sugrupuoti į dvi grupes: žuvų rodikliai Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenims, žuvų rodikliai atvirai Baltijos jūrai. Pirmai grupei priskirtini: žuvų bendrijos įvairovės indeksas,

žuvų bendrijos trofinis indeksas, žuvų bendrijos dydžio indeksas; žuvų bendrijos gausumo indeksas. Jiems bendra tai, kad aprašo priekrantės žuvų bendrijas ir yra orientuoti į šių bendrijų struktūrą. Antrai grupei priskirtini: mirtingumo dėl žvejybos koeficientas; neršiančių išteklių biomasė; 95-asis žuvų ilgio pasiskirstymo procentilis; didesnių už vidutinę pirmos lytinės brandos normą žuvų proporcija. Skirtingai nei pirmos grupės rodikliai jie taikomi verslinių atviros jūros žuvų išteklių būklei, o ne žuvų bendrijų būklei aprašyti. *Žuvų rodiklių Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje įvertinimas*. Priekrantės žuvų bendrijų monitoringas buvo vykdomas, vadovaujantis HELCOM gidu „Guidelines for coastal fish minitoring sampling methods of HELCOM“ (2015). Priekrantės žuvų bendrijų tyrimams, informacija surinkta keturiuose monitoringo stotyse. Biologinė informacija surinkta ir apdorota, panaudojant tipines metodikas (Правдин, 1966; Трещев, 1983). Siekiant įvertinti žuvų gausumą buvo pasinaudota sugavimo vienai žvejybinei pastangai (angl. Catch Per Unit Effort – CPUE) charakteristika – laimikis (vnt.), tenkantis vienai žvejybinei pastangai. *Žuvų rodiklių atviroje Baltijos jūroje įvertinimas*. Rodiklių: didesnių už vidutinę pirmos lytinės brandos normą žuvų proporcija, 95-asis žuvų ilgio pasiskirstymo procentilis skaičiavimams panaudoti biologiniai duomenys, surinkti mokslinių tyrimų Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje metu 2005–2018 m. Šiuos tyrimus Lietuvoje vykdo Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorija. Žvejybos veiklos poveikio mastas įvertintas panaudojant mirtingumo dėl žvejybos koeficientą ir neršiančių išteklių biomasę. Vertinimui reikalingos  $F$ ,  $F_{msy}$ ,  $SSB$ ,  $SSB_{msy}$  reikšmės žuvų išteklių valdymo vienetais paskaičiuojamos Tarptautinės jūros tyrinėjimo tarybos darbo grupėse. Vėliau šios reikšmės publikuojamos kasmetinėse JTJT ataskaitose (pvz.: ICES, 2019).

**Rezultatai.** *Žuvų rodikliai Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenims*. Žuvų bendrijos įvairovės indekso analizė parodė, kad tik 2018 m. rodiklio reikšmė žymiai skyrėsi nuo geros aplinkos būklės (toliau GAB) intervalo ribų, o 2014–2018 m. rodiklio vidurkio reikšmė, indikuojanti visą tiriamą periodą pateko į GAB ribas. Kad galėtų būti užtikrintas priekrantės ekosistemos funkcionavimas ir atsparumas poveikiams priekrantės žuvų rūšių įvairovė buvo pakankama. Žuvų bendrijos trofinio indekso analizė parodė, kad 2014–2018 m. rodiklio reikšmės buvo GAB intervale, o tai rodo, kad išsilaikė stabili žuvų bendrijos mitybos tinklo struktūra. Žuvų bendrijos dydžio indekso analizė parodė, kad tik 2016 m. rodiklio reikšmė visai Lietuvos Baltijos jūros priekrantei, buvo mažesnė nei GAB reikšmė, kitais tiriamaisiais metais ji buvo didesnė. Rodiklis tiesiogiai įtakojamas žvejybos ir atspindi žvejybinį mirtingumą bendrijos lygmenyje, todėl indikuoja priekrantės bendrijos



ekologinę būklę. Didelės rodiklio reikšmės parodė, kad padidėjusio žvejybinio mirtingumo nėra. Žuvų bendrijos gausumo indekso analizė parodė, kad visais 2014 – 2018 m. rodiklio reikšmės buvo virš GAB reikšmės. Visais atvejais plėšrių žuvų kiekis sugavimuose buvo ženkliai didesnis, negu nustatyta GAB riba. Tai rodo priekrantės žuvų bendrijos gerą funkcionavimą bei atsparumą įvairiems pokyčiams. Analizuoti žuvų rodikliai parodė, kad 2014–2018 m. priekrantės bendrijos žuvų gausumas, trofinis lygis ir įvairovė buvo tokia lygyje, kuris užtikrina tinkamą priekrantės ekosistemos funkcionavimą ir atsparumą poveikiams, tame tarpe ir pakankamus mitybinius resursus žmogui ir jūros gyvūnams. *Žuvų rodikliai atvirai Baltijos jūrai*. Mirtingumo dėl žvejybos koeficiento, neršiančių išteklių biomasės, 95-ojo žuvų ilgio pasiskirstymo procentilio, didesnių už vidutinę pirmos lytinės brandos normą žuvų proporcija rodikliai parodė gerą brėtlingių, strimelių, upinių plekšnių išteklių būklę 2014–2018 m. Brėtlingių išteklius turi ir išlaikė gerą reprodukcinį potencialą nuo 1990 m., o strimelių nuo 2007 m. Pastaruoju metu didžiąją rytinių menkių išteklių biomasės dalį pradėjo sudaryti maži individai, o 2018 m. rytinių menkių, kurių ilgis lygus ar didesnis nei 35 cm biomasė buvo mažiausia nuo 1950 m. Menkėms paskaičiuotas vidutinis subrendusios žuvies ilgis mažėjo nuo 1997 m. kai 50 % subrendusių žuvų buvo 40 cm iki 21 cm – 2018 m. Tai rodo, kad palaipsniui populiacijoje didėjo vis mažesnių žuvų, kurios gebėjo reprodukuotis. Rytinių menkių išteklių neršto biomasė mažėjo nuo 2015 metų ir yra žemesniame nei nustatyta riba paskutinius du metus. 2018 m. išteklius charakterizuotinas kaip nebeturintis pilno reprodukcinio potencialo, o tai kelia pavojų išteklių būklei ateityje. Prasta dabartinė rytinių menkių išteklių būklė didžiąja dalimi įtakota per pastaruosius du dešimtmečius įvykusių biologinių populiacijos ir ekosistemos pokyčių. Per šį laikotarpį žymiai padidėjo natūralus mirtingumas ir pastaraisiais metais jis tapo didesnis nei mirtingumas dėl žvejybos.

#### **Išvados:**

1. JSPD žuvų rodikliai pagal savo prigimtį ir reikšmę gali būti skirstomi į dvi grupes: rodiklius, aprašančius priekrantės žuvų bendrijas ir kurie yra orientuoti į šių bendrijų struktūrą, bei rodiklius, skirtus įvertinti masinių verslinių atviros Baltijos jūros žuvų populiacijų būklę.
2. Įvertinti keturi JSPD žuvų rodikliai priekrantės žuvų bendrijoms parodė, kad 2014–2018 m. priekrantės bendrijos žuvų gausumas, trofinis lygis ir įvairovė buvo tokia lygyje, kuris užtikrina tinkamą priekrantės ekosistemos funkcionavimą ir atsparumą išoriniams poveikiams, tame tarpe, pakankamus mitybinius resursus žmogui ir jūros gyvūnams.

3. JSPD žuvų rodikliai parodė, kad brėtlingių, strimelių, upinių plekšnių išteklių būklė 2014–2018 m. vertintina kaip gera. Be to, brėtlingių išteklius išlaiko gerą reprodukcinį potencialą labai ilgą laiką – nuo 1990 m; strimelių išteklius gerą reprodukcinį potencialą turi nuo 2007 m.
4. Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto mokslinių tyrimų duomenų analizė parodė, kad: menkių, kurių ilgis lygus ar didesnis nei 35 cm, biomasės proporcija populiacijoje 2018 m. buvo mažiausia nuo tyrimų pradžios 2004 m; nuo 2004 m. populiacijoje palaipsniui didėjo vis mažesnių žuvų, kurios jau gebėjo reprodukuotis, dalis. Šį reiškinį vertiname kaip populiacijos atsaką į stresines gyvenimo sąlygas.
5. Prasta rytinių menkių išteklių būklė didžiąja dalimi įtakota per pastaruosius du dešimtmečius įvykusių biologinių išteklių ir ekosistemos pokyčių. 2018 m. išteklius charakterizuotinas kaip neturintis pilno reprodukcinio potencialo, o būklė vertintina kaip kritiška. Bet kokia tolimesnė menkių žvejyba tik dar labiau sumažintų reprodukcinį potencialą ir išteklių atsikūrimo galimybę, todėl specializuotos menkių žvejybos uždraudimas laikomas kaip vienintelis įrankis, siekiant pagerinti menkių populiacijos būklę ateityje.

## Literatūra

- EB, 2008. 2008 m. birželio 17 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2008/56/EB, nustatanti Bendrijos veiksmų jūrų aplinkos politikos srityje pagrindus (Jūrų strategijos pagrindų direktyva).
- HELCOM, 2015. Guidelines for coastal fish monitoring sampling methods of HELCOM. 25 pp. <http://helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Guidelines%20for%20Coastal%20fish%20Monitoring%20of%20HELCOM.pdf>.
- ICES, 2019. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 1:20. 653 pp.
- Правдин И. Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. Москва: Пищевая промышленность, 376 с.
- Трещев А. И. 1983. Интенсивность рыболовстваю. Москва, Легкая и пищевая промышленность: 236 с.

## Autorių sąrašas

Babenskas E. ....	13	Jakimavičius D. ....	71
Bacevičius E. ....	154	Jakubavičiūtė E. ....	35, 122, 188
Bagdzevičienė J. ....	13	Janavičiūtė A. ....	157
Balčiūnas A. ....	17, 89	Janušaitė R. ....	74
Balčiūnienė S. ....	17	Jarmalavičius D. ....	50, 74, 85, 184
Baltaragienė K. ....	103	Jonikaitė E. ....	59, 78, 172
Bartoli M. ....	231	Jonynaitė K. ....	207
Bautrėnas A. ....	126, 149	Jukna L. ....	74
Bevainis L. ....	126	Jurkin V. ....	82, 89
Bitinas A. ....	21	Karaliūnas V. ....	46, 74, 149
Bliujienė A. ....	13	Karlonienė D. ....	50, 85, 184
Brandão J. C. ....	78	Karnauskaitė D. ....	89
Bresciani M. ....	231	Kataržytė M. ....	28, 59, 78, 91, 115, 172, 231
Bružas M. ....	24, 28	Kaziukonytė K. ....	95
Bučas M. ...	28, 144, 166, 210, 229, 231	Kelpšaitė-Rimkienė L. ....	99
Chaus V. ....	42	Kilmonaitė G. ....	99
Česnulevičius A. ....	126	Klimas R. ....	107
Dabulevičienė T. ....	32, 231	Klimienė A. ....	103, 107
Dainys J. ....	35, 122, 188	Koba R. ....	89
Daunaravičienė A. ....	39	Kontautas A. ....	239
Daunys D. ....	166	Kotovsky I. ....	42
Davydov O. ....	42, 46	Kozlov I. ....	32, 231
Deksnytė Ž. ....	115	Kregždys Ž. ....	111, 157, 239
Dubikaltienė A. ....	50, 85, 184	Kriauciūnienė J. ....	71
Dumbrasukas A. ....	82	Krutkevičius J. ....	115
Eigirdas V. ....	54, 154	Kutser T. ....	231
Elyaagoubi S. ....	95	Langas V. ....	214
Fedotova J. ....	111, 239	Lazareva N. ....	118
Forni P. ....	28	Ložys L. ....	35, 122, 188
Garnaga-Budrė G. ....	214	Mačiulevičiūtė-Turlienė N. ....	126, 149
Gečaitė I. ....	172	Marcinkevičiūtė L. ....	130
Gerken H. ....	207	Martin G. ....	28
Giardino C. ....	231	Matijošytė I. ....	91, 115
Gintauskas J. ....	28, 144, 231	Mazur-Marzec H. ....	172
Gyraitė G. ....	59, 172, 200	Medelytė S. ....	166
Gregorauskienė V. ....	62	Mėžinė J. ....	17, 28, 134, 139
Grininė E. ....	17, 200	Minicheva G. ....	144
Gudžinskas Z. ....	67	Morkūnaitė R. ....	126, 149
Ignotienė J. ....	103	Morkūnas J. ....	24, 28, 54, 154, 157
Ivanauskas E. ....	28		

Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga

Morkūnė R. ....	28, 54, 154, 157	Srėbaliienė G. ....	28, 200
Narščius A. ....	200	Stančienė D. M. ....	203
Narvilas G. ....	111, 239	Stirkė A. ....	207
Navašinskienė J. ....	149	Stragauskaitė V. ....	28, 144, 210
Nika N. ....	91, 111, 239	Suzdalev S. ....	13, 214
Nikolajus A. ....	196	Šapalas D. ....	224
Norkevičius L. ....	160	Šaškov A. ....	166
Norkus D. ....	111, 157, 239	Šiaulys A. ....	166
Normantė L. ....	107	Šiekštelė R. ....	91, 115
Olenin S. ....	166, 200	Šilas G. ....	224
Overlingė D. ....	59, 91, 172	Špėgys M. ....	111, 157, 239
Paulauskienė T. ....	176	Štuopys A. ....	224
Petkuvienė J. ....	231	Švagždys A. ....	111, 219, 239
Petraitis A. ....	157	Tadžijevas A. ....	224
Petrauskas G. ....	13	Taraškevičius R. ....	13, 62, 118
Petreikytė G. ....	111, 239	Taura L. ....	67
Pilipavičius V. ....	180	Tiškus E. ....	28, 144, 166, 229, 231
Politi T. ....	28	Ugurcan Karasu A. ....	176
Pupienis D. ....	50, 74, 85, 184, 235	Umgiesser G. ....	139
Pūtys Ž. ....	35, 122, 188	Vaičiūtė D. ....	28, 32, 59, 144, 166, 172, 229, 231
Rapalis P. ....	118	Vasylius M. ....	224
Razinkovas-Baziukas R. ....	95	Vybernaitė-Lubienė I. ....	13
Razmuvienė L. ....	107	Vilkevičiūtė J. ....	130
Rimkus T. ....	192	Viršilaitė K. ....	235
Ruginis T. ....	166	Visakavičius E. ....	82
Sabaliauskaitė V. ....	17	Zemlys P. ....	139
Sakas R. ....	111, 239	Zinchenko M. ....	42
Samuilovienė A. ....	166	Zolubas T. ....	111, 157, 239
Senulis A. ....	224	Žilinskas G. ....	50, 74, 85, 184
Skaisgirienė A. ....	196		
Skersonas A. ....	28		