



# Konferencijos medžiaga



14-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų  
konferencija

## **JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2021**

**Konferencijos medžiaga**

2021 spalio 21–22 d.  
Klaipėda

**KONFERENCIJOS ORGANIZATORIUS**



**Klaipėdos  
universitetas**

Jūros tyrimų  
institutas

Leidinyje pateikiama 14-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2021“, vykusios 2021 metų spalio 21–22 dienomis Klaipėdoje, medžiaga.

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

© Klaipėdos universitetas, 2021

ISSN 2669-2147

***MOKSLINIS KOMITETAS***

dr. Arūnas Balčiūnas  
dr. Nerijus Blažauskas  
dr. Martynas Bučas  
dr. Inga Dailidienė  
dr. Reda Dzingelevičienė  
dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė  
dr. Loreta Kelpšaitė-Rimkienė  
dr. Jūratė Lesutienė  
dr. Nerijus Nika  
dr. Renata Pilkaitytė  
dr. Robertas Staponkus  
dr. Sergej Suzdalev  
dr. Viktorija Vaitkevičienė

***ORGANIZACINIS KOMITETAS***

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

***KONFERENCIJOS PRANEŠIMŲ MEDŽIAGĄ RECENZAVO MOKSLINIO KOMITETO NARIAI***

***LEIDINĮ SUDARĖ:*** Rosita Milerienė, dr. Viktorija Vaitkevičienė

***LEIDINIO VIRŠELIS:*** Vitalija Gasiūnaitė

***KONFERENCIJOS RĖMĖJAS***

**ERGO**

## TURINYS

<b>PRATARMĖ .....</b>	<b>8</b>
<b>Eglė Baltranaitė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė, Ramūnas Povilanskas, Ilona Šakurova, Vitalijus Kondrat .....</b>	<b>9</b>
Fizinių geografinių veiksnių įtakos kranto zonos naudojimui nustatymas panaudojant bajesos tinklus	
<b>Veronika Biveinytė, Rasa Morkūnė, Julius Morkūnas .....</b>	<b>11</b>
Jūros paukščių plunksnos kaip bioindikatorius taršai nustatyti	
<b>Erika Čepienė, Lina Dailidytė, Edvinas Stonevičius, Inga Dailidienė.....</b>	<b>15</b>
Ekstremalių Danės-Akmenos upės poplūdžių grėsmės vertinimas Klaipėdos miestui	
<b>Toma Dabulevičienė, Deividas Jucevičius, Diana Vaičiūtė, Nerijus Nika .....</b>	<b>19</b>
Apvelingo poveikis Baltijos jūros Lietuvos priekrantės žuvų bendrijoms	
<b>Justas Dainys, Asta Audzijonytė .....</b>	<b>22</b>
Pažangūs metodai žvejų mėgėjų skaičiaus tyrimuose	
<b>Justas Dainys, Žilvinas Pūtys, Linas Ložys .....</b>	<b>27</b>
Žuvų ženklimas fluorescenciniais dažais įžuvinimo efektyvumo vertinimui	
<b>Justas Dainys, Nikita Ševcov.....</b>	<b>32</b>
Ungurių įžuvinimo efektyvumo vertinimas: iššūkiai ir galimybės	
<b>Oleksiy Davydov, Karaliūnas Viktoras, Oleksiy Roskos.....</b>	<b>37</b>
Morphodynamic features of the development of frontal shores coastal barriers of non-tidal seas	
<b>Jonas Gintauskas, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas, Edvinas Tiškus, Sergej Olenin.....</b>	<b>43</b>
Litoralinėje zonoje augančių makrodumblių aptikimas naudojant palydovinius radarus	

<b>Jolanta Janutėnienė, Edvinas Pocevičius, Andrius Stulgys, Artūras Tadžijevas .....</b>	<b>46</b>
3D spausdintų kompozitinių medžiagų savybių tyrimas	
<b>Greta Kalvaitienė, Marija Kataržytė, Greta Gyraitė, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas .....</b>	<b>50</b>
Makrofitų sąnašų poveikis mikrobiologinei vandens ir paplūdimio kokybei: pirminis vertinimas	
<b>Marija Kataržytė, Matthias Labrenz, Greta Gyraitė, Greta Kalvaitienė .....</b>	<b>54</b>
Potencialiai patogeniškos <i>Vibrio</i> bakterijos Baltijos jūroje	
<b>Vitalijus Kondrat, Ilona Šakurova, Eglė Baltranaitė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė .....</b>	<b>58</b>
Kranto raidos dėsningumai Klaipėdos uosto poveikio zonoje	
<b>Žilvinas Kregždys, Tomas Zolubas, Jelena Fedotova, Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Remigijus Sakas, Marijus Špėgys, Deividas Jucevičius, Gerda Petreikytė, Arvydas Švagždys, Ramutis Klimas, Gintautas Narvilas, Marius Diadyk .....</b>	<b>62</b>
Pagrindinių verslinių žuvų ir mailiaus gausumo dinamika Lietuvos išskirtinės ekonominės zonos Baltijos jūros priekrantėje bei sėklių produktyvumo pokyčiai	
<b>Jūratė Lesutienė, Žilvinas Grigaitis, Renata Pilkaitytė, Artūras Tadžijevas, Artūras Razinkovas-Baziukas .....</b>	<b>68</b>
Dirbtinių plaukiojančių salų įrengimo, palaikymo ir priežiūros praktika Lietuvos vandenyse	
<b>Mantas Liutkus, Sergej Olenin .....</b>	<b>73</b>
Makroplastiko įvairovės ir pasiskirstymo statistinė analizė Špicbergeno centrinės dalies litoralėje	
<b>Saulė Medelytė, Andrius Šiaulyš, Darius Daunys, Sergej Olenin .....</b>	<b>78</b>
Povandeninių vaizdo įrašų mozaikų naudojimas lyginamajai dugno bentos bendrijų analizei Arkties fjordų viršutinėje sublitoralėje	

- Rasa Morkūnė, Airida Janavičiūtė, Tomas Zolubas, Julius Morkūnas .83**  
Didžiųjų kormoranų ir juodažiočių grundalų įtaka Lietuvos Baltijos jūros versliniams žuvų ištekliams 83
- Rasa Morkūnė, Marija Kataržytė, Julius Morkūnas, Tobia Politi, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas .....87**  
Maurabragūnų ir kitos vandens augalijos reikšmė žolėdžių gulbių ir dugno bestuburių mityboje Kuršių mariose
- Laura Nesteckytė, Robertas Kasetas, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė, Kai Myrberg.....89**  
Bangų pasiutpolkė Klaipėdos uoste II
- Monika Pelėdienė, Greta Srėbalienė, Julius Morkūnas, Sergej Olenin, Marijus Špėgys, Rasa Morkūnė .....93**  
Gauruotažnyplio krabo (*eriocheir sinensis*), pagauto Lietuvos vandenyse, morfologiniai ypatumai
- Elyza Pilipaitytė, Linas Ložys.....98**  
Ledo dangos pokyčiai Kuršių mariose
- Paulius Rapalis, Nadežda Lazareva, Sergej Suzdalev, Rimantė Zinkutė, Ričardas Taraškevičius ..... 102**  
Geležis Klaipėdos dulkėse
- Jolanta Rimšaitė, Povilas Ivinskis ..... 107**  
Vabzdžių tyrimai verpiko vienuolio (*Ocneria (Lymantria) monacha*) židiniuose Kuršių Nerijoje
- Andrius Skersonas, Edgaras Ivanauskas, Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Tadas Poškys ..... 111**  
Šlakių jauniklių išgyvenamumo upėse tyrimai
- Sergej Suzdalev, Judita Navašinskienė, Nadežda Lazareva, Rimantė Zinkutė, Paulius Rapalis, Ričardas Taraškevičius .....116**  
Ką mums atpučia jūrinių krypčių vėjai

**Sergej Suzdalev, Rimantė Zinkutė, Ričardas Taraškevičius .....120**

Vario lydinių cheminės sudėties analizės rezultatų sąsajų galimybės naudojant etalonus

**Arvydas Švagždis, Vaidotas Andrašūnas.....125**

Pastarųjų dešimtmečių Kuršių marių žuvų laimikių erdvinė kaita

**Artūras Tadžijėvas, Deivydas Šapalas, Marius Vasylius,  
Artūras Razinkovas-Baziukas, Jūratė Lesutienė, Viktorija Vaitkevičienė  
.....130**

Nauja dirbtinės salos konstrukcija ir jos palyginimas su analogais

**Edvinas Tiškus, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas, Jonas Gintauskas,  
Viktorija Sabaliauskaitė, Arūnas Balčiūnas, Marija Kataržytė.....135**

Paplūdimių dumblių sankaupų erdvinio paplitimo tyrimai panaudojant bepilotes skraidykles

Autorių sąrašas

139



## PRATARMĖ

Spalio 24 dieną pasaulyje nuo 2009-ųjų metų minima tarptautinė Klimato kaitos diena (angl. International Day of Climate Action). Tuomet suorganizuota pirmoji pasaulinė šiltnamio efekto problematikai skirta kampanija, pagrindusi protesto svarbą moksliniais rezultatais, teigiančiais, kad yra būtina sumažinti anglies dioksido kiekį iki 350 (milijoninių dalelių).

Konferencijos “Jūros ir krantų tyrimai” ištakos siekia 2007-uosius metus, kuomet buvo suorganizuota mokslinė-praktinė konferencija, skirta kranto zonos būklės problematikai. Šios tematikos kontekste buvo konstatuota, kad “Dėl globalių pokyčių dabartinis periodas pasaulio mastu įvardinamas kaip laipsniškos krantų degradacijos laikotarpis. Lietuvos krantai, veikiami gamtinių ir antropogeninių procesų, vystosi neišsiskirdami iš bendro Baltijos jūros krantų raidos konteksto”. Faktai rodo, kad tuomet pradėję diskusijas apie antropogeninės klimato kaitos globalią problematiką ir jos svarbą Lietuvos priekrantei, deja, buvome teisūs. Bet yra ir šviesioji reikalo pusė – iš mokslininkų kabinetų problemos sprendimų paieška jau pasklido ir visuomenėje. Atsiranda vis daugiau iniciatyvų, kviečiančių atkreipti visuomenės, verslo ir kitų suinteresuotų grupių dėmesį į aktualiausius klimato kaitos klausimus. Vienas iš tokių pavyzdžių – LR aplinkos ministerijos spalio 18–24 d. jau trečius metus rengiama Klimato savaitė.

“Jūros ir krantų tyrimų” konferencija taip pat įtraukta į Klimato savaitės renginių sąrašą ir tradiciškai kviečia susiburti visus besidominčius jūrinę aplinką ir kultūrą žmones pranešimams ir diskusijai apie jūrinių tyrimų ir technologijų vystymosi perspektyvas, jūrinės aplinkos naudojimo, tausojimo bei saugojimo būdus, jūrinės kultūros bei paveldo puoselėjimo tradicijas.

Dėkojame užsiregistravusiesiems konferencijos dalyviams, darbais ir diskusijomis prisidedantiems prie teigiamų pokyčių tvarių technologijų, mėlynojo bei žaliojo augimo ir sveikos jūros link!

*Dr. Viktorija Vaitkevičienė*

## **FIZINIŲ GEOGRAFINIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS KRANTO ZONOS NAUDOJIMUI NUSTATYMAS PANAUDOJANT BAJESO TINKLUS**

**Eglė Baltranaitė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė, Ramūnas Povilanskas, Iona Šakurova, Vitalijus Kondrat**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*egle.baltranaite@ku.lt*

Baltijos jūros pakrantės teritorijos yra vienos intensyviausiai naudojamų visame pasaulyje, tai formuoja holistinio valdymo poreikį. Taigi reikia strategijų, kurios siekia išlyginti turizmo apkrovos sezoniskumą bei užtikrintų geresnį gamtos išteklių ir infrastruktūros panaudojimą bei pagerintų socialines ir ekonomines sąlygas. Siekiant įvertinti kranto zonos planavimo procesų, susijusių su darniu turizmu, efektyvumą ir nustatyti bei pagrįsti reikšmingus fizinius geografinius veiksnius, darančius įtaką Pietų Baltijos pajūrio kurortų tvarumui, buvo panaudoti keli duomenų rinkiniai surinkti ankstesnių tyrimų metu. Siekiant pagerinti kranto zonos ekologinį tvarumą, ekonominį efektyvumą ir socialinę lygybę, buvo atliktas kokybinis tyrimas (planavimo dokumentų turinio analizė) ir kiekybinis turistų poreikių tyrimas (2014, 2015), lankytojų apklausa (2019–2020) ir vartotojų sugeneruotas turinys socialinės žiniasklaidos platformoje (2019); taip pat, buvo naudojami ilgalaikių hidrometeorologinių stebėjimų duomenys (1961–2019). Bajeso tinklų sistema buvo panaudota apjungti duomenis iš šių skirtingų šaltinių. Pasitelkiant Bajeso tinklus, pateikiame metodą, taikytiną nustatyti socialinius, ekonominius ir fizinius geografinius veiksnius, darančius įtaką pakrančių kurortų tvarumui.

Tyrimo metu nustatyta, kad didžiausią įtaką tarp visų fizinių geografinių veiksnių turi oro temperatūros ir vėjo krypties rodikliai. Klaipėdos gyventojams didžiausią įtaką darantys fiziniai veiksniai yra oro temperatūra ir maudyklų vandens temperatūra (priimtina ir pageidaujama maudymosi temperatūra).

Renkantis paplūdimį poilsiui, didžiausia prediktoriaus reikšmė nėra susijusi su fiziniais veiksniais; aukščiausias reitingas priskiriamas atstumui iki paplūdimio, paplūdimio kokybės pagerėjimui ir paplūdimio tipui (bendras, moterų ir kt.). Ne sezono metu didžiausia sąlyginė tikimybė yra Melnragės I, Girulių paplūdimiuose, taip pat kituose - neoficialiuose paplūdimiuose. Be to, ne sezono meto tikimybės labiausiai koreliuoja su buvimo paplūdimyje trukme.

Pietų Baltijos pajūryje Mėlynosios vėliavos sertifikatu apdovanotų paplūdimių buvimas yra reikšmingas determinantas plėtros planų ir

konkrečioje vietoje galiojančių planų skaičiui. Smėlio paplūdimiai ir kopos yra didžiausios įtakos fiziniai geografiniai veiksniai regione.

**Tyrimo rezultatai paskelbti:**

Baltranaitė E., Kelpšaitė-Rimkienė L., Povilanskas R., et al. 2021. Measuring the Impact of Physical Geographical Factors on the Use of Coastal Zones Based on Bayesian Networks. Sustainability, 13, 7173. <https://doi.org/10.3390/su1313>

## JŪROS PAUKŠČIŲ PLUNKSNOS KAIP BIOINDIKATORIUS TARŠAI NUSTATYTI

Veronika Biveinytė<sup>1</sup>, Rasa Morkūnė<sup>1</sup>, Julius Morkūnas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*veronika.biveinyte@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Priklausomai nuo vandens telkinių užterštumo, vandens paukščių kūno audiniuose gali susikaupti reikšmingi sunkiųjų metalų kiekiai. Yra žinoma, kad toksiški sunkieji metalai kaip gyvsidabris (Hg), švinas (Pb) neigiamai veikia vandens paukščių reprodukciją, nervų sistemą, mažina išgyvenamumą ir imuninės sistemos efektyvumą (Tsipoura et al., 2011; Provencher et al., 2016). Per didelės cinko (Zn) ir vario (Cu) koncentracijos organizme turi neigiamos įtakos paukščių augimui, keičia elgesį, paukštis gali prarasti reprodukcijos gebėjimą ar žūti (Wang ir kt., 2017). Tokie elementai kaip chromas (Cr), švinas (Pb), arsenas (Ar), cinkas (Zn), nikelis (Ni), varis (Cu), manganas (Mn), gyvsidabris (Hg) ir kadmis (Cd) gali būti laikomi toksiški, kai sukelia žalingą poveikį gyvūnams ir aplinkai (Singh et al., 2011). Sunkiųjų metalų koncentracijų analizė paukščių plunksnose parodo, kokius elementus augimo laikotarpiu konkrečiame regione turi savo organizmuose. Tai žinant, galima diskutuoti, ar tai priklausė nuo maitinimosi vietos ir ar gali jaunikiuose sukauptos koncentracijos reprezentuoti vandens ekosistemų užterštumo būklę (Barbieri ir kt., 2010; Abbasi ir kt., 2015).

Šio tyrimo tikslas yra palyginti skirtinguose regionuose besimaitinusių jūros paukščių plunksnų sunkiųjų metalų koncentracijas, įvertinant ir regionų užterštumą. Buvo pasirinktos trys vandens paukščių jauniklių rūšys, kurių maitinimosi ir gyvenamosios teritorijos plasnojamųjų plunksnų augimo laikotarpiais yra skirtingos: ledinė antis (*Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758)), rudakaklis naras (*Gavia stellata* (Linnaeus, 1758)) ir didysis kormoranas (*Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758)).

**Tyrimo objektų ir analizės metodų pasirinkimas.** Dalis ledinių ančių ir jų jauniklių žiemoja Baltijos jūroje (Skov et al. 2011). Jų jaunikliai, atskrendantys į Baltijos jūrą žiemoti, yra užaugę šiaurinėje žemyno dalyje, Arktinėje ir subarktinėje tundroje Eurazijoje, gėlo vandens telkiniuose (Lepage, Cotter, 2009). Rudakaliai narai, kaip ir ledinės antys, šaltuoju sezonu migruoja į Baltijos jūrą, bet skiriasi šių rūšių maitinimosi buveinės perėjimo metu. Rudakaliai narai peri mažuose ežeruose, bet maitinasi ir jaunikius maitina beveik vien jūrų žuvimis, todėl žuvį gaudo jūrinėse ekosistemose (Reimchen, Douglas, 1984). Abiejų rūšių – ledinės anties ir rudakaklio naro – veisimosi teritorijos – Arkties regionas, tačiau pirmoji rūšis išskirtinai

maitinasi gėlo vandens telkiniuose (ledinė antis), o antroji (rudakaklis naras) jauniklius maitina jūroje sugautomis žuvimis.

Tyrimui taip pat buvo pasirinktos skirtingos Lietuvos pajūrio didžiųjų kormoranų kolonijos, kurių paukščiai maitinasi žuvimis Kuršių mariose ir Baltijos jūroje. Pirmoji kolonija įsikūrusi Plazės (Plocio ežeras, Klaipėdos rajone) rezervate Pajūrio regioniniame parke ir maitintis skrenda į Baltijos jūrą. Antroji pasirinkta kolonija įsikūrusi Ragininkų saloje (Nemuno deltos sala) ir maitinasi Kuršių mariose (Morkūnas ir kt., 2019; Morkūnė ir kt., 2021).

Rudakaklių narų ir ledinių ančių plunksnų mėginiai buvo surinkti iš jūros priekrantės žvejų tinkluose žiemos metu žuvusių paukščių. Prieš imant plunksnų mėginius atliekamas paukščio skrodimas, kurio metu tiksliai identifikuojamas paukščio amžius, taip tyrimams atsirenkant jauniklius. Kita dalis mėginių buvo surinkta dviejose skirtingose didžiųjų kormoranų kolonijose, kur birželio mėnesį žieduojant paukščius buvo renkami plunksnų mėginiai.

Surinkti mėginiai ruošiami laboratorijoje. Plunksnų mėginio sveriamą 1–1,5 g. Plunksnos yra plaunamos: distiliuotu vandeniu, Milli Q vandeniu ir acetonu, jog būtų pašalinta plunksnose visa tarša atsiradusi iš aplinkos (Li Liu et al. 2019). Plunksnų mėginiai yra džiovinami keramikiniuose tigluose, siekiant išvengti taršos kitais metalais iš aplinkos, ir džiovinami mufelyje 12 val. prie 60 °C temperatūros iki pastovosios masės. Atsveriama išdžiovinto mėginio 0,5 g į tefloninius mineralizavimo indus ir įpilama ultrašvarios 6 ml azoto rūgšties 65 % ir 4 ml vandenilio peroksido 30 % (Hribšek, 2017). Mineralizuojama mineralizatoriuje (Multiwave Go, Anton Paar). Mėginiai skiedžiami į 25 ml PFA matavimo kolbas su Milli Q vandeniu. Mėginiai analizuojami su indukuotai sužadintos plazmos masių spektrometru (NexION 2000 ICP-MS, Perkin Elmer).

**Rezultatai ir diskusija.** Baltijos jūra - viena didžiausių druskėto vandens jūra, kuri yra laikoma viena labiausiai užterštų pasaulyje (Rheinheimer, 1998; Larsson et al., 2018). Žuvimis mintantys paukščiai, esantys aukščiausio trofinio lygio plėšrūnai, dažnai gali būti sukaukę daug teršalų (Burger, Gochfeld, 1991). Baltijos jūra ir Kuršių marios – vienas iš pasirinktų tyrimų regionų, kuriame maitinasi didieji kormoranai, todėl tikėtina, jog šios rūšies individai sunkiųjų metalų sukaupts daugiau negu Arkties regione plunksnas auginę paukščiai. Fenstad ir kt. (2017) savo atliktame tyrime lygino toksinių metalų koncentracijas paprastosios gagos (*Somateria mollissima* (Linnaeus, 1758)) populiacijose, esančiose Arkyje ir Baltijos jūroje, ir pateikė išvadas, jog vidutinė gyvsidabrio (Hg) koncentracija kraujyje Baltijos populiacijos gagose buvo 1,5 karto didesnė nei Svalbardo populiacijos gagose. Galima prognozuoti, jog šio tyrimo metu analizuoti ledinių ančių ir rudakaklių narų

organizme sukaupti atskirų metalų kiekiai bus mažesni negu kormoranų būtent dėl mitybinių teritorijų skirtumų plunksnų augimo metu. Įdomu bus palyginti Kuršių mariose ir Baltijos jūroje sugauta žuvimi besimaitinančių kormoranų plunksnose esančias metalų koncentracijas. Gali būti, kad skirtingos metalų koncentracijos tarp minėtų ekosistemų skirsis priklausomai nuo savybių kaupis plunksnose ar žuvyse kaip maisto šaltiniuose.

**Išvados.** Atlikus numatytą tyrimą bus aišku, ar paukščių plunksnų metalų analizė gali padėti geriau įvertinti užterštų ekosistemų būklę. Didžiųjų kormoranų jauniklių, kurie maitinasi žuvimi iš Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių, plunksnų analizė atskleistų šių ekosistemų užterštumo sunkiaisiais metalais situaciją. Tuo tarpu sparčiai nykstančių ir Baltijos jūroje žiemojančių rudakaklių narų ir ledinių ančių plunksnų analizė parodytų, kokio užterštumo aplinkoje Arkties regione maitinasi plunksnas auginę jaunikliai. Lygindami skirtingų rūšių jūros paukščių plunksnas vertinsime, ar jie gali būti naudojami kaip bioindikatoriai Baltijos jūros ir Arkties regionų taršai įvertinti.

**Padėka.** Tyrimas atliekamas Klaipėdos universiteto Mokslo ir studijų skatinimo fondo lėšomis.

## Literatūra

- Abbasi N.A., Jaspers V.L., Chaudhry M.J., et al. 2015. Influence of taxa, trophic level, and location on bioaccumulation of toxic metals in bird's feathers: a preliminary biomonitoring study using multiple bird species from Pakistan. *Chemosphere*. 2015 Feb;120:527-37.
- Barbieri E, Passos Ede A, Filippini A., et al. 2010. Assessment of trace metal concentration in feathers of seabird (*Larus dominicanus*) sampled in the Florianópolis, SC, Brazilian coast. *Environ Monit Assess*. 2010 Oct; 169(1-4):631-8
- Burger J., Gochfeld M. Lead, mercury, and cadmium in feathers of tropical terns in Puerto Rico and Australia. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1991 Aug;21(2):311-5
- Fenstad A.A., Bustnes J.O., Lierhagen S., et al. 2017. Blood and feather concentrations of toxic elements in a Baltic and an Arctic seabird population. *Mar Pollut Bull*. 2017 Jan 30;114(2):1152-1158.
- Hribšek I., Jović K., Karadžić B., et al. "Allocation of Metals and Trace Elements in Different Tissues of Piscivorous Species *Phalacrocorax carbo*." *Archives of environmental contamination and toxicology* vol. 73,4 (2017): 533-541. doi:10.1007/s00244-017-0452-3.
- Larsson J., Smolarz K., Świeżak J., et al. 2018. Multi biomarker analysis of pollution effect on resident populations of blue mussels from the Baltic Sea. *Aquat Toxicol*. 2018 May; 198:240–256.
- Lepage, Christine & Cotter, Richard. 2013. Long-tailed Duck.
- Liu L., Liu X.G., Sun Y. et al. 2019. Trace Elements in the Feathers of Waterfowl from Nanhaizi Wetland, Baotou, China. *Bull Environ Contam Toxicol* 102, 778–783.
- Morkūnas J., Bružas M., Dagys M. ir kt. 2019. Vandens paukščių tyrimai fosforo ciklui Kuršių mariose vertinti. Jūros krantų tyrimai 2019, p. 130.
- Morkūnė R., Janavičiūtė A., Zolubas T., ir kt. 2021. Didžiųjų kormoranų ir juodažiočių grundalų įtaka Lietuvos Baltijos jūros versliniams žuvų ištekliais. Jūros ir krantų tyrimai 2021.
- Provencher JF, Forbes MR, Hennin HL, Love OP, Braune BM, Mallory ML, Gilchrist HG. Implications of mercury and lead concentrations on breeding physiology and phenology in an Arctic bird. *Environ Pollut*. 2016 Nov; 218:1014–1022

## Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga

- Reimchen TE, Douglas S. 1984. Feeding schedule and daily food consumption in Red-throated loons (*Gavia stellata*) over the pre fledging period. *The Auk* 101: 593–599.
- Rheinheimer G. Pollution in the Baltic Sea. *Naturwissenschaften* 85, 318–329 (1998).
- Singh R, Gautam N, Mishra A, Gupta R. Heavy metals and living systems: An overview. *Indian J Pharmacol.* 2011 May;43(3):246-53.
- Skov H, Heinänen S, Žydelis R., et al 2011 Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. *Tema Nord*, p 550.
- Tsipoura N., Burger J., Newhouse M., et al. 2011. Lead, mercury, cadmium, chromium, and arsenic levels in eggs, feathers, and tissues of Canada geese of the New Jersey Meadowlands. *Environ Res* 111(6):775–784.
- Wang F, Xu S, Zhou Y, Wang P, Zhang X (2017) Trace element exposure of whooper swans (*Cygnus cygnus*) wintering in a marine lagoon (Swan Lake), northern China. *Mar Pollut Bull* 119(2):60–67.

## EKSTREMALIŲ DANĖS-AKMENOS UPĖS POPLŪDŽIŲ GRĖSMĖS VERTINIMAS KLAIPĖDOS MIESTUI

Erika Čepienė<sup>1</sup>, Lina Dailidytė<sup>2</sup>, Edvinas Stonevičius<sup>2</sup>,  
Inga Dailidienė<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup> Vilniaus  
universiteto Geomokslų institutas, Vilnius

*Erika.cepiene@ku.lt*

**Įvadas.** Numatoma, kad dėl klimato kaitos daugelyje Europos upių baseinų XXI amžiuje didės ekstremalūs potvyniai ir poplūdžiai, keliantys grėsmę potvynių užliejamoms teritorijoms. Todėl ypač svarbu įvertinti galimus ekstremalius reiškinius, norint išvengti potvynių-poplūdžių rizikos bei prisitaikyti prie jų dažnėjimo ir didėjimo. Šie vertinimai yra svarbūs planuojant ir įrengiant bei sutvarkant upių ir marių krantines taip, kad tiek miestas, tiek jo gyventojai būtų apsaugoti.

Klaipėdos sąsiaurio, jungiančio Baltijos jūrą ir Kuršių marias, vandens lygio kilimas yra itin aktualus Akmenos-Danės upės žemupyje ir žiočių vandens lygio pokyčiams. Vyraujant cikloninei cirkuliacijai ir stipresniems vakarų krypties vėjams neretai susidaro bangų patvankos nuo Kuršių marių pusės ir vandens lygis upės žemupyje gali dar labiau pakilti bei pasiekti ekstremalias vertes. Danės upės žiotys yra pačiame miesto senamiestyje. Klaipėdos miesto infrastruktūra istoriškai ir dėl Jūrų uosto veiklos yra išsidėsčiusi išilgai Kuršių marių pakrantės, o Danės upė miesto centrą kerta per vidurį, padalinama jį į šiaurinę ir pietinę dalis. Miesto teritorijoje yra reljefo pažemėjimų, kurie ne visoje teritorijoje yra apsaugoti upės krantinių, todėl gali būti lengvai užtvindyti pakilus jūros vandens lygiui ir padidėjus upės vandeningumui dėl stipresnių liūčių. Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis Danės upė patenka į prioritetines pavojingas teritorijas, kurioms kyla potvynių grėsmė (LR Vyriausybės Aplinkos ministro įsakymas, 2012; LR Vyriausybės nutarimas, 2017).

Remiantis daugiamečiais Klaipėdos sąsiaurio vandens lygio duomenimis (1898–2002 m.), vandens lygis 20 a. per šimtmetį ties Lietuvos krantais pakilo apie 14 cm (Dailidienė et al., 2006). Dėl spartesnės klimato kaitos XXI a. stebimas vandens lygio kilimo tendencijos spartėjimas. Laikotarpiu nuo 1961 iki 2008 m. Klaipėdos sąsiauryje vandens lygis pakilo 18 cm (Dailidienė et al., 2011). Staigus kilimo šuolis išryškėja 8-9 dešimtmetyje. Nuo 1960 metų vidutinis vandens lygis, kaip ir visoje Baltijos jūroje (Stramska and Chudziak, 2013, European Environment Agency report, 2017), kyla Klaipėdos sąsiauryje vidutiniškai apie 3,0 mm per metus greičiu (Dailidienė et al., 2012).



Empiriniai skaičiavimai rodo, jog Klaipėdos sąsiauryje vandens lygio pakilimas virš 110 cm tikėtinas 2,16 kartų per 10 metų, o stichinis 140 cm pakilimas – 0,52 kartus per 10 metų. Taip pat 160 cm tikėtinas 0,21 kartą per 10 metų (maždaug 1 kartą per 50 metų) (LR Vyriausybės Aplinkos ministro įsakymas, 2012).

Prognozuojama, kad XXI amžiuje Lietuvos pakrantėje žiemos metu vidutinis vandens lygis gali pakilti nuo 40 iki 100 cm (Meier et al., 2004). Taip pat numatomi dažnesni ir intensyvesni hidrometeorologiniai ekstremalūs reiškiniai. Miestams, esantiems šalia jūrų pakrantės ir pažeidžiamiems jūros lygio kilimo, potvynių-poplūdžių grėsmės vertinimas turi apimti ne kiekvieną atskirai – upės ar jūros potvynio grėsmės vertinimą, o abu procesus kartu (Moftakhari et al., 2017).

Šio tyrimo tikslas – įvertinti Akmenos-Danės upės žemupyje potvynių-poplūdžių grėsmę Klaipėdos miesto teritorijoje naudojant Klaipėdos sąsiaurio vandens lygio ir Danės upės debito tikimybes, Baltijos jūros lygiui 21 a. kylant dėl klimato kaitos.

**Metodai.** Maksimalių potvynių tikimybių skaičiavimai atlikti su HEC-RAS (*Hydrological Centres River Analysis System*) naudojant skaitmeninį upių slėnių aukščių modelį iš Aplinkos apsaugos agentūros prie Aplinkos ministerijos duomenų katalogo. Pasitelkiant GIS (*Geographic Information System*), sudarytas vietovės reljefo aukščių šablonas, kurio pagrindu gretinami ir vizualizuojami duomenys su HEC-RAS modeliu.

Sudaryti Danės upės potvynių vandens lygio scenarijai ilgalaikių svyravimų metu dėl klimato kaitos, priimant hipotezę, kad dėl klimato pokyčių Baltijos jūros pietrytinėje dalyje ir Kuršių mariose vandens lygis pakiltų 1 metru. Klaipėdos sąsiaurio vidutinis daugiametis vandens lygis atitinka 0 m Baltijos jūros aukščių sistemoje, kai 10 % vandens lygio tikimybė yra 1,42 m, ir kai 1 % tikimybė – 2 m (Aplinkos apsaugos agentūra, 2018). Danės upės maksimalių pavasario potvynių debito vidurkis – 59,1 m<sup>3</sup>/s, 10 % debito tikimybė – 110 m<sup>3</sup>/s ir 1 % tikimybė – 156 m<sup>3</sup>/s (LR Vyriausybės Aplinkos ministro įsakymas, 2012). Prie kiekvienos Kuršių marių vandens lygio tikimybės pridėtas 1 metras ir gauti Danės upės vandens lygio scenarijai: vid. daugiametis, 10 % ir 1 % tikimybės, kurie atitinka 1,0 m, 2,4 m ir 3,0 m vandens lygio aukščius pagal Baltijos jūros lygio aukščių sistemą.

**Rezultatai.** Miesto centrinėje dalyje, jei Klaipėdos sąsiaurio vanduo dėl klimato poveikio pakiltų 1 metru, būtų užlieta didelė dalis senamiesčio, uosto krantinės ir pramonės rajonai. Kylantis Klaipėdos sąsiaurio vandens lygis audrų metu dėl vėjinės patvankos ir gausesnių kritulių sparčiau keltų ir Danės upės vandens lygį, tuomet būtų užlieti dideli miesto plotai. Tai labiau pasijustų gilesnių ciklonų bei stipresnių audrų metu. Pakilus vandens lygiui Klaipėdos

sąsiauryje daugiau nei 2 metrus, Klaipėdos mieste vanduo užlietų upės salpas ir išsilietų iš Danės upės vagos į miestą ir jo apylinkes. Klimatui toliau kintant panašiomis šių dienų tendencijomis, gali padidėti tikimybė susidaryti ekstremaliai situacijai (atitinkančiai 1 % tikimybę) dėl vėjo sampūtų į Danę, patvankos žiotyse, kai siaučia stipresnės audros ir uraganiai vėjai.

Pagal 1 % ir 10 % tikimybių potvynių scenarijus, miestui kiltų didelė potvynių ir trumpalaikių ekstremalių poplūdžių grėsmė. Remiantis tyrimo rezultatais ir geografiniu ekstremalių poplūdžių išplitimu Klaipėdos miesto teritorijoje, labiausiai paveiktos miesto dalys būtų: Senamiestis, Šiaurinis ragas, Kruizinių laivų terminalas, Danės skveras, taip pat Pramoninis kvartalas ir ten esančios gamyklos. Šiaurinėje miesto dalyje potvynių bangų kilimas sukeltų problemų gyvenamiesiems namams ir mikrorajonams, kurių gyvenamieji namai išsidėstę Danės upės salpos ir reljefo pažemėjimuose – tai Mažojo kaimelio ir Tauralaukio mikrorajonai.

Jei Klaipėdos sąsiauryje vanduo dėl klimato kaitos pakiltų 1 metru, tai upės vanduo gausiai užlietų teritorijas stipresnių potvynių (10 % tikimybės) metu. Pagal kylančio Klaipėdos sąsiaurio vandens lygio ir upės debito vidutinės 10 % tikimybės atvejį, užtvindyta būtų daugiau nei 240 ha, o mažą 1 % tikimybės atvejį – daugiau nei 300 ha teritorijų mieste. Tačiau, jei vandens lygio kilimas Klaipėdos sąsiauryje būtų veikiamas dar ir klimato kaitos, ekstremalios vėjo sampūtų stiprių audrų situacijos metu upės vanduo miesto teritoriją galėtų užlieti iki 3 kartų daugiau nei be klimato kaitos poveikio esančių ekstremalių situacijų metu.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Pasaulyje pripažįstama klimato kaitos prisitaikymo svarba, akcentuojant, kad trūksta pasirengimo šiandieninių ekstremalių situacijų valdyme. Siekiant sumažinti ekonominį ir socialinį pažeidžiamumą, turi būti pertvarkomos teritorijos, kurios jau dabar yra paveikiamos klimato kaitos procesų. Naujojoje ES prisitaikymo prie klimato kaitos strategijoje (2021) pabrėžiama, kad planuojant teritorinę miestų plėtrą, būtina atsižvelgti į klimato argumentus ir ateities pavojų perspektyvą.

Planuojant Klaipėdos miesto infrastruktūros plėtrą ir apsaugą, yra būtina atsižvelgti į klimato kaitą ir tikėtinus didesnius maksimalius Danės upės potvynių ir poplūdžius. Gilesnių Baltijos regiono ciklonų ir audrų metu, iškritus gausiems krituliams bei dėl vėjų patvankos pakilus pietryčių Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens lygiui, susiformuoja ekstremalios situacijos: vanduo Danės žemupyje ir žiotyse veržiasi per krantines ir yra užliejamas Klaipėdos miesto gatvės. Sudaryti potvynių grėsmės žemėlapiai leidžia nustatyti jautrias potvyniams zonas, įvertinti galimą ekonominę ir socialinę žalą tikėtinų ekstremalių potvynių metu bei valdyti situaciją šiose zonose, pasirenkant tinkamas apsaugos priemones. Pažymėtina, jog potvynių grėsmės

žemėlapiai sudaromi atsižvelgiant į praecityje vykčius potvynius, o klimato kaitos faktorius ligi šiol buvo neįvertinamas. Apjungiant klimato kaitos galimas pasekmes su tikimybiniais potvynių grėsmių duomenimis, galima imtis ilgalaikių priemonių klimato kaitos švelninimui ir prisitaikymui, ateityje išvengiant didesnių ekonominių ir socialinių nuostolių. Pagal RCP4.5 scenarijų, vidutiniškai Baltijos jūros lygiui pakilus 34-37 cm, Lietuva patirtų 0.2 mlrd EUR nuostolį ir būtų paveikta 4.2 tūkstančiai gyventojų, o pagal RCP8.5 scenarijų, vidutiniam lygiui pakilus 58-172 cm, Lietuva patirtų 0.4 mlrd EUR bei būtų paveikta 6,3 mln gyventojų (Vosdouskas et al., 2020).

## Literatūra

- Aplinkos apsaugos agentūra. 2018. Potvynių direktyvos įgyvendinimas. [žiūrėta 2021-04-28]. Prieiga internete: <https://vanduo.old.gamta.lt/cms/index?rubricId=6d87deab-3ecc-412a-9b66-7fd6361f26ba>
- Dailidienė I., Baudler H., Chubarenko B., et al. 2011. Long term water level and surface temperature changes in the lagoons of the southern and eastern Baltic. *Oceanologia*, 53(Supplement 1): p. 293–308
- Dailidienė I., Davulienė L., Kelpšaitė L., et al. 2012. Analysis of the climate change in Lithuanian coastal areas of the Baltic Sea. *Journal of Coastal Research*, Volume 28, Issue 3, p. 557–569. doi: 10.2112/JCOASTRES-D-10-00077.1
- Dailidienė I., Davulienė L., Tilickis et al. 2006. Sea level variability at the Lithuanian coast of the Baltic Sea. *Boreal environment research*, Vol. 11, No. 2, p. 109–121.
- Europos komisija. Klimato kaitai atsparios Europos kūrimas. Naujoji ES prisitaikymo prie klimato kaitos strategija (2021-02-24, COM(2021)). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082&from=EN>.
- European Environment Agency report. 2020. Global and European sea level. [žiūrėta 2021-07-20]. Prieiga per internetą: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-5/assessment>.
- LR Vyriausybės Aplinkos ministro įsakymas „Dėl preliminarus potvynių rizikos vertinimo ataskaitos patvirtinimo“ (2012 m. sausio 11 d. Nr. D1-23) [žiūrėta 2021-05-17]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.417035?fjwid=q86m1vfvf>
- LR Vyriausybės nutarimas „Dėl vandenių srities plėtros 2017-2023 metų programos patvirtinimo“. (2017 m. vasario 1 d. Nr. 88) [žiūrėta 2021-05-25]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/4606c421eea211e6be918a531b2126ab?fjwid=wd7z6lfxo>
- Meier H.E.M., Broman B., Kjellstrom E. 2004. Simulated sea level in past and future climates of the Baltic Sea. *Climate research*, Vol. 27, p. 59–75. doi:10.3354/cr027059
- Moftakhari H.R., Salvadori G., AghaKouchak A., et al. 2017. Compounding effects of sea level rise and fluvial flooding. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 114, Issue 37, p. 9785–9790. <https://doi.org/10.1073/pnas.1620325114>
- Stramska M., Chudziak N. 2013. Recent multiyear trends in the Baltic Sea level. *Oceanologia*. 55 (2), 319-337. Doi: 10.5697/oc.55-2.319.
- Vousdouskas M.I., Mentaschi L., Hinkel J. et al. (2020). Economic motivation for raising coastal flood defenses in Europe. *Nature Communications* 11, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15665-3>

## APVELINGO POVEIKIS BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖS ŽUVŲ BENDRIJOMS

**Toma Dabulevičienė, Deividas Jucevičius, Diana Vaičiūtė,  
Nerijus Nika**

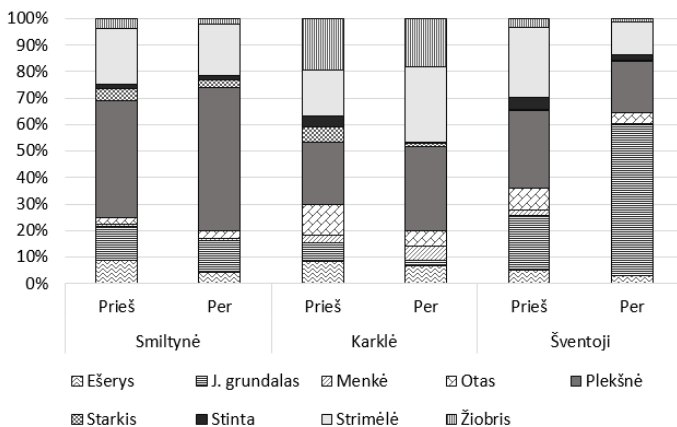
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*toma.dabuleviciene@apc.ku.lt*

**Ivadas.** Priekrantės apvelingas – reiškinys, kurio metu paviršiniai priekrantės vandenys yra nustumiami toliau nuo kranto, o juos pakeičia iš gilesnių sluoksnių į paviršių pakelti vandenys (Kampf ir Chapman, 2016). Apvelingai sukelia staigius jūros temperatūros, druskingumo ir maistinių medžiagų koncentracijos pokyčius, kurie yra labai glaudžiai susiję su jūros priekrantės ekosistemos funkcionavimu, tad, savo ruožtu, gali itin reikšmingai paveikti pirminės produkcijos intensyvumą bei daryti poveikį visai mitybos grandinei nuo zooplanktono iki žuvų, paukščių bei jūrinių žinduolių. Taigi, šis reiškinys vaidina svarbų vaidmenį ekologiškai jautriuose pasaulinio vandenyno regionuose, kaip, pavyzdžiui, Baltijos jūra, kur dėl specifinio geografinio krantų išsidėstymo apvelingas yra dažnas reiškinys.

Apvelingo sukelti temperatūros, druskingumo ir maisto prieinamumo pokyčiai gali daryti didelę įtaką žuvų gausumui, pasiskirstymui ir rūšinei sudėčiai (Kumaran, 1978). Baltijos jūros priekrantės vandenys yra gana intensyviai naudojami regioniniu požiūriu svarbiai komercinei žvejybai, todėl apvelingas gali turėti įtakos ir žvejybos efektyvumui. Šio darbo tikslas yra įvertinti priekrantės apvelingo svarbą biologiniams procesams ir nustatyti, kokį poveikį apvelingas gali turėti žvejybos ištekliams ir žuvų bendrijų indeksais grįstos aplinkos būklės stebėsenos patikimumui.

**Duomenys ir metodai.** Siekiant suprasti apvelingo įtaką žuvų bendrijomis buvo pasirinktas šiltasis (balandžio-rugsėjo mėn.) metų laikotarpis, kuomet apvelingas yra geriausiai išreikštas per jūros vandens temperatūros pokytį. Apvelingų identifikavimui ir analizei naudoti palydoviniai antro lygio (L2) 1 km erdvinės rezoliucijos infraraudonųjų (IR) spindulių radiometro (ang. MODerate Imaging Spectrometer, MODIS) „Terra / Aqua“ SST žemėlapiai 2000–2019 m. laikotarpiu. Duomenys gauti iš laisvos prieigos NASA MODIS archyvo (<http://modis.gsfc.nasa.gov/data/>). Apvelingo poveikiui žuvų bendrijoms vertinti buvo analizuojami ilgamečiai (2000-2019 m.) priekrantės mokslinės žvejybos duomenys, surinkti Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorijoje. Analizuoti mokslinių žvejybų sugavimų standartiniais statomųjų dugninių tinklaičių komplektais duomenys iš jūros priekrantės ties Smiltyne, Karkle ir

Šventaja, kurie buvo surinkti prieš apvelingą ir jo metu. Vertintas apvelingo poveikis bendram ir atskirų rūšių sugavimui, išreikštam per standartinę žvejybos pastangą CPUE (ind./75m/24h ir kg/75m/24h). Apvelingui veikiančią žuvų bendrijos struktūrą gali būti paveikti ir jūros aplinkos būklei vertinti naudojami žuvų bendrijos struktūra grįsti indeksai: žuvų bendrijos įvairovės (Shannon), dydžio (paremtas didelių (> 30 cm) žuvų gausumu mėginyje/bendrijoje), trofinis (vertinantis visų mitybos grandinės trofinių lygmenų pasiskirstymą) bei plėšrių (aukštesnio nei 4 trofinio lygmens žuvų gausumas) žuvų indeksai.



1 pav. Vidutinis žuvų sugavimas (vienetai CPUE) per 1 žvejybos dieną prieš apvelingą (prieš) ir apvelingo metu (per).

**Rezultatai ir aptarimas.** Tyrimo rezultatai parodė, kad apvelingas gali daryti poveikį žuvų bendrijos įvairovei. Pavyzdžiui, apvelingo metu įprastai įsivyrąja 1-2 pagrindinės žuvų rūšys, tokios kaip plekšnė, strimelė ar juodažiotis grundalas, tuo tarpu kitų žuvų dalis atitinkamai sumažėja (1 pav.).

Gauti rezultatai taip pat rodo, kad apvelingas gali daryti poveikį priekrantės vandenų ekologiškai būklei. Pavyzdžiui, palyginus jūros aplinkos būklę atspindinčių žuvų bendrijomis paremtų rodiklių vertes prieš apvelingą ir apvelingo metu matyti, kad 25-30% atvejų žuvų bendrijomis grįstų geros aplinkos būklės (GAB) rodiklių (skaičiuojamų pagal Baltijos jūros aplinkos apsaugos komisijos metodines rekomendacijas (HELCOM 2012)) būklė pasikeitė, t.y., įvykus apvelingui, tipiška iš geros būklės prieš apvelingą pavirto į blogą jo metu. Tai parodo, kad į apvelingus turėtų būti atsižvelgta vertinant priekrantės vandenų ekologišką būklę, nes žuvų bendrijų būklę

atspindinčių rodiklių vertės apvelingo metu gali trumpam pasikeisti ir neatspindėti realios žuvų bendrijų būklės.

**Padėka.** Mokslinis tyrimas finansuojamas Europos socialinio fondo lėšomis pagal priemonę Nr. 09.3.3-LMT-K-712 „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per praktinę mokslinę veiklą“, ecoUP projekto sutarties Nr. 09.3.3-LMT-K-712-19-0115.

### **Literatūra**

- HELCOM. 2012. Indicator-based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005–2009. Baltic Sea Environment Proceedings No. 131.
- Kämpf J., Chapman P. 2016: Upwelling systems of the world. Springer International Publishing, Switzerland, 433pp. (prieiga internete: doi:10.1007/978-3-319-42524-5).
- Kumaran, M. Our fisheries resources and the role of upwelling in their fluctuations Part III The role of upwelling on fluctuations. Seafood Export Journal 1978, 10, 21–35.

## PAŽANGŪS METODAI ŽVEJŲ MĖGĖJŲ SKAIČIAUS TYRIMUOSE

**Justas Dainys, Asta Audzijonytė**Error! Bookmark not defined.

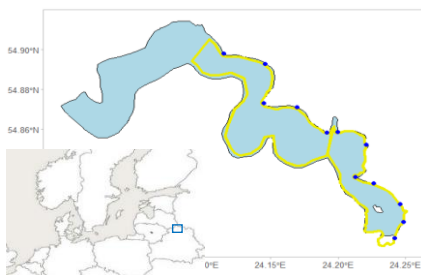
Gamtos tyrimų centras, Vilnius

*justas.dainys@gamtc.lt*

**Įvadas.** Išsivysčiusiose šalyse maždaug kas dešimtas žmogus žvejoja savo malonumui (Arlinghaus & Cooke, 2009). Žvejų mėgėjų skaičius visame pasaulyje gali siekti beveik 220 milijonų (World bank, 2012, Arlinghaus ir kt., 2015). Mėgėjiškos žvejybos populiarumui ir jos poveikiui žuvų populiacijoms augant, auga ir poreikis tiksliai žinoti aktyvių žvejų skaičių ir jų erdvinį bei sezoninį pasiskirstymą. Įprasti žvejų mėgėjų apskaitų metodai gali būti netikslūs, brangūs ir užimti daug laiko.

Pagrindinis šio tyrimo tikslas yra įvertinti žvejų mėgėjų gausumą ir pasiskirstymą Kauno mariose naudojant tradicinius (vizualinės apskaitos nuo kranto ir iš valties) bei inovatyvius (bepiločiai orlaiviai ir nuasmeninti echolotų naudotojų duomenys) metodus.

**Metodai.** Kauno marios (54,87N, 24,14E; WGS84 ) – didžiausias Lietuvos dirbtinis vandens telkinys, sukurtas 1959 m., užimantis 63,5 km<sup>2</sup> (1 pav.), didžiausias plotis – 3,3 km, didžiausias gylis – 22 metrai. Marios pasižymi dideliu produktyvumu, dešimtmečius jose vyko intensyvi verslinė žvejyba: 1999-2012 m. vid. buvo sugaunama 128 t žuvų kasmet. Tačiau žvejyba nebuvo tvari, o žuvų populiacijų būklei ypač pablogėjus, 2013 m. verslinė žvejyba buvo uždrausta. Nuo to laiko daugumos rūšių gausa ir biomasė pradėjo sparčiai didėti (Ložys ir kt. 2020), o marios tapo viena populiariausių mėškeriojimo vietų Lietuvoje.



*1 pav.* Tyrimų zona Kauno mariose – bepiločių orlaivių ir apskaitų iš valties trajektorijos (geltona) ir vizualinių apskaitų vietos ledo sezono metu (mėlyna).

**Apskaitos bepiločiais orlaiviais:** Tyrimo metu, bendradarbiaujant su UAB Aerodiagnostika, buvo atlikti 39 bepiločių orlaivių tyrimai, juos tolygiai paskirstant per keturis metų sezonus. Visus skrydžio leidimus suteikė Lietuvos

transporto saugos administracija. Tyrimai buvo atlikti naudojant „Thrust®“ („AeroDiagnostika Ltd.“) bepilotį elektrinį fiksuotą sparnų orlaivį „SilverBee\_V3000“ su dviem plataus kampo RGB vaizdo kameromis. Kadangi šiaurinė Kauno marių dalis patenka į oro uosto neskraidymo zoną, tyrimai atlikti 70 % marių ploto, kuriame skristi buvo gauti leidimai. Ši teritorija užėmė apie 33 km<sup>2</sup>; joje buvo atliekami du skrydžiai (šiaurinis ir pietinis), juos vykdant iš vienos sausumos vietos (1 pav.).

Skrydžiai buvo vykdomi maždaug 75-100 m atstumu nuo kranto linijos, 50–70 m aukštyje, skrendant 16-18 m/s (58-65 km/h) greičiu. Stebėjimo kampas ir skrydžio aukštis suteikė 1000-1600 m. pločio apžvalgos zoną. Skrydžiai atlikti rytais nuo 8 iki 12 val. įvairiomis oro sąlygomis, įskaitant nedidelį lietų, rūką, sniegą ir stiprų vėją. Baigus tyrimus abiejų orlaivio kamerų vaizdo medžiaga buvo analizuojama laboratorijoje peržiūrint filmuotą medžiagą ir identifikuojant krante ir valtyse (arba ant ledo) žvejojusius žvejus bei jų skaičių.

**Tradicinės apskaitos iš valties ir nuo kranto:** Siekiant palyginti bepiločių orlaivių tyrimų tikslumą su tradiciniais metodais, atlikome penkis žvejų mėgėjų apskaitas, iš kurių trys buvo atliktos iš valties, o dvi nuo kranto, esant ledo dangai. Tyrimų metu valtimi su 3 AG varikliu, buvo plaukiama 8–9 km/h greičiu maždaug 300 m atstumu nuo kranto linijos (1 pav.). Žvejai mėgėjai buvo stebimi naudojant žiūronus, o kiekvienas pastebėtas žvejas buvo priskirtas kategorijai „žvejas ant kranto“ arba „žvejas valtyje“ bei pažymėtos apytikslės jo koordinatės. Ledo sezono metu žvejai buvo skaičiuojami iš 12 fiksuotų vietų, kurios užtikrino gerą matymo lauką visoje stebimoje teritorijoje (1 pav.).

**Echolotų duomenys:** Anoniminė echoloto naudotojų Kauno mariose informacija buvo gauta bendradarbiaujant su „Deeper“ bendrove, laikantis duomenų privatumo ir apsaugos reikalavimų. Duomenų rinkinys skaičiuoja atskirus echoloto naudojimo įvykius, identifikuotus pagal unikalų koduotą vartotojo ID, laiką ir pradinio taško koordinatas. Analizuodami duomenis filtravome unikalius naudotojus per dieną, kad neįtrauktume to paties naudotojo pakartotinių echoloto naudojimo įvykių.

Remiantis gautais duomenimis sukurtas linijinis regresijos modelis, leidžiantis prognozuoti žvejų skaičių, atsižvelgiant į savaitės dieną ir ledo sąlygas. Bajeso tikimybių teorijos modelis naudotas apskaičiuoti echoloto naudotojų procentinei daliai ir bendram žvejybos atvejų skaičiui metų bėgyje įvertinti.

**Rezultatai.** Per visą tyrimo laikotarpį (39 bepiločio orlaivio tyrimai) buvo registruoti 2980 žvejai mėgėjai. Per dieną stebėtų žvejų skaičius svyravo nuo 7 iki 180 (vid. 69). Didžiausias žvejų skaičius stebėtas poledinės žūklės



sezono metu (N=180). Atviro vandens sezono metu iš viso stebėta 2378 žvejai; iš jų 43 % žvejojo nuo kranto ir 57 % žvejojo iš valtys. Žiemos (poledinės žūklės sezono) metu stebėti 602 žvejai.

Per penkias tradicinių vizualinių tyrimų dienas užfiksuoti 424 žvejai. Per dieną stebimų žvejų skaičius svyravo nuo 41 iki 205 (vid. 59). Atviro vandens sezono metu iš viso užfiksuoti 324 žvejai; iš jų 27,5 % žvejojo nuo kranto ir 72,5 % iš valtys. Žiemos metu tyrimų plote buvo užfiksuota 100 žvejų, žvejojusių nuo ledo.

Reikšmingų skirtumų tarp bendro žvejų skaičiaus, valčių kiekio, žvejų skaičiaus valtyse bei ant kranto žvejojančių žvejų kiekio, užfiksuotų skirtingais metodais nebuvo (T-testas,  $P = 0,86$ ). Statistinė galia aptikti skirtumus buvo silpna ir sudarė tik 5-6 % dėl labai mažo tradicinių metodų pakartojimų skaičiaus, tačiau koreliacija tarp skirtingais metodais gautų rezultatų buvo labai didelė. Daugumoje atvejų skirtingais metodais užfiksuoti žvejų skaičiai buvo beveik tokie patys, o neįžymūs skirtumai galėjo atsirasti dėl ne visai vienodo apskaitų laiko, kuris kartais skyrėsi iki 1 valandos dėl skirtingo valtys ir bepiločio orlaivio judėjimo greičio. Taip pat vieno iš tyrimų metu ženkliau skyrėsi žvejų valtyse skaičius, kuris atitinkamai buvo 146 ir 186, tuo tarpu valčių skaičius buvo beveik vienodas (98 ir 99) (1 lentelė), o žvejų kiekio skirtumai atsirado dėl sudėtingesnį jų skaičiaus įvertinimo valtyje.

1 lentelė

Žvejų apskaitų, vykdytų skirtingais metodais, palyginimas. L – apskaitos iš valtys atviro vandens sezonu ir nuo kranto, esant ledui; A – apskaitos vykdytos bepiločiu orlaiviu

	2020.05.15		2020.08.12		2020.10.24		2021.01.21		2021.02.19		T (df)	P
	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A		
Viso	70	72	49	55	205	170	59	51	41	42	0.18 (8)	0.86
Valčių sk.	14	15	24	20	99	98					0.03 (4)	0.97
Žvejai valtyse	18	15	31	33	186	146					0.20 (4)	0.85
Žvejai ant kranto	52	57	18	22	19	24					-0.29 (4)	0.78
Žvejai ant ledo							59	51	41	42	0.35 (2)	0.76

Remiantis gautais duomenimis sukurtas linijinis modelis, leidžiantis prognozuoti žvejų skaičių atsižvelgiant į savaitės dieną ir ledo sąlygas (2 lent.). Tuo pačiu metu tiriamoje teritorijoje buvo vertinamas echoloto „Deeper®“ vartotojų skaičius, vertinimui naudojant nuasmenintus duomenis, kaupiamus Deeper duomenų bazėje. Remiantis Bajeso tikimybių teorijos modeliu apskaičiuota, jog echolotą, atviro vandens sezono metu naudojo apie 2 % žvejų

mėgėjų, tuo tarpu poledinės žvejybos metu echoloto naudotojų dalis padidėjo iki 15 %. Prognozuojamas metinis žvejų skaičius tiek naudojant linijinius modelius su bepiločių orlaivių duomenimis, tiek Bajeso tikimybių teorijos modelį su echoloto duomenimis, davė panašius rezultatus – tyrimo metu (nuo 2020 iki 2021 m. kovo mėnesio) tiriamoje teritorijoje vyko 25-27 tūkst. žvejybų, o bendras žvejybų skaičius per metus visose Kauno mariose siekia apie 109 tūkst. (2 lent.).

2 lentelė

Bendras sumodeliuotas žvejų mėgėjų skaičius (95 % pasikliautiniai intervalai) Kauno mariose remiantis linijiniais modeliais (bepiločių orlaivių duomenys) ir Bajeso tikimybių teorijos modeliu (echoloto vartotojų duomenys)

Metodas	Bendras skaičius	Tik atviras vanduo	Tik ledas
<i>Tirta teritorija, tik rytas</i>			
Linijiniai modeliai	25 126 (20 086-31 603)	22 097 (18 097-26 984)	3 030 (1 989-4 618)
Bajeso TTM	26 696 (14 256-58 201)	24 221 (12 457-54 823)	2 475 (1 799-3 378)
<i>Visos Kauno marios (laikant, jog atviro vandens sezonu dronais fiksuojama 25% visų tos dienos žvejų, o ant ledo 20%)</i>			
Bajeso TTM	109 258 (58 824-236 180)	96 884 (49 829-19 291)	12 374 (8 996-16 889)

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Šio tyrimo rezultatai rodo didelį bepiločių orlaivių ir žvejų mėgėjų naudojamų skaitmeninių įrenginių, pvz. echolotų, panaudojimo potencialą mokslo reikmėms, skatinant glaudesnę mokslininkų ir valdžios institucijų bei privačių įmonių bendradarbiavimą. Tradicinių ir inovatyvių žvejų mėgėjų apskaitų metodų palyginimas parodė, jog abu metodai yra tinkami ir pakankamai tikslūs, tačiau bepiločiai orlaiviai tiriamą teritoriją padengdavo greičiau, o įrašytą video medžiagą galima pakartotinai analizuoti, bei panaudoti kitiems tyrimams, taigi kainos ir laiko prasme šis tyrimas pranašesnis už tradicinius vizualinius metodus, kuomet žvejai mėgėjai skaičiuojami iš valtys ar nuo kranto. Modeliavimo rezultatai leido preliminariai įvertinti bendrą mariose per metus įvykstančių žvejybų skaičių, kuris gali siekti apie 109 tūkstančius atskirų žvejybų. Iki šiol toks ar bent panašus tyrimas Lietuvoje atliktas nebuvo. Toliau, siekiant įvertinti galimą žvejų mėgėjų poveikį žuvų populiacijoms reikalinga įvertinti ir žvejų mėgėjų laimikius. Siekiant racialesnio išteklių valdymo, toks tyrimas būtų naudingas ir kituose didžiuosiuose Lietuvos vandens telkiniuose, pvz. Kuršių mariose.

## **Literatūra**

- Arlinghaus R., Cooke S.J. 2009. Recreational fisheries: socioeconomic importance, conservation issues and management challenges. In *Recreational Hunting, Conservation and Rural Livelihoods: Science and Practice* (Dickson, B., Hutton, J. & Adams, W. A., eds), pp. 39–58. Oxford: Blackwell Publishing.
- Arlinghaus R., Tillner R., Bork M. 2015. Explaining participation rates in recreational fishing across industrialised countries. *Fisheries Management & Ecology* 22:45–55.
- Ložys L., Stanevičius V., Pūtys Ž., ir kt. 2020. Vandens lygio svyravimų poveikio žuvų ir vandens paukščių populiacijoms Kauno HE tvenkinyje įvertinimas. Vilnius, 96 p.
- World Bank. 2012. Hidden harvest: The global contribution of capture fisheries (World Bank, Washington, DC), Report 66469-GLB.

## ŽUVŲ ŽENKLINIMAS FLUORESCENCINIAIS DAŽAIS IŽUVINIMO EFEKTYVUMO VERTINIMUI

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

Gamtos tyrimų centras, Vilnius

*justas.dainys@gamtc.lt*

**Įvadas.** Dėl nuolatos mažėjančių žuvų išteklių, daugelyje šalių, taip pat ir Lietuvoje, plačiai įgyvendinamos žuvų išteklių atstatymo ir gausinimo programos, kai į vandens telkinius išleidžiamos žuvininkystės ūkiuose išveistos ir užaugintos žuvys. Pagrindinis dėmesys vis dar tenka veisimo metodikų tobulinimui ir išleidžiamų žuvų kiekiui, neatliekant išleistų žuvų monitoringo bei neįvertinant išuvinimo sėkmės. Remiantis Lietuvos žuvininkystės planų įvykdymo 2018 m. rezultatais, 98 % įveistų žuvų sudaro plėšriosios žuvys, o tokios mėgėjiškos žūklės žuvys kaip lydekos ir starkiai – net 56 %. Šios išuvinimo programos yra brangios, todėl aktualu parengti ir pradėti taikyti žymėjimo ir vėlesnio išuvinimo programų efektyvumo vertinimo metodikas.

**Metodai.** Lydekų lervučių žymėjimo eksperimentui naudojamos lydekų lervutės iš Ignalinos žuvininkystės ūkio plastikiniuose maišuose su deguonimi buvo atvežtos prie eksperimentinio tvenkinio (54.824202, 25.537193 (WGS)). Jame iš anksto buvo sumontuotos 6 varžos, kuriose eksperimento metu buvo laikomos lydekų lervutės. Šios varžos pagamintos iš 110 mm skersmens tuščiavidurių PVC vamzdžių, atliekančių plūdraus karkaso funkciją, bei iš 1,18 mm akytumo sietinio audinio pagamintos pačios varžos (1,1 m x 1,1 m x 1,1 m). Siekiant į varžas pritraukti lydekų jauniklių mitybinius objektus (zooplanktoną), kiekvienoje varžoje buvo sumontuotas LED apšvietimas. Iš viso tvenkinyje buvo sumontuotos 6 tokio tipo varžos – po dvi kiekviena dažų koncentracija pažymėtoms lydekų lervutėms ir dvi kontrolinei grupei. Lydekų lervučių žymėjimas Alizarin Red (Sigma-Aldrich) dažų buvo vykdomas 10 l akvariumuose su pastovia aeracija. Lervutės 2,5 valandos buvo pataplintos į 150 mg/l ir 300 mg/l koncentracijos dažus. Kontrolinė grupė buvo patalpinta į vandenį be dažų. Pasibaigus dažymo laikui, lervutės perkeltos į tvenkinyje sumontuotas varžas. Į kiekvieną varžą buvo suleista po 300 lydekų lervučių (t.y. viso 600 lervučių pažymėtų 150 mg/l konc. dažais, 600 lervučių pažymėtų 300 mg/l konc. dažais ir kontrolinė, cheminiu dažu nepaveikta, 600 lervučių grupė). Lydekos varžose augintos 30 dienų, natūraliomis gamtoje esančiomis sąlygomis bei maitinasi natūraliu maistu, laisvai patenkančiu į varžas. Baigus eksperimentą varžos iškeltos ir visos jose esančios lydekos išgautos bei nugabentos į Gamtos tyrimų centro Žuvų ekologijos laboratoriją tolimesnei

biologinei analizei bei cheminių žymių įvertinimui. Laboratorinės analizės metu suskaičiuotos kiekviename eksperimentiniame pakartojime išgyvenusios ir užaugusios lydekos, pamatuotas jų ilgis bei svoris, cheminėms žymėms aptikti bei jų kokybei įvertinti išimti otolitai. Fluorescuojančių Alizarin Red žymių vertinimas atliktas naudojant Optika B-600TIFL (Italija) fluorescentinį mikroskopą su žalios UV šviesos filtru ( $\lambda_{ex} = 560\text{--}595\text{ nm}$  ir  $\lambda_{em} = 645\text{nm}$ ).

**Starkių jaunikliai** žymėjimo eksperimentui iš Laukystos žuvininkystės ūkio plastikiniuose maišuose su deguonimi buvo atvežti į Gamtos tyrimų centro Žuvų ekologijos laboratorijos eksperimentinį padalinį. Starkių jauniklių žymėjimas Alizarin Red (Sigma-Aldrich) vykdytas 50 litrų talpos plastikiniuose nuolat aeruojamuose baseinėliuose. Eksperimento metu naudota tokia pati dažymo metodika kaip ir lydekų lervučių atveju. Pasibaigus dažymo laikui, tiek eksperimentinių tiek ir kontrolinės grupės starkiai buvo perkelti į atskirus uždaros recirkuliacinės sistemos baseinus ( $1\text{ m}^3$ ). Kiekvienai eksperimentinei grupei buvo skirta po 4 baseinus, o į kiekvieną baseiną įleista po 17 starkių jauniklių (kiekvieną eksperimentinę grupę viso sudarė 68 starkiai). Eksperimento metu starkių jaunikliai buvo šeriami gyvomis Chironomus spp. lervomis *ad libidum*. Po 60 dienų nuo eksperimento pradžios starkiai išgaudyti, įvertintas jų išgyvenamumas, augimo tempas bei cheminių žymių kokybė otolituose.

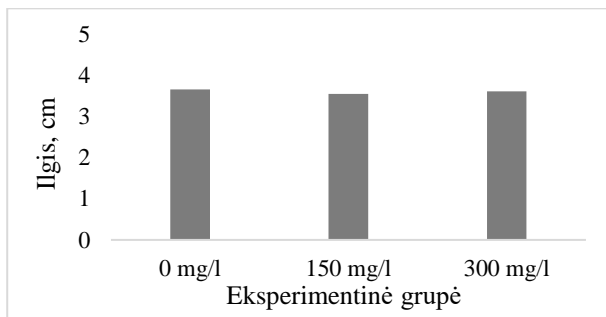
**Rezultatai. Lydekų lervutės.** Eksperimentui buvo panaudota 1800 lervučių (1 lent.).

1 lentelė

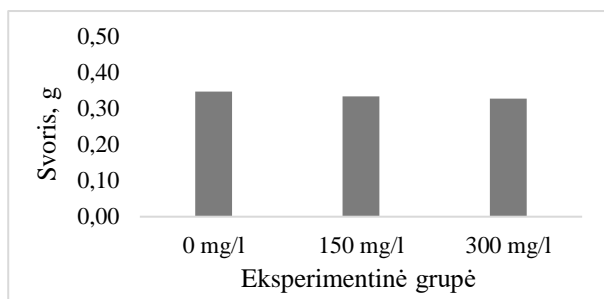
Skirtinga Alizarin Red dažų koncentracija pažymėtų lydekų kiekiai

Eksperimentinės grupės Nr.	Dažas, koncentracija mg/l	Pažymėtų lervučių kiekis
1	Kontrolinė grupė	600
2	Alizarin Red (Sigma Aldrich), 150	600
3	Alizarin Red (Sigma Aldrich), 300	600

Vidutinis kontrolinės grupės lydekų svoris, pasibaigus eksperimentui buvo 0,35 g, vidutinis ilgis – 3,66 cm (1 pav.). Kontrolinės grupės lydekų išgyvenamumas skirtinguose pakartojimuose atitinkamai siekė 15,6 ir 11,3 %. Vidutinis 150 mg/l Alizarin Red dažais pažymėtų lydekų svoris, pasibaigus eksperimentui buvo 0,33 g, vid. ilgis 3,55 cm (2 pav.). Šios grupės lydekų išgyvenamumas skirtinguose pakartojimuose atitinkamai siekė 12,6 ir 16,6 %. 300 mg/l Alizarin Red dažais pažymėtų lydekų vidutinis svoris pasibaigus eksperimentui buvo 0,33 g, vidutinis ilgis – 3,61 cm. Šios grupės lydekų išgyvenamumas skirtinguose pakartojimuose atitinkamai siekė 10,6 ir 18,3 %.



1 pav. Vidutinis lydekų ilgis pasibaigus eksperimentui.



2 pav. Vidutinis lydekų svoris pasibaigus eksperimentui.

Tarp skirtingų grupių lydekų ilgio, svorio ar išgyvenamumo statistiškai patikimų skirtumų nenustatyta ( $p > 0,05$ ).

Fluorescuojančių žymių analizė parodė, jog visų, tiek 150, tiek ir 300 mg/l Alizarin Red dažais ženklintų lydekų otolituose susiformavusi žymė yra ryški, aiški, lengvai atskiriama nuo kontrolinės, nežymėtos grupės. Kontrolinės grupės otolituose jokių fluorescuojančių žymių neaptikta.

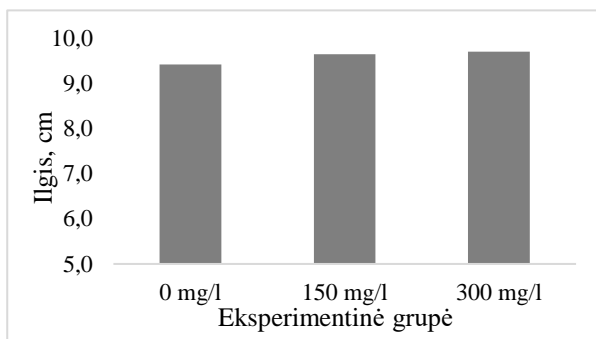
**Sterkų jaunikliai.** Eksperimentui viso panaudota 204 sterkių jaunikliai (2 lent.).

2 lentelė

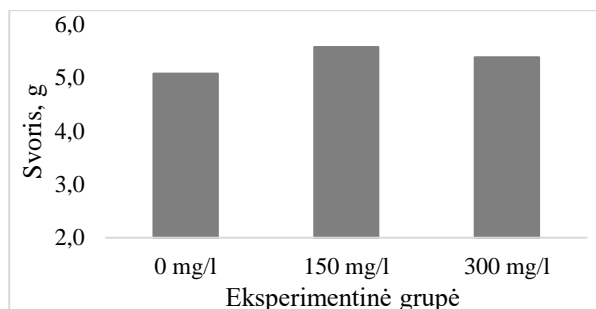
Skirtinga Alizarin Red dažų koncentracija pažymėtų starkių jauniklių kiekiai

Eksperimentinės grupės Nr.	Dažas, koncentracija mg/l	Pažymėtų jauniklių kiekis
1	Kontrolinė grupė	68
2	Alizarin Red (Sigma Aldrich), 150	68
3	Alizarin Red (Sigma Aldrich), 300	68

Vidutinis kontrolinės grupės sterkių svoris pasibaigus eksperimentui buvo 5,1 g, vidutinis ilgis – 9,4 cm (3 pav.). Kontrolinės grupės išgyvenamumas skirtinguose pakartojimuose atitinkamai siekė nuo 75 iki 88 %. 150 mg/l Alizarin Red dažais pažymėtų sterkių vidutinis svoris pasibaigus eksperimentui buvo 5,6 g, vidutinis – ilgis 9,6 cm (4 pav.). Šios grupės išgyvenamumas skirtinguose pakartojimuose atitinkamai siekė nuo 75 iki 81 %. 300 mg/l Alizarin Red dažais pažymėtų sterkių vidutinis svoris pasibaigus eksperimentui buvo 5,4 g, vidutinis ilgis – 9,7 cm. Šios grupės išgyvenamumas visuose pakartojimuose siekė 88 %.



3 pav. Vidutinis sterkių ilgis pasibaigus eksperimentui.



4 pav. Vidutinis sterkių svoris pasibaigus eksperimentui.

Statistiškai patikimų svorio ar ilgio skirtumų tarp skirtingų eksperimentinių grupių nebuvo nei tyrimo pradžioje, nei pabaigoje (T testas,  $P > 0,05$ ).

Fluorescuojančių žymių analizė parodė, jog visų, tiek 150, tiek ir 300 mg/l Alizarin Red (Sigma Aldrich) dažais ženklintų sterkių otolituose

susiformavusi žymė yra ryški, aiški, lengvai atskiriama nuo kontrolinės, nežymėtos grupės.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Lydekų lervučių ir sterkų jauniklių ženklavimo eksperimento rezultatų analizė rodo, jog ženklavimas tiek 150, tiek ir 300 mg/l Alizarin Red (Sigma Aldrich) dažais neturi statistiškai patikimo poveikio augimui ar išgyvenamumui, lyginant su kontroline, cheminiu preparatu nepaveikta, grupe. Remiantis literatūros duomenimis, masiniam sterkų ir lydekų ženklavimui potencialiai gali būti taikomi žymėjimo alizarinu bei kalceinu metodai (Fletcher ir kt., 2018). Lydekų lervučių ir starkių jauniklių žymėjimo Alizarin Red dažais eksperimentų metu nustatyta, jog ženklavimas tiek 150, tiek ir 300 mg/l Alizarin Red dažais neturi statistiškai patikimo poveikio augimui ar išgyvenamumui, lyginant su kontroline, cheminiu preparatu nepaveikta grupe. Lydekų lervučių ir starkių jauniklių žymėjimas Alizarin Red dažais (2,5 val., tiek 150 mg/l, tiek ir 300 mg/l) sąlygoja ryškių fluorescuojančių žymių susidarymą otolituose. Abi šios koncentracijos yra tinkamos įžuvinamoms lydekoms ir starkiams ženklinti.

## Literatūra

Fletcher WM, Dempster T, Swearer SE. 2018. Otolith mass marking techniques for aquaculture and restocking: benefits and limitations. *Rev Fish Biol Fisheries* Doi:10.1007/s11160-018-9515-4.



## UNGURIŲ ĮŽUVINIMO EFEKTYVUMO VERTINIMAS: IŠŠŪKIAI IR GALIMYBĖS

**Justas Dainys, Nikita Ševcov**

Gamtos tyrimų centras, Vilnius

*justas.dainys@gamtc.lt*

**Įvadas.** Europinių ungurių populiacijos būklė yra kritiškai bloga ir nestabili (Feunteun, 2002; ICES, 2010; Moriarty, Dekker, 1997; Dekker, 2004). Nykimo priežastimis dažniausiai įvardinami tokie veiksniai kaip klimato kaita, Golfo srovės pokyčiai, buveinių praradimas, mirtingumas migracijos kelyje, tarša PCB, invazinių parazitų poveikis bei pergaudymas (EIFAC, 1993; Castonguay et al., 1994; Kettle et al., 2011; Pujolar et al., 2011). Siekiant apsaugoti europinių ungurių populiaciją 2011 metais Lietuvoje pradėtas įgyvendinti Lietuvos ungurių valdymo planas. Nepaisant to, jog Lietuvoje, kaip ir daugumoje kitų šalių, ungurių populiacijų atkūrimo pastangos nukreipiamos į dirbtiną vandens telkinių įžuvinimą, metodų šių pastangų sėkmei įvertinti, kai dideliuose vandens telkiniuose vertinamas įžuvintų ungurių jaunikių išgyvenamumas ir tankis, praktiškai nėra. Šio darbo tikslas – apžvelgti iššūkius, kylančius siekiant atlikti praktinį ungurių įžuvinimo efektyvumo vertinimą, bei sumodeliuoti teorinį geltonųjų ungurių kiekį, esantį pasirinktuose tiriamuosiuose ežeruose.

**Metodai.** Tirtuose ežeruose teoriškai esantis įžuvintų ungurių išteklių dydis buvo apskaičiuotas naudojant modifikuotą ungurių populiacijos dydžio modeliavimo metodą, aprašytą „Europinių ungurių populiacijos išteklių atstatymo ir būklės monitoringo tyrimų“ galutinėje ataskaitoje (Ložys ir Dainys, 2020).

Šis modelis apskaičiuoja teoriškai vandens telkinyje esančių geltonųjų ungurių kiekį (gausumą ir biomą), remiantis įžuvinimo duomenimis bei populiaciniais parametrais (natūralus mirtingumas, augimo greitis ir kt.).

Ungurių išteklių skirtinguose Lietuvos vidaus vandenyse apskaičiavimas pagrįstas: a) istoriniais įžuvinimo duomenimis (laikoma, jog natūrali ungurių imigracija į tirtus ežerus neegzistuoja), b) istoriniais verslinės žvejybos sugavimais (jei tokių buvo vertinamu periodu), c) ungurių produkcijos apskaičiavimu remiantis populiaciniais parametrais.

Modeliuojant ungurių populiacijos dydį laikyta, jog mėgėjiška žvejyba reikšmingo poveikio ungurių populiacijai neturi, bei naudoti tik geltonųjų ungurių sugavimų duomenys (t. y. žvejybos, vykdytos ežeruose), tuo tarpu sidabrinių migruojančių ungurių versliniai sugavimai geltonųjų ungurių populiacijos dydžiui įtakos praktiškai neturi.

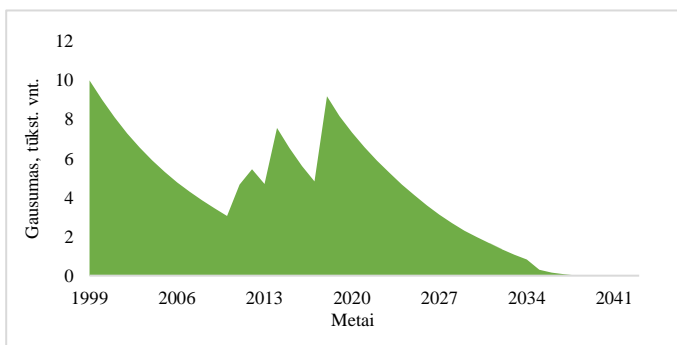
Šiame vertinimo etape naudotame modelyje taikytas Dekker (2015) pateikiamas ungurių augimo bei ilgio-svorio santykis – pastovus 44 mm per metus augimo greitis bei Dekker (2015) siūlomas ungurių natūralaus mirtingumo lygis,  $M = 0,10$  (visais metais ir visose vietose). Taip pat laikyta, jog sidabrinių ungurių migracija prasideda 5 metais po įžuvinimo, piką paskiečia 15 ir baigiasi praėjus 25 metams po įžuvinimo.

Individualus ungurių svoris buvo apskaičiuotas:

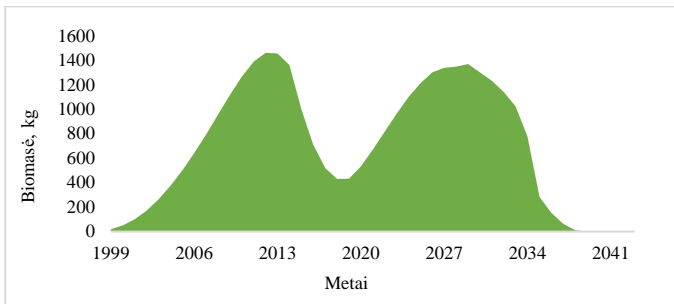
$$W = a \times L^b,$$

kur:  $W$  = svoris (g),  $L$  = ilgis (cm),  $a = 0.000000444$  ir  $b = 3.23$ .

**Rezultatai.** Atlikus ungurių gausumo ir biomasės modeliavimą Balsio ežerui (Vilniaus m.) apskaičiuotas teorinis ungurių kiekis, turėjęs būti ežere kasmet nuo pirmojo oficialaus ungurių įžuvinimo. Didžiausias ungurių kiekis pagal gausumą Balsio ežere buvo 1999 metais, kuomet buvo įžuvinta 10000 vnt. ungurių (1 pav.), tačiau tuo metu buvusi biomasė siekė tik 19,6 kg (2 pav.). Vėlesniais metais dėl natūralaus mirtingumo, o vėliau ir dėl sidabrinių ungurių išmigravimo, stebimas ungurių gausumo mažėjimas, tačiau šiuo periodu ežere buvusi ungurių biomasė augo. Nuo 2012 metų stebimas palaiapsnis ungurių biomasės mažėjimas, o ženklėsnis ungurių biomasės augimas turėtų prasidėti 2021 metais. Visi ungurių gausumo padidėjimai tiesiogiai susiję su vykdytais ungurių įžuvinimo darbais, nes natūralios ungurių imigracijos į Lietuvos vidaus vandenis nėra.

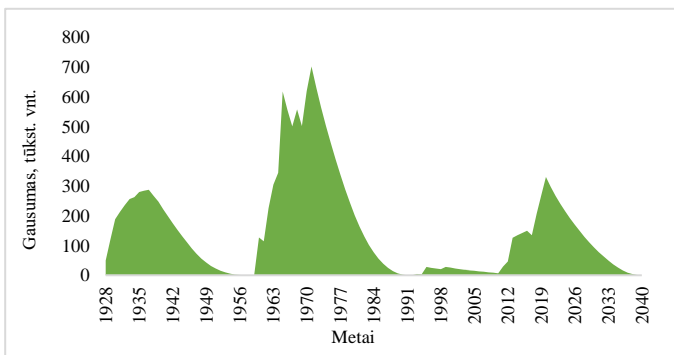


1 pav. Ungurių gausumo (tūkst. vnt.) kaita Balsio ežere (Vilniaus m.).

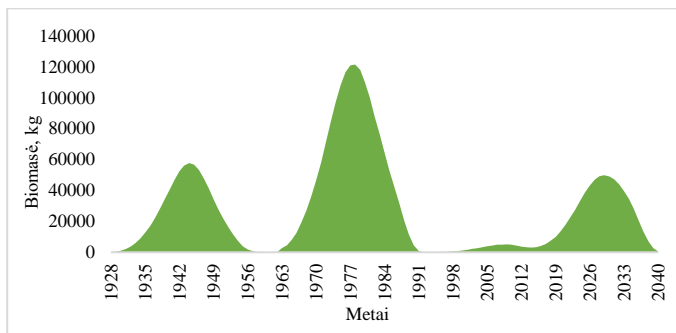


2 pav. Ungurių biomasės (kg) kaita Balsio ežere (Vilniaus m.).

Didžiausias ungurių kiekis pagal gausumą Kretuono ežere buvo 1970 metais (3 pav.) kuomet, remiantis modeliu, ežere iš viso buvo kiek daugiau nei 0,7 mln. ungurių. Toks neįtikėtinais didelis ungurių skaičius yra nulemtas 1960-1971 metais vykusio gausaus ungurių įžuvinimo – per šį laikotarpį į ežerą įleista beveik 1,2 mln. ungurių jauniklių. Vėlesniais metais dėl natūralaus mirtingumo, o vėliau ir dėl sidabrinųjų ungurių išmigravimo, stebimas ungurių gausumo mažėjimas, tačiau šiuo periodu ežere buvusi ungurių biomasė augo. Didžiausia teoriškai apskaičiuota ungurių biomasė ežere buvo 1977-1978 metais ir siekė apie 120 tonų geltonųjų ungurių (4 pav.). Vėliau stebimas tiek ungurių biomasės, tiek ir gausumo mažėjimas. 2011 metais prasidėję intensyvūs ungurių įžuvinimo darbai UVP rėmuose vėl nulėmė tiek ungurių gausumo, tiek ir biomasės didėjimą, ir apskaičiuota, jog 2020 metais ežere turėtų būti apie 330 tūkst. vnt. ir kiek daugiau nei 13 tonų geltonųjų ungurių.



3 pav. Ungurių gausumo (tūkst. vnt.) kaita Kretuono ežere (Švenčionių r.).



4 pav. Ungurių biomasės (kg) kaita Kretruono ežere (Švenčionių r.).

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Įžuvintų ungurių populiacijos dydžio bei įžuvinimo efektyvumo tyrimai yra neabejotinai svarbūs, siekiant suprasti įžuvintų ungurių indėlį į europinių ungurių nerštinių išteklių dydį. Dalis autorių teigia, jog įžuvinti unguriai gali neprisidėti prie išteklių atsistatymo dėl nepakankamų energetinių resursų, reikalingų sėkmingai pasiekti nerštavietėms bei subrandinti gonadoms, negebėjimo teisingai orientuotis erdvėje bei rasti nerštavietes (iš esmės dėl to, kad prieš įžuvinimą jie buvo dirbtinai perkelti dideliu atstumu) ar kitų priežasčių. Tačiau iki šiol vis dar nėra metodikos, leidžiančios įvertinti kiek apskritai įžuvintų ungurių subręsta, pasiekia sidabrinio ungurio stadiją ir koks yra bent apytikslis įžuvinimo efektyvumas.

Modeliavimo metu apskaičiuoti ežeruose esantys geltonųjų ungurių kiekiai yra orientaciniai ir, be abejonės, nėra labai tikslūs. Pagrindinės paklaidas nulemiančios priežastys yra šios: 1) įžuvinimo akte nurodytas įžuvintų ungurių kiekis gali skirtis (būti tiek didesnis, tiek ir mažesnis) nei realybėje į ežerą išleistų ungurių skaičius; 2) nėra tiksliai žinomas natūralaus mirtingumo lygis; 3) nėra žinomas mėgėjiškos žvejybos poveikis; 4) nėra žinomas brakonieravimo poveikis; 5) įžuvintų ungurių migracijos tarp susijungiančių vandens telkinių gali tiek padidinti, tiek ir sumažinti ungurių kiekį konkrečiame telkinyje bei atitinkamai įtakoti mirtingumą, augimo greitį ir kt.; 6) ungurių įžuvinimo efektyvumo vertinimas lauko sąlygomis yra komplikuoatas, visuotinai pripažinto mokslinio metodo tam nėra.

Visi modeliavimo metu apskaičiuoti ungurių gausumo padidėjimai yra tiesiogiai susiję su vykdytais ungurių įžuvinimo darbais, nes natūralios unguriukų imigracijos į Lietuvos vidaus vandenį nėra. Ungurių gausumo ir biomasės prognozė 2021 ir vėlesniems metams atlikta remiantis tik praityje buvusiais įžuvinimais, t.y. jei šiame ežere ateityje bus vykdomi ungurių įžuvinimo darbai, taip pat keisis ir ungurių gausumo bei biomasės prognozė.

## Literatūra

- Castonguay M., Hodson P.V., Moriarty C., et al. 1994. Is there a role of ocean environment in American and European eel decline? *Fisheries Oceanography* 3: 197–203.
- Dekker W. 2004. Slipping through our hands: population dynamics of the European eel. PhD-thesis. the Netherlands. University of Amsterdam: 186.
- Dekker W. 2015. Assessment of the eel stock in Sweden, spring 2015. Second postevaluation of the Swedish Eel Management Plan. Swedish University of Agricultural Sciences, Aqua reports 2015:11. Drottningholm, 93 p.
- EIFAC. 1993. Report on eighth session of the working party on eel, Olsztyn, Poland 24-29 May, 1993. EIFAC Occasional Paper No. 27. 21 pp.
- Feunteun E. 2002. Management and restoration of european eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. *Ecological Engineering* 18: 575–591.
- ICES. 2010. Report of the Workshop on Baltic Eel (WKBALTEEL), 2–4 November 2010: Stockholm, Sweden. ICES CM 2010/ACOM 59: 97.
- Kettle A.J., Vollestad A., Wibig, J. 2011. Where once the eel and the elephant were together: decline of the European eel because changing hydrology in southwest Europe and northwest Africa? *Fish and Fisheries* 12: 380–411.
- Ložys L., Dainys J. 2020. Europinių ungurių populiacijos išteklių atstatymo ir būklės monitoringo tyrimai. Galutinė ataskaita 55 psl.
- Moriarty C., Dekker W. 1997. Management of the European eel. *Fisheries Bulletin* (Dublin) 15: 110.
- Pujolar J.M., Bevacqua D., Capoccioni F., et al. 2011. No apparent genetic bottleneck in the demographically declining European eel using molecular genetics and forward-time simulations. *Conservation Genetics* 12: 813–825.

## MORPHODYNAMIC FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF FRONTAL SHORES COASTAL BARRIERS OF NON-TIDAL SEAS

Oleksiy Davydov<sup>1,2</sup>, Karaliūnas Viktoras<sup>3</sup>, Oleksiy Roskos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kherson State University, Kherson, Ukraine, <sup>2</sup>Biloberezhia Sviatoslava NNP; <sup>3</sup>Nature Research Centre, Vilnius, Lithuania  
*svobodny.polet2012@gmail.com*

**Introduction.** Coastal barriers are accumulative forms located along the indigenous shores, which completely or partially separate bays, lagoons, and estuaries from the open waters of the seas and oceans. Functionally, these formations protect the shores of shallow water areas from the effects of the open water waves. Coastal barriers are spread out along 13% of the entire length of the World Ocean coast (Зенкович, 1962; Леонтьев, Никифоров, 1965; Encyclopedia, 2010; Stutz, Pilkey 2011). Despite its wide distribution, the degree of study of barriers differs significantly between ocean and sea coasts. Barriers of oceanic shores, which develop in conditions of tidal fluctuations, are the most thoroughly studied and described (Davis, Fitzgerald, 2004; Bird, 2008; Kusky, 2008; Haslett, 2009; Moore, 2018).

**Formulation of the problem.** Barrier formations of non-tidal seas have significant regional differences in the degree of study. The best studied coastal barrier is the Curonian-Baltic, located within the southeastern part of the Baltic Sea. The morphodynamic features of development of this barrier are described in sufficient detail in specialized publications. (Гуделис, 1961; 1966; 1977; Бойнагрян, 1966; Блажчишин, 1974; 1982; Болдырев, 1990; 1992; 2001; Zhamoida, V., et al. 2009).

According to publications in recent years (Jarmalavičius, et al., 2012; Бобыкина, 2015; Pupienis et al., 2017; Бабаков, 2018; Zaromskis, 2018; Žilinskas, et al., 2007; 2018; 2020; Стонт, 2019), the Curonian – Baltic barrier is developing under conditions of sea level rising and storm activity intensification. However, within the frontal part of the barrier, the morphodynamic situation is ambiguous. In the southern part of the Curonian Spit, there is an active erosion and retreat. The coastline within the northern part of the spit is in a state of dynamic equilibrium, with the dominance of accumulation and progradation.

There are three coastal barriers within the northwestern part of the Black Sea. The morphodynamic features of the barrier, located between the mouth area of the Dniester and the Danube, are the most thoroughly studied (Шуйский, 1968; 1975; 1989; 1991). The Kinburnska-Pokrovska-Dovgiy and

Tendra-Dzharylgach barriers, located between the Dnieper estuary area and the Vakalska spit, have been studied to a much lesser extent. (Зенкович, 1960; Шуйский, 1999; 2005).

**Materials and research methods.** The study of the morphodynamic features of the Kinburnska-Pokrovska-Dovgiy and the Tendra-Dzharylgach coastal barriers were carried out during complex research expeditions and laboratory studies in the period from 2003 to 2021. We used the method of geomorphological profiling associated with the benchmark network to determine the quantitative characteristics of the dynamics of coastal processes. The method of coastline fixing using a GPS receiver was also used. This method made it possible to determine the development trends of the coastline of the studied barriers in laboratory conditions. To determine the morphodynamic and evolutionary features of the barriers, we also used aerial photography materials, which were processed using the Pix4D program (Fig. 1).



*Fig. 1. Research methodology: a - stationary benchmark; b - geomorphological survey; c - GPS receiver; d - photo of the coastal barrier from an unmanned aerial vehicle; e - photo of the barrier from the quadcopter.*

**Research results.** According to the materials of earlier studies, a steady retreat of the coastline occurs at a rate of 0.2 to 2.8 m/year along the front of the Kinburnska-Pokrovska-Dovgiy barrier (Шуйский, 1999). Our studies indicate seasonal and interannual variability in the morphodynamic trend of the coastline caused by climate changes. In the cold period of the year, widespread erosion is manifested, with a retreat of the coastline up to 2.0 - 2.5

m. In the warm period, accumulation dominates along the barrier contour, with quantitative characteristics from 1.0 to 3.5 m.

Studies of the coastline dynamics of the Tendra-Dzharylgach barrier were episodic. In the specialized literature (Зенкович, 1960; Правоторов, 1968; Шуйский, 2005), an idea about the stable tendency of the coastline of the barrier towards widespread erosion and retreat has been formed. Our studies indicate the ambiguous nature of the dynamics of the studied barrier, which we associate with climatic changes and the implementation of coastal protection measures within the bedrock ledge. Within the barrier, there is a seasonal and long-term variability of the coastline dynamics, while it is significantly complicated by the periodic manifestation of the washouts inlets (Fig. 2) (Davydov, Karaliūnas, 2020).



Fig. 2. Features of the dynamic tendencies of the frontal coastline of the Tendra Spit: a - the state of the spit before the formation of the washout inlet; b - condition of the spit in the area of the inlet; c and d - the state of the spit outside the inlet formation zone.

Along the front of the Tendra-Dzharylgach barrier, the areas with anomalously high erosion rates appear with a certain periodicity. As a result, the straits are formed within the accumulative forms, in the area of which the coastline is depressed towards the bays. The dynamic situation, in the area of washouts inlets, depends on the hydrological conditions of the surrounding water areas (Давыдов, Черняков, 2020). In areas of periodic occurrence of inlets, the dynamic trends of the coastline have certain patterns. At the stage of formation and identification of washouts inlets, anomalous erosion rates appear within the coastline of the spit, ranging from 10 to 20 m/year. At the stage of the inlet closing the accumulation processes are dominated with speeds



of 20 to 50 m/year. On the sections of coastal barriers located outside the inlets area, the coastline has seasonal and long-term dynamics, which allows us to assert of a dynamic equilibrium state.

**Conclusions.** The conducted studies of the morphodynamic features of the non-tidal sea coastal barriers, allow to come to the following conclusions:

- coastal barriers located within the northwestern part of the Black Sea are characterized by the dynamic equilibrium state, without occurrence of stable retreat or progradation of the coastline;

- the most dynamically active areas of coastal barriers are located within the areas of washout inlets, however, the evolutionary orientation allows the coastline to return to a dynamic equilibrium state;

- the dynamic equilibrium state, within the studied coastal barriers, cannot be accepted for all similar formations of coastal barriers of non-tidal seas.

## References

- Babakov A.N. 2018. Morphology and Dynamics of the Baltic Sea Shore within Kaliningrad Oblast (Overview). Archives of Hydro-Engineering and Environmental Mechanics, 65 (3): 177–202. <https://doi.org/10.1515/heelm-2018-0012>
- Bird Eric C.F. (ed.) 2010. Encyclopedia of the World's Coastal Landforms. Volume I. 1494 p.
- Bobykina Y.P., Stont Zh.I. 2015. Winter storm activity in 2011–2012 and its consequences for the Southeastern Baltic coast. Water Resources. Vol. 42, No. 3, pp. 322–328.
- Coastal geomorphology: an introduction / Eric Bird. Second edition. John Wiley & Sons 412 p.
- Davis R.A. Jr., Fitzgerald D.M. 2004. Beaches and Coasts. Blackwell Publishing, 432 p.
- Davydov O., Karaliūnas V. 2020. Historico-cartographic analysis of forming the washout formations in the coastal systems of non-tidal seas. Jūros ir krantų tyrimai 2020 : 13-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų konferencija : konferencijos medžiaga: 2020 spalio 7–9 d., Klaipėda. Klaipėda: Klaipėdos universitetas. 46–49.
- Haslett S. K. 2009. Coastal systems. Second edition. Routledge Taylor & Francis Group. 216 p.
- Jarmalavičius D., Satkūnas J., Žilinskas G., Pupienis D. 2012. Dynamics of beaches of the lithuanian coast (the baltic sea) for the period 1993–2008 based on morphometric indicators. Environmental Earth Sciences, 65(6), 1727–1736.
- Kusky T.M. 2008 The coast: hazardous interactions within the coastal environment. 156 p.
- Moore L., Murray B. 2018. Barrier Dynamics and Response to Changing Climate. Springer. 396 p.
- Pupienis D., Buynevich I., Ryabchuk D., et al. 2017. Spatial patterns in heavy-mineral concentrations along the curonian spit coast, southeastern baltic sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 195, 41–50.
- Stutz M.L., Pilkey O.H. 2011. Open-ocean barrier islands: Global influence of climatic, oceanographic, and depositional settings. Journal of Coastal Research, 27(2), 207–222.
- Zaromskis R., Gulbinskas S. 2018. Krantodara ir krantotvarka. Klaipėdos Univer. Leid., 260 p.
- Zhamoida V., Ryabchuk D., Kropatchev Y., et al. 2009. Recent sedimentation processes in the coastal zone of the Curonian spit (Kaliningrad region, Baltic sea). Zeitschrift Der Deutschen Gesellschaft Fur Geowissenschaften, 160(2): 143–157. doi:10.1127/1860-1804/2009/0160-0143 .
- Žilinskas G., Janušaitė R., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2020. The impact of klaipėda port entrance channel dredging on the dynamics of coastal zone, lithuania. Oceanologia, 62(4), 489-500. doi:10.1016/j.oceano.2020.08.002.

- Žilinskas G., Jarmalavičius D. 2007. Interrelation of morphometric parameters of the submarine shore slope of the curonian spit. lithuania. *Baltica*, 20(1-2), 46–52.
- 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. doi:10.7306/gq.1413
- Блажчишин А.И. 1982. Древнебереговые уровни и образования в Юго-восточной части Балтийского моря. *Baltica*. Vol. 7. Vilnius. С. 57–64.
- Блажчишин, А.И. 1974. Геологическое строение подводного берегового склона Самбийского полуострова. Региональная геология Прибалтики. Рига: Зинатне. С. 161–168.
- Бойнагрян В.Р. 1966. Динамика и морфология Самбийского полуострова. *Океанология*. Т. VI. Вып. 3. С. 458–465.
- Болдырев В.Л. 1992. Формирование, развитие и современная динамика Калининградского побережья Балтийского моря. Изучение основных закономерностей и тенденций перемещения береговой линии Балтийского моря за последние 100 лет. С. 25–33.
- Болдырев В.Л., Лашенков В.М., Рябкова О.И. 1990. Штормовая переработка берегов Калининградского побережья Балтийского моря. Вопросы динамики берегов и палеографии Балтийского моря. Том 1. Часть. 1. Вильнюс. 97–128.
- Болдырев В.Л., Рябкова О.И. 2001. Динамика береговых процессов на Калининградском побережье Балтийского моря. *Известия РГО*. Т. 133. Вып. 5. С. 41–49.
- Гуделис В., Кирлис В., Стаускайте Р., Янкявичюте-Мочякене С. 1966. Динамика потока заплеска и литодинамика пляжей литовского берега Балтийского моря. Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры. Таллин.. 3–20.
- Гуделис В.К. 1961. Общие черты развития берегов Восточной Прибалтики в поздне- и послеледниковое время. *Тр. Инст. геологии АН ЭССР. Морские берега*. Т. 8. 27–33.
- Гуделис В.К., Януконис З.А. 1977. Динамическая классификация берегов и районирование береговой зоны юго-восточной части Балтийского моря (2. Районирование береговой зоны). *Тр. АН Литовской ССР. Сер. 5, т. 4 (101)*. С. 135–145.
- Давыдов А.В., Черняков Д.А. 2020. Влияние штормовых нагонов на формирование и эволюцию прорв в пределах аккумулятивных форм бесприливных морей. Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на проблемные зоны РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления – II»). Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. С. 158–162.
- Зенкович В.П. 1960. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. II (Северо-западная часть). Москва: Изд-во АН СССР. 286 с.
- Зенкович В.П. 1962. Основы учения о развитии морских берегов. Москва: АН СССР. 710 с.
- Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г. 1965. О причинах планетарного распространения береговых баров. *Океанология*. Т. V. Вып. 4. С. 653–661.
- Правоторов И. А. 1968. О механизме перемещения береговых баров. *Вестник МГУ. Сер. География*. 6.
- Стонт Ж., Чуринов Д., Ульянова М. 2019. Динамика уровня моря на морском и лагунном побережье Куршской косы во время чрезвычайных ситуаций. Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса». Вып. 15. Калининград: БФУ им. И. Канта. С. 183–194.
- Шуйский Ю.Д. 1991. О современных процессах развития прибрежной зоны Черного моря в районе мыса Бурнас. *Инженерная геология*, 4, 42–50.
- Шуйский Ю.Д. 1999. Распределение наносов вдоль морского края Кинбурнского полуострова (Черное море). Доклады НАН Украины, 8, 119–123.
- Шуйский Ю.Д., Бертман Д.Я. 1968. Динамика побережья Черного моря между Одесским заливом и дельтой Дуная. *Изв. АН СССР. Сер. Геогр.* № 3. С. 60–67.

- Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. 1989. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-западной части Черного моря. Москва: Недра. 198 с.
- Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В., Борисевич Т.Д. 2005. Современная динамика абразионных и аккумулятивных форм береговой системы «Тендра – Джарылгач» на побережье Черного моря. Фальцефейнівські читання: Зб.наук.праць. 270-278.
- Шуйский, Ю.Д. 1975. Динамика берегов Черного моря в районе мыса Бурнас. Геоморфология, 4, 98–103.

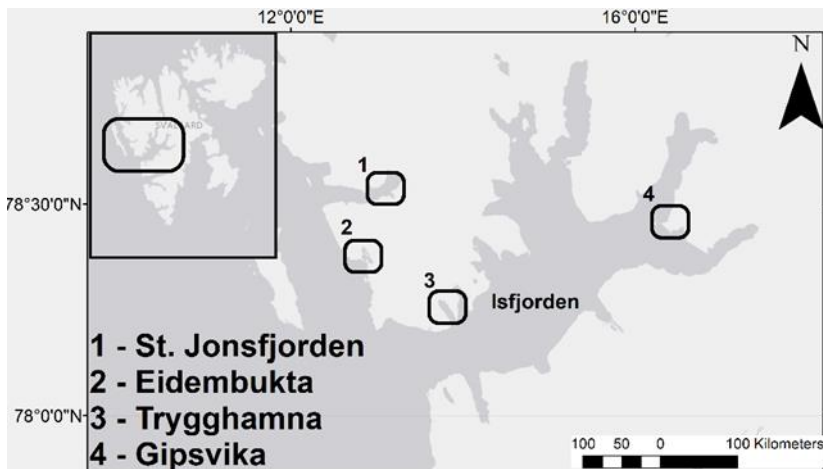
## LITORALINĖJE ZONOJE AUGANČIŲ MAKRODUMBLIŲ APTIKIMAS NAUDOJANT PALYDOVINIUS RADARUS

**Jonas Gintauskas, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas,  
Edvinas Tiškus, Sergej Olenin**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*jonas.gintauskas@ku.lt*

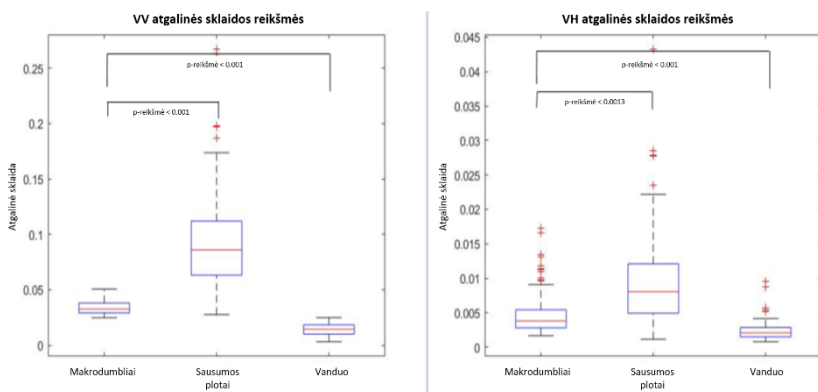
**Įvadas.** Makrodumbliai, augantys po vandeniu ir litoralinėje zonoje, Arkties regione yra svarbi ekosistemos sudedamoji dalis, kuri yra vandens faunos buveinė (Włodarska-Kowalczuk et al., 2009). Per pastaruosius keletą dešimtmečių makrodumblių bendrijos buvo stipriai paveiktos besikeičiančio globalaus klimato, kuris paspartino tokių makrodumblių kaip *Ascophyllum nodosum* augimą potvynių-atoslūgių zonoje (Marbà et al., 2017), ypač Arkties regione, kur Arkties vandenyno šiltėjimas yra dvigubai spartesnis nei vidutinis pasaulinio vandenyno šiltėjimas (Burrows et al., 2011). Esant atoslūgiui, makrofitai atsiduria sausumoje, tuo metu juos galima aptikti naudojant nuotolinius tyrimų metodus: drono vaizdus, palydovinius optinius vaizdus, ir palydovinius sintetinės apertūros radarų (SAR) duomenis, kuriuos naudojant sukartografuojami makrodumbliai. Sintetinės apertūros radarų privalumai kartografuojant žemės paviršiaus objektus yra tai, kad jie leidžia sukartografuoti didelius žemės plotus su pakankamai gera rezoliucija (siekiančia 10 m), šie duomenys nėra ribojami debesų dangos bei taip pat tai yra pigesnis, saugesnis ir mažiau laiko reikalaujantis būdas surinkti duomenis nei in situ matavimai. Šio tyrimo tikslas yra sukartografuoti makrodumblius, augančius potvynių-atoslūgių zonoje, naudojant SAR vaizdus, Arkties regione.

**Metodai.** Vandens, žemės dangos ir makrodumblių, augančių potvynių-atoslūgių zonoje, klasifikavimui buvo naudojami GRD SAR Sentinel-1 misijos, kurią sudaro du palydovai, vaizdai. Klasifikacija su SAR duomenimis atliekama su atsitiktiniu mišku (angl. Random forest), naudojant Google Earth Engine Code Editor serverius. Klasifikatoriaus mokymui naudojamos fotografijos su koordinatėmis bei drono vaizdai, surinkti 2019 ir 2021 metų ekspedicijų metu Svalbarde (1 pav.). Šios nuotraukos sulyginamos su SAR vaizdų VV (vertikalus siūstuvus, vertikalus imtuvus) ir VH (vertikalus siūstuvus, horizontalus imtuvus) poliarizacijomis ir skirtingiems paviršiams nustatomos specifinės atgalinės sklaidos intensyvumo reikšmės. Drono vaizdai taip pat naudojami duomenų tikslumui užtikrinti bei rezultatams palyginti.



1 pav. Tyrimo vietos (Svalbard) žemėlapis su vietomis, kuriose buvo vykdomi tyrimai 2019 ir 2021 metais.

**Rezultatai.** Palyginus skirtingų SAR atgalinės sklaidos reikšmes nuo skirtingų paviršių (makrodumbliai, žemės danga, vanduo) buvo pastebėta, kad vidutinės atgalinės sklaidos reikšmės nuo makrodumplių statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo vandens atgalinės sklaidos reikšmių, o litoralės be makrofitų dangos paviršiaus atgalinė sklaida turėjo didesnes reikšmes nei kiti paviršiai (2 pav.).



2 pav. VV ir VH atgalinės sklaidos (angl. backscatter) reikšmės nuo skirtingų paviršių (n=30).

Atlikus makrodumблиų, vandens ir žemės dangos klasifikavimą tikimasi, kad rezultatai parodys makrodumблиų pasiskirstymo teritorijas Svalbarde. Šios teritorijos yra išskirtos tik atoslūgių zonoje, kuriose makrodumблиai yra išnirę iš vandens. Šie rezultatai gali padėti suprasti, koks makrodumблиų pasiskirstymas Svalbarde, kokia jų kaita ir kokie aplinkos veiksniai tam gali turėti poveikį.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Vidutinės SAR atgalinės sklaidos reikšmės nuo makrodumблиų ir nuo vandens paviršiaus statistiškai reikšmingai skyrėsi, o SAR atgalinės sklaidos reikšmės nuo litoralės be makrodumблиų dangos paviršiaus buvo didesnės nei reikšmės nuo kitų tirtų paviršių. Tai leidžia teigti, kad makrodumблиų atskyrimas nuo vandens bei sausumos, naudojant SAR duomenis yra įmanomas. Faktoriai, kurie gali riboti duomenų tikslumą, yra ant kranto išmestų dumблиų atgalinė sklaida, kuri tikėtina, kad gali būti labai panaši į prisitvirtinusių makrodumблиų sklaidos reikšmes.

**Padėka.** Šis darbas buvo remiamas Lenkijos-Lietuvos bendros programos DAINA projekto ADAMANT „Arctic benthic ecosystems under change: the impact of deglaciation and boreal species transportation by microplastic“ (finansuojamo Lietuvos mokslo tarybos pagal sutartį # S-LL-18-8).

## Literatūra

- Burrows M.T., Schoeman D.S., Buckley L.B., et al. 2011. The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems. *Science* 334, 652–655. <https://doi.org/10.1126/science.1210288>
- Marbà N., Krause-Jensen D., Olesen B., et al. 2017. Climate change stimulates the growth of the intertidal macroalgae *Ascophyllum nodosum* near the northern distribution limit. *Ambio* 46, 119–131.
- Włodarska-Kowalczyk M., Kukliński P., Ronowicz M., et al. 2009. Assessing species richness of macrofauna associated with macroalgae in Arctic kelp forests (Hornsund, Svalbard). *Polar Biol.* 32, 897–905. <https://doi.org/10.1007/s00300-009-0590-9>

### 3 D SPAUSDINTŲ KOMPOZITINIŲ MEDŽIAGŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

**Jolanta Janutėnienė<sup>1</sup>, Edvinas Pocevičius<sup>1</sup>, Andrius Stulgys<sup>1,2</sup>,  
Artūras Tadžijevas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas,  
Klaipėda, <sup>2</sup> Klaipėdos Baltijos gimnazija, Klaipėda  
*jolanta.januteniene@ku.lt*

**Įvadas.** Gaminų ar detalių spausdinimas 3D spausdintuvais galimas naudojant įvairias medžiagas: metalų miltelius, keramines medžiagas, polimerus, kompozitines medžiagas ir kt. Spausdinimui naudojami polimerai yra nailonas, kristaliniai termoplastikai: polietilenas (PE), PEEK ir PCL. Armuojant polimerines medžiagas stiklo, anglies, medžio ar kitų medžiagų pluoštais gaunamos naujų savybių medžiagos. 3D spausdinimo technologijų pagrindinis privalumas yra tai, kad galima sukurti itin sudėtingos formos, didelio tikslumo gaminius, nesusidaro gamybos atliekos (Xin Wang et al. 2017). Prognozuojama, kad 3D spausdintos medžiagos, ypač kertal sudėtinėms konstrukcijoms, vis dažniau bus pritaikomos įvairiose srityse, tokiose kaip biomedicina, kosmosas, karinė bei automobilių pramonė ar papuošalų gamyba (B. Singh, R. Kumar and J. Singh Chohan, 2020). 3D spausdinimo technologijos sparčiai vystosi, atliekami moksliniai tyrimai susiję su spausdintų gaminų kokybės tyrimais. Atlikti tyrimai parodė, kad 3D spausdintos detalės ar konstrukciniai elementai veikiami ciklinių apkrovų turi prastesnes ilgalaikiškumo savybes, jų patvarumas yra mažesnis. Kuriant kompozitines medžiagas tradiciniais būdais jos armuojamos pluoštais orientuojant reikiama kryptimi, tačiau 3D spausdinimo metu armuojančių dalelių išsidėstymas būna chaotiškas. Straipsnyje (Dongmin Yang et al., 2020) iširtos termoplastiko kompozito su trumpomis anglies pluošto dalelėmis savybės. Tyrimais nustatyta, kad 3D spausdintų bandinių savybės buvo prastesnės nei pagamintų tradiciniais būdais. Iširta, kad spausdinant tarp spausdinimo sluoksnių susidaro mažos tuštumos, kurios pablogina atspausdinto gaminio savybes. Jei atspausdinti gaminiai bus veikiami išorinių apkrovų, tada yra svarbu nustatyti labai tiksliai 3D spausdinimo sąlygas. Šiame straipsnyje atlikti tyrimai, siekiant nustatyti 3D spausdintų kompozitinių medžiagų, susidedančių iš polimerinės medžiagos bei stiklo pluošto dalelių, mechanines savybes, keičiant spausdinimo technologinius parametrus: temperatūrą bei spausdinimo žingsnį.

**Metodai.** *3D spausdinimas.* Tyrimams buvo atspausdinta 90 eksperimentinių bandinių, kurių geometrija atitinka tempimo bandymo

standartą LST EN ISO 527-2:2012. Spausdinant buvo keičiama spausdinimo temperatūra, spausdinamo sluoksnio aukštis. Temperatūra buvo keičiama po 1 ° C nuo 229 ° C iki 232 ° C. Prie pasirinktos temperatūros kito ir sluoksnio aukštis po 0,05 mm, nuo 0,1 mm iki 0,2 mm bei plastiko spausdinamos siūlės pločio užpildymo santykis su purkštuko skersmeniu nuo 115 % iki 117 %.

*Medžiaga.* Spausdinimui pasirinktas stiklo pluošto kompozitinis plastikas *HD Glass*. Gamintojo nurodomos medžiagos savybės pateiktos 1 lentelėje.

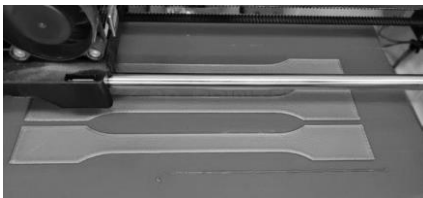
1 lentelė

HD Glass medžiagos savybės

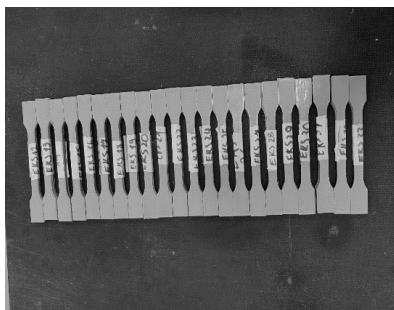
Medžiaga	HD Glass
Tempiamasis stipris, MPa	50
Spausdinimo temperatūra, ° C	± 195–225
Santykinis tankis, g/cm <sup>3</sup>	1,27
Spausdintuvo šildomo pagrindo temperatūra ° C	± 60–80

Paveiksluose 1 ir 2 parodytas 3D spausdinimo procesas bei atspausdinti HD glass medžiagos bandiniai, skirti tempimo bandymui atlikti, siekiant nustatyti galimus mechaninių charakteristikų pokyčius.

*Tempimo bandymas.* Tempimo bandymas atliktas pagal LST EN ISO 527-2:2012 universalia elektromechanine, 0 tikslumo klasės mechaninių bandymų mašina Zwick Z100.



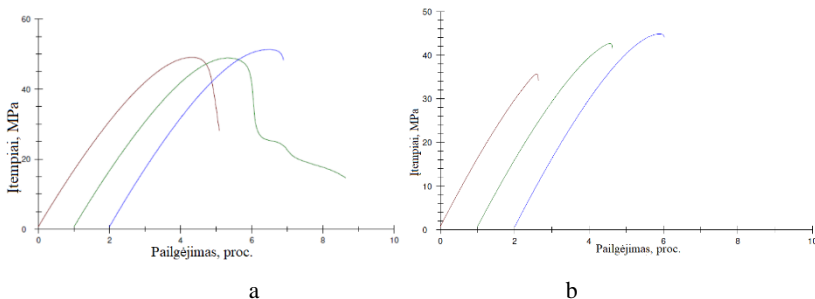
1 pav. Bandinio spausdinimas.



2 pav. HD Glass medžiagos atspausdinti bandiniai.

**Rezultatai.** Atlikus tempimo bandymą nustatyta, kad vienodomis sąlygomis atspausdintų bandinių savybės nėra pastovios. Tai galime pastebėti analizuodami diagramas, pateiktas 3 paveiksle.

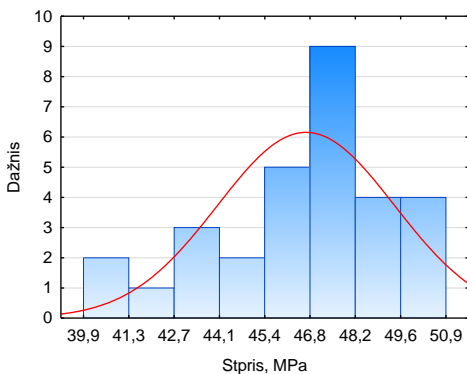




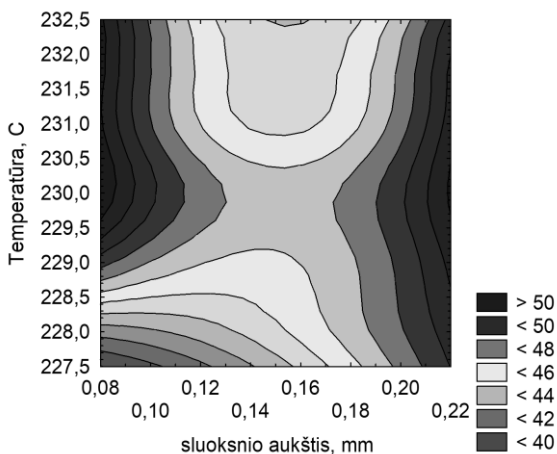
3 pav. HD Glass bandinių tempimo bandymo diagramos.

3a paveiksle matome, kad įtempių reikšmės yra 46–48 MPa diapazone, tačiau bandinių suirimas nevienodas, skiriasi santykinis pailgėjimas nuo 4 iki 8 %. Įtempių reikšmės (3b pav.) skiriasi nuo 38 iki 48 MPa, o bandinių santykinis pailgėjimas beveik vienodas, apie 2 %.

Tempiamojo stiprio verčių pasiskirstymo histograma parodyta 4 paveiksle. Kaip matome dažniausiai pasitaikanti įtempių vertė yra apie 48 MPa, tačiau apie 25 procentų bandinių stiprio vertė yra mažesnė daugiau kaip 20 % nuo pradinių medžiagos savybių, kurias deklaravo gamintojas.



4 pav. Tempiamojo stiprio reikšmių pasiskirstymo histograma.



5 pav. Įtempių priklausomybė nuo sluoksnio aukščio ir temperatūros.

Matome, kad procesas gana jautrus temperatūros pasikeitimams bei sluoksnio storiui (5 pav.).

**Išvados.** Atlikti eksperimentiniai 3D spausdintos stikloplastiko medžiagos tyrimai keičiant temperatūrą ir sluoksnio storio aukštį parodė, kad norint gaminti t.y. spausdinti, kokybiškus gaminius, būtina iširti ir nustatyti geriausius spausdinimo režimus. Tyrimo metu nustatyta, kad parinkus pagal gamintojo pateiktas rekomendacijas spausdinimui nepalankiausias spausdintuvo nustatymus, medžiagos savybės gali suprastėti daugiau kaip 20 %.

## Literatūra

- Dongmin Yang et. al. 2020. Fiber flow and void formation in 3D printing of short-fibre reinforced thermoplastic composites: An experimental benchmark exercise. Additive Manufacturing.
- Margossian A., Bel S., Hinterhoelzl R. 2017. Bending characterisation of a molten unidirectional carbon fibre reinforced thermoplastic composite using a Dynamic Mechanical Analysis system Composites: Part A: Composites Part B 110, 442–458 p.
- Pedram Parandoush, Dong Lin. 2017. A review on additive manufacturing of polymer-fiber composites. Composite Structures.
- Singh B., Kumar R., Singh Chohan J. 2020. Polymer matrix composites in 3D printing: A state of art review, Materials Today: Proceedings.
- Xin Wang et. al. 2017. 3D printing of polymer matrix composites: A review and prospective. Composites Part B: Engineering Volume 110, 442–458 p.

## MAKROFITŲ ŠAŅAŠŲ POVEIKIS MIKROBIOLOGINEI VANDENS IR PAPLŪDIMIO KOKYBEI: PIRMINIS VERTINIMAS

**Greta Kalvaitienė<sup>1</sup>, Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Greta Gyraitė<sup>1</sup>,  
Diana Vaičiūtė<sup>1</sup>, Martynas Bučas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*greta.kalvaitiene@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Maudyklų vandens kokybę Europos Sąjungoje reglamentuoja Maudyklų vandens direktyva (2006/7/EB). Pagrindiniai kriterijai, pagal kuriuos vertinama ar maudyklų vanduo yra saugus maudytis, yra žarninių enterokokų (*Enterococcus* spp.) ir žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) kiekiai vandenyje. Šie mikroorganizmai naudojami fekalinei taršai vandenyje aptikti ir vadinami fekalinės taršos indikatorinėmis bakterijomis (toliau - FIB).

Fekalinė tarša, ypačingai ta, kurios šaltinis yra žmogus, laikoma pavojinga žmonių sveikatai, nes su ja užterštame vandenyje dažnai aptinkama ir įvairių patogeninių bakterijų, pirmuonių bei virusų (Santo Domingo & Edge, 2010). Kai kurie žarniniai enterokokai bei lazdelės taip pat gali būti patogeniški žmonėms ir sukelti infekcines ligas, pasireiškiančias viduriavimu, karščiavimu, pilvą raizančiais skausmais.

Kiek ilgai FIB gali išgyventi vandens aplinkoje priklauso nuo įvairių aplinkos veiksnių. Tiek gyvi makrofitai vandenyje, tiek jų šašos po audrų išmestos į paplūdimius, gali veikti kaip antrinė patogeninių mikroorganizmų buveinė (Imamura et al., 2011), pirmiausia dėl išskiriamų ištirpusių organinių junginių į vandens aplinką (Quilliam et al., 2014), taip pat jų paviršius yra tinkama aplinka biofilmams susidaryti, apsaugo nuo kenksmingos UV šviesos ir plėšrūnų (Egan et al., 2013).

Kita vertus, ant makrofitų paviršiaus aptinkama įvairių epifitinių bakterijų, kurios produkuoja antibiotinius junginius, galinčius sustabdyti mikroorganizmų, bandančių kolonizuoti makrofitų paviršių, dauginimąsi. Patys makrofitai taip pat produkuoja fiziologiškai aktyvius junginius, kurie antagonistiškai veikia kolonizuojančius mikroorganizmus (Goecke et al., 2013; Lamb et al., 2017).

Lietuvos pajūryje paplūdimio šašų ženklų dalį sudaro *Furcellaria lumbriicalis* dumbliai, taip pat galima aptikti įvairių rūšių žaliadumblių, raudondumblių bei rudadumblių, tarp jų ir nevietinių atneštinių dumblių kaip *Fucus vesiculosus*, *Elachista fucicola*, *Chorda filum* ir jūržolių *Zostera marina*. Šašų ties Lietuvos Baltijos jūros krantais kiekvienais metais

išmetama nemažai, vien *F. lumbricalis* gali būti išmetama iki 1700 tonų/metus (Bučas ir kt., 2007; Kataržytė ir kt., 2013).

Pagal Lietuvos higienos normą HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“ (toliau – Higienos norma) esant dumblių sąnašoms pakrantėje institucijos, atsakingos už paplūdimių ir maudyklų administravimą, turi įvertinti galimą grėsmę poilsiautojų sveikatai ir nedelsdamos informuoti visuomenę bei pašalinti pakrantėje susidariusias didžiųjų dumblių sąnašas.

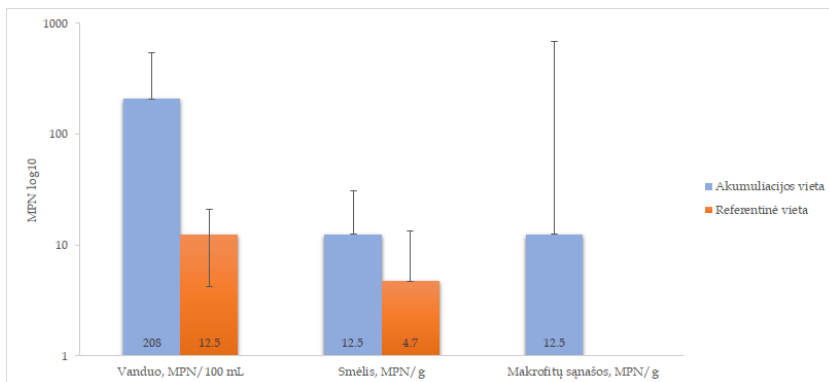
Mažai žinoma kaip mikrobiologinę taršą Baltijos jūros regione veikia makrofitų sąnašos. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti ir palyginti FIB kiekius skirtingose pajūrio paplūdimių ir jų maudyklų vietose, ten kur susikaupusios makrofitų sąnašos ir kur jų nėra.

**Tyrimo metodai.** Vandens, smėlio bei makrofitų sąnašų mėginiai buvo renkami 4 tyrimų vietose: Melnragės, Palangos, Karklės ir Šventosios paplūdimiuose. Vandens, smėlio ir sąnašų mėginiai buvo renkami po didesnių audrų, kai makrofitų sąnašos buvo išmestos į pakrantę. Tuo pačiu paimti ir vandens bei smėlio mėginiai iš referentinės vietos, kurioje sąnašų nėra. *E. coli* kiekio nustatymui naudotas Colilert metodas, žarninių enterokokų nustatymui - Enterolert. Tai – bakterijų auginimu skystoje terpėje pagrįsti metodai, pagal kuriuos galima nustatyti labiausiai tikėtiną bakterijų skaičių (angl. *most probable number* (MPN)). Nustatytas MPN mėginiuose perskaičiuotas arba 100 ml vandens, arba 1 g smėliui ir sąnašoms.

Siekiant įvertinti, ar FIB kiekis statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp vietų su makrofitų sąnašomis ir be jų, buvo panaudotas Mano-Vitnio-Vilkoksono rangų kriterijaus metodas.

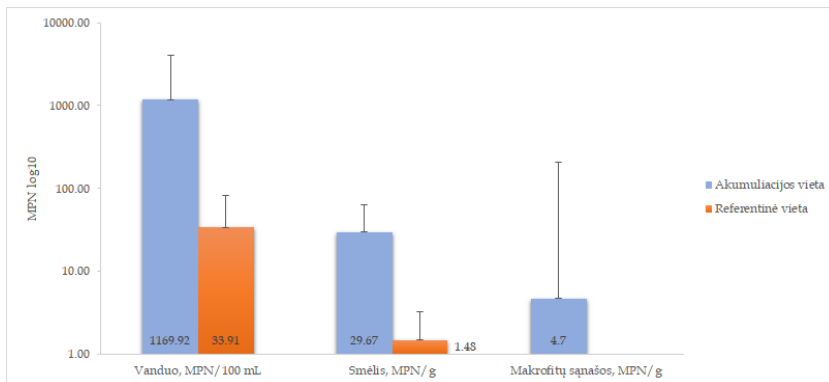
**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Vidutinis *E. coli* kiekis vandenyje, makrofitų sąnašų akumuliacijos vietoje ( $208 \pm 333,74$  MPN/100 mL) reikšmingai skyrėsi ( $p < 0,05$ ) nuo referentinės vietos ( $12,5 \pm 8,29$  MPN/100 mL). Vidutinis *E. coli* kiekis smėlyje, makrofitų sąnašų akumuliacijos vietoje ( $12,5 \pm 18,32$  MPN/g) buvo panašus ( $p = 0,11$ ) su referentine vieta ( $4,7 \pm 8,80$  MPN/g) (1 pav.).

## Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga



1 pav. *E. coli* kiekis vandenyje ir smėlyje makrofitų sąnašų akumuliacijos ir referentinėje vietose.

Vidutinis enterokokų kiekis vandenyje, makrofitų sąnašų akumuliacijos vietoje ( $1169,92 \pm 2831,07$  MPN/100 mL) buvo panašus ( $p=0,09$ ) su referentine vieta ( $33,91 \pm 47,67$  MPN/100 mL). Vidutinis enterokokų kiekis smėlyje, makrofitų sąnašų akumuliacijos vietoje ( $29,67 \pm 34,05$  MPN/g) reikšmingai skyrėsi ( $p < 0,05$ ) nuo referentinės vietos ( $1,48 \pm 1,78$  MPN/g) (2 pav.).



2 pav. Enterokokų kiekis vandenyje ir smėlyje makrofitų sąnašų akumuliacijos ir referentinėje vietose.

Didžiausias vidutinis FIB kiekis makrofitų sąnašų paveiktame vandenyje ( $6655,5 \pm 4888,5$  MPN/100 mL) buvo nustatytas liepos mėnesį Šventojoje, visai nerasta - referentinėje vietoje birželio ir rugsėjo mėnesį Melnragėje ir liepos mėnesį Karklėje.

Didžiausias vidutinis FIB kiekis makrofitų sąnašų paveiktame smėlyje ( $76,88 \pm 5,40$  MPN/g) buvo nustatytas liepos mėnesį Šventojoje, mažiausias kiekis - referentinėje vietoje rugsėjo mėnesį Karklėje ( $0,05 \pm 0,07$  MPN/g).

Makrofitų sąnašose Melnragėje, birželio mėnesį, FIB nebuvo rasta visiškai, o liepos mėnesį Palangoje buvo aptiktas didžiausias kiekis -  $1846,75 \pm 427,74$  MPN/g.

Preliminarūs tyrimai parodė, kad makrofitų sąnašų buvimas gali turėti poveikį *E. coli* gausumui vandenyje, o enterokokų - smėlyje. Tuo tarpu sąnašų buvimas nedaro poveikio *E. coli* gausumui smėlyje ir enterokokų - vandenyje. Reikalingi tolimesni tyrimai, tam, kad būtų įvertintas galimas makrofitų sąnašų poveikis FIB gausumui. Taip pat reikalinga išsiaiškinti kokie yra FIB taršos šaltiniai sąnašose.

## Literatūra

- Bučas M., Daunys D., Olenin S. 2007. Overgrowth patterns of the red algae *Furcellaria lumbricalis* at an exposed Baltic Sea coast: the results of a remote underwater video data analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(3), 308–316.
- Egan S., Harder T., Burke C., et al. 2013. The seaweed holobiont: understanding seaweed–bacteria interactions. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(3), 462–476.
- Goecke F., Labes A., Wiese J., et al. 2013. Phylogenetic analysis and antibiotic activity of bacteria isolated from the surface of two co-occurring macroalgae from the Baltic Sea. *European journal of phycology*, 48(1), 47–60.
- Imamura G.J., Thompson R.S., Boehm A.B., et al. 2011. Wrack promotes the persistence of fecal indicator bacteria in marine sands and seawater. *FEMS microbiology ecology*, 77(1), 40–49.
- Kataržytė M., Bučas M., Vaičiūtė D., et al. 2013. Potenciali makrofitų sąnašų akumuliacija ir degradacija Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje. Konferencija Jūros ir krantų tyrimai 2013, 112–116.
- Lamb J.B., Van De Water J.A., Bourne D.G., et al. 2017. Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes, and invertebrates. *Science*, 355(6326), 731–733.
- Santo Domingo J.W., Edge T.A. 2010. Identification of primary sources of faecal pollution. *Safe management of shellfish and harvest waters*, 51–90.
- Reusch T.B., Schubert P.R., Marten S.M., et al. 2021. Lower *Vibrio* spp. abundances in *Zostera marina* leaf canopies suggest a novel ecosystem function for temperate seagrass beds. *Marine Biology*, 168(10).
- Rosqvist K. 2010. Distribution and role of macrophytes in coastal lagoons: Implications of critical shifts. (Doctoral dissertation, Åbo Akademi University, Turku, Finland). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/39937693.pdf>.
- Quilliam R.S., Jamieson J., Oliver D.M. 2014. Seaweeds and plastic debris can influence the survival of faecal indicator organisms in beach environments. *Marine pollution bulletin*, 84(1-2), 201–207.

## POTENCIALIAI PATOGENIŠKOS *VIBRIO* BAKTERIJOS BALTIJOS JŪROJE

**Marija Kataržytė<sup>1</sup>, Matthias Labrenz<sup>1,2</sup>, Greta Gyraitė<sup>1</sup>,  
Greta Kalvaitienė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup> IOW Leibniz-  
Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Rostokas, Vokietija  
*marija.katarzyte@jmtc.ku.lt*

**Įvadas.** Bakterijos, priklausančios *Vibrio* genčiai, tai gėlame ir druskėtame vandenyje, tarp jų ir Baltijos jūroje, paplitę mikroorganizmai. Apie 11 iš daugiau nei 100 pasaulyje žinomų *Vibrio* rūšių gali sukelti toksigeninę cholera bei vibriozę. Vibriozė dažniausiai užsikrečiama dėl kontakto su maudyklų vandenimis bei apsinuodijus termiškai neapdorotomis jūros gėrybėmis. Vibrionų gausumas priklauso nuo aplinkos sąlygų, tokių kaip vandens druskingumas bei temperatūra. Prognozuojama, kad vibriozės infekcijų atvejų skaičius Baltijos jūroje didės, didėjant jūros paviršiaus temperatūrai (Baker Austin et al., 2013). Tačiau prognozėse neatsižvelgiama į ekosistemų inžinierių, tokių kaip midijos ir makrofitai, poveikį *Vibrio* bakterijų įvairovei ir gausumui. Naujaisi duomenys rodo, kad kai kuriose pajūrio buveinėse, kuriose auga jūržolės, stebimas ženkliai mažesnis potencialiai patogeninių *Vibrio* spp. gausumas lyginant su teritorijomis, kur jų nėra (Reush et al., 2020). Tai atveria galimybę naudoti gamta paremtus sprendimus (angl. NbS – nature based solution), kurie leistų mažinti patogeninių vibrionų gausumą rekreacinėse teritorijose, kuriose žmonės daugiausiai sąveikauja su vandeniu. Kita vertus, klimato kaita taip pat turi poveikį ir ekosistemos inžinierių struktūrai ir funkcionavimui, galimą per tai poveikį ir *Vibrio* populiacijoms Baltijos jūroje.

2021 metais prasidėjusio BIODIVERSA kvietimo projekto „BaltVib: Patogeninės *Vibrio* bakterijos Baltijos jūros vandenyse dabar ir ateityje: problemos švelninimas“ metu norima įvertinti esamą potencialiai patogeniškų *Vibrio* bakterijų įvairovę, nustatyti pagrindinius biotinius ir abiotinius veiksnius, reguliuojančius šių bakterijų gausumo kaitą, ir įvertinti potencialius Nbs, kurie leistų prisidėti prie problemos mažinimo. Projekte dalyvauja tarpdisciplininė komanda iš septynių Baltijos jūros regiono šalių.

***Vibrio* bakterijų monitoringas ir galima sąveika su ekosistemos inžinieriais.** Baltijos jūros regione nuo vienos pirmųjų *Vibrio* infekcijos, užfiksuoto 1978 metais Danijoje, iki dabar, buvo užregistruota daugiau kaip 900 atvejų tarp jų pasibaigusių ir mirtimi (Gyraitė et al., 2019).

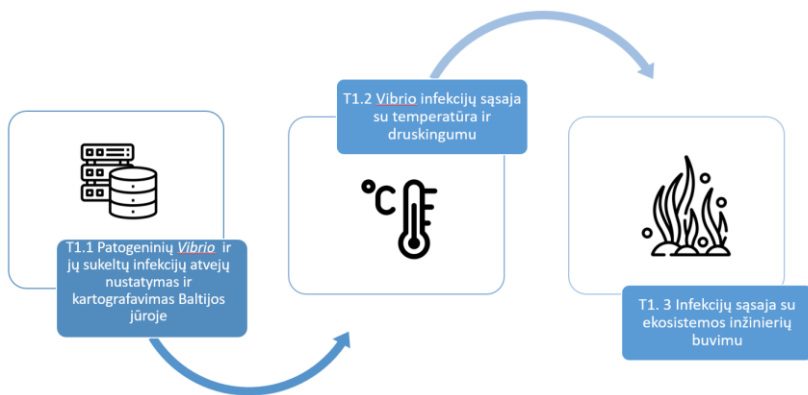
*Vibrio* bakterijų monitoringas maudyklų vandenyje ir sukiamų infekcijų stebėseną Baltijos jūros regiono šalyse vyksta skirtingai arba visai nevyksta. Šis aspektas buvo aptartas pirmojo BaltVib projekto susitikimo metu su suinteresuotomis šalimis, kuriame dalyvavo ir Lietuvos Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos Klaipėdos skyriaus, Užkrečiamųjų ligų ir AIDS centro Epidemiologinės priežiūros skyriaus, Kursių nerijos nacionalinio parko administracijos, ir Sveikatos mokymo ir ligų prevencijos centro Aplinkos skyriaus atstovai. Švedijoje, Vokietijoje ir Suomijoje tiek monitoringui vandenyje, tiek vibrių sukeltų infekcijų stebėsenai skiriamas didelis už aplinkos monitoringą ar sveikatą atsakingų institucijų dėmesys, kai tuo tarpu Lietuvoje ar Lenkijoje tai yra daugiau mokslinių tyrimų objektas (Gyraitė et al., 2019, 2020, Mudryk et al., 2013).

Kai kurios duomenų bazės apie *Vibrio* sukeltų infekcijų atvejus, pavyzdžiui Švedijoje, apima kelių dešimtmečių laikotarpį. Taip pat nuo 2018 metų veikia *Vibrio* paplitimo žemėlapis (<https://geoportals.ecdc.europa.eu/vibriomapviewer/>), kuris rodo ar vandens aplinka yra tinkama *Vibrio* bakterijoms augti. Šis žemėlapis paremtas realaus laiko modeliu, kuris kasdien atnaujinamas, naudojant nuotolinio stebėjimo duomenis kaip jūros paviršiaus temperatūra ir druskingumas. Nemažai Baltijos jūros regiono šalių šį žemėlapi naudoja norėdamos identifikuoti, kada reikėtų atlikti šių bakterijų monitoringą maudyklų vandenyse.

Paskutiniu metu vis didesnis dėmesys skiriamas makrofitų ir kitų bentoso organizmų vaidmeniui įvertinti *Vibrio* ar kitų potencialiai patogeniškų vandens mikroorganizmų kontrolei (Reush et al., 2020, Ritzenhofen et al., 2021). Tačiau iki šiol nebuvo vertinta, ar potencialiai patogeniškų *Vibrio* buvimas ar jų sukiamų infekcijų atvejai gali būti susiję su moliuskų, makrodumblių ar jūržolių išplitimu. Yra žinoma, kad Baltijos jūroje kai kurių ekosistemos inžinierių paplitimas per paskutinius dešimtmečius kito: Danijos priekrantėje, Švedijos vakariniame krante, Lenkijoje (Puck lagūnoje), dėl ligų ir eutrofikacijos išnyko dideli jūrinio andro plotai (*Zostera marina*) (Carmen et al., 2019). Panaši situacija stebėta ir su midijomis bei *Fucus* buveinėmis (Franz et al., 2019). Kai kuriais atvejais stebėtas ir atsikūrimo procesas, kai, pavyzdžiui, dėl pritaikytų eutrofikacijos mažinimo priemonių nuo 1990 pagerėjus vandens kokybei, Puck įlankoje atsikūrė ir jūrinio andro populiacija (Carmen et al., 2019).

Vienas iš projekto uždavinių yra sudaryti duomenų rinkinį apie praeityje įvykusius infekcijų atvejus Baltijos jūros regione ir susieti su aplinkos veiksniais bei ekosistemų inžinierių paplitimu (1 pav.). Šie duomenys vėliau bus panaudoti prognozuojant galimą *Vibrio* gausumo kaitą klimato kaitos kontekste.





1 pav. BaltVib projekte numatytos veiklos susijusios su *Vibrio* infekcijų, aplinkos veiksnių ir ekosistemos inžinierių buvimu Baltijos jūros praeityje įvertinimu.

**Suinteresuotųjų šalių įsitraukimas.** Pajūrio bendruomenių ilgalaikis ekonominis tvarumas priklauso nuo pajūrio ekosistemų ir jų teikiamų paslaugų. Jei dėl *Vibrio* bakterijų sukeltų infekcijų ateityje didėtų rizika žmonių, besimaudančių Baltijos jūros vandenyje, sveikatai, tai gali turėti ir reikšmingą poveikį pajūrio turizmo sektoriui. Tai yra daugiasektorinė problema, dėl to suinteresuotųjų šalių, atsakingų už Baltijos jūros paplūdimių ir maudyklų administravimą, vandens maudyklų monitoringą, visuomenės informavimą ar sveikatos priežiūrą, įsitraukimas yra labai svarbus.

Bendradarbiaujant su suinteresuotomis šalimis, projekto metu taip pat bus siekiama išsiaiškinti apie infekcijas sukeliančių *Vibrio* bakterijų stebėsenos aktualumą Baltijos jūros regiono šalyse, esamas žinių spragas bei visuomenės informavimo poreikį, taip pat klimato kaitos poveikį šių bakterijų plitimui, bei bus aptartos gamta paremtų sprendimų perspektyvos šios problemos mažinimui.

**Padėka.** Projektas finansuojamas pagal 2019–2020 m. „BiodivERSa“ programą „BiodivClim ERA-Net COFUND“. Projektui finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. S-BIODIVERSA-21-1.

## Literatūra

- Baker-Austin C., Trinanes J.A., Taylor N.G., et al. 2013. Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change*, 3(1), 73–77.
- Carmen B., Krause-Jensen D., Alcoverro T., et al. 2019. Recent trend reversal for declining European seagrass meadows. *Nature communications*, 10(1), 1–8.
- Franz M., Barboza F.R., Hinrichsen H.H., et al. 2019. Long-term records of hard-bottom communities in the southwestern Baltic Sea reveal the decline of a foundation species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219, 242–251.

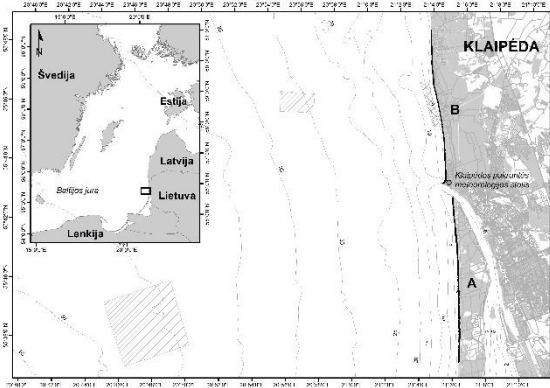
- Gyraite G., Katarzyte M., Schernewski G. 2019. First findings of potentially human pathogenic bacteria *Vibrio* in the south-eastern Baltic Sea coastal and transitional bathing waters. *Marine pollution bulletin*, 149, 110546.
- Gyraite G., Kataržytė M., Overlingė D., et al. 2020. Skip the Dip—Avoid the Risk? Integrated Microbiological Water Quality Assessment in the South-Eastern Baltic Sea Coastal Waters. *Water*, 12(11), 3146.
- Mudryk Z.J., Kosiorek A., Perliński P. 2013. In vitro antibiotic resistance of *Vibrio*-like organisms isolated from seawater and sand of marine recreation beach in the southern Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 702(1), 141–150.
- Reusch T.B., Schubert P.R., Marten S.M., et al. 2021. Lower *Vibrio* spp. abundances in *Zostera marina* leaf canopies suggest a novel ecosystem function for temperate seagrass beds. *Frontiers in Marine Science*.
- Ritzenhofen L., Buer A.L., Gyraite G., et al. 2021. Blue mussel (*Mytilus* spp.) cultivation in mesohaline eutrophied inner coastal waters: mitigation potential, threats and cost effectiveness. *PeerJ*, 9, e11247.

## KRANTO RAIDOS DĖSNINGUMAI KLAIPĖDOS UOSTO POVEIKIO ZONOJE

Vitalijus Kondrat, Ilona Šakurova, Eglė Baltranaitė, Loreta  
Kelpšaitė-Rimkienė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*vitalijus.kondrat@ku.lt*

**Įvadas.** Nuolatinė krantinių procesų stebėseną, jų poveikio ir intensyvumo vertinimas, remiantis kranto morfometrinių rodiklių kaitos tyrimais, yra svarbūs siekiant pažinti krantų formavimosi bei vystymosi ypatybes, planuojant ir tobulinant krantosaugos priemonių pritaikymo ir diegimo krante būdus, atliekant uosto infrastruktūros įrengimo darbus ir kt. klausimais (Žaromskis ir Gulbinskas 2018, Žilinskas ir kt., 2020). Atsižvelgiant į tai buvo išsikeltas darbo tikslas – įvertinti abipus Klaipėdos išorinių uosto vartų vykstančią kranto raidą po uosto vartų rekonstrukcijos 2002 metais (Žaromskis 2008, Žaromskis 2020, Žaromskis ir Gulbinskas 2018) bei nustatyti skirtingoms meteorologinėms sąlygoms ir antropogeniniam poveikiui jautrius kranto ruožus.



*1 pav.* Tyrimo objekto vieta.

**Metodai.** Ilgalaikių pakrantės dinamikos pokyčių vertinimui atliekami tyrimai, apimantys kelis kranto ardus ir regeneracijos ciklus, kurie dažniausiai paremti kranto linijos padėčių fiksuojančiais duomenimis. Siekiant nustatyti ilgalaikes kranto linijos dinamikos tendencijas, darbe pritaikytas kartografinis tyrimo metodas, atlikta lyginamoji kartometrinių ir geostatistinė analizės.

Lyginamajai kartometrinei analizei naudoti stambaus mastelio (M1:10000) 1984 ir 1990 metų fotoplanai, 1995 ir 2005 aeronuotraukos, 2010, 2015 ir 2019 GPS matavimų duomenys. Remiantis Fletcher ir kt. (2003) pasiūlytais paklaidų apskaičiavimo būdais, apskaičiuotos kranto linijos pozicijų nustatymo paklaidos, nustatytos kranto linijos pokyčių neapibrėžties ribos. Kranto linijos pokyčių statistinės vertės apskaičiuotos ArcGIS programinės įrangos papildiniu DSAS v. 5.0 (Digital Shoreline Analysis System). Trys statistiniai parametrai – gryoji kranto linijos pokyčio vertė (ang. NSM - net shoreline movement), galutinių taškų vertė (ang. EPR - end point rate) ir kranto linijos pokyčio ribos (ang. SCE - shoreline change envelope) – įvertinti kas 25 m išilgai kranto linijos, 796 transektose.

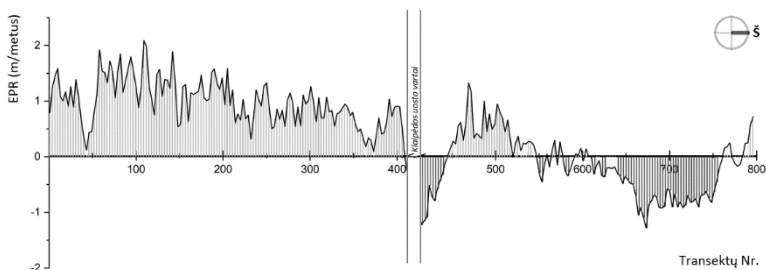
Siekiant nustatyti kranto ruožus su panašiomis kranto raidos tendencijomis NSM rodikliui atlikta *K-means* klasterinė analizė (Laccetti ir kt., 2020, Kelpšaitė-Rimkienė ir kt., 2021, Kanungo ir kt., 2000, Likas ir kt., 2003). Kranto raidos priežastingumui įvertinti buvo atlikta 1960-2019 meteorologinių duomenų (vidutinis vėjo greitis ir kryptis) analizė. Išskirti tarpezoniniai vyraujančio vėjo greičio ir krypties pokyčiai. Pritaikius STAR (angl. Sequential T-test Analysis of Regime Shifts) algoritimą, nustatytas vėjo krypties klimatinis režimo poslinkis (Rodionov, 2004).

**Rezultatai.** Įvertinus tiriamojo objekto (1 pav.) 1984-2019 m. laikotarpio kranto linijos dinamiką nustatyta, kad bendras kranto linijos pokytis buvo teigiamas ir siekė  $14,94 \pm 0,95$  m transekte. Vidutinis akumuliacijos greitis transektose sudarė  $0,42 \pm 0,03$  m/metus. Tiriamuoju laikotarpiu Kuršių nerijos krante vyraavo akumuliaciniai procesai, kurie fiksuoti 96.1 % transektų (396 iš 412) (2 pav.), jose kranto linija jūros link pasitūmėjo vidutiniškai per  $35,97 \pm 0,69$  m, vidutiniu  $1,01 \pm 0,02$  m/metus greičiu. 16-oje transektų kranto linija nekito arba kito kranto linijos nustatymo neapibrėžties ribose  $\pm 0,26$  m/metus.

Žemyniniame krante vyraavo eroziniai procesai, jie nustatyti 43,2 % visų transektų (166 iš 384) (2 pav.). Vidutinis erozijos greitis (EPR) siekė  $-0,7 \pm 0,02$  m/metus, bendrai krantas žemyno link transektose atsitraukė per  $24,84 \pm 0,74$  metrus. Didžiausias kranto atsitraukimas fiksuotas 675 m ilgio atkarpoje į šiaurę nuo šiaurinio uosto molo. Šioje atkarpoje vidutinė NSM reikšmė siekė  $-28,28 \pm 0,64$  metrus. Maksimalus erozijos greitis fiksuotas 413 transekte (2 pav.) ir siekė  $-1,60$  m/metus. Akumuliaciniai procesai nustatyti vos 22,10 % transektų, kuriose vidutinis akumuliacijos greitis buvo  $0,57 \pm 0,03$  m/metus. Stabilūs krantai fiksuoti 133 transektose, kuriose vidutinė NSM vertė buvo  $-0,04 \pm 0,47$  metrai.

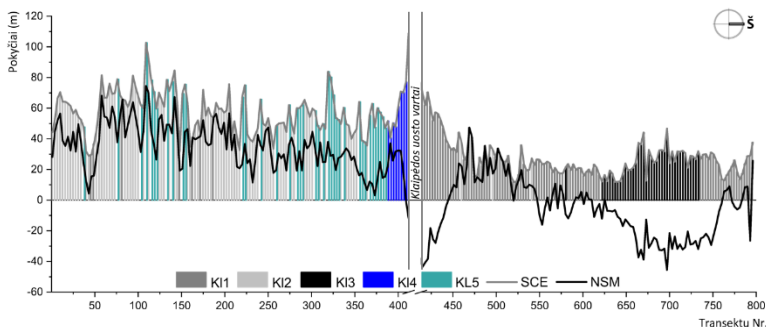
Atlikus NSM rodiklių *K-means* klasterinę analizę išskirti V klasteriai (3 pav.), panašiomis arba vienodomis kranto linijos pokyčių tendencijomis. II

ir V klasteriai indikuoja akumuliacinius procesus, kuriuose kranto linija atitinkamai jūros link pasislinko per  $38,93 \pm 1,53$  m ir  $27,66 \pm 2,17$  m.



2 pav. Erozijos/akumuliacijos greitis (EPR) transektose 1984–2019 metais.

Kuršių nerijos krante išskiriamas IV klasteris, patenkantis į pietinio uosto molo poveikio zoną, apimantis 675 m ilgio kranto atkarpą (27 transektas). Čia kranto linija, priklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų, skirtingais laikotarpiais turi skirtingas kranto dinamikos tendencijas. Pavyzdžiui, nuo 1995–2011 metų šis kranto ruožas buvo akumuliacinis. Įvykus vėjo režimo poslinkiui iš vyraujančių vakarinių į pietines kryptis, šis kranto ruožas tampa ardomas.



3 pav. Kranto linijos pokyčiai (NSM) ir pokyčių ribos (SCE) transektose 1984–2019 metais, transektų grupės klasteriais ( $Kl_n$  – klasteris,  $n$  – klasterio numeris).

Didžioji dalis (67,2 %) žemyninio kranto transektų priskiriama I klasteriui (II – 3,1 %, III – 29,7 %). SCE rodiklio ribose (3 pav.) nustatyta 675 m ilgio kranto atkarpa (nuo 415 iki 442 tr.) į šiaurę nuo šiaurinio uosto molo, kurioje po Klaipėdos uosto molų rekonstrukcijos darbų fiksuojami intensyvesni kranto ardosi procesai. Vidutinis erozijos (EPR) greitis tiriamuoju laikotarpiu siekė  $-0,64 \pm 0,04$  m/metus, NSM vertė siekė  $-24,59 \pm 1,31$  metrus.

Taip pat SCE rodiklio tendencijos išskiria akumuliacinę kranto atkarpą (nuo 445 iki 550 tr.). Pažymėtina, kad 2014–2018 metais, Klaipėdos jūrų uosto direkcijos užsakymu, priekrantėje ties Melnragės–Girulių paplūdimiais buvo išpilta 237,78 tūkst. kub. m smėlio.

III klasteris apima centrinę žemyninio kranto dalį ir indikuoja transektas su neigiamomis kranto linijos dinamikos tendencijomis. Kranto linija šio klasterio transektose žemyno link judėjo vidutiniu  $-0,64 \pm 0,05$  m/metus greičiu, bendras NSM pokytis sudarė  $-22,70 \pm 1,74$  m.

**Išvados.** Atlikus lyginamąją kartometrinę analizę 19,90 km ilgio tyrimo objekte nustatyti: 1) 12,025 km ilgio abraziųjų procesų paveikti krantai 2) 3,700 km ilgio stabilūs krantai 3) 4,125 km akumuliaciniai krantai.

Kuršių nerijos krante 96,1 % transektų vyravo akumuliaciniai procesai, jose kranto linija jūros link stūmėsi vidutiniu  $1,01 \pm 0,02$  m/metus greičiu. Žemyniniame krante eroziniai procesai apėmė 43,2 % tirtų transektų, kuriose EPR siekė  $-0,7 \pm 0,02$  m/metus.

Remiantis NSM rodiklių *K-means* klasterine analize išskirtos V transektų grupės. Didžiausiu dinamiškumu išsiskiria I klasteris, kuriame kranto linijos pokyčiai (NSM) transektose svyruoja nuo  $-45,53$  iki  $65,62$  metrų.

## Literatūra

- Fletcher C., Rooney J., Barbee M., et al. 2003. Mapping Shoreline Change Using Digital Orthophotogrammetry on Maui, Hawaii. *Journal of Coastal Research*, 38, 106–124.
- Kanungo T., Mount D.M., Netanyahu N.S., et al. 2000. The analysis of a simple k-means clustering algorithm. SCG'00: Proceedings of the sixteenth annual symposium on Computational geometry, 100–109.
- Kelpšaitė-Rimkienė L., Parnell K.E., Žaromskis R., Kondrat V. 2021. Cross-Shore Profile Evolution after an Extreme Erosion Event—Palanga, Lithuania. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9, 38.
- Likas A., Vlassis N., Verbeek J.J. 2003. The global k-means clustering algorithm. *Pattern Recognition*, 36, 2, 451–461.
- Radionov S.N. 2004. A sequential algorithm for testing climate regime shifts. *Geophysical Research letters*, 31.
- Žaromskis R.P. 2008. Baltojis jūros uostai: monografija. Vilniaus universiteto leidykla, p. 431.
- Žaromskis R.P. 2020. Abipus kranto linijos. Klaipėdos universiteto leidykla, p. 450.
- Žaromskis R., Gulbinskas S. 2018. Krantodara ir krantotvarka. Klaipėdos universiteto leidykla, p. 259.
- Žilinskas G., Janušaitė R., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2020. The impact of Klaipėda Port entrance channel dredging on the dynamics of coastal zone, Lithuania. *Oceanologia*, 62, 489–500.

## **PAGRINDINIŲ VERSLINIŲ ŽUVŲ IR MAILIAUS GAUSUMO DINAMIKA LIETUVOS IŠSKIRTINĖS EKONOMINĖS ZONOS (LIEZ) BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVNTĖJE BEI SĖKLIŲ PRODUKTYVUMO POKYČIAI**

**Žilvinas Kregždys, Tomas Zolubas, Jelena Fedotova,  
Antanas Kontautas, Nerijus Nika, Remigijus Sakas,  
Marijus Špėgys, Deividas Jucevičius, Gerda Petreikytė,  
Arvydas Švagždys, Ramutis Klimas, Gintautas Narvilas,  
Marius Diadyk**

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

**Įvadas.** Priekrantės, atviros jūros ir Kuršių marių žuvų ištekliai tarpusavyje susiję mitybinėmis ir nerštinėmis migracijomis, todėl rūšinė sudėtis metų bėgyje yra žymiai kintanti. Šios migracijos metai iš metų lemia priekrantės žvejų specializaciją konkrečios rūšies gaudymui bei žvejybos pobūdžio cikliškumą. Daugeliui verslinių žuvų rūšių priekrantė svarbi kaip mitybinė bazė. Čia yra otų ir strimelių nerštavietės, o migruojančioms žuvis – adaptacijos prie druskingumo pokyčių vieta.

Seklūs priekrantės vandenys tarnauja kaip labai svarbi daugelio žuvų jauniklių augykla. Čia atsigano daugelio apgėlintų vandenų (upinių plekšnių, otų, strimelių, bretlingių, gyvavedžių vėgėlių, mažųjų tobių), o taip pat praeivių (stintų, sykų, žiobrių, perpelių, lašišų, šlakų) ir netikrųjų praeivių (starkių, ešerių, kuojų, karšių, salačių, pūgžlių) žuvų jaunikliai. Dauguma jų turi nemažą verslinę, ekologinę reikšmę.

Dėl bangų mūšos intensyviai aeruojamas ir lengvai išildomas vanduo sudaro geras įvairių rūšių jauniklių gyvenimo, greito metabolizmo, o tuo pačiu ir augimo sąlygas. Daugumos tikrųjų apgėlintų vandenų žuvų rūšių jauniklius galima aptikti tik čia. Todėl sėkliams būdinga išskirtinai didelė žuvų, o ypač jų jauniklių, koncentracija. Nuo šioje, palyginus nedidelėje, akvatorijoje aptinkamų ichtiocenozių produktyvumo tiesiogiai priklauso tokių vertingų verslinių žuvų, kaip upinių plekšnių, otų ir stintų, laimikiai.

Žiobris – *Vimba vimba (L.)* – praeivė, dugninė Baltijos jūros baseino žuvis. Subręsta jūroje, reproduktoriai pavasarį ir rudenį migruoja į Kuršių marių šiaurinę dalį, o iš čia į Nemuną ir jo intakus neršti. Išneršusios žuvis iš upių per vasaros pirmąją pusę grįžta į Baltijos rytines pakrantes atsiganyti (Gaigalas, 2001).

Atlanto jūrų silkė perpelė – *Alosa fallax* (Lacepede) – praieivė, iš Baltijos į Kuršių marias ir Nemuno avandeltą migruoja nerštui nuo balandžio pabaigos, o daugiausiai čia telkiasi gegužės mėnesį įšilus vandeniui iki 14–17 °C. Ekologiniu ir biologiniu požiūriu, perpelė yra labai jautri cheminiam vandens užterštumui (Gaigalas, 2001).

Otas – *Psetta maxima* (L.) – paplitę Šiaurės Atlante, Europos pakrantėse. Baltijoje gyvena iki 80–100 m gelmėse, ant smėlėto ar dumblingo grunto – jaunikliai dažniausiai ties pakrantėmis, suaugusieji – gilumoje. Subręsta 3–5 metų, neršia porcijomis pavasarį–vasarą netoli krantų (Virbickas, 1986).

Upinė plekšnė – *Platichthys flesus* (L.) – paplitusi Baltijos jūroje, dažnai įplaukia į Kuršių marias, upių žiotis. Subręsta 3–4 metų. Neršia kovo–gegužės mėnesiais, kai vandens temperatūra pasiekia 2–4 °C (Virbickas, 1986).

Stinta – *Osmerus eperlanus* (L.) – paplitusi plačiame areale – Vakarų Europos pakrantėse nuo Biskajos įlankos, šiaurėje – iki Pečioros ir Šiaurės, Baltijos ir kitų jūrų baseinuose. Užaugusių ir subrendusių stintų priešnerštiniai būriai iš jūros pradeda migruoti į Kuršių marias nuo lapkričio vidurio, pasiekia maksimumą per gruodį ir sausį (Gaigalas, 2001).

**Darbo tikslas** – įvertinti daugiamečius žiobrių, perpelių, otų, upinių plekšnių, stintų gausumo, LIEZ priekrantės sėklių produktyvumo pokyčius.

**Tyrimų metodika.** Tyrimų medžiaga priekrantėje buvo renkama 2 būdais:

1. 2005–2020 metais Smiltynės (15 žv. baras), Melnragės (16 žv. baras) ir Šventosios (28 žv. baras) monitoringo stotyse, statant įvairiaakius mokslinius tinklaičius pagal bendrai priimtą metodiką (Thoreson, 1993) (1 pav.).
2. 1995–2020 m. vykdant jauniklių apgaudymus traukiamąja gaudykle (draga) ir bradiniu priekrantės sėkliuose (Maksimovas ir kt., 2000) (2 pav.).

Vertintos charakteristikos – CPUEvnt, CPUEg, aptinkamumas, %.

**Rezultatai.** Suaugusių žiobrių gausumo indekso vidurkis 2015–2020 m. buvo 2,6 kartų mažesnis negu 2005–2014 m. (3 pav.).

Mūsų duomenimis, perpelių jauniklių gausumo 2013–2020 m. periodo vidurkis buvo 4,5 karto mažesnis negu 1999–2005 m. periodo. Ta pati tendencija matoma ir su suaugusiomis perpelėmis: jų gausumo vidurkis už 2013–2020 m. buvo 7,2 karto mažesnis negu 2005–2011 m. laikotarpyje (4 pav.).

Perpelių jauniklių aptinkamumo 1999–2005 m. periodo vidurkis buvo 2 kartus didesnis negu 2013–2020 m., o suaugusių perpelių aptinkamumo 2005–2011 m. periode – 3,6 kartų didesnis už 2013–2020 m. laikotarpį (5 pav.).

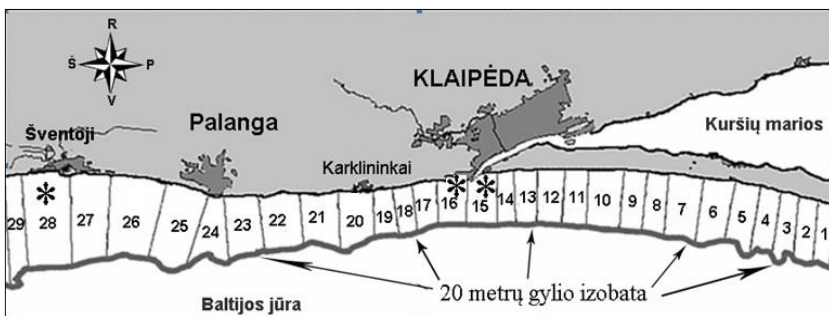


Otų jauniklių gausumo 2012–2020 m. laikotarpio vidurkis buvo 1,6 karto didesnis už 1997–2010 m. periodo. Daug vilčių suteikia paskutinių metų gausios jauniklių kartos, iš kurių vėliau tikimasi otų išteklių pagausėjimo (6 pav.).

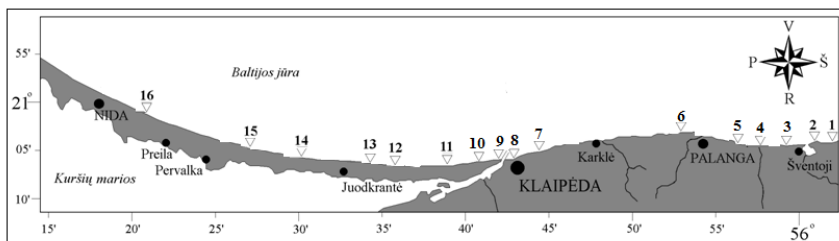
Upinė plekšnė – svarbi verslinė žuvis Baltijos jūroje. Upinių plekšnių jauniklių gausumo 2007–2020 m. periodo vidurkis 3,3 kartų didesnis negu 1997–2005 m. periodo. 2020 m. nustatytas didžiausias upinių plekšnių žuvų jauniklių gausumas per visą stebėjimo laikotarpį – 31 ind./100 m<sup>2</sup> (6 pav.).

Stintų jauniklių gausumo 1995–2011 m. laikotarpio vidurkis 3,7 karto didesnis už 2012–2020 m. periodą (7 pav.).

Baltijos jūros priekrantės sėklių produktyvumo indikatorius - čia esanti žuvų biomasė, kuri mažėja dėl neaiškių priežasčių. Manoma, kad tam turi poveikį aplinkos sąlygų, druskingumo ar mitybinės bazės pokyčiai. Bendros žuvų biomasės LIEZ priekrantės sėkliuose 1995–2011 m. periodo vidurkis buvo net 2 kartus didesnis už 2012–2020 m. laikotarpį (8 pav.).

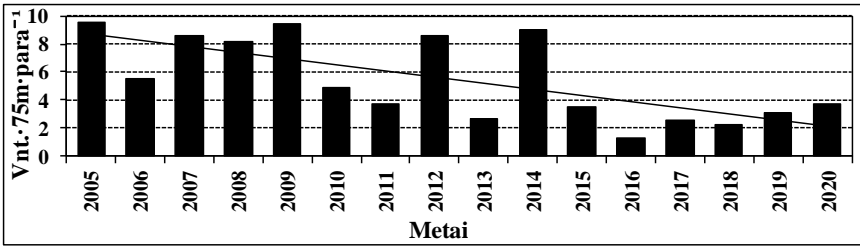


1 pav. Žuvų gaudymo rajonas: priekrantės verslinės žvejojimo barai ir monitoringo stotys (15, 16 ir 28 žvejojimo barai), kuriuose rinkti duomenys.

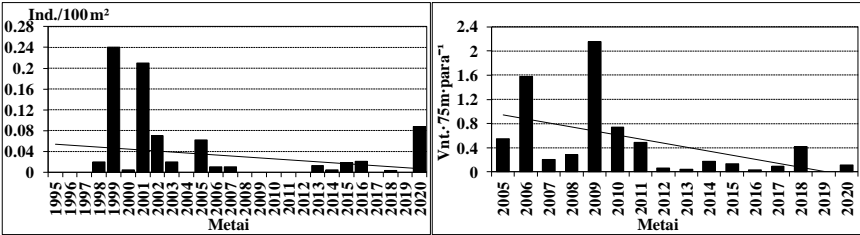


2 pav. Žuvų jauniklių tyrimų vietos.

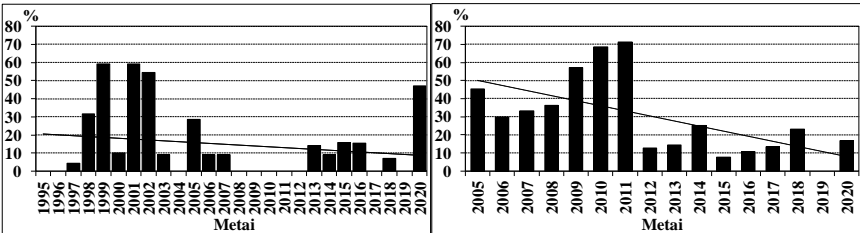
Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga



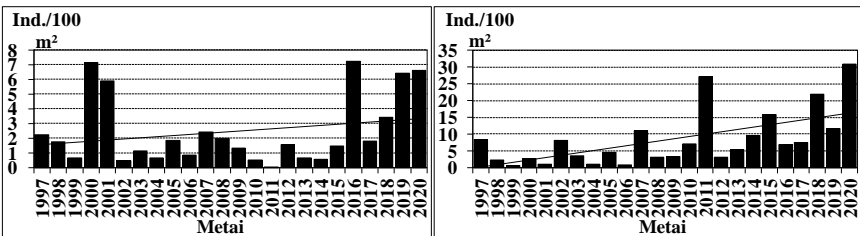
3 pav. Suaugusių žiobrių gausumo dinamika LIEZ priekrantėje.



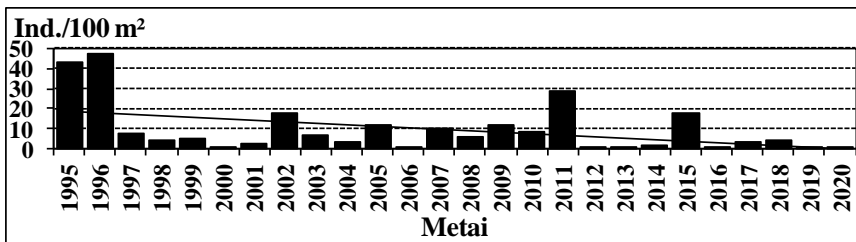
4 pav. Perpelių jauniklių (kairėje) ir subrendusių individų (dešinėje) gausumo dinamika Lietuvos priekrantėje.



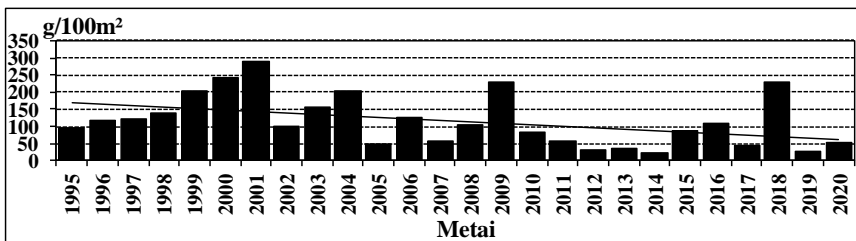
5 pav. Perpelių jauniklių (kairėje) ir suaugėlių (dešinėje) aptinkamumas (%) Lietuvos priekrantėje.



6 pav. Otų (kairėje) ir upinių plekšnių (dešinėje) jauniklių gausumo dinamika (ind./100 m<sup>2</sup>) Lietuvos priekrantės sėkliuose.



7 pav. Stintų jauniklių gausumo dinamika (ind./100 m<sup>2</sup>) Lietuvos priekrantės sėkliuose.



8 pav. Bendra žuvų biomasės dinamika (g/100m<sup>2</sup>) Lietuvos priekrantės sėkliuose.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Suaugusių žiobrių gausumo indekso vidurkis 2015–2020 m. buvo 2,6 kartų mažesnis negu 2005–2014 m.

Perpelių jauniklių gausumo 2013–2020 m. periodo vidurkis buvo 4,5 karto mažesnis negu 1999–2005 m. periodo. Suaugusių perpelių gausumo vidurkis už 2013–2020 m. buvo 7,2 karto mažesnis negu 2005–2011 m. laikotarpyje.

Perpelių jauniklių aptinkamumo 1999–2005 m. periodo vidurkis 2 kartus didesnis negu 2013–2020 m., o suaugusių perpelių aptinkamumo 2005–2011 m. periode – 3,6 kartų didesnis už 2013–2020 m. laikotarpį.

Otų jauniklių gausumo 2012–2020 m. laikotarpio vidurkis 1,6 karto didesnis už 1997–2010 m. periodą. Daug vilčių suteikia paskutinių metų gausios jauniklių kartos, iš kurių vėliau tikimasi otų išteklių pagausėjimo.

2020 m. nustatytas didžiausias upinių plekšnių žuvų jauniklių gausumas per visą stebėjimo laikotarpį – 1997–2020 m. (31 ind./100 m<sup>2</sup>).

Stintų jauniklių gausumo 1995–2011 m. laikotarpio vidurkis 3,7 karto didesnis už 2012–2020 m. periodą.

Nustatyta, kad Baltijos jūros priekrantės sėklių produktyvumo indikatorius – čia sugaunamų žuvų biomasė, kuri turi tendenciją mažėti. Manome, kad šie pokyčiai nulemti bendros Baltijos jūros būklės pokyčių ir parodo pasikeitimus ekosistemoje.

## **Literatūra**

- Gaigalas K. 2001. Kuršių marių baseino žuvis ir žvejyba. Klaipėda: Eglė. 30–32 p., 58 p., 129 p.
- Maksimovas J., Pišėikas V., Statkus R. ir kt. 2000. Plekšninių ir kitų žuvų jauniklių biomasės, jos pasiskirstymo ir mitybos vietų Baltijos jūros Lietuvos ekonominės zonos priekrantėje tyrimai. LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorijos ataskaita. 65 p.
- Thoresson G. 1993. Guidelines for coastal monitoring (Fishery biology). Kustrapport, 36 p.
- Virbickas J. 1986. Lietuvos žuvis. Vilnius: Mokslas. 116 p., 118 p.

## **DIRBTINIŲ PLAUKIOJANČIŲ SALŲ ĮRENGIMO, PALAIKYMO IR PRIEŽIŪROS PRAKTIKA LIETUVOS VANDENYSE**

**Jūratė Lesutienė<sup>1</sup>, Žilvinas Grigaitis<sup>2</sup>, Renata Pilkaitytė<sup>1</sup>, Artūras  
Tadžijevas<sup>1</sup>, Artūras Razinkovas-Baziukas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup>Kuršių nerijos nacionalinis parkas, Neringa  
*jurate.lesutiene@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Dirbtinės plaukiojančios šlapynės arba salos (toliau – DPS) dešimtmečiais buvo taikomos kaip priemonė buitinių nuotekų arba lietaus nuotekų valymo procese (Jason ir kt. 2019, Borne 2014, Barco ir Borin 2020). Tačiau vis dažniau DPS pripažįstamos kaip gamta pagrįstas sprendimas (angl. *Nature based solution*), kuris tarnauja įvairiems kitiems tikslams, tokiems, kaip, pavyzdžiui, maistinių medžiagų (azoto ir fosforo) bei teršalų šalinimui vandens telkiniuose, pakrančių apsaugai, buveinių ir biologinės įvairovės atkūrimui (Pavlineri ir kt. 2017). DPS tapo populiarios ypač stirpiai pakeistuose gėluose vandens telkiniuose (Chang ir kt. 2013, Ning ir kt. 2014) atkuriant ekosistemines paslaugas (Olguín ir kt. 2017). Įsikūrė komercinės įmonės gaminančios salas (pvz. BioHaven®, Biomatrix®, AquaGreen®, Beemats®). Jūros pakrančių vandenyse DPS praktinio taikymo vis dar trūksta, pirmieji instaliacijų bandymai susiduria su įvairiasiais iššūkiais, tačiau yra įdomūs ir perspektyvūs (Sanicola ir kt. 2019, Karstens ir kt. 2021).

DPS kūrimas galėtų prisidėti įgyvendinant 2013 m. Komisijos patvirtintą ES žaliosios infrastruktūros strategiją. Žaliosios infrastruktūros vystymas skatinamas įvairiose ES politikos srityse. „*Žalioji infrastruktūra* (toliau – ŽI) - strategiškai suplanuotas gamtinių ir pusiau gamtinių zonų tinklas, kuriame kiti aplinkos objektai suprojektuoti ir tvarkomi siekiant sudaryti sąlygas įvairioms ekosistemų funkcijoms. Ji apima žaliąsias zonas (arba mėlynąsias, jei tai jūrinės ekosistemos) ir kitus fizinius sausumos (įskaitant pakrantes) ir jūrinius objektus.“ (Komisijos komunikatas, 2013) ŽI tai ne tik egzistuojantis gamtinis karkasas (Natura 2000 tinklas), bet ir gamta paremti sprendimai – dirbtinės ekosistemos (pelkės, šlapžemės), jų elementai (dirbtinės salos, žalieji stogai, natūralizuoti lietaus kanalizacijos grioviai, oro taršą mažinantys želdynai, žaliosios sienelės ir pan.), vandens telkinių buferinės zonos sumažinančios maistmedžiagų ir teršalų nuotėkį į vandens telkinius, kiti biologinę įvairovę gausinantys kraštovaizdžio elementai. ŽI kūrimas tai būdas pagausinti ekosistemines paslaugas, padidinti gamtinio kapitalo vertę teritorijoje. Ypač

reikšminga degradavusiose teritorijose arba ten kur vyrauja „pilkoji“ infrastruktūra.

**Metodai.** Lietuvoje dvi pirmosios DPS instaliuotos 2019 m., įgyvendinant LiveLagoons (SB Interreg programos) projektą. Vėliau instaliuotos dar trys salos Klaipėdos ir Šiaulių miestų vandens telkiniuose (1 lentelė). Jono kalnelio apsauginėje fosoje instaliuotos salos palaikymą parėmė Klaipėdos miesto savivaldybės administracija, Šiaulių miesto Talšos ežere instaliuotos salos gamybą ir apsodinimą inicijavo ir finansavo privati kompanija (UAB Aviatric MRO). Papildomai, Jono kalnelio fosos salai įrengti 2020 m. paskelbta sutelktinio finansavimo kampanija. Tačiau buvo surinkta nepakankamai lėšų, galimai dėl COVID-19 pandemijos. Kol kas anksti daryti išvadas apie privataus ir viešojo kapitalo panaudojimo galimybes šios ŽI vystymui ateityje. Kol salų gamybos ar importo kaštai išlieka nemaži, didesnė tikimybė, kad salas įsigys privatūs asmenys ar įmonės.

Salų įrengimui leidimus išduoda vietos savivaldybė. Vietos parinkimas atliekamas laikantis šių pagrindinių kriterijų: saugumas – netrukdyamas vandens ir rekreaciniam transportui; hidrologinės ir hidrodinaminės sąlygos (gylis, vandens lygio svyravimas, srovės, bangavimas); vietos pasiekiamumas, salos vizualinis vaizdas stebėtojams nuo kranto ir kt.

*1 lentelė*

Dirbtinių plaukiojančių salų sąrašas

Nr.	Vieta	Instaliacijos data	Salos plotas, m <sup>2</sup>	Gamintojas
1	Kuršių marios, šiaurinė dalis (Nidos–Smiltynės pl. 14 km)	2019 05 07	28	Biomatrix, Škotija
2	Kuršių marios, Gintaro j. Juodkrantė	2019 05 14	24	Biomatrix, Škotija
3	Jono kalnelio apsauginė fosa, Klaipėda	2020 06 29	24	Biomatrix, Škotija
4	Talšos ežeras, Šiauliai	2021 07 09	~8	Jūros tyrimų institutas, Mechanikos ir jūrų inžinerijos laboratorija, Lietuva
5	Žardininkų tvenkinys, Reikjaviko miesto parkas, Klaipėda	2021 07 28	14	Jūros tyrimų institutas, Mechanikos ir jūrų inžinerijos laboratorija, Lietuva



*1 pav.* Dirptinės plaukiojančios salos Gintaro įlankoje (a), Jono kalnelio apsauginėje fosoje (b), naujajame Žardininkų tvenkinyje Klaipėdos miesto parke (c).

**Rezultatai ir jų aptarimas.** Saugomoje teritorijoje, t. y. Kuršių nerijos nacionaliniam parkui priklausančioje pakrantės dalyje, instaliuotos salos apsodinamos tik vietinių rūšių augalais, miestų tvenkinių salos apsodintos ir egzotiniais-dekoratyviais augalais. Salų konstrukcija yra pakankamai tvirta ir atspari bangų poveikiui, tačiau dėl ledonešio Kuršių marių šiaurinėje dalyje atviroje pakrantėje instaliuota sala žiemai nutempama į netoli esančią Gintaro įlanką. Uždarose akvatorijose ledo reiškiniai neturi reikšmingos įtakos salų konstrukcijai ir augalų augimui. Per stebėjimų laikotarpį, t. y. 2019–2021 m., pasitaikė atvejų, kai atitrūko ir buvo nuplautas vienas salos segmentas; sala pajudėjo iš vietos dėl nepakankamai tvirto inkaravimo.

Pasodinti augalai saloje išsisknyja ir suauga labai sparčiai. Kuršių mariose gerai auga dauguma pasodintų rūšių: viksvos (*Carex acutiformis*), liekninis viksvameldis (*Scirpus sylvaticus*), siauralapis švendras (*Typha angustifolia*), ežerinis meldas (*Shoenopectus lacustris*), geltonasis vilkdalgis (*Iris pseudacorus*). Pastebima ir nemažai savaiminių rūšių (*Eupatorium*, *Rumex*, *Ranunculus*, *Petasites* ir kt.), netgi alksnių (*Alnus*) ūglių. Miestų salose kartu su vietinėmis rūšimis bandoma įveisti ir egzotinių rūšių, ar dekoratyvių žolinių augalų veislių (*Phragmites karka* Variegata, *Glyceria maxima* Variegata), žydinčių augalų (*Iris pseudacorus*, *Pontederia cordata*, *Lysichiton camtschatcensis*, *Thalia dealbata*), kinrožių (*Hibiskus mosquitos*), pelkinių kiparisų (*Taxodium distichum*). Jono kalnelio saloje 2021 m. pavasarį savaimė išaugo keletas puikūnų individų (*Mimulus guttatus*). Greičiausiai sėklos pateko kartu su įsigytais sodinukais sodo prekių parduotuvėje. Ši rūšis, nors aptinkama jau nuo 19 a., Europoje yra įtraukta į invazinių rūšių duomenų bazę NOBANIS (Tokarska-Guzik, ir Dajdok, 2010), tačiau Lietuvoje nėra įtraukta į invazinių organizmų sąrašą (LR Aplinkos ministro Įsakymas, 2016). Kadangi vandens aplinka yra ypač palanki invazinių rūšių plitimui, būtina stebėti savaiminių augalų rūšių atsiradimą DPS ir juos naikinti.

Miesto vandens telkiniams būdingas didelis didžiųjų ančių tankumas, tačiau natūralių pakrančių buveinių labai trūksta. DPS yra ypač patraukli buveinė šiems paukščiams, jų poilsui, mitybai ir lizdaviečių įsikūrimui. Tačiau antys gali padaryti didelę žalą augalams ir sumenkinti DPS estetinį vaizdą. Paukščių poveikiui sumažinti nepakanka tokių priemonių kaip ultragaršiniai gyvūnų atbaidymo prietaisai, aitvarai; būtina įrengti apsauginę tvorelę. Vis dėlto, visuomenė labai palankiai priima paukščius ir jiems „skirtas“ naujas buveines, todėl ateityje reikėtų numatyti apželdinimo metodus, kurie nereikalautų salos aptvėrimo ir visiško izoliavimo nuo paukščių. Galimai tam pasitarnautų tam tikrų augalų rūšių, atsparesnių nuskabymui, pasirinkimas.



**Išvados.** DPS technologija nereikalauja ypatingų priežiūros pastangų, tačiau reguliari stebėseną yra būtina. Kuršių nerijos nacionalinio parko teritorijoje Gintaro j. įrengta sala nuolat stebima nuotoline vaizdo kamera. Ši stebėseną pasitarnauja ir vertinant paukščių įvairovę, stebint augalų augimą ir kt. Kuršių marių šiaurinėje dalyje instaliacijos vietoje atliekamas kranto linijos ir dugno morfometrijos monitoringas, nustatyti salos poveikį kranto ardymo procesui. Stebėsenai ir salų poveikio aplinkai vertinimui galėtų būti atlikti išsamesni moksliniai tyrimai.

**Padėka.** Šiuos tyrimus finansuoja LiveLagoons projektas <http://www.balticlagoons.net/livelagoons/>; Interreg South Baltic Programme 2014–2020, the Programme uses resources from the European Regional Development Fund.

## Literatūra

- Barco A., Borin M. 2020. Treatment performances of floating wetlands: A decade of studies in North Italy. *Ecological Engineering*, 158, 106016.
- Borne K.E. 2014. Floating treatment wetland influences on the fate and removal performance of phosphorus in stormwater retention ponds. *Ecological Engineering*, 69, 76–82.
- Chang N.B., et al. 2013. Exploring hydrobiogeochemical processes of floating treatment wetlands in a subtropical stormwater wet detention pond. *Ecol. Engineering*, 54, 66–76.
- Karstens S., et al. 2021. Constructed floating wetlands made of natural materials as habitats in eutrophicated coastal lagoons in the Southern Baltic Sea. *Journal of Coastal Conservation*, 25, Article number: 44.
- Komisijos komunikatas, 2013. Žalioji infrastruktūra. Europos gamtinio kapitalo puoselėjimas, COM/2013/0249 final
- LR aplinkos ministras, Įsakymas dėl Lietuvos respublikos aplinkos ministro 2004 m. rugpjūčio 16d. įsakymo nr. D1-433 „dėl invazinių Lietuvoje organizmų rūšių sąrašo patvirtinimo ir dėl kai kurių aplinkos ministro įsakymų pripažinimo netekusiais galios“ pakeitimo 2016 m. lapkričio 28 d. Nr. D1-810, Vilnius.
- Jason B.K., et al. 2019. Tanner Floating treatment wetlands supplemented with aeration and biofilm attachment surfaces for efficient domestic wastewater treatment *Ecological Engineering*, 139, 105582
- Ning D., et al. 2014. Effect of eco-remediation using planted floating bed system on nutrients and heavy metals in urban river water and sediment: a field study in China, *Science of the Total Environment*, 485–486, 596–603.
- Olguín E.J., et al. 2017. Long-term assessment at field scale of Floating Treatment Wetlands for improvement of water quality and provision of ecosystem services in a eutrophic urban pond. *Science of the Total Environment*, 584–585, 561–571.
- Pavliner N., et al. 2017. Constructed Floating Wetlands: A review of research, design, operation and management aspects, and data meta-analysis. *Chemical Engineering Journal*, 308, 1120–1132.
- Sanicola O., et al. 2019. Root and Shoot Biomass Growth of Constructed Floating Wetlands Plants in Saline Environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 275.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z. 2010. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Mimulus guttatus*. – Internetinė prieiga: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), 19/08/2021.

## MAKROPLASTIKO ĮVAIROVĖS IR PASISKIRSTYMO STATISTINĖ ANALIZĖ ŠPICBERGENO CENTRINĖS DALIES LITORALĖJE

**Mantas Liutkus, Sergej Olenin**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

*mantas.liutkus@ku.lt*

**Įvadas.** Kiekvienais metais dėl žmonių veiklos didžiuliai kiekiai šiukšlių patenka į jūras. Šioms šiukšlėms priklauso visi ilgai nesuyrantis, žmonių pagaminti objektai, išmesti į jūras, atplukdyti upėmis ar nuotekų vamzdynais. Atviruose vandenyse šios šiukšlės srovių yra išnešiojamos po visą vandenyną ir gali būti išplautos bet kurioje planetos vietoje (Dagevos et al., 2013). Šios šiukšlės tapo didele ekologine problema jūrinėms ir pakrančių ekosistemoms bei finansine našta pakrančių bendruomenėms (Bergmann et al., 2015). Bandant spręsti šią problemą pasaulyje pradėtos steigti jūrą teršiančių šiukšlių monitoringo programos, kurios siekia identifikuoti randamas šiukšles, jų kilmės šaltinius bei bendrą kiekį, esantį jūrose. Tikimasi, kad tai išplės žinias ir supratimą apie šį taršos tipą ir sumažinti jos žalą (Schulz et al., 2017).

Šiukšlių tyrimai Arktyje, šiuo atveju Svalbardo salyno didžiausioje saloje Špicberгене, yra ypač perspektyvūs, nes dėl mažo vietinių gyventojų skaičiaus ir ribotos žmonių veiklos regione jame aptinkamas mažas kiekis vietinės kilmės šiukšlių. Taigi, tikėtina, jog vykdant jų paiešką šiose pakrantėse dauguma rastų šiukšlių buvo atplukdytos vandenyno srovėmis iš kitų regionų.

**Metodai.** Šis tyrimas remiasi ADAMANT projekto ekspedicijos Svalbarde, vykusios 2019 metų liepos 23–30 dienomis, sukauptu nuotraukų archyvu (<https://www.iopan.pl/projects/Adamant/Macroplastic-2019.xlsx>). Tyrimo objektas – makroplastiko šiukšlės, išplautos į krantą vakarinėse Špicbergeno salos pakrantėse. Ekspedicijos metu buvo ištirti 9 pakrantės ruožai vakarinėje salos dalyje, iš kurių šeši buvo pagrindinio centrinio Špicbergeno fiordo, Isfjordeno, mažose įlankose: Gipsvika, Gipshukoden, dvi Yoldiabukta įlankoje (šiaurinėje dalyje ir pietinėje), Borebukten ir Tryghama, o kiti trys: Eidembukta, St. Jonsfjorden ir Dahlbrebukta buvo greta esančiame Forlandsundetso sąsiauryje (1 pav.).



1 pav. Žemėlapis, parodantis šiukšlių tyrimų vietas (raudoni keturkampiai) ir regione esančias gyvenvietes (žali apskritimai), ADAMANT projekto ekspedicijos metu, 2019.

Kiekvieno ruožo tyrimai daryti atoslūgio metu, tačiau dėl vietos aplinkybių tai ne visada buvo pilnas atoslūgis. Išsilaipinus į kiekvieną pakrantę buvo užfiksuojamos ruožo pradžios koordinatės. Einant palei krantą buvo fotografuojami rasti antropogeninės kilmės objektai (2 pav.), o jų radimo vietas užfiksuojamos GPS koordinatėmis OLYMPUS skaitmenine kamera. Iš viso buvo ištirtas 10810 metrų pakrantės ruožas.



2 pav. Pakrantėje rastų objektų pavyzdžiai.

Rasti objektai suskirstyti pagal radavietę ir suklasifikuoti naudojantis klasifikacijos sistema (nuotraukų katalogą), skirta į pakrantes išmetamų šiukšlių stebėjimams Europoje standartizuoti (OSPAR 2010).

Kiekvienas pakrantės ruožas suskirstytas į 100 metrų ilgio atkarpas – mėginius, iš viso išskirti 108 mėginiai. Tuomet apskaičiuotas makroplastiko objektų kiekis kiekviename iš jų bei jų bendra koncentracija.

Siekiant įvertinti, nuo kokių veiksnių priklausė makroplastiko objektų kiekis ir įvairovė, buvo apskaičiuotos ruožams būdingos charakteristikos, nes nustatyta, kad šie veiksniai turi įtakos jūros išplauto makroplastiko šiukšlių gausumui ir įvairovei (Kataoka et al. 2013; Thiel et al., 2013; Leite et al. 2014; Schöneich-Argent et al. 2019):

- atstumas iki atviro vandenyno kilometrais (atstumas nuo tyrimų ruožo iki bendro taško, kuris laikomas vandenyno pradžia);
- maksimalus tyrimų ruožą pasiekiančių bangų įsibėgėjimo atstumas (kilometrais) ir kryptis;
- atstumas (kilometrais) iki trijų centriniame Svalbarde egzistuojančių gyvenviečių: Longjyrbienu, Barenburgo ir Pyramidenos;
- mėginiuose užfiksuotas vyraujantis substrato tipas;
- mėginio buvimas nedideliuose „kyšuluose“ ar užtekiuose (kranto forma mikroskalėje).

Visi atstumai buvo apskaičiuoti pasinaudojant internetinio tinklalapio TopoSvalbard (TopoSvalbard 2021) įrankiais. Makroplastiko priklausomybė nuo substrato tipo nustatyta suskirsčius mėginius pagal kiekviename vyraujanti substrato tipą – į akmenuotus ir smėlingus. Skirtingi substrato tipai nustatyti pasinaudojant tuo pačiu nuotraukų archyvu surinktu makroplastiko paieškos metu. Taip pat tikrinta ar makroplastiko pasiskirstymas priklauso kranto formos mikro skalėje. Šįsų mėginiai buvo skirstomi pagal kranto formos į esančius „kyšuluose“, „ilankose“ ir tuos, kuriuose „tiesus krantas“. Ryšys tarp makroplastiko objektų kiekio ir jų veikiančių parametrinių faktorių įvertintas Pirsono koreliacijos koeficientu, o ne parametrinių faktorių – neparametriniu Vilksono testu. Visos statistinės analizės atliktos naudojant statistikos programą R (<https://www.r-project.org/>).

**Rezultatai ir jų aptarimas.** Tyrimo metu pakrantėje buvo užfiksuotas 251 objektas. Iš jų 226 (90 %) priklauso plastiko kategorijai. Rasti makroplastiko objektai buvo suklasifikuoti į 26 kategorijas, t. y. buvo rasta mažiau nei pusė iš 57 galimų plastiko, polistirolo ir kitos sintetikos kategorijų, išvardintų OSPAR (2010) nuotraukų kataloge. Tarp rastų objektų vyravo makroplastiko nuolaužos, buitinės šiukšlės (butelių kamšteliai, polisterolo gabalai) ir žvejybos reikmenys (virvės, tinklų liekanos). Daugiausia, apie

30 %, makroplastiko priskirta OSPAR #46 kategorijai, tai yra neatpažintoms plastikinėms nuolaužoms, didesnėms nei 2,5 cm.

Vidutiniškai visuose tirtuose pakrantės ruožuose rasta apie  $1,9 \pm 0,4$  makroplastiko objektai per 100 m. Didžiausias makroplastiko kiekis užfiksuotas Eidembukta ruože ( $4,6 \pm 1,5$ ), o mažiausias – Trygghamna ( $0,2 \pm 0,1$ ).

Apskaičiavus koreliacinę matricą tarp makroplastiko kiekio ir kiekvienam ruožui būdingų charakteristikų išryškėjo šios tendencijos: rasta vidutinė teigiama koreliacija ( $p=0,012$ ) bangų įsibėgėjimo atstumo ir objektų kiekio ruožuose (0,369). Taip pat atrasta vidutinė neigiama koreliacija ( $p=0,0001$ ) tarp ruožų atstumo iki atviro vandens bei makroplastiko objektų kiekio (-0,421). Jokios statistiškai reikšmingos koreliacijos tarp makroplastiko kiekio ruožuose ir atstumo iki gyvenviečių Svalbarde nebuvo pastebėta.

Suskirsčius mėginius pagal kiekviename vyraujančią substrato tipą, buvo pastebėta, kad žymiai daugiau makroplastiko randama paplūdimiuose su smulkesniais substrato tipais ( $p=0,008$ ). Smėlėtame paplūdimyje makroplastiko kiekiai yra žymiai didesni nei akmenuotame ( $2,9 \pm 0,7$  ir  $0,9 \pm 0,2$  objekto per 100 m.). Galima iškelti hipotezę, kad makroplastiko kiekis atokiose Arkties regionuose priklauso nuo pakrantės veikiančių hidrologinių veiksnių nulemiančių paplūdimių akumuliaciją arba eroziją. Kitaip tariant, makroplastiko objektai, išplauti akumuliaciniuose paplūdimiuose, linkę kauptis kaip ir smulkūs nešmenys, o – akmenuotuose paplūdimiuose yra išplaunami.

Suskirsčius mėginius pagal kranto formas buvo pastebėta, kad didesni makroplastiko kiekiai aptinkami įlankose. Ši tendencija yra statistiškai reikšminga ( $p=0,007$ ). Taip pat įvertinant kiekvienos kranto formos dydį pagal mėginių vidurio taško atstumą nuo tarp mėginių ribos išvestų tiesių (kuris apytikriai svyravo nuo -50 iki 30 metrų), buvo nustatyta silpna koreliacija tarp makroplastiko kiekio ir kranto formos išsikišimo (-0,346). Makroplastiko kiekiai (nedidelėse iki 100 metrų kranto formose) įlankose svyravo nuo  $0,8 \pm 0,3$  objektų per 100 m. Kyšuliuose iki  $1,8 \pm 0,5$  objektų per 100 m. Tiesiuose paplūdimiuose ir  $3,3 \pm 1,0$  objektų per 100 m.

#### **Išvados.**

- Identifikavus tirtuose ruožuose rastus objektus nustatyta, kad 90 % vakarinėse Špicbergeno pakrančių dalyse rastų objektų priklauso makroplastiko kategorijoms.
- Nustatyta, kad vidutinė makroplastiko objektų koncentracija ištirtuose 100 metrų mėginiuose yra  $1,9 \pm 0,4$  objekto.

- Makroplastiko kiekiai turi tendenciją didėti esant mažesniai atstumui iki atviro vandenyno, bei didesniai bangų įsibėgėjimo atstumui.
- Rasti statistiškai reikšmingi ryšiai tarp makroplastiko objektų kiekių ir paplūdimio substrato tipo ir kranto formos mikroskalėje. Vidutinis makroplastiko objektų kiekis akmenuotose pakrantėse yra  $0,9 \pm 0,2$  per 100 m.; o smėlėtuose –  $2,9 \pm 0,7$  per 100 m. Vidutinis makroplastiko objektų kiekis įlankose  $3,3 \pm 1,0$  per 100 m.; tiesiuose paplūdimiuose –  $1,8 \pm 0,5$  per 100 m.; o kyšuliuose –  $0,8 \pm 0,3$  per 100 m.

**Padėka.** Autoriai dėkoja dr. Andriui Šiauliui už patarimus dėl makroplastiko kiekių įvertinimo metodikos; doktorantui Edvinui Tiškui už suteiktus duomenis apie Špicbergeno pakrantes, kuri buvo panaudota GIS analizėje; doc. dr. Martynui Bučui už pagalbą parenkant tinkamus statistinės analizės metodus turimiems duomenims.

## Literatūra

- Bergmann M. 2015. Marine Anthropogenic Litter. University of Gothenburg. Springer International Publishing p. 1–447 48.
- Dagevos J.J., Hougee M., Van Franeker J.A., et al. 2013. OSPAR Beach Litter Monitoring in the Netherlands First annual report 2002–2012. Stichting de Noordzee Report BLM. afv-2310. Stichting de Noordzee, Utrecht, 36 pp.
- Kataoka T., Hinata H., Kato S. 2013. Analysis of a beach as a time-invariant linear input/output system of marine litter. Marine pollution bulletin, 77(1–2), 266–273.
- Leite A.S., Santos L.L., Costa Y., et al. 2014. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. Marine pollution bulletin, 81(1), 242–247.
- OSPAR Commission. 2010. Photo Guide for visual identification and categorization of litter on the beaches in the OSPAR Maritime Area. Edition 1.0
- Schulz M., van Loon W., Fleet D.M., et al. 2017. OSPAR standard method and software for statistical analysis of beach litter data. Marine pollution bulletin, 122(1–2), 166–175.
- Schöneich-Argent R.I., Hillmann F., Cordes D., et al. 2019. Wind, waves, tides, and human error? – Influences on litter abundance and composition on German North Sea coastlines: An exploratory analysis. Marine pollution bulletin, 146, 155–172.
- Thiel M., Hinojosa I.A., Miranda L., et al. 2013. Anthropogenic marine debris in the coastal environment: a multi-year comparison between coastal waters and local shores. Marine pollution bulletin, 71(1–2), 307–316.
- Toposvalbard. 2021. Online information resource: <https://toposvalbard.npolar.no/> [peržiūrėta 2021-08-16].

## POVANDENINIŲ VAIZDO ĮRAŠŲ MOZAIKŲ NAUDOJIMAS LYGINAMAJAI DUGNO BENTOSO BENDRIJŲ ANALIZEI ARKTIES FJORDŲ VIRŠUTINĖJE SUBLITORALĖJE

**Saulė Medelytė, Andrius Šiaulys, Darius Daunys, Sergej Olenin**

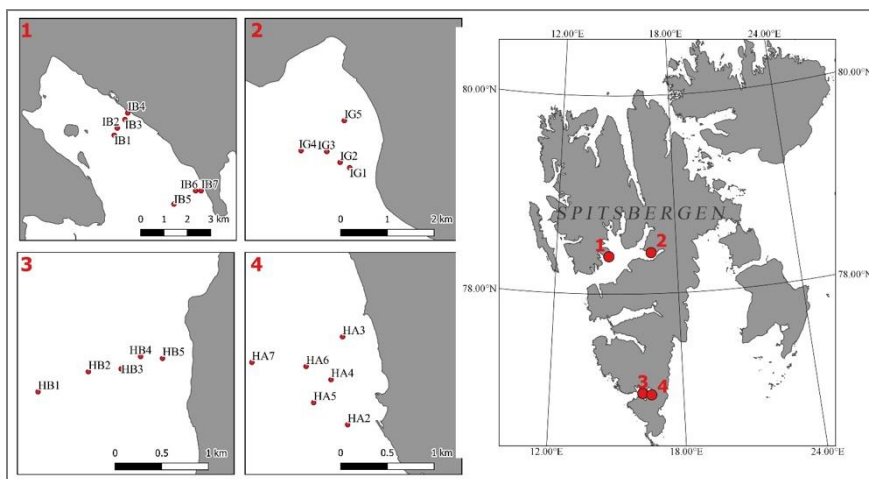
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*saule.medelyte@ku.lt*

**Įvadas.** Paskutinius dešimtmečius vidutinė Žemės temperatūra kilo dramatiškai. Nesustabdomai tirpstantys Arkties ledynai keičia priekrantės reljefą ir vandenynus, darydami ryškų poveikį jūros ir sausumos organizmams. Intensyvaus ledo tirpsmo metu į jūros vandenį išplaunami dideli organinės medžiagos ir gėlo vandens kiekiai (Włodarska-Kowalczuk, Pearson, 2004), o besitraukiant ledynui viršutinėje sublitoralėje, kurioje anksčiau ledo gremžimo poveikis buvo jas limituojantis veiksnys (Węśławski et al., 2010), atsiranda vis naujų, iki tol neprieinamų bentosinių buveinių. Šio proceso tyrimas yra svarbus norint suprasti procesus, vykstančius Arkytyje. Tačiau sudėtinga dugno topografija ir plaukiojantis ledas žymiai apsunkina tradicinių (gruntortraukiu, nardant) mėginių ėmimo metodų naudojimą ir verčia ieškoti alternatyvių mėginių ėmimo būdų. Vienas iš tokių – pastaraisiais dešimtmečiais populiarėjančios povandeninės vaizdinės technologijos, jau ne kartą įrodžiusios savo galimybes sunkiai prieinamose vietose (Kędra et al., 2013; Sswat et al., 2015). Nuotoliniu būdu valdomos vaizdo kameros leidžia užfiksuoti organizmus, gyvenančius ant jūros dugno, *in situ*, o iš vaizdo įrašų sudarytos ir transektos atkarpa fiksuojančios mozaikos suteikia galimybę įvertinti didesnę mėginio ėmimo plotą nei įprasti metodai. Visgi iš vaizdo įrašų sudarytos mozaikos kol kas dar nebuvo pritaikytos Svalbarde, o pagrindinis dėmesys įprastiniams makrozoobentos tyrimams Špicbergene yra skiriamas makrofaunai, esančiai Kongsfjordeno fjorde (Jørgensen and Gulliksen, 2001, Włodarska-Kowalczuk et al., 2005). Šio tyrimo tikslas – panaudojant povandeninių vaizdo įrašų mozaikų metodą, nustatyti tirpstančio ledyno poveikyje esančių sublitoralės makrozoobentos pasiskirstymo dėsningumus dviejuose vakarų Svalbardo regionuose (Hornsunde ir Isfjordene).

**Metodai.** Darbe naudoti 2018 m. ir 2019 m. vasaros ekspedicijų metu Jūros tyrimų instituto mokslininkų surinkti duomenys vakarų Špicbergene esančiose Borebuktos, Gipvikos, Burgerbuktos, ir Adriabuktos įlankose (1 pav.). Darbo metu iš vakarų Svalbardo įlankose surinktos 3 valandų trukmės vaizdo medžiagos buvo sukurtos 148 vaizdo įrašų mozaikos, iš kurių,

pasitelkus Arkties floros ir faunos taksonomijos ekspertų pagalbą, buvo identifikuoti 33 biologiniai ir biofiziniai požymiai arba morforūšys (*sensu* Oliver, Beattie, 1994), t. y. skirtingo taksonominio rango (nuo rūšies iki tipo) objektai, kuriuos galima lengvai ir kiek įmanoma tiksliai identifikuoti iš vaizdo medžiagos.

Buvo lyginamos Isjordeno ir Hornsundo fjordų įlankos, esančios ledyno tirpsmo zonoje (Borebukta, Burgerbukta), su įlankomis, esančiomis laisvoje nuo ledynų zonoje (Gipsvika, Adriabukta). Mozaikose buvo nustatomos morforūšys ir jų kiekis. Siekiant suprasti kaip ledyno tirpsmas įtakoja dugno bendrųjų funkcinę struktūrą, morforūšys buvo suskirstytos pagal judėjimo tipą ir mitybos būdą (Macdonald ir kt., 2010; Degen, Faulwetter, 2019). Bendrijos išskirtos naudojantis hierarchinės klasterinės analizės rezultatais. Pagal hierarchinės klasterinės analizės išskirtas grupes buvo žiūrima, kuri morforūšis dominuoja sudarytoje grupėje, ir jei ši morforūšis ar keletas jų sudarė daugiau nei 70 % bendro santykinio gausumo grupėje, jos laikomos dominuojančiomis.

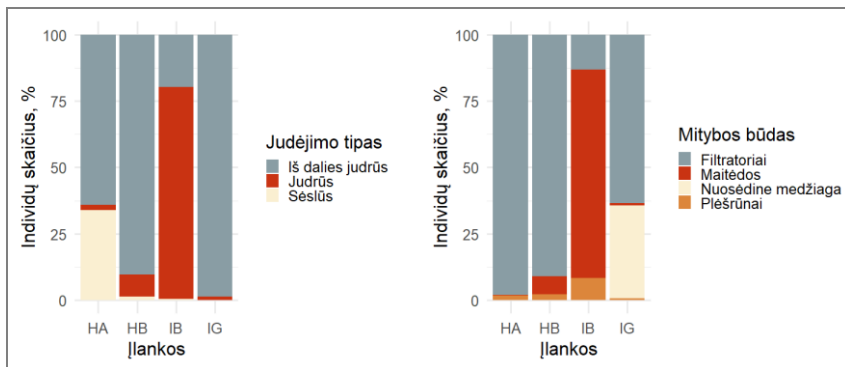


1 pav. Svalbardo tyrimo stočių žemėlapis, 2018 – 2019 m. pažymėtos povandeninės vaizdo medžiagos rinkimo vietos (Isfjorden: 1 – Borebukta, 2 – Gipsvika; Hornsund: 3 – Burgerbukta, 4 – Adriabukta).

**Rezultatai.** Gauti rezultatai parodė, jog Adriabuktos, Burgerbuktos ir Gipsvikos įlankose pagal mitybos būdą dominuoja filtratoriai, o Borebuktoje – visaėdžiai; pagal judrumą pirmose trijose įlankose vyrauja iš dalies judrūs, o Borebuktoje – judrūs organizmai (2 pav.).

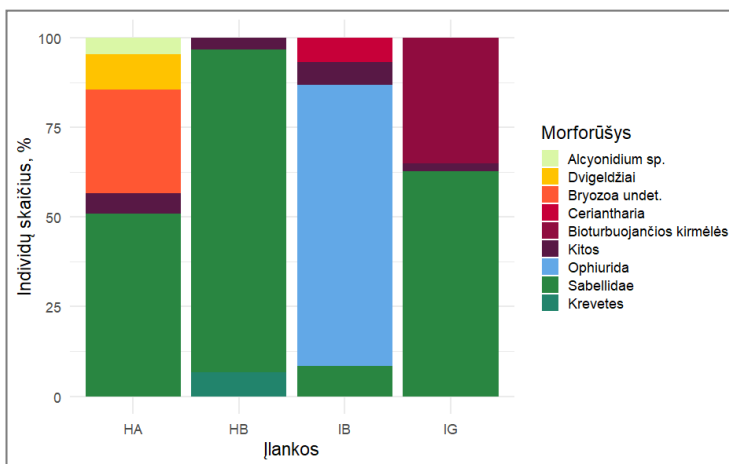


## Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga



2 pav. Santykinis individų gausumas suskirstytas įlankomis ir suklasifikuotas į dvi funkcinės grupės kategorijas: mitybos būdas, judėjimo tipas. Adriabukta (HA), Burgerbukta (HB), Borebukta (IB), Gipsvika (IG).

Didžiausius skirtumus tarp įlankų nulemia 8 tyrimų rajone dominuojančios morforūšys: Ceriantharia, dvigeldžiai, Sabellidae, ofiūros, bioturbuojančios kirmėlės, krevetės, samangyviai *Alcyonidium* sp. ir Bryozoa undet. individai. Burgerbuktos ( $54 \pm 84$  ind. trans.<sup>-1</sup>), Adriabuktos ( $49 \pm 68$  ind. trans.<sup>-1</sup>) ir Gipsvikos ( $25 \pm 34$  ind. trans.<sup>-1</sup>) įlankose dominuoja daugiašerės Sabellidae, įlankose sudarydamos > 50 % bendro santykinio individų gausumo įlankoje, o Borebuktoje – ofiūros ( $76 \pm 169$  ind. trans.<sup>-1</sup>), sudarydamos 78,4 % bendro santykinio individų gausumo įlankoje (3 pav.).



3 pav. Santykinis morforūšių gausumas įlankų transekte, procentais.

Nustatyta, jog įlankos pagal bendrijas skiriasi tarpusavyje (Global ANOSIM R: 0,758;  $p = 0,001$ ), o tirpstančio ledyno zona lemia didesnius skirtumus (Global ANOSIM R: 0,501;  $p = 0,001$ ) nei Isjordeno ir Hornsundo fjordų geografinė padėtis (Global ANOSIM R: 0,398;  $p = 0,001$ ). Pagal morforūšių dominavimą įlankų transektose buvo išskirtos 4 bendrijos: Sabellidae, bioturbuojančios kirmėlės, samangyvių ir dvigeldžių bendrija, bei ofiūrų bendrija.

**Rezultatų aptarimas ir išvados.** Esant vidutinio lygio aplinkos sutrikdymui Arkties fjorde dominuoja daugiašerės, gyvenančios vamzdelio formos nameliuose, ir judrios įvairaus dydžio rūšys (Włodarska-Kowalczuk, Pearson, 2004). Burgerbuktoje, veikiamoje tirpstančio ledyno, dominuoja daugiašerių klasės šeima Sabellidae, čia taip pat dažniau (lyginant su kitomis įlankomis) sutinkamos mobilios krevetės, o Borebuktoje, taip pat veikiamoje tirpstančio ledyno, dominuoja ofiūros Ophiurida. Dėl tirpstančio ledyno sukeltos intensyvios sedimentacijos sumažėja sėslių organizmų (Krzeminska, Kuklinski, 2018), dėl to daugumoje laisvojoje nuo tirpstančio ledyno zonoje esančių Adriabuktos transektų dominuoja sėslesnė fauna – Bryozoa undet. ir dvigeldžių bendrija. Gilesnėse Adriabuktos ir Gipsvikos transektose dominuoja Sabellidae bendrija, veikiausiai dėl to, kad natūraliomis sąlygomis ištirpusi organinė medžiaga yra linkusi akumuliuotis gilesniuose vandens sluoksniuose. Sekliausiose Gipsvikos transektose dominuoja bioturbuojančios kirmėlės, kurios, tikėtina, indikuoja apie smiltkirmio *Arenicola marina* biologinę veiklą. Ši rūšis įprastai gyvena netoli upių ar upelių potvynių atoslūgių zonoje, ten, kur gausu organinės medžiagos ir vandenilio sulfido (Alyakrinskaya, 2003), o Gipsvikos dugno spalva galimai rodo perteklinį vandenilio sulfido kiekį nuosėdose. Taigi labai tikėtina, kad būtent ši rūšis galėjo įsikurti Gipsvikos potvynių atoslūgio zonoje, su gėlo vandens prietaka iš netoliese ištekančios Gipsdalselvos upės.

Šis tyrimas rodo, kad dominuojančios bentos morforūšys ir funkcinės grupės, identifikuotos iš povandeninių vaizdų, yra pakankama aplinkos pokyčių stebėjimo technika morforūšių pasiskirstymui skirtingose įlankose vertinti bei gali atspindėti abiotinių sąlygų pokyčius, tokius kaip ledyno tirpimas.

**Padėkos.** Tyrimai vykdyti įgyvendinant dvišalio Lietuvos–Lenkijos bendradarbiavimo programos DAINA projektą ADAMANT „Arkties bentos ekosistemų kaita: ledyno tirpimo ir borealinių rūšių pernašos makroplastiku poveikis“ (Nr. S-LL-18-8), bei projektą DEMERSAL „Giluminiu mokymusi grįsta automatinė sistema jūros dugno vaizdų atpažinimui ir kiekybinei analizei“ (Nr. P-MIP-19-492). Dėkojame KU JTI mokslininkams, prisidėjusiems renkant šią vaizdo medžiagą – A. Šaškovui, M. Bučui ir E.

Tiškui, taip pat taksonomijos specialistams, prisidėjusiems prie Svalbardo bentoso organizmų identifikacijos: Jan Marcin Weslawski, Yuri Kantor, Alexey V. Golikov, Vasily A. Spiridonov, Aleksandr I. Kokorin, Vitaly L. Syomin, Josef Wiktor, Piotr Balazy ir Kajatan Deja.

## Literatūra

- Alyakrinskaya I.O. 2003. Some ecological features of the lugworm *Arenicola marina* L.(Annelida, Polychaeta) and its morphological and biochemical adaptations to burrowing. *Biology Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 30 (4), p. 411–418.
- Degen R., Faulwetter S. 2019. The Arctic Traits Database – a repository of Arctic benthic invertebrate traits. *Earth System Science Data* 11. p. 301–322.
- Hald M., Korsun S. 1997. Distribution of modern benthic foraminifera from fjords of Svalbard, European Arctic. *The Journal of Foraminiferal Research*, 27 (2), p. 101–122.
- Jørgensen L.L., Gulliksen B. 2001. Rocky bottom fauna in arctic Kongsfjord (Svalbard) studied by means of suction sampling and photography. *Polar Biology*, 24 (2), p. 113–121.
- Kędra M., Renaud P.E., Andrade H., et al. 2013. Benthic community structure, diversity, and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank). *Marine Biology*, 160 (4), p. 805–819.
- Krzeminska M., Kuklinski P. 2018. Biodiversity patterns of rock encrusting fauna from the shallow sublittoral of the Admiralty Bay. *Marine environmental research*, 139, 169–181.
- Macdonald T.A., Burd B.J., Macdonald V.I., et al 2010. Taxonomic and feeding guild classification for the marine benthic macroinvertebrates of the Strait of Georgia, British Columbia. *Fisheries and Oceans Canada= Pêches et océans Canada*. p. 1–69.
- Oliver I., Beattie A.J. 1996. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation biology*, 10 (1), p. 99–109.
- Sswat M., Gulliksen B., Menn I., et al. 2015. Distribution and composition of the epibenthic megafauna north of Svalbard (Arctic). *Polar Biology*, 38 (6), p. 861–877.
- Weslawski J.M., Wiktor J., Kotwicki L. 2010. Increase in biodiversity in the arctic rocky littoral, Sorkapland, Svalbard, after 20 years of climate warming. *Marine Biodiversity*, 40(2), 123–130.
- Włodarska-Kowalczyk M., Pearson T.H. 2004. Soft-bottom macrobenthic faunal associations and factors affecting species distributions in an Arctic glacial fjord (Kongsfjord, Spitsbergen). *Polar Biology*, 27(3), 155–167.

## **DIDŽIŲJŲ KORMORANŲ IR JUODAŽIOČIŲ GRUNDALŲ ĮTAKA LIETUVOS BALTIJOS JŪROS VERSLINIAMS ŽUVŲ IŠTEKLIAMS**

**Rasa Morkūnė, Airida Janavičiūtė, Tomas Zolubas,  
Julius Morkūnas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*rasa.morkune@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Paskutiniaisiais metais stebint invazinio juodažiočio grundalo ir didžiojo kormorano perinčios populiacijos (įsikūrė nauja kolonija ties Karkle) gausėjimą, kyla poreikis kiekybiškai įvertinti šių rūšių įtaką versliniams sugavimams ir pagrįstai pasiūlyti aplinkosaugos ir žvejybos sektorių konfliktų valdymo priemonių. Šis tyrimas buvo skirtas surinkti duomenų apie kormoranų mitybinę elgseną, grundalų gausumą bei įvertinti verslinių žuvų išteklių būklę Lietuvos priekrantėje, naudojant Jūros strategijos pagrindų direktyvos (JSPD) ir kitus būklės rodiklius bei metodus.

**Metodai.** Dažniausiai JSPD žuvų rodikliai skaičiuojami jos deskriptorių vertinimui, tačiau atsižvelgdami į tai, kad jie gerai aptarti tarptautinių organizacijų darbo grupėse, gerai žinomi jų taikymo trūkumai ir privalumai, panaudojome juos Lietuvos priekrantės žuvų bendrijų struktūros pokyčiams įvertinti. Darbe panaudojome keturis priekrantės žuvų bendrijas aprašančius JSPD rodiklius, kurie yra orientuoti į šių bendrijų struktūrą: žuvų bendrijos bioįvairovės indeksą (Šenono indeksas), žuvų bendrijos trofinį indeksą, žuvų bendrijos dydžio indeksą; žuvų bendrijos gausumo indeksą. Siekiant įvertinti žuvų bendrijų pokyčius priekrantėje prieš pagausėjant juodažiočių grundalų populiacijai ir esant gausiai jų populiacijai, palyginome JSPD žuvų rodiklius Karklės monitoringo stotyje, naudojant gegužės, birželio, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesių 2007 – 2009 m. periodo (skaičiuojant vidurkį iš atskirų metų duomenų) ir 2020 m. duomenis. Galimybę panaudoti detalią žvejybos duomenų statistiką apie sugavimus, žvejybos rajonus, žvejybos intensyvumą suteikė Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos.

Panaudojant HELCOM metodiką (HELCOM, 2015) buvo vykdomi stebėjimai, statant mokslinių įvairiausių tinklaičių eiles su šiais tinklų akių dydžiais: 14, 17,5, 20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 70 mm. Žuvų tankumas ir gausumas Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje 2010 – 2020 m. buvo įvertintas panaudojant CPUE (angl. catch per unit effort) biomasės arba gausumo indeksą, kuris paskaičiuotas sugautą žuvų kiekį (kg arba vnt.) dalinant iš

žvejybos dienų skaičiaus. CPUE moksliniams tinklams buvo skaičiuojamas 30 m ilgio tinklui, CPUE gaudyklėms – 1 gaudyklei.

Atrajų ir išmestų žuvų rinkimas Plazės ežero didžiųjų kormoranų kolonijoje vykdytas 2020 m. balandžio–spalio mėnesiais. Taip pat buvo surinkti kormoranų kraujo ir kiaušinių lukštų membranos bei žuvų raumens mėginiai, kuriems tirti naudota stabilijų anglies, azoto ir sieros izotopų analizė. Kormoranų mitybinė elgsena tirta ir pritvirtinant jiems GPS/GSM siųstuvus su išorinėmis saulės baterijomis, gylio sensoriumi ir automatinio panėrimų fiksavimu.

Priekrantės žvejų verslininkų apklausa iš 43 klausimų buvo skirta žvejų profiliui apibūdinti ir surinkti informacijos apie juodažiočių grundalų sugavimus ir laimikio realizavimą, informaciją apie konkrečiuose žvejybos baruose besimaitinančius didžiuosius kormoranus ir nuomonę apie jų mitybą.

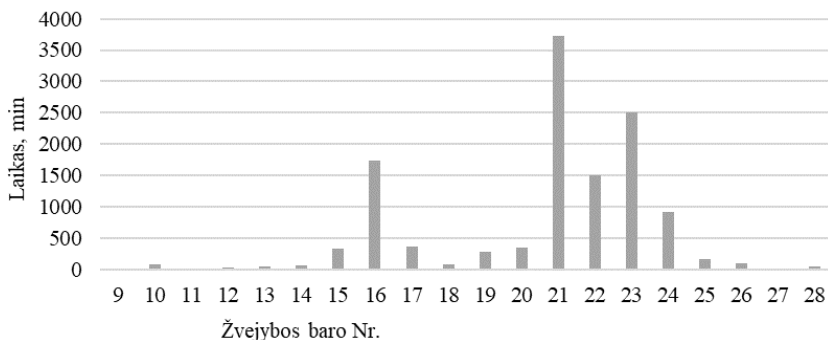
**Rezultatai ir rezultatų aptarimas.** Išanalizavus atrajas, surinktas per balandžio–spalio laikotarpį, buvo identifikuoti 3339 objektai, iš jų 2675 žuvys (15 rūšių). Tarp jų dominavo juodažiočiai grundalai (81 % visų žuvų individų pagal skaičių; tarp jų dominavo 3+ ir 4+ amžiaus individai). Atmetus neidentifikuotų žuvų dalį (8 %), kitos žuvys sudarė ne daugiau kaip po 3 % kormoranų raciono: tobinės – 3%, ešerinės žuvys – 1,7 %, menkinės – 1,5 %, gyvavedės vėgėlės – 1,4, kitos – apie 1 % ir mažesnes raciono dalis.

Per balandžio–liepos mėnesius, lankantis kolonijoje nuo 1 iki 6 kartų per mėnesį, papildomai buvo renkamos iš lizdų iškritusios žuvys. Taip buvo identifikuoti ir išmatuoti 255 žuvų individai, tarp kurių dominavo juodažiotis grundalas nuo 11 iki 22 cm ilgio.

Naudojant stabilijų izotopų analizės metodus, buvo tiriami kiaušinių membranos ir kormoranų kraujo (raudonųjų kraujo kūnelių) bei potencialių mitybos objektų raumens mėginiai. Ši analizė padėjo identifikuoti skirtingas žuvų rūšis kormoranų mityboje, nes žuvų mėginiai iš skirtingų ekosistemų izotopiškai skyrėsi. Maišymosi modeliais nustatyta, kad ir kovo pabaigoje–balandžio I pusėje ir birželio mėn. I savaitę kormoranų mityboje dominavo grundalai ir smulkių jūrinių žuvų grupė (strimelės ir didieji tobiai).

Analizuojant GPS/GSM siųstuvais žymėtų paukščių nardymo vietas, nustatyta, kad didieji kormoranai daugiausiai skrido į šiaurę nuo kolonijos, į 21–24 numeriais pažymėtus barus, kur jų maitinimosi intensyvumas buvo pats didžiausias (1 pav.). Kormoranų nardymo gylyai statistiškai reikšmingai skyrėsi pagal mėnesius: gegužės mėnesį vidutinis gylis buvo net keliais metrais mažesnis negu birželio ir liepos mėnesiais. Rugsjūčio mėnesį užfiksuotas mažesnis gylis – dėl pradėjusių skraidyti jauniklių, kurie maitinasi sekliu negu suaugę paukščiai.

## Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga



*1 pav.* Didžiųjų kormoranų maitinimosi trukmė skirtinguose žvejybos baruose pagal nardymo sensorių duomenis. Kolonija įsikūrusi ties baru Nr.21.

Vidutiniškai dienos metu kormoranai daugiausiai laiko praleido kolonijoje (84 % dienos laiko), iš jų sausumoje (60 %), arba prie Placio ežero (24 %), jūroje būna apie 14 % ir Kuršių mariose 2 % savo dienos laiko. Nakties metu 97% laiko paukščiai praleido kolonijoje.

Pagal kormoranų gausumą bei sulesamą žuvies kiekį per dieną (350–500 g/d.), įvertinome bendrą kolonijos suvartotą žuvies kiekį per balandžio–spalio mėn. laikotarpį – nuo 241 iki 344 tonų, tarp kurių dominuoja grundalai. Tai apytiksliai du kartus daugiau grundalų negu priekrantės žvejai pagauna per tą patį laikotarpį. Ir didieji kormoranai, ir žvejai reguliuoja invazinių juodažiočių grundalų gausumą Lietuvos priekrantėje.

Keturių JSPD rodiklių vertinimas parodė, kad:

-aukštesni žuvų bendrijos bioįvairovės indeksai nustatyti tuose priekrantės ruožuose bei laikotarpiais, kurie pasižymi invazinių grundalų gausumu (nuo Karklės iki Šventosios);

-atsiradus grundalams, žuvų bendrijos trofinis indeksas sumažėjo, tačiau vykdoma žvejyba taip pat galėjo prisidėti prie šio rodiklio pokyčių ‘

-žuvų bendrijų dydžio ir žuvų gausumo indeksai kinta, tačiau jų kaita tiesiogiai nesusijusi su grundalų pagausėjimu.

Apibendrinant apklausos metu surinktą informaciją, priekrantėje verslinę žvejybą vykdančios žvejai domisi ne tik žuvų sugavimais, bet ir nuo jų neatsiejama ekologine jūros aplinkos būkle. Toks, ekologine tematika paremtas klausimynas, kuriame panaudoti ir JSPD ataskaitų dalyse aprašomi gamtiniai ir antropogeniniai veiksniai, žvejams buvo pateikiamas pirmą kartą. Nustatyta, kad priklausomai nuo dugno biotopų sąlygų žvejybos baruose, žvejai susiduria su juodažiočio grundalo ir kormoranų poveikiais. Taip pat apklausoje dalyvavę žvejai buvo linkę siūlyti žvejybos reguliavimo keitimų,

### **Rekomendacijos:**

- Pagerinti sąlygas žvejams gaudyti ir realizuoti juodažiočius grundalus, pavyzdžiui, leisti žvejoti 30 mm akies tinklais gegužės mėnesį ir svarstyti galimybę dėl žvejybos balandžio mėnesį tik nakties metu (eliminuojant paukščių priegaudos galimybę).
- Atsižvelgiant į geras grundalų maistines savybes (ŽUM, 2017), skatinti vartojimą tarp vietinių gyventojų, taip aprūpinant gyventojus žuvimi bei galimai pakeliant grundalų vertę.
- Papildomai siekiant sumažinti juodažiočių grundalų poveikį ekosistemai, netrukdyti didiesiems kormoranams reguliuoti invazinių juodažiočių grundalų populiacijos. Būtų tikslinga vykdyti kormoranų mitybos stebėseną dėl galimo mitybos objektų pasikeitimo ir įtakos žuvų bendrijai.
- Siekiant surinkti daugiau informacijos apie juodažiočių grundalų populiacijos struktūrą, rinkti detalesnius duomenis apie skirtingo ilgio klasių ir lyčių grundalų sugavimus.
- Stebėti didžiųjų kormoranų ir juodažiočių grundalų rūšių poveikį kitoms ekosistemos rūšims, ypač verslinėms. Tai galima daryti tiriant žuvlesių paukščių ir plėšriųjų žuvų mitybą.

### **Literatūra**

HELCOM. 2015. Guidelines for coastal fish monitoring sampling methods of HELCOM. 25 pp.

## MAURABRAGŪNŲ IR KITOS VANDENS AUGALIJOS REIŠMĖ ŽOLĖDŽIŲ GULBIŲ IR DUGNO BESTUBURIŲ MITYBOJE KURŠIŲ MARIOSE

**Rasa Morkūnė, Marija Kataržytė, Julius Morkūnas, Tobia Politi,  
Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*rasa.morkune@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Maurabragūnai (*Charophyta*) plačiai paplitę gėlavandenėse, druskėtose ir jūrinėse vandens ekosistemose nuo tropikų iki poliariinių regionų. Jie kartu su kita vandens augalija yra svarbi ekosistemos dalis, suteikianti kitiems organizmams buveinių, yra vartojami kaip maisto šaltinis, prisideda prie hidrodinaminių procesų dinamikos ir maistmedžiagų akumuliacijos, teikia ir kitų ekosisteminių paslaugų (Schneider et al., 2015). Nemažai žinoma apie maurabragūnų kaitą Kuršių mariose (Sinkevičienė et al. 2017), neaišku, koks jų vaidmuo mitybinio tinklo kontekste.

Šio tyrimo metu, naudodami stabilųjų anglies ir azoto izotopų analizę, vertinome žolėdžių vandens paukščių (gulbių nebylių, *Cygnus olor*), pilvakojų moliuskų *Gastropoda* ir šoniplaukų *Gammarus* sp. mitybą vegetaciniu sezonu Kuršių mariose.

**Metodai.** Tyrimai buvo vykdomi 2019 m. liepos–rugpjūčio mėnesiais rytinėje Kuršių marių litoralėje ties Kairiais (N 55.64046°, E 21.15075°; WGS84) ir Kintais (N 55.41742°, E 21.24762°; WGS84), iš viso trijose buveinėse.

Bestuburiai organizmai, vandens augalijos, dugno detrito ir sestono mėginiai buvo surinkti rankomis arba tinkleliais. Plunksnas keičiančių gulbių nebylių kraujo mėginiai buvo surinkti pagal iš Aplinkos apsaugos agentūros prie Aplinkos ministerijos gautą leidimą; neskraidantys paukščiai buvo sugauti prisivejant juos ir pagaunant. Surinkti mėginiai buvo liofilizuoti ir nusiųsti į CoNISMa (the National Inter-University Consortium for Marine Sciences) Italijoje stabilųjų izotopų analizei. Duomenų analizė atlikta naudojant maišymosi modelius R programos SIAR paketu.

**Rezultatai ir aptarimas.** Šiame tyrime buvo nustatyti litoralės mitybinių tinklų struktūrų ir dugno bestuburių mitybos skirtumai tarp maurabragūnų ir kitos vandens augalijos buveinių tranzitinėje Kuršių marių ekosistemoje. Tiriant epifitinių organizmų gausumą paaiškėjo, kad makrofittai buvo gausiau jais apaugę mažesnio produktyvumo (šiauriniame) Kairių tyrimų taške, pasižyminčiu dumblingu dugnu ir dažnesniu jūrinio vandens įtekėjimu,



lyginant su produktyvesniu (pietiniu) Kintų tašku, kuriame dominavo smėlėtas dugnas.

Stabiliųjų anglies ir azoto izotopų analizė taip pat atskleidė skirtumus tarp tyrimo taškų: pietiniame taške tirtų organizmų audiniai pasižymėjo labiau neigiamu stabilųjų anglies izotopų santykiu ir aukštesniu azoto izotopų santykiu negu šiauriniame taške. Analizuodami organizmus ir organinę medžiagą, nustatėme, kad sestono frakcijos papildo detrito sluoksnius, tačiau tas papildymas yra erdviškai nehomogeniškas; be to, viršutinis detrito sluoksnis izotopiškai yra kaitesnis negu gilesnis sluoksnis.

Maišymosi modeliai atskleidė, kad pietiniame taške trijų rūšių pilvakojai moliuskai ir skirtingo ilgio šoniplaukos daugiausiai vartojo detrito. Tuo tarpu šiauriniame taške ne tik detritas, bet ir epifitai užėmė svarbią dalį jų mityboje. Šių dugno organizmų dietoje makrofitai nebuvo reikšmingi, tačiau pietiniame taške pilvakojai moliuskai vartojo daugiau maurabragūnų negu plūdžių.

Plunksnas keičiančios gulgės nebylės maitinasi dažniausiai vandens augalais, augančiais Kuršių marių pakrantėse ir atvirose vietose pasiekiamame gylyje. Stabiliųjų izotopų analizė atskleidė, kad jos vartojo nendrių lapus, maurabragūnus ir plūdes. Skirtingų kraujo frakcijų (raudonieji kraujo kūneliai ir plazma) analizė suteikė galimybę tirti gulbių mitybą laikotarpiais nuo kelių dienų iki kelių savaičių, tačiau skirtumų dietoje nepavyko nustatyti.

**Išvados.** Pritaikius stabilųjų izotopų analizę buvo įvertinta žolėdžių gulbių nebylių, pilvakojų moliuskų Gastropoda ir šoniplaukų *Gammarus* sp. mityba Kuršių mariose. Maurabragūnai, nors ir buvo vartojami, tačiau nedominavo tirtų vartotojų mityboje.

**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“. Dėkojame mėginius padėjusiems surinkti kolegoms.

## 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.
- Sinkevičienė Z., Bučas M., Ilginė R., et al. 2017. Charophytes in the estuarine Curonian Lagoon: are there changes in diversity, abundance and distribution since late 1940s? *Oceanol. Hydrobiol. St.* 46(2): 186–198.

## BANGŲ PASIUTPOLKĖ KLAIPĖDOS UOSTE II

**Laura Nesteckytė<sup>1</sup>, Robertas Kasetas<sup>1</sup>, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė<sup>1</sup>, Kai Myrberg<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Klaipėdos universitetas, Klaipėda, <sup>2</sup> Finnish Environment Institute, Klaipėda  
*laura.nesteckyte@ku.lt*

**Įvadas.** Klaipėdos uostas yra Pietryčių Baltijos jūros krante. Uostas išsikūręs Klaipėdos sąsiauryje, jungiančiame Baltijos jūrą ir gėlą lagūną – Kuršių marias, du skirtingo tankio vandens baseinus. Šie du baseinai skiriasi dydžiais, gyliais, taip pat juose vykstančiais biologiniais ir fiziniais procesais (Žaromskis 2008). Tai lemia itin sudėtingos vandens sistemos susidarymą.

Uostas laikomas šiauriausiu Baltijos jūros neužšalančiu uostu, todėl jis itin strategiškai ir geografiškai svarbus – navigacija jame nesustoja net šalčiausiomis žiemomis. Klaipėdos uostas savo gyvavimą pradėjo Danės upės saloje, netoli žiočių. Ištisis šimtmečius uostas vystėsi Danės upėje, kur laivai buvo saugūs nuo bangų. Savo infrastruktūrą uostas pradėjo kurti tik XVII–XVIII amžiais, buvo pradėtas gilinti įplaukos farvateris, statomos prieplaukos. XIX amžiuje uostui Danės upėje nebeužteko vietos, todėl buvo nuspręsta uostą perkelti į Klaipėdos sąsiaurį. 2002 metais baigtas įgyvendinti naujausių darbų projektas – įplaukos rekonstrukcijos projektas kartu su molų rekonstrukcija. Tačiau Klaipėdos uostas vis dar neturi avanuosto, nuo bangavimo apsaugotos jūrinės akvatorijos. Uostas apsaugotas tik tiesialinijinių ŠV kryptimi nutiestų apsauginių molų. Tokia uosto vartų konstrukcija visiškai neapsaugo vidinės uosto akvatorijos nuo bangų įtakos (Kirllys 2000).

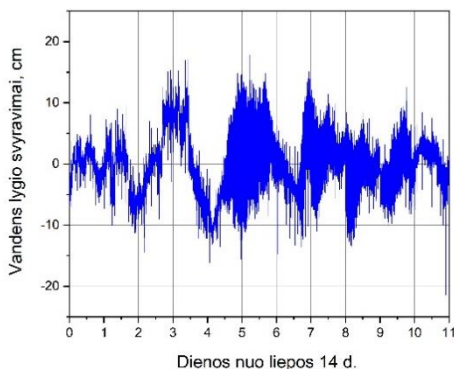
**Metodai.** Siekiant nustatyti Klaipėdos uosto akvatorijoje susidarančius pavojingus vandens lygio svyravimus trumpalaikiai vandens lygio svyravimų duomenys buvo renkami 2021 metų liepos mėnesį bangų savirašiu (1 pav.), panardintu Klaipėdos sąsiauryje ties Neringos pasienio užkarda, Koptgalio atraminio punkto krantine. Duomenys buvo renkami 4 Hz dažniu, prietaiso veikimo principas – vandens lygio fiksavimas, paremtas slėgio kitimu virš prietaiso.



1 pav. Bangų savirašis

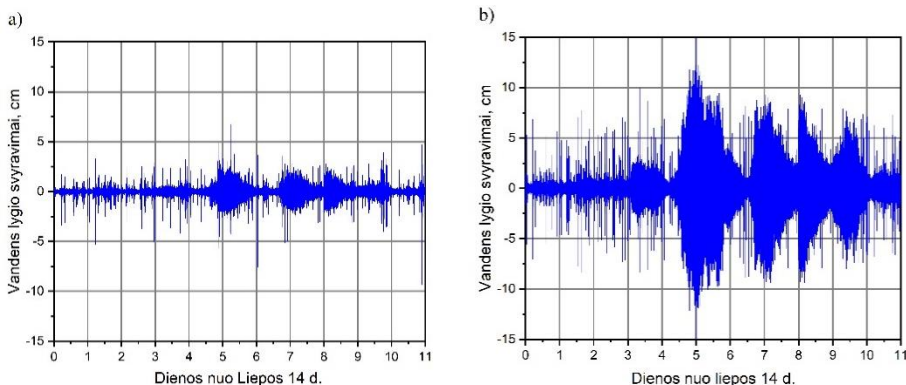
Vandens svyravimų amplitudėms bei pavojingiems trumpalaikiams vandens lygių svyravimams nustatyti buvo pašalintas tiesinis trendas. Vyraujantiems vandens lygių dažniams nustatyti ir išskirti buvo naudojamos Furje transformacijos. Vandens lygio svyravimų triukšmui pašalinti naudoti greitosios Furje transformacijos (FFT) filtrai pagal (Kelpšaitė-Rimkienė ir k.t. 2017, Kelpšaitė-Rimkienė ir k.t. 2018) aprašytą schemą. Šiame darbe išskyreime galimus traukūnus, kurių svyravimų dažnis yra 0,05–0,3 Hz, ir 0,1–0,4 Hz dažnio vėjines bangas.

#### **Rezultatai. 2021-07-14/26**



2 pav. Vandens lygio pokytis Klaipėdos uoste tiriamuoju laikotarpiu (2021-07-14–2021-07-26)

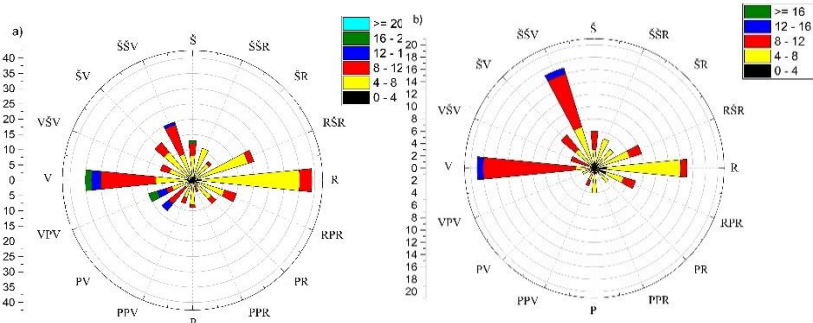
2021 metų vasara pasižymėjo ramiu oru ir atitinkamai mažais trumpalaikiais vandens lygio svyravimais. Didesni vandens lygio svyravimai pradėti stebėti po liepos 14 d. Liepos 14–26 dienomis vandens lygio svyravimų amplitudė siekė 30 cm (2 pav).



3 pav. Traukūno dažnio (a) ir vėjinės bangos (b) (2021.07.14 – 2021.07.26).

Išskyrus vėjinių bangų 0,1–0,4 Hz dažnio bangas, net ir esant sąlyginai ramiam orui, bangos aukščiai siekė 20 cm (liepos 19 – 5 matavimo dieną) (3b pav.). Didėjant vėjinių bangų aukščiui 0,03–0,05 Hz dažnio bangų amplitudės taip pat didėjo. Tačiau slopstant vėjinėms bangoms, 10 matavimo dieną, ilgų bangų intensyvumas nemažėja (3a pav.).

Nagrinėjant pavojingus vandens lygio svyravimus Klaipėdos uoste 2021 m. liepos mėnesį dažniausiai buvo stebimos dvi vėjo kryptys – vakarų ir rytų. Rytų vėjas, nors ir stebėtas dažniausiai, tačiau maksimali jo reikšmė siekė 10 m/s. Stipriausi ir pavojingiausi traukliai Klaipėdos uoste pasireiškia pučiant Š–ŠV krypties vėjams (Gailiušis, 2010).



4 pav. Vėjo rožė 2021 m. liepos mėn. (a), liepos 14–26 d. (b)

Tiriamąjį laikotarpį pradžioje vyravo nepastovus šiaurinių krypčių vėjas (4 pav.). Liepos 17 d., ketvirtą tyrimo dieną, pasisukus ŠŠV vėjui ir sustiprėjus iki 12 m/s, dienos pabaigoje fiksuotas apie 12 cm siekiantis traukūnas (3 pav. a). Tačiau esant nepastoviam vėjui didesni traukūnai nesusiformavo (3 pav. a).

Lyginat mūsų atliktą 2017 m. tyrimą, kai pastebėti staigūs vandens lygių pokyčiai, siekė iki 93 cm. Pavojingais hidrometeorologiniais reiškiniais laikomi staigūs vandens lygio svyravimai  $>50$  cm (LHMT, 2000). Galima pastebėti, kad šaltuoju metų laiku dėl aktyvesnės cikloninės veiklos fiksuojami stipresni vėjai, vyrauja V ŠV krypčių.

**Išvados ir diskusijos.** Atliekant tyrimą, Klaipėdos sąsiauryje 2–3 min. svyravimo periodo bangos nuolatos fiksuojamos bangų signaluose. Jos potencialiai gali sukelti traukūno fenomeną Klaipėdos uoste (Kirllys 2000). Net esant sąlyginai ramiems orams, traukūno dažnio bangos savyje turi reikšmingą energijos kiekį. Esant palankioms meteorologinėms sąlygoms formuotis ilgoms bangoms Baltijos jūroje ir (ar) Kuršių mariose, šios bangos patekusios į Klaipėdos uosto akvatorija gali sukelti ir trumpalaikius vandens lygio svyravimus siekiančius pavojingas 50 cm amplitudes.

## Literatūra

- Kirllys V. 2000. Bangų pasiutpolkės Klaipėdos uoste.  
LHMT 2000 Stichiniai meteorologiniai reiškiniai, Vilnius.  
Žaromskis R. 2008. Baltijos jūros uostai. Vilnius.  
Gailiušis B. 2010. Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo gilinimo ir platinimo poveikio aplinkai vertinimo ataskaita 1 dalis. Kaunas.  
Kelpšaitė-Rimkienė L., Petrošienė I., Žalys M., Nesteckytė L. 2017. Bangų pasiutpolkė Klaipėdos uoste. Jūros ir krantų tyrimai. Klaipėdos universitetas.  
Kelpšaitė-Rimkienė L., Soomere T., Bagdanavičiūtė I., et al. 2018. Measurements of Long Waves in Port of Klaipėda, Lithuania. Journal of Coastal Research.

## **GAURUOTAŽNYPLIO KRABO (*ERIOCHEIR SINENSIS*), PAGAUTO LIETUVOS VANDENYSE, MORFOLOGINIAI YPATUMAI**

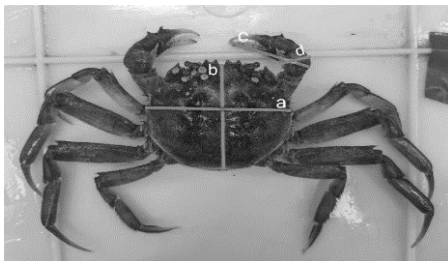
**Monika Pelėdienė, Greta Srėbalienė, Julius Morkūnas, Sergej  
Olenin, Marijus Špėgys, Rasa Morkūnė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*greta.srebaliene@apc.ku.lt*

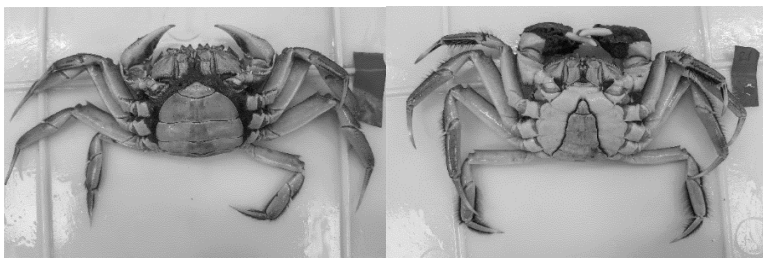
**Įvadas.** Gauruotažnyplis arba kiniškasis krabas (*Eriocheir sinensis*) kilęs iš rytų Azijos regiono ir pirmą kartą Europoje pastebėtas XX a. pradžioje, Alerio upėje, Vokietijoje (De Giosa et. al., 2013). Ypatingas šios rūšies bruožas – gauruotos žnyplės, ant suaugusių krabų kojų taip pat pastebimi rudos spalvos šereliai. Gauruotažnyplis krabas Baltijos jūroje aptiktas 1926 metais, vėliau pasiskirstė palei visą Baltijos jūros kranto liniją (Gollasch, 2006). Lietuvoje stebimas nuo 1932–1935 metų (Bacevičius ir Gasiūniatė, 2008; Davidavičius, 1935). Dėl savo unikalaus gyvenimo ciklo (rūšis yra katadrominė), *E. sinensis* daromas poveikis apima ir gėlavandenės, ir jūrinės ekosistemas. Nors ši rūšis Lietuvos priekrantėje aptinkama jau senokai, tačiau išsamūs morfologiniai tyrimai iki šiol nebuvo atlikti.

Šio tyrimo tikslas – apžvelgti gauruotažnyplio krabo, pagauto Lietuvos jūrinčiuose ir gėluose vandenyse, morfologinius parametrus: galvavrūtinės skydo (arba kitaip, karapakso) ilgį ir plotį, dešinės žnyplės ilgį, plotį, įvertinti šių ilgių tarpusavio koreliaciją. Šie tyrimai leidžia labiau prognozuoti ne tik gauruotažnyplio krabo daromą poveikį Lietuvos vandenų ekosistemoms, bet ir prisideda prie invazinių rūšių tyrimų.

**Metodai.** Tyrime buvo analizuojami gauruotažnypliai krabai, sugauti gaudyklėmis ir tinklais 2019–2021 m. Baltijos jūros priekrantėje ties Giruliais, Smiltyne, Nida bei vienas išskirtinis atvejis, kuomet krabas buvo aptiktas vietinio žvejo Vydmantų tvenkinyje (Kretingos raj.). Surinkti krabai buvo užšaldomi, vėliau atšildyti individai buvo pasverti, išmatuotas karapakso ilgis, plotis bei gauruotažnyplio krabo žnyplės, kadangi jos morfologiškai vienodos, buvo pasirinkta dešinė žnyplė, išmatuotas jos ilgis bei plotis. Lytis nustatyta pagal pilvo struktūrą (2 pav.). Tolimesniems tyrimams buvo paimti raumenų, žiaunų, virškinimo liaukos (hepatopaneas) mėginiai. Naudojant statistinius metodus apskaičiuota karapakso ilgio ir pločio bei žnyplės ilgio ir pločio regresija bei koreliacija. Karapaksas išmatuotas laikantis pastovių standartinių metodų, kad matavimai būtų nuoseklūs (1 pav.).



1 pav. Krabo matavimai: karapakso plotis (a), ilgis (b), žnyplės ilgis (c), žnyplės plotis (d).



2 pav. Patelė (kairėje) ir patinas (dešinėje).

**Rezultatai.** Iš viso buvo išanalizuoti 42 individai, iš kurių 9 – moteriškos lyties, 33 – vyriškos (21 % patelių ir 79 % patinų). Baltijos jūroje surinktas 41 krabas, 1-Vydmantų kaimo tvenkinyje.

Nustatyta, kad krabų patelių karapakso pločio reikšmės variavo 46 – 67,2 mm (vid.  $60,5 \pm 6,8$  mm), tuo tarpu patinų karapakso pločio reikšmės variavo 43,2 – 72,3 mm (vid.  $55,5 \pm 7,63$  mm) (3 pav.). Patelių ir patinų karapakso pločių vidurkiai statistiškai reikšmingai nesiskiria (t-test,  $p=0,1369$ ).

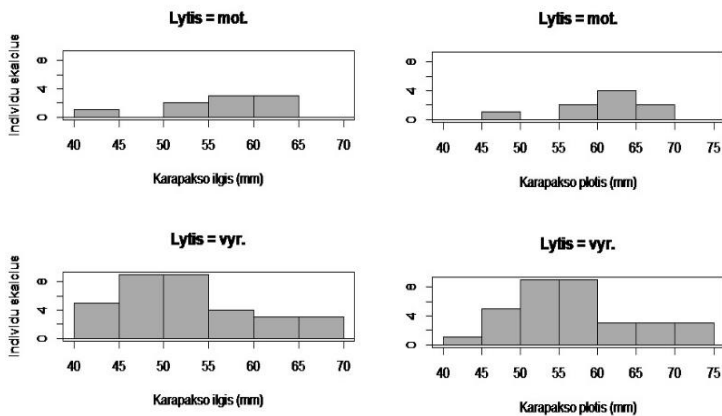
Patelių svoris variavo tarp 50–155 g (vid.  $119,4 \pm 33,9$ g), tuo metu patinų svoris kito 40–220 g (vid.  $108,2 \pm 52,3$ g). Patelių ir patinų svorio vidurkis statistiškai reikšmingai nesiskiria (t-test,  $p=0,293$ ).

Gauruotažnyplio krabo karapakso forma yra šiek tiek platesnė, nei ilga. Pločio ir ilgio priklausomybė stipri, teigiama tiesinė ( $R^2=0,98$ ,  $p<0,05$ ) (4 pav.)

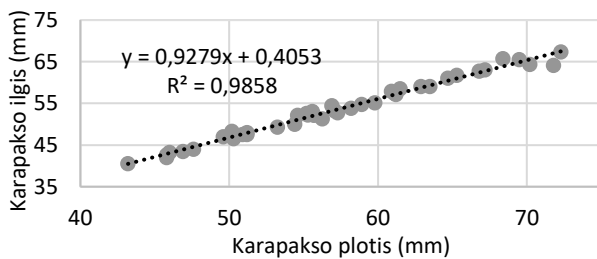
Išmatavus dešinės žnyplės ilgį ir plotį, nustatyta teigiama tiesinė priklausomybė ( $R^2=0,55$ ,  $p<0,05$ ) (5 pav.)

Patelių žnyplių plotis variavo 8,4–19,9 mm (vid.  $16,1 \pm 3,3$  mm). Patinų žnyplių plotis 11,4–27,1 mm (vid.  $16,1 \pm 3,5$  mm). Patelių žnyplių ilgis variavo 28,2–44,2 mm (vid.  $39,3 \pm 5,1$  mm), patinų žnyplių ilgis variavo 31,3–63,3 mm

(vid.  $45,47 \pm 9,3$  mm). Patelių ir patinų žnyplių ilgių vidurkiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė (t-test,  $p=0,2647$ ).

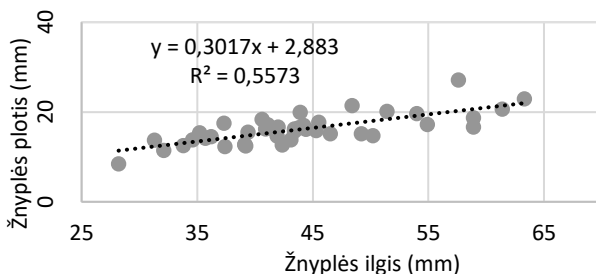


3 pav. Vyriškos ir moteriškos lyties krabų pasiskirstymas pagal karapakso plotį ir ilgį.



4 pav. Karapakso ilgio ir pločio koreliacija.





5 pav. Dešinės žnyplės ilgio ir pločio koreliacija.

**Rezultatų aptarimas.** Didžiausias pagautas individo karapakso plotis buvo 72,3 mm (vyriškos lyties), o mažiausias pagautas individas – 43,2 mm (vyriškos lyties). Karapakso pločių vidurkiai tarp lyčių statistiškai reikšmingai nesiskiria. Ežere Dąbie, Lenkijoje, didžiausias pagautas krabas buvo 88 mm karapakso pločio patinas (Normant, 2000). Toje pačioje studijoje patinų karapakso vidurkiai buvo statistiškai reikšmingai skirtingi – patinai didesni nei patelės, ko mūsų tyrime neužfiksuota. Suaugusių individų karapakso plotis San Francisko įlankoje varijuoja nuo 27 mm iki 78 mm (Anger, 1991). Literatūros duomenimis, suaugusių krabų karapakso plotis kinta nuo 34 mm iki 100 mm (Veldhuizen, 2001), tad galime daryti prielaidą, jog Lietuvos vandenyse rasti gauruotažnypliai krabai buvo suaugę individai.

Krabų žnyplės plotis ir ilgis sudaro tiesinę priklausomybę, koreliacija – vidutinio stiprumo, teigiama. Statistiškai reikšmingų skirtumų tarp patelių ir patinėlių žnyplių nėra, tad tai nėra morfologinis skiriamasis ženklas šiems krabams.

Šio tyrimo metu didžiausias užfiksuotas krabo svoris 220 g (vyriškos lyties), mažiausias – 40 g (vyriškos lyties). 2006 metų studijoje Ščecine, Lenkijoje rinkti krabai, iš kurių sunkiausias buvo patinas – 350 g, ir tik kelios patelės svėrė daugiau nei 250 g (251,6 g ir 253,1 g), likusi dalis svėrė 100–180 g (Czerniejewski and Wawrzyniak, 2006). Lenkijoje, Dąbie ežere, pagautų krabų svorio vidurkis buvo 169 g (Normant, 2000). Elbės upėje, Vokietijoje, pagautų krabų svoris varijavo nuo 70 g iki 200 g (Czerniejewski et al. 2001).

## Literatūra

- Anger K. 1991. Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae). Marine ecology progress series. Oldendorf, 72(1), 103–110.
- Bacevičius E., Gasiūnaitė Z.R. 2008. Two crab species – Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* Milne-Edwards) and mud crab (*Rhithropanopeus harrisi* Gould ssp. *tridentatus* Maitland) in the Lithuanian coastal waters, Baltic Sea. Transitional Waters Bulletin, 2: 63–68.

- Czerniejewski P., Filipiak J. 2001. Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* Milne- Edwards 1853) from the Szczecin Lagoon, Kom. Ryb., 1, 28–31
- Czerniejewski P., Wawrzyniak W. 2006. Body weight, condition, and carapace width and length in the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1853) collected from the Szczecin Lagoon (NW Poland) in spring and autumn 2001. June 2006 *Oceanologia*, 48(2).
- Davidavičius P. 1935. Laukime naujo vandens gyventojų. *Medžiotojas*, 24, 19–20.
- De Giosa M., Czerniejewski P., Tanski A. 2013. Sexual dimorphism in the relative growth of the claw weight of adult Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). A generalized least squares approach *Italian Journal of Zoology*, 80(2), 222–226.
- Gollasch S. 2006. Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgoland Marine Research* 60(2), 84–89.
- Normant M., Wiszniewska A., Szaniawska A. 2000. The Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae) from Polish waters. *Oceanologia*, 42(3), 375–383.
- Veldhuizen T.C. 2001. Life history, distribution, and impacts of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Aquat. Invaders* 12, 1–9.

## LEDO DANGOS POKYČIAI KURŠIŲ MARIOSE

**Elyza Pilipaitytė, Linas Ložys**

Gamtos tyrimų centro Žuvų ekologijos laboratorija, Vilnius  
*elyza.pilipaityte@gmail.com*

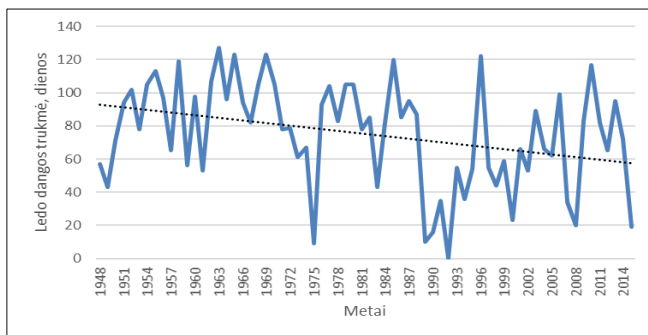
Įvadas. Kuršių marios yra didžiausia Baltijos jūros lagūna ir vienas iš produktyviausių vandens telkinių Lietuvos teritorijoje, kuriame aptinkamos tokios vertingos komercinės žuvis, kaip Atlantinė lašiša (*Salmo salar*), žiobris (*Vimba vimba*), Europinis sykas (*Coregonus lavaretus*) ir kt. (Шиббаев, 2016). XX ir XXI amžiuje dėl klimato pokyčių stebima pasaulinio vandenyno, o taip pat ir Baltijos jūros vandens temperatūros kilimo tendencija. Vidutinė vandens įšilimo didėjimo tendencija Kuršių mariose buvo užfiksuota nuo 14,10 °C 1970-aisiais iki 14,96 °C 2010-aisiais, t. y. vidutinė vandens temperatūra per 40 metų pakilo 0,86 °C (Aleksandrov et al., 2015). Šylant klimatui Kuršių marios užšąla vis lėčiau, o susidariusi ledo danga išsilaiko vis trumpesnę laiką. Ledo dangos nebuvimas gali turėti reikšmingos įtakos visai marių ekosistemai, šaltamėgių žuvų nerštui, vystymuisi, o taip pat ir populiacijų išlikimui.

Metodai. Duomenys apie ledo dangos susidarymą buvo gauti iš Aplinkos apsaugos agentūros. Ledo dangos analizei buvo naudojami 1948–2014 metų šaltojo metų laiko mėnesių (lapkričio–balandžio) ledo dangos duomenys fiksuoti ties Nida. Apskaičiavus ledo dangos trukmę dienomis kiekvieniems metams, naudojant regresijos lygtis buvo palygintas užšalusių Kuršių marių trukmės pokytis dienomis skirtingais metais. Siekiant palyginti ledo dangos pokytį skirtingų metų žiemos mėnesiais (gruodį–kovą), buvo apskaičiuota pilno užšalimo trukmė, kuri buvo išreikšta procentais nuo visos žiemos mėnesių (gruodžio–kovo) trukmės dienomis. Aplinkos apsaugos agentūros (toliau – AAA) stebėjimų duomenyse ledo danga buvo įvertinta balais – nuo 1 iki 10. AAA ledo dangos stebėjimuose 10 balų atitinka pilną užšalimą – 100 % padengimą ledu. Susisteminant ledo dangos duomenis, jie buvo suskirstyti į dvi kategorijas – dienos su ledo danga (įvertinta 5 ar didesniu balu) ir dienos be vientisos ledo dangos (mažesnė nei 5 balai). Įvertinus ledo dangos buvimą ir nebuvimą kiekvieną dieną, buvo apskaičiuotas dienų su pilnu užšalimu procentas kiekvienų metų šaltajam sezonui (gruodį–kovą). Lyginant atskirų metų ledo dangos kiekį procentais, buvo nustatoma ledo dangos pokyčių tendencija.

Rezultatai. 1948–2014 metais ledo danga ant Kuršių marių vidutiniškai buvo stebima 75 dienas per metus. Nors žiemos temperatūrų ir ledo dangos trukmės svyravimai kas kelis metus yra natūralus procesas, tačiau pastaraisiais metais stebima vis didesnė ledo dangos trukmės amplitudė, o ledo danga ant

Kuršių marių išsilaiko vis trumpesnę laiką. Žymesnis ledo dangos išsilaikymo trukmės mažėjimas prasidėjo 1971 m. 1975 metais fiksuota rekordiškai šilta žiema, o nuo 1989 m. vis dažniau pasitaikydavo žiemų kuomet ledas neišsilaikydavo net mėnesį (žr. 1 pav.).

Nuo 1948 iki 1981 m. ledo danga mažiau nei 50 dienų buvo tik dvejus metus – 1949 m. ledo danga išsilaikė 43 dienas, o 1975 m. – tik 9 dienas. Vidutiniškai per šį laikotarpį ledo danga ant Kuršių marių išsilaikydavo 88 dienas per metus, o 13 šio laikotarpio metų ledo danga laikėsi ilgiau nei 100 dienų per metus.



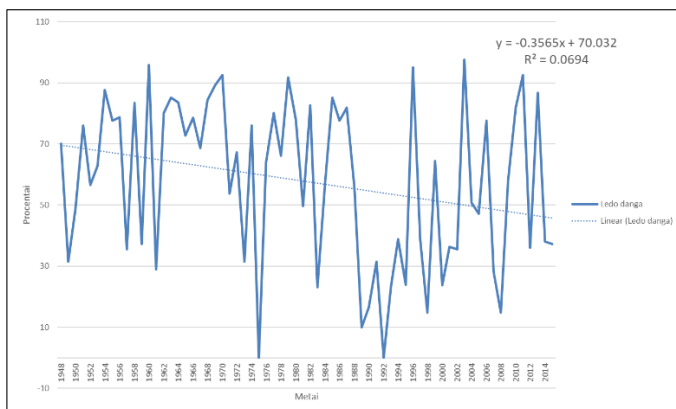
1 pav. Ledo dangos trukmė dienomis, 1948–2014 m.

1982–2015 m. stebimas žymus Kuršių marias padengiančio ledo trukmės sumažėjimas. Šiuo laikotarpiu pilnai užšalusios marios buvo vidutiniškai 63 dienas per metus. 11 šio periodo metų ledo danga išsilaikydavo trumpiau nei 50 dienų per metus ir tik trejus metus ledas ant marių išsilaikydavo ilgiau nei 100 dienų per metus.

Analizuojant du vienodo ilgio periodus 1948–1981 ir 1982–2015 m., stebimas didelis skirtumas tarp vidutinės ledo dangos trukmės šiais laikotarpiais bei vis didesnis dienų skaičius su neužšalantiomis mariomis antrajame periode (1982–2015 m.). Tai leidžia daryti prielaidą, kad ledo dangos trukmės mažėjimas ant Kuršių marių yra greitėjantis procesas.

Ledo dangos trukmę šaltuoju metų laiku (gruodį–kovą) išreiškiant procentais, stebima pilno užšalimo trukmės mažėjimo tendencija (2 pav.). Analizuojamo periodo pradžioje Kuršių marios būdavo užšalusios 70 % gruodžio–kovo mėn. laikotarpio, o nuo 2005 m. pilno marių užšalimo nebūdavo daugiau nei pusę šio laikotarpio. Per visą tiriamą laikotarpį užšalusios marios vidutiniškai išsilaikydavo 58 % gruodžio–kovo mėn. 1948 metais ledas laikėsi 70 % šaltojo metų laiko, o panaši užšalusių marių trukmė būdavo beveik kiekvienais metais iki 1975 metų, kuomet ledas nesilaikė net

1 % gruodžio–kovo mėn. trukmės. Nuo minėtų metų ledo danga vidutiniškai išsilaikydavo 51 %, o iki 1975 m. vidutiniškai užšalusios marios būdavo 68 % gruodžio–kovo mėn. laikotarpiu.



2 pav. Ledo dangos trukmė procentais (%), 1948–2014 m. gruodžio–kovo mėn.

Tiek absoliutus dienų su ledo danga skaičius, tiek ir procentinė ledo trukmė žiemos mėnesiais, rodo spartėjantį ledo dangos išsilaikymo trukmės mažėjimą 1948–2015 m. laikotarpiu.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Klimato kaitos sukeltas pasaulio vandenyno šiltėjimas veikia ir Lietuvos teritorinius vandenis. Stebima ne tik kylanti Baltijos jūros ir Kuršių marių temperatūra, bet ir ledo dangos trukmės trumpėjimas ant Kuršių marių. Nuo 1948 iki 2015 m. ledo dangos trukmė gruodžio–kovo mėnesiais sumažėjo daugiau nei 20 %. Per šį laikotarpį dienu skaičius kuomet marios buvo užšalusios sumažėjo kiek daugiau nei mėnesiu. Stebimas greitėjantis ledo dangos išsilaikymo ant Kuršių marių trukmės trumpėjimas, kuris turi neigiamos įtakos normaliam vandens ekosistemos funkcionavimui. Jakimavičiaus ir kt. atliktame tyrime (Jakimavičius et al., 2020) prognozuojamas ir tolimesnis ledo dangos laikotarpio trumpėjimas ateityje. Prie sparčiai besikeičiančios vandens temperatūros neprisitaikę organizmai susiduria su reprodukcijos ir vystymosi problemomis. 2007 metais Peipaus ežere (Estija ir Rusija) atliktas tyrimas atskleidė patikimą ežerinių stintelių (*Osmerus eperlanus eperlanus*) mažėjimo priklausomybę nuo šylančios vandens temperatūros ir ilgesnės vasaros (Kangur et al., 2007). Kylanti vandens temperatūra ir ledo dangos laikotarpio trumpėjimas gali turėti neigiamos įtakos ir Kuršių mariose gyvenančioms šaltamėgėms žuvis, tačiau tai įrodančių tyrimų vis dar trūksta.

## **Literatūra**

- Aleksandrov S., Gorbunova J. 2015. Climate change and harmful algal blooms in the Curonian Lagoon of the Baltic. ICES CM. 2015. G08, 1–2.
- Jakimavičius D., Šarauskiėnė D., Kriaučiūnienė J. 2020. Influence of climate change on the ice conditions of the Curonian Lagoon. *Oceanologia*, 62(2), 164–172.
- Kangur A., Kangur P., Kangur K., et al. 2007. The role of temperature in the population dynamics of smelt *Osmerus eperlanus eperlanus* m. *spirinchus* Pallas in Lake Peipsi (Estonia/Russia). *Hydrobiologia*, 584(1), 433–441.
- Шибавев Л.В., 2016. Эколого-биологические и биотехнические основы воспроизводства сига (*Coregonus lavaretus* L.) Куршского залива балтийского моря. 160 p.

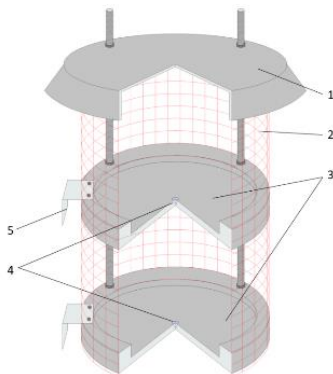
## GELEŽIS KLAIPĖDOS DULKĖSE

**Paulius Rapalis<sup>1</sup>, Nadežda Lazareva<sup>1</sup>, Sergej Suzdalev<sup>1</sup>,  
Rimantė Zinkutė<sup>2</sup>, Ričardas Taraškevičius<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup> Gamtos tyrimų centras, Vilnius

[paulius.rapalis@ku.lt](mailto:paulius.rapalis@ku.lt)

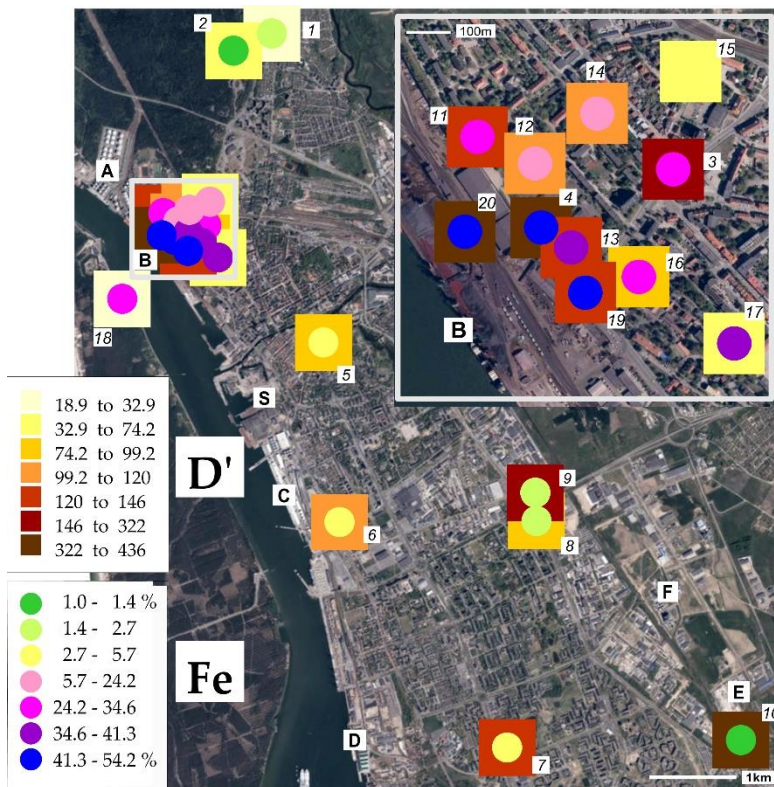
**Įvadas.** Visuomenei sunerimus dėl, jos nuomone, vis prastėjančios Klaipėdos gyvenamosios aplinkos oro būklės, problema iškelta 2018 metais (<https://www.delfi.lt/verslas/verslas/klaipiedieciu-kantrybe-truko-juodos-dulkes-skverbiasi-i-bustus-vaikai-eme-koseti.d?id=78829483>). Ilgai netrukus, Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institute (JTI) buvo atlikti pirmieji dulkių cheminės sudėties bandymai ir pateikta jų rezultatų apžvalga (Lazareva ir kt., 2020). Ginčus tęsiant (<https://ve.lt/naujienos/klaipeda1/klaipeda/klaipedoje-del-tarsos-vieni-i-kitus-pirstais-rodo-miestas-ir-gelezies-rudos-krovejai-1796394>), 2018–2020 metais JTI laboratorijose išvystyti kompleksiniai dulkių sudėties tyrimai, panaudojant originalios konstrukcijos dulkių kaupiklius (1 pav.), darnoje su geocheminių paieškų metodais (<https://www.kmtp.lt/lt/naujienos/klaipedos-universiteto-mokslininku-studija-proverzis-oro-tarsos-tyrimuose-16345.html>), pateikė naujus duomenis, kurių esminius bruožus (kvinteseniją) apibūdinsime šioje studijoje.



1 pav. Pasyvaus dulkių kaupiklio konstrukcija. Stogelis (1), apsauginis tinklas (2), kaupimo lėkštelės (3), lėkštelių tvirtinimo magnetas (4), tvirtinimo laikikliai (5).

**Metodai.** 2020 metais dulkės, panaudojant kiekvienoje vietoje tapačius kaupiklius, rinktos keturių periodų metu: 04.03–15.04 (P1), 16.04–27.05 (P2)

28.05–08.07 (P3) ir 09.07–19.08 (P4), kaskart tose pačiose dešimtyje vietų Nr. 1–10 surenkant mėginius (2 pav.). Trečiojo periodo (P3) metu, per tokį patį ekspozicijos laiką kaip ir bet kuriuo kitu periodu, gretimoje geležies rūdos krovai šiaurinės miesto dalies aplinkoje, nutolusioje ne toliau nei 1 km atstumu nuo krovos terminalo, papildomai paimta dar 10 mėginių (Nr. 11–20). Cheminės sudėties tyrimams taikytieji paruošimo ir analizės metodai yra aprašyti anksčiau (Lazareva ir kt., 2020).



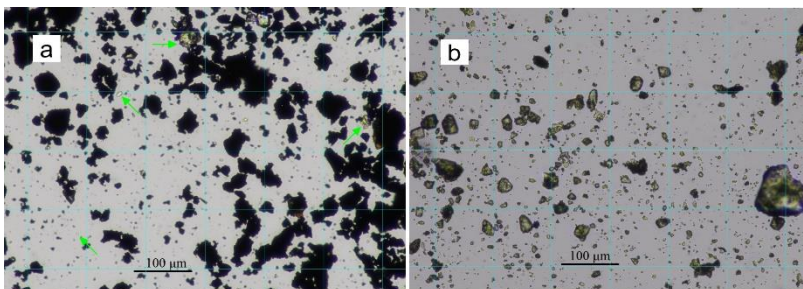
2 pav. Dulkių surinkimo vietas (numerai yra pakreiptu šriftu), dulkių apkrova (D', mg/m<sup>2</sup>/parą) ir geležies kiekiai (Fe, %) dulkėse. Potencialūs taršos šaltiniai: i) krovos terminalai: A – kalio ir azoto trąšų, B – geležies rūdos, C – fosforinių trąšų ir cemento, D – kalio trąšų; ii) kiti: E – dolomito krovos vieta, F – atliekų deginimo įmonė, S – laivų statykla.

**Rezultatai.** Sutelkti viename žemėlapyje (2 pav.) 10-ies monitoringo vietų keturių periodų dulkių apkrovų D' ir Fe kiekijų medianas su P3 periodo



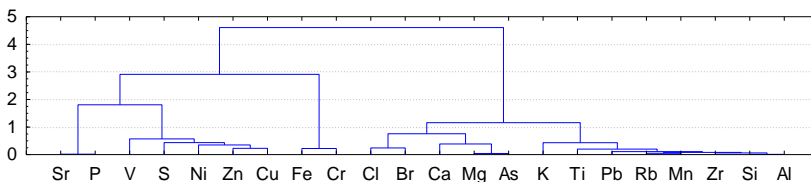
metu papildomai paimtų 10-ties mėginių atitinkamais duomenimis įgalino Friedman ANOVA statistinis testas. Jis parodė, kad ir dulkių apkrovą, ir Fe kiekių kaita per keturis periodus buvo statistiškai nereikšminga ( $p > 0,05$ ).

**Rezultatų aptarimas.** Palyginus elementų kiekius artimesnėje rūdos krovai šiaurinėje miesto dalyje (Nr. 3, 4, 11–20) su likusios dalies (esančios didesniu negu 1 km atstumu) kiekiais, nustatyta, kad arčiau rūdos krovos dulkės buvo reikšmingai ( $p < 0,05$ ) turtingesnės Fe ir Cr kiekiais, o likusi miesto dalis pasižymėjo didesniais Mg, Ca, Zr, Si, Al, Cu, Rb, Ti, Sr ir K kiekiais. Didžiausi dulkių kiekiai D' aptikti ne vien greta Fe rūdos (Nr. 4, 20), bet ir netoli dolomito krovos (Nr. 10). Tačiau jų sudėtis skirtinga: jei šiaurinėje dalyje Fe dalis dulkėse dažnai viršijo net 20 % (Nr. 3, 4, 11–13, 16–19), tai pietrytinėje dalyje (Nr. 8–10) Fe kiekiai neviršijo 3 % ir buvo artimi foniniams dirvožemiuose. Skirtingose vietose surinktos dulkės skiriasi ir vizualiai: greta krovos terminalo didžiąją dalį sudaro rūdos dalelės, o silikatiniai mineralai yra negausūs, tuo tarpu nutolusiose vietose vyrauja būtent silikatiniai mineralai (3 pav.).



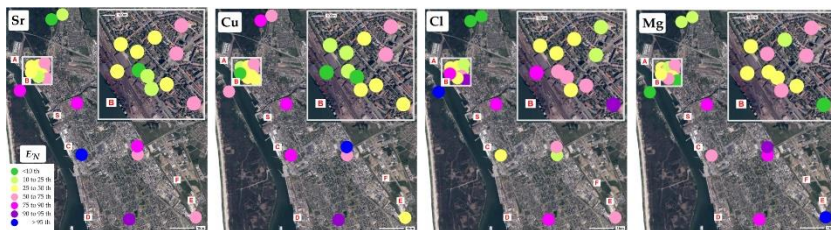
3 pav. Dulkių mineralai geležies rūdos krovos (a, rodyklėmis atkreipiamas dėmesys į silikatinius mineralus) ir pietrytinės miesto dalies (b) aplinkose.

Tarpusavyje susijusias analičių grupes viso miesto aplinkoje (Nr. 1–10) per keturis periodus apibendrinama išreiškia klasterių dendrograma (4 pav.).



4 pav. Dulkių geocheminės sudėties klasterinės analizės dendrograma.

Ji parodo, kad miesto dulkių sudėtį, be rūdros krovos (indikatorius – (Fe-Cr) sąsaja), veikia ir kiti paveikos šaltiniai, kuriuos indikuoja (Sr-P), (V(S(Ni(Zn-Cu))))), (Cl-Br), Ca(Mg-As), (K(Ti(Pb(Rb-Mn)(Zr(Si-Al)))) sąsajos. Įvairių klasterių branduoliuose esančių ir artimoje ir tolimesnėje rūdros krovai miesto dalyse reikšmingai besiskiriančių (išskyrus Cl) analizių sklaidą apibūdina ir potencialaus atmoženinio praturtinimo pedogeocheminiai rodikliai  $E_N$  (5 pav.). Jie yra apskaičiuoti, dalinant analizių kiekius dulkėse iš jų foninių kiekių dirvožemyje ir proporcingai atspindi ne tik jų santykinę kiekį dulkėse, bet ir parodo vietas, kuriose gali formuotis pridėtinės anomalijos dirvožemyje. Matome, kad Sr maksimumą yra pasiekęs fosforo trąšų krovos terminalo aplinkoje, didesnių Cu santykinų kiekių vieta yra miesto erdvėje tarp laivų statybos gamyklos ir atliekų deginimo įmonės, o greta dolomito krovos vietos didžiausiais santykiniais kiekiais yra aptiktas Mg, šios uolienos geocheminis indikatorius. Chloro, Br ir S pasiskirstymo dėsningumą apibendrinimui šiame leidinyje yra skirta kita publikacija (Navašinskienė ir kt., 2021).



5 pav. Stroncio (Sr), vario (Cu), chloro (Cl) ir magnio (Mg) potencialaus atmoženinio praturtinimo pedogeocheminiai rodikliai  $E_N$ . Jie išreikšti analizių kiekių dulkėse skirstinio procentiliais.

Šių ir kitų analizių sancaupų dulkėse išsamesnė interpretacija, naudojant įvairius rodiklius, bus paskelbta rengiamoje publikacijoje.

**Išvados.** Originalios konstrukcijos pasyviais dulkių kaupikliais surinktos dulkės, taikant geocheminių paieškų tyrimų metodus, įgalina gauti įvairiapusę informaciją tiek apie tiriamoje teritorijoje veikiančių taršos šaltinių veiklą, tiek ir apie galimus besiformuojančius atmoženinius židinius dulkes deponuojančiuose aplinkose. Tyrimo vietų, išlaikant panašių nuotolių tarp jų mastelį, tankio ir nustatomų analizių skaičiaus padidinimas teiktų tikslesnius ir išsamesnius duomenis apie galimus taršos šaltinius ir židinius.

**Padėka.** Autoriai išreiškia padėką Aplinkos apsaugos agentūrai už visapusišką bendradarbiavimą vykdant tyrimus ir galimybę naudoti tyrimų duomenis tolimesniuose tyrimuose ir publikacijose.

## **Literatūra**

- Lazareva N., Rapalis P., Taraškevičius R. 2020. Kietųjų dalelių nusėdimo intensyvumo ir jų elementinės sudėties tyrimai. 13-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2020“ medžiaga, 118–121 p.
- Navašinskienė J., Lazareva N., Zinkutė R., Rapalis P., Suzdalev S., Taraškevičius R. 2021. Ką mums atpučia vėjai. 14-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2021“ medžiaga.

## VABZDŽIŲ TYRIMAI VERPIKO VIENUOLIO (*OCNERIA (LYMANTRIA) MONACHA*) ŽIDINIUOSE KURŠIŲ NERIJOJE

**Jolanta Rimšaitė, Povilas Ivinskis**

Gamtos tyrimų centras, Vilnius  
*entlab@gmail.com*

**Įvadas.** Lietuvos Baltijos pajūris ir Kuršių nerija yra unikalus gamtos kampelis, išsiskiriantis savo kraštovaizdžiu, klimatu, fauna ir flora (Alenskienė ir kt., 2001, Bukantis, 2001; Gudelis, 1998, ). Tik čia yra savitos pajūrio buveinės (Rašomavičius ir kt, 2001), driekiasi gyvūnų migracijos keliai, tai vieta, kur susidariusios palankios sąlygos plisti naujoms rūšims. Pajūrio buveinės gali būti lengvai suardomos tiek gamtos stichijų, tiek įsivyravusių agresyvesnių augalų ar gyvūnų rūšių, didelį pavojų joms kelia žmonių veikla (Ivinskis ir kt., 2003, Ivinskis, Rimšaitė, 2005).

2018 m. Kuršių nerijos mišku apaugusių kopų buveinėse pastebėti spyglius graužiančio kenkėjo – verpiko vienuolio (*Ocneria (Lymantria) monacha* L., *Lepidoptera*) besiformuojantys masinio dauginimosi židiniai. Verpikas vienuolis (*L. monacha* L.) yra vienas iš pavojingiausių spygliuočių miškų kenkėjų centrinėje ir rytų Europoje (Sierota et al., 2019), kurio arealas dėl klimato kaitos Europoje plečiasi (Melin et al., 2020; Zinys, 2020). Siekiant apsaugot mišku apaugusios kopų buveines nuo žalos 2019 m. ir 2020 m. dalis Kuršių nerijos teritorijos buvo purškama biologiniu bakteriniu preparatu "Foray 76B".

"Foray 76B" yra laikomas specifišku, drugių vikšrus veikiančiu preparatu (Hilbeck, Schmidt, 2006), tačiau, tiek vienos rūšies masinis dauginimasis, tiek intervencija į natūralius gamtos reiškinius gali atsispindėti ir atsiliepti jautrioms ekosistemoms ir jos sudedamosioms dalims, pavyzdžiui, vabzdžiams. Siekiant nustatyti ar purškimai turi įtakos kitiems bestuburiams, 2019–2020 m. buvo atlikti vabzdžių gausumo tyrimai plotuose purkštuose biologiniu ir nepurkštuose biologiniu preparatu.

**Metodai.** Siekiant išsiaiškinti kiekybinius vabzdžių gausumo ir rūšinius pokyčius purkštuose teritorijose 2019–2020 m. viso šiltojo sezono metu nuo gegužės 1 d iki spalio mėn. pabaigos Kuršių nerijos miškų apaugusiose kopų buveinėse buvo vykdomi tyrimai naudojant stacionarias į substratą įkasamas "Barberio" gaudyklės. Vienoje tyrimo vietoje įkasamos 5 gaudyklės kas 5 m. Buvo naudojamas fiksacinis skystis – 5 % vandeninis acto tirpalas, su lašu detergento. Gaudyklės buvo tikrinamos kas dvi savaitės. Surinkti vabalai vėliau montuojami ant entomologinių adatėlių, etiketuojami ir apibūdinami.

Tyrimų vietas buvo parinktos purkštuose biologiniu preparatu' Foray 76B " ir nepurkštuose miško, pamiškės plotuose (1 lentelė).

1 lentelė

Pagrindinės tyrimų vietos

Vietovė	Vietovės kodas	Vietovės apibūdinimas	Geografinės koordinatės (WGS)	Tyrimo metai
*Alksnynė	Alksnynė	Pušynas su samanų kerpių paklote	55.658405, 21.123349	2019
*Smiltynė, Neringos miškas	Smiltynė_1	Pušynas su vešlia smilginių danga	55.67771, 21.112539	2019
*Smiltynė, Smiltynės miškas	Smiltynė_2	Pamiškės pieva	55.707194, 21.107482	2020
Naglių rezervatas	Nagliai_24	Pušynas, samanų, smilgų paklotė	55.498352, 21.096494	2019
Naglių rezervatas	Nagliai_26	Pušynas, samanų, smilgų paklotė	55.487191, 21.092461	2019, 2020
*Nida, Briedžių miškas	Nida	Pamiškės pieva	55.345207, 21.013296	2020
Juodkrantė, Žuvėdrų kalnas	Juodkrantė_kolonija	Pušynas, sengirė, kormoranų kolonija	55.518212, 21.112324	2020
Juodkrantė	Juodkrantė	Pušynas su samanų danga	55.512101, 21.103171	2019

\* pažymėtos teritorijos, kuriose buvo naudotas biologinis preparatas

**Rezultatai.** 2019 m. ištirti gaudyklėmis surinkti 10501 vabalų individai, priklausantys 136 jų rūšims ir 23 šeimoms. Gausiausi buvo Staphilinidae šeimos vabalai, jų rasta 52, Carabidae – 29, Curculionidae – 9, Elateridae – 8 rūšys. 2020 m. sugauti ir apibūdinti 7507 vabalų individai, aptiktos 304 vabalų rūšys priklausančios 44 šeimoms. Gausiausios rūšimis buvo šios šeimos: Carabidae, Staphylinidae, Curculionidae, Elateridae, Nitidulidae, Leiodidae, Chrysomelidae, kitų šeimų atstovų rasta po 1–4 rūši. 2019 m. daugiausia vabalų sugauta Alksnynėje (3113 individų) ir Smiltynėje (2312 individų), o 2020 m. – Nidoje (3130) ir Smiltynė\_2 (2156) tyrimo vietose, t.y. teritorijose, kuriose buvo vykdomi purškimai (2 lentelė). Rūšių gausa per visą tyrimo periodą išsiskyrė Nidos ir Smiltynė\_2 tyrimo plotai (2 lentelė).

2019–2020 m. tyrimo metu dominavo *Staphylinus erythropterus* (Staphylinidae), *Carabus violaceus*, *Pterostichus niger* (Carabidae), *Anoplotrupes stercorosus*, *Trypocopris vernalis* (Geotrupidae), *Nicrophorus vespilloides* Herbst 1783 (Silphyidae) vabalai.

2 lentelė

2020–2019 m. sugautų vabalų šeimų, rūšių ir individų skaičius skirtingose tyrimo vietose

Vietovės	Šeimų skaičius	Rūšių skaičius	Individų skaičius
Alksnynė	16	76	3113
Juodkrantė	14	63	1629
Juodkrantė_kolonija	19	45	115
Nagliai_24	6	34	1708
Nagliai_26 (2019)	8	30	1733
Nagliai_26 (2020)	19	92	2038
Nida	35	151	3130
Smiltynė 1	12	39	2312
Smiltynė 2	26	152	2156

Didžiausias rūšių skaičius nustatytas žygių (*Carabidae*), trumpasparnių (*Staphylinidae*), straubliukų (*Curculionidae*) šeimose. Nidos teritorijoje aptiktas retas vabalas pūzrinis skydvabalis *Ostoma ferruginea* L. (*Trogositidae*), kurio lervos minta medžių grybų miceliu. Taip pat šiame tyrimų plote aptiktas retas žygis mažasis puošniažygis *Carabus convexus* F. Smiltynės\_2 buveinėje aptikta nauja Lietuvai vabalų rūšis žvilgvabalis *Nitidulidae* – *Afrogethes planiusculus* (Heer) ir naujos Lietuvai genties vabalas trumpasparnis *Metopsia* sp. Juodkrantėje aptiktos 2 naujos Lietuvai vabalų rūšys mikštvasalis (*Cantharidae*) *Malthodes fuscus* (Waltl) ir žygis–*Philorhizus quadrisignatus* (Dejean, 1825).

Tyrimų metu nustatyta, kad Kuršių nerijoje plinta svetimžemė boružių rūšis – *Harmonia axyridis* Palls. Ši boružė aptikta Naglių rez. ir Smiltynėje.

**Rezultatų aptarimas.** Daugiamečiai stebėjimai rodo, kad kenkėjų masinio dauginimosi židiniuose padaugėja plėšrių rūšių ir individų. Yra netiesioginių įrodymų, kad purškimai gali įtakoti vabzdžių fauną.

*Carabus violaceus* ir *Staphylinus erythropterus* gausiausiai stebėti purkštuose židiniuose plotuose. Šie faktai sietini su galimai padidėjusia galimybe maitintis lengviau prieinamais objektais. Šios abi rūšys plėšrios ir minta tik gyvūniniais objektais. Stebėtas žygio *Cychrus rostratus* ženklūs kiekiai nepurkštuose tyrimo plotuose Nagliai\_24 ir Nagliai\_26, kai tuo tarpu purkštuose plotuose stebėti tik keli individai. Šios rūšies sąlyginį gausumą

siejame su tuo, kad nepurkštuose plotuose maisto objektai (moliuskai) išlikę, o purkštuose plotuose dėl pažeistų mitybos grandinių stebimi tik pavieniai vabalai. Manome, kad purškimai galėjo paveikti *C. rostratus* mitybinius objektus. Purkštuose plotuose vyrauja plėšrios vabalų rūšys, o nepurkštuose gausesni kaprofagai – Geotrupidae šeimos atstovai. Tuo tarpu 2020 m. didžiuliai kiekiai *S. erythropterus* aptikti tik nepurkštame plote. *S. erythropterus* yra daugiau miško rūšis, todėl Smiltynės ir Nidos pamiškės pievų buveinėse jis buvo mažiau gausus, be to 2020 m. nebuvo stebimi dideli verpiko vienuolio vikšrų kiekiai.

Miškų purškimo įtaką prieš kenkėjus sunku vertinti, duomenys nerodo didelių pokyčių. Verpiko vienuolio gausumas židiniuose stipriai sumažėjo ir nepurkštuose plotuose dėl natūralių priežasčių, taip pat buvo stebėtas kitų lapus graužiančių drugių (*Limantria dispar*, *Leucoma salicis*) sumažėjimas. Nupurštuose plotuose bioįvairovė bent dalinai gali atsistatyti vykstant imigracijai iš gretimų, nepurkštų plotų.

## Literatūra

- Alenskienė S. (red.) 2001. Kuršių Nerijos augalai. Klaipėda
- Bukantis A. 2001. Climatic fluctuations in Lithuania against background of global warming. Acta Zoologica Lituonica 11 (2): 113–120 p.
- Gudelis V. 1998. Lietuvos įjūris ir pajūris. Monografija. Lietuvos mokslas, 17 knyga. Vilnius, 1998.
- Hilbeck A., Schmidt J.E.U. 2006. Another View on Bt Proteins – How specific are they and what else might they do? Biopesticides International, Nr. 2 (1): 1-50 p.
- Ivinskis P., Ferenc R. and Rimšaitė J. 2003. Kuršių Nerijos vabzdžiai ir jų apsauga. Žmogaus ir gamtos sauga. Respublikinės mokslinės konferencijos medžiaga, 131–134 p. Kaunas.
- Ivinskis P., Rimšaitė J. 2005. Baltic Seashores a Unique Habitat For Insects. Acta Zoologica Lituonica, Nr. 15 (2), 115–118 p.
- Melin M., Viiri H., Tikkanen O.-P., Elfving R., Neuvonen S. 2020. From a rare inhabitant into a potential pest – status of the nun moth in Finland based on pheromone trapping. Silva Fennica. Nr. 54(1), 1-9 p.
- Rašomavičius V., Sinkevičienė Z., Balsevičius A., Čiuplys R., Patalauskaitė D., Olenin S., Daunys D. 2001. Europinės svarbos buveinės Lietuvoje. Vilnius.
- Sierota Z., Grodzki W., Szczechowski A., 2019. Abiotic and biotic disturbances affecting forest health in Poland over the past 30 years: Impacts of climate and forest management. Forests 10(1), 17 p.
- Zinys Š. 2020. Foray 76B efektyvumas prieš verpiką vienuolį (*Lymantria monacha* L.). Magistrantūros baigiamasis darbas. Kaunas.

## ŠLAKIŲ JAUNIKLIŲ IŠGYVENAMUMO UPĖSE TYRIMAI

**Andrius Skersonas<sup>1</sup>, Edgaras Ivanauskas<sup>1</sup>, Antanas Kontautas<sup>1</sup>,  
Nerijus Nika<sup>1</sup>, Tadas Poškys<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, <sup>2</sup> Lietuvos jūrų  
muziejus, Klaipėda  
*andrius.skersonas@apc.ku.lt*

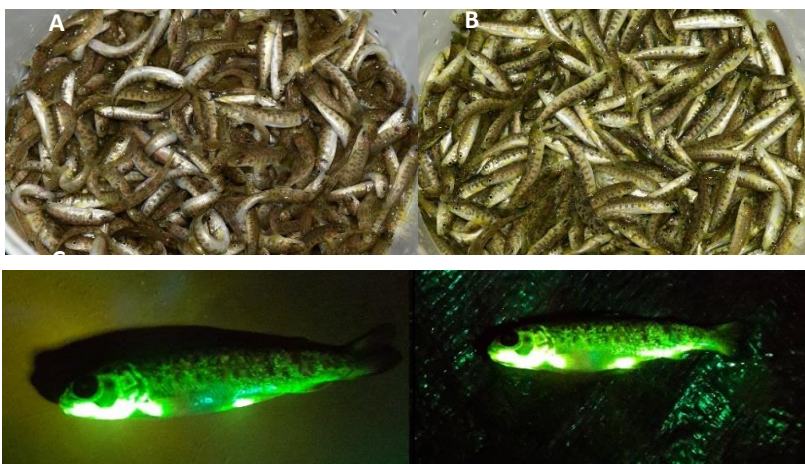
**Įvadas.** Dirbtinis žuvų veisimas ir telkinių įžuvinimas vis dar yra laikomas viena svarbiausių priemonių žuvų išteklių valdyme, nors neretai jos faktinis efektyvumas yra nežinomas. Vykdam vandens telkinių įžuvinimo efektyvumo įvertinimą dažnai susiduriama su problema, kaip tiksliai identifikuoti dirbtinio veisimo individus ir nustatyti jų gausumą. Vertinant veistųjų individų dalį populiacijoje kyla sunkumų, kuomet individų dydžiai ir svoriai nėra pasiskirstę diferencijuotai ir stebima didelė jų variacija, todėl veistų ir natūralaus neršto individų išskyrimas pagal dydį yra netikslus. Tiksliesniam veistų individų identifikavimui yra būtinos pažangesnės, bet daugiau resursų reikalaujančios priemonės, pavyzdžiui genetinė analizė arba individų žymėjimas. Lietuvoje šlakio *Slamo trutta* išteklių atkūrimo programa pagrįste paremta kelių mėnesių amžiaus jauniklių (mailiaus iki 1 g vidutinio svorio) išleidimu upėse, o tokio amžiaus žuvims tinka tik nedaugelis šiuo metu egzistuojančių žymėjimo metodų.

**Tyrimo metodai.** Vakarų Lietuvos upėse atlikti du tyrimai naudojant skirtingus dirbtinai veistų šlakių jauniklių žymėjimo metodus: riebalinio pelekėlio nukirpimą (Brynildson, Brynildson, 1967) ir žymėjimą cheminiu žymekliu kalceinu (Mohler, 2003).

Įveisimo efektyvumo vertinimas nukerpant riebalinį pelekėlį buvo atliekamas 2015-2016 metais Akmenos ir Šunijos upėse (Jūros upės baseinas). Palyginimui, mirtingumo ir morfologinių rodiklių tyrimai atlikti natūralaus neršto upeliuose – Blendžiavoje (Minijos upės baseinas) bei Pragulboje (Bartuvos upės baseinas). 2015 metais į Akmenos ir Šunijos upių tyrimo vietas buvo išleista po 2000 vnt. Žeimenos veislyne išaugintų šlakio jauniklių, iš kurių 40% buvo žymėti. Tų pačių metų vasaros pabaigoje, rudenį bei 2016 m. pavasarį (gegužės mėn.) visose 4 tyrimų vietose buvo atliekama šlakių jauniklių apskaita, naudojant elektros žūklės metodą. Papildomai, šlakių jauniklių žiemojimo mirtingumui įvertinti, žiemą buvo atliekamas *in situ* eksperimentas, tose pat tyrimo vietose specialiose 1x1,5x0,3 m dydžio varžose patalpinant ir stebint po 20 šiųmetukų (dirbtinio veisimo – Akmenoje ir Šunijoje ir natūralaus neršto – Blendžiavoje bei Pragulboje).



2018 m. pavasarį Žeimosos lašišinių žuvų veislyne užauginti šlakių jaunikliai buvo sužymėti osmosinės indukcijos metodu panaudojant cheminį žymeklį kalceiną (fluorescencinį dažą). Apšvietus žymėtą žuvį „BlueStark“ UV spektro detektoriumi, ant pelekų spindulių, žiaunadangčių ir kitų paviršinių kaulinių struktūrų naudojant poliarizuotus filtruojančius akinius yra aiškiai matomos žaliai fluorescencinės žymės (1 pav.). Šis žymėjimo būdas Lietuvoje buvo panaudotas pirmą kartą. Metodas leidžia greitai ir efektyviai sužymėti didelius kiekius jaunų žuvyčių ir tuo pačiu yra saugus ir nekenksmingas žuviui. Per 12 valandų po žymėjimo procedūrą krito tik 0,03 % individų. Tuo tarpu fluorescencinės žymės buvo gerai matomos 100 % sužymėtų individų, kurios taip pat nesunkiai pastebimos ir po 1 metų laiko.



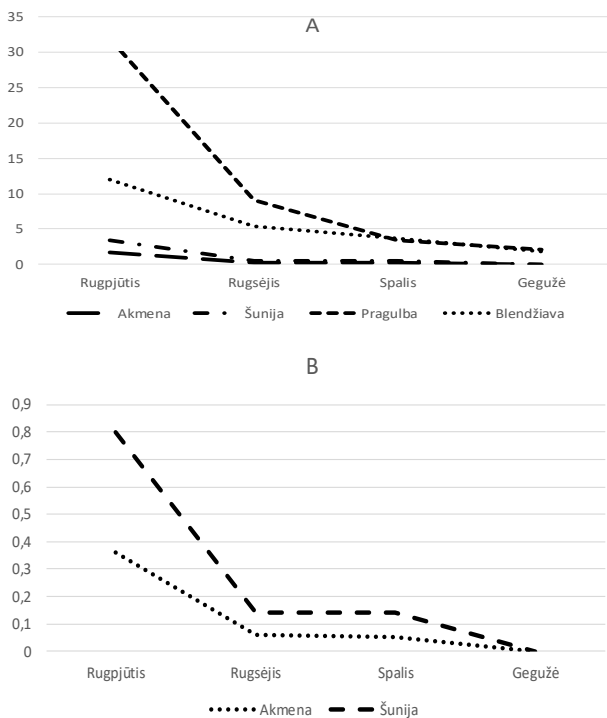
1 pav. Osmosinės indukcijos būdu kalceinu žymėti lašišinių žuvų jaunikliai prieš (A) ir po (B) žymėjimo procedūros (A. Palinskos nuotraukos) bei fluorescencinės žymės apšvietus UV (C) (N. Nikos nuotraukos).

Sekančią dieną sužymėtos žuvytės buvo išleistos į Alanto bei Mišupio upių atkarpas (Minijos upės baseinas). Kiekvienoje išuvinamoje upėje 500 m ruože buvo paleista po 2000 vnt. pažymėtų šlakių jauniklių. Paraleliai natūralios kilmės šlakių jauniklių mirtingumo tyrimai vykdyti Blendžiavoje ir Karkluoje (Minijos baseinas). Pasirinkti upių ruožai buvo apgaudomi naudojant elektros žūklės metodą. Kiekvienoje upėje atlikta po 4 žvejybas: 2018 m. – liepos, rugpjūčio ir spalio mėnesiais ir 2019 m. – gegužės mėn.

**Rezultatai ir jų aptarimas.** Tiriant jauniklių gausumo dinamiką, kuri pagrįde sietina su mirtingumu ir migracija, nuo pirmosios vasaros iki sekančio pavasario pastebėtas žymus tiek natūralaus neršto, tiek veistų

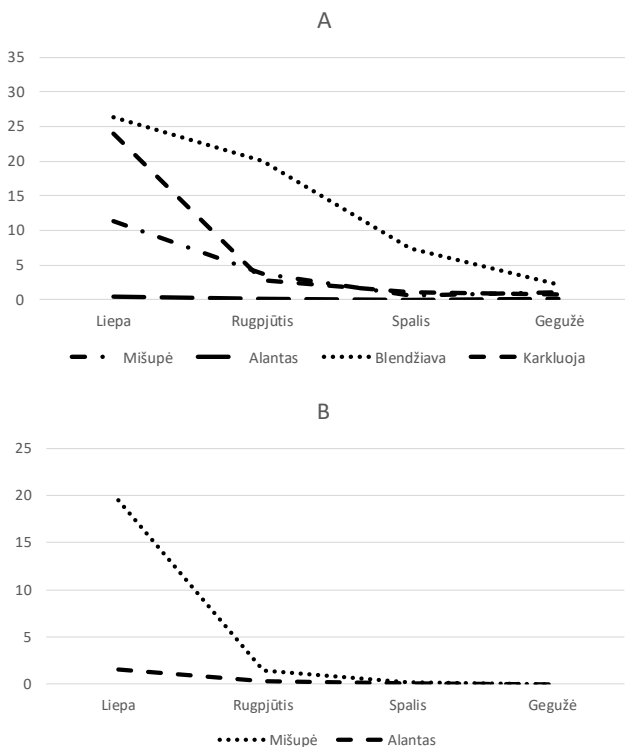
individų gausumo mažėjimas. Jis ypač reikšmingas vasaros mėnesiais, o po pirmosios žiemos jauniklių tiriamuose ruožuose lieka labai mažai (2 ir 3 pav.).

Prasta situacija stebėta 2015–2016 m. Jūros baseino upėse, kur natūralaus neršto jauniklių tankis po žiemos – 2016 metų gegužės mėn. Akmenoje sudarė tik 4,2 % spalį sugautų individų kiekio, o Šunijoje – 0 %. Tuo tarpu natūralios populiacijos individų gausumas pavasarį Blendžiavoje siekė 48,5 %, Pragulboje – 61,3 % gausumo, fiksuoto spalį, t.y. žiemojimo mirtingumas siekė apie 40–50 %. Dirbtinai veistų ir pavasarį išleistų jauniklių po žiemos Akmenoje ir Šunijoje nebegauta.



2 pav. 2015-2016 m. jauniklių gausumo (ind/100m<sup>2</sup>) dinamika: A – natūralaus neršto, B – žymėtų jauniklių.

## Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga



3 pav. 2018-2019 m. jauniklių gausumo (ind/100m<sup>2</sup>) dinamika: A – natūralaus neršto, B – žymėtų jauniklių.

Vertinant žiemojimo mirtingumą eksperimentinėmis sąlygomis specialiose varžose *in situ*, taip pat gauti panašūs rezultatai, kuomet natūralaus neršto šlakių jaunikliai peržiemojo žymiai sėkmingiau nei dirbtinio veisimo šlakių jaunikliai. Nuo spalio iki sausio mėnesio visose eksperimentinėse imtyse išgyveno 90% jauniklių, tačiau sausio mėnesį stebimas mirtingumo pikas visose imtyse ir išgyvenamumas sumažėja iki 60-50%. Vasario – kovo mėnesiais kritusių individų skaičiumi išsiskiria dirbtinio veisimo jaunikliai: Akmenyje išgyveno 15% individų, o Šunijoje iki eksperimento pabaigos likus mėnesiui krito visi šlakių jaunikliai. Tuo tarpu natūralaus neršto jauniklių kiekis nuo sausio mėnesio iki eksperimento pabaigos išliko stabilus ir per žiemą išgyveno 55% individų Blendžiavoje ir Pragulboje.

2018-2019 m. tyrimo rezultatai atitinka tas pačias tendencijas kaip ir ankstesniame tyrime, t.y. stebimas pastovus natūralaus neršto jauniklių gausumo mažėjimas tyrimo laikotarpiu (3a pav.). Tuo tarpu tiksliai įvertinti dirbtinio veisimo kalceinu žymėtų jauniklių išgyvenamumo nepavyko dėl labai prastos bendros situacijos Alanto ir Mišupės upėse 2018 metais. Rugsjūčio mėn. stebėtas labai žemas tiek veistų, tiek natūralios populiacijos individų gausumas Mišupyje, kuris liepos mėn. buvo aukštas, tuo tarpu Alante *Salmo trutta* populiacijos būklė buvo prasta viso tyrimo metu (3 pav.). Tai sietina su labai nepalankiomis hidrometeorologinėmis sąlygomis – karšta vasara, kritiškai žemu vandens lygiu upėse ir sušilusiu vandeniu.

### **Išvados.**

1. Tyrimų rezultatai rodo, jog po dirbtinio veisimo šlakių jauniklių išleidimo ir po pirmojo žiemojimo (per vienerius metus) mirtingumas pasiekia beveik 100 %.

2. Pastarieji mirtingumo *in situ* tyrimo rezultatai yra aktualūs vertinant žuvivaisos programos efektyvumą platesniame kontekste. Pagal lašišinių žuvų būklės stebėsenos duomenis, nematome veisimo teigiamo ilgalaikio poveikio šlakių išteklių būklei, pvz., Jūros baseino populiacijos atveju. Mažas veisimo efektyvumas yra gerai paaiškinamas jauniklių išgyvenamumo upėse tyrimų rezultatais.

3. Šlakių veisimo programos klausimui ilgalaikėje perspektyvoje spręsti yra būtini tolimesni veistų individų biologijos ir ekologijos upėse tyrimai. Kadangi identifikuoti dirbtinio veisimo jauniklius be specialaus jauniklių žymėjimo yra sudėtinga, siūlome kaip tinkamiausią taikyti osmosinės indukcijos būdą naudojant kalceiną, kuriuo galima efektyviai sužymėti didelį kiekį žuvų jauniklių.

### **Literatūra**

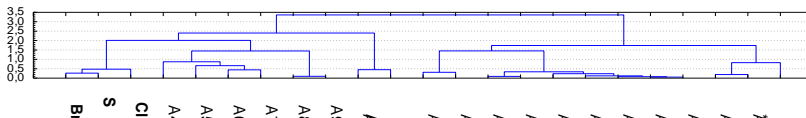
- Brynildson O.M., Brynildson C.S. 1967. The effect of pectoral and ventral fin removal on survival and growth of wild brown trout in a Wisconsin stream. Transactions of American Fisheries Society, 96, 353–355.
- Mohler, J. W., 2003. Producing fluorescent marks on Atlantic salmon fin rays and scales with calcein via osmotic induction. North American Journal of Fisheries Management, 23, 1108–1113.

## KĄ MUMS ATPUČIA JŪRINIŲ KRYPČIŲ VĖJAI

Sergej Suzdalev<sup>1</sup>, Judita Navašinskienė<sup>2</sup>, Nadežda Lazareva<sup>1</sup>,  
Rimantė Zinkutė<sup>3</sup>, Paulius Rapalis<sup>1</sup>, Ričardas Taraškevičius<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda; <sup>2</sup>Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, Klaipėda; <sup>3</sup>Gamtos tyrimų centras, Vilnius  
*sergej.suzdalev@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Duomenys apie vėjo greitį, jo kryptį yra svarbūs ne tik daugeliui ūkio ir pramonės šakų, bet dėl vėjų srautais atgabenamų cheminių elementų ir jų junginių – gyvenimo kokybei ir sveikatai. Todėl jų ir oro srautų sąsajų analizei atidus dėmesys skiriamas ne tik užsienyje, bet ir Lietuvoje (Davulienė et al., 2021; Lazareva ir kt., 2020). Šios studijos tikslas – aptarti galimas priežastis, dėl kurių klasterinė analizė bromą (Br), sierą (S) ir chlorą (Cl) Klaipėdos dulkėse išskyrė į atskirą grupę (1 pav.).



1 pav. Dulkių geocheminės sudėties klasterinės analizės dendrograma. A1,..., A22 – kitos tirtos analitės (jos bus įvardintos kitoje rengiamoje publikacijoje). \*DA – dulkių apkrova.

**Metodai.** 2020 metais dulkės rinktos keturių periodų metu: 04.03–15.04 (P1), 16.04–27.05 (P2), 28.05–08.07 (P3) ir 09.07–19.08 (P4), o jų sudėties tyrimams taikyti analizės metodai yra aprašyti anksčiau (Lazareva ir kt., 2020). Oro srautų pagrindiniai parametrai sukaupti panaudojant Klaipėdos meteorologinės stoties (55°43'53"N 22°05'29"E) duomenis (1 ir 2 lentelės).

1 lentelė

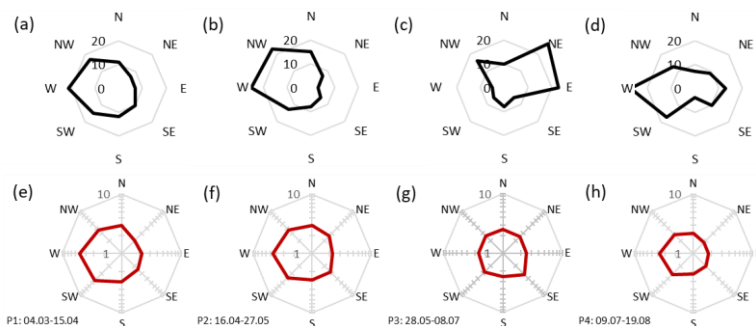
Vėjo kryptių kintamųjų reikšmės per dulkių surinkimo periodus

Vėjo kryptys	Vėjo kryptių dažniai, %				Vėjo kryptių vidurkiniai greičiai, m/s			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Š (N)	11	15	10	7,0	3,0	3,0	2,5	2,2
ŠR (NE)	7,0	7,0	26	9,0	2,0	2,6	2,5	1,8
R (E)	7,0	3,0	23	13	2,2	2,2	2,5	1,8
PR (SE)	10	6,0	6,0	10	2,4	2,8	3,2	2,0
P (S)	12	8,0	8,0	4,0	3,0	2,8	2,5	2,2
PV (SW)	15	13	6,0	17	4,4	3,8	2,8	3,2
V (W)	21	25	5,0	27	5,2	4,6	2,6	3,7
ŠV (NW)	17	23	16	13	3,6	3,6	2,6	2,8

Lietaus kritulių kintamųjų reikšmės per dulkių surinkimo periodus

Bendras lietaus kritulių kiekis, mm				Didžiausias lietaus kritulių kiekis, mm			
P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
34	17	141	81	7,3	6,6	61,1	16,3

**Rezultatai.** Dulksėse aptikti Br, Cl ir S medianiniai kiekiai per keturis periodus (P1, P2, P3, P4) atitinkamai yra,  $\mu\text{g/g}$ : 26.1, 20.5, 11.5, 13.0; 14475, 4794, 1307, 3467 ir 7092, 6450, 4123, 5679. Pagrindiniai meteorologiniai duomenys yra apibendrinti vėjų rožėmis (2 pav.)

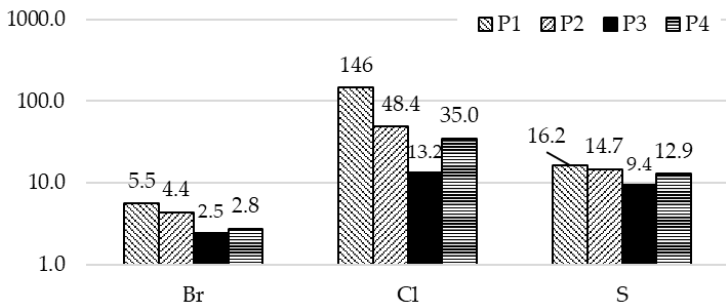


2 pav. Vėjo krypčių dažnių (%) diagramos (a, b, c, d) ir vėjo krypčių vidurkinių greičių (m/s) diagramos (e, f, g, h) per dulkių surinkimo periodus (a, e – P1, b, f – P2, c, g – P3, d, h – P4). Krypčių trumpiniai yra tarptautiniai.

**Rezultatų aptarimas.** Periodo P3 išskirtinumą parodė jo metu aptikti mažiausi Br, Cl ir S medianiniai kiekiai, kurie pagal jų mažėjimą perioduose rikiavosi ta pačia tvarka:  $P1 > P2 > P4 > P3$ . Ši eilė nepakito palyginus analičių vertes dulksėse su anksčiau Klaipėdos dirvožemyje nustatytais jų natūraliomis foninėmis sankaupomis (Taraškevičius et al., 2010) ir apskaičiuotus potencialaus atmoženinio praturtinimo pedogeocheminius rodiklius  $E_N$  (3 pav.). Be to, Friedman ANOVA pagalba išaiškėjo, kad elementų kiekių skirtumai yra reikšmingi ( $p < 0.05$ ).

Bendras turtingiausių Br, Cl ir S kiekiais periodų P1, P2, P4 bruožas – didžiausias V krypties vėjų dažnis ir greitis (2 pav.). Periodų P1, P2 ir P4 metu vien tik trijų vėjų krypčių iš aštuonių – V, ŠV ir PV, dažnių sumos viršijo 50 % (atitinkamai, 53 %, 61 % ir 57 %), kai P3 metu šioms kryptims atiteko tik 27 %. Šis P3 bruožas, o taip pat dar ir bendras, ir didžiausias lietaus kritulių kiekis jo metu, atskleidė šio periodo išskirtinumą. Tai pagrindė ir Spirmeno ranginiai koreliacijos koeficientai, rodantys, kad vėjo krypčių kintamųjų

reikšmės P3 metu reikšmingai nekoreliuoja su kitų periodų atitinkamais duomenimis (3 lentelė).



3 pav. Potencialaus atmozoninio praturtinimo pedogeocheminių rodiklių  $E_N$  medianinės reikšmės per dulkių surinkimo periodus P1, P2, P3 ir P4. Rodikliai  $E_N$  yra apskaičiuojami dalinant analičių kiekius dulkėse iš jų foninių kiekių dirvožemyje.

Ir pagal vėjo krypčių dažnį, ir pagal vidurkinius vėjo greičius panašiausi yra P1 ir P2 periodai, o vidurkiniai greičiai P4 metu reikšmingai koreliuoja su atitinkamais P1 ir P2 duomenimis. Visų šių veiksnių poveikio rezultate, vyraujant jūrinių krypčių vėjams, vidurkiniai Cl, S ir Br kiekiai dulkėse buvo, atitinkamai, 5,8, 1,6 ir 1,7 karto didesni nei P3 metu.

3 lentelė

Vėjo krypčių kintamųjų reikšmių per dulkių surinkimo periodus Spirmeno koreliacijos koeficientų (R) matricos

Kintamieji	D'P1	D'P2	D'P3	D'P4	Kintamieji	G'P1	G'P2	G'P3	G'P4
D'P1		<b>0,89</b>	-0,65	0,49	G'P1		<b>0,96</b>	0,46	<b>0,99</b>
D'P2	<b>0,89</b>		-0,42	0,34	G'P2	<b>0,96</b>		0,53	<b>0,98</b>
D'P3	-0,65	-0,42		-0,41	G'P3	0,46	0,53		0,47
D'P4	0,49	0,34	-0,41		G'P4	<b>0,99</b>	<b>0,98</b>	0,47	

D'P1, D'P2, D'P3, D'P4 yra aštuonių vėjo krypčių dažniai atitinkamo periodo metu (%), o G'P1, G'P2, G'P3, G'P4 yra aštuonių vėjo krypčių vidurkiniai greičiai (m/s) atitinkamo periodo metu. Teigiamos reikšmingos ( $p < 0,05$ ) R reikšmės paryškintos.

Siera, kurios žymi dalis, daugelio tyrėjų nuomone, dulkėse įprastai būna antropogeninės kilmės, Klaipėdoje kiek stipriau yra susijusi su Br (1 pav.), kuri kartu su Cl kai kurie tyrėjai laiko jūrinės kilmės indikatoriais (Calvo et al., 2013). Tačiau Lenkijos tyrėjai teigia (Samek et al., 2015), kad dalis Cl ir Br gali būti susijusi su anglies ir biomasės kūrenimu (S jų studijoje nebuvo tiriama). Tyrimais Preiloje (Davulienė et al., 2021) pastebėta, kad teršalai yra atnešami vakarinių krypčių vėjais iš Vakarų Europos, ypač Anglijos, Danijos

ir šiaurės Lenkijos. Todėl nenuostabu, kad pučiant ŠV, V ar PV krypčių vėjams, oras praturtinamas ne tik jūrinės, bet ir antropogeninės kilmės elementais. Bet vėjų nešmenis atlydėję skirtingi kritulių kiekiai gali pakeisti proporcijas tarp jūrinės ir neįūrinės kilmės elementų kiekių dedamųjų. Pagausėjus krituliams tikėtina, kad jie tuo metu ne tik praskiedžia Cl kiekį vėjo genamuose jūros pursluose, bet dar ir „praplauna“ pažemio oro sluoksnį, sumažindami jame lokaliuos kilmės dulkių kiekius ir potencialių taršos šaltinių poveikio spindulį. Dėl to pavėjinėje kryptyje nuo krovos terminalų esančių gyvenamųjų namų aplinkoje priežemio oras bus grynesnis, negu yra sausuoju metu. Tokį reiškinį mini Ravindra et al. (2003).

**Išvados.** Nustatytas kompleksinis meteorologinių sąlygų poveikis Br, Cl bei S kiekiams Klaipėdos atmosferos dulkėse, įrodant statistiškai reikšmingai didesnius jų kiekius vyraujant jūrinių krypčių vėjams. Atkreipiamas dėmesys, kad pernelyg ilgas dulkių atrinkimo periodas gali tapti niveliuojančiu veiksniu, užmaskuojančiu trumpalaikį emisijos šaltinių poveikį aplinkai.

## Literatūra

- Calvo A.I., Alves C., Castro A. et al. 2013. Research on aerosol sources and chemical composition: Past, current and emerging issues. *Atmospheric Research*, Vol. 120–121, 1–28.
- Davulienė L., Jasinevičienė D., Garbarienė I. et al. 2021. Long-term air pollution trend analysis in the South-eastern Baltic region, 1981–2017. *Atmospheric Research*, Vol. 247, 105191, doi:10.1016/j.atmosres.2020.105191.
- Lazareva N., Rapalis P., Taraškevičius R. 2020. Kietųjų dalelių nusėdimo intensyvumo ir jų elementinės sudėties tyrimai. 13-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2020“, vykusios 2020 metų spalio 7–9 dienomis Klaipėdoje, medžiaga, 118–121.
- Ravindra K., Mor S., Ameen et al. 2003. Variation in spatial pattern of criteria air pollutants before and during initial rain of monsoon. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 87, 145–153.
- Samek L., Stegowski Z., Furman L. et al. 2017. Chemical content and estimated sources of fine fraction of particulate matter collected in Krakow. *Air Quality, Atmosphere & Health*, Vol. 10, 47–52.
- Taraškevičius R., Gulbinskas S. 2010. Pedogeochemical accumulating associations of education and learning institutions and sport stadiums in Klaipėda. *Proceedings of 15<sup>th</sup> international conference on heavy metals in the environment: September 19–23, 2010, Gdańsk, Poland*, 781–784.



## VARIO LYDINIŲ CHEMINĖS SUDĖTIES ANALIZĖS REZULTATŲ SAŠAJŲ GALIMYBĖS NAUDOJANT ETALONUS

**Sergej Suzdalev<sup>1</sup>, Rimantė Zinkutė<sup>2</sup>, Ričardas Taraškevičius<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda; <sup>2</sup> Gamtos tyrimų centras, Vilnius

*sergej.suzdalev@apc.ku.lt*

**Ivadas.** Dėl aplinkos objektų cheminės sudėties analizės metodu įvairovės nuolat aktualus jų teikiamų rezultatų palyginamumas. Naujas galimybes šioje srityje suteikia ir LMT remiamas projektas Nr. S-MIP-19-50 (vadovas – dr. A. Bliujienė). Jo metu įgyti tyrimų rezultatai skelbiami duomenų bazėje (<http://lydiniai.lt>). Jos formavimo ypatumas yra tai, kad kiekvienos archeologinių radinių bandymų dienos pradžioje ir pabaigoje tirama dar ir etaloninių lydinių serijos (ELs) cheminė sudėtis. Dėka to tyrėjai, savo tyrimų praktikoje naudojantys bet kuri iš šios ELs, esant poreikiui, galės recalibruoti šioje bazėje pateiktus tyrimų rezultatus ir palyginti ar susieti juos su savo rezultatais. Tuo tikslu pasiūlysiame pavyzdinę metodologinę veiksmų seką.

**Tyrimo objektas ir metodai.** Metodologijos taikymui iliustruoti pasitelksime alavo (Sn), švino (Pb) ir cinko (Zn) kiekius, pagal kuriuos klasifikuojami vario lydiniai. Naudojami ELs su jų gamintojo MBH Analytical Ltd paliudytaisiais šių trijų analizių ir vario (Cu) kiekiais yra apibūdinti 1 pav. Penki iš ELs (trumpiniai – CH1, CH2, CH3, CH8, CH9) jau yra bandomi naudoti kitų šalių archeologinių tyrimų praktikoje duomenų sąsajoms sukurti. Pasitelksime ELs paliudytuosius duomenis ir dviejomis analizės įrangomis – Niton XL3t (NXL) ir SPECTRO XEPOS HE (XHE), kurios yra apibūdintos anksčiau (Bagdzevičienė ir kt., 2020), aptiktus kiekius. XHE matavimai yra atlikti Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institute, NXL rezultatus pateikė dr. A. Bliujienė. Dėl didesnio apibendrinamumo pasirinkome dienas, kai buvo tiriami visi dešimt ELs, be to, naudojome ne vienos kurios nors dienos dviejų bandymų serijų duomenis, bet atsitiktinai parinktų trijų dienų šešių serijų (NXL: 2020-07-13, 2020-09-11, 2020-09-29; XHE: 2020-06-15,16,17) analizės rezultatus. Preciziškumą RSD (atkartojamumą) ir tendencingumą BIAS (juo pagrįsime recalibravimo poreikį ir veiksmingumą) apibūdinysime remdamiesi MCERTS rekomendacijomis: <https://www.gov.uk/government/publications/using-mcerts-for-the-chemical-testing-of-soil/using-mcerts-for-the-chemical-testing-of-soil>.

Jūros ir krantų tyrimai 2021. Konferencijos medžiaga

ELs: sertifikato Nr / lydinio tipas	ID	Pb	Sn	Zn	Cu
32X SN6/ Bronze Alloy	CH1	1.6440	6.7800	2.0000	85.7300
31X 7835.9/ Leaded Brass	CH2	1.0450	1.6000	16.2600	76.6000
31X TB5/ Trace Elements in Brass	CH3	0.5750	0.1290	35.6200	61.4900
33X GM21/ GUN METAL	CH8	7.5300	4.5000	4.9600	78.8600
32X LB10/ LEADED BRONZE	CH9	12.6000	8.2900	0.1100	77.1000
31X MNB3/ MANGANESE BRASS	Mn5	0.5090	0.4230	25.5700	66.4100
32X ALB5/ ALUMINIUM BRONZE	Al6	0.0512	0.0293	0.8000	83.7200
32X PB11/ PHOSPHOR BRONZE	P7	0.9950	3.3060	1.7100	90.4400
71X SR0/ TIN WITH IMPURITIES	Sn4	0.0380		0.0022	0.0049
83X PR3/ Lead with impurities	Pb10		0.0417		0.0694

1 pav. Pb, Sn, Zn ir Cu kiekiai etaloninių lydinų serijos (ELs) bandiniuose. ID – šioje publikacijoje naudojamas bandinio pavadinimo trumpinys.

**Rezultatai.** Matavimo rezultatų vertinimas pagal MCERTS rekomendacijas pateikiamas 2 pav.

ID	Preciziškumas ( <i>RSD, precision</i> ), %								Tendencingumas ( <i>BIAS, bias</i> ), %							
	Pb		Sn		Zn		Cu		Pb		Sn		Zn		Cu	
	NXL	XHE	NXL	XHE	NXL	XHE	NXL	XHE	NXL	XHE	NXL	XHE	NXL	XHE	NXL	XHE
CH1	1.3	1.4	2.1	0.4	2.4	0.3	0.2	0.1	-4	-50	3	103	-5	-15	1	-8
CH2	3.0	1.4	1.9	0.3	2.5	0.1	0.4	0.0	0	-36	-1	110	-1	-11	1	-3
CH3	3.6	2.4	7.8	0.7	1.7	0.0	1.0	0.0	1	-28	0	135	2	-4	0	0
CH8	3.7	1.0	1.8	0.1	2.5	0.1	0.3	0.0	-23	-58	0	105	-2	-11	3	-2
CH9	1.4	0.7	1.2	0.1	<DL	3.6	0.3	0.0	-6	-47	-1	102	<DL	-26	2	-4
Mn5	3.2	2.4	4.1	0.9	1.6	0.1	1.5	0.1	2	-35	9	132	8	-2	2	-2
Al6	10.2	13.1	<DL	1.7	<DL	0.3	5.0	0.1	17	-32	<DL	139	<DL	-7	2	1
P7	2.7	1.7	2.3	0.1	5.1	0.3	0.2	0.0	14	-33	-3	103	-12	-17	2	-3
Sn4	18.6	0.4			<DL	1.9	<DL	5.8	22	-64			<DL	180	<DL	-50
Pb10			<DL	1.2			30.6	2.2			<DL	822			101	66
MD,n7	3.0	1.4	2.1	0.3	2.4	0.1	0.3	0.0	0	-36	0	105	-2	-11	2	-3

2 pav. Niton XL3t (NXL) ir SPECTRO XEPOS HE (XHE) rezultatų preciziškumo *RSD* ir tendencingumo *BIAS* rodikliai. Naudojiną ribinę vertę viršijančios reikšmės: *RSD* – pabrauktos, teigiamos *BIAS* – paryškintos, neigiamos *BIAS* – pakreiptos. <DL – bent vienoje bandymų serijoje analizės kiekis yra mažesnis už aptikimo ribą. MD,n7 – vario etaloninių lydinų, be Al6 bandinio, rodiklių medianos.

**Rezultatų aptarimas.** Pirmajame etape atliekamas gautų rezultatų *RSD* vertinimas. Jis padeda atsirinkti tinkamiausius EL, kuriais būtų galima pasikliauti sudarant recalibravimo formules. Nustatyta (2 pav.), kad abiem įrangomis atliktų matavimų *RSD*, tiriant daugelį iš naudotų vario EL (kuriuose Cu>61 %), tenkino MCERTS rekomendaciją neviršyti 7,5 %, t.y. naudotinos šio rodiklio ribos. Išimtis yra Al6 bandinys: naudojant NXL įrangą, Sn ir Zn kiekiai bent vienos serijos bandymuose buvo mažesni už aptikimo ribą (<DL), Pb *RSD* jame nežymiai viršijo 10 %, o XHE atveju pasiekė 13 %. Didesnių (>18%) *RSD* reikšmių neišvengta, NXL įranga nustatant Pb kiekius Sn4, o Cu kiekius – Pb10 bandiniuose.

Antrajame etape vertinamas *BIAS* ir priimami sprendimai dėl rekaliibravimo poreikio ir tinkamų EL atrinkimo. Pastebėję, kad matuojant abejomis įrangomis, *BIAS* buvo didžiausi ( $|BIAS| > 21\%$ ) tiriant Sn4 ir Pb10 bandinius, kuriuose paliudytas Cu kiekis itin mažas (2 pav.), o taip pat atsižvelgę į tiriant šiuos EL aptiktą nepriimtina *RSD*, nusprendėme jų nenaudoti rekaliibravimo formulių kūrime. Neįtraukėme ir Al6, ne tik dėl didžiausio *BIAS*, nustatant Pb, bet ir dėl Sn ir Zn kiekių žemiau aptikimo ribos, analizuojant NXL įrangą.

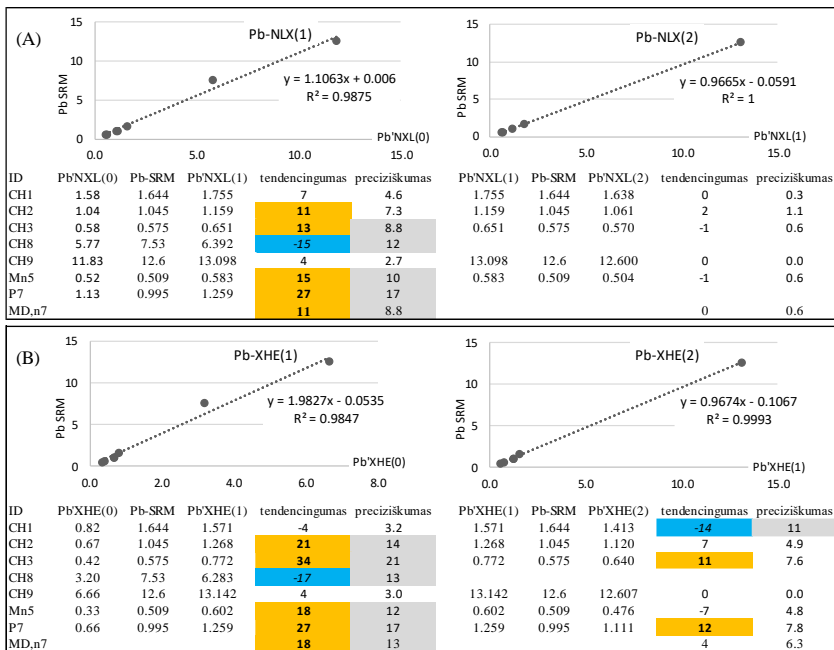
Analizuodami likusių septynių vario EL (CH1, CH2, CH3, CH8, CH9, Mn5, P7) *BIAS* vertinimus, pastebėjome, kad NXL teikiami Pb, Sn ir Cu rezultatai visais atvejais yra arčiau EL paliudytųjų reikšmių negu gautieji naudojant XHE įrangą. Dar daugiau: Sn, Zn ir Cu matavimams, gautiems naudojant NXL įrangą, kai Sn kiekiai ne mažesni nei 0,4 %, Zn – nei 1,8%, Cu – nei 0,1% (šios reikšmės tikslintinos), rekaliibravimas galbūt nebūtinas, nes jų *BIAS* absoliuti vertė mažesnė nei 10 %. Jei  $Cu > 0,1\%$ , panašiai gali būti priimti naudojimui ir XHE įrangą aptiktieji Cu kiekiai.

Kitokie yra septynių vario EL, analizuojant XHE įrangą, aptiktų Pb, Sn ir Zn kiekių *BIAS*: Pb jie visur yra reikšmingai mažesni ( $BIAS < -30\%$ ), Sn – reikšmingai didesni ( $BIAS > 100\%$ ) nei paliudytieji jų kiekiai, o Zn būdingi neigiami *BIAS* rodikliai, kurie penkiems EL jie yra reikšmingi ( $BIAS < -10\%$ ). NXL įrangą nustatomiems Pb *BIAS* būdinga tai, kad jie yra ir teigiami, ir neigiami, o trys yra reikšmingi. Dideli *BIAS* nulemia tai, kad ne tik šiems, bet ir XHE matuojamiems Pb, Sn ir Zn kiekiams reikalingas rekaliibravimas.

Trečiajame etape kuriamos rekaliibravimo formulės. Pavyzdinė veiksmų seka, kurioje demonstruojamas ir pirminių, ir patikslinančių rekaliibravimo formulių, skirtų Pb kiekių būsimeis palyginimo tikslams, kūrimas, yra vizualizuotas 3 pav. Rekaliibravimo formulėms kurti pasirinktų EL tinkamumą rodo jų matavimų *BIAS* ir *RSD* reikšmės, siekiama, kad jos būtų ne didesnės nei 10%. O jeigu jų vertės po pirminio rekaliibravimo reikšmingai nepasikeičia, lyginant su pradinėmis reikšmėmis (2 pav.), atliekamas patikslinimas, atnaujinant rekaliibravimo formulę.

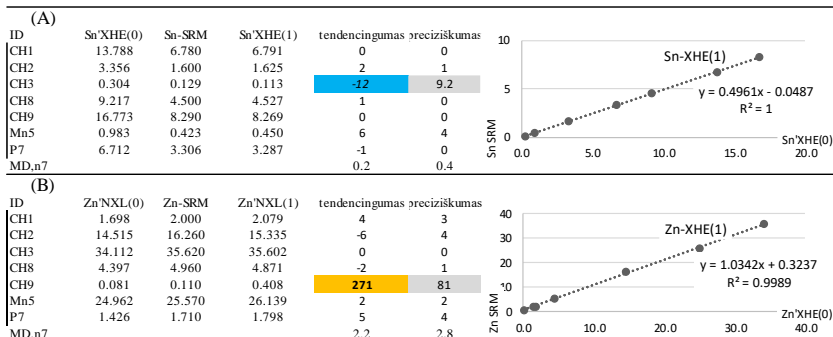
Parodyta (3a pav.), kaip pirminės kreivės patikslinimui tinkamai parinkti penki EL leidžia išvengti nepageidaujamo *BIAS*, neišvengto sudarant pirmąją formulę: atsiskaičius CH8 ir P7, bet kuri po patikslinimo apskaičiuotoji *BIAS* reikšmė tampa ne didesnė nei 2 %. Šiuo atveju (NXL) naudotinos formulės išraiška būtų tokia:  $y = 0,9665x - 0,0591$ , kur  $y$  – galimų sąsajų tikslams perskaičiuotoji reikšmė,  $x$  – NXL aptiktas Pb kiekis. XHE atveju naudotinos formulės išraiška Pb būtų:  $y = 0,9674x - 0,1067$ . Nepaisant to, kad po antrinio rekaliibravimo kiek didesniais negu 10 % *BIAS*, nulemtais CH1 bandinio, pasižymi CH3 ir P7 bandiniai, rekaliibravimo formulę sąlyginai panaudoti

leidžia Pb poslinkio mediana, vietoje 36 % (2 pav.) sumažėjusi iki 4 % (3 pav.). Tyrėjų valioje galimybė dar kartą patikslinti formulę, atsisakant ir CH1 bandinio, kas lemtų dar labiau priimtinus *BIAS*.



3 pav. Švino (Pb) recalibravimo formulių sudarymas ir patikslinimas: (a) – Niton XL3t (NXL), (b) – SPECTRO XEPOS HE (XHE) išmatuotiems Pb kiekiams. (0) – aptiktieji kiekiai, SRM – paliudytieji kiekiai EL, (1) – pirminio recalibravimo kreivės, jas apibūdinančios formulės ir pirminiai patikslintieji kiekiai, (2) – patikslinančios recalibravimo kreivės, jas apibūdinančios formulės ir dar kartą patikslintieji kiekiai.

HXE įranga aptiktų Sn kiekių, kurių paliudytos reikšmės etaloniniuose lydinuose yra didesnės nei 0,129 %, perskaičiavimui pakaktų pirminės recalibravimo formulės:  $y = 0,4961x - 0,0487$  (4 pav.). Ji 100 % viršijusius *BIAS* (2 pav.) gerokai sumažina (nuo 104 % iki 0,4 %) ir tik vieno iš šešių ELs  $|BIAS|$  yra artima 6 %. Panašios sąlygos įgalina palyginimui panaudoti ir pirminę formulę, skirtą XHE įranga aptiktiems Zn kiekiams:  $y = 1,0342x + 0,3237$ , nes šešių ELs, kurių paliudytos reikšmės yra didesnės nei 0,110 %, bet kuri  $|BIAS|$  yra ne didesnė už 6 %, o medianos absoliutus dydis nuo 11 % sumažėja iki 1,1 %.



4 pav. Rekalibravimo formulių sudarymas ir patikslinimas SPECTRO HEPOS HE (HXE) išmatuotiems Sn (A) ir Zn (B) kiekiams. Trumpiniai yra 3 pav.

**Išvados.** Skirtinga įranga tiriamų lydinių cheminės sudėties rezultatai gali būti sėkmingai palyginami, parinkus tinkamus etaloninius lydinius (EL). Įgalinanti sąlyga – tam pritaikytų pirminių analizės rezultatų duomenų bazių formavimas, pateikiant išsamų bandymų apibūdinimą, kai tarp bent dviejų serijų etaloninių lydinių bandymų rezultatų patalpinami tiriamų lydinių duomenys. Šių serijų etaloninių lydinių bandymų duomenys, pasinaudojant šioje publikacijoje pateikta metodologine veiksmų seka, gali būti panaudoti sudarant tinkamas rekalibracijos formules, skirtas tarp EL serijų esančių tiriamų lydinių analizės rezultatų perskaičiavimams duomenų sąsajų tikslais. Publikacija parengta vykdant LMT projektą Nr. S-MIP-19-50.

## Literatūra

Bagdzevičienė J., Bliujienė A., Babenskas E., Petrauskas G., Suzdalev S., Taraškevičius R., Vybernaitė-Lubienė I. Vario lydinių archeometriniai tyrimai: naujos metodologinės įžvalgos. 13-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2020“ medžiaga, 13–16.

## PASTARŲJŲ DEŠIMTMEČIŲ KURŠIŲ MARIŲ ŽUVŲ LAIMIKIŲ ERDVINĖ KAITA

Arvydas Švagždis, Vaidotas Andrašūnas

Klaipėdos universitetas, Klaipėda  
*arvydasrusne@gmail.com*

**Įvadas.** Pagal sugaunamus žuvų kiekius šalies mastu Kuršių marių žuvų vertė nėra didelė, tačiau verslinė žvejyba pamaro regione yra labai svarbi vietos bendruomenėms socialiniu, ekonominiu ir kultūriniu požiūriais. Kintantys laimikių dydžiai, jų mažėjimas rodo, kad būtina atidžiau vertinti kaip sugavimų kaita Lietuvos marių vandenyse siejasi su galimu įvairiatipių antropogeniniu poveikiu, o ne vien žuvų išteklių dydžiu, nulemtu verslinės žvejybos intensyvumo ir reguliavimo.

**Medžiaga ir metodika.** Kuršių marių sugavimų kaitos skirtingais metais analizė atlikta remiantis statistiniais Lietuvos ir Kaliningrado sr. duomenimis bei mokslinėse ataskaitose atlikta sugavimų analize.

Daugiametė sugavimų kaita ir bendrųjų sukcesijos nagrinėtos suskirsčius žuvis į ekologines grupes: neplėšrios, migruojančios, plėšrios.

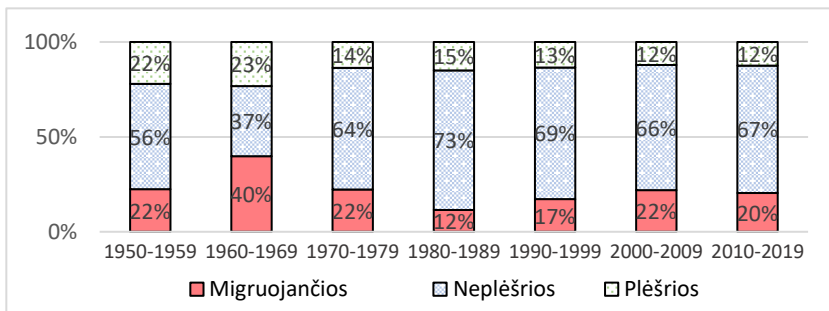
Išsamesnė Lietuvos ir Kaliningrado sr. pagrindinių žuvų laimikių tarpusavio analizė tarp apima laikotarpį nuo 2000 iki 2019 m.

Lietuvos dalyje žuvų laimikių erdvinė kaita išanalizuota kas trys metai, 2007-2020 m. laikotarpiu, remiantis 4 žvejybos įmonių sugavimų statistiniais duomenimis. Buvo paimtos pastoviai žūklaujančios ir savo dislokacijos vietų nekeičiančios įmonės: po 2 šiaurinėje dalyje (ties Juodkrante) ir 2 pietinėje Lietuvos marių dalyje (ties Lietuvos – Rusijos pasieniu). Šios įmonės taip pat turėjo atitikti žvejybos intensyvumo pastovumo kriterijus – jų naudojami įrankiai nuo 2007 m. turėjo nekisti. Nagrinėtos 6 žuvų rūšys, sudarančios daugiau nei 90% jų sugavimų: karšiai, kuojos, ešeriai sterka, žiobriai ir stintos.

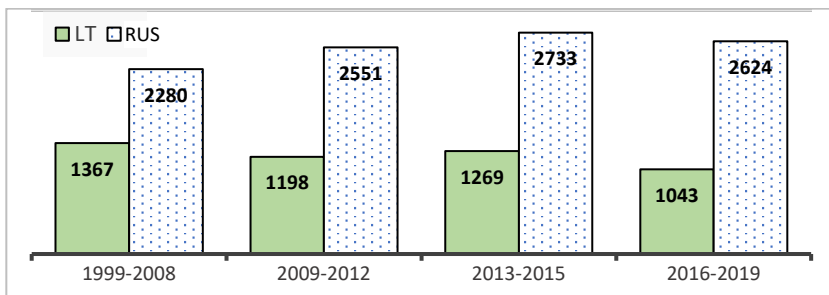
**Rezultatai.** Analizuojant ilgalaikius sugavimus pagal atskiras žuvų ekologines grupes, galima pastebėti, jog nuo XX a. antros pusės Lietuvos dalyje (1 pav.) plėšrių ir migruojančių žuvų santykinė dalis laimikiuose nuo 1960-1969 m. sumažėjo kone dvigubai, nors paskutinius penkis dešimtmečius ekologinių grupių struktūra jau nekito.

Pastarųjų dešimtmečių Lietuvos bendri sugavimai Kuršių mariose iki 2016 m. įvairavo 1200-1400 t per metus ribose, bet 2017 m. sumažėjo iki 1000 t, o 2018 m. – iki 800 t. 2019 m. Lietuvos sugavimai vėl pasiekė 1200 t. Bendras pastarųjų dviejų dešimtmečių trendas rodo sugavimų sumažėjimą apie 300 t (2 pav.).

Kaliningrado sr. žvejų laimikiai įvairavo 2000-3200 t ribose, daugiausiai 2400-2600 t ribose, tačiau bendras linijinis trendas rodo, kad jų sugavimai pastaruosius dvidešimt metų padidėjo vidutiniškai 400 t (2 pav.).



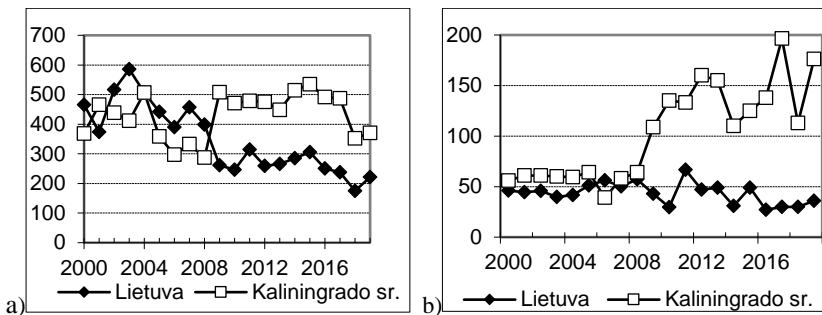
1 pav. Lietuvos žvejų skirtingų ekologinių žuvų grupių sugavimai (procentais) 1927–2019 m. periodu.



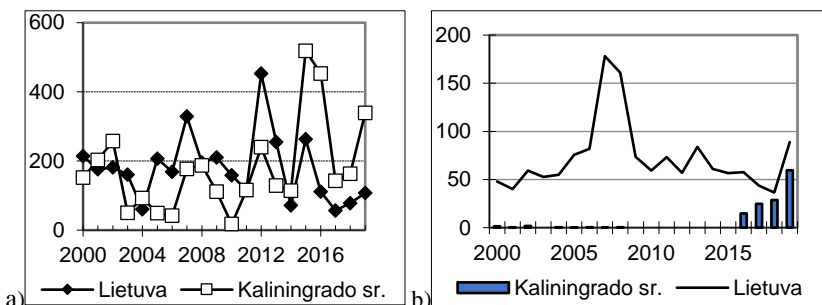
2 pav. Lietuvos (LT) ir Kaliningrado sr. (RUS) žuvų sugavimai (tonomis) 1999–2019 m.

Lyginant Lietuvos ir Kaliningrado sr. atskirų žuvų rūšių sugavimus matyti, kad Kaliningrado sr. žvejų kuojų ir ešerių sugavimai santykinai augo nuo 2009 m., stintų ir žiobrių – nuo 2015 m., sterkių – įvairavo, o karšių laimikiai nuo 2013 m. santykinai išaugo Lietuvos dalyje (3–5 pav.).

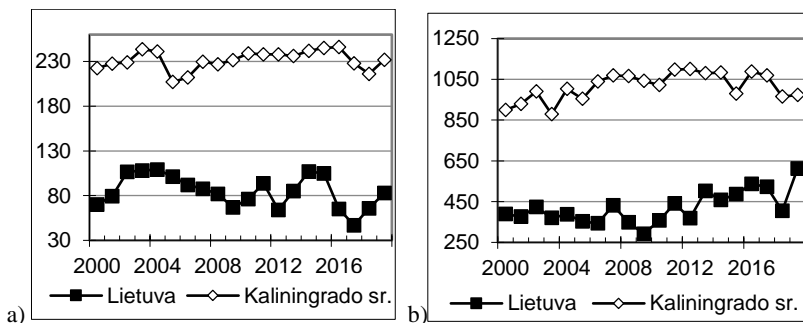
Atlikta Lietuvos kontrolinių įmonių erdvinė sugavimų analizė (2-jų ties Juodkrante ir 2-jų ties Lietuvos siena) rodo, kad pagrindinių marių žuvų – karšių – vidutiniai vienos įmonės sugavimai šiaurinėje dalyje nuo 2007 iki 2020 m. sumažėjo du kartus. Pietinėje marių dalyje karšių laimikiai įvairavo, tačiau mažėjimo tendencija nefiksuota.



3 pav. Kuojų (a) ir ešerių (b) laimikiai 2000–2019 m. (tonomis).



4 pav. Stintų (a) ir žiobrių (b) laimikiai 2000–2019 m. (tonomis).

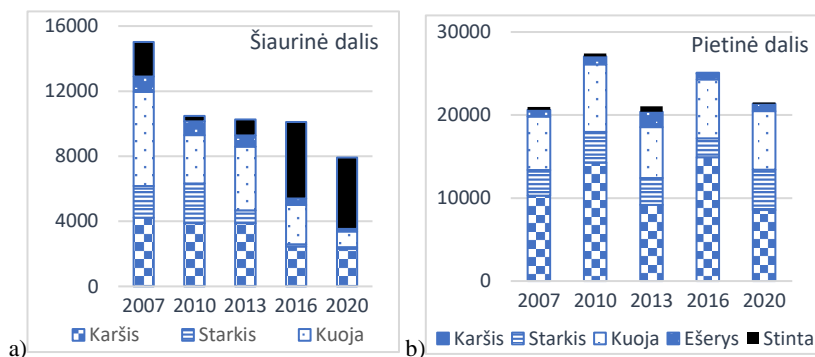


5 pav. Sterkų (a) ir karšių (b) laimikiai 2000–2019 m. (tonomis).

Sterkų sugavimų dinamika tarp šiaurinės ir pietinės marių dalies ženkliai skyrėsi. Šiaurinėje dalyje sterkų sugavimai nuo 2007 m. iki 2013 m. sumažėjo tris kartus, o nuo 2016 m. čia sterkų laimikiuose praktiškai neliko. Pietinėje marių dalyje sterkų laimikiai 2020 m. išaugo. Kuojų vidutiniai laimikiai



šiaurinėje marių dalyje 2016 m. sumažėjo 3 kart., o 2020 m. – 6 kart. lyginant su 2007 m. Pietinėje marių dalyje kontrolinėse įmonėse kuojų sugavimai tik nežymiai įvairavo. Ešerių laimikių dinamika sutapo su kuojų. Stintų žvejybos galimybės Kuršių mariose siejamos su klimatinėmis sąlygomis žiemos laikotarpiu, taip pat su įmigruojančių reproduktorių kiekiu. Šiaurinėje dalyje kontrolinių įmonių vidutiniai stintų sugavimai 2016 ir 2020 m. buvo itin dideli. Pietinėje dalyje, atvirkščiai, kontrolinėse įmonėse stintų sugauta mažiausiai. Nagrinėjant pamėnesiui ryškėja tendencija, jog stintos pietinėje marių dalyje nuo 2016 m. nesikoncentruoja, migruoja toliau į pietus, nes laimikiai pavasarį ties Nida mažėja. Bendra pagrindinių rūšių laimikių tendencija nuo 2016 m. rodo šiaurinės dalies laimikių mažėjimo pokyčius, kai pietinės dalies laimikiai išlieka stabilūs (6 pav.).



6 pav. Verslinių žuvų sugavimų (kilogramais) dinamika šiaurinėje ir pietinėje Lietuvai priklausančių Kuršių marių dalyse.

**Rezultatų aptarimas.** Nuo 2009 m. Lietuvos žvejybos įmonių ir įrankių skaičius buvo sumažintas trečdaliu. Bet nuo 2013 m. Lietuvos dalyje buvo atsisakyta karšių ir sterkių sugavimų limitavimo, o 2018 m. marinės gaudyklės pradėtos keisti į „išmaniąsias“. Tai leido vėl padidinti žvejybos intensyvumą ir sterkių bei karšių žvejybos efektyvumą. Tačiau Lietuvos marių dalyje stebimas ženklus laimikių mažėjimas. Tarp netiesioginių antropogeninių veiksnių, kurie sutampa su Lietuvos, ypač šiaurinės dalies, žuvų laimikių mažėjimu, reikėtų išskirti 2012 m. atliktą Skirvytės žiočių išgilinimą ir intensyvesnį Klaipėdos uosto gilinimą iki 2015 m. Išaugusi druskingumo kaita ir laisvesnis vandens masių judėjimas, matomai pakitusi marių srovių dinamika galėjo neigiamai paveikti žuvų migracijas Lietuvos dalyje, nes kaip rodo statistinių duomenų analizė, jų koncentracijos ir laimikiai išaugo tik Kaliningrado sr. vandenyse.

**Išvados.** Dėl pastarąjį dešimtmetį išaugusios sūraus vandens prietakos į Kuršių marias iš Baltijos jūros, Lietuvos marių šiaurinėje dalyje žuvų

sugavimai mažėja, o Rusijos dalyje – auga. Todėl tikėtina, kad Lietuvos verslinės žvejybos intensyvumo mažinimas didins sugavimus Kaliningrado sr., nes žuvų migracija ir jų koncentracija Lietuvos marių dalyje didele dalimi yra formuojamos ne tik gamtinių, bet ir naujų antropogeninių veiksnių kompleksu.

### **Literatūra**

- Švagždys A. 2017. Kuršių mariose Pakopyje, Vidmarėse, ties Kintais verslinių laimikių (statomuose tinklaičiuose) sudėties diversifikacijos įvertinimas pagal žuvų biologinius rodiklius, laimikių dydį ir žvejybos pastangas. Užsakovas ŽIA „Lampetra“.
- Švagždys A. 2010. Gamtinių ir antropogeninių veiksnių įtaka žuvų sugavimų kaitai Kuršių mariose. Daktaro disertacija. Klaipėdos Universitetas.

## **NAUJA DIRBTINĖS SALOS KONSTRUKCIJA IR JOS PALYGINIMAS SU ANALOGAIS**

**Artūras Tadžijėvas, Deivydas Šapalas, Marius Vasylius,  
Artūras Razinkovas-Baziukas, Jūratė Lesutienė,  
Viktorija Vaitkevičienė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*arturas.tadzijevs@ku.lt*

**Įvadas.** Klaipėdos Universiteto Jūros tyrimų instituto (KU JTI) mokslininkų komanda drauge su partneriais Vokietijoje ir Lenkijoje 2019-aisiais metais pradėjo unikalų vandens telkinių kokybės gerinimo projektą „Livelagoons“. Šio projekto tikslas – pagerinti eutrofikuoatų lagūnų vandens kokybę Pietų Baltijos jūroje, naudojant inovatyvų sprendimą – dirbtines salas. Dirbtinės salas naudojamos ne tik vandens kokybei pagerinti, iš vandens šalinant azoto ir fosforo junginius, bet ir natūralioms pakrančių buveinėms urbanizuotose teritorijose esančiuose telkiniuose sukurti. Dirbtinės salas gaminamos iš specialių plūdrių konstrukcijų elementų, aprauiamos kokoso pluoštu ir apsodinamos vietinei florai būdingais augalais. Ant šių dirbtinių platformų vandens augalai puikiai įsitvirtina, auga ir žydi. Prie šaknų prisitvirtinusios bakterijos nitrifikacijos/ denitrifikacijos procesų metu iš vandens pašalina azotą (kaip atmosferos dujas), skaido organines medžiagas bei atlieka detoksifikaciją. Tokiu būdu didėja vandens skaidrumas, mažėja mikrodumblių augimas ir vandens žydėjimas. Be to, šis produktas prisideda prie ore esančių suspenduotų kietųjų dalelių sulaikymo ir neišnešimo į kitus vandens telkinius bei jūrą. Nemažiau svarbus apželdintų dirbtinių salų teikiamas natūralumo pojūtis, gamtos stebėjimo ir pažinimo galimybė miesto gyventojams. Plūduriuojančios salelės sukuria buveines paukščiams, vabzdžiams ir vandens gyvūnijai (Karstens et al., 2018). Pasaulyje dirbtinės salas, kaip vandens užterštumo mažinimo ir kraštovaizdžio gražinimo sprendimai, sparčiai populiarėja. Saloms apsodinti naudojami augalai parenkami priklausomai nuo vietovės, kurioje įrengiamos salas, o medžiagos, iš kurių gaminamos salas, taip pat naudojamos įvairios (mediena, metalas, plastikas ir kt.). Dirbtines salas gamina tiek komercinės įmonės (tokios kaip „BioHaven“, „Biomatrix“, „AquaGreen“, „Beemats“ ir kt.) bei individualūs žmonės. Dirbtinių salų konstrukciniais sprendiniais taip pat labai įvairūs.

Lietuvos telkiniuose šiuo metu yra įrengtos penkios dirbtinės salas – dvi prie Juodkrantės, dvi Klaipėdoje ir viena Šiauliuose. Iš jų dvi (Klaipėdoje ir Šiauliuose) yra išskirtinės – sukurtos ir pagamintos KU JTI mokslininkų. Pastarųjų salų gamybai stengtasi naudoti tik natūralias medžiagas, tokias kaip

lino ir kokoso pluoštas, Kuršių mariose pjautos nendrės, sutvirtinimui panaudoti cinkuoto ir nerūdijančio plieno tinklai ir plokštelės. Salų plūdrumui užtikrinti panaudoti nedegraduojančio plastiko vamzdžiai. Salos apšodintos vietinėmis paprastosiomis ir margalapėmis viksvomis, švendrais, margalapėmis nendrėmis, ajerais bei egzotiškesniais iš Nyderlandų atgabentais Šiaurės Amerikai būdingais pelkiniais kiparisais bei pelkinėmis kinrozėmis.

Šiame straipsnyje pateikiama dirbtinių salų konstrukcijų apžvalga, nagrinėjamos dirbtinių salų konstrukcinių sprendinių ir įvairių medžiagų panaudojimo galimybės, palyginimui pateikiant KU JTI mokslininkų sukurtos dirbtinės salos konstrukcinius ir technologinius ypatumus.

**Dirbtinių salų konstrukcija ir jų tipai.** Atlikus rinkoje esančių konstrukcinių sprendinių analizę, nustatyta, kad labiausiai paplitęs sprendinys – tinklu sustiprintas plaustas arba plūdus rėmas, kuriame auginami augalai. Kaip augimo terpė augalams dažniausiai naudojamas kokoso pluoštas arba durpės. Rėminės konstrukcijos salos plūdrumas užtikrinamas, naudojant sandarius elementus, kurie gaminami iš plastikinių vamzdžių (1 pav.), sandarių būgnų arba poliuretano putos pontonų. Plūdrumui taip pat naudojamos ir natūralios medžiagos: medienos rąstai (2 pav.), bambukas (Headley et al., 2006). Kitas labai paplitęs dirbtinių salų konstrukcinis sprendinys yra matrica (3 pav.), kuri pasižymi savaiminiu plūdrumu ir veikia kaip atrama augantiems augalams. Šiam sprendiniui nereikalingas sustiprinantis tinklas, kuris kaip laikantysis elementas naudojamas rėminėse plūduriuojančių salų konstrukcijose.



1 pav. Rėminio tipo.

2 pav. Natūralių medžiagų.

3 pav. Matricos tipo.

Nepriklausomai nuo pasirinkto salos konstrukcijos tipo, gaminys gali būti sudarytas iš vieno dažniausiai didelio segmento arba iš kelių mažesnių segmentų. Pastarasis variantas turi daugiau privalumų, nes tarpusavyje jungiant skirtingų formų segmentus, galima išgauti reikiamo dydžio ir formos salą. Kitas privalumas – patogus transportavimas, tokią salą lengva išardyti ir vėl surinkti (White 2021).

Salos gamybai ir medžiagų pasirinkimui svarbu įvertinti visus galimus techninius reikalavimus ir faktorius, kurie nulemia salos konstrukciją. Pagrindiniai reikalavimai, kurie keliami gaminant salą, yra šie:

ilgaamžiškumas, funkcionalumas, masė, plūdrumas, inkaravimas, kaina, pritaikomumas, poveikis aplinkai, estetinis vaizdas (Headley et al., 2006).

*1 lentelė*

Medžiagos salų plūdrumui užtikrinti ir auginimo terpės

Medžiagos tipas	Auginimo terpė
PVC vamzdžiai Ø38 – 110mm	Dirvožemis
Bambukas Ø100– 150mm	Bambuko anglis
Didelio tankio polietilenas	Vulkaninis akmuo
Putų plokštės arba lakštai	Kompostas
Ekstruzinis polistirenas	Kiminiai
Ežero dumblas, krosnių šlakas	Kokoso pluoštas
Polipropileno lakštas	Perlitas (vulkaninis stiklas)
PET buteliai	Samanos
Perdirbtas PET	Smėlis
Termiškai apdirbta mediena	Medvilnė
Žalio gluosnio mediena	Nendrės

Įvertinus plūduriuojančiai salai keliamus reikalavimus, kitas žingsnis yra salos medžiagų ir konstrukcijos pasirinkimas. Dažniausiai naudojamos medžiagos plūduriuojančių salų konstrukcijose pateikiamos 1 lentelėje (Pavlineri et al., 2017).

**Dirbtinės salos gamyba.** Klaipėdos universitete pagamintoms saloms buvo keliami šie techniniai reikalavimai: sala turi pasižymėti dideliu plūdrumu, taip pat turi būti estetiška, funkcionali, inkaruojama, turėti tam tikrą formą, sąlyginiai nedidelės kainos, nešančioji konstrukcija turi pasižymėti ilgaamžiškumu. Pagrindinis reikalavimas, jog sala būtų tvari, neterštų vandens telkinio nenatūraliomis medžiagomis, o tai reiškia, kad salos konstrukcijai būtina naudoti kuo mažiau tiesiogiai saulės spinduliais veikiamo ir dėl šios priežasties suirstančio plastiko arba išvis jo atsisakyti.

Įvertinus aukščiau išvardintus reikalavimus pasirinkta rėminė-segmentinė salos konstrukcija. Kad sala būtų draugiškesnė aplinkai nei šiuo metu prieinami komerciniai analogai, atsisakyta naudoti plastikinius tvirtinimo elementus bei nešančiuosius tinklus. Vietoje jų panaudoti analogiški nerūdijančio plieno komponentai. Salos plūdrumą užtikrino iš nedegraduojančio PE-HD plastikinio vamzdžio, skirto geriamajam vandeniui tiekti, pagaminti plūdumo elementai.

Norint išgauti tam tikrą salos formą ir patogiai ją transportuoti pasirinkta segmentinė konstrukcija, sudaryta iš trikampio ir stačiakampio formos segmentų. Stačiakampį segmentą sudaro 4 plastikiniai Ø110 mm vamzdžiai su užsandarintais galais. Vamzdžių matmenys: ilgieji 2100 mm, trumpieji 900 mm. Trikampio segmento vamzdžių matmenys 2300 mm; 2100 mm; 900 mm. Vamzdžiai tarpusavyje sujungimai naudojant metalinius varžtus.

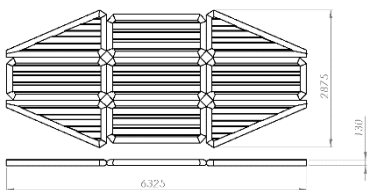
Gautos konstrukcijos plūdrumas išbandytas KU Jūros tyrimų institute, laboratorinėmis sąlygomis, naudojant hidrolataką. Tuo pačiu patikrintas ir vamzdžių galų sandarumas, įvertinta segmentų keliamoji galia (stačiakampio segmento – 40 kg, trikampio – 30 kg). Surinktas plastikinis segmentas pavaizduotas 4 paveiksle. Estetiniam vaizdui suteikti segmentas apvyniojamas kokoso plaušu, kuris fiksuojamas metaliniu dažytu tinkleliu. Po to yra tvirtinamas nerūdijančio plieno tinklas, kurio viela Ø2 mm, akies dydis 25x25 mm. Šis tinklas atlieka atraminę funkciją, jis laikys augalus ir jų augimo terpę. Sumontavus tinklą, iš vidinės pusės įklojamas kokoso pluošto sluoksnis. Segmento viduje esantys tarpai sudaryti iš džiovintų nendrių, kurie įvilkti į austinį lino audinį. Vėliau tarpas apvyniojamas kokoso plaušu, fiksuojamas dažytu metaliniu tinkleliu ir pritvirtinamas prie segmento tinklo. Surinkto salos segmento vaizdas pateiktas 5 paveiksle. Pagaminus visus reikiamus segmentus, buvo surinktos dvi salos. Pirmoji sala sudaryta iš 6 tarpusavyje sujungtų segmentų. Antrąją salą sudaro 9 tarpusavyje sujungti segmentai. Salų schemos ir bendras vaizdas pavaizduoti 6–9 paveiksluose.



4 pav. Plūdrumą užtikrinantis segmentas.



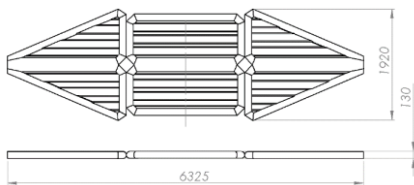
5 pav. Surinktas salos segmentas.



6 pav. 9 segmentų salos schema.



7 pav. Surinkta 9 segmentų sala.



8 pav. 6 segmentų salos schema.



9 pav. Surinkta 6 segmentų sala.

**Išvados.** Sutelkus Klaipėdos universitete Jūros tyrimų institute dirbančių jūros biologų, ekologų ir technologų tarpdisciplininę komandą, sukurtas ir pagamintas tvaresnis dirbtinės salos analogas, kurio konstrukcijoje, lyginant su komerciniais analogais, apytikriai 20 procentų sumažintas plastiko kiekis, panaudotos natūralios ir tvarios medžiagos, tokios kaip lino ir kokoso pluoštai, džiovintos nendrės, nerūdijančio plieno tinklai.

MTEPI projektas finansuotas EU projekto „Livelagoons“ ir privataus subjekto lėšomis.

## **Literatūra**

- Headley T.R., Tanner C.C. 2006. Application of Floating Wetlands for Enhanced Stormwater Treatment: A Review.
- Karstens, S., Nazzari, C., Bâlon, C., Bielecka, M., Grigaitis, Z., Schumacher, J., Stybel, N., Razinkovas-Baziukas, A. (2018): Floating wetlands for nutrient removal in eutrophicated coastal lagoons: Decision support for site selection and permit process. *Marine Policy* 97, 51-60.
- Pavlineri N., Skoulikidis Th. N., Tsihrintzis V. A. Constructed Floating Wetlands: A review of research, design, operation and management aspects, and data meta-analysis. *Chemical Engineering Journal* 308 (2017) 1120–1132.
- White, S.A. Plant Nutrient Uptake in Full-Scale Floating Treatment Wetlands in a Florida Stormwater Pond: 2016–2020. *Water* 2021, 13, 569.

## **PAPLŪDIMIŲ DUMBLIŲ SANKAUPŲ ERDVINIO PAPLITIMO TYRIMAI PANAUDOJANT BEPILOTES SKRAIDYKLES**

**Edvinas Tiškus, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas,  
Jonas Gintauskas, Viktorija Sabaliauskaitė, Arūnas Balčiūnas,  
Marija Kataržytė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda  
*edvinas.tiskus@apc.ku.lt*

**Įvadas.** Dumблиų sankaupos (angl. beach wrack) yra terminas naudojamas apibūdinti organinę medžiaga, kuri yra išplaunama jūros į krantą dėl vėjo, bangų ar potvynių. Šios organinės medžiagos sankaupos yra buveinė bestuburiams, kurie savo ruožtu yra maistas aukštesnės mitybos grandinės gyvūnams, pavyzdžiui, jūros paukščiams (Barreiro et al., 2011). Dumблиų sankaupos taip pat atlieka svarbią pakrančių apsaugos funkciją - kopų stabilizavimą, mažina bangų energijos poveikį ir vėjo sukeltus smėlio pernašos procesus (Hammann and Zimmer, 2014).

Socialiniu ir ekonominiu požiūriu paplūdimio dumблиų sankaupos dažnai laikomos nepatogumu, ypač turistams, kai išmetami dideli kiekiai kurorto paplūdimiuose. Po audrų jie gali padengti didelius paplūdimio plotus, pradėti irti ir skleisti nemalonų kvapą (Mews et al., 2006). Siekiant užtikrinti tinkamas sąlygas poilsiautojams naudotis švariais paplūdimiais savivaldybės tvarko paplūdimius, ir atsižvelgiant į susikaupusias organines sąnašas turėtų išvalyti paplūdimius nuo yranchios organikos.

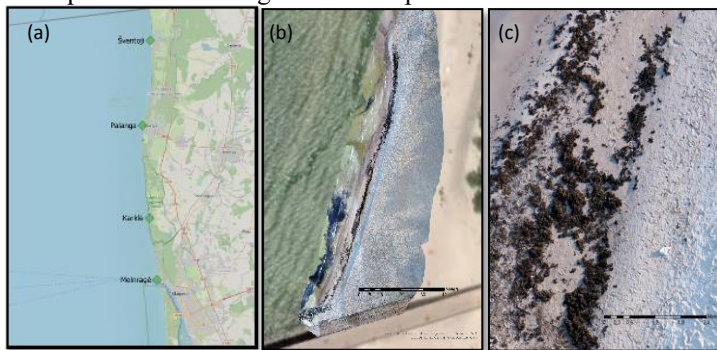
Dumблиų sankaupos iš esmės yra nenuspėjama ir nevienalytė medžiaga, kurios skirtingos dalys gali būti skirtinguose irimo etapuose (Mews et al., 2006). Kadangi dumbliai dažnai maišomi su šiukšlėmis ir dideliu kiekiu smėlio, jų valdymas yra brangus, o perdūrimo galimybės dažnai būna sudėtingos. Tyrimais buvo įrodyta, kad dumблиuose įstringa įvairios plastiko frakcijos ir tokiu būdu plastikas yra pašalinamas iš jūros į krantą (Sanchez-Vidal et al., 2021).

Siekiant sukartografuoti ir tiksliau įvertinti dumблиų sankaupų plotus, kiekį laike ir erdvėje rekomenduojama pasitelkti bepilotę skraidyklę (droną), kurios pagalba galima gauti erdvinę informaciją, naudingą tiriant smulkius pokyčius erdvėje ir laike (Topouzelis et al., 2019). Dumблиų kartografavimas dronu sėkmingai buvo išbandytas Graikijoje, tačiau jo tikslumas ir dumблиų kiekis nebuvo įvertintas (Papakonstantinou et al., 2016).



Šių tyrimų pagrindinis tikslas – įvertinti dumblių sankaupų ir jame esančio plastiko kiekius. Šiais tyrimais tikimasi: 1) Įvertinti makrodumblių sankaupų plotą keturiuose tirtuose Lietuvos Baltijos jūros paplūdimiuose; 2) Pritaikyti tūrio apskaičiavimo metodą panaudojant gautus virtualius aukščio modelius ir iš jų atimant skirtingus topografinius paviršius, kurie bus validuojami su liniuote matuotais dumblių aukščiais; 3) įvertintas tikėtinus plastiko kiekius sankaupose.

**Metodai.** Tyrimai buvo atlikti keturiuose paplūdimiuose: Melnragės, Karklės, Palangos ir Šventosios. Skrydžiams buvo naudojamas DJI Inspire 2 dronas su Zenmuse X5S kamera. Skrydžiai atlikti 60 m aukštyje, tai leidžia gauti aukštos rezoliucijos (iki 2 cm/piksėlis) nuotraukas. Papildomam eksperimentui panaudota RedEdge MX multispektrinė kamera.



4 pav. (a) Tyrimo zonos: Melnragė, Karklė, Palanga, Šventoji. (b) Ortofoto Palangos paplūdimyje 2021 04 21 su dumblių sankaupomis ir (c) tos pačios vietos vaizdas iš arčiau.

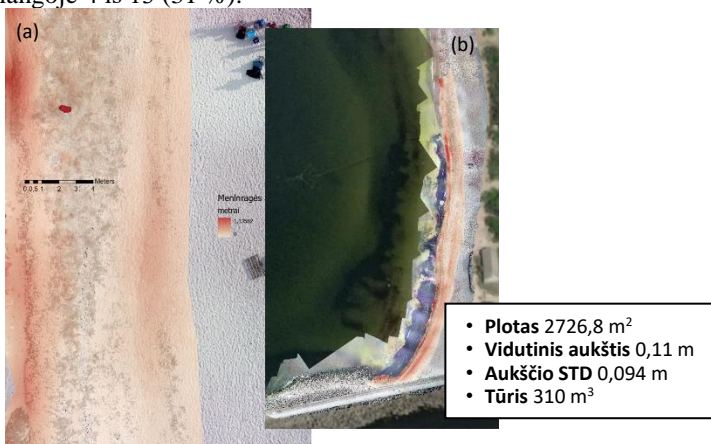
Pirmieji skrydžiai ir kartografavimas buvo atlikti 2020 m. rugpjūčio mėn., nuo 2021 m. balandžio 20 d. pradėtas pastovus monitoringas, kuris tęsiasi viso vasaros sezono metu. Monitoringas atliktas kas 10 dienų (priklausomai nuo oro sąlygų). Paplūdimiai kartografuojami tik tada, kai juose yra stebimos makrodumblių sankaupos.

Bent kartą per mėnesį atliekamos ekspedicijos, kurių metu *in situ* išmatuojami dumblių sankaupų aukščiai, fiksuojamos matavimų koordinatės. Šie duomenys bus naudojami aukščio ir tūrio gautų iš drono vaizdų validavimui taškuose. Ekspedicijų metu taip pat imami mėginiai siekiant nustatyti makrodumblių sankaupų biomasę ir rūšių įvairovę.

Dronu darytos nuotraukos sujungiamos į ortofotografijas ir vėliau perkeliamos į GIS programą, kurioje tikrinamas automatinis klasifikavimas skirstant į tris grupes: vanduo, smėlis ir dumblių sankaupos bei apskaičiuojami

jų plotai. Iš virtualių aukščio modelių apskaičiuojamas tūris. Remiantis laboratorijoje nustatyta makrodumблиų biomase, rezultatai ekstrapolijuojami ir apskaičiuojamas jų tūris visoje teritorijoje. Ekstrapoliacija taip pat atliekama ir su plastikais, kuris tikrinamas skirtingose frakcijose: < 0,5 cm – mikro, 0,5 - 2,5 cm – mezo ir > 2,5 – makro.

**Preliminarūs rezultatai.** Atlikus stebėjimus daugiausia išmetamų dumблиų pastebėta Melnragės ir Šventosios paplūdimiuose (atitinkamai 18 kartų iš 20 (90 %) ir 10 iš 14 (71 %)). Karklėje sankaupos aptiktos 8 kartus iš 17 (47 %), o Palangoje 4 iš 13 (31 %).



2 pav. Tūrio apskaičiavimo pasitelkiant 3D modelius pavyzdys. Melnragės paplūdimys 2021 06 02. (a) Priartintas vaizdas, (b) bendras kartografuotos teritorijos vaizdas.

Šie duomenys ir metodika galėtų būti panaudoti ateities paplūdimio tvarkomos teritorijos įvertinimui, makrodumблиų biomasės ir su ja asocijuoto plastiko kiekio apskaičiavimui.

**Padėka:** Darbas buvo iš dalies finansuotas Interreg V-A Latvijos-Lietuvos programos projekto ESMIC „Plastiko teršalų vertinimas, stebėjimas ir mažinimas Latvijos-Lietuvos pakrančių zonoje pasitelkiant naujoviškas priemones ir sąmoningumo didinimą“. projekto (nr. LLI-525) lėšomis.

## Literatūra

- Barreiro F., Gómez M., Lastra M. et al. 2011. Annual cycle of wrack supply to sandy beaches: effect of the physical environment. *Marine Ecology Progress Series* 433, 65–74. <https://doi.org/10.3354/meps09130>.
- Hammann S., Zimmer M. 2014. Wind-Driven Dynamics of Beach-Cast Wrack in a Tide-Free System. *Open Journal of Marine Science* 2014. <https://doi.org/10.4236/ojms.2014.42009>.

- Mews M., Zimmer M., Jelinski D.E., 2006. Species-specific decomposition rates of beach-cast wrack in Barkley Sound, British Columbia, Canada. *Marine Ecology Progress Series* 328, 155–160. <https://doi.org/10.3354/meps328155>.
- Papakonstantinou A., Topouzelis K., Pavlogeorgatos G. 2016. Coastline Zones Identification and 3D Coastal Mapping Using UAV Spatial Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 5, 75. <https://doi.org/10.3390/ijgi5060075>.
- Sanchez-Vidal A., Canals M., de Haan W.P., et al. 2021. Seagrasses provide a novel ecosystem service by trapping marine plastics. *Sci Rep* 11, 254. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79370-3>.
- Topouzelis K., Papakonstantinou A., Garaba S.P. 2019. Detection of floating plastics from satellite and unmanned aerial systems (Plastic Litter Project 2018). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 79, 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.03.011>.

## AUTORIŲ SĄRAŠAS

Andrašūnas V. ....	126	Narvilas G. ....	62
Audzijonytė A. ....	22	Navaišinskienė J. ....	117
Balčiūnas A. ....	136	Nesteckytė L. ....	90
Baltranaitė E. ....	9, 58	Nika N. ....	19, 62, 112
Biveinytė V. ....	11	Olenin S. ....	43, 74, 79, 94
Bučas M. ....	43, 50, 88, 136	Pelėdienė M. ....	94
Čepienė E. ....	15	Petrekytė G. ....	62
Dabulevičienė T. ....	19	Pilipaitytė E. ....	99
Dailidienė I. ....	15	Pilkaitytė R. ....	68
Dailidytė L. ....	15	Pocevičius E. ....	46
Dainys J. ....	22, 27, 32	Politi T. ....	88
Daunys D. ....	79	Poškys T. ....	112
Davydov O. ....	37	Povilanskas R. ....	9
Diadyk M. ....	62	Pūtys Ž. ....	27
Fedotova J. ....	62	Rapalis P. ....	103, 117
Gintauskas J. ....	43, 136	Razinkovas-Baziukas A. ....	68, 131
Gyraitė G. ....	50, 54	Rimšaitė J. ....	108
Grigaitis Ž. ....	68	Roskos O. ....	37
Ivanauskas E. ....	112	Sabaliauskaitė V. ....	136
Ivinskis P. ....	108	Sakas R. ....	62
Janavičiūtė A. ....	84	Skersonas A. ....	112
Janutėnienė J. ....	46	Srėbalienė G. ....	94
Jucevičius D. ....	19, 62	Stonevičius E. ....	15
Kalvaitienė G. ....	50, 54	Stulgys A. ....	46
Kaseta R. ....	90	Suzdalev S. ....	103, 117, 121
Kataržytė M. ....	50, 54, 88, 136	Šakurova I. ....	9, 58
Kelpšaitė-Rimkienė L. ....	9, 58, 90	Šapalas D. ....	131
Klimas R. ....	62	Ševcov N. ....	32
Kondrat V. ....	9, 58	Šiaulys D. ....	79
Kontautas A. ....	62, 112	Špėgys M. ....	62, 94
Kregždys Ž. ....	62	Švagždys A. ....	62, 126
Labrenz M. ....	54	Tadžijėvas A. ....	46, 68, 131
Lazareva N. ....	103, 117	Taraškevičius R. ....	103, 117, 121
Lesutienė J. ....	68, 131	Tiškus E. ....	43, 136
Liutkus M. ....	74	Vaičiūtė D. ....	19, 43, 50, 88, 136
Ložys L. ....	27, 99	Vaitkevičienė V. ....	131
Medelytė S. ....	79	Vasilius M. ....	131
Myrberg K. ....	90	Viktoras K. ....	37
Morkūnas J. ....	11, 84, 88, 94	Zinkutė R. ....	103, 117, 121
Morkūnė R. ....	11, 84, 88, 94	Zolubas T. ....	62, 84

