



Konferencijos medžiaga





15-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų
konferencija

JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2023

Konferencijos medžiaga

2023 balandžio 19–21 d.
Nida

Konferencija „Jūros ir krantų tyrimai 2023“ yra įtraukta į „EUROPOS JŪROS DIENA MANO ŠALYJE 2023“ renginių sąrašą



KONFERENCIJOS ORGANIZATORIUS



**Klaipėdos
Universitetas**

Jūros tyrimų
institutas

Leidinyje pateikiama 15-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2023“, vykusios 2023 metų balandžio 19–21 dienomis Nidoje, medžiaga.

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

© Klaipėdos universitetas, 2023

ISSN 2669-2147

MOKSLINIS KOMITETAS

dr. Arūnas Balčiūnas
dr. Nerijus Blažauskas
dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė
dr. Evelina Grinienė
dr. Jovita Mėžinė
dr. Aleksas Narščius
dr. Nerijus Nika
dr. Sergej Suzdalev
dr. Viktorija Vaitkevičienė

ORGANIZACINIS KOMITETAS

dr. Arūnas Balčiūnas, dr. Evelina Grinienė, Simona Mačiukaitė,
dr. Jovita Mėžinė, Rosita Milerienė, dr. Aleksas Narščius, Viktorija
Sabaliauskaitė, 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 RĖMĖJAI

ERGO

GEO
CONSULTING

GARANT
Diving

GeoBaltic

TURINYS

Artūras Razinkovas-Baziukas, Michael Elliott, Maciej Nyka, Ramūnas Povilanskas, Angel Perez-Ruzafa, Davide Tagliapietra 11

SMARAGDINIS AUGIMAS: TVARUS VYSTYMASIS TARP SAUSUMOS IR VANDENYNŲ

Šarūnė Aranauskaitė, Justina Varol, Ieva Kudlinskienė, Ernestas Katilauskas, Rolandas Stankevičius, Mindaugas Paleckaitis, Gintautas Narvilas..... 15

LIETUVOJE PAGAMINTO EKSTRUODUOTO PAŠARO VAIVORYKŠTINIAMS UPĖTAKIAMS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) EFEKTYVUMO TYRIMAS UŽDAROJE RECIRKULIACINĖJE SISTEMOJE

Ingrida Bagdanavičiūtė, Arūnas Balčiūnas, Jovita Mėžinė 20

LIETUVOS BALTIJOS JŪROS KRANTO TARŠOS ŠIUKŠLĖMIS RIZIKOS VERTINIMAS

Agnė Baranauskaitė, Lukas Dobrovolskis, Petras Prakas, Elena Servienė, Živilė Strazdaitė-Žielienė..... 25

MIKROORGANIZMŲ ĮVAIROVĖ IR PAPLITIMAS LIETUVOS TERITORINĖJE BALTIJOS JŪROS PAKRANTĖJE IR PAJŪRIO UPIŲ BASEINO TELKINIUOSE

Justas Dainys 30

TELEMETRINIAI ĮŽUVINTŲ UNGURIŲ NERŠTINĖS MIGRACIJOS TYRIMAI

Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė, Harry Gorfine, Mindaugas Kirka, Alina Raklevičiūtė, Augustas Morkvėnas, Žilvinas Pūtys, Linas Ložys, Asta Audzijonytė..... 34

MĖGĖJIŠKOS ŽVEJYBOS POVEIKIO ĮVERTINIMAS KAUNO MARIŲ ŽUVŲ POPULIACIJOMS

Aldona Damušytė, Albertas Bitinas 38

BALTIJOS JŪROS LIETUVOS AKVATORIJOS PIETINĖS DALIES GEOLOGINĖ SANDARA

Oleksiy Davydov, Ilya Buynevich.....	41
MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF NON-TIDAL INLET (PRORVA) CHANNELS	
Marius Diadyk, Gintautas Narvilas, Gitan Alenčikienė, Nerijus Nika .	46
GEOTERMINIO SŪRIMO PANAUDOJIMAS JŪRINIO VANDENS UŽDAROJE AKVAKULTŪROS SISTEMOJE VAIVORYKŠTINIŲ UPĖTAKIŲ PAAUGINIMUI	
Aira Dubikaltienė, Donatas Pupienis, Dovilė Karlonienė	51
JŪROS KRANTO SMĖLIO GRANULIOMETRINĖS SUDĖTIES KAITA PALANGOS IR PREILOS HIDROTECHNINIŲ ĮRENGINIŲ POVEIKIO ZONOSE	
Jonas Gintauskas, Martynas Bučas, Diana Vaičiūtė, Edvinas Tiškus	55
SAR PALLYDOVINIŲ VAIZDŲ PANAUDOJIMAS LITORALĖS ZONOS IŠSKYRIMUI IR KLASIFIKACIJAI SVALBARDE	
Greta Gyraitė, Marija Kataržytė, Greta Kalvaitienė, Eglė Lastauskienė, Matthias Labrenz.....	58
PATOGENINIŲ <i>VIBRIO</i> SPP. BAKTERIJŲ EPIDEMIOLOGIJA IR EKOLOGIJA: BALTIJOS JŪROS REGIONO RETROSPEKTYVA	
Rasa Janušaitė.....	62
KURŠIŲ NERIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS SĖKLIŲ MIGRACIJOS STATMENAI KRANTO YPATUMŲ VERTINIMAS, REMIANTIS PALLYDOVINIŲ VAIZDŲ INFORMACIJA	
Jolanta Janutėnienė, Artūras Tadžijėvas, Klaidas Drevinskas, Evgenii Iamshchikov	66
PERDIRBTŲ POLIMERINIŲ MEDŽIADŲ 3 D SPAUSDINIMUI SAVYBIŲ TYRIMAS	
Darius Jarmalavičius, Gintautas Žilinskas, Donatas Pupienis, Rasa Janušaitė, Viktoras Karaliūnas	70
2022 M. PRADŽIOS AUDRŲ PADARINIAI BALTIJOS JŪROS KRANTE LIETUVOJE	

Agnė Jucytė Čičinė, Mindaugas Žilius, Jolita Petkuvienė, Irma Lubienė, Zita Gasiūnaitė, Tobia Politi, Elise Lorre..... 73

SEZONINĖS ŽMONIŲ KAITOS POVEIKIS NUOTEKŲ DINAMIKAI BEI KOKYBEI POPULIARIUOSE PAJŪRIO KURORTUOSE, ĮVERTINANT FTALATŲ, HORMONŲ IR MAISTMEDŽIAGIŲ KIEKIUS BEI JŲ IŠVALYMO EFEKTYVUMĄ

Greta Kalvaitienė, Marija Kataržytė..... 76

FEKALINĖS TARŠOS INDIKATORIŲ IR KITŲ BAKTERIJŲ KAITA MAKROFITŲ SAŃAŠOSE BALTIJOS JŪROS PAPLŪDIMYJE

Dovilė Karlonienė, Donatas Pupienis..... 81

SUNKIŲJŲ MINERALŲ SANKAUPŲ SUDĖTIES PAPLŪDIMIŲ SMĖLIO SAŃAŠOSE PASISKIRSTYMO IŠILGAI LIETUVOS BALTIJOS JŪROS KRANTO TYRIMAS

Asta Klimienė, Ramutis Klimas, Gintautas Narvilas 84

AKVAPONIKOS PLĖTROS SKATINIMAS LIETUVOJE

Jonas Lelys, Gintautas Narvilas, Nerijus Nika..... 89

BLYŠKIŲJŲ BALTAKOJŲ KREVEČIŲ *LITOPENAEUS VANNAMEI* AUGIMAS IR STRESO TOLERAVIMAS UŽDAROJE AKVAKULTŪROS SISTEMOJE

Jūratė Lesutienė, Malgorzata Bielecka, Jolita Petkuvienė, Artūras Razinkovas-Baziukas..... 93

DIRBTINIŲ PLŪDURIUOJANČIŲ SALŲ POVEIKIO MAISTMEDŽIAGIŲ PAŠALINIMUI ĮVERTINIMAS DVIEJOSE BALTIJOS JŪROS PAKRANTĖS LAGŪNOSE

Dzmitry A. Lukashanets, Jolita Petkuvienė, Rūta Barisevičiūtė, Sergej Olenin..... 98

DISTRIBUTION AND DIVERSITY OF MICROFAUNA IN THE COASTAL TUNDRA OF SVALBARD IN THE CONTEXT OF THE RECENT GLACIAL HISTORY

Saulė Medelytė, Andrius Šiaulys, Evaldas Vaičiukynas, Kazimieras Buškus, Aleksej Šaškov, Sergej Olenin 101

VAIZDO MEDŽIAGOS PANAUDOJIMAS ARKTINIUOSE TYRIMUOSE

Jovita Mėžinė, Rasa Idzelytė, Natalja Čerkasova, Georg Umgiesser106
HIDROLOGINIS-HIDRODINAMINIS MODELIS NEMUNO-KURŠIŲ
MARIŲ-BALTIJOS JŪROS TYRIMAMS

Julius Morkūnas, Ramūnas Žydelis, Vytautas Eigirdas110
ŠIANDIEN JŪRINĖS ŽUVIES AR GĖLAVANDENĖS? NEMUNO
DELTOJE PERINČIŲ UPINIŲ ŽUVĖDRŲ MITYBOS TERITORIJOS

Julius Morkūnas, Rasa Morkūnė114
KUO SKIRIASI VANDENS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDA ŽVEJYBOS
ĮRANKIAIS KURŠIŲ MARIOSE IR BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVANTĖJE?

Laura Nesteckytė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė118
TRAUKŪNAS YRA METEOCUNAMIS?

**Nerijus Nika, Jelena Aleksejeva, Deividas Jucevičius, Tomas Zolubas,
Žilvinas Kregždys, Antanas Kontautas.....121**
VĖJAŽUVIŲ *BELONE BELONE* REPRODUKCIJOS BIOLOGIJA
LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVANTĖJE

Sergej Olenin, Aurelija Samuilovienė, Dan Minchin.....124
PIRMASIS VISIŠKAI IŠSIVYSČIUSIŲ LERVUČIŲ APTIKIMAS
LITORALĖS MIDIJŲ MANTIJOS ERTMĖJE SVALBARDE, ARKTYJE

Gerda Petreikytė, Nerijus Nika, Gintautas Narvilas129
UŽDARŲ AKVAKULTŪROS SISTEMŲ TECHNOLOGIJOS
EFEKTYVUMAS AUGINANT NILO TILAPIJAS (*OREOCHROMIS
NILOTICUS*) DRUSKĖTO VANDENS SĄLYGOMIS

**Rafael Picazo Espinosa, Tatjana Paulauskiene, Marija Katarzyte,
Jochen Uebe.....133**
SYNTHESIS, CHARACTERISATION AND APPLICATION OF
CELLULOSE AEROGELS FOR AQUATIC OIL SPILLS CLEAN-UP

**Tobia Politi, Mindaugas Zilius, Marco Bartoli, Stefano Bonaglia,
Sergej Olenin.....137**
BENTHIC NITROGEN PROCESSES AND ECOSYSTEM FUNCTIONING
ALONG ENVIRONMENTAL GRADIENTS IN AN ARCTIC FJORD

Donatas Pupienis, Rytis Veverskis	141
KURŠIŲ NERIJOS MARIŲ KRANTO RAGAI – GIMSTA AR MIRŠTA?	
Viktorija Sabaliauskaitė, Arūnas Balčiūnas, Renata Rubavičiūtė	145
MIKROPLASTIKAS DUMBLIŲ SANKAUPOSE: EFEKTYVIAUSIO APTIKIMO METODO PAIEŠKA, TAIKANT ATGAVIMO RODIKLĮ	
Inesa Servaitė, Inga Dailidienė, Lolita Rapolienė, Remigijus Dailidė, Erika Vasiliauskienė	149
KARŠČIO BANGOS IR JŲ POVEIKIS AUGALIJOS BŪKLEI LIETUVOS PAJŪRIO GYVENVIETĖSE	
Greta Srėbalienė, Evelina Grinienė, Sergej Olenin	152
PATOGENŲ TARŠOS TYRIMAI BALASTINIAME VANDENYJE IR KLAIPĖDOS UOSTO TERITORIJOJE	
Eglė Stonkė.....	156
MĖLYNOSIOS BIOEKONOMIKOS VYSTYMO PERSPEKTYVOS KLAIPĖDOS REGIONE	
Giedrė Strakšienė.....	160
MENO VAIDMUO MOKSLO KOMUNIKACIJOS KONTEKSTE	
Sergej Suzdalev, Ričardas Taraškevičius	163
KOMPLEKSINIS DAUGIAELEMENTŲ YPATUMŲ APIBŪDINIMAS: NAUJI METODINIAI ASPEKTAI	
Sergej Suzdalev, Ričardas Taraškevičius	167
CHEMINIAI ELEMENTAI MŪSŲ APLINKOJE: XRF ANALIZĖS REZULTATŲ PANAUDOS IR TYRIMŲ PLĖTROS GALIMYBĖS	
Andrius Šiaulys, Aleksej Šaškov, Tobia Politi, Sergej Olenin	171
TIRPSTANČIO SVALBARDO LEDYNO PAKRAŠTYJE SUSIFORMAVUSIOS LAGŪNOS STRUKTŪRA	

Edvinas Tiškus, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas, Jonas Gintauskas, Marija Kataržytė	175
DRONO VAIZDAI IŠMETAMŲ PAKRANTĖJE DUMBLIŲ SANKAUPŲ ĮVERTINIMUI	
Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas, Marija Kataržytė, Jolita Petkuvienė, Natalja Čerkasova	178
DVIEJŲ HORIZON EUROPE PROJEKTŲ TIKSLAI SIEKiant KLIMATO NEUTRALUMO IR ATKURiant ŠLAPYNIŲ IR JŪRŲ GAMTĄ	
Margarita Venslovaitė.....	181
KURŠIŲ MARIŲ KUOJŲ (<i>RUTILUS RUTILUS</i> (L.)) IR EŠERIŲ (<i>PERCA FLUVIATILIS</i> (L.)) PARAZITŲ TYRIMAI	
Tomas Zolubas, Jelena Fedotova, Žilvinas Kregždys, Deividas Jucevičius, Gerda Petreikytė, Evelina Grinienė, Marijus Špėgys, Antanas Kontautas, Martynas Bučas, Remigijus Sakas.....	184
MAŽASIS TOBIS (<i>AMMODYTES TOBIANUS</i> LINNAEUS, 1758) KAIP APLINKOS POKYČIUS POTENCIALIAI INDIKUOJANTI RŪŠIS	
Aurelija Zonienė	188
LIETUVOS JŪRINIO SEKTORIAUS SVARBA ŠALIES ŪKIUI	
Autorių sąrašas	191

ŠIŲ METŲ SPALVA – SMARAGDINĖ :)

Organizacinis komitetas

SMARAGDINIS AUGIMAS: TVARUS VYSTYMASIS TARP SAUSUMOS IR VANDENYNŲ

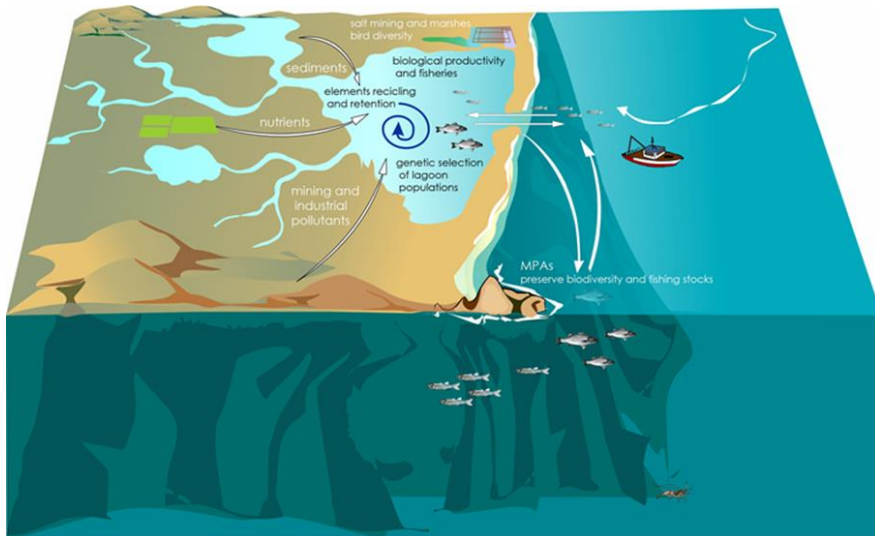
**Artūras Razinkovas-Baziukas¹, Michael Elliott^{2,3}, Maciej Nyka⁴,
Ramūnas Povilanskas¹, Angel Perez-Ruzafa⁵, Davide
Tagliapietra⁶**

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ²International Estuarine & Coastal Specialists (IECS) Leven, JK, ³Halo, Universitetas Hull, JK, ⁴Gdanskio Universitetas, Gdanskas, Lenkija, ⁵Mursijos Universitetas, Mursija, Ispanija, ⁶Jūrinių tyrimų institutas(CNR-ISMAR), Venecija, Italija
arturas.razinkovas-baziukas@ku.lt

Smaragdinis augimas (toliau – SA) yra koncepcija, apibrėžianti tvarų tarpinių vandens ekosistemų vystymąsi tiek ekologiniu, tiek socialiniu požiūriu. SA išsivystė iš „žaliojo“ ir „mėlynojo“ augimo sąvokų ir taiko ekosisteminius principus tarpinių vandenių (*sensu stricto* pagal ES Vandens pagrindų direktyvą), t. y. lagūnų, fiordų, estuarijų ir kt. valdymui. Mes apibrėžiame smaragdinį augimą kaip visapusišką koncepciją, skirtą tvaraus vystymosi ir valdymo problemoms spręsti. Tarpiniai vandenys šiuo atveju suprantami platesniame kontekste, kaip upės baseino, pakrančių ir jūrų sąveikos sistema. Tokios tranzitinės sistemos funkcijas užtikrina sąveikos tarp jūrų ir pakrančių sistemų ir upių baseinų. Tai savo ruožtu veda į smaragdinę ekonomiką, kuri apibrėžiama kaip sugebėjimas valdyti produkcijos ir vartojimo procesus pagal gamtines ir socialines bei ekonomines sistemas tarpiniuose vandenyse.

Pastaraisiais dešimtmečiais buvo sukurtos kelios sąvokos, susijusios su jūrų ir pakrančių ekosistemų funkcija, naudojimu ir valdymu. „Tarpinių vandenių“ terminas (TW) buvo sukurtas ES Vandens pagrindų direktyvai (WFD) 2000 m. (EB, 2000), siekiant apibūdinti „paviršinio vandens telkinius, esančius netoli upių žiočių, kurie dėl savo artumo yra iš dalies druskingi bei pakrančių vandenis, kuriems didelę įtaką daro gėlo vandens srautai“. Tai buvo svarbus Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindas. Vėliau tarpinių vandenių koncepcija buvo plačiai taikoma ne tik ES teisės aktų srityje, bet ir daug platesnėje erdvėje (McLusky ir Elliott, 2007). TW yra neginčijamas praktinės naudos terminas, tačiau šiaurės vidutinio klimato sąlygomis jis pabrėžia upių nuotekį ir neįvertina pakrantės pereinamųjų sistemų svarbos, kai kritulių yra mažai, pavyzdžiui, Viduržemio jūroje regione ir kitose sausringose vietovėse (Tagliapietra ir kt., 2009; Potter ir kt., 2010; Pérez-Ruzafa ir kt., 2011). Tarpinių vandenių pakrančių ekosistemos upės ir jūros kontinuumo

išsiskiria kaip pagrindinių ekologinių kintamųjų ir biologinių bendrijų staigių pokyčių vietas (Elliott & Whitfield 2011; Basset ir kt. 2013). Buvo sukurti įvairūs konceptualūs modeliai, apibūdinantys biologinių bendrijų kitimą pagal fizinės aplinkos kitimą įvairiose kontinuumo buveinėse, tokiose kaip druskingumas, vandens apykaita ir organinių medžiagų transformacijų vaidmuo (Tagliapietra ir kt., 2012).



1 pav. Principinė tarpinių vandenų funkcinių ir erdviųjų sąveikų ekologinėse ir socialinėse sistemose schema (A. Perez-Ruzafa piešinys).

2008 m. Jungtinių Tautų aplinkos programoje (UNEP) buvo sukurta „žaliosios“ ekonomikos iniciatyva, kuri vėliau peraugo į „žaliojo augimo“ terminą, apibūdinantį ekologiniu požiūriu tvarų ekonomikos augimo kelią. Priešingai, „mėlynojo augimo“ sąvoka yra glaudžiai susijusi su „mėlynąja ekonomika“ (Pauli, 2010), kuria siekiama pertvarkyti ekonominę sistemą, bei eksploatuoti jūrų ekosistemas holistiniu būdu. Pauli (2010) mėlynąją ekonomiką apibrėžė kaip „tvaraus verslo modelį, esantį harmonijoje su gamta“ (Wenhai ir kt., 2019). Šis modelis grindžiamas įvairialype nauda, kai gamybos procesai atitinka žiedinės ekonomikos principus, atsižvelgiant į socialinius-kultūrinius aspektus.

„Mėlynojo augimo“ terminas *per se* buvo įvestas kartu su 2012 m. Europos Komisijos paskelbta „mėlynojo augimo“ darbotvarke (EK, 2012 m.), kurioje nustatomos tvaraus jūrų, jūrų ir pakrančių augimo galimybės, o „žaliosios ekonomikos“ sąvoka perkeliama į „mėlynąjį pasaulį“ (Lillebo ir kt.,

2017). Tačiau mėlynojo augimo terminas neturi visuotinai sutarto apibrėžimo. Vietoj to, jis įkūnija labai skirtingas, nuo socialinio konteksto priklausomas reikšmes ir požiūrius (Eikeset ir kt., 2017), ir yra dažniausiai suprantamas kaip tvarus su vandenynu susijusios ekonominės veiklos, įskaitant „tradicinę“ ir „žaliąją“, augimas. „Mėlynieji“ ekonominiai modeliai, neretai sukelia terminų painiavą (pvz., Europos Komisija, 2012 m.; Behnam, 2012, diskusiją šia tema žr. (Wenhai ir kt., 2019). Be to, ši koncepcija nepanaikina visos eilės problemų. Vistiek lieka vandenyno zonavimo ir ribų nustatymo konfliktai, taršos ir atliekų didėjimas, ekosistemų paslaugų prieinamumo mažinimas, mažos apimties vietinė žvejyba neužtikrinanti vietos bendruomenių pragyvenimo šaltinių, nevienodas ekonominės naudos paskirstymas, lyčių problemos ir moterų marginalizacija, atskirtis nuo sprendimų priėmimo procesų ir valdymo.

Tiek „žaliojo“, tiek „mėlynojo“ augimo sąvokos atsirado kaip ekonomikos sąvokos ir yra susijusios su „ekonominiu augimu ir vystymusi“ (OECD, 2011) ir „pajamų ir užimtumo augimu“, „turto ir darbo vietų augimu“, „ekonominės produkcijos augimu“, „oraus užimtumo augimu“ (UNEP, 2011) Šia prasme augimas iš esmės suprantamas kaip ekonomikos plėtra.

Be to, nei „mėlynojo“, nei „žaliojo“ augimo koncepcijose neatsižvelgiama į erdvinį ryšį tarp ekologinių ir socialinių sistemų, išsidėsčiusių palei upės ir baseino kontinuumą ir jų sąveiką pereinant iš sausumos į jūrą. Apibrėžiant ir toliau plėtojant „smaragdinio“ augimo koncepciją, kurią pasiūlė Tagliapietra ir kt. (2020), reikia vertinti funkcines ir erdvinės sąveikas ekologinėse ir socialinėse sistemose, susijusiose su tarpiniais vandenimis. Mes pasikliaujame erdviu požiūriu atitinkančiu Upės kontinuumo (River Continuum (RCC) arba Estuarine – Ocean Continuum (Xenopoulos ir kt., 2017) koncepcijas, integruojant šias sąveikas į ekosisteminių tvaraus prisitaikantčio valdymo metodą, atitinkantį 10 principų. Šis kontinuumas turėtų būti ekologiškai tvarus, technologiškai įmanomas, ekonomiškai perspektyvus, socialiai pageidautinas/toleruotinas, teisiškai leistinas, administraciniu požiūriu įgyvendinamas, politiškai tikslingas, etiškai (moraliai) teisingas, kultūriškai įtraukiantis ir veiksmingai komunikabilus (Borja et al., 2013).

Literatūra

- McLusky, DS & M Elliott (2007). Transitional Waters: a new approach, semantics or just muddying the waters? *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 71: 359-363.
- Tagliapietra D., Sigovini M., Volpi Ghirardini A., (2009). A review of terms and definitions to categorize estuaries, lagoons and associated environments, *Marine and Freshwater Research*: 60 (6) 497–509, DOI: 10.1071/MF08088
- Potter, IC, BM Chuwen, SD Hoeksema & M Elliott (2010) The concept of an estuary: a definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 87: 497–500.

- Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, I.M. et al. Coastal lagoons: “transitional ecosystems” between transitional and coastal waters. *J Coast Conserv* 15, 369–392 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11852-010-0095-2>.
- Elliott, M., Whitfield, A.K. (in press). Lessons from the past half century - challenges, opportunities and priorities for future estuarine, coastal and marine management. In: Humphreys, J.C. & Little, S. (Eds.) *Challenges in Estuarine & Coastal Science: Estuarine and Coastal Sciences Association 50th Anniversary Volume* (in press). Pelagic Publishing, Exeter.
- Basset, A, E Barbone, M Elliott, B-L Li, SE Jorgensen, P Lucena-Moya, I Pardo, D Mouillot (2013). A unifying approach to understanding transitional waters: fundamental properties emerging from ecotone ecosystems. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 132: 5-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2012.04.012>
- Tagliapietra, D., M. Sigovini, P. Magni (2012). Saprobity: A unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Hydrobiologia*, 686: 15-28.
- Pauli G.A.(2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. [report to the Club of Rome].
- Wenhai L, Cusack C, Baker M, Tao W, Mingbao C, Paige K, Xiaofan Z, Levin L, Escobar E, Amon D, Yue Y, Reitz A, Neves AAS, O'Rourke E, Mannarini G, Pearlman J, Tinker J, Horsburgh KJ, Lehodey P, Pouliquen S, Dale T, Peng Z and Yufeng Y (2019) Successful Blue Economy Examples With an Emphasis on International Perspectives. *Front. Mar. Sci.* 6:261. doi: 10.3389/fmars.2019.00261.
- A.I. Lillebø, C. Pita, J. Garcia Rodrigues, S. Ramos, S. Villasante (2017) How can marine ecosystem services support the Blue Growth agenda? *Marine Policy*, Volume 81, Pages 132-142, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.008>.
- A. M. Eikeset, A. B. Mazzarella, B. Davíðsdóttir, D. H. Klinger, S. A. Levin, E. Rovenskaya, N. C. Stenseth (2018) What is blue growth? The semantics of “Sustainable Development” of marine environments, *Marine Policy*, Volume 87, Pages 177-179, ISSN 0308-597X, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.019>.
- Behnam, A. (2012). “Building a blue economy: strategy, opportunities and partnerships in the Seas of East Asia,” in *The East Asian Seas Congress 2012*, Changwon.
- Xenopoulos, M.A., Downing, J.A., Kumar, M.D., Menden-Deuer, S. and Voss, M. (2017), Headwaters to oceans: Ecological and biogeochemical contrasts across the aquatic continuum. *Limnol. Oceanogr.*, 62: S3-S14. <https://doi.org/10.1002/lno.10721>
- A. Borja, M. Elliott, J. H. Andersen, A. C. Cardoso, J. Carstensen, J. G. Ferreira, A.-S. Heiskanen, J. C. Marques, J. M. Neto, H. Teixeira, L. Uusitalo, M. C. Uyarra, Ni. Zampoukas (2013) Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it?, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 76, Issues 1–2, 2013, Pages 16-27, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.08.042>.

LIETUVOJE PAGAMINTO EKSTRUDUOTO PAŠARO VAIVORYKŠTINIAMS UPĖTAKIAMS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) EFEKTYVUMO TYRIMAS UŽDAROJE RECIRKULIACINĖJE SISTEMOJE

Šarūnė Aranauskaitė¹, Justina Varol², Ieva Kudlinskienė¹,
Ernestas Katilauskas¹, Rolandas Stankevičius², Mindaugas
Paleckaitis¹, Gintautas Narvilas³

¹Lietuvos sveikatos mokslų universitetas Veterinarijos akademija, Gyvūnų
auginimo technologijų institutas, Kaunas. ²Lietuvos sveikatos mokslų
universitetas Veterinarijos akademija, Gyvūnų mitybos katedra, Kaunas,
³Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
sarune.aranauskaite@stud.lsmu.lt

Įvadas. Akvakultūra yra greičiausiai pasaulyje augantis maisto gamybos sektorius (kasmet apie 5,3 %) ir dėl vis didėjančio žuvų ir jų produktų poreikio, manoma, kad sektorius ir toliau sparčiai augs. Tačiau akvakultūra gali turėti neigiamų padarinių aplinkai, įskaitant natūralių buveinių naikinimą, vandens taršą ir eutrofikaciją, ligų ir parazitų plitimą. Kad užtikrinti tvaresnę žuvų auginimą, vystomos aplinką tausojančios žuvų auginimo technologijos – uždarnos recirkuliacinės sistemos (URS) (Ahmed et al., 2019).

Vaivorykštiniis upėtakis (*Oncorhynchus mykiss*) yra viena iš labiausiai paplitusių rūšių, auginamų URS dėl gero prisitaikymo prie auginimo aplinkos, atsparumo ligoms ir kitų privalumų, tačiau nuolat siekiama dar labiau optimizuoti auginimo efektyvumą, įskaitant nuolatinį pašarų raciono tobulinimą (Kießling et al., 2012; Asgari et al., 2020). Gerai subalansuoti pašarai yra būtini geram augimui ir normaliai žuvų sveikatai. Tinkamomis sąlygomis auginamos žuvys patiria mažiau streso, bei geriau pasisavina pašarą, o tai stipriai įtakoja galutinę produkcijos kokybę (Kießling et al., 2012). Lietuvos žuvų pašarų gamintojai taip vysto naujus pašarų receptus, siekdami pateikti akvakultūros rinkai kuo efektyvesnius produktus. UAB „Naujasis Nevėžis“ pagamino naują ekstruduotą pašarą vaivorykštiniams upėtakiams „ofeedo“, todėl darbo tikslas buvo išbandyti naująjį pašarą uždaroje recirkuliacinėje sistemoje, palyginti jį su panašiais rinkoje esančiais produktais, nustatant poveikį augimui, pašaro konversijai, anatomiinių kūno dalių išsivystymui ir mėsos fiziniams-cheminiams savybėms.

Metodai. Bandomasis vaivorykštinių upėtakių auginimas atliktas 2020–2021 m. KU JTI Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorijoje, jų maitinimui panaudojant įmonėje UAB „Naujasis Nevėžis“ pagamintą ekstruduotą pašarą, geriau žinomą pagal prekinį ženklą „ofeedo“. Kontrolei buvo naudojamas

pašaras „X“ – Lenkijoje pagamintas, rinkoje populiarus panašus produktas. Pašarai buvo skirtingos maistinės ir energinės vertės. Kontrolinio pašaro „X“ sudėtis: žuvų miltai, kviečiai, rapsų aliejus, soja, hemoglobinas, plunksnų miltai, saulėgrąžų baltymų koncentratas, paukštienos miltai. Bandomojo „ofeedo“ pašaro sudėtis: kviečių miltai, rapsų aliejus, žuvų miltai, kviečių glitimas, kukurūzų glitimas, paukštienos miltai, hemoglobino miltai. Abu pašarai pasižymėjo vienodu baltymų kiekiu (43 %), tačiau tiriamosios grupės pašare buvo 2 % mažiau žalių riebalų ir 4 % mažiau žalių pelenų, o žalios ląstelienos 2 % daugiau, nei kontroliniame pašare (dėl to skyresni pašarų energinė vertė).

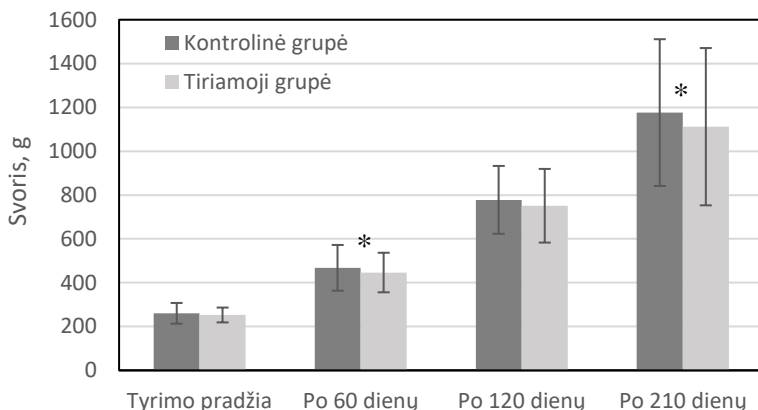
Tyrimas truko 210 dienų, žuvis buvo auginamos URS baseinuose, kurių talpa 6 m³. Taikytas 24 val. dienos režimas, žuvis šertos vienoda pašaro norma automatinėmis šeryklomis, periodiškai visą parą. Nuolat buvo fiksuojami vandens kokybės rodikliai (O₂ kiekis, temperatūra, pH, NH₄, NO₃, NO₂).

Tyrimo pradžioje, žuvis buvo suskaičiuotos, pasvertos, pamatuotos ir ~71 vnt. m⁻³ tankiu išskirstytos į dvi tyrimo grupes po du atskirus 6 m³ talpos auginimo baseinus. Tiriamosios grupės upėtakių vidutinis svoris eksperimento pradžioje buvo 252,7 ± 33,91 g, kontrolinės – 260,2 ± 47,34 g. Praėjus 60, 120 ir 210 dienų nuo bandymo pradžios, atsitiktiniu būdu buvo pamatuojama ir pasveriami po 30 vienetų žuvų iš abiejų eksperimento grupių. Tyrimo pabaigoje buvo nustatyta žuvų biomasė, apskaičiuotas pašarų konversijos koeficientas FCR, žuvų išgyvenamumas (%). Iš kontrolinės ir tiriamosios grupės buvo detalčiai ištirta po 6 žuvis, įvertinant eksterjero indeksus bei žuvienos kokybę. Mėsos kokybės įvertinimas atliktas LSMU VA Gyvulių mėsinių savybių ir mėsos kokybės įvertinimo laboratorijoje. Nustatyti mėsos spalvingumo rodikliai (L*, a*, b*), vandeningumas, vandens rišlumas, mėsos virimo nuostoliai, sausųjų medžiagų kiekis, pH, tarpraumeninių riebalų kiekis, pelenų kiekis ir baltymingumas.

Darbe pateikiami gautų tyrimų duomenų vidurkiai (± standartinis nuokrypis), skirtumai tarp dviejų tyrimo grupių lyginti taikant dviejų nepriklausomų imčių Student t testą statistiniu paketu SPSS for Windows 15.0. Skirtumai laikomi statistiškai patikimais, kai $p \leq 0,05$.

Rezultatai ir jų aptarimas. Tyrimo metu vandens parametrai svyravo optimaliose ribose: temperatūra – 11,6–18,5 °C, (vid. 14,9°C), deguonies prisotinimas – 80–104 % (vid. 94,6 %.), pH – 7,2. Visu tiriamuoju laikotarpiu vidutinis NO₂ kiekis vandenyje buvo – 0,1 mg L⁻¹, NO₃ – 63,3 mg/l.

Pašarą „X“ ir pašarą „ofeedo“ vaivorykštiniai upėtakai visą bandymo laikotarpį noriai ėdė, nepastebėta badaujančių žuvų ar nesuėsto pašaro likučių. Kontrolinės ir tiriamosios grupių žuvų vidutinis svoris tyrimo laikotarpiu pateiktas 1 paveiksle.



1 pav. Vidutinis kontrolinės ir tiriamosios grupės žuvų svoris tyrimo laikotarpiu (* – kai $p \leq 0,05$).

Tyrimo pabaigoje (po 210 dienų) tiriamosios grupės žuvų vidutinis svoris buvo 64,4 g arba 5,5 % mažesnis nei kontrolinės grupės ($p < 0,05$). Pastebėjome, jog abiejų grupių žuvis pasižymėjo greitu augimo tempu. Vidutiniškai per tiriamąjį laikotarpį, žuvis maitintos „ofeedo“ ekstruduotu pašaru priaugo 859,2 g, o šertos ekstruduotu pašaru „X“ – 916,1 g arba 6,2 % daugiau nei tiriamosios grupės ($p > 0,05$).

Per visą tyrimo laikotarpį, tiriamosios grupės vaivorykštiniais upėtakiams buvo sušerta 449,5 kg pašarų, kontrolinės grupės – 446,2 kg. Šios grupės atitinkamai priaugo 444,5 ir 440,6 kg biomasės, tad ir pašarų konversija buvo vienoda ir labai aukšta – atitinkamai 1,34 ir 1,35. Abiejose tyrimo grupėse fiksuotas vienodai aukštas išgyvenamumas – 96,6 %.

Vertinant anatominių kūno dalių išsivystymą, vidutinis tiriamosios grupės žuvų ilgis buvo 3,2 cm arba 7,6 %, o liemens ilgis 3,1 cm arba 8 % mažesnis, nei kontrolinės grupės ($p \leq 0,05$). Galvos ilgis tiriamojoje grupėje buvo 18,8 % mažesnis nei kontrolinėje grupėje ($p \leq 0,05$). Upėtakių juosmeninės dalies išmatuotas ilgis, uodegos ilgis, kūno aukštis, galvos svoris ir vidaus organų svoris, bei apskaičiuoti svorio ir eksterjero indeksai (kūno, galvos, liemeninės dalies, uodeginės dalies, galvos svorio ir vidaus organų) nesiskyrė ($p > 0,05$).

Upėtakių mėsos spalva yra vienas iš svarbiausių kokybės kriterijų, lemiančių jų vertę rinkoje. Trys spalvą nuskantys rodikliai (L^* , a^* , b^*) tarp tyrimo grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$), nors mėsos raudonos

ir žalios spalvos santykis (a*) kontrolinės grupės žuvyse buvo 11,4 % didesnis. Laukinėms lašišinėms žuvisms būdinga raudona spalva, tačiau intensyviai auginamų vaivorykštinių upėtakių mėsa yra šviesesnė, dėl šios priežasties upėtakių pašaruose plačiai naudojamos įvairios mėsą dažančios medžiagos (Yeşilayer, 2020), nors šiuo atveju testuoti „ofeedo“ pašarai nebuvo papildyti dažikliais.

Mėsos fizinės (vandeningumas, vandens rišlumas ir virimo nuostoliai) ir cheminės (s.m., baltymai, riebalai, pelenai ir pH) sąvybės tarp tyrimo grupių taip pat reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$), fiksuoti tik nežymūs 1-5 % skirtumai (1 lentelė).

1 lentelė

Vaivorykštinių upėtakių mėsos fizinės ir cheminės sąvybės kontrolinėje ir tiriamojoje grupėje.

Rodikliai	Kontrolinė grupė	Tiriamoj grupė
Vandeningumas, %	2,23 ± 0,38	2,42 ± 0,51
Vandens rišlumas, %	54,79 ± 3,07	52,98 ± 3,26
Virimo nuostoliai, %	10,27 ± 2,70	12,56 ± 2,23
S. M., %	32,26 ± 1,97	31,85 ± 3,01
Baltymai, %	19,54 ± 1,21	18,78 ± 2,23
Tarpraumeniniai riebalai, %	11,30 ± 1,15	11,72 ± 1,48
Pelenai, %	1,42 ± 0,05	1,35 ± 0,09
pH	6,35 ± 0,09	6,34 ± 0,13

Abiejų grupių žuvų mėsos cheminės sąvybės atitiko vaivorykštinių upėtakių mėsai būdingas, literatūroje pateiktas normas, kur: baltymai 17,6–20 %, riebalai 5,3–17 %, pelenai 1,1–1,4 %, vandeningumas 60,5–76,3 % (Vranić et al., 2011; Stoyanova et al., 2016).

Tiriamosios grupės žuvų 5,5 % mažesnis nei kontrolinės grupės žuvų priaugtas galutinis individualus svoris galėjo būti įtakotas nevienodos pašarų maistinės vertės. Abiejų tirtų pašarų baltymų kiekis buvo vienodas – 43 %, tačiau žalių riebalų, ląstelienos ir pelenų kiekis skyrėsi. Galime daryti prielaidą, jog gautiems rezultatams poveikį galėjo turėti mažesnis riebalų kiekis tiriamosios grupės ekstruduotame pašare „ofeedo“. Šią prielaidą patvirtina mokslinėje literatūroje aptinkami tyrimų rezultatai, kur Roy ir kt. (2020) nustatė, jog bendras pašaro riebalų kiekis stipriai įtakoja bendrą vaivorykštinių upėtakių produktyvumą ir sveikatą bei pašaro vartojimą, o tai stipriai įtakoja bendrą upėtakių augimo intensyvumą.

Išvados. Naujas, Lietuvoje pagamintas tiriamasis pašaras „ofeedo“ pagal vaivorykštinių upėtakių augimo efektyvumo ir žuvenos kokybės rodiklius nesiskyrė nuo kontrolinio pašaro „X“. Abu pašarai yra aukštos mitybinės

vertės ir užtikrina optimalų vaivorykštinių upėtakių augimą ir sveikatingumą uždarose recirkuliacinėse sistemose.

Literatūra

- Ahmed N., Thompson S., Glaser M. 2019. Global aquaculture productivity, environmental sustainability, and climate change adaptability. *Environmental Management.*, 63, p. 159-172.
- Asgari M., Abedian Kenari A., Esmaeili M., Rombenso A. 2020. Effects of hydroalcoholic extract of honeybee pollen on growth performance, flesh quality, and immune and stress response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture nutrition*, 26, p. 1505-1519.
- Yeşilayer N. 2020. Comparison of flesh colour assessment methods for wild brown trout (*Salmo trutta macrostigma*), farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Pakistan Journal of Zoology*, 52(3), p. 1007-1014.
- Kiessling A., van de Vis H., Flik G., Mackenzie S. 2012. Welfare of farmed fish in present and future production systems. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38, p. 1-3.
- Roy J., Mercier Y., Tonnet L., Burel C., Lanuque A., Surget A., Larroquet L., Corraze G., Terrier F., Panserat S., Skiba S. 2020. Rainbow trout prefer diets rich in omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids DHA and EPA. *Physiology & Behavior*, 213: 112692.
- Stoyanova S., Staykov Y., Zelqzkov G., Sirakov I., Nikolov G. 2016. Fish production and some traits of meat quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed in different production systems. *Agricultural Science and Technology*, 8(4), p. 346-350.
- Vranić D., Dinović-Stojanović, J., Spirić A. 2011. Rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) from aquaculture–meat quality and importance in the diet. *Meat Technology*, 52(1), p. 122-133.

LIETUVOS BALTIJOS JŪROS KRANTO TARŠOS ŠIUKŠLĖMIS RIZIKOS VERTINIMAS

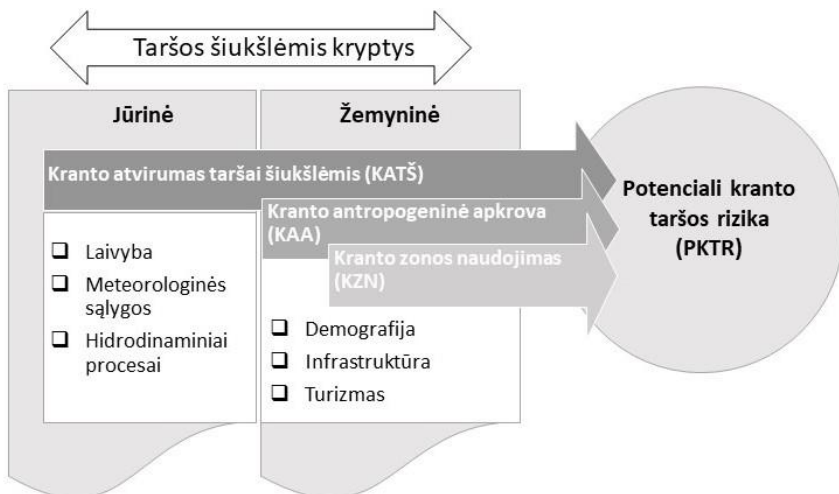
Ingrida Bagdanavičiūtė^{1,2}, Arūnas Balčiūnas¹, Jovita Mėžinė¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius

ingrida.bagdanaviciute@ku.lt

Įvadas. Šiukšlės apibrėžiamos kaip visos pagamintos medžiagos, patekusios į aplinką, įskaitant tokias medžiagas, kurias netiesiogiai į jūras atneša upės, nuotekos, bangos, srovės ir vėjai (OSPAR 2007; Bergmann ir kt. 2015; GESAMP 2019; UN 2019; Rangel-Buitrago ir kt. 2022). Sparčiai augančių šiukšlių kiekis ir paplitimas pakrantėse ir vandenyuose yra vienas didžiausių neigiamos žmogaus veiklos pavyzdžių (Pilkey ir Cooper 2014; Rangel-Buitrago ir kt. 2022). Kartu su visuotiniu atšilimu, biologinės įvairovės nykimu, vandenynų rūgštėjimu ir gyventojų pertekliumi šiukšlės įvardijamos kaip viena iš penkių pagrindinių aplinkosaugos problemų, kurios reikalauja skubių sprendimų (Eccleston 2010; Pilkey ir kt. 2022). Be klimato kaitos veiksnių sąlygojamų pokyčių pakrantėse valdymo ir pasekmių kompensavimo, antropogeninės kilmės faktorių, tokių kaip jūrą teršiančių šiukšlių prevencija ir kiekio sumažinimas yra įvardijamas kaip vienas iš pasaulinių darnaus vystymosi tikslų (UN 2015), o labiausiai pažeidžiamų vietų nustatymas yra svarbus kranto zonos planavimo ir valdymo uždavinys. Todėl pagrindinis šio darbo tikslas buvo parengti potencialios kranto taršos rizikos vertinimo metodiką, integruojant gamtinius ir socio-ekonominius veiksnius, išskiriant labiausiai antropogeninės apkrovos veikiamus ir jūros taršai atvirus kranto ruožus Lietuvos kranto zonoje.

Metodai. Parengtą potencialios kranto taršos rizikos (PKTR) vertinimo metodiką sudaro kranto zonos naudojimo (KZN), kranto antropogeninės apkrovos (KAA) ir kranto atvirumo taršai šiukšlėmis (KATŠ) indeksai (1 pav.).



1 pav. Metodinė potencialios kranto taršos rizikos vertinimo schema.

Remiantis anksčiau atliktų studijų duomenimis (Balčiūnas 2018, Bagdanavičiūtė ir kt. 2019) buvo išskirta 12 aplinkos ir socio-ekonominių kriterijų (1 lentelė). Kriterijai buvo analizuojami 1 km kranto ruožuose, dalis socio-ekonominių rodiklių buvo apibendrinti gyvenviečių administraciniam vienetais. Duomenų rinkimui ir analizei buvo naudojamas ArcGIS 10.3 programinis paketas. Kriterijų komponentai buvo įvertinti pagal 5 lygių rizikos skalę nuo labai žemos (1) iki labai aukštos rizikos (5). Santykiniam kriterijų svoriui nustatyti buvo pasitelktas ekspertinis vertinimas naudojant ExpertChoice paketą, kuris yra sukurtas analitinio hierarchijos proceso (AHP) pagrindu (Saaty 1980). Pagal parinktus aplinkos ir socio-ekonominius kriterijus kiekvienam 1 km kranto ruožui buvo skaičiuojami KZN, KKA ir KATŠ bei galutinis PKTR indeksai. Buvo sudaryti kranto naudojimo, antropogeninės apkrovos, atvirumo taršai ir potencialios kranto taršos rizikos žemėlapiai. Siekiant nustatyti statistiškai reikšmingas aukštos rizikos zonas buvo panaudotas Anselin Moran I klasterizavimas (Anselin 1995), kurio pagalba išskirti karšti ir šalti taškai bei statistiškai nereikšmingos zonos.

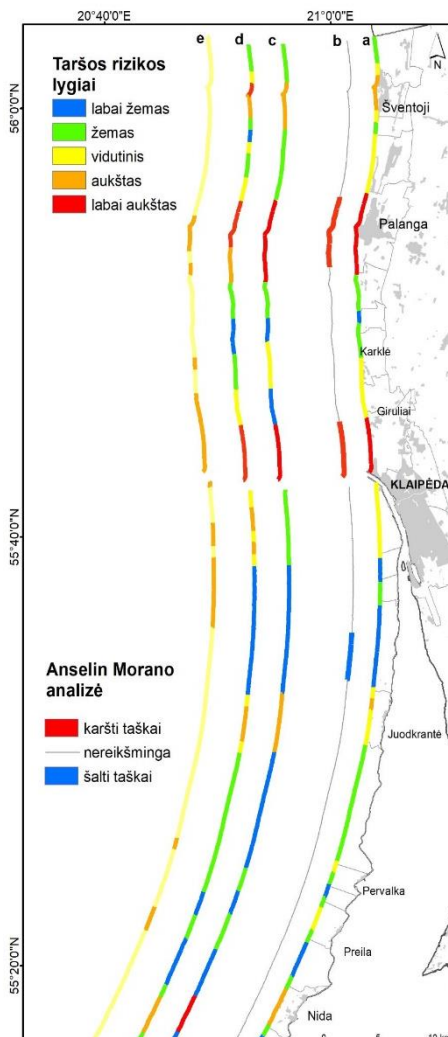
Kranto potencialios taršos vertinimo kriterijai

Indeksas	Kriterijai	Duomenų šaltinis
Kranto zonos naudojimas (KZN)	Gyventojų tankis (gyv./km ²)	Lietuvos statistikos departamento duomenys (2021)
	Užstatyta teritorija (km ²)	Ortofotografinis žemėlapis ORT10LT (2017), Georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys GDR10LT (2022)
	Apgyvendinimo įstaigos	Lietuvos statistikos departamento duomenys (2022), www.priejuros.lt
	Lankytinos vietos	Turizmo info centras (2019)
Kranto antropogeninės apkrovos (KAA)	Turistų tankis	Google Earth (2017)
	Paplūdimių infrastruktūra	Georeferencinių erdvinių duomenų rinkinys GDR10LT (2022)
	Paplūdimių prieinamumas	Ortofotografinis žemėlapis ORT10LT (2017)
	Šiukšliadėžių kiekis	Ortofotografinis žemėlapis ORT10LT (2017)
Kranto atvirumas taršai šiukšlėmis (KATŠ)	Atstumas iki laivybos kelių ir uostų	HELCOM automatinės laivų identifikavimo sistemos (AIS) duomenų bazės duomenimis.
	Vyraujantys vėjai	Europos vidutinės trukmės orų prognozių centras (ECMWF) (2012-2016 m periodas)
	Vyraujančios paviršiaus srovės	Apskaičiuotos remiantis 2012-2016 periode vyraunačia vėjų kryptimi ir pritaikius Ekmano spiralės principą, aprašytą Depelche-Ellman ir kt. 2016, Leppöaranta ir Myrberg 2009
	Gėlo vandens išsikrovimo zona / atstumas nuo upės žiočių	Ortofotografinis žemėlapis ORT10LT (2017), ECODUMP (2013) projekto rėmuose atlikto Kuršių marių ir Lietuvos Baltijos jūros priekrantės vandens cirkuliacinio režimo modelio rezultatai.

Rezultatai. Gyventojų tankis ir turistų aktyvumas buvo įvertinti kaip svarbiausi kriterijai KZN ir KAA vertinime. Tuo tarpu KATŠ atveju svarbiausiu įvardintos vyraujančios paviršiaus srovės. Atliktas potencialios kranto taršos rizikos vertinimas parodė, kad 48 % jūrinio kranto yra žemos ir labai žemos rizikos, 30 % vidutinės, o 8 % ir 14 % atitinkamai aukštos ir labai aukštos rizikos. Labai žemos rizikos kranto ruožai stebimi tarp Karklės ir

Nemirsetos ir Kuršių nerijos šiaurinėje ir pietinėje dalyse, kur tiek kranto zonos naudojimo, tiek antropogeninės apkrovos indeksai yra žemi (2 pav.). Labai aukštos rizikos atkarpos sutampa su didelės antropogeninės apkrovos zonomis (didelis gyventojų tankis, intensyvus turizmas). Erdvinė statistinė Ansilen Moran I analizė taip pat parodė padidintos rizikos vietas („karštus taškus“) (12,6 % viso tiriamo kranto ilgio), kurios sutapo su PKTR vertinimu nustatytais labai aukštos rizikos ruožais (2 pav.).

Išvados. Atlikus kranto rizikos vertinimą apskaičiuotos PKTR reikšmės kito nuo 1,8 iki 4,5, kurios pritaikius klasifikavimo lygiais intervalais schemą parodė, kad labai mažos rizikos zonų krante yra 17 %, o labai didelės 14 %, bet virš 60 % kranto patenka į mažą ir vidutinę rizikos zoną. Aukščiausios rizikos zonos buvo išskirtos bent pagal 6 kriterijus, turėjusius „labai aukštos“ rizikos vertinimą. Atkreipiamas dėmesys, kad tik 1,2 % tirtu kranto, kuriam pagal PKTR nustatytas „labai aukštas“ rizikos vertinimas ir visa „aukštos“ rizikos zona, išskiriant statistiškai reikšmingas zonas buvo nepakankamai įvertintos ir nepateko į statistiškai reikšmingą karštų taškų klasterį. Apibendrinant gautus rezultatus, apie 22 % tirtu kranto yra įvertinta kaip didelės rizikos ir reikalauja papildomo dėmesio priimančiam kranto zonos valdymo sprendimus. Tai yra intensyvaus kranto



2 pav. Kranto taršos rizikos indeksų verčių erdvinio pasiskirstymo rezultatai: a – PKTR, b – Anselin Morano I analizė, c – KZN, d – KAA, e – KATŠ.

naudojimo ir antropogeninės apkrovos zonos ties Klaipėdos ir Palangos gyvenvietėmis. Tuo tarpu, planuojant antropogeninės apkrovos krantui mažinančias priemones ties Šventosios ir Nidos gyvenvietėms būtina atsižvelgti į šioms zonoms būdingą sezoniskumą.

Literatūra

- Anselin, L., 1995. Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geograph. Anal.* 27 (2), 93- 115, 93–115 p.
- Bagdanavičiūtė I., Kelpšaitė-Rimkienė L., Galinienė J., Soomere T. 2019. Index based multi-criteria approach to coastal risk assessment. *J. Coast Conserv.*, 23 (4), 785-800 p.
- Balčiūnas A. 2018. Marine litter pollution at the Lithuanian open sea and coastal areas. Doktoro disertacija. Klaipėdos Universitetas.
- Bergmann M., Gutow L., Klages M. 2015. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing, Berlin.
- Eccleston C. 2010. *Global Environmental Policy: Concepts, Principles, And Practice* CRC Press, London, UK.
- Delpêche-Ellmann, N., Torsvik, T., Soomere, T. 2016. A comparison of the motions of surface drifters with offshore wind properties in the Gulf of Finland, the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 154-164 p.
- GESAMP, 2019. *Guidelines for the Monitoring And Assessment of Plastic Litter in the Ocean*. United Nations Environment Programme, New York.
- Leppäaranta, M., and Myrberg, K. 2009. *Physical Oceanography of the Baltic Sea*. Berlin: Springer, Praxis.
- OSPAR Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area OSPAR, London (2007)
- Pilkey, O.H., Cooper, A.G., 2014. *The Last Beach*. Duke University Press, Durham.
- Pilkey, O.H., Neal, W., Longo, N., Rangel-Buitrago, N., Pilkey, K., Smith, H., 2022. *Vanishing Sands*. Duke University Press, Durham.
- Rangel-Buitrago N., Williams A. T., Neal W. J., Gracia C A., Micallef A. 2022. Litter in coastal and marine environments. *Mar. Pollut. Bull.*, 177, Article 113546
- Saaty T.L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- UN, 2015. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Prieiga per internetą: <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>
- UN, 2019. *Marine Litter*. Prieiga per internetą: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/marine-litter>

MIKROORGANIZMŲ ĮVAIROVĖ IR PAPLITIMAS LIETUVOS TERITORINĖJE BALTIJOS JŪROS PAKRANTĖJE IR PAJŪRIO UPIŲ BASEINO TELKINIUOSE

**Agnė Baranauskaitė, Lukas Dobrovolskis, Petras Prakas, Elena
Servienė, Živilė Strazdaitė-Žielienė**

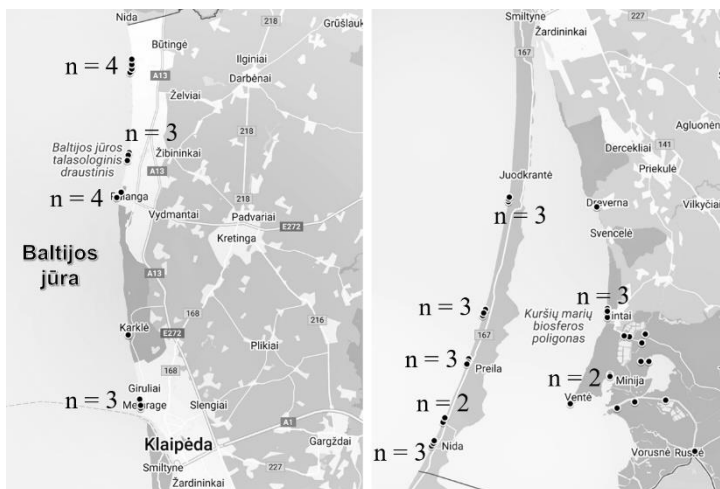
Gamtos tyrimų centras, Vilnius
agne.baranauskaite@gamtc.lt

Įvadas. Mikrobiologinis vandens saugumas dažniausiai įvertinamas pagal indikatorinių bakterijų kiekį jame (*Escherichia coli* ir *Enterococcus* spp.) (Bartram et al., 2007; Grigorian et al., 2014). Nors per pastaruosius kelis dešimtmečius eukariotiniai mikroorganizmai, tame tarpe ir mielės, vis dažniau identifikuojami kaip žmogaus ligų sukėlėjai (Bartram et al., 2007; Grigorian et al., 2014), tačiau vandens kokybės ir vartojimo tyrimuose jie iš esmės neįvertinami. Žinių apie mielių ir vienaląsčių parazitų paplitimą vandenyje ir jų patogeniškumo mechanizmus trūksta dėl metodinių šių mikroorganizmų išskyrimo ir identifikavimo problemų, nepakankamo molekulinį metodų įdiegimo vandens kokybę kontroliuojančiose tarnybose. Taigi, žmonių ir/arba gyvūnų ligos retai siejamos su vandens vartojimu. Dažniausiai vandens telkiniuose aptinkamos mielių rūšys susijusios su žmonių sukelta antropogenine tarša, pavyzdžiui, *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *Rhodotorula glutinis*, *Cryptococcus albidus* ir pan. (Rudenko et al., 2011; Babic et al., 2017), kai kurios iš jų yra oportunistiniai patogenai. Jos gali sukelti alergines reakcijas, oportunistines infekcijas ir intoksikacijas (Moat et al., 2016). Užsikrėsti galima ne tik geriant vandenį, bet ir maudantis jame, kai tiesiogiai kontaktuojama su mieliagyrbiais esančiais vandenyje per odą ir gleivinę. Ne tik patogeninės mielės, bet ir jų šalutiniai produktai gali sukelti neigiamą poveikį sveikatai, pvz., išskiriami alergenai, metabolitai, mikotoksinai (Schultze et al., 2010).

Iki šiol vandens telkiniuose (upėse, tvenkiniuose, ežeruose) dažniausiai yra tiriamas *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium* spp. ir *Giardia* spp. paplitimas (Castro-Hermida et al., 2010; Lass et al., 2017; Lass et al., 2022; Xiao et al., 2018). Tyrimų su kitais parazitiniais pirmuoniais yra nedaug, tik keturi tyrimai buvo skirti *Sarcocystis* spp. identifikavimui vandens telkiniuose (Baranauskaitė et al., 2023; Strazdaitė-Žielienė et al., 2022; Lee, 2019; Shahari et al., 2016). Galimos to priežastys yra žinių apie *Sarcocystis* spp. pirmuonių paplitimą vandens telkiniuose stoka, tinkamų metodų trūkumas bei parazitinių

pirmuonių molekulinio identifikavimo iš aplinkos mėginių problemas. Iki šiol tyrimų apie mikroorganizmų įvairovę ir paplitimą Lietuvos teritorinėje Baltijos jūros pakrantėje ir pajūrio upių baseino telkiniuose nėra, dėl to šio darbo tikslas buvo iširti mikroorganizmų įvairovę ir paplitimą šiuose vandenyse.

Metodika. Darbo metu vandens mėginiai buvo renkami iš Lietuvos teritorinėje Baltijos jūros pakrantėje esančių maudyklų ($n = 30$) bei pajūrio upių baseinui priskiriamų telkinių ($n = 16$) (1 pav.). Mėginiai buvo surinkti birželio-rugpjūčio mėnesiais, kai Lietuvoje yra didžiausias gyvūnų aktyvumas ir migracija. Vandens mėginiai buvo koncentruojami filtravimo metodu (Strazdaitė-Žielienė *et al.*, 2022) ir naudojami gDNR išskyrimui komerciniu rinkiniu (*Sarcocystis* spp. identifikavimui). *Sarcocystis* parazitai buvo identifikuoti vandens mėginiuose lizdinės PGR metodu, genetiniu žymeniu pasirenkant *cox1* seką. Specifiniai pradmenys (Baranauskaitė *et al.*, 2023) buvo naudojami 8 naminius gyvulius infekuojančių *Sarcocystis* rūšių identifikavimui: *S. bovifelis*, *S. cruzi*, *S. hirsuta* (infekuojančios galvijus), *S. tenella*, *S. arieticanis* (infekuojančios avis), *S. miescheriana* (infekuojanti kiaules), *S. capracanis* (infekuojanti ožkas) ir *S. bertrami* (infekuojanti arklis).



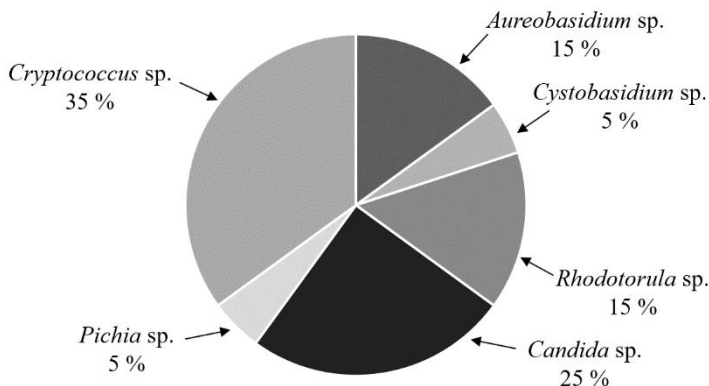
1 pav. Vandens mėginių rinkimo vietas.

Mikroorganizmų nustatymui, vandens mėginiai buvo koncentruojami, išsėjami ant agarizuotos YEPD terpės ir auginami kambario temperatūroje (22°C). Užaugusios mikroorganizmų kolonijos pagal morfologiją buvo priskirtos bakterijų, pelėsių ir mielių grupėms. Morfologiškai į mieles panašios

kolonijos buvo naudojamos molekulinei analizei: atliekama PGR, genetiniu žymeniu naudojant ITS regioną ir vykdoma gautų fragmentų sekoskaita.

Rezultatai ir apibendrinimas. Užaugę kultyvuojami mikroorganizmai pagal kolonijų ir ląstelių morfologiją buvo priskirti bakterijų, pelėsių ir mielių grupėms, o vienaląsčiai pirmuonys (*Sarcocystis* spp.) identifikuoti molekulinės biologijos metodais. Iš viso buvo užaugintos 364 mikroorganizmų kolonijos, iš jų bakterijos sudarė 66 %, pelėšiai – 24 %, o mielės – 10 %. Palyginus mikroorganizmų paplitimą tirtuose vandens telkiniuose galima teigti, kad mielių kiekis juose kur kas mažesnis nei bakterijų, pelėsių ir vienaląsčių pirmuonių.

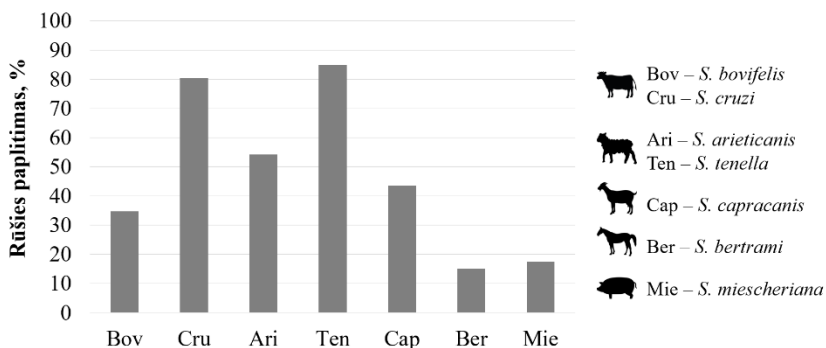
Morfologiškai į mieles panašios kolonijos molekulinės biologijos metodais buvo identifikautos iki genčių/rūšių. Nustatyta, kad tirtuose vandens mėginiuose dominuoja šešios mielių gentys: *Rhodotorula*, *Candida*, *Pichia*, *Cryptococcus*, *Aureobasidium* ir *Cystobasidium* (2 pav.).



2 pav. Mielių genčių įvairovė ir pasiskirstymas vandens mėginiuose iš Lietuvos teritorinės Baltijos jūros pakrantės ir pajūrio upių baseino telkinių.

Dažniausiai randamos *Cryptococcus* ir *Candida* genčių mielės. Šioms mielių gentims priklauso gerai iširtos žmonių ir gyvūnų oportunistinių patogenų rūšys. Pavyzdžiui, išanalizavus gautus duomenis nustatyta, kad vandens mėginiuose iš Baltijos jūros mėginių paimtų prie Rąžės upelio žiočių Palangoje yra rasta žmonėms pavojinga *Candida albicans* rūšis. Jos aptikimas vandens mėginiuose neatsitiktinis, nes *C. albicans* iš visų mielių rūšių dažniausiai identifikuojama mielė žmogaus kūne, o vandens mėginys buvo imtas vasarą, žmonių maudymosi laikotarpiu. Mėginyje iš Kuršių marių identifiukuota kita oportunistinė patogeninė mielių rūšis *Rhodotorula glutinis* – šios rūšies aptikimas gali būti susijęs su antropogenine tarša.

Išanalizavus mėginius buvo nustatyta, kad *Sarcocystis* spp. infekcijos paplitimas Lietuvos teritorinėje Baltijos jūros pakrantėje ir pajūrio upių baseino telkiniuose yra 100 % (46/46). Dažniausiai mėginiuose identifikuotos galvijus infekuojanti *S. cruzi* (80,4 %) ir avis infekuojanti *S. tenella* (84,8 %) rūšys. Kiek mažesnis infekcijos intensyvumas nustatytas tiriant *S. arieticanis* (54,3 %), *S. capracanis* (43,5 %) ir *S. bovisfelis* (34,8 %) paplitimą. Rečiausiai aptiktos kiaules infekuojanti *S. miescheriana* (17,4 %) ir arklus infekuojanti *S. bertrami* (15,2 %) rūšys. Galvijus infekuojanti *S. hirsuta* rūšis mėginiuose neidentifikuota. Dažniausiai mėginiuose identifikuotos keturios (34,8 %), trys (28,3 %) arba dvi (21,7 %) skirtingos *Sarcocystis* rūšys. Trijuose mėginiuose identifikuotos penkios (6,5 %), dvejuose – šešios (4,3 %) skirtingos *Sarcocystis* rūšys. Dvejuose mėginiuose (4,3 %) nustatyta tik viena tiriamoji rūšis – *S. cruzi*. Šio tyrimo metu buvo nustatytas vienas atvejis, kai Baltijos jūros vandens mėginyje identifikuota žmogui pavojinga *S. hominis* rūšis, tačiau šios rūšies nustatymo metodai dar yra optimizuojami, todėl, tikėtina, kad ateityje bus daugiau žinių bei galimybių nustatyti šios žmogui pavojingos rūšies paplitimą.



3 pav. *Sarcocystis* rūšių paplitimas Lietuvos teritorinėje Baltijos jūros pakrantėje ir pajūrio upių baseino telkiniuose.

Šis tyrimas, skirtas įvertinti mikroorganizmų įvairovę Lietuvos teritorinėje Baltijos jūros pakrantėje ir pajūrio upių baseino telkiniuose, yra pirmasis toks tyrimas Baltijos šalyse. Gauti duomenys suteikia naujų įžvalgų apie mielių, pelėsių ir bakterijų paplitimą aplinkoje. Atlikti vandens užterštumo sporocistomis tyrimai svarbūs, norint užkirsti kelią infekcinėmis ligomis, prognozuoti mitybai naudojamų gyvūnų būklę. Molekulinių metodų kūrimas ir optimizavimas leistų greitai ir tiksliai aptikti sporocistas įvairiuose aplinkos mėginiuose.

Literatūra

- Babič M. N., Zupančič J., Gunde-Cimerman N., et al. 2017. Yeast in Anthropogenic and Polluted Environments. *Yeasts in Natural Ecosystems: Diversity*, 145–169 p.
- Baranauskaitė A., Strazdaitė-Žieliienė Ž., Servienė E., et al. 2022. Molecular Identification of Protozoan *Sarcocystis* in Different Types of Water Bodies in Lithuania. *Life*, 13(1), 51.
- Bartram J., Bentham J., Briand E., et al. 2007. Approaches to risk management. In: Bartram J., Chartier Y., Lee J. (ed.). *Legionella and the Prevention of Legionellosis*, WHO Press, Geneva, 39-56 p.
- Castro-Hermida J.A., García-Preledo I., González-Warleta M., et al. 2010. *Cryptosporidium* and *Giardia* detection in water bodies of Galicia, Spain. *Water Research*, 44, 5887–5896 p.
- Grigoryan L., Trautner B. W., Gupta K. 2014. Diagnosis and Management of Urinary Tract Infections in the Outpatient Setting. *JAMA*, 312(16), 1677 p.
- Lass A., Kontogeorgos I., Ma, L., et al. 2022. Investigation of *Toxoplasma gondii* in wastewater and surface water in the Qinghai-Tibet Plateau, China using real-time PCR and multilocus genotyping. *Scientific Reports*, 12, 5428 p.
- Lass A., Szostakowska B., Korzeniewski K., et al. 2017. Detection of *Giardia intestinalis* in water samples collected from natural water reservoirs and wells in northern and north-eastern Poland using LAMP, real-time PCR and nested PCR. *Journal of Water and Health*, 15, 775–787 p.
- Lee F. C. H. 2019. Finding *Sarcocystis* spp. on the Tioman Island: 28S rRNA gene next-generation sequencing reveals nine new *Sarcocystis* species. *Journal of Water and Health*, 17, 416–427 p.
- Moat J., Rizoulis A., Fox G., et al. 2016. Domestic shower hose biofilms contain fungal species capable of causing opportunistic infection. *Journal of Water and Health*, 14(5), 727–737 p.
- Rudenko A. V., Savluk O. S., Saprykina M. N., et al. 2011. Microscopic fungi in water of the Dnieper river. *Journal of Water Chemistry and Technology*, 33(5), 323–327 p.
- Shahari S., Tengku-Idris T.I.N., Fong M.Y., et al. 2016. Molecular evidence of *Sarcocystis nesbitti* in water samples of Tioman Island, Malaysia. *Parasites Vectors*, 9, 598 p.
- Schulze J. M., Wang A. Y., Kobor M. S. 2010. Reading chromatin. *Epigenetics*, 5(7), 573–577 p.
- Strazdaitė-Žieliienė Ž., Baranauskaitė A., Butkauskas D., et al. 2022. Molecular Identification of Parasitic Protozoa *Sarcocystis* in Water Samples. *Veterinary Sciences*, 2022, 9, 412 p.
- Xiao S., Zhang Y., Zhao X., et al. 2018. Presence and molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* in recreational lake water in Tianjin, China: A preliminary study. *Scientific Reports*, 8, 2353 p.

TELEMETRINIAI ĮŽUVINTŲ UNGURIŲ NERŠTINĖS MIGRACIJOS TYRIMAI

Justas Dainys

Gamtos tyrimų centras, Vilnius

justas.dainys@gamtc.lt

Įvadas. Europinių ungurių populiacijos būklė yra kritiškai bloga ir nestabili (Moriarty, Dekker, 1997; Dekker, 2004). Nykimo priežastimis dažniausiai laikoma 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 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 dirbtinį vandens telkinių įžuvinimą, vis dar kyla daug klausimų, pvz. ar iš šiaurrytinės arealo dalies migruojantys unguriai nerštavietes pasiekia tuo pačiu metu (ar net tais pačiais metais) kaip ir iš Vakarų Europos migruojantys unguriai; jei visi unguriai į jūrą išmigruoja tuo pačiu metu (rudeni), kodėl iš šiaurrytinės arealo dalies migruojantys unguriai daug anksčiau pradeda migruoti iš ežerų į upes; ar tai susiję su sidabravimosi etapais/lytine branda ir sukauptais energetiniais resursais, ir apskritai, koks yra įžuvintų ungurių indėlis į nerštinių išteklių biomasę.

Pagrindinis šio tyrimo uždavinys – naudojant ilgai veikiančius akustinius žymeklius, stacionarių imtuvų pagalba stebėti ženklintų ungurių migraciją į Baltijos jūrą.

Metodai. Akustinio signalo siųstuvais unguriai paženklinti chirurginės operacijos metu. Prieš operaciją unguriai anestezuoti 2-fenoksi etanolio tirpalu (0,8 ml/l). Anestezija truko 8–10 minučių. Po anestezijos, ungurių pilvinėje dalyje buvo padarytas 2–3 cm ilgio pjūvis, pro kurį implantuotas Thelma Biotel ID - LP13 akustinio signalo siųstuvai. Žaizda užsiūta 4/0 storio Polyglactin VICRYL® tirpstančiu chirurginiu siūlu ir padengta *Methylrosanilini chloridum* 2 % tirpalu. Operacija truko apie 3–4 minutes. Po siųstuvų implantacijos unguriai buvo perkelti į baseinus su cirkuliuojančiu vandeniu, kur jų atsigavimas po anestezijos truko apie 5–10 minučių. Vėliau ženklinti unguriai plastikiniuose maišuose su vandeniu ir deguonimi transportuoti iki paleidimo vietų Žeimenos ir Šventosios upėse.

Ungurių migracijos kelyje buvo sumontuoti akustinio signalo imtuvai – po du imtuvus buvo sumontuota Žeimenos žemupyje, Šventosios žemupyje,

Neries-Nemuno santakoje bei Nemuno upėje ties Vilkija ir Jurbarku. Po tris – Nemuno žemupyje aukščiau Rusnės bei Klaipėdos valstybiniame jūrų uoste.

Vertinant ženklintų ungurių mirtingumą naudojamas maksimalus galimas mirtingumas (MGM), apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\text{MGM} = 100 \% \times (\text{Nvp} - \text{Np} / \text{Nvp}),$$

kur:

MGM – maksimalus galimas mirtingumas, išreikštas procentais; Np – paženklintų ungurių skaičius registruotas telemetriniuose imtuvuose; Nvp – visų paženklintų ungurių skaičius.

Apibendrinant MGM apskaičiavimus visi tyrimų metu imtuvuose neregistruoti unguriai, pasibaigus siūstuvų baterijų tarnavimo laikui, bus laikomi žuvusiais, nepriklausomai nuo to koks jų likimas yra iš tikro. Tokia formulė pasirinkta dėl to, kad neįmanoma nustatyti, kodėl unguriai buvo neregistruoti imtuvų instaliavimo vietose.

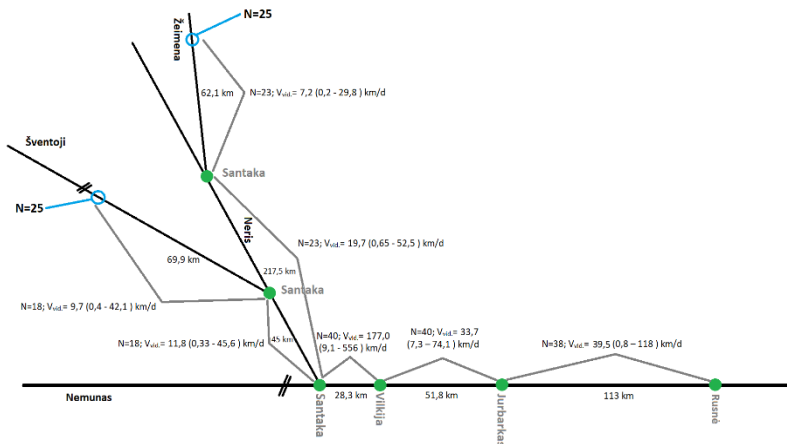
Ungurių migracijos greitis apskaičiuotas kaip laikas paromis ar valandomis praėjęs tarp pirmų konkretaus ungurio detekcijų skirtinguose imtuvuose, padalintas iš atstumo, skiriančio atitinkamus imtuvus.

Rezultatai. Į Žeimenos ir Šventosios upes viso buvo išleista 50 paženklintų ungurių. Vidutinis jų ilgis buvo 79,4 cm, vid. svoris 928 g. Septyniolika ungurių buvo pasiekę SFIV stadiją, o likę 33 vnt. buvo SFV stadijos.

Iki 2021 metų lapkričio 30 dienos iš Žeimenos upės buvo išmigravę 92 % (N=23) visų ženklintų ir Žeimenos baseine išleistų ungurių. Paskutinis registruotas unguris išmigravo 2020 metų spalio 17 dieną. Didžioji dalis ungurių (61 %, N=14) iš Žeimenos upės išmigravo per pirmąsias 23 dienas nuo išleidimo (t. y. spalio mėnesį). Dar du unguriai išmigravo atitinkamai po 45 ir 80 parų, likę unguriai (30 %, N=7) Žeimenos upėje liko žiemoti ir į Nerį išmigravo vid. po 220 dienų (min. 148; max. 376). Pirmasis unguris prie Rusnės salos esančius imtuvus pasiekė praėjus 11 dienų po jo išleidimo Žeimenoje. Iš 25 ungurių, išleistų Žeimenoje, praėjus daugiau nei dviem metams Rusnės salą buvo pasiekę 22 unguriai. Apskaičiuotas registruotų ungurių vid. migracijos greitis buvo 12,0 km per parą (0,8–42,1 km/parą).

Tyrimų metu 25 sidabrinės stadijos unguriai buvo pažymėti bei paleisti į Šventosios upę žemiau Kavarsko HE, 2019 metų spalio - lapkričio mėn. 2021 metų lapkričio 30 dieną iš Šventosios upės buvo išmigravę 72 % (N=18) visų ženklintų ir Šventosios baseine išleistų ungurių. Visi išmigravę unguriai, tai padarė per pirmuosius metus nuo išleidimo, antraisiais metais migracija nebevyko. Pirmasis unguris prie Rusnės salą pasiekė po 8 dienų nuo

paleidimo. Iki 2021 m. lapkričio 30 d. Rusnės salą buvo pasiekę 16 ungurių. Jų vidutinis migracijos greitis siekė 12,9 km per parą (0,9–39,0 km/parą). MGM visame migracijos kelyje yra 36 % (mažiausiai 16 iš 25 ungurių sėkmingai pasiekė Nemuno žemupį).



1 pav. Apibendrinti ungurių migracijos duomenys.

Iki 2021 metų lapkričio 30 dienos Kuršių marias sėkmingai pasiekė 38 iš 50 paženklintų ungurių, Klaipėdos uoste registruoti 26 unguriai (25 iš jų išmigravo į Baltijos jūrą). MGM Kuršių mariose siekė 32 % ir buvo didžiausias visame migracijos kelyje. Vidutinis migracijos greitis Kuršių mariose buvo 10,9 km/parą (0,2–33,3 km/parą).

Statistiškai patikimų skirtumų tarp į Kuršių marias įplaukusių bei Klaipėdos sąsiaurį pasiekusių ir nepasiekusių ungurių morfometrinių charakteristikų (ilgis, svoris, krūtininio peleko ilgis ir aukštis, vidutinis akies diametras bei sidabriškumo stadija) nebuvo (Mann-Whitney U, $p > 0,05$).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Lietuvos UVP vykdymas pagrįstas ungurių išuvinimu. Po išuvinimo praėjus apie 15 metų unguriai subręsta ir pradeda migraciją į nerštavietes. Visa, tiek Lietuvos, tiek ir kitų šalių UVP esmė – padidinti neršti migruojančių ungurių skaičių ir užtikrinti, jog jie sėkmingai pasiektų jūrą. Šio tyrimo metu akustiniais siūstuvais buvo pažymėta 50 sidabrinės stadijos migruojančių ungurių, kurie po paženklinimo paleisti į 2 Lietuvos upes Šventąją ir Žeimeną.

Per kiek daugiau nei du tyrimo vykdymo metus, iki 2021 m. lapkričio 30 d. Rusnės salą buvo pasiekę 38 unguriai. Apskaičiuotas vid. migracijos greitis upėmis siekė 12,3 km per parą, o MGM migracijos kelyje buvo ≤ 24 % (38 iš 50 ungurių pasiekė Nemuno žemupį). Dalis Kuršių marias pasiekusių ungurių

sėkmingai tęsė migraciją ir iki 2021 m. lapkričio 30 d. į Baltijos jūrą iš viso išmigravo 25 (50 %) ženklinti unguriai.

MGM Kuršių mariose siekė 32 %. Ungurių vid. momentinis migracijos greitis Klaipėdos uoste buvo 1,6 km/val. Likusių 12 ungurių, pasiekusių Kuršių marias, tačiau neišmigravusių į Baltijos jūrą likimas nežinomas; dalis jų galėjo būti sugauti žvejų verslininkų (tačiau pranešimų apie tai nebuvo), dalis galėjo laikinai sustoti, o migraciją pratęsti išsikrovus akustinio signalo siųstuvams.

Kaip ir 2014 metais atliktų tyrimų duomenimis, ungurių migracijos pikas iš marių į jūrą užfiksuotas rudenį – spalio ir lapkričio mėnesiais kai išmigravo 16 iš 25 ungurių (64 %). Dar 5 unguriai (20 %) išmigravo žiemą – gruodžio ir sausio mėn., kai vandens temperatūra buvo itin žema. Tokie rezultatai gauti pirmą kartą, nes iki šiol manyta, jog žemesnėje nei 10 C temperatūroje unguriai tampa neaktyvūs ir migruoti neturėtų. Pavasarį ir vasarą į Baltijos jūrą per Klaipėdos sąsiaurį išmigravo tik 4 unguriai (16 %).

Dalis ungurių, išplaukusių į Baltijos jūrą, sėkmingai tęsė migraciją – 2020.08.28 vienas ungurys žvejų gaudyklėmis buvo sugautas Baltijos jūros pakrantėje, Vokietijoje prie Wismar (54.060301, 11.520704). Tokie rezultatai yra ypatingai reikšmingi ir naudingi, kadangi viena vertus įrodo, jog bent dalis įžuvintų ungurių geba sėkmingai migruoti reikiama kryptimi net jūroje; antra vertus, kadangi ungurys pagautas netoli kranto pastatytomis gaudyklėmis įrodo, jog bent dalies ungurių migracija Baltijos jūroje vyksta pakrantėmis, o ne atviros jūros pelagialėje.

Literatūra

- Castonguay M., Hodson P.V., Moriarty C., Drinkwater K.F., Jessop B.M. 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.
- 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.
- 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.
- Moriarty, C., Dekker, W. 1997. Management of the European eel. *Fisheries Bulletin* (Dublin) 15: 110.
- Pujolar, J.M., Bevacqua, D., Capoccioni, F., Ciccotti, E., De Leo, G.A., Zane, L. 2011. No apparent genetic bottleneck in the demographically declining European eel using molecular genetics and forward-time simulations. *Conservation Genetics* 12: 813-825.

MĖGĖJIŠKOS ŽVEJYBOS POVEIKIO ĮVERTINIMAS KAUNO MARIŲ ŽUVŲ POPULIACIJOMS

Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė, Harry Gorfine, Mindaugas Kirka, Alina Raklevičiūtė, Augustas Morkvėnas, Žilvinas Pūrys, Linas Ložys, Asta Audzijonytė

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

Įvadas. Dažnai manoma, kad mėgėjiška žvejyba neturi reikšmingos įtakos žuvų išteklių ir bendrųjų būklei, lyginant su versline žvejyba (Kearney 2001). Tačiau net ir dideliems vandens telkiniams, esantiems tankiai apgyvendintose teritorijose, ar vandens telkiniams esantiems žvejų mėgėjų traukos centru ši prielaida gali būti neteisinga (McPhee ir kt. 2002). Mėgėjiškos žvejybos pastangų ir laimikių vertinimas visada buvo sunkus ir atimantis daug laiko. Siekiant įvertinti žvejų mėgėjų poveikį žuvų populiacijoms reikia mažiausiai žinoti kiek yra žvejų, kiek jie žvejoja ir ką tiksliai sugauna, o tokių detalių duomenų neturi beveik nei viena šalis. Lietuvoje toks vertinimas tapo ypač aktualus po to, kai 2013 m. vidaus vandenyse buvo uždrausta beveik visa verslinė žvejyba, o šiuo metu intensyviai diskutuojama apie verslinės žvejybos draudimą ir Lietuvai priklausiančioje Kuršių marių dalyje.

Metodai. Žvejų mėgėjų žvejybos pastangų ir laimikių vertinimas buvo atliktas viename iš didžiausių ir produktyviausių vandens telkinių – Kauno mariose. Žvejų mėgėjų (skaičiaus) apskaitos buvo atliktos naudojant nuotoliniu būdu pilotuojamą fiksuoto sparno droną. 39 apskaitos tolygiai išdėstytos metų eigoje, siekiant įvertinti žvejų skaičių skirtingais sezonais. Papildomai, inovatyvaus metodo tikslumo kalibracijai apskaitos lygiagrečiai vykdytos konvenciniais metodais – iš valtės ar nuo kranto/ledo (žiemos metu). Metiniam žvejų skaičiui (priklausomai nuo savaitės dienos ir ledo sąlygų) prognozuoti naudotas linijinis modelis (*angl. linear models*).

Žvejų skaičiaus ekstrapoliacijai laike ir erdvėje papildomai naudoti echolotų naudotojų nuasmeninti duomenys. Echoloto naudotojų proporcijai įvertinti naudoti Bajeso TTM modeliai.

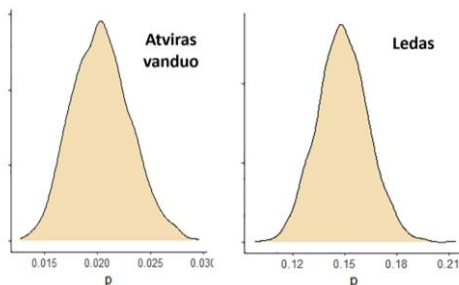
Žvejybos vietose taip pat atliktos daugiau nei 900 žvejų mėgėjų laimikių ir žvejybos pastangų apskaitos bei remiantis jų duomenimis įvertinti sugavimai vienai standartinei žvejybos pastangai (CPUE). Atskiri CPUE modeliai sukurti skirtingoms rūšims ir bendram laimikiui. Standartizuoto laimikio apskaičiavimui naudoti tiesiniai linijiniai modeliai (GLM):

$CPUE_{rec} \sim \text{metai} + \text{sezonas} + \text{žvejybos būdas} + \text{įrankių skaičius} + \text{trukmė} + \text{metodas} + \text{paklaida}$

Žuvų bendrijų būklė vertinta remiantis mokslinio monitoringo (standartinis tinklų kompleksas: 14, 17, 21.5, 25, 30, 33, 38, 45, 50, 60 ir 70 mm) 1991-2021 metų duomenimis. Standartizuoti metiniai CPUE apskaičiuoti kuojoms, karšiams, plakiams, ešeriams ir starkiams. Standartizavimas atliktas pagal tiesinį linijinį modelį:

$CPUE_{sc} \sim \text{metai} + \text{sezonas} + \text{stotis} + \text{tinklo medžiaga} + \text{tinklo ilgis} + \text{pastatymo trukmė} + \text{akių dydis} + \text{paklaida}$

Rezultatai. Statistinė Bajeso TTM analizė rodo, jog apie 2 % žvejų echolotą naudoja atviro vandens sezonu ir ~15 % žvejų ant ledo (1 pav.).



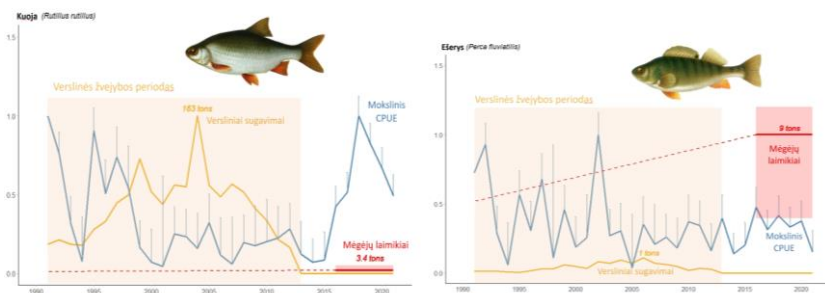
1 pav. Deeper echoloto vartojimo tikimybė žvejyboje.

Subendrinus žvejų apskaitų ir echoloto naudojimo duomenis apskaičiuota, jog Kauno mariose per metus įvyksta apie 110 tūkstančių žvejybų.

Žvejų laimikių analizė rodo, jog standartizuoti žvejų mėgėjų laimikiai vienos žvejybos metu pavasarį ir vasarą siekia apie 2,5 kg; žiemą apie 300 g. Žvejojant iš valtys žvejų laimikiuose pagal gausumą dominavo ešeriai ir starkiai, kurie sudarė 80 % visų sugautų žuvų. Žvejų, žvejojusių nuo kranto laimikiuose pagal gausumą dominavo karšiai ir sidabriniai karosai (57 %), o žvejybos nuo ledo metu daugiausia buvo sugaunama ešerių (60 %).

Mokslinio žuvų bendrijų monitoringo duomenys rodo, jog po verslinės žvejybos uždraudimo 2013 metais, kai kurių žuvų rūšių gausumas bendrijoje ėmė sparčiai augti, ir nuo to laiko šios rūšys ėmė dominuoti bendrijoje tiek pagal gausumą, tiek pagal biomasę (pvz. kuojos ir plakiai). Mėgėjiškos žvejybos laimikiuose abi šios žuvų rūšys sudaro tik nereikšmingą dalį, taigi

mėgėjiškos žvejybos poveikis jų būklei minimalus. Tuo tarpu karšių, ešerių ir starkingų būklė, po verslinės žvejybos uždraudimo pagerėjo nežymiai, tačiau mėgėjiškoje žvejyboje šių žuvų sugavimai buvo itin dideli, ir visais atvejais viršijo anksčiau buvusius verslinius sugavimus. Apskaičiuoti ešerių sugavimai mėgėjiškoje žvejyboje buvo apie 10–20 kartų didesni nei buvę versliniai sugavimai, starkingų sugavimai apie 5 kartus didesni, o karšių žvejai mėgėjai per metus sugaudavo iki trijų kartų daugiau, nei ankstesni oficialūs verslinės žvejybos laimikiai (2 pav.).



2 pav. Apibendrinti tyrimų duomenys; kuojų (kairėje) ir ešerių (dešinėje) būklė ir sugavimai tyrimų laikotarpiu. Geltona linija žymi verslinius sugavimus, raudona linija – sugavimus mėgėjiškoje žvejyboje, o mėlyna linija – mokslinio monitoringo duomenis.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Lietuvoje, kaip ir daugelyje kitų Europos šalių, mėgėjiškos žvejybos pastangų, laimikių ir poveikio vertinimas dar tik žengia pirmuosius žingsnius. Tankiai apgyvendintose vietovėse mėgėjiška žvejyba gali turėti didelį poveikį žuvų ištekliais, tačiau šį poveikį sunku įvertinti. Nepaisant to, jog Kauno marios ir Kuršių marios yra skirtingi vandens telkiniai, kai kuriais aspektais jie yra stebėtinai panašūs. Abiejuose ypač produktyviuose vandens telkiniuose ilgus dešimtmečius buvo vykdoma verslinė žvejyba, tačiau Kauno mariose 2000-aisiais žuvų ištekliai smarkiai pereikvoti, o 2013 m. visa verslinė žvejyba buvo uždrausta ir kai kurių žuvų rūšių būklė pradėjo sparčiai gerėti, tačiau kitoms rūšims tokių pokyčių nebuvo stebima.

Šio tyrimo metu pirmą kartą žvejų apskaitoms sėkmingai pritaikytas inovatyvus metodas – žvejų apskaitos iš oro naudojant bepilotį, nuotoliniu būdu valdomą orlaivį. Metodo tikslumo palyginimas su konvencinėmis žvejų apskaitomis leidžia teigti, jog abiejų metodų tikslumas vienodas, tačiau naujasis metodas daug pranašesnis laiko sąnaudų prasme. Žvejų naudojamų echolotų nuasmenintų duomenų panaudojimas leido įvertinti žvejų mėgėjų

skaičių mariose kiekvieną dieną ir apskaičiuoti bendrą per metus įvykusių žvejybų skaičių – apie 110 tūkstančių.

2016–2021 m. atliktos žvejų mėgėjų apklausos leido įvertinti žvejų mėgėjų sugavimus vienai standartinei žvejybos pastangai ir remiantis šiais apskaičiavimais sukurti modelį bendro metinio žvejų laimikio įvertinimui. Atviro vandens sezonu žvejojant iš valtys, bei žvejybų nuo ledo metu, laimikiuose dominuoja plėšriosios žuvys – starkiai ir ešeriai, tuo tarpu atviro vandens sezonu žvejojant nuo kranto daugiausia sugaunama karšių ir sidabrinių karošų.

Mokslinio monitoringo metu surinkti duomenys parodė, kad po 2013 m. kuojų ir plakių būklė ėmė sparčiai gerėti, ir šiuo metu šios dvi rūšys sudaro didžiąją dalį Kauno marių žuvų bendrijos. Tuo tarpu ešerių, starkių ir karšių gausėjimas buvo gerokai lėtesnis ir per pastaruosius 10 metų, esminių pokyčių jų būklėje nenustatyta. Tikėtina, jog tokie skirtumai gali būti bent iš dalies nulemti mėgėjiškos žvejybos poveikio. Abi itin sparčiai gausę rūšys (kuojos ir plakiai) mėgėjiškoje žvejyboje sudaro mažą ir nereikšmingą laimikių dalį, todėl žvejų mėgėjų poveikis šioms rūšims taip pat minimalus. Tuo tarpu itin intensyviai gaudomi ešeriai, starkiai ir karšiai per visą laikotarpį nuo verslinės žvejybos uždraudimo pagausėjo nežymiai. Tyrimų duomenys rodo, kad mėgėjų žvejybos poveikis šioms rūšims yra labai didelis ir gerokai viršija buvusios verslinės žvejybos spaudimą. Tokiu būdu mėgėjiška žvejyba gali turėti reikšmingą poveikį kai kurių žuvų rūšių gausumo dinamikai, bendrijų būklės atsistatymui po verslinės žvejybos nutraukimo ir galbūt net pakeisti ekosistemos būklę ir dinamiką.

Siekiant prognozuoti galimus žuvų bendrijų būklės pokyčius Kuršių mariose (nepaisant to ar bus įgyvendintas verslinės žvejybos draudimas), tokio pobūdžio tyrimas yra ypatingai reikalingas, kadangi jokių patikimų duomenų apie žvejų mėgėjų pastangas ar laimikius šiame vandens telkinyje apskritai nėra.

Literatūra

- McPhee D., Leadbitter D., Skilleter A.G. 2002. Swallowing the bait: Is recreational fishing in Australia ecologically sustainable? *Pacific Conservation Biology* 8: 40–51.
- Kearney R.E. 2001. Fisheries property rights and recreational/commercial conflict: Implications of policy development in Australia and New Zealand. *Marine Policy* 25: 49–59.

BALTIJOS JŪROS LIETUVOS AKVATORIJOS PIETINĖS DALIES GEOLOGINĖ SANDARA

Aldona Damušytė¹, Albertas Bitinas²

¹Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, ²Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Gamtos tyrimų centras, Vilnius
aldona.damusyte@lgt.lt

Įvadas. Baltijos jūros geologinė sandara buvo tirta, atliekant kompleksinį geologinį kartografavimą 1:50 000 masteliu Preilos akvatorijoje, 770 km² plote, besiribojančiame su Rusijos Federacijai priklausančia Baltijos jūros akvatorija. Darbai (geologiniai, laboratoriniai ir kt. tyrimai jūros akvatorijoje, aiškinamųjų raštų ir grafinių dokumentų rengimas) tęsėsi nuo 2017 m. iki 2022 m. Kartografavimas buvo atliktas, vykdant Lietuvos geologijos tarnybos valstybinių geologinių tyrimų programą „Geoenergetika ir saugi aplinka“.

Metodai. Geofizinius, hidrografinius ir geologinius tyrimus atliko Lietuvos geologijos tarnybos, VšĮ Klaipėdos universiteto, Valstybinio mokslinių tyrimų instituto Gamtos tyrimų centro ir UAB „Geobaltic“ specialistai, pasitelkę Klaipėdos universiteto jūrinių tyrimų laivą „MINTIS“ ir jame esančią geofizinę, vibrogręžimo ir dugno nuosėdų mėginių paėmimo įrangą. Buvo panaudotas geofizinių tyrimų kompleksas (batimetriniai tyrimai, šoninės apžvalgos lokacija, seismoakustinis profiliavimas), išgręžta 11 gręžinių (iki 5 m gylio), paimti 228 paviršinių dugno mėginiai, atlikti mėginių granulimetrinės sudėties, geochronologiniai bei paleobotaniniai tyrimai.

Rezultatai. Apibendrinus projekto metu surinktą geologinę informaciją, sudarytas jūros dugno geologinių žemėlapių M 1:50 000 komplektas: faktinės medžiagos, dugno nuosėdų geologinis (su geologiniais pjūviais), geomorfologinis ir batimetrinis; parengtas jų aiškinamasis raštas.

Rezultatų aptarimas. Kvartero nuogulų ir nuosėdų storumė suklotą ant apatinės kreidos albio aukšto Jiesios svitos (K₁ js), viršutinės kreidos cenomanio (K₂ cm), konjakio (K₂ cn) ir santonio (K₂ st) darinių. Jos storis kartografuotoje akvatorijoje kinta nuo 13–20 metrų šiaurinėje ir šiaurės vakarinėje dalyse iki 90–91 metro pietrytiniame pakraštyje (Blažauskas, 2018).

Kvartero sistemos nuogulų pjūvis padalintas į pleistoceno ir holoceno skaidmas. Pleistoceno skaidmoje išskirtos vidurinio pleistoceno Dainavos, Žeimenos (Žemaitijos ir Medininkų posvītės) bei viršutinio pleistoceno Vidurinio Nemuno svitos. Kvartero nuogulų storumėje vyrauja moreninės nuogulos. Tarpmoreninės nuogulos paplitusios lokaliai. Holoceno skaidmos nuosėdos, atsižvelgiant į jų slūgsojimo specifiką ir sudėtingą Baltijos baseino

geologinę raidą, suskirstytos vadovaujantis ne geochronologiniu ar litostratigrafiniu principais, o paleogeografiniu – pagal Baltijos jūros baseinų vystymosi stadijas.

Baltijos jūros nuosėdos kaupėsi ant Vidurinio Nemuno ledynmečiu, apytikriai prieš 64–75 tūkst. metų (jūrinė izotopinė stadija MIS 4), suformuoto glacialinio reljefo. Manoma, kad paskutiniojo apledėjimo ledyno Viršutinio Nemuno svitos glacigeninių nuogulų kompleksas kartografuotoje akvatorijoje buvo nuroduotas pirmosios Baltijos ledyninio ežero regresijos metu (Bitinas ir kt., 2011; Damušytė ir kt., 2011).

Paskutiniojo apledėjimo Vėlyvojo ledynmečio metu **Baltijos ledyninio ežero**, egzistavusio maždaug nuo 13,8 tūks. iki 11,7 tūkst. metų prieš dabartį (PD), darinių komplekse išskirtos akvaglacialinės ir fluvialinės kilmės nuosėdos. Visa kartografuota akvatorija buvo apsemta šio ežero vandenų, o ežero vandens lygio absoliutusias aukštis buvo artimas dabartiniam Baltijos jūros vandens lygiui. Preilos akvatorijoje kartografuotos šio laikotarpio fluvialinės bei erozinės-akumuliacinės reljefo formos, išskirtos Baltijos ledyninio ežero akumuliacinė ir erozinė lygumos bei abrazinė plynaukštė, susiformavusios vykstant minėtai pirmajai Baltijos ledyninio ežero regresijai (Andrén, 1999; Uscinowicz, 2006; Benneke, Jensen, 2013).

Joldijos jūros stadija tęsėsi nuo 11,7 tūkst. m. iki 10,7 tūkst. m. PD. Baseino vandens lygis buvo 55–60 metrų žemesnis nei dabartinis. Joldijos jūros krantas dabartinio Lietuvos pajūrio nesiekė. Archeologinių tyrimų duomenimis Joldijos jūros pakrantė, kurios paviršiaus absoliutusias aukštis siekė apie –30 – –25 m, buvo apaugusi pušynais (Žulkus, Girininkas, 2020). Kartografuotos akvatorijos dalyje buvusios Joldijos jūros įlankos vanduo, tūnagdumblių tyrimų duomenimis, buvo gėlas.

Anciliaus ežeras dabartinės Baltijos jūros vietoje egzistavo apytikriai prieš 10,7–8,5 tūkst. metų. Anciliaus ežero vandens lygis, matomai, pradėjo kilti tik maždaug prieš 10 tūks. metų ir pasiekė, tikėtina, –48 – –50 m abs. aukščio atžymas. Tolimesnės ežero transgresijos metu, maždaug 9,8 tūkst. PD, ežero vandens lygis pasiekė apytikriai –28 – –24 m abs. aukštį. Anciliaus ežeras kartografuotoje akvatorijoje paliko tris reljefo tipus: abrazinę lygumą, akumuliacinę duburiotąją lygumą ir akumuliacinę gūbriotąją lygumą. Pirmajam Anciliaus ežero vystymosi etapui buvo būdingi abraziniai procesai, tuo tarpu vėlesniame etape vyravo daugiau akumuliaciniai procesai (Gelumbauskaitė, 2009, 2010; Bitinas, Damušytė, 2023, spaudoje).

Paskutiniai 8,5 tūkst. metų priskiriami **šiuolaikinės Baltijos jūros stadijai**, į kurią apjungtos **Litorinos** (tęsėsi nuo 8,5 tūkst. iki 3,7 tūkst. metų PD) ir **Postlitorinos** (nuo 3,7 tūkst. metų PD tęsiasi iki šių dienų) jūrų stadijos. Baltijos jūros vystymosi istorijoje paskutinis ženklaus vandens lygio

pakilimas įvyko Litorinos jūroje, maždaug 7,7–7,6 tūkst. metų PD. Po jo vandens lygis Baltijos baseine tapo artimas dabartiniam. Kartografuotoje akvatorijoje išskirtas vienas Litorinos jūros suformuotas reljefo tipas – gūbriuotoji akumuliacinė lyguma. Šiuolaikinės Baltijos jūros stadijai priskirtas reljefas, kurio formavimas prasidėjo 700 m. prieš dabartį ir tęsiasi iki šių dienų. Tai Baltijos jūros kranto povandeninis šlaitas, kuriame išskirtos ir kartografuotos dvi zonos: įkrantė (sėklių zona) ir nuokrantė.

Išvados. Geologinio kartografavimo rezultatai leidžia naujai pažvelgti į Baltijos jūros pietrytinės dalies geologinę raidą vėlyvojo ledynmečio ir holoceno metu. Sudarytas kartografinių dokumentų komplektas 1:50 000 masteliu gali būti panaudotas kaip svarbus informacijos šaltinis sprendžiant racionalios gamtonaudos problemas, planuojant jūros akvatorijos panaudojimą ūkinėms reikmėms.

Literatūra

- Andrén, E. 1999. Holocene environmental changes recorded by diatom stratigraphy in the southern Baltic Sea. *Meddelanden fran Stocholms Universitets Institution för Geologi och Geokemi*, 302, 1–22.
- Bennike, O. & Jensen, B. 2013. A Baltic Ice Lake lowstand at the latest Allerød age in the Arkona Basin, southern Baltic Sea. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 28, 17–20.
- Bitinas, A., Damušytė, A., Molodkov, A. 2011. Geological Structure of the Quaternary Sedimentary Sequence in the Klaipėda Strait, Southeastern Baltic. In: J. Harff *et al.* (eds.), *The Baltic Sea Basin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 135–148.
- Bitinas A., Damušytė A. 2023. Southeastern Baltic Sea during the Late Glacial and Holocene: towards a reconstruction of eustatic sea-level rise. (Spaudoje)
- Blažauskas N. (proj. vad.). 2018. Geofiziniai, hidrografiniai ir geologiniai tyrimai Baltijos jūros Preilos akvatorijoje. Aiškinamasis raštas / VšĮ Klaipėdos universitetas, Jūros tyrimų institutas. – Klaipėda. – 89 p. : 11 pav., 35 graf. dok. – LGT fondas; Atask. Nr. 25665.
- Damušytė, A., Grigienė, A., Bitinas, A., Šlauteris, A., Šeirienė, V., Molodkov, A. 2011. Šventosios apylinkių (Vakarų Lietuva) pleistoceno stovymės viršutinės dalies stratigrafijos bruožai // *Jūros ir krantų tyrimai – 2011*, 2011 balandžio 13-15, Palanga: konferencijos medžiaga. – Klaipėda, 60-66.
- Gelumbauskaitė, L. Ž. 2009. Charakter of sea level changes in the susiding south-eastern Baltic Sea during Late Quaternary. *Baltica*, Vol. 22(1), 23-36. Vilnius. ISSN 0067-3064.
- Gelumbauskaitė, L. Ž. 2010. Palaeo-Nemunas delta history during the Holocene time. *Baltica*, 23(2), 109-116. Vilnius. ISSN 0067-3064.
- Ustinowicz, S. 2006. A relative sea-level curve for the Polish southern Baltic Sea. *Quaternary International* 145–146, 86–105.
- Žulkus, V., Girininkas, A. 2020. The eastern shores of the Baltic Sea in the Early Holocene according to natural and cultural relict data. *Geo: Geography and Environment*. 2020;e00087. <https://doi.org/10.1002/geo2.87>.

MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF NON-TIDAL INLET (PRORVA) CHANNELS

Oleksiy Davydov^{1,2}, Ilya Buynevich³

¹Nature Research Centre, Vilnius, ²Kherson State University, Kherson, Ukraine, ³Temple University, Philadelphia, USA
svobodny.polet2012@gmail.com

Introduction. Within coastal barriers of non-tidal seas, channels that episodically form and function for a period of time, are called *breaches* or *prorvas* (Zenkovich, 1960; Pravotorov, 1966; Shuisky, 1989; Davydov, Karaliunas, 2022; Buynevich, Davydov, 2023). Prorvas are genetically similar to tidal inlets (Fig. 1), but functionally differ from them since they develop under different hydrodynamic conditions (Hayes, FitzGerald, 2013; FitzGerald, Buynevich, 2018).

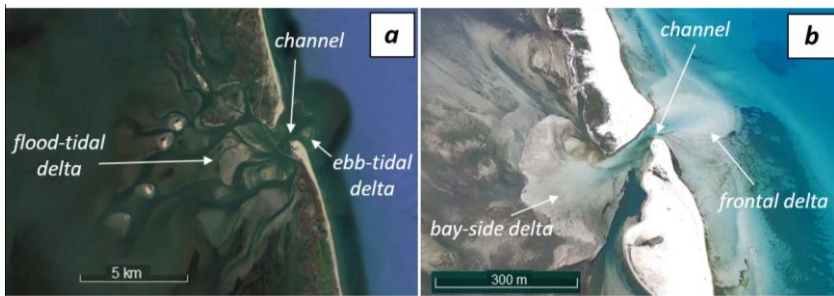


Fig. 1. Morphological structure of the channel within the boundaries of coastal barriers: a – tidal inlet; b – prorva (image source: Google Earth™).

Specific hydrodynamic conditions for the development of prorvas contribute to the formation of their morphological features. This study presents the conceptual framework of inlet channel morphodynamics using examples from the Black Sea coast of Ukraine.

Formulation of the problem. In the coastal zone of the World Ocean, various hydrodynamic conditions control the nature and dynamics of coastal processes. Tidal fluctuations of a planetary nature dominate along a significant part of the shores of the World Ocean. However, these tidal fluctuations do not appear within small inland seas and lakes, with only minor basinal effects (Zenkovich, 1960; Longinov, 1963). Lunar and solar components are insignificant here and therefore do not affect coastal processes. Shorelines that develop under conditions of minor regional tidal fluctuations (centimeters to

decimeters) are defined as functionally non-tidal (Zenkovich, 1946; Longinov, 1963; Gudelis, 1993). The largest non-tidal basins are the Azov, Baltic, Black, and Caspian Seas, as well as all lakes.

Within these basins, coastal processes are caused by the interaction of storm waves and short-term meteorological fluctuations (Davydov et al., 2019). The presented hydrodynamic processes are characterized by poorly defined time frame and a largely non-periodic manifestation, which determines the morphological features of the inlet channels.

Materials and methods. The study of the inlet channels was conducted during comprehensive field research expeditions, as well as in the laboratory, where field databases, aerial photography, satellite images, and cartographic material were analyzed. In the field, we studied four inlet channels within the Tendra Spit, one breach within the Dzharylgach, and one breach between the islands of Krugliy and Dovgyy, all along the Black Sea coast of Ukraine.

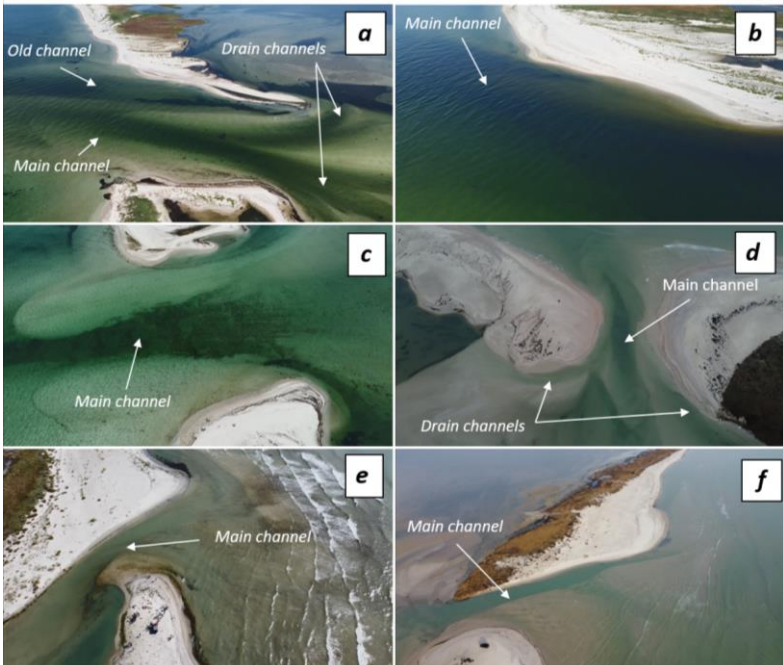


Fig. 2. Morphological diversity of inlet channels: a - complex channel; b – straight channel; c – funnel-shaped channel; d - S-shaped channel; e – syphon-shaped channel; f - abutting channel (photos by Davydov O.).

Research results. Morphologically, breaches are complex forms of coastal relief with a tripartite structure, represented by a channel (at least one side of which is a coastal barrier) and shallow adjoining regions at its seaward and landward ends (Fig. 1b). They have a similar structure to tidal inlets (Fig. 1a), but the morphological and dynamic parameters differ (FitzGerald, Buynевич, 2018).

The central morphological element of any breaches is the main channel, which is a bathymetric low of varying complexity, bounded alongshore by the barrier(s). The channel is characterized by a certain variability of morphological forms, which is an indicator of the dominant direction of the water flow (fig. 2). The flaring outer sections of the channel are directed toward the water areas from which the water flux is directed, and the narrowed sections (throat or thalweg) are oriented toward the action of the current.

At the same time, the orientation of the channels relative to the front of the barrier can vary from perpendicular to an angle of $\sim 45^\circ$. Based on the number and morphological structure of the channels, the breach can be classified as: a) simple (fig. 3 a) and 2) complex (fig. 3 b).

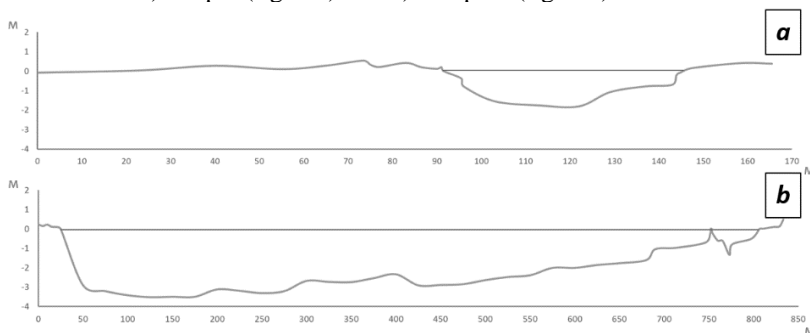


Fig. 3. Morphological structure of the inlet channel cross-sections: *a* – simple channels; *b* - complex channels.

Buried historic and relict channels, such as a simple channel revealed by georadar imaging of the Dniester baymouth barrier to the west (Fig. 4.), show a rich geological legacy of past breaches along the stable barrier sections in the Black Sea basin.

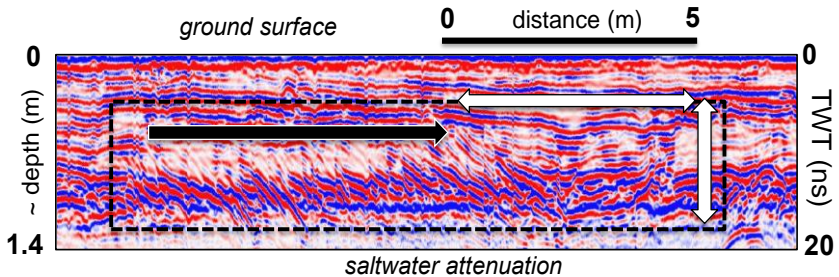


Fig. 4. Georadar image of a buried channel complex (dashed box) within Zatoka barrier, which is preserved as a concave-up structure at the end of the lateral migration clinoforms (black arrow). The final channel width and depth are shown by white arrows. Note relatively horizontal bedding around the box. (TWT – two-way travel time; from Buynevich and Davydov, 2023).

The morphological elements of inlet channels are characterized by certain variations due to the stage of long-term evolution and seasonal dynamics. Over a 150-year period of record for the breaches along the Tendra and Dzharylgach spits, channel width did not exceed 900 m, with a maximum depth of up to 5 m.

Conclusions. Morphologically, non-tidal breaches are complex systems within coastal barriers. Channels are their most dynamic elements, with diverse morphologies and temporal aspects reflecting both seasonal and longer-term evolutionary behavior.

References

- Buynevich, I.V. and Davydov, O., 2023. Cross-sectional morphometry and georadar signature of small non-tidal inlet (prorva) channels, Black Sea, Ukraine. *Eurasian Scientific Discussions, Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference*. Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain, 214-218.
- Davydov, O. V., Kotovsky, I. M., Zinchenko, M. O., 2019. Catastrophic meteorological sea level fluctuations within the shallow bays of the Black and Azov Seas. *Proceedings of the VIII All-Ukrainian scientific-practical conference "Regional problems of Ukraine: geographical analysis and search for solutions" (Kherson, October 3-4, 2019)*. Kherson: Helvetica Publishing House, 90-92. [in Ukrainian].
- Davydov, O., Karaliūnas V. Genetic diversity of inlet systems along non-tidal coasts: examples from the Black Sea and Sea of Azov (Ukraine). *Baltica*, 2022. 35 (2), 125-139. <https://doi.org/10.5200/baltica.2022.2.3>
- FitzGerald, D.M., Buynevich, I.V., 2018. Tidal Inlets. In: Finkl C., Makowski C. (eds) *Encyclopedia of Coastal Science. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48657-4_316-2
- Gudelis, V. 1993. *A Glossary of Coastal Research Terms*. Vilnius: Academia. 408.
- Hayes, M. O., FitzGerald, D. M., 2013. Origin, Evolution, and Classification of Tidal Inlets. In: Kana, T.; Michel, J., and Voulgaris, G. (eds.), *Proceedings, Symposium in Applied Coastal*

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

- Geomorphology to Honor Miles O. Hayes, Journal of Coastal Research, Special Issue No. 69, 14–33.
- Longinov, V.V. 1963. Dynamics of the coastal zone of the non-tidal seas. AN USSR. 380 [in Russian].
- Pravotorov, I. A., 1966. *Geomorphology of the lagoon coast of the northwestern part of the Black Sea (Study of the evolution of coastal forms using the hydrometeorological method)*. Moscow, University M. V. Lomonosova, 324 p. [in Russian].
- Shuisky, Yu.D., Vykhoanetz, G.V. 1989. Exogenous processes of development of accumulative shores in the North-Western part of the Black Sea. Moskva: Nedra, 198 pp. [In Russian].
- Zenkovich, V. P., 1960. *Morphology and dynamics of the Soviet shores of the Black Sea. T. II (North-western part)*. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 216 p. [in Russian].

GEOTERMINIO SŪRIMO PANAUDOJIMAS JŪRINIO VANDENS UŽDAROJE AKVAKULTŪROS SISTEMOJE VAIVORYKŠTINIŲ UPĖTAKIŲ PAAUGINIMUI

Marius Diadyk¹, Gintautas Narvilas¹, Gitana Alenčikienė²,
Nerijus Nika¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ²Kauno technologijos universiteto Maisto institutas, Kaunas
nerijus.nika@ku.lt

Įvadas. Žuvų auginimas uždaroje akvakultūros sistemoje (UAS) sparčiai plečiasi, nuolat vystomos naujos technologijos siekiant vis didesnio tvarumo, efektyvesnio žuvų užauginimo, geresnės kokybės produkcijos (Ahmed, Turchini, 2021). Viena iš tokių – jūrinio vandens UAS technologija, auginant akvakultūros rūšis sūriame vandenyje. Šis būdas tampa vis labiau aktualus, dėl aplinkosauginių apribojimų mažėjant galimybių vystyti akvakultūrą natūraliose jūrų sistemose. Viena labiausiai išvystytą – lašišinių žuvų akvakultūra, kur pavyzdžiui, Atlanto lašišos dalį ciklo auginamos varžų sistemose Norvegijos fiorduose, arba vaivorykštiniai upėtakiai – Danijos priekrantėje, persiorientuoja į pilno ciklo uždaroje sistemoje technologiją, kuri leidžia stipriai sumažinti poveikį aplinkai ir išvengti plėtros stabdymo.

Efektyviam lašišinių žuvų užauginimui UAS yra reikalingas optimalių sąlygų užtikrinimas, tame tarpe, dalį auginimo ciklo, vadinamo paauginimu (*angl.* grow-out) – ir tinkamo druskingumo palaikymas. Druskingumas yra svarbus veiksnys, reguliuojantis žuvų osmoreguliacinius procesus ir bendrą fiziologiją. Kadangi žuvų kūno skysčių druskingumas yra ~10 ‰, manoma, jog auginant jas izoosmotinėmis sąlygomis (~10 ‰ vandenyje) yra sumažinamos energijos sąnaudos osmoreguliacijai ir gali padidėti augimo greitis (Boeuf, Payan, 2001; Urbina, Glover, 2015).

Jei uždaroje akvakultūroje nėra galimybių naudoti natūralaus jūros vandens, jis gali būti ruošiamas dirbtinai, bet tai dažniausiai atsiremia į reikšmingus papildomus kaštus. Kaip alternatyva galėtų būti geotermis vanduo, kuris dažnai yra stipriai mineralizuotas, turintis įvairių mikro- ir makroelementų, bei potencialiai tinkantis dirbtiniam jūros vandeniui ruošti. Šio darbo tikslas – įvertinti vaivorykštinių upėtakių paauginimo UAS efektyvumą skirtingos kilmės ir mineralizacijos vandens – gėlo, druskėto iš Baltijos jūros bei skiesto geotermis – sąlygomis.

Metodai. Tyrimas atliktas KU JTI Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorijoje, Kopgalyje. Gėlame vandenyje laikyti vaivorykštiniai upėtakiai

2021 m. lapkričio 22 d. trims mėnesiams perkelti į atskiras UAS (turinčias po 3 baseinus) su skirtingos kilmės ir mineralizacijos vandeniu:

- 1) gėlas vanduo iš laboratorijos artezinio gręžinio (0 ‰);
- 2) 6 promilių druskingumo Baltijos jūros vanduo (6 ‰ J);
- 3) iki 6 promilių atskiestas geoterminis sūrimas (6 ‰ G), gautas iš Klaipėdos „Geoterma“ įėgainės giluminio gręžinio. Šio geoterminio vandens mineralizacija siekia 110 g L^{-1} , o cheminė sudėtis artima jūros vandeniui.

Į kiekvieną iš 9 eksperimentinių UAS baseinų buvo patalpinta po 40 vnt. panašaus dydžio upėtakių patelių. Žuvis buvo laikomos 24:0 dienos režimu, maitinimas buvo nuolatinis 24 h per parą, automatizuotas. Eksperimentinės UAS kasdien buvo prižiūrimos pagal standartines procedūras, kasdien matuoti vandens parametrai (deguonies kiekis, temperatūra, pH ir druskingumas), imti vandens mėginiai amonio, nitritų bei nitratų koncentracijoms nustatyti. Eksperimento pabaigoje paimti mėginiai iš visų eksperimentinių UAS bei gryno geoterminio sūrimo mėginys detalesnei laboratorinei cheminei analizei.

Kas 3 savaites iš kiekvieno baseino buvo pagaunama 30 individų imtis ir išmatuojamas jų ilgis bei svoris, apskaičiuojamas specifinis augimo greitis SGR ($\% \text{ d}^{-1}$), įmitimo indeksas K pagal Fultoną. Tyrimo pabaigoje buvo atliktas galutinis žuvų matavimas ir nustatytas žuvų išgyvenamumas (%), svorio prieaugis Δw (g), pašaro konversijos santykis FCR. Dalis žuvų buvo išskrostos, įvertinta bendra būklė, išpjauti filė be odos mėginiai laboratoriniams mėsos tyrimams.

Mėsos tekstūros ir juslinių savybių įvertinimui iš viso analizuota po 6 žuvis iš kiekvienos tyrimų grupės, analizė atlikta KTU Maisto institute. Mėsos tekstūros tyrimams analizatoriumi naudoti žalios šviežios ir keptos žuvis mėginiai. Juslinių savybių tyrime dalyvavo 6 apmokytų vertintojų grupė, kuri vertino keptos mėsos skonio ir kvapo savybių intensyvumą 15 žingsnių skalėje (1 – nejaučiama, 15 – labai stipriai išreikšta).

Kitiems žuvis mėsos tyrimams iš viso išfiluotos 27 žuvis (iš kiekvienos tyrimų grupės po 9 vnt.). Iš kiekvienos žuvis viena filė pusė panaudota mėsos fizinių – cheminių savybių tyrimui, o kita pusė – cheminių elementų koncentracijos nustatymui. Mėsos fizinių – cheminių savybių (vandeningumo, vandens rišlumo, pH, baltymų, riebalų, pelenų, sausos masės) laboratorinė analizė atlikta LSMU Veterinarijos akademijos Gyvūnų auginimo technologijų institute. Cheminių elementų koncentracijos mėsoje analizė atlikta „Eurofins Labtarna Lietuva“ laboratorijose. Pasirinkta 10 specifinių cheminių elementų, kurių reikšmingais kiekiais yra geoterminiame sūrime.

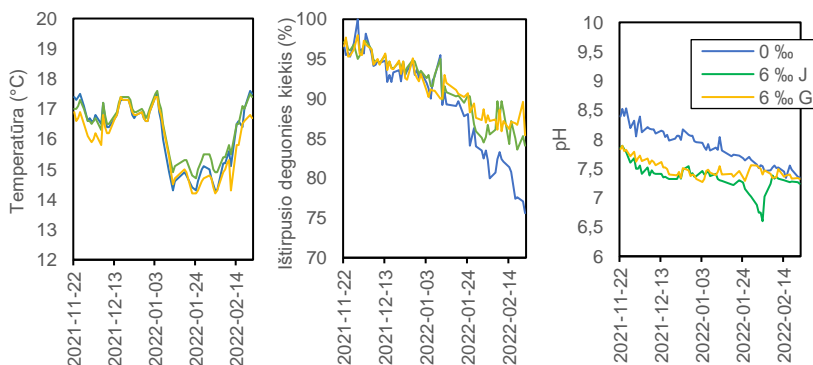
Rezultatai ir jų aptarimas. Geoterminio sūrimo iš Geotermos gręžinio cheminė sudėtis yra panaši į jūros vandens (1 lentelė). Nustatyta ypač didelė stroncio koncentracija geoterminio sūrimo mėginyje, todėl ir geoterminio

sūrimo pagrindu paruoštas druskėtas vanduo turėjo keletą kartų didesnę Sr koncentraciją lyginant su natūraliu jūros vandeniu.

1 lentelė

Cheminių elementų koncentracija atskirų UAS vandenyje eksperimento pabaigoje ir neskiestame geoterminiame sūrime

Cheminis elementas		0‰	6‰ J	6‰ G	110‰ G
Chloridas (Cl)	mg L ⁻¹	159	2789	3122	55192
Natris (Na)		261	1814	1678	25989
Kalis (K)		28,9	72,5	55	570
Litis (Li)		<0,05	0,05	0,2	3,42
Kalcis (Ca)		24,3	134	350	7106
Magnis (Mg)		16,7	229	153	2440
Geležis (Fe)		0,06	0,08	0,03	<0,01
Boras (B)		2,11	1,25	2,38	9,87
Silikatai (SiO ₂)		7,4	3,9	8	4,7
Aliuminis (Al)		<10	260	260	1100
Baris (Ba)	µg L ⁻¹	10	23	62	300
Kadmis (Cd)		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Chromas (Cr)		<1	1,7	<1	<1
Manganas (Mn)		<4	9,3	6,3	530
Švinas (Pb)		<1	<1	<1	<1
Cinkas (Zn)		<40	<40	<40	<40
Stroncis (Sr)		380	1300	8300	170000



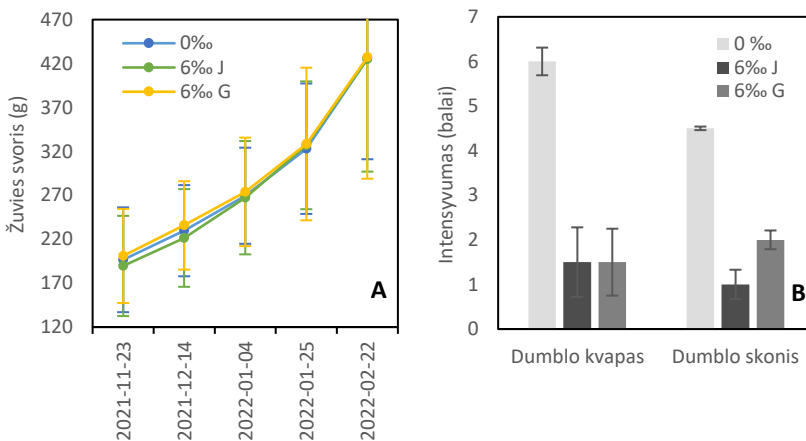
1 pav. Pagrindinių vandens parametrų dinamika atskirose tyrimų UAS.

Pagrindiniai vandens parametrai matuoti viso eksperimento metu turėjo specifinę dinamiką; nustatyti tam tikri skirtumai tarp UAS funkcionavimo druskėto ir gėlo vandens sąlygomis. Nuo tyrimo pradžios visose sistemose mažėjo deguonies kiekis, o paskutinį eksperimento mėnesį gėlavandenėje sistemoje jis buvo mažesnis nei abiejose druskėtose sistemose. Baltijos jūros

ir skiesto geoterminio vandens pH buvo statistiškai reikšmingai mažesnis negu gėlo vandens sistemoje ($p < 0,05$).

Nuo tyrimo pradžios vidutinis žuvų svoris atskirose sistemose nesiskyrė (2A pav.), o paskutinio matavimo metu vidutinis žuvies svoris buvo: $425,4 \pm 114,3$ g – gėlo vandens sistemoje; $425,0 \pm 128,0$ g – jūrinio vandens sistemoje ir $427,2 \pm 138,3$ g – skiesto geoterminio vandens sistemoje ($p > 0,05$). Nesiskyrė ir kiti vaivorykštinių upėtakių augimo ir produkcijos parametrai (svorio prieaugis, SGR, Fultono įmitimo indeksas, galutinė biomasė ir FCR) tarp eksperimentinių grupių ($p > 0,05$). Žuvų išgyvenamumas visose sistemose taip pat nesiskyrė ir buvo vienodai aukštas – vidutiniškai 96,6 %.

Skirtingos mineralizacijos vanduo taip pat neturėjo reikšmingo poveikio upėtakių mėsos fiziniams – cheminiams savybėms. Nežymiai, nors statistiškai reikšmingai, skyrėsi tik mėsos vandeningumas bei pelenų kiekis, bet tokie skirtumai neapsprendžia žuviens kokybės. Tuo tarpu baltymų kiekis vidutiniškai buvo $20,4 \pm 0,5\%$, riebalų – $5,5 \pm 0,4 \%$, pH – $6,33 \pm 0,06$, vandens rišlumas – $63,7 \pm 1,5 \%$ ir reikšmingai tarp tyrimų grupių nesiskyrė ($p > 0,05$).



2 pav. A – žuvų svorio augimas eksperimento metu skirtingose sistemose (vidurkis \pm SN); B – skirtingose sistemose augintų upėtakių mėsos „dumblo“ skonio ir kvapo intensyvumas (vidurkis \pm SN).

Vertinant žuviens tekstūrą, mėsos stangrumas buvo didžiausias Baltijos jūros vandenyje augintų upėtakių mėginiuose, tvirtumas – abiejose druskėto vandens UAS, o mažiausias stangrumas ir tvirtumas nustatytas gėlo vandens UAS mėginiuose ($p < 0,05$). Juslinio laboratorinio vertinimo rezultatai parodė, kad gėlavandenyje UAS paaugintų vaivorykštinių upėtakių mėsa pasižymėjo intensyviausiu „dumblo“ kvapu ir skoniu ($p < 0,05$) (2B pav).

Daugumos pasirinktinai ištirtų cheminių elementų (Ba, B, Cd, Pb, Al, Cr, Mn, Fe, Li) koncentracija žuvies raumenyse nesiskyrė tarp tyrimo grupių ($p > 0,05$), išskyrus cinką, kurio kiekiai 0‰ sistemos mėginiuose buvo nežymiai, bet reikšmingai didesni ($p < 0,05$). Visų ištirtų cheminių elementų koncentracijos buvo labai žemos, kai kurių net kelis kartus žemesnės nei fiksuojamų lašišinėse žuvyse natūraliose upių ekosistemose (Alibabic et al. 2007), ir neviršijo reglamentuojamų ar rekomenduojamų normų.

Išvados. Šiame darbe buvo tikrintos dvi hipotezės. Pirmoji, kad druskėtame vandenyje vaivorykštiniai upėtakiai auga geriau nei gėlame – nepasitvirtino. Per 3 mėnesių laikotarpį vaivorykštinių upėtakių augimo skirtumų tarp gėlo ir druskėto vandens UAS nenustatyta. Tam įtakos galėjo turėti per trumpas auginimo laikotarpis arba per mažas vandens druskingumas, todėl vertėtų atlikti ilgesnį tyrimą dvigubai didesnio druskingumo vandenyje, kuomet žuvų fiziologiniai augimo skirtumai gali išryškėti. Iš kitos pusės, šis pilotinis tyrimas preliminariai patvirtino antrąją darbo hipotezę, kad skiestas geoterminis sūrimas galėtų būti jūrinio vandens alternatyva. Tyrimo metu nebuvo nustatyta jokio nepageidaujamo poveikio auginamoms žuvims ir UAS funkcionavimui, o druskėtas vanduo bendrai turėjo teigiamos įtakos mėsos kokybei ir skoniui. Geoterminiai resursai galėtų būti panaudoti vystant jūrinės UAS technologijas Klaipėdos regione, bet tam dar reikalingi tolesni tyrimai.

Padėkos. Tyrimas finansuotas Interreg South Baltic programos projekto AquaVIP – Aquaculture virtual career development platform for the South Baltic region. Dėkojame kolegoms Gerdai Petreikytei, Ramučiai Klimui ir Jonui Leliui, padėjusiems eksperimento veiklose.

Literatūra

- Ahmed N., Turchini G. M. 2021. Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. *Journal of Cleaner Production*, 297, p. 1–14.
- Alibabic V., Vahcic N., Bajramovic M. 2007. Bioaccumulation of Metals in Fish of Salmonidae Family and the Impact on Fish Meat Quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131, p. 349–364.
- Boeuf G., Payan P. 2001. Does salinity have an influence on fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology*, 130, p. 411–423.
- Lund J. W., Freeston D. H., Boyd T. L. 2011. Direct Utilization of Geothermal Energy: 2010 Worldwide Review. *Geothermics*, 40, p. 1–23.
- Urbina M. A., Glover C. N. 2015. Effect of salinity on osmoregulation, metabolism and nitrogen excretion in the amphidromous fish, inanga (*Galaxias maculatus*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 473, p. 7–15.

JŪROS KRANTO SMĖLIO GRANULIOMETRINĖS SUDĖTIES KAITA PALANGOS IR PREILOS HIDROTECHNINIŲ ĮRENGINIŲ POVEIKIO ZONOSE

Aira Dubikaltienė¹, Donatas Pupienis^{1,2}, Dovilė Karlonienė²

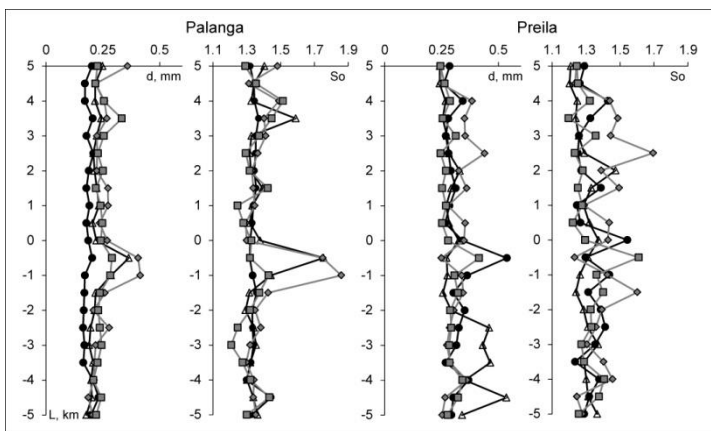
¹Vilniaus universitetas, Vilnius, ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius
aira.dubikaltiene@chgf.vu.lt

Įvadas. Hidrotechniniai įrenginiai yra plačiai naudojami jūros krantuose siekiant apsaugoti krantą nuo nepageidaujamų hidrodinaminių procesų arba norint juos kontroliuoti, todėl jie yra orientuojami išilgai arba skersai kranto linijos, o neretai jų orientacija būna kombinuota. Lietuvai priklausančiame Baltijos jūros krante pagrinde vyrauja skersai kranto orientuoti hidrotechniniai įrenginiai (Klaipėdos ir Šventosios uostų molai, Palangos promenadinis pirsas (iki 1997 m.), Preilos buna), tačiau ties Palanga yra įrengta kombinuotos orientacijos buna. Įrengus hidrotechninius įrenginius tenka susitaikyti su negrįžtamu natūralių procesų nutraukimu. Mokslininkai pažymi, kad įrengus hidrotechninius įrenginius negrįžtamai pasikeičia jūros krantas ir kraštovaizdis (Žilinskas ir kt., 2008; Pupienis et al., 2014; Karaliūnas et al., 2020). Mokslininkai atlikę tyrimus nustatė, kad hidrotechniniai įrenginiai veikia ir lemia priekrantės (Žilinskas et al., 2020) ir kranto (Kriaučiūnienė et al., 2013) morfometrijos kaitą, taip pat sąnašų granuliuotinės sudėties pokyčius (Žilinskas ir kt., 2001; Pupienis et al., 2017; Žilinskas et al. 2018). Kranto sąnašų granuliuotinės sudėties kaitą Klaipėdos uosto molų zonoje analizavo (Jarmalavičius, Žilinskas, 1996; Žilinskas ir kt., 2001) ir nustatė, kad poveikis gali būti jaučiamas 2–3 km ruože abipus uosto molų. Tyrimai parodė, kad Klaipėdos ir Šventosios uosto molų įtaka labiau jaučiama paplūdimio ir silpniau kopagūbrio smėlio granuliuotinės sudėties kaitai (Dubikaltienė, Pupienis, 2023). Jeigu uostų molų įtaka kranto sąnašų granuliuotinės sudėties kaitai iširta yra pakankamai, tai bunų įtaka analizuota nebuvo. Darbo tikslas yra įvertinti jūros paplūdimio smėlio granuliuotinės sudėties kaitą Palangos (pirsas) ir Preilos bunų poveikio zonoje.

Metodai. Palangos (pirsas) buna 549,7 m ilgio su 120,2 m ilgio į šiaurę užlenktu galu žemyno krante buvo įrengta 1882 m. Užbaigus 1997 m. naujo Palangos promenadinio tilto statybas, senojo Palangos pirsas konstrukcijos buvo pašalintos. 2005 m. siekiant atkurti ankstesnes litodinamines sąlygas, buvo pastatyta nauja su į šiaurę užlenktu galu akmenų 131 m ilgio nepralaidi buna. Kuršių nerijos jūros krante medinių polių buna ties Preilos gyvenvietė buvo įrengta 1977 m. Tai pusiau pralaidi nešmenims 54 m ilgio buna, kuri anksčiau buvo skirta ištraukti žvejų motorinius botus.

Darbe analizuojami Palangos ir Preilos 10 km ilgio kranto ruožai, kurie buvo padalinti į šiaurinį ir į pietinį 5 km ilgio ruožus besitęsiančius abipus bunų. Smėlio ėminiai buvo atrinkti kas 500 m iš paplūdimio vidurio, jų vietas fiksuojant rankiniu GPS, 1993, 2011, 2014 ir 2018 m. Smėlio ėminiai buvo atrinkti pavasarį (balandžio mėn.) nusistovėjus hidrometeorologinėms sąlygoms. Išdžiovintų smėlio ėminių granulimetrinė analizė, taikant standartinę metodiką (Karlionienė et al., 2021; Dubikaltienė, Pupienis, 2023), atlikta Gamtos tyrimų centro laboratorijoje. Smėlio granulimetrinės sudėties statistiniai rodikliai: vidutinis smėlio dalelių skersmuo (d) ir rūšiuotumo laipsnis (S_o) apskaičiuoti GRADISTAT 8.0 programa (Blot, Pye, 2001), taikant geometrinį momentų metodą.

Rezultatai. Palangos paplūdimyje vidutinis smėlio dalelių dydis 1993–2018 m. kito nuo 0,16 mm iki 0,41 mm, o rūšiuotumas nuo 1,21 iki 1,86. Vidutiniškai stambiausios ir blogiausiai rūšiuotos ($S_o=1,37-1,43$) smėlio dalelės vyravo 2014 m. Palangos paplūdimio vidutinis smėlio dalelių dydis pietinėje ir šiaurinėje dalyse 1993 ir 2018 m. skyrėsi 0,01 mm, o vidutiniškai stambesnės smėlio dalelės buvo nustatytos šiaurinėje dalyje.



1 pav. Paplūdimio vidutinis smėlio dalelių skersmens ir rūšiuotumo laipsnio pasiskirstymas išilgai kranto abipus Palangos ir Preilos bunų 1993–2018 m. 0 – ordinatėje žymi Palangos ir Preilos bunų vietas. Linija su apskritimais – 1993 m., linija su trikampiais – 2011 m., linija su rombais – 2014 m. ir linija su kvadratais – 2018 m.

Didesni vidutinio smėlio dalelių dydžio skirtumai nustatyti Preilos paplūdimyje, kaitos amplitudė 1993–2018 m. siekė 0,30 mm. Vidutiniškai blogiausiai rūšiuotos ($S_o=1,37-1,42$) smėlio dalelės, kaip ir Palangos atveju

buvo nustatytos 2014 m. Preilos paplūdimyje vidutinis smėlio dalelių dydžio skirtumas tarp pietinės ir šiaurinės dalies 1993 ir 2018 m. siekė 0,08 mm, o vidutiniškai stambesnės smėlio dalelės 1993, 2011 ir 2018 m. vyravo pietinėje dalyje. Preilos paplūdimio šiaurinėje dalyje vidutiniškai (0,04 mm) stambesnės dalelės vyravo tik 2014 m. Panašios buvo ir rūšiuotumo pasiskirstymo tendencijos. Bendri paplūdimio vidutinio smėlio dalelių skersmens ir rūšiuotumo dėsningumai išilgai kranto abipus Palangos ir Preilos bunų 1993–2018 m. parodyti (1 pav). Analizuojant vidutinio smėlio dalelių skersmens ir rūšiuotumo pasiskirstymą išilgai kranto nustatyta, kad Palangos paplūdimiuose ryškūs pokyčiai įvyko po 2011 m., kurie ypatingai išsiskyrė pietinėje dalyje. Bendrai Palangos paplūdimyje nuo 1993 m. iki 2018 m. fiksuotas bendras smėlio dalelių pastambėjimas, kuris siekė 0,06 mm. Tuo tarpu Preilos paplūdimyje smėlio dalelės nuo 1993 iki 2018 m. pasmulkėjo, o vidutinis pokytis siekė 0,03 mm. Tuo tarpu Palangos ir Preilos paplūdimio sąnašų rūšiuotumas laike nepasikeitė. Reikia atkreipti dėmesį, kad Palangos paplūdimyje smėlio dalelių dydis visame kranto ruože stambėja vienu metu, tuo tarpu Preilos paplūdimyje smėlio dalelių dydžio kaita vyksta nevienodai.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Pirmiausia gali susidaryti įspūdis, kad smėlio granulimetrinės sudėties nevienodą kaitą galėjo sąlygoti skirtingi Palangos ir Preilos bunų dydžiai ar apspręsti jų nepralaidi / pralaidi konstrukcija. Jeigu Preilos bunos pralaidumas ir galėjo lemti paplūdimio smėlio dalelių dydžio kaitos netolygumus, tai Palangos paplūdimyje reikšmingi smėlio granulimetrinės sudėties pokyčiai įvyko dėl paplūdimio papildymo sąnašomis (Žilinskas et al., 2008; Pupienis et al., 2014). Pildant Palangos paplūdimį sąnašomis vietoj čia vyravusio smulkiagrūdžio smėlio buvo išpiltas vidutingrūdis smėlis, kuris lėmė vienalaikį dalelių pastambėjimą. Tai rodo, kad Palangos buna neturi įtakos paplūdimio smėlio granulimetrinei sudėčiai. Preilos pralaidi buna neįtakoja išilginės nešmenų pernašos, todėl litodinaminiai procesai vyksta natūraliai. Tai, kad išilgai kranto vyksta natūralūs procesai patvirtina ir smėlio dalelių rūšiuotumas, kuris labiau kinta Preilos kranto ruože.

Literatūra

- Blott, S. J., Pye, K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface processes and Landforms*, 26(11), 1237-1248.
- Dubikaltienė, A., Pupienis D. 2023. Jūros kranto smėlio granulimetrinės sudėties kaita 1993-2018 m. Klaipėdos ir Šventosios uosto molų poveikio zonos. *Geographia Juventa (spaudoje)*
- Jarmalavičius D., Žilinskas G. 1996. Paviršinių sąnašų granulimetrinės sudėties pasiskirstymo ypatumai Baltijos jūros Lietuvos krante. *Geografija*. 32. 77–83.

- Karaliūnas V., Jarmalavičius D., Pupienis D. et al. 2020. Shore nourishment impact on coastal landscape transformation: an example of Lithuanian Baltic Sea coast. In: Malvárez, G. and Navas, F. (eds.), Proceedings from the International Coastal Symposium (ICS) 2020 (Seville, Spain). Journal of Coastal Research, 95 (SI1), 840-844.
- Karlonienė, D., Pupienis, D., Jarmalavičius, D. et al. 2021. The Impact of Coastal Geodynamic Processes on the Distribution of Trace Metal Content in Sandy Beach Sediments, South-Eastern Baltic Sea Coast (Lithuania). Applied Sciences, 2021, 11, 1106. Karaliūnas ir kt., 2020
- Kriaučūnienė, J., Žilinskas, G., Pupienis, D. et al. 2013. Impact of Šventoji port jetties on coastal dynamics of the Baltic sea. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 21(2), 114-122.
- 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.
- Pupienis, D., Jarmalavičius, D., Žilinskas, G. et al. 2014. Beach nourishment experiment in Palanga, Lithuania. Journal of Coastal Research, SI70, 490-495.
- Žilinskas G., Janušaitė R., Jarmalavičius D. et al. 2020. The impact of Klaipėda Port entrance channel dredging on the dynamics of coastal zone, Lithuania. Oceanologia, 62(4A), 489-500.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D., Minkevičius, V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. 283.
- 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.

SAR PALYDOVINIŲ VAIZDŲ PANAUDOJIMAS LITORALĖS ZONOS IŠSKYRIMUI IR KLASIFIKACIJAI SVALBARDE

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

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

Įvadas. Makrodumbliai augantys litoralinėje zonoje, Arkties regione yra svarbi ekosistemos sudedamoji dalis, kuri yra vandens faunos buveinė, kuri suteikia apsaugą, yra svarbi nerštui bei maistui (Włodarska-Kowalczuk et al., 2009). Priekrantėje augantys makrodumbliai išstumiami naujų nevietinių rūšių (Weslawski et al., 2010), taip pat dumbliai veikiami dėl litoralės zonos erozijos ir amžinojo įšalo atitirpimo (Rachold et al., 2005).

Buveinių stebėjimas dažniausiai vykdomas *in situ* stebėjimais, bet šie stebėjimai yra limituoti erdvėje. Naudojant Europos kosmoso agentūros (EKA) Sentinel-1 misijos sintetinės apertūros radarų (SAR) GRDH VV+VH (ESA, 2015) palydovinius duomenis, galima apimti didelę teritoriją, įvertinti pokyčius laike, gaunami duomenys nepriklausomi nuo debesų dangos, laisvai prieinami ir nemokami.

SAR duomenys naudoti siekiant išskirti litoralės zoną Svalbarde, kuri kinta paros bėgyje ir dėl jos dinamiškumo sunkiai nustatoma taikant net ir labai geros erdvinės ir laiko skiriamosios gebos palydovinius vaizdus. Atslūgus vandeniui iš vandens išnyra makrodumbliai, kuriuos galima sukartografuoti naudojant palydovinius duomenis.

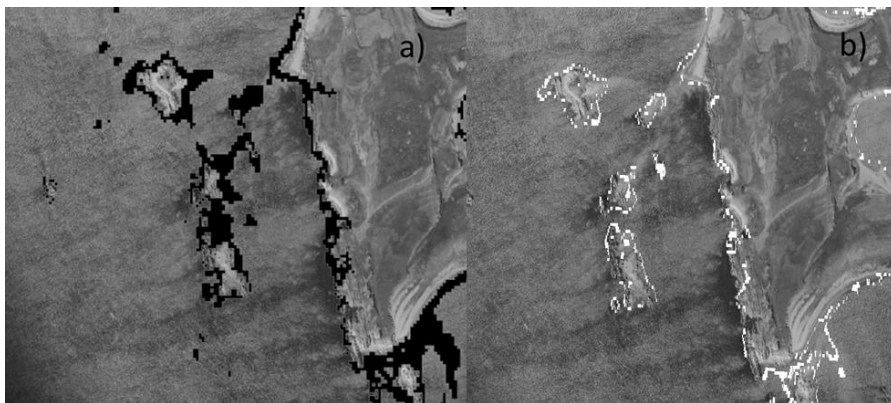
Metodai. Buveinių kartografavimui Arkyje buvo panaudoti palydoviniai SAR duomenys, gauti iš atviros prieigos EKA duomenų serverių (Copernicus, n.d.). SAR klasifikavimo rezultatų patikrai panaudotos dronu padarytos nuotraukos, per 2 ekspedicijas Svalbarde: 2019 liepos mėn. ir 2021 m. liepos–rugpjūčio mėn.

1. Litoralės zonos išskyrimas. Litoralės zonos išskyrimui naudoti potvynio ir atoslūgio metu gauti SAR vaizdai. Šie vaizdai suklasifikuoti į sausumą ir vandenį naudojant k-vidurkių klasterizavimo metodą. Atlikus klasterizavimą vaizdai buvo palyginti ir išskirta litoralės zona. Validacija vykdyta naudojant *in situ* duomenis, surinktus ekspedicijos metu Arkyje. Aukščiausia litoralės zonos riba laikoma sekliausia guveinio (*Fucus* spp.) augavietė, o apatinė litoralės zonos vieta laikoma sekliausia laminarijos (*Laminaria* spp.) augavietė.

2. Litoralės buveinių klasifikavimas. Litoralės zonoje buveinių klasifikacijai naudotas SAR vaizdas su žemiausiu vandens lygiu dėlto, kad būtų atsivėrusi kuo platesnė litoralės teritorija. Buveinių klasifikavimas vykdytas naudojant atsitiktinio miško (angl. Random Forest) klasifikaciją, kurioje litoralės zona suklasifikuota į: akmenis, smėlį, uolas ir makrodumblius. Klasifikatoriaus mokymui naudoti *in situ* duomenys surinkti 3 Arktinėse įlankose Svalbardo saloje: St. Jonnsfjorden, Eidembukta, Trygghamna. Klasifikacijai naudota atviro kodo Google Earth Engine programa. Validavimas vykdytas panaudojant dronu surinktus vaizdus ekspedicijos Arktyje metu, kurie buvo suklasifikuoti ir palyginti su klasifikacijos rezultatais.

Rezultatai. Litoralės zonos išskyrimo rezultatai parodė, kad 85 % litoralės zonos buvo suklasifikuota teisingai. 52 % validavimui išskirtų taškų pateko į litoralės zoną, o 33 % taškų pateko į 10 metrų buferinę zoną, atitinkančią Sentinel-1 palydovinių duomenų erdvinę rezoliuciją, kuri yra limituojantis veiksnys siauros litoralės zonos kartografavimui.

Litoralės buveinių klasifikacijos vidutinės makrodumblių atgalinės sklaidos reikšmės ($VV=0,03\pm 0,01$ ir $VH=0,004\pm 0,001$) buvo statistiškai reikšmingai ($p<0,05$, $df=89$) didesnės nei vidutinės vandens paviršiaus reikšmės ($VV=0,02\pm 0,01$ ir $VH=0,002\pm 0,001$). Žemės dangos be augalų litoralėje atgalinės sklaidos reikšmės ($VV=0,08\pm 0,01$ ir $VH=0,01\pm 0,01$) buvo didesnės nei kitų paviršių reikšmės, kas leidžia teigti, kad makrodumblių klasifikacija, naudojant SAR duomenis yra įmanoma (1 pav.).



1 pav. a) litoralės zonos išskyrimas (juoda), b) litoralės buveinių (makrodumblių) klasifikavimas (balta).

Atlikus litoralės zonos klasifikavimą tikimasi, kad rezultatai parodys makrodumplių buveinių pasiskirstymo teritorijas Svalbarde. Šios teritorijos yra išskirtos tik atoslūgių zonoje, kuriose makrodumpliai yra išnirę iš vandens. Šie rezultatai gali padėti suprasti kaip kinta makrodumplių bendrijos ir koks jų paplitimas Svalbarde.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Statistinė analizė ir rezultatai parodė, kad SAR duomenys yra patikimas ir mažai išlaidų reikalaujantis būdas klasifikuoti ir išskirti litoralės zoną Arkties regione naudojant klasterizavimą. Vidutinės makrodumplių reikšmės statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo vandens atgalinės sklaidos, o litoralės be makrofitų dangos paviršiaus atgalinė sklaida turėjo didesnes reikšmes nei kiti paviršiai. Tai leidžia teigti, kad makrodumplių klasifikacija, naudojant SAR duomenis yra įmanoma.

Padėka. Šis darbas buvo remiamas "Arkties bentoso ekosistemų kaita: ledyno tirpsmo ir borealinių rūšių pernašos makroplastiku poveikis" (ADAMANT) projekto, kuris vykdomas pagal bendrą Lietuvos–Lenkijos finansinės schemos „Daina“ kvietimą, finansuojamą Lietuvos mokslo tarybos ir Lenkijos Nacionalinio mokslo centro, pagal sutartį # S-LL-18-8.

Literatūra

- Copernicus, n.d.. Copernicus Open Access Hub. Žiūrėta Balandžio 4, 2023 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>)
- ESA, 2015. Sentinel-1 Data Access and Products. Žiūrėta Kovo 9, 2023 (https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/1653440/Sentinel-1_Data_Access_and_Products).
- Rachold, V., Are, F.E., Atkinson, D.E., Cherkashov, G., Solomon, S.M., 2005. Arctic Coastal Dynamics (ACD): an introduction. *Geo-Mar. Lett.* 25, 63–68. <https://doi.org/10.1007/s00367-004-0187-9>
- Weslawski, J.M., Wiktor, J., Kotwicki, L., 2010. Increase in biodiversity in the arctic rocky littoral, Sorkapland, Svalbard, after 20 years of climate warming. *Mar. Biodivers.* 40, 123–130. <https://doi.org/10.1007/s12526-010-0038-z>
- Włodarska-Kowalczuk, M., Kukliński, P., Ronowicz, M., Legeżyńska, J., Gromisz, S., 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>

PATOGENINIŲ *VIBRIO* SPP. BAKTERIJŲ EPIDEMIOLOGIJA IR EKOLOGIJA: BALTIJOS JŪROS REGIONO RETROSPEKTYVA

Greta Gyraitė^{1,2}, Marija Kataržytė¹, Greta Kalvaitienė¹,
Eglė Lastauskienė², Matthias Labrenz^{1,3}

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda; ²Biomokslų institutas, Gyvybės mokslų centras, Vilniaus universitetas, Vilnius; ³Leibnico Baltijos jūros tyrimų institutas, Varnemiundė, Vokietija
greta.gyraite@apc.ku.lt

Įvadas. *Vibrio* gentį apima daugiau nei 100 rūšių bakterijų, iš kurių maždaug 12 sukelia žmonių infekcijas – vibriozę (Baker-Austin et al. 2018). Infekcijas sukeliančios rūšys randamos Baltijos jūros regione: *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* bei netoksigeninė *V. cholerae*. Infekcijos klinikinės apraiškos yra vandeningas viduriavimas, žaizdų, ausų infekcijos, gastroenteritas, pirminė septicemija. Ligos rizikos veiksniai yra termiškai neapdorotų jūros gėrybių vartojimas bei tiesioginis sąlytis su jūrų ir estuarijų maudyklų vandenimis (Gyraite et al. 2019).

Nepaisant to, kad *Vibrio* infekcijų atvejai nuo 2004 m. yra fiksuojami daugelyje Baltijos jūros regiono šalių ir infekcijų atvejų skaičius galimai didėja su kylančia jūros paviršiaus temperatūra, Europoje vibriozė nėra liga, apie kurią reikia pranešti ir kuri būtų nuosekliai stebima ar tiriama maudyklų vandenyse (Semenza et al. 2017). Todėl epidemiologinių duomenų išsamumas, vientisumas bei kokybė nėra pakankami.

Tyrimai, analizuojantys epidemiologinius *Vibrio* duomenis, fragmentiški, susiję su atskirų šalių atvejais bei asociacijomis su karščio bangomis (Baker-Austin et al. 2012, 2016; Amato et al. 2022; Gildas Hounmanou et al. 2023), tačiau trūksta retrospektyvinio Baltijos jūros regiono poveiklio, kuris apimtų laikotarpį nuo pirmo infekcijos atvejo iki dabar. Taip pat nėra pilnai apibrėžtas ir skirtingų *Vibrio* rūšių geografinis paplitimas Baltijos jūroje, rūšių priklausomybė nuo aplinkos sąlygų, tokių kaip temperatūra ir druskingumas. Todėl šio tyrimo tikslas buvo remiantis istoriniais duomenimis, susieti *Vibrio* infekcijų atvejus bei sąsajas su aplinkos veiksniais, tokiais kaip druskingumas bei temperatūra ir ištirti *Vibrio* dinamiką iki dabar.

Metodai. Epidemiologiniai *Vibrio* duomenys bei *Vibrio* aptikimo (gausumo), druskingumo ir temperatūros duomenų rinkinys buvo surinktas iš prieinamos literatūros, vyriausybinių duomenų, pateiktų oficialių organizacijų arba ištrauktų iš oficialių internetinių duomenų bazių (pvz., [58](https://odin2.io-</p></div><div data-bbox=)

warnemuende.de /; <https://sharkweb.smhi.se> ir kt.). Duomenų analizės atliktos programinėmis įrangomis: XLSTAT ir QGIS.

Rezultatai. Baltijos jūros regione per pastaruosius keturis dešimtmečius iš viso užfiksuoti 1550 infekcijų atvejai. Nors trečdaliui visų infekcijų atvejų (n=555) konkreti *Vibrio* rūšis nebuvo priskirta, 26,26 % infekcijų sukėlė *V. alginolyticus*: Danijoje 2010–2018 metų laikotarpiu užfiksuotos 333, tai yra 52,19 % visų fiksuotų infekcijų toje šalyje. Netoksigeninis *V. cholerae* štamai ir *V. parahaemolyticus* atitinkamai sukėlė 18,51 % (n=287) ir 14,06 % (n=218) visų infekcijų atvejų. Mažiausiai fiksuota 5,35 % (n=83) *V. vulnificus* atvejų.

1 lentelė

Vibrio spp. infekcijų atvejai Baltijos jūros regione

Šalis	Inf. #	Va	Vc ^a	Vp	Vv	Kita ^b	Šaltinis
Švedija	625	72	183	59	23	288	Švedijos sveikatos priežiūros agentūra
Suomija	216	-	71	-	-	145	Gyraite et al. (2019); Amato et al. (2022)
Estija	9	-	7	-	-	2	Estijos sveikatos priežiūros agentūra
Latvia	-	-	-	-	-	-	-
Lietuva	-	-	-	-	-	-	-
Lenkija	5	-	5	-	-	-	Amato et al. (2022)
Vokietija	57	2	3	3	28	21	Vokietijos sveikatos priežiūros agentūra
Danija	638	333	18	156	32	99	Gildas Hounmanou et al. (2023)
IŠ VISO	1550	407	287	218	83	555	-

^a *V. cholerae* non- O1/non-O139

^b Kitos *Vibrio* spp. rūšys

Vibrio bakterijų sukeltos infekcijos Baltijos jūroje (Vokietija, Švedija, Estija) buvo stebimos gegužės–lapkričio mėnesiais, kai jūros paviršinio vandens temperatūra svyravo nuo 13,4 iki 25,7 °C, o druskingumas – nuo 2,00 iki 22,06. Didžiausias *Vibrio* bakterijų sukeltas užsikrėtimo lygis buvo 2018 m., kai buvo fiksuota itin aukšta jūros paviršiaus temperatūra. Remiantis Švedijos duomenų analize, buvo gautas reikšmingas vidutinis ryšys tarp infekcijų skaičiaus ir aplinkos parametrų: druskingumo bei temperatūros.

Pagal oficialių institucijų pateiktus vandens monitoringo duomenis, Baltijos jūros regione skirtingos *Vibrio* rūšys buvo aptiktos prie tokių temperatūros diapazonų: *V. vulnificus* stebėtas prie 13,5–28 °C temperatūros ir nerastas mažiausio druskingumo regionuose, kaip pvz. Botnijos įlanka, *V. cholerae* rasta prie 11,5–26 °C ir tolygiai pasiskirsčiusi Baltijos jūros

druskingumo gradiente, *V. parahaemolyticus* rastas prie 13,9–19 °C, didžiausio druskingumo sąlygomis Vokietijoje, bei keliose vietose Estijoje. *V. alginolyticus* buvo fiksuotas 12–25 °C temperatūros diapazone bei visomis druskingumo sąlygomis.

Vokietijos Šlėzvingo-Holšteino valstijos atveju buvo pastebėta silpna koreliacija su jūros paviršiaus temperatūra ir *V. cholerae* ($r=0,14$) ir *V. parahaemolyticus* ($r=0,21$) gausumu. Vokietijos Lubmino ir Karlsruho maudyklų atvejais, vidutinė teigiama koreliacija buvo gauta tarp *V. vulnificus* gausumo bei paviršiaus temperatūros.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Tyrimo rezultatai rodo jog *Vibrio* infekcijų atvejų skaičius ir jų gausumas vandenyje koreliuoja su jūros paviršiaus temperatūra, o rūšių paplitimas bei patogeniškumas gali priklausyti nuo druskingumo sąlygų. Remiantis Švedijos infekcijų atvejų duomenimis, atvejų skaičius per pastaruosius du dešimtmečius augo eksponentiškai ir tikėtina dar didės, kylant jūros paviršiaus temperatūrai. Nors *Vibrio* infekcijų atvejai bei aptinkamumas stebimi visame Baltijos jūros regione, šių bakterijų keliamos potencialios grėsmės žmogaus sveikatai vis dar nėra tiriamos trijose Baltijos jūros regiono šalyse, tame tarpe ir Lietuvoje. Numatyti tolimesni tyrimai, bendradarbiaujant su didžiosiomis Vilniaus ligoninėmis siekiant išsiaiškinti *Vibrio* sukeltus infekcijų atvejus, bei šių bakterijų atsparumą klinikinės reikšmės antibiotikams.

Padėka. Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties nr. S-PD-22-80, nr. S-BIODIVERSA-21-1, 2019–2020 m. „BiodivERSa“ programą „BiodivClim ERA-Net COFUND“. Klaipėdos universiteto, Jūros tyrimų instituto, Ekologijos ir aplinkotyros mokslų doktorantūros studijų programa (skirta G.K.).

Literatūra

- Amato E, Riess M, Thomas-Lopez D, et al (2022) Epidemiological and microbiological investigation of a large increase in vibriosis, northern Europe, 2018. *Eurosurveillance* 27:1–12. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2022.27.28.2101088>
- Baker-Austin C, Oliver JD, Alam M, et al (2018) *Vibrio* spp. infections. *Nat Rev Dis Prim* 4: <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0005-8>
- Baker-Austin C, Trinanes J a., Taylor NGH, et al (2012) Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nat Clim Chang* 3:73–77. <https://doi.org/10.1038/nclimate1628>
- Baker-Austin C, Trinanes JA, Salmenlinna S, et al (2016) Heat wave-associated vibriosis, Sweden and Finland, 2014. *Emerg Infect Dis* 22:1216–1220. <https://doi.org/10.32032/eid2207.151996>
- Gildas Hounmanou YM, Engberg J, Bjerre KD, et al (2023) Correlation of High Seawater Temperature with *Vibrio* and *Shewanella* Infections, Denmark, 2010-2018. *Emerg Infect Dis* 29:605–608. <https://doi.org/10.3201/EID2903.221568>

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

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. *Mar Pollut Bull* 149:110546. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110546>

Semenza JC, Trinanes J, Lohr W, et al (2017) Environmental suitability of vibrio infections in a warming climate: An early warning system. *Environ Health Perspect* 125:1–12. <https://doi.org/10.1289/EHP2198>

KURŠIŲ NERIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS SĖKLIŲ MIGRACIJOS STATMENAI KRANTO YPATUMŲ VERTINIMAS, REMIANTIS PALYDOVINIŲ VAIZDŲ INFORMACIJA

Rasa Janušaitė

Gamtos tyrimų centras, Vilnius
rasa.janusaite@gamtc.lt

Įvadas. Priekrantės sėkliai – itin dinamiškos gūbriškos jūros dugno reljefo formos, kurios ne tik turi įtakos priekrantės hidrodinamikai, biotos, teršalų bei nešmenų pasiskirstymui priekrantėje (Dubarbier ir kt., 2015; Elgar ir kt., 2001), bet ir nuolat dalyvauja nešmenų apytakoje tarp priekrantės ir kranto (Cohn ir kt., 2017). Šių povandeninių formų dinamika gali būti apibūdinama per jų kaitą išilgai ir statmenai kranto. Pagrindiniai pastarosios komponentai – sėklių migracija jūros ir kranto link. Nors pasaulinėje krantų geomorfologijos praktikoje atlikta gausybė tyrimų apie priekrantės sėklių migraciją skersai kranto (Elgar ir kt., 2001; Van Enkevort ir Ruessink, 2003; Ruessink ir kt., 2003 ir t. t.), Lietuvos Baltijos jūros krantuose jos tyrimui skiriama itin mažai dėmesio. Viena iš priekrantės sėklių tyrimų atlikimą ribojančių priežasčių – resursams imlūs bei sudėtingi tradiciniai duomenų rinkimo metodai ir duomenų stoka. Nuo 9-ojo dešimtmečio skraidančių optinių Žemės stebėjimo palydovų fiksuojami vaizdai yra alternatyvus daug išteklių duomenų rinkimui nereikalaujantis šaltinis, kuris įgalina ilgalaikę priekrantės sėklių dinamikos skersai kranto analizę (Janušaitė ir kt., 2022). Siekiant išnaudoti palydovinio nuotolinio stebėjimo teikiamas galimybes ir prisidėti prie priekrantės sėklių Lietuvos Baltijos jūros krante iširtumo, šiame tyrime atliktas priekrantės sėklių migracijos skersai kranto erdvėlaikinių ypatumų vertinimas Lietuvos Kuršių nerijos dalies Baltijos jūros priekrantėje 2011–2021 m., remiantis optiniais palydoviniais vaizdais.

Metodai. Tyrimams atlikti naudoti 145 datų „RapidEye“ (5 m) ir „PlanetScope“ (3 m) jutiklių daugiaspektriniai palydoviniai vaizdai, užfiksuoti 2011–2021 m. Priekrantės sėklių morfologinės charakteristikos, naudotos jų kaitos analizei, palydoviniuose vaizduose buvo identifikuotos, pritaikius daugiažingsnį automatizuotą algoritmą (Janušaitė ir kt., 2021), kuris leidžia nustatyti kranto linijos padėtį, priekrantės sėklių ribas bei viršūnės padėtį ir daugiaskalį santykinės batimetrinės padėties rodiklį (angl. *Relative Bathymetric Position Index* (RBPI)), skirtą teigiamų ir neigiamų jūros dugno reljefų formų atskyrimui (Janušaitė ir kt., 2021; Newman ir kt., 2018).

Priekrantės sėklių struktūros ir migracijos skersai kranto vertinimas buvo atliktas 1071 skersiniam profiliui, išsidėsčiusiam kas 50 metrų. Vertinimui buvo naudojamos nustatytos viršūnės padėties (atstumo nuo kranto linijos) ir RBPI rodiklio skersinių profilių laiko eilutės. Vertinti rodikliai: sėklaus padėtis sėklių sekoje, sėklaus atstumas nuo kranto linijos, sėklaus migracijos skersai kranto greitis pagal skirtingas laiko skales ir migracijos skersai kranto cikliškumas (Janušaitė ir kt., 2022). Migracijos skersai kranto vertinimas buvo atliekamas pagal sezoninę, tarpmetinę ir daugiametę laiko skales. Sezoninė laiko skalė buvo padalinta į didelės ir mažos bangų energijos sezonus, kuriems atitinkamai buvo priskirti spalio–kovo ir balandžio–rugsėjo mėnesiai. Migracijos greičio pagal skirtingas laiko skales vertinimui buvo adaptuota Van Enckevort ir Ruessink (2003) vaizdo stebėsenos duomenims pasiūlyta metodika. Migracijos skersai kranto cikliškumo vertinimui buvo atlikta kompleksinė empirinių ortogonalinių funkcijų analizė (CEOF), adaptavus Ruessink ir kt. (2003) batimetrinių matavimų duomenims pasiūlytą metodiką. Viso buvo gauti 36 sėklių migraciją ir struktūrą skersai kranto apibūdinantys rodikliai (Janušaitė ir kt., 2022).

Rezultatai. Nustatyta, kad 2011–2021 m. sėklių skaičiaus moda didžiojoje Kuršių nerijos dalyje buvo trys (85 % profilių), 13 % profilių – keturi sėkliai ir tik 2 % profilių vyravo du sėkliai. Ijūrinis (pirmas) sėklius vidutiniškai nuo kranto buvo nutolęs 349 m, antras 156 m, trečias 65 m ir ketvirtas 35 metrus (Janušaitė ir kt., 2022; Janušaitė, 2022).

Pagal daugiametę laiko skalę, vidutinis sėklių migracijos skersai kranto greitis analizuotuose profiliuose varijavo nuo 0,1 iki 11,0 m/mėn. Pagal sezoninę laiko skalę (mažos bangų energijos sezono metu) šis rodiklis siekė 0,1–7,0 m/mėn., o didelės bangų energijos sezono metu 0,1–13,4 m/mėn. (Janušaitė ir kt., 2022). Vidutinio sėklių migracijos skersai kranto greičio reikšmės varijavo priklausomai nuo migracijos krypties (kranto ar jūros link), sėklaus eilės numerio sėklių sekoje ir profilio. Tiek pagal tarpmetinę, tiek sezoninę laiko skalę didžiausiu migracijos skersai kranto greičio pasižymėjo pirmas (ijūrinis) sėklius, o lėčiausiai migravo trečias ir ketvirtas sėkliai (dažniausiai įkrantiniai) (Janušaitė ir kt., 2022). Pagal tarpmetinę laiko skalę vidutinis migracijos jūros link greitis viršijo migracijos kranto link greitį visiems sėkliams. Tuo tarpu pagal sezoninę laiko skalę tiek didelės, tiek mažos bangų energijos sezono metu antro-ketvirto sėklių vidutinis migracijos kranto link greitis viršijo migracijos jūros link greitį. Pirmas (ijūrinis) sėklius pasižymėjo didesniu vidutiniu migracijos jūros link greičiu didelės bangų energijos sezono metu, o mažos bangų energijos sezono metu vidutiniai ijūrinio sėklaus migracijos jūros ir kranto link greičiai buvo panašūs (Janušaitė ir kt., 2022). Tiek pagal tarpmetinę, tiek pagal sezoninę laiko skales šiaurinėje

nerijos dalyje buvo stebimi didesni sėklių migracijos skersai kranto greičiai negu pietinėje.

Tyrimo rezultatai parodė, kad pagal daugiametę laiko skalę Kuršių nerijos jūros priekrantės sėkliai vystosi pagal įjūrinės migracijos ciklo modelį (Ruessink ir Kroon, 1994), kuris teigia, kad sėkliai susiformuoja nedideliu atstumu nuo kranto, susiformavę migruoja tiek kranto, tiek jūros link, tačiau pagal daugiametę laiko skalę palaipsniui tolsta nuo kranto, kol galiausiai sunyksta. Šį ciklą apibūdina sėkliaus ciklo pasikartojimo rodiklis (T_r), parodantis laiko tarpą tarp dviejų sėkliaus degeneracijų (Ruessink ir kt., 2003). Nustatyta, kad vidutinė šio rodiklio trukmė Kuršių nerijoje yra 6,7 m., tačiau T_r reikšmės varijuoja nuo 1,8 m. ties Kopgaliu iki 13,5 m. ties Nida (Janušaitė ir kt., 2022; Janušaitė, 2022).

Rezultatų aptarimas. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad priekrantės sėkliai išilgai Lietuvos Kuršių nerijos dalies Baltijos jūros priekrantės vystosi nevienodai: jų migracijos skersai kranto greitis mažėja, o sėkliaus ciklo pasikartojimo rodiklio trukmė ilgėja Kopgalio-Nidos kryptimi. Tokius sėklių vystymosi skirtumus išilgai Kuršių nerijos priekrantės lemiantys veiksniai išryškėjo atlikus sėklių dinaminį rodiklių ir bangų, kranto konfigūracijos bei sėklių zoną apibūdinančių rodiklių koreliacinę analizę. Nustatytas stiprus ir vidutinis koreliacinis ryšys ($p < 0,05$) tarp T_r rodiklio ir sėklių bei sėklių zonos charakteristikų rodo, kad ilgesnę T_r trukmę lemia didesnis sėklių zonos plotis, gylis, didesnis sąnašų kiekis sėkliuose, aukštesnės, ilgesnio periodo ir įstrižiau krantui sklindančios bangos (Janušaitė ir kt., 2022; Janušaitė, 2022). Nustatytas stiprus ir vidutinio stiprumo ($p < 0,05$) koreliacinis ryšys tarp sėklių migracijos skersai kranto greičio rodiklių ir sėklius bei sėklių zoną apibūdinančių rodiklių rodo, kad lėtesnį sėklių migracijos skersai kranto greitį lemia didesnis sėklių zonos plotis bei gylis ir didesnis sąnašų kiekis sėkliuose (Janušaitė ir kt., 2022; Janušaitė, 2022). Šiuos rezultatus paaiškina kranto orientacijos skirtumai Kuršių nerijoje ir jų sąveika su vyraujančiomis bangų ypatybėmis bei šios sąveikos nulemti sėklių dydžio skirtumai išilgai Kuršių nerijos priekrantės. Kadangi krantas šiaurinėje Kuršių nerijos dalyje pasižymi ŠV–PR, o pietinėje V–PV krypties orientacija ir Kuršių nerijoje vyrauja V–PV krypties bangos (Jakimavičius ir kt., 2018), bangos į krantą šiaurinėje nerijos dalyje dažniau ritasi statmenai, o pietinėje – įstrižai. Nustatyta, jog didžiausias sėklių migracijos skersai kranto greitis būdingas, kai bangos į krantą ritasi statmenai (Dubarbier ir kt., 2015), todėl šiaurinė nerijos daliai būdinga spartesnė migracija skersai kranto ir stipresnė skersinė nešmenų pernaša, o pietinėje nerijos dalyje dažnesnė įstriža bangų energija sudaro palankesnes sąlygas išilginių srovių susidarymui ir išilginei nešmenų pernašai. Stipresnės išilginės srovės ir neženkliai aukštesnės bangos pietinėje nerijos dalyje lemia

didesnių ir išraiškingesnių sėklių susidarymą pietinėje nerijos dalyje negu šiaurinėje. Visi šie veiksniai sudaro prielaidas lėtesniam priekrantės sėklių vystymuisi pietinėje nerijos dalyje ir spartesnei jų kaitai šiaurinėje nerijos dalyje (Janušaitė ir kt., 2022; Janušaitė, 2022).

Išvados. Šiame tyrime atliktas priekrantės sėklių migracijos ir struktūros skersai kranto vertinimas Kuršių nerijos Baltijos jūros priekrantėje, pritaikius tradicinius sėklių tyrimų metodus palydovinei informacijai. Migracijos skersai kranto vertinimo rezultatai parodė, kad pagal daugiametę laiko skalę priekrantės sėkliai Kuršių nerijoje pasižymi įjūriniam migracijos ciklui būdinga elgsena, o šis ciklas pietryčių Baltijos jūros priekrantėje pastebėtas ir aprašytas pirmą kartą. Nustatyta, kad priekrantės sėkliai Lietuvos Kuršių nerijos dalies Baltijos jūros priekrantėje pasižymi nevienoda įjūrinės migracijos ciklo trukme ir migracijos skersai kranto greičiu. Šiuos skirtumus lemia sąveika tarp kranto linijos orientacijos ir nedidelių priekrantės hidrodinaminių skirtumų išilgai kranto. Atliktas tyrimas atskleidžia palydovinių vaizdų panaudojimo galimybes vertinant skirtingus priekrantės sėklių migracijos skersai kranto rodiklius, o pasiūlyta metodika gali būti taikoma tiriant sėklių kaitos ypatumus kituose smėlėtuose krantuose.

Literatūra

- Cohn N., Ruggiero P., De Vries S. ir kt.. 2017. Beach growth driven by intertidal sandbar welding. *Coastal Dynamics* 2017, June, 12–16.
- Dubarbier B., Castelle B., Marieu V. ir kt. 2015. Process-based modeling of cross-shore sandbar behavior. *Coastal Engineering*, 95, 35–50.
- Elgar S., Gallagher E. L., Guza R. T. 2001. Nearshore sandbar migration. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 106(C6), 11623–11627.
- Jakimavičius D., Kriaučiūnienė J., Šarauskiene D. 2018. Assessment of wave climate and energy resources in the Baltic Sea nearshore (Lithuanian territorial water). *Oceanologia*, 60(2), 207–218.
- Janušaitė R. 2022. Priekrantės sėklių dinamikos tyrimai nuotolinio stebėjimo metodais (Kuršių nerijos Baltijos jūros priekrantės pavyzdžiu). Daktaro disertacija. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Janušaitė R., Jarmalavičius D., Jukna, L. ir kt. 2022. Analysis of Interannual and Seasonal Nearshore Bar Behaviour Observed from Decadal Optical Satellite Data in the Curonian Spit, Baltic Sea. *Remote Sensing*, 14(14), 3423.
- Janušaitė R., Jukna L., Jarmalavičius D. ir kt. 2021. A Novel GIS-Based Approach for Automated Detection of Nearshore Sandbar Morphological Characteristics in Optical Satellite Imagery. *Remote Sensing*, 13(11), 2233.
- Newman D. R., Lindsay J. B., Cockburn J. M. H. 2018. Evaluating metrics of local topographic position for multiscale geomorphometric analysis. *Geomorphology*, 312, 40–50.
- Ruessink B. G., Wijnberg K. M., Holman, R. A. ir kt. 2003. Intersite comparison of interannual nearshore bar behavior. *Journal of Geophysical Research C: Oceans*, 108(8), 5–1.
- Van Enckevort I. M. J., Ruessink B. G. 2003. Video observations of nearshore bar behaviour. Part 1: Alongshore uniform variability. *Continental Shelf Research*, 23(5), 501–512.

PERDIRBTŲ POLIMERINIŲ MEDŽIADŲ 3 D SPAUSDINIMUI SAVYBIŲ TYRIMAS

**Jolanta Janutėnienė¹, Artūras Tadžijevas², Klaidas Drevinskas¹,
Evgenii Iamshchikov¹**

¹Klaipėdos universiteto Inžinerijos katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto
Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
Jolanta.januteniene@ku.lt

Ivadas. Plastiką yra kasdieniame gyvenime plačiai naudojama medžiaga, turinti reikšmę pasaulio ekonomikai. 3D spausdinimas iš plastikų labai plačiai taikomas pramonėje, medicinoje ir kt. Per pastaruosius 50 metų plastikų vaidmuo ir reikšmė pasaulio ekonomikoje visą laiką augo. Tačiau plastikai buvo gaminami, naudojami ir šalinami taip, kad nebūtinai galimybių gauti ekonominės naudos iš žiedinės ekonomikos principų ir daroma žala aplinkai, o perdirbtų plastikų paklausa vis dar nedidelė. Europos Komisija patvirtino „Europinę plastikų žiedinėje ekonomikoje strategiją“, kuria numatomi veiksmai, kad plastikų ir plastikinių produktų projektavimas ir gamyba visiškai atitiktų pakartotinio naudojimo ir antrinio perdirbimo poreikius. Plastikai ir plastiko turintys produktai turi būti projektuojami taip, kad būtų patvaresni, tinkami pakartotinai naudoti ir kokybiškai perdirbti. Antrinio perdirbimo veiklą yra svarbu integruoti į plastikų vertės grandinę.

Polimerinės medžiagos plačiai naudojamos 3D gaminiams spausdinti, pagrindinis privalumas yra tai, kad galima sukurti itin sudėtingos formos, didelio tikslumo gaminius, nesusidaro gamybos atliekos. Projektuojant ir gaminant 3D spausdintas detales ar konstrukcijų elementus, būtina atsižvelgti į po perdirbimo pakitusias medžiagų savybes, ypač tais atvejais, jei jas veikia nuolatinės ar ciklinės apkrovos.

Perdirbto polilaktido rūgšties polimerų (PLA) panaudojimo 3D spausdinimui ir jų savybių tyrimai atlikti moksliniame darbe (G. Atakok, 2022). Darbo autoriai ištyrė naujos PLA ir perdirbtos R_PLA medžiagos savybes, keisdami sluoksnio storį 0,15 mm; 0,2 mm; 0,25 mm bei bandinio užpildymą 30 %, 50 % ir 70 %. Gauti tempimo bandymo ir 3 taškų lenkimo bandymų rezultatai parodė, kad perdirbtas R_PLA gali būti sėkmingai naudojamas 3D spausdinimui. Mokslininkai (A.Lanzottia ir kt. 2019) atliko PLA spausdintos medžiagos tyrimus, nustatė mechanines savybes. Vėliau tyrimų medžiagą perdirbo 3 kartus ir pakartojo savybių tyrimus. Tyrimų rezultatai parodė, kad perdirbtas PLA gali būti naudojamas spausdinimui: du kartus perdirbtas PLA turėjo apie 10 % prastesnes lenkiamojo stiprio savybes, tačiau po 3 kartų perdirbimo lenkiamasis stipris sumažėjo apie 30 %. Darbe

(D. Rigon ir kt. 2020) atlikta perdirbto akrilnitrilo butadieno stireno (ABS) savybių apžvalga. Nustatyta, kad 3D spausdintų bandinių ir naujos ABS medžiagos tempiamasis stipris 43–47 MPa, o perdirbtos apie 10 % mažesnis.

Šiame straipsnyje atlikti tyrimai, siekiant nustatyti 3D spausdinimui skirtų medžiagų PLA ir ABS savybių pokyčius, kai naudojamos naujos ir arba perdirbtos medžiagos bei medžiagos paveikiamos UV spinduliuote.

Metodai. 3D spausdinimas. Tyrimams buvo atspausdinti 66 bandiniai, kurių geometrija atitinka tempimo bandymo standartą. Taip pat buvo atspausdinti 36 bandiniai smūginiam tūsumui nustatyti. Spausdintuvo ir spausdinimo sąlygos pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Bandinių spausdinimo sąlygos

Pavadinimas	Reikšmė
Spausdintuvas	Prusa MK3S+
Kambario temperatūra	22 °C
Spausdinimo temperatūra	255 °C
Spausdinimo stalo temperatūra	110 °C
Sluoksnio aukštis	0,2 mm
Plastiko srautas	100 %
Užpildymas	100 %
Uzpildymo laipsnis	45 °

Medžiaga. Spausdinimui naudotos PLA ir ABS naujos medžiagos bei perdirbtos medžiagos R_PLA ir R_ABS. Medžiagų savybės, kurias deklaruoja medžiagų gamintojai, dažniausia yra vienodos tiek naujoms, tiek perdirbtoms medžiagoms. Pagrindinė iš jų tempiamasis stipris: σ_y -50 MPa (PLA ir R_PLA) ir tempiamasis stipris σ_y -42 MPa (ABS; R_ABS); smūginis tūsumas 2 kJ/m² (PLA ir R_PLA) ir 30 kJ/m² (ABS; R_ABS).

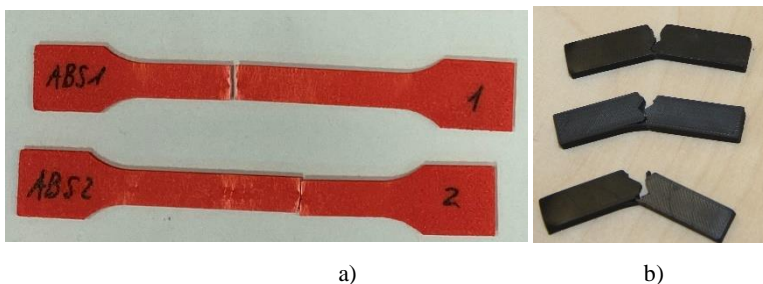
Tempimo bandymas. Tempimo bandymas atliktas pagal ISO 527-4:2021 tempimo mašina Zwick/Roell Z100.

Smūginio tūsumo bandymas. Smūginio tūsumo bandymas atliktas pagal standartą ISO 179-1:2010.

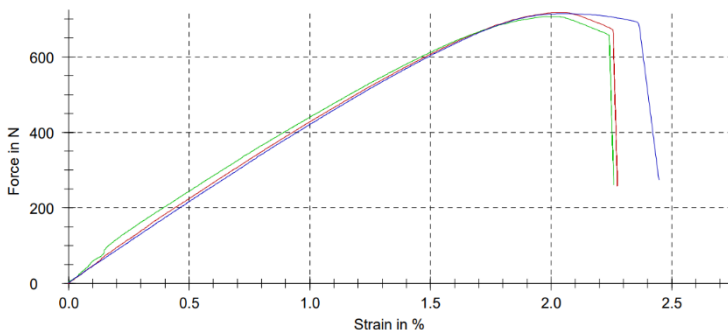
Paveiksle parodyti bandiniai, suirę po tempimo (1a pav.) bandymo, kuriuo nustatomos jų mechaninės savybės (tempiamasis stipris, tamprumo modulis, santykinis bandinio pailgėjimas ir kt.) ir po smūginio tūsumo bandymo (1b pav.).

UV spinduliuavimo poveikis. Visų medžiagų tempimo bandiniai išlaikyti UV kameroje 20 val. veikiant 1,65 W/m² spinduliuotei ir vėl atliktas tempimo bandymas savybių pokyčiams nustatyti.

Rezultatai. Atlikus tempimo bandymą gautos jėgos-poslinkių priklausomybės (2 pav.).



1 pav. Suirę bandiniai: a) po tempimo bandymo b) po smūginio tašumo bandymo.



2 pav. R_ABS bandinių tempimo bandymo diagrama.

Tyrimai parodė, kad bandiniai iš naujų ABS ir PLA medžiagų turi šiek tiek didesnę tempiamąją stiprį bei didesnę santykinę pailgėjimą nei perdirbtos medžiagos t. y. nauja medžiaga yra plastiškesnė. 3 lentelėje parodyti tempimo bandymų rezultatai.

Atlikus smūginio tašumo bandymus, visoms tirtoms medžiagoms išmatuota energija bandiniui sulaužyti. Ryškus skirtumas nustatytas tarp naujos ir perdirbtos ABS medžiagos: vienam bandiniui sulaužyti sunaudota energija pasikeitė nuo 0,51 J iki 0,26 J.

2 lentelė

Tempimo bandymo rezultatai

Medžiaga	F_{\max} , N	E, GPa	σ_y , MPa	dL at break, %
PLA	882	1,53	48	2,0
RPLA	875	2,11	46	1,8

Medžiaga	F _{max} , N	E, GPa	σ _y , MPa	dL at break, %
PLA_UV20	850	1,41	42	2,0
RPLA_UV20	876	1,96	46	1,8
ABS	914	1,79	37	3,0
ABS_UV20	793	1,78	35	1,7
RABS	693	1,62	35	2,4
RABS_UV20	713	1,57	34	2,3

Išvados. Atlikti eksperimentiniai 3D spausdintų bandinių tyrimai parodė, kad spausdintų bandinių iš PLA ir ABS medžiagų tempiamasis stipris yra mažesnis 4–7 % nei naujų spausdinimui skirtų medžiagų gijų. Perdirtimas turi įtakos medžiagų savybių nuvertėjimui: tempiamasis stipris mažėja 4–6 %, o santykinis pailgėjimas 10–20 % t.y. medžiaga tampa mažiau plastiška. Perdirtos ABS medžiagos smūginis tūsumas pasikeitė nuo 12,8 kJ/m² iki 6,6 kJ/m², apie 50 % t. y. medžiaga tampa žymiai trapesnė. UV spinduliavimas keičia medžiagos savybes. Po 20 h UV spinduliavimo ABS ir R_ABS medžiagos savybės nuvertėjo, sumažėjo santykinis pailgėjimas 10–30 %.

Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad perdirtos medžiagos gali būti sėkmingai naudojamos 3D spausdinimui, tačiau gaminant atsakingus konstrukcinius elementus, veikiamus dinaminių apkrovų, būtina atsižvelgti į sumažėjusį medžiagos plastiškumą.

Literatūra

- Atakok G., M. Kam, H. Bukre Koc. Tensile, three-point bending and impact strength of 3D printed parts using PLA and recycled PLA filaments: A statistical investigation. *Journal of Materials Research and Technology*. Volume 18, 2022, 1542–1554 p.
- Lanzottia A. et.al. A comparison between mechanical properties of specimens 3D printed with virgin and recycled PLA. *Procedia CIRP*. Volume 79, 2019, 143–146 p.
- Rigon D., M. Ricotta, G. Meneghetti A literature survey on structural integrity of 3D printed virgin and recycled ABS and PP compounds. *Procedia Structural Integrity*. Volume 28, 2020, 1655–1663 p.

2022 M. PRADŽIOS AUDRŲ PADARINIAI BALTIJOS JŪROS KRANTE LIETUVOJE

**Darius Jarmalavičius, Gintautas Žilinskas, Donatas Pupienis,
Rasa Janušaitė, Viktoras Karaliūnas**

Gamtos tyrimų centras, Geoaplinkos tyrimų laboratorija, Vilnius
darius.jarmalavicius@gamtc.lt

Ivadas. 2022 m. pradžioje susiklostė neeilinė meteorologinė situacija. Jau nuo sausio mėnesio vidurio per Lietuvą pradėjo slinkti gilūs ciklonai, sukėlę jūros lygį. Sausio 30 d. Lietuvos krantus pasiekė itin galingas ciklonas. Jo metu V-ŠV krypties vėjai gūsiuose pasiekė iki 35 m/s greitį, o jūros lygis pakilo iki 124 cm virš posto 0 atžymos. Šiam ciklonui buvo priskirtas „Maliko“ vardas. Vasario 17 d. Lietuvą pasiekė dar vienas galingas ciklonas. Jam suteiktas „Dudley“ vardas. Jo metu PV-V krypties vėjai gūsiuose pasiekė 24 m/s greitį, o jūros lygis pakilo iki 120 cm virš posto 0 atžymos. Po dviejų dienų, vasario 19 d. Lietuvą pasiekė „Eunice“ audra, kurios metu PV vėjai gūsiuose pasiekė 31 m/s greitį, o jūros lygis pakilo iki 143 cm virš posto 0. Vasario 21 d. jau kiek silpnėjęs, bet galingas ciklonas „Franklin“ lydėdamas PV vėjų, gūsiuose siekusių iki 30 m/s greitį sukėlė jūros lygį iki 121 cm virš posto 0. Kiekvienos audros metu jūroje bangų aukštis siekė 4 m.

Metodai. Minėti vėjo greičiai fiksuoti remiantis uosto švyturio duomenimis. Jūros lygis perskaiciuotas nuo posto nulio, kuris nuo 2016 m. patikslintas ir yra –4,89 m. Kranto profilių (52 žemyno krante ir 34 Kuršių nerijos krante) matavimai atlikti GNSS) Topcon HiPer SR.

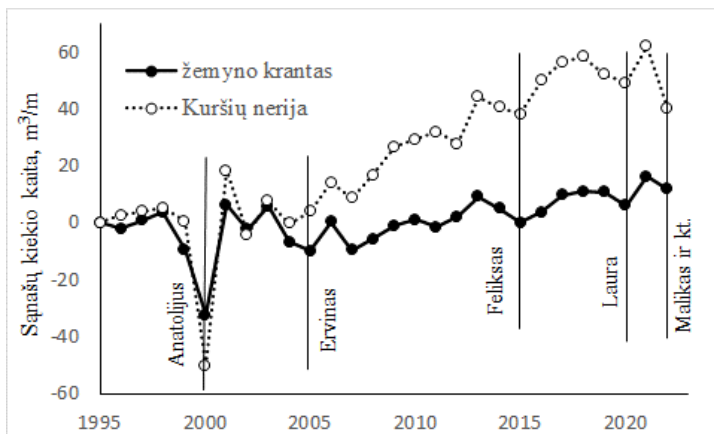
Rezultatai ir jų aptarimas. Šių ekstremalių audrų poveikis skirtingose kranto atkarpose buvo labai nevienodas. Žemyno krante labiausiai nukentėjo Būtingės, Palangos šiauriau tilto bei piečiau Birutės kalnu kranto ruožai. Taip pat nedidelės kranto atkarpėlės tarp Girulių ir Melnragės. Minėtose kranto atkarpose kranto linijai atsitraukus vidutiniškai 20–30 metrų iš kranto buvo išplauta vidutiniškai 40–60 m³/m birių sąnašų. Tuo pat metu pasitaikė nedideli kranto ruoželiai kurie nenukentėjo audrų metu. Fiksuotos trumpos kranto atkarpėlės tarp Šventosios ir Palangos, šiauriau Karklės bei Melnragių kranto atkarpose, kuriose krantas praktiškai nekito, o kai kur net buvo fiksuota nedidelė akumuliacija (kranto linijai pasislinkus į jūrą vidutiniškai 2–3 m, krante susikaupė vidutiniškai 2–10 m³/m birių sąnašų).

Kuršių nerijoje buvo fiksuoti gerokai didesni ardos mastai. Didžiausi smėlio praradimai buvo stebimi ten, kur jo atsargos buvo didžiausios – Smiltynės-Alksnynės kranto ruože. Čia kranto linijai atsitraukus vidutiniškai 25–35 m iš kranto buvo išplauta vidutiniškai 40–50 m³/m birių sąnašų. Panašūs

nuostoliai buvo fiksuoti ir trumpesnėse kranto atkarpėse piečiau Nidos, bei Pervalkos-Nidos ruože. Pažymėtina, kad tarp šių trumpų ardų židinių buvo fiksuojami ir nedidelės stabilaus kranto atkarpos, o vietomis (piečiau Juodkrantės, ties centrine Nida) krantas net pasipildė (iki 10 m³/m) smėlio atsargomis, o kranto linijos padėtis išliko praktiškai nepakitusi.

Stebėjimai parodė, kad skirtingų kranto atkarpų gebėjimas atlaikyti ekstremalias audras yra labai skirtingas. Šie skirtumai priklauso ne tik nuo vėjo lauko netolydumo audrų metu bei nuo skirtingos jų eigos, bet ir nuo kranto morfometrinių savybių. Apskritai, šių audrų padaryti nuostoliai buvo didžiausi 21 a. Lyginant su praecities audromis, žemyno krante nuostoliai (418,9 tūkst. m³) buvo gana artimi 2005 m. siautusiai „Ervinas“ padariniams (Žilinskas ir kt., 2005), o Kuršių nerijos krante (1,33 mln. m³) nedaug atsiliko nuo 1999 m. siautusiai „Anatolijaus“ (Žilinskas ir kt., 2000).

Praslinkus minėtoms sausio-vasario mėnesiais siautusioms audroms, prasidėjo kranto regeneracijos laikotarpis, kurio metu nuplautas smėlis palaipsniui buvo gražinamas į krantą. Tiesa, kaip ir audrų metu, taip ir po jų sekusio regeneracijos metu smėlis gražinamas ne tolygiai. Nebūtinai jis bus gražintas toje pačioje kranto atkarpoje kur buvo nuplautas. Dėl išilgai kranto pastoviai vykstančios smėlio apykaitos nešmenys perskirstomi, todėl kranto atsistatymo procesas skirtingose kranto atkarpose būna labai nevienodas.



1 pav. Birių sąnašų kiekio kaita 1995–2023 m. žemyno ir Kuršių nerijos krante.

Apskritai, praslinkus trimis mėnesiams po audrų, žemyno krante buvo gražinta apie 50 proc. nuplauto smėlio. Kuršių nerijoje, kadangi nuostoliai buvo gerokai didesni, buvo gražinta tik apie 30 proc. nuplauto smėlio. Tačiau, Kuršių nerija pasižymi didelėmis smėlio atsargomis priekrantėje, kurios be

viso ko dar yra papildomos smėlio atsargomis, išilginių srautų atgabenamomis iš pietinės nerijos dalies. Dėl šios priežasties, jei ekstremalios audros nesikartoja dažnai, po metų ar dviejų didžioji dalis Kuršių nerijos kranto turėtų atstatyti savo smėlio atsargas. Kaip matoma iš 1 pav. pateikto birių sąnašų pokyčių krante grafiko, net ir žemyno krante, pasižyminčiame kur kas mažesnėmis smėlio atsargomis, birių sąnašų kiekio krante pokyčio tendencija išlieka gana pastovi, nepriklausomai nuo praslinkusių ekstremalių audrų. Pastebėtina, kad kartais net pats atskiros ekstremalios audros poveikis metų bėgyje tampa „neįskaitomas“. Šiuo atveju kartais bendras padidėjusio audringumo fonas tampa svarbesnis nei atskiros audros padaryta laikina žala. Ypač tai gerai matoma Smiltynės-Alksnynės kranto ruožo, pasižyminčio didelėmis smėlio atsargomis, sąnašų biudžeto daugiametėje dinamikoje. Nepaisant didelių kranto nuostolių 1999 m., 2005 m., 2015 m., 2020 m. ir 2022 m. (kiekvienos audros metu čia buvo nuplauta nuo 20 iki 90 m³/m birių sąnašų) smėlio kiekis krante nuo 1999 m. šioje vietoje padidėjo nuo 60 iki 150 m³/m (Jarmalavičius ir kt., 2021). Tiesa, kranto atkarpos su mažu smėlio atsargų kiekiu priekrantėje pilnai savo profilio gali ir neatstatyti. Prie tokių kranto atkarpų galima priskirti morenos klifų ruožą tarp Šaipių ir Olando Kepurės žemyno krante, kranto atkarpą ties valstybine siena su Latvija, bei kai kurias kitas trumpesnes kranto atkarpas, daugiausia žemyno krante.

Išvados.

2022 m. pradžia pasižymėjo intensyvia ciklonine veikla, kurios metu praslinko net keturios ekstremalios audros lydimos uraganinių vėjų.

Kranto ardos nuostoliai žemyno krante prilygo 2005 m. audros nuostoliams, o Kuršių nerijos krante – 1999 m. audros nuostoliams.

Kranto ardos, kaip ir po audrų sekusio regeneracijos procesai nebuvo vienodi išilgai kranto.

Esant palankioms sąlygoms (pakankamas smėlio kiekis priekrantėje, salyginai ramūs orai) krantas sugeba atstatyti savo profilį net ir po ekstremalių audrų per vienerių ar dvejų metų laikotarpį.

Literatūra

- Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D., Karaliūnas V., Janušaitė R. 2020. Gamtinių veiksnių ir žmogaus veiklos įtaka jūros kranto dinamikai. Baltijos jūra, Lietuva. *Geografijos Metraštis* 53, 3-12.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Kulvičienė G. 2000. Uragano „Anatolijus“ padariniai Lietuvos jūriniame krante. *Geografijos metraštis*, Nr. 33, 191-206 p.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2005. Uragano „Ervinas“ padarinių Lietuvos jūriniame krante įvertinimas. *Geografijos metraštis*, Nr. 38(1), 47-63 p.

SEZONINĖS ŽMONIŲ KAITOS POVEIKIS NUOTEKŲ DINAMIKAI BEI KOKYBEI POPULIARIUOSE PAJŪRIO KURORTUOSE, ĮVERTINANT FTALATŲ, HORMONŲ IR MAISTMEDŽIAGIŲ KIEKIUS BEI JŲ IŠVALYMO EFEKTYVUMĄ

**Agnė Jucytė Čičinė, Mindaugas Žilius, Jolita Petkuvienė,
Irma Lubienė, Zita Gasiūnaitė, Tobia Politi, Elise Lorre**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
agne.jucyte-cicine@ku.lt

Įvadas. Kurortiniai miesteliai ir miestai, įsikūrę šalia Baltijos jūros, šiltuoju metų laikotarpiu pritraukia poilsiautojus iš kontinentinės dalies. Šiuo periodu apsilankančių poilsiautojų skaičius dažnai viršija nuolatinį gyventojų skaičių 10-imis kartų. Pavyzdžiui, vienuose iš populiariausių Lietuvos pajūrio kurortų, Nidoje ir Palangoje, apsilanko iki 60 kartų daugiau poilsiautojų (Dagiliūtė et al. 2017) nei juose yra nuolatinį gyventojų. Dėl laikinai išaugusio žmonių skaičiaus kurortuose ne tik padidėja vandens suvartojimas, susidarantių nuotekų kiekis, bet atsiranda sąlygos naujų mikroteršalų patekimui į aplinką. Kaip žinoma, patys žmonės išskiria mikroteršalus (hormonus, vaistų likučius bei ftalatų junginius), taip pat jų kasdieninėje veikloje naudojami plastiko gaminiai sudaro sąlygas ftalatų atpalaidavimui iš jų (Tang et al. 2020; Johnson et al. 2000). Nemaža dalis mikroteršalų, patekusių į nuotekas, išlieka aktyvūs, su veikliosiomis medžiagomis. Todėl tikėtina, kad net laikinas gyventojų padidėjimas galimai turi įtakos nuotekų kokybei, jų išvalymo efektyvumui bei mikroteršalų patekimui į priekrantės ekosistemas. Taip pat masiniai susibūrimai renginių metu, tokių kaip Jūros šventė ar koncertai, irgi galimai lemia lokalizuotą žmonių atnešamos taršos padidėjimą, turinčios įtakos vandens ekosistemoms. Visgi iki šiol lieka mažai žinoma kaip trumpalaikiai ir sezoniniai žmonių susibūrimai įtakoja nuotekų kokybę ir naujai atsirandančių teršalų kiekį galimai patenkantį į priekrantės ekosistemas.

Tyrimo tikslas. Nustatyti ftalatų, bendrojo estrogeniškumo (EEQ) ir maistmedžiagių koncentraciją bei kitus cheminius rodiklius nevalytose bei išvalytose nuotekose, įvertinant sezoninius junginių kiekius, jų pašalinimo efektyvumą bei priklausomybę nuo poilsiautojų kiekio padidėjimo dviejuose populiariuose Lietuvos kurortuose: Nidoje ir Palangoje.

Metodai. 2022 m. kovo–2023 m. vasario laikotarpiu kas mėnesį buvo imami nevalytų bei išvalytų nuotekų mėginiai analitiniais tyrimams, siekiant

įvertinti ftalatų ir hormonų kiekį bei nuotekų kokybinius parametrus: cheminį deguonies sunaudojimą (ChDS), biocheminį deguonies suvartojimą (BDS₇), maistmedžiagių (bendras azotas, bendras fosforas), suspenduotos medžiagos (SM) ir ištirpusios organinės anglies koncentraciją (IOA) skirtingais metų laikotarpiais. Aštuoni skirtingi ftalatai (dimetil ftalatas [DMP], dietil ftalatas [DEP], dibutil ftalatas [DBP], butilbenzil ftalatas [BBzP], Di(2-etilheksil) ftalatas [DEHP], Di-n-Oktil ftalatas [DOP], diizobutil ftalatas [DiBP] ir Di(2-etilheksil) adipatas [DEHA) vandenyje ir suspenduotoje medžiagoje buvo nustatyti taikant kietafazės ekstrakcijos ir dujų chromatografijos masių spektrometrijos metodą pagal LST EN ISO 18856:2005 standartą. Estrogeninis potencialas (estrogeniškumas) buvo įvertintas pagal bendrą estrogeninių junginių potencialą, išreikšta 17β-estradiolio equivalentu. Šis ekvivalentas gautas taikant biocheminį modifikuotų mielių bendrojo estrogeniškumo nustatymo metodą pagal McDonnell ir kt. (1991). Nuotekų kokybę įvertinta pagal bendruosius taršos rodiklius: ChDS, BDS₇, SM ir IOC, o maistmedžiagių - bendrą azotą ir fosforą, SDK ir IOA, naudojant standartinius analitinius metodus (LST EN ISO 1899-2:2000; ISO 15705:2002 ir kt.).

Rezultatai. Tyrimo laikotarpiu nustatyta, kad suvartoto vandens kiekis kurortuose priklausė nuo oro temperatūros ir glaudžiai siejosi su didėjančiu įvažiuojančių mašinų skaičiumi į Kuršių Neriją ir augančiu nakvynės poreikiu Palangoje. Visgi suvartoto vandens kiekis tik dalinai, ypač Palangos miesto nuotekų valykloje, atspindėjo susidariusių nuotekų kiekį. Šį skirtumą lėmė lietaus ir gruntinio vandens infiltracija į nuotekų tinklus, kas taip pat turėjo įtakos tirtų junginių koncentracijai išskirtinai šaltuoju metų laikotarpiu. Skirtingai nei Palangoje, į Nidos valyklą patenkančių nuotekų kiekis kito sezoniškai pasiekdamas piką vasaros metu.

Į kurortų nuotekų valyklas su nevalytomis nuotekomis patenkančios suminis ftalatų kiekis kito nuo 4,8 iki 295,1 μg L⁻¹ ir priklausė nuo sezoninio poilsiautojų skaičiaus padidėjimo, kurį atspindėjo padidėjęs įvažavusių mašinų ir išaukęs nakvynių skaičius vasaros mėnesiais. Ištekančiose nuotekose koncentracija svyravo nuo 0,01 iki 6,5 μg L⁻¹. Nevalytose nuotekose dažniausiai buvo nustatytas DEHP ir DBP. Didžiausia DEHP koncentracija buvo aptinkama suspenduotoje medžiagoje dėl šio ftalato išskirtinio hidrofobiškumo. Idomu tai, kad DBP buvo išskirtinai gausiai nustatytas tik nuotekose iš Nidos. EEQ koncentracija atitekančiose nevalytose nuotekose svyravo nuo 1 iki 4 ng L⁻¹, o po valymo koncentracija buvo nuo 0,1 iki 0,8 ng L⁻¹. Būtina pastebėti, kad estrogeniškumo kaita nuotekose netiesiogiai priklausė nuo įvažavusių mašinų bei nakvynių skaičiaus kurortuose. Tai parodo galimą estrogeniškumo slopinimo (antiestrogeninį) efektą nuotekose,

pasireiškiantį dėl vaistų veikliųjų medžiagų, esančių tose pačiose nuotekose (Ezechias ir kt. 2016; Abraham ir kt. 2017). Nuotekų kokybės parametrų bei maistinių medžiagų kiekiai reišmingai kito su metų sezonu ir jų reikšmės buvo didžiausios vasarą. Nepaisant padidėjusios taršos organine medžiaga ir maistmedžiagėmis, didžioji dalis jų (65–99 % atnešto kiekio) buvo sulaikoma kurortu valyklose. Nuotekų apvalymo efektyvumas nuo estrogeniškumo buvo mažesnis šiltuoju metų laikotarpiu galimai dėl padidėjusio nuotekų kiekio.

Išvados. Apibendrinant rezultatus galima teigti, kad padidėjęs nuotekų kiekis dėl išsaugusio poilsiautojų skaičiaus neturėjo reikšmingos įtakos ištekantių nuotekų kokybei. Vadinasi, tiek mažesnės (Nidos), tiek ir didesnės (Palangos) valyklos sugeba apvalyti nuotekas nuo mikro bei kitų teršalų nepaisant kintančios nuotekų dinamikos prieš jiems patenkant į priekrantės ekosistemas. Nustatyta, kad kai kuriais mėnesiais bendrojo estrogeniškumo koncentracija šiek tiek viršijo ribinę vertę, tačiau galimai ji nesukėlė žalingo efekto priekrantės ekosistemoms. Tyrimo metu taip pat buvo pastebėta, kad mažesnė nuotekų valykla kaip Nidos yra labiau įtakojama/veikiama sezoninių nuotekų pokyčių dėl atvykstančių poilsiautojų. Iš šios valyklos išleidžiamose nuotekose buvo išskirtinai aptinkamas DBP ftalatas, kurio koncentracija dvigubai viršijo DEHP. Nepaisant didesnio DBP kiekio jo koncentracija lieka iki šiol neregamentuota. Tuo tarpu didžioji dalis išleidžiamų nuotekų kokybės rodiklių, maistmedžiagų, organinės medžiagos reikšmės buvo ženkliai pagerintos po technologinio valymo proceso ir neviršijo nuotekų tvarkymo reglamente nurodytų leidžiamų verčių.

Literatūra

- Dagilūitė R., Žalandauskas M., Sujetovienė G., & Žaltauskaitė J. 2017. Willingness to Pay for the Authenticity of the Curonian Spit. *Environmental Processes*, 4(S1), 251–262.
- Johnson, A.C., Belfroid, A., Di Corcia, A., (2000). Estimating steroid oestrogen inputs into activated sludge treatment works and observations on their removal from the effluent. *Science of the Total Environment* 256 (2e3), 163e173.
- Marion Abraham, Anne Schoop, Carina Deich, Martin Jähne, Karina Hettwer, Detlef, Schulz-Bull, Joanna Waniek., (2017). Estrogen Activities in Baltic Sea Coastal Areas. Leibniz Insitute for Baltic Sea Research Warnemünde, Department of Marine Chemistry, Seestrasse 15,18119 Rostock, Germany bQuoData GmbH, Prellerstrasse 14, D-01309 Dresden, Germany.
- Martin Ezechias, Jana Janochová, Alena Filipová, Zdena Křesinová, Tomáš Cajthaml. (2016). Widely used pharmaceuticals present in the environment revealed as in vitro antagonists for human estrogen and androgen receptors, *Chemosphere*, Volume 152.
- McDonnell DP et al., (1991). High level expression of biology active estrogen receptor in *Saccharomyces cerevisiae*; *Steroid Biochem. Mol. Biol.*;39(3); 291-297.
- Tang, S., He, C., Thai, P., Vijayasathy, S., Mackie, R., Toms, L.-M. L., Mueller, J. F. (2020). Concentrations of phthalate metabolites in Australian urine samples and their contribution to the per capital loads in wastewater. *Environment International*, 137.

FEKALINĖS TARŠOS INDIKATORIŲ IR KITŲ BAKTERIJŲ KAITA MAKROFITŲ ŠAŅAŠOSE BALTIJOS JŪROS PAPLŪDIMYJE

Greta Kalvaitienė, Marija Kataržytė

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

Įvadas. Rekreacinių paplūdimių vandens kokybę Europos Sąjungoje (ES) reglamentuoja Maudyklų vandens direktyva (2006/7/EB). Vandens tinkamumas ir saugumas maudytis nustatomas pagal žarninių enterokokų (*Enterococcus* spp.) ir žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) kiekius vandenyje. Šie mikroorganizmai naudojami fekalinei taršai vandenyje aptikti ir vadinami fekalinės taršos indikatorinėmis bakterijomis (toliau – FIB).

FIB aptikimas vandenyje yra siejamas su kitų potencialiai žmonėms patogeninių mikroorganizmų buvimu (Santo Domingo and Edge, 2010). Nors FIB gali egzistuoti vandens aplinkoje kaip nekenksmingi „natūralizuoti“ mikroorganizmai kurie nėra patogeniški (Devane et al., 2020), tačiau enterokokai bei žarninės lazdelės, vandenyje atsiradę dėl nesenos fekalinės taršos gali patys būti patogeniški žmonėms ir sukelti infekcines ligas, pasireiškiančias viduriavimu, karščiavimu, pilvą raizgančiais skausmais.

Paplūdimiuose į krantą išmestų makrofitų šašos gali veikti kaip antrinė patogeninių bakterijų buveinė (Imamura et al., 2011). Makrofitų irimo metu pradinės mikroorganizmų bendrijos keičia pH, deguonies lygį ir maistinių medžiagų sudėtį makrofitų veikiamoje aplinkoje, o tai gali turėti įtakos besikeičiančios mikroorganizmų bendrijos sudėčiai ir struktūrai (Chun et al., 2017). Ant kranto išmesti ir irstantys makrofitai gali tapti antrine buveine įvairių potencialių patogeninių mikroorganizmų augimui ir dauginimuisi (*E. coli*, *Enterococcus*, *Salmonella* ir *Campylobacter*), tokiu būdu bloginant rekreacijai naudojamo vandens kokybę (Olapade et al., 2006).

Lietuvos pajūryje paplūdimių šašų ženkliai dalį sudaro *Furcellaria lumbricalis* dumbliai, taip pat galima aptikti įvairių rūšių žaliadumblų, kitų rūšių raudondumblų bei rudadumblų. Per vieną mėnesį susikaupiančių šašų kiekiai Baltijos jūros priekrantėje, tarp jūr ir Lietuvoje, gali siekti 4 kg/m² (Bučas et al., 2007; Möller et al., 2021).

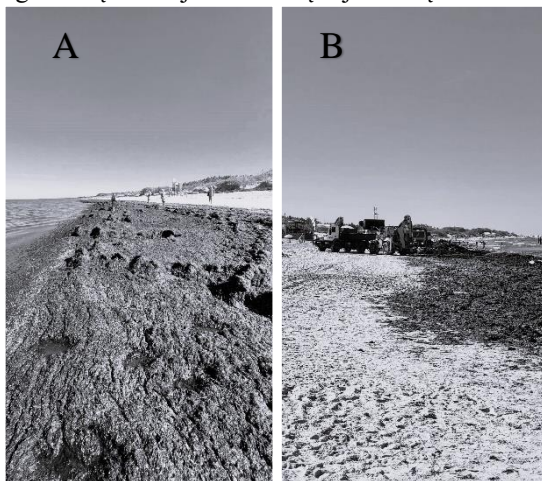
Pagal Lietuvos higienos normą HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“ (toliau – Higienos norma), esant dumblių šašoms pakrantėje institucijos, atsakingos už paplūdimių ir maudyklų administravimą, turėtų įvertinti galimą grėsmę poilsiautojų sveikatai ir nedelsdamos informuoti

visuomenę, bei pašalinti pakrantėje susidariusias didžiųjų dumblių sąnašas, tačiau tai nutinka palyginus retai.

Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti kaip keičiasi bakterijų, tarp jų ir potencialiai patogeniškų žmogui, gausumas ir bendrijų sudėtis sąnašų akumuliacijos paplūdimyje metu bei palyginti su kaita paplūdimių vietose be sąnašų akumuliacijos.

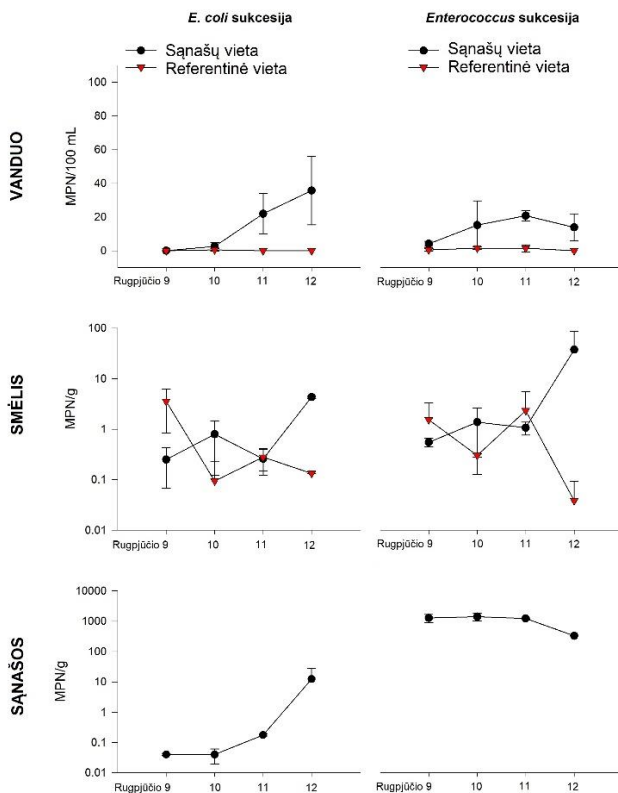
Tyrimo metodai. Vandens, smėlio bei makrofitų sąnašų mėginiai buvo renkami Šventosios paplūdimyje, 2022 m. rugpjūčio 9–12 dienomis. Mėginiai pradėti rinkti iškart po makrofitų akumuliacijos krante pradžios. Trečią mėginių rinkimo dieną sąnašos pradėtos šalinti iš paplūdimio (1 pav.). Mėginiai buvo paimti ir ketvirtą dieną po sąnašų pašalinimo. Paplūdimyje vandens ir smėlio mėginiai taip pat buvo renkami ir referentinėje vietoje be sąnašų. *E. coli* kiekio nustatymui naudotas Colilert metodas, 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. Vandens ir sąnašų mėginiams, surinktiems pirmą, antrą ir ketvirtą dieną, buvo atlikta 16S ribosominės RNR sekoskaita (Illumina sekoskaitos platforma, Novogene Co, Ltd, Jungtinė Karalystė) siekiant nustatyti mikroorganizmų bendrijos struktūrą ir jos kaitą.



1 pav. Sąnašos pirmą rinkimo dieną (A) ir jų valymas iš paplūdimio trečią dieną (B).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Visu tyrimo laikotarpiu *E. coli* ir enterokokų kiekiai vandenyje išliko maži ir neviršijo Higienos normoje nurodytų maksimalių verčių: 100 MPN/100 mL – enterokokams ir 1000 MPN/100 mL – *E. coli*. Enterokokų kiekis vandenyje su sąnašomis beveik visu laikotarpiu išliko didesnis nei referentinėje vietoje, didžiausia koncentracija ($20,8 \pm 2,97$ MPN/100 mL) aptikta trečią mėginių rinkimo dieną. *E. coli* referentinėje vietoje vandenyje buvo aptikta tik kartą, o vandenyje su sąnašomis *E. coli* kiekis nuolat didėjo ir pasiekė didžiausią koncentraciją ($35,7 \pm 20,2$ MPN/100 mL) sekančią dieną po sąnašų pašalinimo (2 pav.).



2 pav. *E. coli* ir enterokokų gausumo pokyčiai keturių dienų laikotarpiu Šventosios paplūdimyje su sąnašomis ir be sąnašų (referentinė vieta).

Smėlyje padidėjusios *E. coli* ($4,34 \pm 0,26$ MPN/g) ir enterokokų ($37,65 \pm 50,69$ MPN/g) koncentracijos buvo nustatytos paskutinę mėnesio dieną. Pačiose sąnašose buvo aptiktas *E. coli* gausumo padidėjimas taip pat paskutinę mėginių rinkimo dieną: nuo $0,18 \pm 0,01$ MPN/g iki $12,36 \pm 16,38$ MPN/g. Tuo tarpu enterokokų kiekis sumažėjo daugiau nei dvigubai – nuo $1225,96 \pm 56,48$ MPN/g iki $329,17 \pm 0,30$ MPN/g (2 pav.).

Vidutinės žarninių lazdelių ir enterokokų koncentracijos statistiškai reikšmingai nesiskyrė tarp sąnašų akumuliacijos ir referentinės vietų, išskyrus žarninių enterokokų kiekius vandenyje, kurie buvo didesni vandenyje su sąnašomis nei be jų ($p < 0.05$).

Remiantis 16S rRNR sekoskaitos duomenimis, vandens ir sąnašų mėginiuose iš identifikuotų santykinai gausiausių mikroorganizmų grupių, keturioms iš jų priklauso potencialiai žmonėms patogeniškos mikroorganizmų rūšys: *Vibrio*, *Clostridium*, *Campylobacter* ir *Pseudomonas*. Santykinai dideliu *Pseudomonas* bakterijų gausumu išsiskyrė sąnašos pirmą dieną ir vanduo sąnašų akumuliacijos vietoje ketvirtą dieną. Santykinai didžiausias *Vibrio* bakterijų gausumas aptiktas vandenyje sąnašų akumuliacijos vietoje pirmą dieną, *Clostridium* bakterijų – sąnašų akumuliacijos vietoje vandenyje antrą dieną. Referentinėje vietoje potencialiai patogeniškų mikroorganizmų genčių nebuvo aptikta arba jų santykinis gausumas buvo nedidelis.

Preliminarūs tyrimai parodė, kad makrofītų sąnašų buvimas gali turėti poveikį enterokokų gausumo padidėjimui vandenyje, o sąnašose galima aptikti potencialių žmogaus patogenų – *Vibrio*, *Clostridium* ir *Pseudomonas* gentims priklausančių mikroorganizmų.

Padėka. Tyrimo veiklos finansuoto pagal 2019–2020 m. „BiodivERSA“ programą „BiodivClim ERA-Net COFUND“. Projektui finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. S-BIODIVERSA-21-1., Klaipėdos universiteto, Jūros tyrimų instituto, Ekologijos ir aplinkotyros mokslų doktorantūros studijų programos (skirta G.K.), LAT-LIT “Estimation, monitoring and reduction of plastic pollutants in Latvian-Lithuanian coastal area via innovative tools and awareness raising (ESMIC)”.

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, Hydrodynamic control of aquatic ecosystem processes* 75, 308–316. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.04.038>
- Chun, C.L., Peller, J.R., Shively, D., Byappanahalli, M.N., Whitman, R.L., Staley, C., Zhang, Q., Ishii, S., Sadowsky, M.J., 2017. Virulence and biodegradation potential of dynamic microbial communities associated with decaying *Cladophora* in Great Lakes. *Science of The Total Environment* 574, 872–880. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.107>

- Devane, M.L., Moriarty, E., Weaver, L., Cookson, A., Gilpin, B., 2020. Fecal indicator bacteria from environmental sources; strategies for identification to improve water quality monitoring. *Water Research* 185, 116204. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116204>
- Imamura, G.J., Thompson, R.S., Boehm, A.B., Jay, J.A., 2011. Wrack promotes the persistence of fecal indicator bacteria in marine sands and seawater. *FEMS microbiology ecology* 77, 40–49. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2011.01082.x>
- Möller, T., Woelfel, J., Beldowski, J., Busk, T., Gorbunova, J., Hogland, W., Kotwicki, L., Martin, G., Quintana, C., Sachpazidou, V., Schmieder, F., Schubert, H., Schaetzle, P.-K., Taevere, T., Torn, K., 2021. Ecological aspects of sustainable beach wrack management. pp. 56–107.
- Olapade, O.A., Depas, M.M., Jensen, E.T., McLellan, S.L., 2006. Microbial Communities and Fecal Indicator Bacteria Associated with Cladophora Mats on Beach Sites along Lake Michigan Shores. *Appl Environ Microbiol* 72, 1932–1938. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.3.1932-1938.2006>
- Santo Domingo, J.W., Edge, T.A., 2010. Identification of primary sources of faecal pollution. Safe management of shellfish and harvest waters 51–90.

SUNKIŪJŲ MINERALŲ SANKAUPŲ SUDĖTIES PAPLŪDIMIŲ SMĖLIO SĄNAŠOSE PASISKIRSTYMO IŠILGAI LIETUVOS BALTIJOS JŪROS KRANTO TYRIMAS

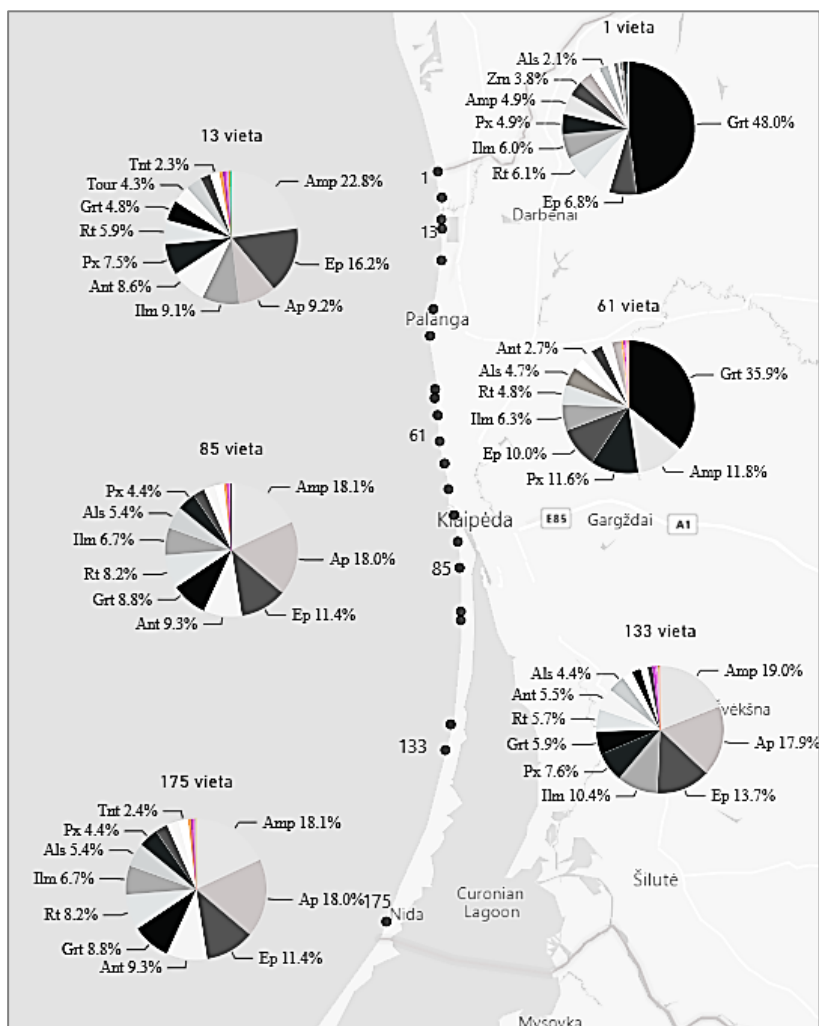
Dovilė Karlonienė¹, Donatas Pupienis^{1,2}

¹Gamtos tyrimų centras, Vilnius, ²Vilniaus universitetas, Vilnius
dovile.karloniene@gamtc.lt

Įvadas. Skirtingi regionai ir uolienų dariniai turi unikalias sunkiųjų mineralų sandaupas, todėl tam tikrų sunkiųjų mineralų egzistavimas ir santykinė gausa gali parodyti nuosėdų kilmę. Sunkiųjų mineralų tyrimai taip pat gali padėti nustatyti nešmenų pernašos ypatumus, nusėdimo aplinką, ar geocheminę sąnašų sudėtį. Mineralams kauptis į sąnašynus palankiausia yra jūros kranto zona dėl būdingų hidraulinių procesų, todėl septintajame XX a. dešimtmetyje Lietuvos pajūrio regione kranto sąnašos tirtos kaip potencialus sunkiųjų mineralų sąnašynų šaltinis (Linčius, 1970). Sunkiųjų mineralų sandaupos (daugiau kaip 90 %) dažniausiai randamos paplūdimių viršutiniame sluoksnyje (0,5–0,7 m gylyje), rečiau sutinkamos giliau, o paplitimo rajonai, nepaisant pasitaikančių ekstremalių audrų, išlieka beveik pastovūs (Stauskaitė, 1962; Linčius, 1970). Todėl sunkiųjų mineralų koncentracijos tyrimai gali būti naudingi krante vykstančių procesų vertinimui, pavyzdžiui, matuojant smėlio sąnašų magnetinį imlumą (Pupienis ir kt., 2017).

Lietuvos pajūryje sunkieji mineralai identifikuoti taikant optinės analizės metodą, kurių tikslumas labiausiai priklauso nuo tyrėjo įgūdžių. Šiuo metodu dažniausiai nustatomos sunkiųjų mineralų grupės, todėl mineralų įvairovė yra mažesnė nei taikant automatizuotus metodus (Dunkl ir kt., 2020). Todėl šio tyrimo tikslas įvertinti ir patikslinti sunkiųjų mineralų sandaupų sudėtį šiuolaikinėse paplūdimio smėlio sąnašose ir jų pasiskirstymą išilgai Lietuvos pajūrio kranto taikant Ramano spektroskopijos metodą.

Metodai. Sunkieji mineralai, kuriems būdingas didesnis savitasis tankis, paprastai hidrauliškai koncentruojami mažesnėje frakcijoje nei stambesnėse (Wong, Woodrow ir McGann, 2013). Todėl nustatant sunkiųjų mineralų sudėtį paplūdimio smėlio sąnašose buvo pasirinkta 0,063–0,250 mm frakcija. Išanalizuotas 21-as paviršinių paplūdimio sąnašų ėminys surinktas iš paplūdimio vidurio 2014 metais (1 pav.). Sunkieji mineralai atskirti sunkiuoju skysčiu, kurio tankis 2,92 g/cm³, ir nustatyti Ramano spektroskopijos metodu Erlangeno-Niurnbergo universiteto laboratorijoje, Vokietijoje.



1 pav. Paplūdimio sąnašose aptinkamų sunkiųjų mineralų sandaigų sudėties pasiskirstymas Lietuvos pajūrio krante. Amp – amfibolai, Ap – apatitas, Als – aliuminio silikatai, Ant – anatazas, Ep – epidotai, Grt – granatai, Ilm – ilmenitas, Px – piroksenai, Tour – turmalinas, Tnt – titanitas, Rt – rutilas, Zrn – cirkonas.

Rezultatai. Atlikus pirminę analizę išryškėjo kelios sunkiųjų mineralų sandaigų sudėties paplūdimių smėlio sąnašose pasiskirstymo išilgai Lietuvos

Baltijos jūros kranto tendencijos. Žemyno krante pagal sunkiųjų mineralų sandaigų sudėtį galima išskirti šias zonas: klifų ruožo (Olando kepurė ir Šaipiai) – Palangos, Palangos (šiaurinė dalis) – Šventosios, Šventosios – Būtingės. Klifų – Palangos ir Šventosios – Būtingės ruožuose dominuoja granatai (vid. $35\pm 6\%$). Palangos – Šventosios ruože sunkiųjų mineralų sandaigų sudėtis kiek panaši į sunkiųjų mineralų sandaigų sudėtį nustatytą Kuršių nerijos paplūdimių smėlio sąnašose, kur dominuoja amfibolai (vid. $19\pm 2\%$), epidotai (vid. $17\pm 2\%$), didesni apatito (vid. $8\pm 1\%$) kiekiai (lyginant su apatito kiekiu kituose žemyninio kranto ruožuose). Kuršių nerijos Baltijos jūros kranto smėlio sąnašose dominuoja amfibolai (vid. $12\pm 3\%$), epidotai (vid. $15\pm 5\%$) ir apatitas (vid. $15\pm 2\%$). Apatito kiekis ankstesnių tyrimų metu ne visada siekdavo 1% arba jis iš viso nebuvo nustatytas (Bitinas ir kt., 2005). Galima pažymėti, kad mineralas anatazas (vid. $7\pm 3\%$, gausesnis Kuršių nerijoje) anksčiau nebuvo identifikuotas arba ankstesniuose tyrimuose jis buvo išskiriamas kaip leikoksenas (kuris gali būti tiek rutilo, tiek anatazo atmaina). Gauti rezultatai dalinai patvirtina R. Stauskaitės (1962) rezultatus, kuri nurodo, kad akumuliacinėse atkarpose padidėja amfibolų, o abrazinėse ir dinaminės pusiausvyros atkarpose padaugėja granatų ir rūdinių mineralų.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Gauti rezultatai ateiityje leis nustatyti pavienius būdingus Lietuvos pajūriui sunkiuosius mineralus, patikslinti sandaigų sudėties pasiskirstymą, kas įgalins tiksliau įvertinti žemyno ir Kuršių nerijos Baltijos jūros krantų sąnašų skirtumus.

Literatūra

- Bitinas A. ir kt. 2005. Baltijos jūros Lietuvos krantų geologinis atlasas. Geologijos akiračiai 14–22.
- Dunkl I. ir kt. 2020. Comparability of heavy mineral data – The first interlaboratory round robin test. *Earth Sci Rev.* <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103210>
- Linčius A. A. 1970. Apie sunkiųjų mineralų koncentratų slūgsojimą Baltijos jūros pietrytinėje pakrantėje, in: Lietuvos Kvarterinių Naudingųjų Iškasenų Geologijos Klausimai//Lietuvos Geologijos Mokslinio Tyrimo Instituto Darbai, 19t. p. 127.
- Pupienis D. ir kt. 2017. Spatial patterns in heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast, southeastern Baltic Sea. *Estuar Coast Shelf Sci* 195, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.008>
- Stauskaitė R., 1962. Mineralogical composition of sand from the Baltic Sea coastal stretch between Šventoji- Jantarnoe (Palvininkai). *Proc. Sci. Acad. Lith. Ser. B* 4, 83–105.
- Wong F. L. et al. 2013. Heavy mineral analysis for assessing the provenance of sandy sediment in the San Francisco Bay Coastal System. *Mar Geol* 345, 170–180. <https://doi.org/10.1016/J.MARGEO.2013.05.012>

AKVAPONIKOS PLĖTROS SKATINIMAS LIETUVOJE

Asta Klimienė¹, Ramutis Klimas², Gintautas Narvilas²

¹Klaipėdos universiteto Botanikos sodas, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
asta.klimiene@ku.lt

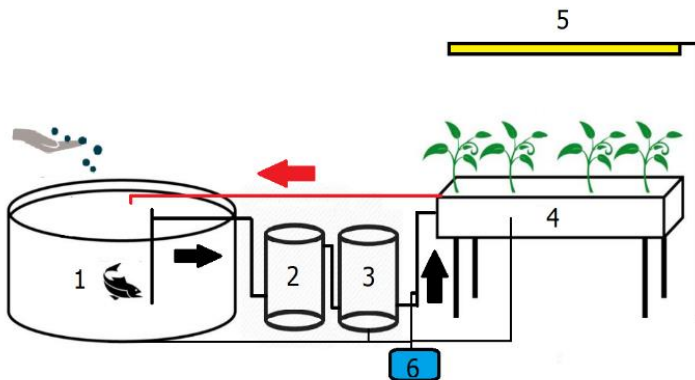
Įvadas. Akvaponikos sistema – tai technologija ir procesas, kurio metu kartu auginamos žuvys ir augalai. Tai dviejų sistemų simbiotinis veikimas: augalai gyvena ir auga žuvų dėka, o žuvys – dalinai augalų dėka. Susidomėjimas akvaponikos sistemomis stebimas daugelyje pasaulio šalių. Ypač šios sistemos diegiamos ir plėtojamos Vokietijoje, Belgijoje, Norvegijoje, Švedijoje, Didžiojoje Britanijoje, Ispanijoje. Remiantis užsienio šalių patirtimi, ši technologinė sistema duoda ekonominę, o ypač – aplinkosauginę naudą (Kloas ir kt., 2015; Goddek ir kt., 2019; Yep ir kt., 2019).

Tai gamtinius (vandens) resursus tausojantis metodas. Palyginti su tvenkiniais ir recirkuliacinėmis akvakultūros sistemomis (RAS), reikia ženkliai mažiau vandens. Akvaponikos sistemoje augalų šaknų išvalytas vanduo nuo azotinių junginių grįžta vėl į žuvų auginimo baseiną: nereikia nuolat išleisti/keisti nešvarų vandenį, o reikia tik papildyti nedidelį jo nugaravusį kiekį. Be to, didžioji dalis azotinių junginių nepatenka į aplinką, nes vandenyje esančius nitratus sunaudoja augalai kaip maisto medžiagas. Nereikia augalų papildomai tręšti, naudoti herbicidų. Tausojamas ir nealinamas dirvožemis, nes akvaponikos sistema gali būti įrengiama patalpoje, šiltnamyje ar pan. Auginant monokultūrinius augalus nereikia sėjomainos. Žuvų ir daržovių ar prieskoninių augalų auginimo procese naudojama tik elektros energija, kuri gali būti pagaminta ir saulės ar vėjo jėginių pagalba. Ypač šios sistemos naudingos ūkiams, turintiems nedaug žemės arba esantiems nederlingose bei saugomų teritorijų vietovėse. Galima jas naudoti ne tik kaime, bet ir mieste. Be jokios abejonės, tai aplinką tausojanti ir jos taršą mažinanti inovatyvi technologinė sistema.

Darbo tikslas – demonstruoti akvaponikos sistemos įrengimą ir veikimo procesą bei skatinti šio pažangaus metodo plėtrą šalies ūkiuose.

Metodai. Darbo pradžia – 2020 m. IV ketvirtis, pabaiga – 2023 m. I ketvirtis. Pagal parodomojo bandymo metodiką 10-yje ūkių įrengtų prototipinių akvaponikos sistemų struktūra pateikta 1 paveiksle. Viena sistema įrengta ūkyje, esančiame Pakruojo r. sav., ir devynios sistemos – skirtinguose Klaipėdos regiono ūkiuose: 5 – Klaipėdos r. sav., 2 – Šilutės r. sav., po 1 – Skuodo ir Kretingos r. sav. Iš projekto lėšų įrengtos ne tik prototipinės akvaponikos sistemos, bet kiekvienam ūkiui nupirktos ir žuvys, pašarai,

biomedija, nitrifikuojančios bakterijos, vandens kokybės testai, putplastis ir substratai bei pasodinti įvairių augalų daigai. Eksperimentas vykdytas dviem etapais: 2021 m. vasarą – 2022 m. žiemą (1-as etapas), nuo 2022 m. pavasario (2-as etapas).



1 pav. Akvaponikos sistemos schema: 1 – žuvų baseinas, 1,5 m³; 2 – nuosėdų nusodintuvas, rezervinė vandens talpa, 200 l; 3 – biofiltras, 200 l; 4 – augalų auginimo talpa; 5 – apšvietimas; 6 – orapūtė, kolektorius, oro žarnos, difuzoriai, atbuliniai vožtuvai, PVC vamzdynas ir jo sujungimo detalės.

Žuvis auginamos baseine (1), kur nuolat vanduo keičiasi cirkuliuojant ratu. Žuvis šeriamos specialiu sausu granuliuotu (4,5 ir 6 mm) kombinuotuoju pašaru. Susidariusios atliekos išsiurbiamos per baseino centrą į filtracinę sistemą/sedimentatorių (2), kuriame dalis atliekų, suspenduotų dalelių yra nusodinamos. Kita dalis atliekų ir suspenduotų dalelių patenka į biologinį filtrą – judančių dalelių biorektorių (3), kuriame bakterijų pagalba nuodingas amonis yra paverčiamas iki nitratų. Bakterijos heterotrofinės, joms reikalingas deguonis, todėl biofiltras intensyviai aeruojamas. Pirmiausia nitrosomonas amoniaką – NH₄ paverčia iki nitritų – NO₂. Nitritai taip pat nuodingi žuvis, todėl juos nitrobakterija paverčia į nitratus – NO₃. Žuvis nitratams pavojingi tik esant didelei koncentracijai vandenyje. Nitratams yra maisto medžiagos augalams: taip vanduo išvalomas ir geros kokybės grįžta į žuvų auginimo baseiną. Augalų auginimo talpoje (4), su plūduriuojančiu putplasčiu ir įleistas hidro vazonėliais (užpildytais keramzitu ar kitu substratu) arba be vazonėlių, gyvena tos pačios bakterijos kaip ir biofiltre, kurios filtruoja vandenį. Augalų talpa aeruojama oru, nes augalų šaknims reikalingas deguonis: taip šaknys efektyviau vystosi ir sparčiau auga visos augalės. Augalams reikalingas ir natūralus arba papildomas apšvietimas (5), skatinantis augimą. Dažnai

naudojamas raudonos ir mėlynos šviesos spektro miškas. Orapūtė (6) reikalinga tiekti orą į žuvų auginimo baseiną, augalų talpą, biofiltrą bei pumpuoja vandenį iš biofiltro į augalų auginimo talpą. Iš šios talpos vanduo savitakos būdu grįžta į žuvų baseiną. Vandens reikia papildyti tiek, kiek nugaruoja, nes bakterijos ir augalai jį išvalo. Būtina užtikrinti nenutrūkstamą elektros srovės tiekimą, reguliariai tikrinti orapūtės ir žarnos sujungimo tvirtumą.

Vandens kokybės kontrolei naudoti Salifert (Olandija) testai. Atliktas žuvų augimo ir augalų derliaus kiekybinis tyrimas (svėrimas). Nitratų kiekis augalų lapinėje dalyje nustatytas su multifunkciniu matuokliu SOEKS Ecovisor F4.

Rezultatai. Prototipinės sistemos šiuo metu įrengtos patalpose. Antrame etape viename ūkyje sistemos įrengimas lauke (po pastoge) dėl oro ir vandens temperatūros svyravimų nakties ir dienos metu nepasiteisino: teko perkelti į patalpą. Šiltnameje įrengti tokias sistemas nepanoro nei vienas ūkis. Akvaponikos sistemoje svarbu sudaryti tinkamas sąlygas ne tik žuvų ir augalų auginimui, bet ir bakterijų efektyviai veiklai. Didesnių problemų ūkiuose kyla tinkamai įsisavinant augalų auginimą.

Žuvis. Skirtinguose ūkiuose pasirinktos žuvų rūšys – alpinė šalvis (*Salvelinus alpinus*), sibirinis eršketas (*Acipenser baerii*), vaivorykštinis upėtakis (*Oncorhynchus mykiss*), lynas (*Tinca tinca*).

Auginant skirtingų rūšių žuvis, turi būti užtikrinti pagrindiniai vandens kokybės parametrai: temperatūra, deguonies lygis, pH, amonis (NH_4), nitritai (NO_2), nitratai (NO_3). Augintojai šiuos parametrus nustatė reguliariai kas 2 dienas. Retkarčiais, bent kartą per savaitę, nustatyti ir kiti vandens kokybiniai rodikliai: šarmingumas, kalcis (Ca), magnis (Mg), kalis (K), fosforas/fosfatai (PO_4) ir geležis (Fe). Jie, kaip ir nitratai, turi įtakos ir augalų vystymuisi.

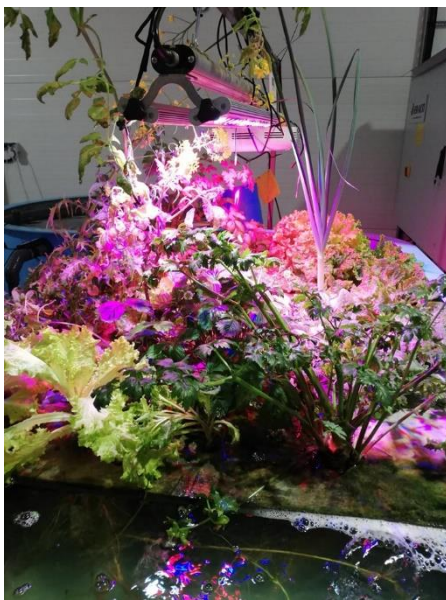
Auginant alpinę šalvį, vidutinė vandens temperatūra turi būti apie 14 °C (12-16 °C), kitoms žuvų rūšims – turi būti aukštesnė. Deguonies lygis apie 60 – 100 %, amoniako/amonio ir nitritų turi būti ne daugiau nei 1 mg/l, nitratų – ne daugiau nei 200 mg/l (afrikiniam šamui, karpiui ir lynui iki 400 mg/l) vandens. pH riba nuo 6,5 iki 8,5. Geriausias vandens pH, tinkantis ir augalams, nuo 6,8 iki 7,5.

Žuvis maitintos tik po 3 dienų adaptacijos. Pradžioje šertos 1 % per parą nuo biomasės, vėliau po kelių savaičių 2 %. Šėrimas vykdomas, jei vandens kokybė yra gera. Suprastėjus vandens kokybei reikia sumažinti arba nutraukti šėrimą, kuo greičiau pašalinti nuosėdas iš sedimentatoriaus, keisti dalį vandens iki max 20 % per parą. Žuvis šertos specialiu sausu granuliuotu (4,5 ir 6 mm) kombinuotuoju pašaru, kurio viename kilograme buvo 41–45 % žaliųjų proteinų, 15–24 % riebalų, 2–3,2 % skaidulų (ląstelienos), 6,5–7 % pelenų, 1–

1,1 % fosforo, 0,2 % natrio, 0,8–0,9 % kalcio, 3 mg kalcio jodato, 12 mg mangano, 50 mg cinko, 5 mg vario, 10000 TV vitamino A ir 1250 TV vitamino D3.

Pirmam ir antram etapui kiekvienam ūkiui nupirkta po 10 kg žuvų. Vidutinis žuvies svoris 600 g. Užtikrinant gerą sistemos veikimą vidutinis žuvies svoris per 5 mėn. pasiekia 1,6 kg (1,2–2 kg).

Augalai. Tyrimo metu nustatytos tinkamiausios augalų rūšys – salotos, špinatai, gražgarstės, porai, krapai, žemuogės, žirniai, vaistiniai - prieskoniniai augalai (mėta, bazilikas, lapiniai salierai, raudonėlis). Augalų auginimas skirtinguose ūkiuose buvo nuo labai gero (2 pav.) iki vidutiniško, ypač gerai vystėsi šaknynas.



2 pav. Augalų vešlumas akvaponikos sistemoje (UAB Noras, Letūkai, Klaipėdos r. sav.).

Pagal augimo intensyvumą nustatyta, kad ne visos augalų veislės tinkamos auginti sistemoje ištisus metus. Pvz., labiausiai tinkamos salotų veislės yra Black Seeded Simpson, Grand Rapids, Green Ice, Lollo Rosso, Ruby Red Leaf, Cimarron, Little Gem, Parris Island, Paris White, Vivian, Forellenschluss.

Augalų derlių didino šviesos reguliavimas, išjungiant lempą (apšvietimą) nakties metu. Labai svarbus ir lempos pakabinimo aukštis (turėtų būti daugiau

nei 1 metras), kad visi augalai gautų vienodą apšvietimą. Pvz., gerai apšviestų gūžinių salotų vidutinis kelmelio svoris, praėjus 3 sav. po daigų pasodinimo, siekė 200–250 g. Augančių pakraščiuose, kur apšvietimas nepakankamas, minėtų daržovių derlius buvo 50–70 % mažesnis.

Sistemoje išauginti augalai tinkami maistui: nitratų kiekis nesiekė net pusės leistinos ribos (280–350 mg/kg).

Sklaida. Tiesioginė (iš pačių demonstracinių ūkių) parodomąjį bandymo rezultatų sklaidą vyko dalijimosi ūkininkavimo patirtimi grupių narių 40-je susitikimų (5 grupės x 8 susitikimai) ir organizuotose 4-se lauko dienose (60 dalyvių). Šalies mastu platesniam suinteresuotų ūkių, dalyvių ratui rezultatų sklaidą visuose Lietuvos regionuose vykdyta organizuojant 16-a seminarų (338 dalyviai) ir per žiniasklaidos priemones (LRT, TV3, LNK ir Lietuvos ryto televizija, 4 publikacijos respublikinėje ir regioninėje spaudoje). 2023 m. kovo mėn. Klaipėdos universitete vyko baigiamoji konferencija, kurioje sulaukta 114 dalyvių. Renginių dalyviai gavo rezultatų sklaidos dalomąją medžiagą, jiems išduoti pažymėjimai. Be to, tyrimo eigos pranešimai pristatomi ir kitų mokslo institucijų organizuojamose tarptautinėse bei respublikinėse mokslinėse – praktinėse konferencijose.

Išvados. Taigi, akvaponikos sistema garantuoja dviejų vertingų ir kokybiškų maisto produktų (tam tikrų žuvų ir daržovių ar vaistinių – prieskoninių augalų) gavybą vienoje, daug ploto nereikalaujančioje, vietoje. Septyni iš 10-ies ūkių, kuriuose buvo įrengtos prototipinės sistemos, toliau planuoja vystyti akvaponiką.

Organizuoti renginiai sulaukė didelio susidomėjimo. Lauko dienose, seminaruose ir baigiamąjoje konferencijoje dalyvavo 512 dalyvių. Rezultatai plačiai viešinti ir per žiniasklaidos priemones.

Padėka. Darbas finansuotas iš Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 metų programos priemonės „Žinių perdavimas ir informavimo veikla“ veiklos srities „Parama parodomiesiems projektams ir informavimo veiklai“. Klaipėdos universiteto vykdyto projekto Nr. 14PA-KL-19-1-08701-PR001 „Aplinką tausojančios ir jos taršą mažinančios inovatyvios akvaponikos naudojimas“.

Literatūra

- Goddek S., Joyce A., Kotzen B. et al. 2019. Aquaponics Food Production Systems. Switzerland, 619 p.
- Kloas W., Gros R., Baganz D. et al. 2015. A new concept for aquaponic systems to improve sustainability, increase productivity, and reduce environmental impacts. Aquaculture Environment Interactions, 7: 179-192.
- Yep B., Zheng Y. 2019. Aquaponic trends and challenges - A review. Journal of Cleaner Production, 228: 1586-1599.

BLYŠKIŲJŲ BALTAKOJŲ KREVEČIŲ *LITOPENAEUS VANNAMEI* AUGIMAS IR STRESO TOLERAVIMAS UŽDAROJE AKVAKULTŪROS SISTEMOJE

Jonas Lelys, Gintautas Narvilas, Nerijus Nika

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
jonolelio@gmail.com

Įvadas. Blyškiosios baltakojės krevetės (*Litopenaeus vannamei*), pasižyminčios dideliu druskingumo toleravimu ir sparčiu augimu yra viena iš paprasčiausiai kultivuojamų krevečių rūšių, todėl sudaro daugiau nei 70 % visame pasaulyje užauginamo krevečių kiekio ir yra ekonomiškai svarbiausia kultivuojamų krevečių rūšis (Suantika et al., 2018; FAO, 2022). Daugiausiai šių krevečių užauginama tvenkinių sistemose Azijoje ir Pietų Amerikoje. Nepaisant tvenkinių technologijos paprastumo ir pigumo, šis būdas turi rimtų trūkumų tokių kaip vandens kokybės valdymas, biologinio saugumo problemos ir ligų protrūkiai. Uždaros akvakultūros sistemos (UAS) krevečių auginimui suteikia pranašumų lyginant su tradicine tvenkinių technologija: čia vykdoma griežta taršos, auginimo sąlygų, biologinės saugos kontrolė, o šiltavandenes krevetės galima auginti joms nepalankaus klimato zonoje (Ray et al., 2017; Suantika et al., 2018). Vistik naujos technologijos kelia papildomų technologinių, energetinio tvarumo, gyvūnų gerovės iššūkių (Suantika et al., 2018). UAS auginimo procedūros krevetėms dažnai sukelią stresą, turintį įvairių neigiamų pasekmių augimui, dauginimuisi, imunitetui ar net išgyvenamumui. Krevetės reaguoja į daugybę stresorių: fizinių trikdymą, ligas, teršalus, druskingumo ir temperatūros pokyčius. Žinios apie streso fiziologiją ir patikimi streso nustatymo žymenys ir yra labai svarbūs akvakultūros technologijų vystymui (Aparicio-Simón et al., 2010).

KU Verslo inkubatoriuje esančioje eksperimentinėje UAS yra vystoma blyškiųjų baltakojų krevečių auginimo technologija. Vertinant jos efektyvumą, buvo tiriami krevečių augimo, streso toleravimo ir mirtingumo rodikliai.

Metodai. Krevečių augimo tyrimai buvo atliekami trijų skirtingų auginimo ciklų metu. Auginimas vykdomas nuo postlervinės stadijos iki ~25 g dydžio individų. Atvežtos lervutės yra adaptuojamos ir iki kelių savaičių paauginamos (daugmaž iki 0,1–1 g svorio) pradinio auginimo baseine, tada vienodu tankiu išskirstomos į atskirus vienodo dydžio (3,6 m³ talpos ir 2,8 m² ploto) baseinus. Krevetės auginamos 28–30 °C temperatūros, 16 ‰ druskingumo, ≥80 % deguonimi prisotintame vandenyje, 24 h šviesos režimu, nuolat maitinant automatinių juostinių šėryklų pagalba. Augimo stebėjimui periodiškai iš kiekvieno baseino krevetės (n=30–50) gaudomos, sveriamos ir

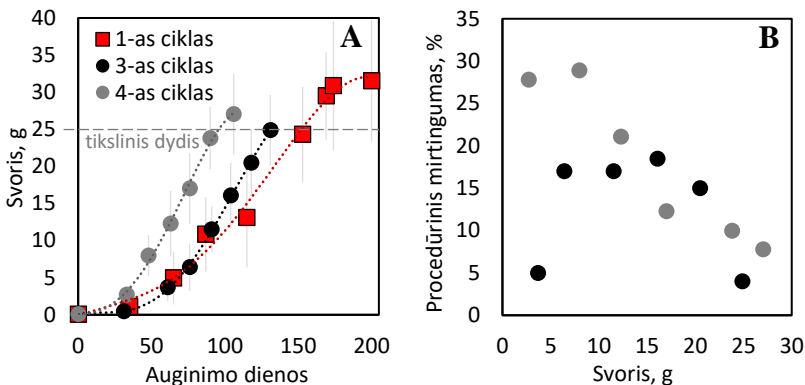
matuojamos. Pagal šiuos duomenis auginimo ciklo pabaigoje yra apskaičiuojamoti svorio priaugio, specifinio augimo greičio, išgyvenamumo, biomasės ir kai kurie kiti augimo ir produkcijos rodikliai.

Pirmųjų auginimo ciklą metu pastebėta, kad nepasisant operatyvaus ir atsargaus matavimo proceso, gyvūnams sukeliamas reikšmingas stresas gaudymo ir matavimo procedūrų metu, dėl kurio daliai individų pasireiškia ūminis paralyžius ir mirtis. Todėl vėliau mirtingumas matavimo procedūrų metu buvo vertintas detaliau (nuo pagavimo iki paleidimo atgal į baseiną, papildomai įvertinant ir mirusias krevetes baseine per 20 min po paleidimo).

2022 metais buvo atliktas išsamus 99 dienų trukmės procedūrinio streso ir jo sukeliama mirtingumo eksperimentas. Eksperimentą sudarė dvi – streso ir kontrolės – grupės, po tris baseinus. Kontrolės grupės gyvūnams papildomas stresas nebuvo sukeliamas, neskaitant būtinųjų neišvengiamų procedūrų. Procedūrinio streso tyrimo grupės baseinuose buvo taikomos skirtingo intensyvumo procedūros: nuo minimalių (S1) – greitai pagaunant, pasveriant vandenyje ir paleidžiant atgal į baseiną; iki stipriausio (S3) – kuomet gaudymo metu krevetės yra daugiau pagainojamos po baseiną, o matuojamos ir sveriamos be vandens (iki 30 s).

Streso lygiui nustatyti, 55-tą ir 97-tą eksperimento dieną buvo imami krevėčių hemolimfos mėginiai ($n=5$ iš kiekvieno baseino) iš ventralinio sinuso, streso žymenų (CHH ir gliukozės) analizei. Vėžiagyvių hiperglikeminis hormonas (CHH), iš esmės panašus į kortizolį ir kortikosteroną stuburinių gyvūnų streso fiziologijoje, veikia per hemolimfos gliukozės ir laktato kiekio sukėlimą mobilizuojant ląstelėje esančias glikogeno atsargas, tad šie metabolitai dažnai naudojami kaip vėžiagyvių streso žymenys (Chen et al., 2020). Nucentrifuguotuose plazmos mėginiuose gliukozės koncentracija matuota ekspres metodu naudojant gliukomatį; CHH koncentracija nustatyta imunofermentinės analizės metodu, taikant CHH Elisa Kit (MyBioSource).

Rezultatai ir jų aptarimas. Vienas svarbiausių UAS technologijos efektyvumo rodiklių yra krevėčių augimo greitis. Pirmojo ciklo metu tikslinis 25 g individų vidutinis svoris pasiektas per 155 dienas, o pritaikius eilę įvairių optimizavimo sprendimų, 4 ciklo metu – per 99 dienas (1A pav.). Specifinis augimo tempas tarp streso ir kontrolės ekperimentinių grupių individų nesiskyrė ($p > 0,05$) ir siekė $0,32-0,33 \% d^{-1}$. Pašaro konversijos koeficientas trečio ciklo metu vidutiniškai buvo $1,49 \pm 0,22$, ketvirto ciklo metu – $1,46 \pm 0,11$. Bendras vidutinis išgyvenamumas buvo pakankamai geras: 3-io ciklo metu – $64,4 \pm 17,1 \%$ ir 4-to ciklo metu – $54,0 \pm 8,1 \%$. Vertinant atskirai, streso grupės baseinuose nustatytas reikšmingai mažesnis išgyvenamumas ($48,3 \pm 7,9 \%$) nei kontroliniuose baseinuose ($59,8 \pm 0,8 \%$) ($p < 0,05$).



1 pav. *L. vannamei* krevėčių svorio augimas (A) ir procedūrinio mirtingumo priklausomybė nuo svorio (B).

Dažį bendro mirtingumo sudarė procedūrinio streso sukeltas mirtingumas. Trečiojo ciklo metu jis vidutiniškai siekė $13,9 \pm 8,4$ %, ketvirtojo ciklo metu – $17,9 \pm 11,6$ %. Tačiau krevėčių procedūrinio streso toleravimas priklausė nuo individų amžiaus (svorio) (1B pav.): didžiausias procedūrinis mirtingumas fiksuotas, kuomet individai yra 5–15 g dydžio, o jautrumas procedūriniam stresui sumažėja (mirtingumas ≤ 10 %) krevetėms pasiekus ~25 g dydį.

Vertinant krevėčių hemolimfos postresinę CHH ir gliukozės koncentraciją, kaip reakcijos į stresą žymenis, statistiškai reikšmingų skirtumų nenustatyta nei jautriausio periodo metu, nei nejautrių procedūroms laikotarpiu eksperimento pabaigoje ($p > 0,05$). Didžiausia CHH ir gliukozės koncentracija fiksuota S3 stresinėje grupėje 55-tą dieną, tačiau buvo stebima didelė individuali variacija. Yra žinoma, kad laktato ir gliukozės koncentracija *L. vannamei* hemolimfoje po streso maksimalias vertes pasiekia per 30–60 min (Aparicio-Simón et al., 2010); bazinį kontrolinį lygį panašiai viršija ir CHH koncentracija veikiant stresui (Chen et al., 2020). Todėl ūminio procedūrinio mirtingumo ir fiziologinio streso sąsajų tyrimui šie gana inertiški žymenis gali būti nepakankami. Supratus augimo, mirtingumo ypatumus ir juos kontroliuojančius mechanizmus bei sukūrus jautrių stadijų ir procesų priežiūros ir valdymo būdus, galima padidinti UAS technologijos efektyvumą.

Literatūra

Aparicio-Simón B., Piñón M., Racotta R., Racotta I. S. 2010. Neuroendocrine and metabolic responses of Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to acute handling stress. *Aquaculture*, 298, p. 308-314.

- Chen H-Y., Toullec J-Y., Lee C-Y. 2020. The Crustacean Hyperglycemic Hormone Superfamily: Progress Made in the Past Decade. *Frontiers in Endocrinology*, 11, p. 1-23.
- FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO, p. 1-266.
- Ray A. J., Drury T. H., Cecil A. 2017. Comparing clear-water RAS and biofloc systems: Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production, water quality, and biofloc nutritional contributions estimated using stable isotopes. *Aquacultural Engineering*: 77: p. 9-14.
- Suantika G., Situmorang M. L., Kurniawan J. B., Pratiwi S. A., Aditiawati P., Astuti D. I., Simatupang T. M. 2018. Development of a zero water discharge (ZWD) – recirculating aquaculture system (RAS) hybrid system for super intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture under low salinity conditions and its industrial trial in commercial shrimp urban farming in Gresik, East Java, Indonesia. *Aquacultural engineering*, 82, p. 12-24.

DIRBTINIŲ PLŪDURIUOJANČIŲ SALŲ POVEIKIO MAISTMEDŽIAGŲ PAŠALINIMUI ĮVERTINIMAS DVIEJOSE BALTIJOS JŪROS PAKRANTĖS LAGŪNOSE

Jūratė Lesutienė¹, Malgorzata Bielecka², Jolita Petkuvienė¹,
Artūras Razinkovas-Baziukas¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ²Lenkijos mokslų akademijos Hidroinžinerijos institutas, Gdanskas
jurate.lesutiene@ku.lt




Įvadas. Vandens kokybės gerinimas sekliose eutrofinėse pietryčių Baltijos jūros lagūnose yra sudėtingas uždavinys nes jų vandens baseinuose dominuoja žemės ūkio naudmenos. Pastarąjį dešimtmetį buvo pasiūlytos ir išbandytos lokalios eutrofikacijos poveikio mažinimo priemonės t. y. gamta pagrįsti sprendimai, skirti pašalinti maistines medžiagas ir pagerinti vandens kokybę pusiau uždaruose pakrančių vandenyse.

Mes išbandėme nedideles (24–28 m²) dirbtines plūduriuojančias salas (Biomatrix®, Škotija, JK) dviejuose demonstracinėse vietose Kuršių mariose (Lietuva) ir vienoje vietoje Ščecino mariose (Lenkija). Siekėme nustatyti maistinių medžiagų (azoto ir fosforo) kiekį augalų biomasėje ir galimybę pašalinti maistmedžiagas nupjaunant salas. Ištyrėme anglies kaupimo pajėgumus, augalų maistinių medžiagų stochiometriją kaip galimo maistinių medžiagų limitavimo rodiklį.

Metodai. Dirbtinės plaukiojančios salos (DPS) buvo įrengtos 2019 m. pavasarį (1 lentelė). Biomatrix Water® plūduriuojančio plausto modulinę konstrukciją sudaro plūduriuojantis rėmas, padengtas UV spinduliams atspariu plastikiniu tinklu ir kokoso pluošto danga (www.biomatrixwater.com). Ši technologija naudojama augalams įterpti ir įtvirtinti platformoje, suteikiant jiems stabilų substratą, padedantį išgyventi judančio vandens sąlygomis, tuo pačiu suteikiant šaknims prieigą prie augimo terpės.

Dėl teritorijų gamtos saugos statuso sodinimui pasirinktos vietinės rūšys, būdingos abiejų lagūnų gėliams pakrantės vandenims. Sodinukų rinkinyje dominavo kelios rūšys: *Carex acutiformis*, *Scirpus sylvaticus* ir *Typha angustifolia* Kuršių mariose bei *Phragmites australis* ir *Carex riparia* Ščecino mariose. Be to, dar kelios rūšys buvo pasodintos ir išbandytos kaip estetinę vertę ir natūralumą didinantys elementai (pvz., *Iris pseudacorus*, *Shoenoplectus lacustris*, *Butomus umbellatus*).

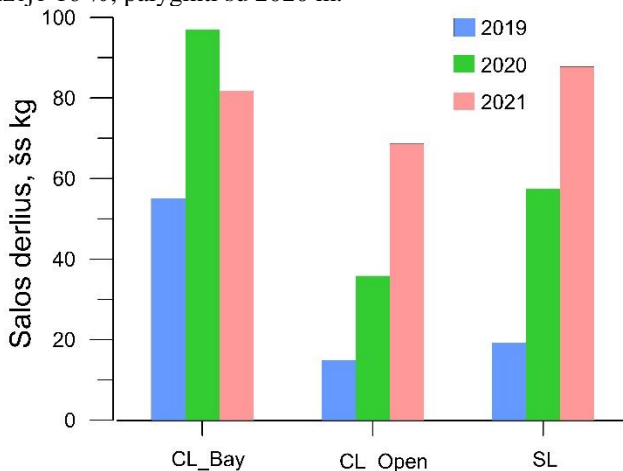
Dirbtinių plaukiojančių salų demonstravimo vietos

Lokacija	Paveikslas
Kuršių marios, Gintaro įlanka (CL_Bay)	
Kuršių marios, atvira pakrantė (CL_Open)	
Ščecino marios Wolin NP (SL)	

Per tris augimo sezonus (2019–2021), kai kurios rūšys įsivyravo Kuršių marių salose viksva *C. acutiformis*, o Ščecino lagūnos saloje – nendrė. Taip

pat kas met pastebima vis daugiau savaiminių rūšių, tokių kaip *Rumex palustris*, *Epilobium*, *Bidens cernua*, *Eupatorium cannabinum*, *Petasites* ir kt.

Rezultatai ir jų aptarimas. Po pirmojo augimo sezono CL_Bay buvo nupjauta 30,2 kg biomasės, CL_Open 14,9 kg ir SL 19,3 kg (1 pav). Augalų biomasė ženkliai padidėjo per antrąjį augimo sezoną – nuo 77 % CL_Bay iki 198% SL. Per trečiąjį augimo sezonu 2021 m. biomasės priaugis vis dar buvo teigiamas CL_Open 92 %, SL 53 %, išskyrus CL_Bay kur 2021 m. derlius sumažėjo 16 %, palyginti su 2020 m.



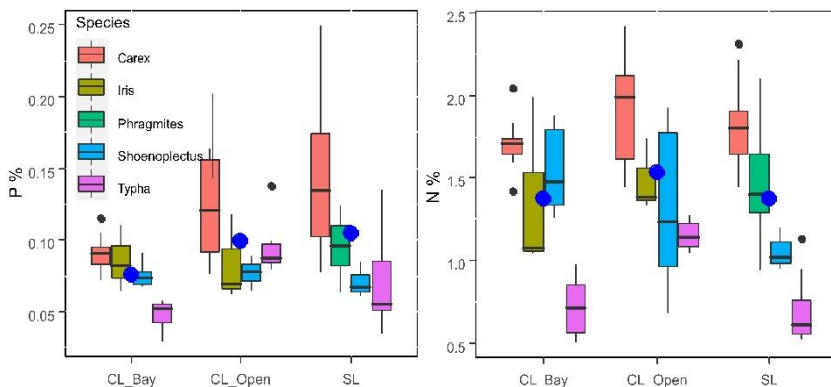
1 pav. Bendras salų derlius (šlapias svoris, kg).

Didžiausias azoto ir fosforo kiekis užfiksuotas *Carex* biomasėje, $N\% = 1,8 \pm 0,3$ ir $P\% = 0,13 \pm 0,04$. Mažiausias fosforo kiekis buvo *Shoenoplectus* ir *Typha* $P\% = 0,08 \pm 0,04$ (2 pav.).

Šiame tyrime DPS augalų N:P santykis buvo didesnis nei nustatytas iš giminingų rūšių sausumos arba atkurtose šlapynių teritorijose (Güsewell, 2004, Geurts ir kt., 2020). *Typha* biomasėje vidutinis N:P santykis iš CL_Open buvo 12,4, CL_Bay – 15,2, o SL – 9,6. Tuo tarpu minimuose šaltiniuose pateiktas N:P santykis *Typha latifolia* svyruoja nuo 5 iki 9 (vidurkis 6,5) (Geurts ir kt., 2020). Tai rodo, kad galbūt augalai lagūnose auga esant azoto trūkumui, palyginti su jiems prieinamu fosforu.

Ištyrėme maistmedžiagų kiekį žalioje biomasėje (rugsėjo ir spalio mėn.) ir rudoje biomasėje (lapkričio mėn.), kad ištirtume vėlyvojo derliaus nuėmimo laiko poveikį. Mūsų rezultatai parodė, kad nendrių maistinių medžiagų kiekis rugsėjo mėnesį buvo šiek tiek didesnis. Tačiau apskritai derliaus nuėmimo laikas turėjo tik nežymų reikšmingą poveikį N, P kiekiui. Galima daryti išvadą,

kad pirmenybę teikiant estetinei salos funkcijai, derliaus nuėmimas gali būti nukeltas į spalį ar net lapkričio pabaigą.



2 pav. Fosforo ir azoto koncentracija augaluose. Stačiakampiuose pažymėta mediana ir 75 ir 25 % kvartiliai. Mėlyni taškai rodo vidutinę reikšmę saloje.

Apskaičiuoti fosforo kiekiai 2021 m. derliuje: CL_Bay 0,77, CL_Open 0,60, SL 1,58 g P m⁻². Azoto kiekis: CL_Bay 13,11, CL_Open 10,39, SL 21,19 g N m⁻². Didžiausias bendras maistinių medžiagų pašalinimas iš SL DPS, kurioje dominavo nendrės, 2021 m. buvo 38 g P ir 509 g N. Kuršių marių DPS jis buvo dvigubai mažesnis – 16–18 g P ir 290–315 g N.

Anglies kaupimui apskaičiuoti padauginome derliaus sausą masę ir rūšiai būdingą anglies elementinį kiekį. 2021 m CL_Bay saloje buvo sukaupta 431 gC m⁻², CL_Open 318 gC m⁻² ir SL saloje – 704 g C m⁻². Atitinkamai visoje saloje 2021 m. buvo sukaupta 10,4 kg, 8,9 kg ir 16,9 kg anglies. Sausosios masės kiekis nendrėse (49–52 %) yra didesnis nei *Carex* (32–35 %), todėl nendrėmis apsodintoje saloje sukaupiamas didesnis anglies kiekis, nei DPS, kuriose dominuoja *Carex*. Naudojant perskaičiavimo koeficientą 3,7, tai sudaro 33–63 kg CO₂e vienoje saloje. Palyginimui, subtropikuose DPS apsodinta *Pontederia sagittate*, duoda tris kartus didesnę anglies kiekį, o *Cyperus papyrus* sulaiko net 6 kartus daugiau anglies nei nendrėmis apsodinta sala (SL) (Sánchez-Galván ir kt., 2022).

Šio tyrimo metodas vertinant derlių ir matuojant virš vandens augančią biomasę (stiebuose ir lapuose) tik iš dalies įvertina bendrą maistinių medžiagų šalinimo pajėgumą. Povandeninėje biomasėje (šaknyse) sukauptos maistinės medžiagos, taip pat azoto praradimas dėl mikrobų veiklos, mikroorganizmų pasisavinamas fosforas, flokuliacija ir nusėdimas lieka neįvertinti. Kai kurie tyrimai rodo, kad antžeminė biomasė sudaro tik nedidelę viso maistinių medžiagų pašalinimo dalį (4 % ir 10 % viso TN ir TP pašalinimo), tuo tarpu

likusią šalinimo dalį sudaro su šaknimis susijusių mikroorganizmų veikla (Pavlineri ir kt., 2017).

Išvados. Įrengiant DPS reikėtų atsižvelgti į natūralią sukcesiją ir apsibrėžti bendrus valdymo tikslus, ar salos tarnaus tik kaip maistinių medžiagų pašalinimo priemonė, ar atliks ir estetinę funkciją. Potencialiai DPS gali pasiūlyti ir daugiau reguliavimo ir kultūrinių ekosisteminių paslaugų: buveinių palaikymo, bangų erozijos slopinimo, tarnauti kaip turistų traukos ir gamtos edukacijų objektas. Preliminariai galima būtų teigti, kad DPS maistinių medžiagų pašalinimo ir anglies sekvestracijos potencialas yra glaudžiai susijęs su DPS dydžiu ir yra mažas, palyginti su kitomis alternatyvomis (pvz. nendrių pjovimas). Tačiau dar reikia įvertinti bendrą ekosisteminių paslaugų teikimo ekonominę vertę, kad būtų galima įvertinti DPS pritaikymą pakrančių vandenyse, optimalų dydį ir investicijų atsipirkimo laikotarpį.

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

Literatūra

- Geurts, J. J. M., Oehmke, C., Lambertini, C., Eller, F., Sorrell, B. K., Mandiola, S. R., Grootjans A. P., Brix, H., Wichtmann, W., Lamers, L. P. M., & Fritz, C. (2020). Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils. *Science of The Total Environment*, 747, 1411102.
- Güsewell, S., 2004. N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New Phytologist* 164: 243–266.
- Pavlineri, N., Skoulikidis, N. Th., & Tsihrintzis, V. A. (2017). Constructed Floating Wetlands: A review of research, design, operation and management aspects, and data meta-analysis. *Chemical Engineering Journal*, 308, 1120–1132.
- Sánchez-Galván, G., Olguín, E. J., Melo, F. J., Jiménez-Moreno, D., & Hernández, V. J. (2022). *Pontederia sagittata* and *Cyperus papyrus* contribution to carbon storage in floating treatment wetlands established in subtropical urban ponds. *Science of The Total Environment*, 832.

DISTRIBUTION AND DIVERSITY OF MICROFAUNA IN THE COASTAL TUNDRA OF SVALBARD IN THE CONTEXT OF THE RECENT GLACIAL HISTORY

**Dzmitry A. Lukashanets^{1,2}, Jolita Petkuvienė²,
Rūta Barisevičiūtė³, Sergej Olenin²**

¹Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, Poland,
²Marine Research Institute, Klaipėda University, Klaipėda, ³State Research
Institute Center for Physical Sciences and Technology, Vilnius
lukashanets.dima@gmail.com

Glacial retreat, one of the most visible environmental consequences of climate change in polar regions, leads to an increase in the total species richness and abundance in ice-adjacent habitats, in parallel with the loss of cold-adapted species (Cauvy-Fraunie and Dangles, 2019). Unfortunately, microfauna communities, which are a very important part of polar biodiversity (with high densities and species richness found in many moistened habitats, e.g. tundra) received little attention in the aforementioned global survey.

To understand how the local glacial history is significant for shaping microfauna communities residing in the moss of coastal tundra, we analyzed material collected during the summer of 2021 in Trygghamna (western part of Spitsbergen, Svalbard archipelago), which is a region where glacial geomorphology was well-documented (Aradottir et al., 2019). We estimated the taxonomic and functional composition and abundance of all microfauna groups (with a specific focus on little-known bdelloid rotifers) in two ice-free areas of Trygghamna: one which has not been covered with ice in the 1910s ('warm') and the other which remained covered by a glacier at least in the 1930s ('glaciated'). In addition, 15 other environmental parameters (moisture of moss, moss structural complexity, soil nutrient and isotopic composition).

Thirty-seven smallest identified taxa were recorded in both areas. Dorylaimid nematodes dominated both in frequency (present at all sites) and abundance (39±13 % and 59±21 % from all individuals, in warm and glaciated areas, respectively). Nematodes and rotifers were more numerous in warm sites, while the abundance of tardigrades was larger in the recently deglaciated area. Most of the taxa found in both areas, as well as those thought to be opportunistic, were also more abundant in warm sites. Glaciated sites were characterized by a set of specific taxa (mostly tardigrades and rotifers), which were not recorded in the warm area. The functional composition of the microfauna in glaciated areas was more uneven, with herbivores

predominating, followed by grazing microbivores and filtrators in considerably smaller numbers.

To reveal how microfauna taxa are dispersed along the variation of the environmental parameters we used transformation-based redundancy analysis (tbrDA) – Figure 1.

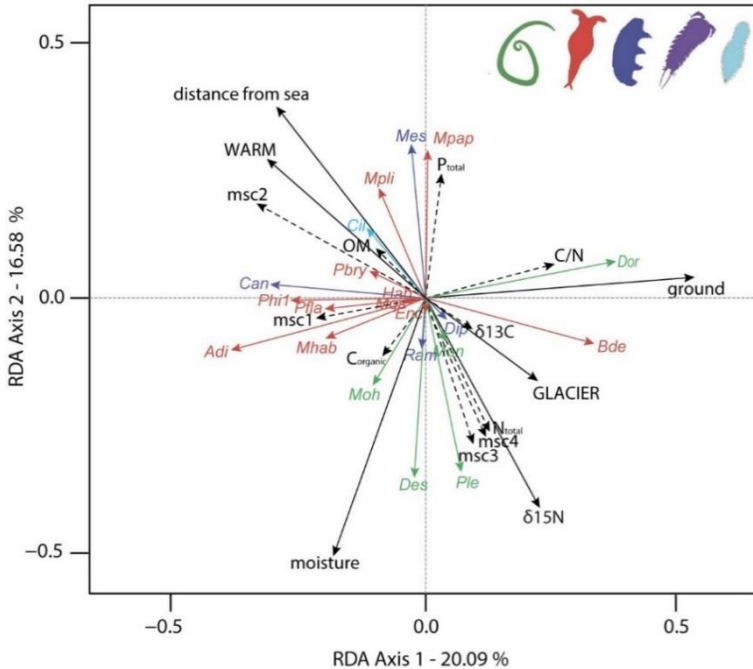


Figure 1. tbrDA analysis of microfauna taxa with respect to all environmental parameters. Colored arrows represent response variables: nematodes (green arrows), rotifers (red), tardigrades (dark blue), harpacticoids (purple), ciliates (light-blue). Black arrows represent explanatory variables: significant (Monte Carlo test: $p < 0.05$; solid lines) and not-significant (Monte Carlo test: $p > 0.05$; dashed lines).

Des – Desmodoridae sp., *Dor* – Dorylaimda sp., *Mon* – Mononchidae sp., *Moh* – Monhysteridae sp., *Ple* – *Plectus* sp., *Adi* – *Adineta* spp., *Hab* – *Habrotracha* sp., *Mhab* – *Mactotrachela habita*, *Mpap* – *Mactotrachela papillosa*, *Mpli* – *Mactotrachela plicata*, *Mqsc* – *Macrotrachela quadricornifera scutellata*, *Phi1* – *Philodina* sp.1, *Pfla* – *Philodina flaviceps*, *Pbry* – *Pleuretra brycei*, *Bde* – *Bdelloidea* sp. unident., *Enc* – *Encentrum* sp. Tardigrada taxa: *Dip* – *Diphascoen* sp., *Mes* – *Mesocrista* sp., *Ram* – *Ramazzottius* sp., *Can* – *Canthocamptidae* sp., *Cil* – *Ciliophora* sp.

In general, environmental variables explained 81.8 % of the microfauna distribution. The presence of the glacier in the recent past was the most significant factor (9.5 %). On the other hand, some other variables that act at a fine scale also contributed. Among them, the most important were moisture in the habitat (6 %), the presence of ground in the samples (4 %), and $\delta^{15}\text{N}$ (4 %). Microhabitat structure (complexity of the substrate) did not have a significant effect, and neither did most of the variables characterizing soil nutrient and isotopic composition.

It can be concluded that the distribution of moss-dwelling microfauna in the coastal tundra of Trygghamna is a result of the interaction of environmental factors, both small- and large-scale, and glacial history is one of the most important of these factors (though not the only one). The time after the ice cover disappeared determines processes of colonization, immigration, or extinction leading in turn to a higher abundance of most of the microfauna groups and opportunistic taxa as well as the absence of cold specialists in the area that was not under the glacier for a longer period.

This work was supported by the Poland–Lithuania Cooperation Program DAINA Project ADAMANT “Arctic benthic ecosystems under change: the impact of deglaciation and boreal species transportation by macroplastic” (funded by the Research Council of Lithuania under agreement # S-LL-18-8).

References

- Aradóttir N., Ingólfsson Ó., Noormets R. et al. 2019. Glacial geomorphology of Trygghamna, western Svalbard – Integrating terrestrial and submarine archives for a better understanding of past glacial dynamics. *Geomorphology*, Vol. 344, 75–89.
- Cauvy-Fraunié S., Dangles O. 2019. A global synthesis of biodiversity responses to glacier retreat. *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 3, 1675–1685.

VAIZDO MEDŽIAGOS PANAUDOJIMAS ARKTINIUOSE TYRIMUOSE

Saulė Medelytė¹, Andrius Šiaulyš¹, Evaldas Vaičiukynas²,
Kazimieras Buškus², Aleksej Šaškov¹, Sergej Olenin¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

²Kauno technologijos universitetas, Kaunas

saule.medelyte@ku.lt

Įvadas. Povandeninės kameros plačiai naudojamos jūros dugno buveinių klasifikavimui ir kartografavimui, jūrų aplinkos stebėsenai ir poveikio vertinimui. Povandeninės vaizdinės technologijos leidžia surinkti duomenis sunkiai prieinamose vietose su kompleksišku dugno reljefu, stačiais šlaitais, plūduriuojančiais ledais, kurie įprastai labai apsunkina tradicinių mėginių ėmimo metodų taikymą (Van Veen“ tipo grunto traukis, dragos). Nuotoliniu būdu valdomos vaizdo kameros leidžia efektyviau užfiksuoti organizmus, gyvenančius ant jūros dugno *in situ* sumažinant mėginių ėmimo laiką, taip pat suteikia galimybę įvertinti didesnę mėginio ėmimo plotą nei įprastiniai metodai. Tačiau dėl sudėtingos ir daug laiko reikalaujančios vaizdo medžiagos analizės įprastai išgaunama tik nedidelė dalis povandeninių vaizdų archyvuose saugomos informacijos. Pastaruoju dešimtmečiu populiarėjantys gilias mokymosi metodai atveria galimybę efektyviau, tiksliau ir greičiau analizuoti jūros dugno vaizdus kaip niekada anksčiau. Šiame straipsnyje pateikiame naujausių JTI dugno buveinių ekologijos grupės tyrimų apžvalgą arktyje, Svalbarde, naudojantis povandeninėmis vaizdinėmis technologijomis.

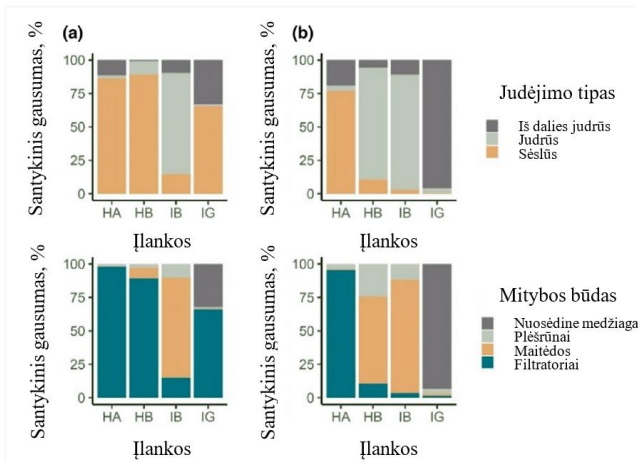
Metodai. Vaizdo medžiaga surinkta 2018 m, 2019 m ir 2022 m vasaros ekspedicijų metu, vakarų Špicbergeno įlankose (Borebuktoje, Gipvikoje, Burgerbuktoje, Dahlbrebuktoje, Trygghamnoje, Johnsfjorde, Adriabuktoje ir Eidembuktoje). Šių ekspedicijų metu buvo naudojama kelių tipų povandeninė filmavimo sistema su dirbtiniu apšvietimu: „drop-down“ su įmontuota analogine vaizdo kamera (700 TVL rezoliucijos) ir aukštos raiškos skaitmenine Panasonic HX-A500 kamera (1280 x 720 px), taip pat nuotoliniu būdu valdomas povandeninis robotas (ROV) su jame įmontuota aukštos rezoliucijos (1920 x 1080 px) su 3 CCD, Full HD vaizdo kamera, Leica Dicomar lęšiais ir 10x optiniu padidinimu. Filmuota medžiaga buvo konvertuojama į 2D vaizdo įrašų mozaikas.

Bendrijų išskyrimui įlankose buvo naudojamos 2D vaizdo įrašų mozaikos, iš kurių, pasitelkus autorių sukurtą internetinį požymių identifikavimo katalogą ir Arkties floros ir faunos taksonomijos ekspertų pagalbą, buvo identifikuota 31 morforūšis (*sensu* Oliver, Beattie, 1994).

Morforūšys buvo suskirstytos pagal judėjimo tipą ir mitybos būdą (Macdonald et al., 2010; Degen, Faulwetter, 2019). Morforūšys ir jų funkcinės grupės buvo naudojamos lyginamajai analizei, siekiant atskleisti ekologiškai reikšmingus skirtumus skirtingose vakarų Špicbergeno įlankose esančiose dugno bendrijose.

Giluminio mokymosi modeliui sukurti dugno vaizdai su ofiūromis buvo anotuojami naudojantis "Labelbox" įrankį. Paruošti povandeniniai vaizdai (2D vaizdo mozaikos) buvo sudalinti į mokymo ir testavimo duomenų rinkinius ir pritaikyti konvoliucinio neuroninio tinklo PSPNet architektūrai. Iš mokymui skirtų 2D mozaikų buvo sudaryti smulkesni, 288 x 288 px dydžio fragmentai (angl. *patches*) naudoti augmentacijai, siekiant padidinti duomenų kiekį. Giliojo modelio vertinimas buvo atliekamas mokant modelį viena mozaikos ir testuojant kita arba skaidant 2D vaizdo mozaikas per pusę (angl. *2-fold cross-validation*). Segmentavimo tikslumas buvo vertinamas naudojantis IOU (angl. *intersection over union*) matavimo matu, lyginant ekspertų anotacijas su modelio vertinimu.

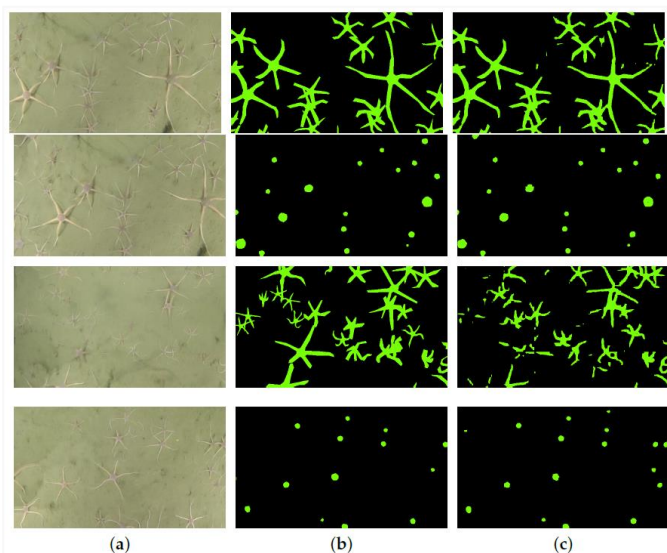
Rezultatai. Įlankose esančiose ledyno tirpsmo zonoje (Borebuktoje, Burgerbuktoje) aptikta daugiau judrių organizmų bei maitėdų, laisvoje nuo ledynų Adriabuktoje aptikta daugiau filtratorių, o laisvoje nuo ledynų zonoje ir upės veikiamoje Gipsvikos įlankoje dominavo iš dalies judrūs, nuosėdine medžiaga mintantys organizmai (1 pav.).



1 pav. Santykinis morforūšių gausumas įlankose, suskirstytose pagal funkcinės grupes (a) dominuojančios morforūšys (b) morforūšys be dominuojančių Sabellidae, siekiant parodyti mažiau gausių morforūšių įnašą. HA-Hornsundas Adriabukta, HB-Hornsundas Burgerbukta, IB-Isfjordenas Borebukta, IG-Isfjordenas Gipsvika.

Gauti rezultatai taip pat patvirtino, jog povandeninė 2D vaizdo mozaika gali būti patikimas metodas, leidžiantis atlikti lyginamąją Arkties buveinių analizę tarp įlankų esančių ledyno tirpsmo zonoje (Borebukta, Burgerbukta), su įlankomis, esančiomis laisvoje nuo ledynų zonoje (Gipsvika, Adriabukta) (Medelytė et al., 2022).

Tačiau povandeninių vaizdų analizė paprastai reikalauja daug pastangų ir laiko sąnaudų, todėl vis dažniau jūrų biologai ieško būdų ją automatizuoti. Vienas tokių automatizavimo metodų yra giluminis mokymasis (angl. *deep learning*). Todėl buvo nuspręsta patikrinti giluminio mokymosi modelio galimybes aptinkant Borerbuktos įlankoje dominuojančią ofiūrų morforūšį. Modelio rezultatai pilnai žymint ofiūrų kūną, su didžiausiomis IOU reikšmėmis siekė 58 %. Tačiau apmokymui pateikus anotacijas tik su ofiūrų diskais ir testuojant kita mozaikos puse, modelio rezultatai pagerėja iki 75 % IOU (2 pav.).



2 pav. Segmentavimo rezultatai: palyginimas tarp priimtinių (pirmosios dvi eilutės) ir ne tokių sėkmingų (paskutinės dvi eilutės) modelio prognozių. (a) Neapdorotas vaizdas, (b) ekspertų anotacijos (c) PSPNet prognozė.

Tačiau ekologiškai prasmingesnis yra ofiūrų gausumo vertinimas, o ne jų padengimas (išreikštas IOU), todėl modelio segmentacijos buvo suskaičiuotos naudojantis dėmių aptikimo metodu (angl. *blob detection*). Šiuo metodu modelis ofiūras apskaičiuodavo 78–93 % tikslumu (Buškus et al., 2021).

Nepaisant giluminio mokymosi teikiamų privalumų ir daug žadančių rezultatų vaizdo medžiagos anotavimo procesas reikalauja daug laiko sąnaudų, todėl didėja anotuotų duomenų bazių būtinybė. Dėl šios priežasties straipsnio autoriai publikavo savo anotuotų požymių duomenų bazę, kurią sudaro 47 vaizdo įrašai, 47 vaizdo įrašų mozaikos su atitinkamomis anotacijomis – iš viso 2242 anotuoti objektai, priskiriami prie 12 kategorijų (Šiaulys et al., 2021).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Vaizdo medžiaga puikiai pasitarnauja atliekant bentoso bendrijų tyrimus sunkiai prieinamose vietose arktyje, bet povandeninių vaizdų ekspertinė analizė reikalauja didelių laiko sąnaudų. Šios laiko sąnaudos galėtų būti sumažintos automatizuojant povandeninių vaizdų požymių išskyrimą ir ekspertinei analizei pasitelkiant konvoliucinius neuroninius tinklus ir giliojo mokymosi algoritmus. Tačiau šie algoritmai kol kas nedaro reikšmingo poveikio jūrų biologijos srityje, visų pirma dėl to, kad vis dar yra laisvai prieinamų anotuotų duomenų bazių trūkumas modelio apmokymui. Gerai anotuotos povandeninių vaizdų medžiagos rinkinys ypač naudingas jūrų biologams ir mokslininkams dirbantiems mašininio mokymosi srityse. Bentoso identifikacija iš vaizdinės medžiagos dažnai apsiriboja epifauniniais organizmais, o infauniniai organizmai, gyvenantys įsirausę į dugną dažnai lieka nepastebėti. Ši problema galėtų būti sprendžiama į mėginių ėmimo procesą įtraukiant gruntotraukio mėginius, kurie padėtų įvertinti prarastos informacijos kiekį ir galbūt įrodytų ekologinės prasmės išliekamąją vertę vaizdo medžiagoje. Didelis tokio tipo neapdorotos medžiagos kiekis yra JTI ir IOPAN dugno buveinių ekologijos tyrimų grupėse.

Padėkos. Tyrimai vykdyti įgyvendinant Lietuvos mokslų tarybos finansuojamus projektus: DEMERSAL „Giluminiu mokymusi grįsta automatinė sistema jūros dugno vaizdų atpažinimui ir kiekybinei analizei“ (No. P-MIP-19-492), EIDEMBUKTA „Naujos pakrantės lagūnos ekosistemos susidarymas po ledynų atsitraukimo Eidembuktoje, Svalbarde, Arktyje“ (# S-MIP-22-48), bei dvišalio Lietuvos–Lenkijos bendradarbiavimo programos DAINA projektą ADAMANT „Arkties bentoso ekosistemų kaita: ledyno tirsmo ir borealinių rūšių pernašos makroplastiku poveikis“ (# S-LL-18-8).

Literatūra

- Buškus K., Vaičiukynas E., Verikas A., ir kt. 2021. Automated quantification of brittle stars in seabed imagery using computer vision techniques. *Sensors*, 21(22), p.7598.
- Degen R. ir Faulwetter S. 2019. The Arctic Traits Database – a repository of Arctic benthic invertebrate traits. *Earth System Science Data* 11. p. 301-322.
- Macdonald T.A., Burd B.J., Macdonald V.L., ir kt. 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.

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

- Medelytė S., Šiaulys A., Daunys D., ir kt. 2022. Application of underwater imagery for the description of upper sublittoral benthic communities in glaciated and ice-free Arctic fjords. *Polar Biology*, pp.1-17.
- Oliver I. ir Beattie A.J. 1996. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation biology*, 10 (1), p. 99-109.
- Šiaulys A., Vaičiukynas E., Medelytė S., ir kt. 2021. A fully-annotated imagery dataset of sublittoral benthic species in Svalbard, Arctic. *Data in brief*, 35, p.106823.

HIDROLOGINIS-HIDRODINAMINIS MODELIS NEMUNO-KURŠIŲ MARIŲ-BALTIJOS JŪROS TYRIMAMS

Jovita Mėžinė¹, Rasa Idzelytė¹, Natalja Čerkasova^{1,2},
Georg Umgieser^{1,3}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Texas A&M AgriLife Research, Blackland tyrimų ir plėtros centras, Temple, Teksasas, JAV, ³ CNR – Italijos nacionalinės mokslo tarybos, ISMAR – Jūros mokslų institutas Venecijoje, Venecija, Italija
jovita.mezine@apc.ku.lt

Įvadas. Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institute (KU JTI) jau ne vienerius metus dirba modeliavimo grupė. Hidrologiniam upių modeliavimui yra naudojamas SWAT įrankis (angl. Soil and Water Assessment Tool), kuris yra vienas iš populiariausių įrankių upių baseinų hidrologiniam modeliui (Neitsch ir kt., 2011), o hidrodinaminiam Kuršių marių ir Baltijos jūros modeliavimui – SHYFEM (angl. Shallow water HYdrodynamic Finite Element Model) modeliavimo sistema (<https://sites.google.com/site/shyfem/>). Ankstesniuose tyrimuose šie du modeliai buvo taikomi atskirai: arba upių tyrimams, arba Kuršių marių ar Baltijos jūros tyrimams. Tačiau šiuo metu KU JTI vykdomo ECO-NEWS projekto rėmuose buvo nuspręsta modeliavimo sistemas sujungti, siekiant nepertraukiamai modeliuoti visą sistemą nuo Nemuno ištakų iki Baltijos jūros.

Tikimasi, kad naujos sistemos sukūrimas leis išspręsti upių kraštinių sąlygų paruošimo hidrodinaminiam modeliui klausimą ir tiksliu aprašys hidrodinamines sąlygas Kuršių mariose, ypač Nemuno avandelhoje.

Metodai. Hidrologiniam modeliavimui naudojamas SWAT įrankis yra skirtas žemyninėje dalyje vykstančių procesų modeliavimui, tokių kaip: hidrologiniai procesai, erozija, augalų augimas, maistingųjų medžiagų ciklai, pesticidų dinamika, medžiagų pernaša vandens telkiniuose, vandens tarša bakterijomis ir kraštovarkos įtaka hidrologiniams parametrams. Šio tyrimo metu hidrologinis ir vandens kokybės modelis buvo sudarytas panaudojus programinius kodus parašytus Matlab kalba (The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States), kurie leidžia sudaryti modelį pusiau automatišku būdu. Taip pat Matlab kalba parašytos programos buvo pritaikytos duomenų apdorojimui ir rezultatų statistinei analizei.

ECO-NEWS projekte naudotas sukalibruotas ir patikrintas Nemuno baseino modelis, kuris apima visą baseiną nuo ištakų Baltarusijoje iki Nemuno deltos Rusnėje (Čerkasova ir kt., 2021). Naudojama šlaitinė (angl. hillslope)

modelio diskretizavimo schema, kuri taisyklingai aprašo vandens ir maistinių medžiagų bei teršalų sklidimą tarp upės baseino elementų. Kadangi šiuo metu nėra standartinių įrankių šlaitiniam diskretizavimui realizuoti, tyrime naudojami KU JTI sukurti įrankiai GIS aplinkoje.

Hidrodinaminiam procesams modeliuoti buvo pasirinkta atviro kodo SHYFEM modeliavimo sistema – baigtinių elementų hidrodinaminis modelis skirtas seklių lagūnų ir priekrantės vandenų tyrimams. Pagrindiniai modeliuojami parametrai yra: vandens temperatūra, vandens lygis, druskingumas, srovės ir bangos. Šis modelis jau daugiau nei 10 metų yra taikomas KU JTI modeliavimo darbuose (Idzelytė ir kt. 2021; Mėžinė ir kt., 2019; Umgiesser ir kt., 2016; Zemlys ir kt., 2013; ir kt.). Detalus modelio aprašymas yra pateiktas Umgiesser ir kt. (2004), o modelio patikra Kuršių marių ir Baltijos jūros tyrimams yra pristatyta Zemlio ir kt. (2013) bei Mėžinės ir kt. (2019) straipsniuose.

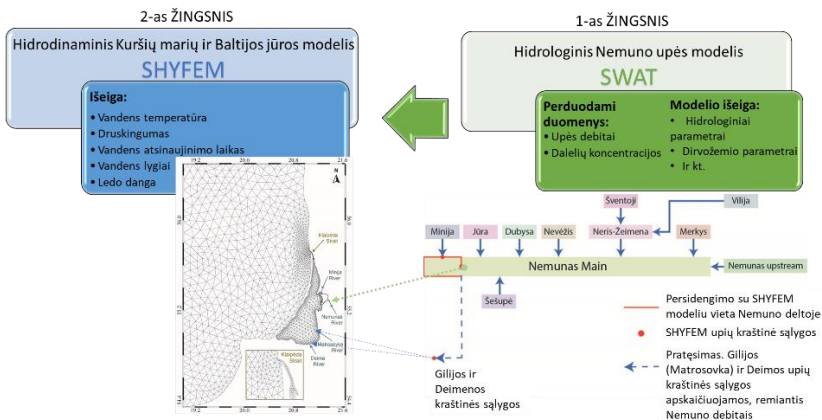
ECO-NEWS projekto metu pirmą kartą buvo sudaryta nauja skaičiavimo gardelė (žr. 1 pav.), apimanti visą Lietuvos išskirtinę ekonominę zoną. Tai kintančios rezoliucijos gardelė su smulkiaisiais elementais hidrodinamiškai aktyviausiose vietose (Nemuno delta ir Klaipėdos sąsiauris), vidutiniais elementais Kuršių mariose ir Lietuvos priekrantėje bei stambiais centrinėje Baltijos jūros dalyje. Iš viso skaičiavimo gardelę sudaro 3292 elementai ir 1986 mazgai.

Taip pat modeliai buvo pritaikyti klimato kaitos analizei pagal RCP4.5 ir RCP8.5 klimato kaitos scenarijus, remiantis meteorologiniais duomenimis iš CORDEX regioninių klimato modelių bazės (IPSL, MOHC, ICHEC, MPI) ir kraštinių sąlygų duomenimis, kurie buvo surinkti iš sujungto vandenyno-ledo-atmosferos modelio RCA4-NEMO (Gröger ir kt., 2019; Wang ir kt., 2015).

Rezultatai. Pagrindinis pristatomas rezultatas yra hidrologinio ir hidrodinaminio modelių sistema nuo Nemuno ištakų iki Baltijos jūros (1 pav.). Sistema suskirstyta į du žingsnius.

Pirmajame žingsnyje yra atliekami hidrologinio modelio skaičiavimai Nemuno baseine. Modelio išvesties rezultatai yra perduodami į hidrodinaminį modelį, kaip kraštinės sąlygos, tęsiant skaičiavimus gilyn į Kuršių marias ir Baltijos jūrą. Persidengiančios SHYFEM ir SWAT modelių dalys, esančios Nemuno deltos teritorijoje, buvo modeliuojamos tik SHYFEM, taip pasiekiant geresnį hidrodinaminį sąlygų reprezentavimą. Šiuo metu SHYFEM modelis, kaip upių kraštinių sąlygų įvesties duomenis, naudoja Nemuno (ties Šilaininkais) ir Minijos (ties žiotimis) upių vandens debito ir temperatūros duomenis. Kitus SWAT modelio parametrus galima pasirinkti priklausomai nuo tyrimo užduoties. Taip pat, ilgalaikėje KU JTI modeliavimo grupės

praktikoje, Gilijos bei Deimenos upių debitai yra apskaičiuojami pagal priklausomybes nuo Nemuno debito.



1 pav. Hidrologinio ir hidrodinaminio modelio sujungimo schema.

Antrajame žingsnyje atliekami hidrodinaminio modelio skaičiavimai, kurio rezultatai yra taikomi tolimesniuose KU JTI tyrimuose. ECO-NEWS projekto metu šis modelis buvo pritaikytas klimato kaitos tyrimas modeliuojamoje teritorijoje.

Pirminiai tyrimo rezultatai parodė, kad visų scenarijų tarpsezoniškas Nemuno upės debito variacijos atvejais nurodo žiemos sezono vandens kiekio padidėjimą (vidutiniškai iki 44,3 %). Tai sutampa su numatomu sniego formavimosi sumažėjimu visame baseine tiek trumpalaikėje, tiek ilgalaikėje perspektyvoje. Numatoma, kad upės debitas nesikeis arba nežymiai sumažės šiltuoju metų laiku. Bendrojo azoto ir fosforo apkrova taipogi padidės žiemos metu. Bendrojo azoto didesnis išsiplovimas iš baseino numatomas ir pavasarį bei vasaros sezonais.

Kuršių marių ir Baltijos jūros modelių rezultatų analizė parodė, kad lyginant su istoriniu laikotarpiu matomas vandens temperatūrų padidėjimas (atskirais sezonais stebima nuo +9 % iki +46 % pagal RCP4.5 ir -16 % – +84 % pagal RCP8.5), vandens lygio Nemuno deltoje ir pietinėje Kuršių marių dalyje kilimas (iki 30 cm pagal RCP4.5 ir iki 40 cm pagal RCP8.5), vandens užsilaikymo laiko sumažėjimas (-59 % – RCP4.5 ir -65 % – RCP8.5), taip pat stebimas druskėto jūrinio vandens įtekėjimų trumpėjimas nuo 6 iki 19 % ir 50–70 % ledo storio sumažėjimas ilgalaikėje perspektyvoje. Visi šie parametrai taip pat susiję ir su ištekančio vandens kiekiu didėjančiomis tendencijomis. Ryškiausi pokyčiai apskaičiuoti pagal RCP8.5 scenarijų.

Rezultatų aptarimas ir išvados. ECO-NEWS projekto metu buvo sukurtas įrankis, gebantis tinkamai reprezentuoti hidrologinius ir hidrodinامينius procesus Nemuno-Kuršių marių-Baltijos jūros kontinuumė. Į bendrą sistemą sujungti hidrologinis SWAT ir hidrodinaminis SHYFEM modeliai atveria didesnes modelių pritaikymo galimybes ir geriau reprezentuoja tyrimo teritoriją.

ECO-NEWS projekto metu sujungta modelių sistema kartu su atnaujintais klimato kaitos scenarijų duomenimis buvo pritaikyta klimato kaitos pokyčiams pagal RCP4.5 ir RCP8.5 scenarijus įvertinti.

Padėka. Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. S-MIP-21-24.

Literatūra

- Čerkasova, N., Umgiesser, G., Ertürk, A., 2021. Modelling framework for flow, sediments and nutrient loads in a large transboundary river watershed: A climate change impact assessment of the Nemunas River watershed. *J. Hydrol.* 598, 126422.
- Gröger, M., Arneborg, L., Dieterich, C., ir kt., 2019. Summer hydrographic changes in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak projected in an ensemble of climate scenarios downscaled with a coupled regional ocean–sea ice–atmosphere model. *Clim. Dyn.* 53, 5945–5966.
- Idzelytė, R., Umgiesser, G., 2021. Application of an ice thermodynamic model to a shallow freshwater lagoon. *Boreal Environ. Res.* 26, 61–77.
- Mėžinė J., Ferrarin C., Vaičiūtė D. ir kt. 2019. Sediment transport mechanisms in a lagoon with high river discharge and sediment loading. *Water*, 10(11), 1970.
- Neitsch, S.L., ir kt., 2011. Soil and water assessment tool, theoretical documentation, version 2009. College Station: Texas Water Research Institute, Technical Report 406.
- Umgiesser G., Melaku Canu D., Cucco A. ir kt. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51, p. 123–145.
- Umgiesser G., Ferrarin C., Cucco A. et al. 2014. Comparative hydrodynamics of 10 Mediterranean lagoons by means of numerical modeling. *J. Geophys. Res. Ocean.* 119.
- Umgiesser G., Zemlys P., Erturk A. ir kt. 2016. Seasonal renewal time variability in the Curonian Lagoon caused by atmospheric and hydrographical forcing. *Ocean Science*, 12, 2043–2072.
- Wang, S., Dieterich, C., Döscher, R., ir kt., 2015. Development and evaluation of a new regional coupled atmosphere–ocean model in the North Sea and Baltic Sea. *Tellus A Dyn. Meteorol. Oceanogr.* 67, 24284.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G. ir kt. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two–layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Science*, 9, p. 573–584.

ŠIANDIEN JŪRINĖS ŽUVIES AR GĖLAVANDENĖS? NEMUNO DELTOJE PERINČIŲ UPINIŲ ŽUVĖDRŲ MITYBOS TERITORIJOS

Julius Morkūnas, Ramūnas Žydelis, Vytautas Eigirdas

Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius,
julius.morkunas@birdlife.lt

Įvadas. Upinė žuvėdra yra šiltuoju metu laiku Lietuvoje aptinkamas vandens paukštis. Po žiemojimo prie Afrikos krantų paukščiai balandžio mėnesį jau pradeda kurtis ir ieškoti tinkamų perėjimui vietų Lietuvoje. Vandens gausus pamario kraštas yra puikiai tinkanti vieta upinėms žuvėdroms maitintis. Deja, nuolat kintantis avandeltos reljefas ir salų laikinumas dėl vandens lygio svyravimų ar jų užaugimo aukšta žole ar krūmais mažina galimybes paukščiams įsikurti. Todėl Lietuvos ornitologų draugija su partneriais nuo 2020 metais pradėjo žuvėdrų apsaugai skirtas veiklas, skirtas perėjimo buveinių atkūrimui ir jų biologijos išaiškinimui telemetrinėmis priemonėmis. Tyrimo tikslas: Kintų žuvininkystės tvenkiniuose atkurti geras perėjimo sąlygas upinėms žuvėdroms ir uždėjus GPS siūstuvėlius ant perinčių paukščių išaiškinti kolonijos naudojamą teritorijos dydį veisimosi metu.

Metodai. Kintų žuvininkystės tvenkiniuose 2020 metais buvo rekonstruotos trys didesnės nei 20 m² dirbtinės plaukiojančios salos (plaustai). Medinių plaustų ilgis buvo 8 m, plotis 4 m, plaustai buvo pripildyti lizdams daryti tinkama medžiaga (biokuro drožlės, kriauklės ar šiaudai) (1 pav.).



1 pav. Plaustas su perinčiomis žuvėdromis Kintų tvenkiniuose.

Plaustai buvo įleisti ir inkaruoti didžiausiuose žuvininkystės ūkio tvenkiniuose. Tvenkiniuose žuvėdros peri ir ant natūralių durpių salelių. Skaičius, dydis ir išsidėstymas bene kasmet skiriasi dėl meteorologinių sąlygų, bet kasmet susidaro bent 4-8 salelės kurių plotas nuo 2 iki 10 m².

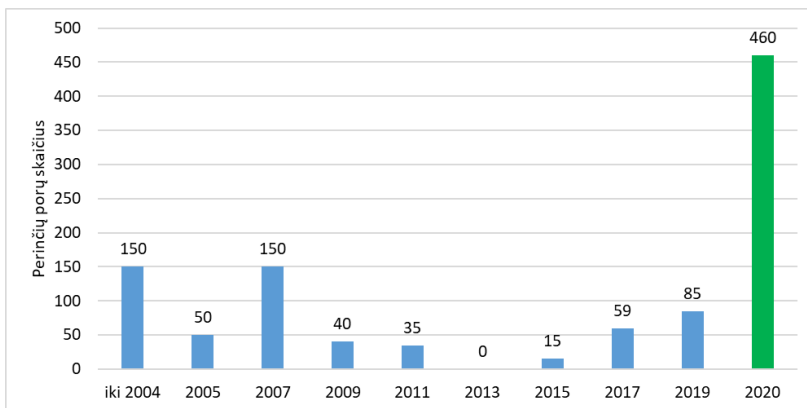
Perėjimo metu buvo gaudomos suaugusios upinės žuvėdros, joms ant nugaros pritvirtinti NanoFix siūstuvėliai, kurių kiekvienas svėrė po 2,9 g. Siūstuvai turėjo saulės panelę ir galimybę įrašyti GPS pozicijas, kurias vėliau perduodavo į prie kolonijos įrengtas duomenų nukrovimo stoteles. Iš viso per du tyrimų sezonus Kintuose siūstuvais pažymėta 16 žuvėdrų.

Rezultatai. Kiekvienais metais įrengtuose plaustuose sėkmingai perėjo upinės žuvėdros. Atskirai kiekviename plauste perėjo nuo 57 iki 82 porų upinių žuvėdrų. Kintuose peri beveik pusė Lietuvos upinių žuvėdrų populiacijos, 2020 metais perėjo apie 450-480 porų, 2021 560 porų o 2022 – 570 porų upinių žuvėdrų (2 ir 3 pav.). Iš 16 sužymėtų žuvėdrų maitinimosi kelionių duomenys gauti iš 15 individų. Didžioji dalis mitybos kelionių buvo į Kuršių marias, šiek tiek stebėti paukščiai maitinosi Baltijos jūroje ir tik retkarčiais atskiri individai aplankydamo vidaus vandens telkinius. Atksiri paukščiai nuo kolonijos skrido nuo 3 iki 50 km atstumu (4 pav.).

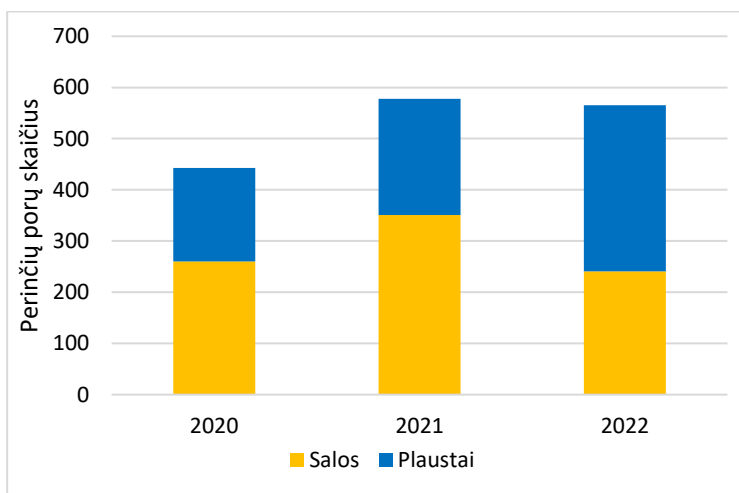
Rezultatų aptarimas. Žuvėdros, kurios perėjo plaustuose, sėkmingiau išaugino jaunikius nei tos, kurios perėjo salose. Salose perėjimo metu žuvėdrų lizdai buvo nuplaunami pakilus vėjui ir bangoms užliejus lizdus su kiaušiniams. Taip pat dėl natūralios sukcesijos salos užaugo žoline ir sumedėjusia augmenija, trukdančia žuvėdroms įsikurti, o nuleidus tvenkinius į salas lengvai patekdavo plėšrūnai ir sunaikindavo dėtis ir jaunikius.

Siūstuvais pažymėti paukščiai suteikė naujų duomenų apie upinių žuvėdrų skrydžio atstumus perėjimo metu. Nepaisant didelio atskirų individų skrydžių skirtumo tarp mitybos vietų, buvo matomas buveinių pasirinkimas kolonijos lygmeniu. Dažniausiai visos kolonijos paukščiai mitybai intensyviausiai naudojo Kuršių marias o ne Kintų žuvininkystės tvenkinius kur yra įsikūrusios kolonijos. Atskirais atvejais pavieniai individai skrisdavo ilgus atstumus maitintis į jūrą ar kitus vidaus vandens telkinius.

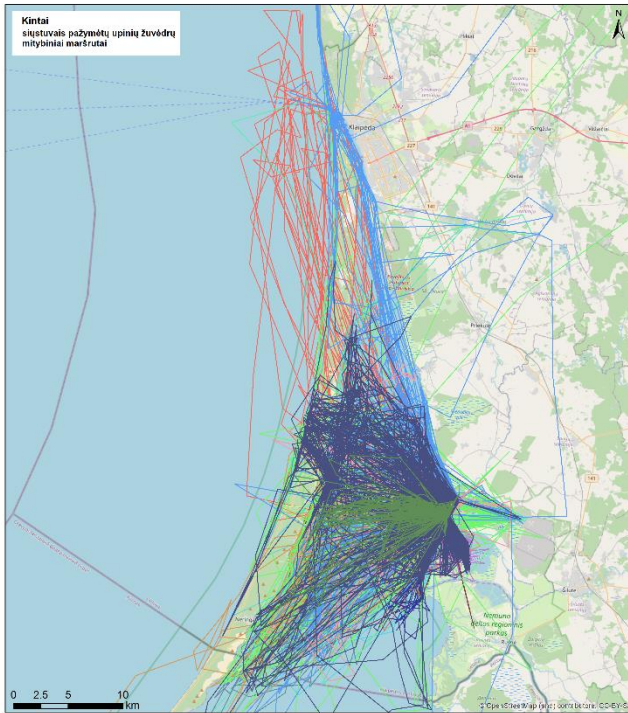
Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga



2 pav. Upinių žuvėdrų skaičius Nemuno deltoje iki gamtotvarkos pradžios ir po gamtotvarkos pradėjimo 2020 metais.



3 pav. Perinčių upinių žuvėdrų porų skaičius žuvininkystės tvenkiniuose.



4 pav. Upinių žuvėdrų GPS maršrutai.

Išvados. Nemuno deltos regione upinėms žuvėdroms trūksta tinkamų perėjimo vietų. Dėl to žuvėdros labai noriai užima dirbtines perėjimo vietas apsaugotas nuo nepalankių oro sąlygų ir plėšrūnų.

Kintančio vandens lygio telkiniuose upinėms žuvėdroms tinkamiausia perėti ant plaustų.

Taigi, planuojant rūšies apsaugą, reikėtų atsižvelgti ne tik į veisimosi kolonijos vietą, bet ir į galimas maitinimosi vietas bent 20 km spinduliu.

KUO SKIRIASI VANDENS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDA ŽVEJYBOS ĮRANKIAIS KURŠIŲ MARIOSE IR BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE?

Julius Morkūnas¹, Rasa Morkūnė²

¹Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius, ²Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda,
rasa.morkune@ku.lt

Įvadas. Lietuvos Kuršių marių dalis ir Baltijos jūros priekrantė yra svarbios vandens paukščių mitybos vietos įvairiais sezonais (Žydelis, 2009; Morkūnė ir kt., 2020). Paukščių sankaupų persidengimas su žvejybos plotais sukelia priegaudos (atsitiktinio pagavimo) riziką, kuri jau buvo patvirtinta, pateikiant priegaudos mąstus ir Lietuvos jūriniuose vandenyse (Morkūnas ir kt., 2022), ir kituose Baltijos jūros, ir pasaulinio vandenyno akvatorijose (Žydelis ir kt., 2009). Šiame darbe palyginame Kuršių marių Lietuvos dalyje ir Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje vykstančios paukščių priegaudos žvejybos įrankiais bruožus.

Metodai. Vandens paukščių priegaudos duomenys iš priekrantėje veiklą vykdančių žvejybos įmonių buvo rinkti nuo 2015 metų spalio iki 2022 metų gegužės mėnesio ir padengia 6 žiemos sezonus. Iš viso informaciją apie jūros paukščių priegaudą teikė nuo 7 iki 9 skirtingų žvejybos įmonių skirtingais žiemos sezonais. Kuršių mariose 2015–2020 metų laikotarpiu visais mėnesiais duomenis apie paukščių priegaudą žvejybiniuose įrankiuose teikė 7 žvejybos įmonės.

Žuvusių paukščių skaičius, surinktas iš bendradarbiavusių žvejybos įmonių, naudotas vertinant priegaudos mastą visoje Lietuvos priekrantėje. Visi skaičiavimai buvo atlikti atskiroms statomųjų tinklų akytumo klasėms. Norint įvertinti bendrą priegaudą Kuršių mariose, buvo atlikta žvejybos pastangų analizė, kurios metu buvo naudojami žvejų pastangos ir sugavimai, įskaitant duomenis apie priegaudą. Atsižvelgiant į esamus duomenis, priegaudos per pastangą rodiklis buvo paskaičiuotas dviem metams, panaudojant visų pastangų duomenis.

Rezultatai ir jų aptarimas. Sezonai. Didžiausia rizika paukščių priegaudai Baltijos jūros priekrantėje yra jūros paukščių žiemojimo periodu, kuris apima dalį rudens, žiemą ir dalį pavasario nuo spalio iki gegužės mėnesio. Remiantis surinktais priegaudos duomenimis, intensyviausiai į žvejybinius tinklus paukščiai pakliūna gruodžio – kovo mėn. Daugiausiai paukščių žvejybos įrankiuose žūva vasario ir kovo mėnesiais, kuomet vidutiniškai per šiuos mėnesius tinkluose surenkama 64 % visos paukščių

priegaudos. Mažiausiai priegaudos registruojama vėlyvo pavasario ir ankstyvo rudens metu. Vasaros metu priegauda yra atsitiktinumas.

Paukščių priegaudos duomenys Kuršių mariose buvo rinkti ištisus metus, bet priegauda žvejybos įrankiuose fiksuota tik nuo birželio iki gruodžio. Vasaros metu didžiausia priegauda registruojama liepą – rugpjūtį. Kuršių marios dažniausiai bent iš dalies žiemos metu užšalantis vandens telkinys, todėl nelieka atviro vandens ploto, kuriuo gali naudotis paukščiai. Gausią priegaudą vasaros antroje pusėje galima paaiškinti gausiomis paukščių sankaupomis, kurios susiformuoja pradėjus skraidyti didžiųjų kormoranų jaunikliams iš vietinių Kuršių marių kolonijų (Morkūnė ir kt., 2020).

Svarbiausi plotai. Visais tyrimo sezonais daugiausiai paukščių žvejybiniuose tinkluose žūva paukščių apsaugai svarbiose teritorijose: Kuršių nerijos nacionaliniame parke ir Baltijos jūros priekrantėje. Priklausomai nuo žiemojimo sezono, priekrantės saugomose teritorijose fiksuojama nuo 50 % iki 80 % visų per vandens paukščių priegaudos.

Kuršių mariose neišskyrėme vietų, kurios būtų pavojingiausias paukščiams dėl žvejų tinklų. Teoriškai pavojingiausios vietos yra Rusnės avandelta ir seklumos prie Rusijos federacijos sienos, kur rudenį susirenka tūkstančiai ančių.

Įrankiai. Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje 2015–2022 m. laikotarpiu didžiausia žiemojančių jūros paukščių priegauda fiksuota žvejybiniuose statomuose tinkluose (1329 paukščiai), kuomet iš gaudyklės naudojančių žvejybos įmonių gauta duomenų apie 4 žuvusius jūros paukščius. Paukščių priegaudos žvejojant ūdomis nebuvo registruota. Tuo tarpu Kuršių mariose didžiausia paukščių priegauda fiksuota gaudyklėse, per pusę mažiau paukščių fiksuota tinkluose.

Žvejybos įrankiuose žuvusių paukščių rūšinė įvairovė ir gausumas. Lietuvos žemyninėje priekrantės dalyje 2015–2022 metų laikotarpiu žvejybos metu gauta duomenų apie 15 rūšių jūros paukščių žūtis žvejybos įrankiuose; iš viso surinkta informacija apie 796 individus, iš kurių 81 % sudarė ledinės antys (1 lentelė.). Kuršių nerijos priekrantėje 2015–2021 m. laikotarpiu surinkti duomenys apie žvejybos metu į žvejybos įrankius įkliuvusius ir juose žuvusius devynių jūros paukščių rūšių 549 individus: 67 % sudarė nuodėgulės, 21 % – ledinės antys, 12 % – kiti 7 rūšių paukščiai. Tai dideli žūvančių saugomų rūšių paukščių skaičiai, kurie įpareigoja ne tik toliau rinkti informaciją apie priegaudą, bet ir įvertinti jos mąstus visai priekrantei ir ieškoti žalos paukščiams mažinimo būdų.

Kuršių mariose žvejybiniuose įrankiuose daugiausiai žuvo didžiųjų kormoranų (1 lentelė), kurių gausumas perinčioje kolonijoje Aplinkos ministerijos užsakymu yra reguliuojamas; tad papildomų priemonių dėl

paukščių priegaudos mažinimo Kuršių mariose pagal turimus duomenis kol kas planuoti nereikia, bet reikėtų tęsti tyrimus.

1 lentelė

Vandens paukščių rūšių žūčių žvejybos įrankiuose pasiskirstymas skirtingose akvatorijose (balta spalva – šioje studijoje rūšis neužfiksuota)

Reta  Labai dažna

Rūšis	Kuršių nerijos jūros priekrantė	Žemyninė jūros priekrantė	Kuršių marios
Mažasis kragas			
Laukys			
Mažasis dančiasnapis			
Kuodotoji antis			
Rudakaklis kragas			
Sidabrinis kiras			
Vidutinis dančiasnapis			
Žiloji antis			
Alka			
Didysis dančiasnapis			
Klykuolė			
Juodakaklis naras			
Laibasnapis narūnėlis			
Didysis kormoranas			
Ausuotasis kragas			
Juodoji antis			
Rudakaklis naras			
Nuodėgulė			
Ledinė antis			

Priegaudos įvertinimas. Įvertinome, kad iš viso 2015–2021 m. paukščių žiemojimo sezonais (nuo spalio iki gegužės mėnesių, iš viso 6 sezonai)

Lietuvos priekrantėje statomaisiais tinklais galėjo būti sugauti 9776 paukščiai, iš jų 3457 paukščiai Kuršių nerijos ir 6319 paukščiai žemyninėje dalyje.

Lietuvos Kuršių marių dalyje paukščių priegauda įvertinta nuo 0 iki 0,28 paukščio/1000 m tinklo. Bendra paukščių priegauda per metus Kuršių mariose yra apie 600 paukščių kasmet (Lietuvos ornitologų draugija Baltcf, 2021).

Išvados. Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje žvejybos įrankiuose žūva daugiau paukščių, negu Kuršių mariose. Kuršių mariose priegaudoje dominuoja didieji kormoranai, kurių gausumą ir taip reguliuoja Aplinkos ministerija, tad jokių priemonių priegaudos mažinimui turimais duomenimis šiuo metu nereikia. Didžioji dalis jūros priekrantėje žuvusių paukščių buvo užfiksuoti paukščių apsaugai išskirtose teritorijose, kuriose šie paukščiai yra saugomi. Jūroje priegaudoje dominuoja nykstančios ir saugomos rūšys – ledinė antis ir nuodėgulė, tad šiuo metu taikomos priemonės jūros paukščių apsaugos neužtikrina.

Padėka. Tyrimas atliktas pagal Aplinkos apsaugos agentūros projektą „Jūros ir vidaus vandenų aplinkos būklės tyrimų ir vertinimų įsigijimas“ Nr. 05.3.1-APVA-V-011-01-0011 ir Vokietijos aplinkos apsaugos agentūros finansuojamą projektą „UNCATCH“.

Literatūra

- Baltcf, 2021. Projekto“ Untangling the net: tackling bird bycatch in Baltic gillnet fisheries“ galutinė ataskaita. Nuoroda per internetą: <https://baltcf.org/project/tackling-seabird-bycatch-in-gillnets/>
- Morkūnas J., Oppel S., Bružas M., Rouxel Y., Morkūnė R., Mitchell, D 2022. Seabird bycatch in a Baltic coastal gillnet fishery is orders of magnitude larger than official reports. Avian conservation and ecology, Nr. 17(1), 1-12 p.
- Morkūnė R., Petkuvienė J., Bružas M., Morkūnas J., Bartoli M. 2020. Monthly abundance patterns and the potential role of waterbirds as phosphorus sources to a hypertrophic Baltic lagoon. Water, Nr. 12(5), 1392.
- Žydelis R., Bellebaum J., Österblom H., Vetemaa M., Schirmeister B., Stipniece A., ... Garthe S. 2009. Bycatch in gillnet fisheries—an overlooked threat to waterbird populations. Biological Conservation, Nr. 142(7), 1269-1281 p.

TRAUKŪNAS YRA METEOCUNAMIS?

Laura Nestickeytė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė

Klaipėdos universiteto Jūrinių tyrimų institutas, Klaipėda

laura.nestickeyte@ku.lt

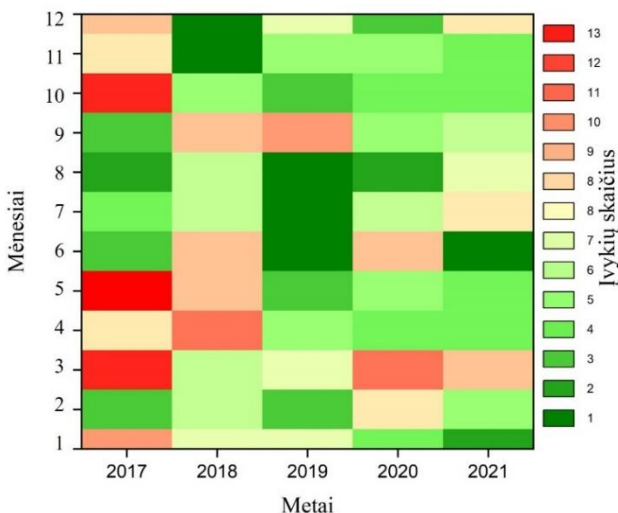
Įvadas. Klaipėdos uostas yra sąsiauryje, jungiančiame Kuršių marias su pietryčių Baltijos jūra. Dabartinė Klaipėdos uosto molų padėtis neapsaugo uosto akvatorijos nuo į ją iš jūros patenkančių ilgųjų bangų (Kirlys, 2000). Uoste, keliasdešimt kartų per metus, fiksuojami pavojingi vandens lygio svyravimai, kai svyravimų amplitudė viršija 20 cm. Vėjui pasiekus daugiau kaip 20 m/s greitį, o bangų aukščiui – 3 m, Klaipėdos valstybinio uosto veikla dažniausiai yra stabdoma. Vien 2022 m. dėl meteorologinių sąlygų uosto veikla buvo sustabdyta 43 paras. Pavojingi vandens lygio svyravimai Klaipėdos uoste, neišskiriant svyravimų kilmės, priskiriami traukūno fenomenui. Po šiuo fenomeno pavadinimu slypi keletas atskirų ir visiškai skirtingų fenomenų. Vienas jų yra meteocunamis, sukliamas staigių atmosferos slėgio pokyčių, kurio periodas nuo kelių minučių iki kelių valandų (Monserrat ir kt., 2006). Svarbu išnagrinėti jūros ir atmosferos sistemos procesus, sukeliančius pavojingas sąlygas laivybai ir uosto veiklai. Norint tiksliai prognozuoti vandens lygio trumpalaikius svyravimus Klaipėdos uostui, turime suprasti atmosferos generuojamų ilgųjų bangų – meteocunamio, kaip vieno iš galimų reiškinių, atsiradimo prie Lietuvos krantų mechanizmus. Ilgų bangų sukelti pavojingi vandens lygio svyravimai sudaro rūpesčių ne tik Klaipėdos miesto gyventojams, dėl uždaromo keltų eismo tarp skirtingų miesto dalių, bet ir atneša ekonominių nuostolių Klaipėdos uostui. Šiame darbe analizavome kokia dalis Klaipėdos valstybiniame uoste, remiantis Lietuvos Hidrometeorologijos tarnybos metodika fiksuotų traukūnų, gali būti priskirti meteocunamių fenomenui.

Metodai. Pavojingiems jūros lygio pokyčiams nustatyti naudojami Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenys. Vandens lygio įrašuose yra duomenys apie vidutinį minimalų, maksimalų vandens lygį per 5 minutes. Nustatant pavojingus ilgųjų bangų reiškinius Klaipėdos uoste, naudotasi oficialia Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos parengta metodika. Pagal šią metodiką pavojingais laikomi didesni nei 0,2 m skirtumai tarp minimalaus ir maksimalaus vandens lygio 5 minučių įrašuose.

Siekdami atskirti pavojingas įvairios kilmės ilgąsias bangas Klaipėdos uoste, analizavome pagrindinius bangų statistinius parametrus (periodą ir amplitudę). Fokusuojantis į meteocunamių atvejus Klaipėdos uoste, buvo atlikta atmosferos slėgio pokyčių analizė. Nes meteocunamius sukelia staigūs

atmosferos slėgio pokyčiai, dažnai susiję su greitai judančiais orų reiškiniais, tokiais kaip smarkios perkūnijos, škvalai ir kt. (Defant, 1961; Rabinovich ir Monserrat, 1996; Monserrat ir kt., 2006). Atmosferos slėgio jūros lygyje, vėjo greičio ir krypties duomenys Klaipėdos uoste kartą per 3 val. dažnumu buvo gauti iš Klaipėdos meteorologijos stoties. Sinoptinės situacijos analizei, taip pat naudojome Jungtinės Karalystės meteorologijos tarnybos (<https://www.metoffice.gov.uk>) (Met Office) paviršiaus slėgio diagramas.

Rezultatai. Per 2017–2021 m. tiriamąjį laikotarpį Klaipėdos uoste buvo užfiksuotos 347 dienos su pavojingomis ilgųjų bangų sąlygomis, kai svyravimų amplitudė buvo didesnė nei 0,2 m. Dauguma įvykių (63,3 %), buvo apibrėžti kaip silpni (amplitudė 0,2–0,3 m). Tokios situacijos nėra pavojingos uostui, kai atsakingos institucijos žino apie sąlygas ir yra pasirengusios prireikus imtis veiksmų. Stiprūs svyravimai ir (arba) traukūnai, kai svyravimų amplitudė siekė nuo 0,31 m iki 0,5 m, sudarė 35 % visų pavojingų įvykių.



1 pav. Pavojingų ilgųjų bangų įvykių Klaipėdos uoste skaičius.

2017 m. Klaipėdos uoste buvo užfiksuotas 71 traukūnas, iš jų 22 galima priskirti meteotsunamiams. Tokių įvykių 2017 m. rudenį buvo tikrai gausu (1 pav.). Ilgiausios ir didžiausios ilgosios bangos, priskiriamos meteocunamiams, buvo užfiksuotos spalio ir lapkričio mėnesiais, o didžiausi svyravimai siekė 0,39 m spalį ir 0,41 m lapkritį.

2018 m. Klaipėdos uoste užregistruoti 73 traukūnai, iš kurių 18 buvo meteocunami. Jie buvo stebimi sausio-rugsėjo mėn. ir pasižymėjo pastebimais

dideliu intensyvumu. Sausio 28-30 d. užfiksuoti ilgiausiai trukę svyravimai, o rugsėjo 26 d. išmatuoti didžiausi 0,41 m svyravimai.

2019 m. nustatyti 29 pavojingi vandens lygio svyravimai – meteotsunamiai. Septyni žymūs svyravimai įvyko rugsėjo mėnesį; didžiausias buvo 0,43 m. Gruodis taip pat buvo audringas, o didžiausias meteocunamis siekė 0,42 m.

Meteocunamiai fiksuoti 2020 m.: penki vasario mėn., keturi kovo mėn. Iš viso per visus metus įvyko 16 tokių įvykių. Įvykių intensyvumas ir trukmė skirtingais mėnesiais buvo gana skirtingi: visų pirma kovo mėnesį didžiausias meteocunamijų aukštis buvo 0,64 m, o balandžio mėnesį – 0,28 m.

2021 m. Klaipėdos sąsiauryje užfiksuotas 41 traukūnas. Iš jų 20 buvo priskirti meteotunamijų kategorijai. Juos sukėlė didesnis nei 1,5 hPa/3 val. atmosferos slėgio šuolis.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Per penkerių metų laikotarpį, 2017–2021 m., Klaipėdos sąsiauryje fiksuotos 347 dienos su taikūnais, t. y. dienos, kai vandens svyravimai buvo didesni nei 0,2 m, ir 105 dienos iš jų, kai slėgio šuolis – 1,5 hPa ir daugiau per 3 h – meteocunamiai. Daugiausia reiškinį užfiksuota vyraujant vakarų vėjams: vakarų ir pietvakarių vėjai turėjo didžiausią įtaką susidariusioms ilgosioms bangoms. Iš visų įvykių 67 %, priskiriamų prie stiprių buvo sukelti vakarų vėjų.

Mūsų tyrimas rodo, kad pavojingi meteotsunamiai Klaipėdos uoste pasitaiko gana dažnai, todėl svarbu turėti atnaujintą veiksmingą jų prognozavimo metodiką. Pagrindinis ateities tyrimų klausimas – nuodugnai iširti uosto rezonansines savybes ir toliau nagrinėti ryšius tarp meteorologinių reiškinų ir meteorologinių reiškinų sukeltų ilgųjų bangų, veikiančių Klaipėdos uostą.

Literatūra

- Defant A. 1961. Physical oceanography. Pergamon Press, London.
- Kirlyš V. 2000. Bangų pasiutpolkės Klaipėdos uoste.
- Met Office Surface pressure charts. <https://www.metoffice.gov.uk/>. Žiūrėta: 2023-02-13.
- Monserrat S., Vilibić I., Rabinovich A.B. 2006. Meteotsunami: atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6, 1035–1051. <https://doi.org/10.5194/nhess-6-1035-2006>
- Rabinovich A.B., Monserrat S. 1996. Meteorological tsunamis near the Balearic and Kuril Islands: Descriptive and statistical analysis. *Natural Hazards*, 13, 55–90. <https://doi.org/10.1007/BF00156506>
- Rutgersson A., Kjellström, E., Haapala, J. 2022. Natural hazards and extreme events in the Baltic Sea region. *Earth System Dynamic*, 13, 251–301. <https://doi.org/10.5194/esd-13-251-2022>

VĖJAŽUVIŲ *BELONE BELONE* REPRODUKCIJOS BIOLOGIJA LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVNTĖJE

**Nerijus Nika, Jelena Aleksejeva, Deividas Jucevičius,
Tomas Zolubas, Žilvinas Kregždys, Antanas Kontautas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
nerijus.nika@ku.lt

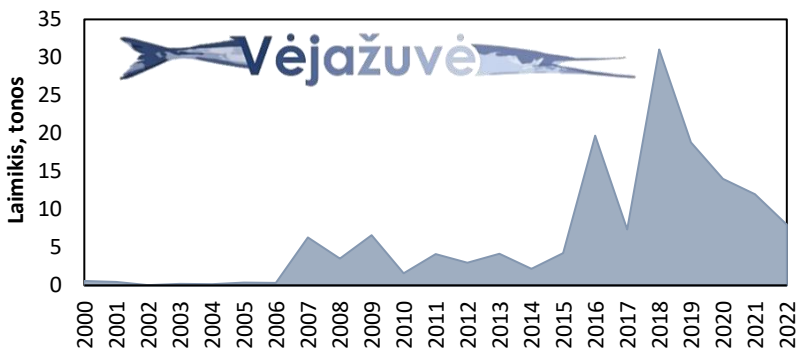
Įvadas. Vėjažuvs (*Belone belone*) sutinkamos Atlante, Juodojoje, Viduržemio baseino jūrose, taip pat Baltijos jūroje (Samsun et al., 2006). Paplitusios atviruose vandenyse, prie krantų priartėja neršto metu pavasarį. Tuo metu patenka į verslinės žvejybos Lietuvos priekrantėje sugavimų statistiką, kurioje pastaraisiais metais vėjažuvių sugavimai yra vis reikšmingesni (1 pav.). Tai yra jūrinės žuvis, tačiau sutinkamos ir druskėtame ar beveik gėlame vandenyje. Nepaisant plataus paplitimo ir tam tikros verslinės svarbos, supratimas apie jų biologijos ciklą, ypač migracijas ir reprodukciją, yra nepilnas, o Baltijos jūroje – pakankamai menkas. Pagal kai kuriuos ichtiologus, vėjažuvs atplaukia iš sūresnių Šiaurės jūros vandenų – migracija susijusi su vakariniais vėjais ir maisto objektų migracija (Repečka ir kt, 1998, Virbickas, 2000; Ojaveer, Kalejs, 2005; von Numers et al., 2019), tačiau kiti teigia, kad jos dauginasi pietų Baltijoje ir migruoja šiauriau į Baltiją arba atgal į Šiaurės jūrą (Grabda, 1981; Dorman, 1991).

Iki šiol beveik nieko nežinoma apie vėjažuvių išteklius ir jų biologiją Lietuvos vandenyse. Preliminariai žinoma, kad gegužės–birželio mėn. priartėja prie kranto ir stebimas neršto procesas, tačiau reprodukcijos pasekmės yra nežinomos. Anksčiau vykdyti vėjažuvių ikrų inkubacijos eksperimentai (Rosenthal, Fonds, 1973; von Westernhagen, 1974; Korzelecka–Orkisz et al., 2005) parodė, kad Baltijos jūros druskingumas yra per mažas sėkmingai inkubacijai, kuomet embrioninis mirtingumas yra 90–100 %. Be to, inkubacijos efektyvumas priklauso ir nuo temperatūros, kuri turi būti 15–18 °C. Potencialaus neršto metu gegužės pab.–birželio pr. Lietuvos priekrantės vandens temperatūra pasiekia apie 15 °C. Tačiau per pastaruosius 20 metų (2000–2020 m.), 18-os metų gegužės–birželio mėn. laikotarpiu (dažniausiai gegužės pabaigoje–birželio pradžioje) buvo fiksuoti apvelingo reiškiniai su reikšmingai nukrentančia temperatūra (iki 9–12 °C) (Dabulevičienė et al., 2018). Šis aspektas, kuris gali labai reikšmingai įtakoti vėjažuvių reprodukciją mūsų vandenyse, niekada nebuvo vertintas.

Taigi vėjažuvių reprodukcijos strategijos Baltijos jūroje klausimas išlieka labai komplikuotas ir per mažai tyrinėtas, bet yra svarbus Baltijos jūros

ekosistemos kaitos kontekste, nes dažnesnis jų pasirodymas šiauriau Baltijoje siejamas su klimato pokyčiais (Ojaveer, Kalejs, 2005). Iš kitos pusės, reprodukcijos strategijos požiūriu (neršiant ~6 prom. druskingumo sąlygomis vidurio ir šiaurės Baltijoje), rūšis neturėtų čia būti sėkminga.

Siekiant surinkti unikalius duomenis apie Baltijos jūroje mažai tyrinėtus, o Lietuvoje visai netyrinėtus rūšies populiacijos gausumo dinamiką ir reprodukcinę strategiją ties Lietuvos krantais, 2022–2023 metais įgyvendinamas projektas “Vėjažuvių populiacijos dinamika ir reprodukcijos ypatumai Lietuvos priekrantėje (VĖJAŽUVĖ)” pagal Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2014–2020 metų veiksmų programos pirmojo sąjungos prioriteto „Aplinkosaugos požiūriu tvarios, efektyviai išteklius naudojančios, inovacinės, konkurencingos ir žiniomis grindžiamos žvejybos skatinimas“ priemonę „Mokslininkų ir žvejų partnerystės“.



1 pav. Vėjažuvių sugavimų Lietuvos priekrantėje kaita 2000–2020 metais. Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas.

Projekte numatoma atlikti intensyvius populiacijos dinamikos, individų biologinių ir reprodukcinį parametrų (lyčių santykis, vislumas, gonadų branda ir kt.) tyrimus. Taip pat bus atlikti neršto intensyvumo stebėjimai ties numanomomis nerštavietėmis, bei nardant potencialiose nerštavietėse. Siekiant įvertinti ties Lietuvos krantais sutinkamų sąlygų poveikį ikrų vystymuisi ir išgyvenamumui, bus atliktas laboratorinis eksperimentas, modeliuojant skirtingas apvelingo ir druskingumo sąlygas. Galiausiai, priekrantėje paplūdimio zonos bus atliekama jauniklių paieška.

Ši kompleksinio tyrimo informacija yra svarbi vėjažuvių išteklių tendencijų kintančiomis aplinkos sąlygomis Baltijos jūroje supratimui, išteklių tvarumo užtikrinimui, o tai, savo ruožtu, yra būtina priekrantės žvejybos sektoriaus tvarumui ir efektyvumui vystyti ir užtikrinti.

Literatūra

- Dabulevičienė T., Kozlov I.E., Vaičiūtė D., Dailidienė, I. 2018. Remote Sensing of Coastal Upwelling in the South-Eastern Baltic Sea: Statistical Properties and Implications for the Coastal Environment. *Remote Sensing*, 10, 1752.
- Dorman J. A. 1991. Investigations into the biology of the garfish, *Belone belone* (L.), in Swedish waters. *Journal of Fish Biology*, 39, p. 59-69.
- Grabda J., 1981. Parasitic fauna of garfish *Belone belone* (L.) from the Pomeranian Bay (Southern Baltic) and its origin. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 11, p. 75-85.
- Korzelecka-Orkisz A., Formicki K., Winnicki A., Bonisławska M., Szulc J., Biernaczyk M., Tański A., Wawrzyniak W. 2005. Peculiarities of egg structure and embryonic development of garfish (*Belone belone* (L.)). *Electronic Journal of Ichthyology*, 2, p. 42-53.
- Ojaveer E., Kalejs M. 2005. The impact of climate change on the adaptation of marine fish in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 62, p. 1492-1500.
- Repečka R., Bukelskis, E., Kesminas, V. 1998. Baltijos jūros žuvis. Vilnius. 117 p.
- Rosenthal D. F., Fonds M. H. 1973. Biological observations during rearing experiments with the garfish *Belone belone*. *Marine Biology*, 21, p. 203-218.
- Samsun O., Samsun N., Bilgin S., Kalayci F. 2006. Population biology and status of exploitation of introduced garfish *Belone belone euxini* (Günther, 1866) in the Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, p. 353-356.
- Virbickas J. 2000. Lietuvos žuvis. Vilnius, 192 p.
- von Numers M., Hänninen J., Mäkinen K., Snickars M. 2019. Indications of garfish *Belone belone* reproducing in Southern Finland. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica*, 95, p. 131-133.
- von Westernhagen H. 1974. Incubation of garpike eggs (*Belone belone* Linné) under controlled temperature and salinity conditions. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 54, p. 625-634.

PIRMASIS VISIŠKAI IŠSIVYSČIUSIŲ LERVUČIŲ APTIKIMAS LITORALĖS MIDIJŲ MANTIJOS ERTMĖJE SVALBARDE, ARKTYJE

Sergej Olenin¹, Aurelija Samuilovienė¹, Dan Minchin^{1,2}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

² Marine Organism Investigations, Ballina, Killaloe, Co Clare, Ireland
sergej.olenin@ku.lt

Įvadas. Geologijos duomenys – paprastosios midijos *Mytilus edulis* fosilijų radimai ir radiokarbono datavimas – rodo, kad holoceno metu ši rūšis buvo plačiai paplitusi Svalbardo priekrantėje (Salvigsen et al., 1992; Hjort et al., 1995). Tai paaiškinama šilta faze prieš 10,7–7,7 tūkst. m., kai Arkties sąlygos buvo daug palankesnės šiai borealinei rūšiai (Hjort et al., 1995). Iki praėjusio amžiaus pabaigos midijos nebuvo aptinkamos Svalbardo vandenyse, nepaisant specialiai tam skirtų priekrantės tyrimų, nors jau tada pirmą kartą gyvos midijos buvo rastos 220 km į pietus nuo Svalbardo (Bjornoja saloje) (Weslawski et al., 1993). Midijų grįžimas į Svalbardą pirmą kartą buvo užfiksuotas šiltesnėje vakarinėje Svalbardo pakrantėje 2004 m. (Berge ir kt., 2005), o atgalinė ekstrapoliacijos parodė, kad jos galėjo atsirasti apie 2000 m. (Leopold ir kt., 2019).

Įdomu tai, kad vėliau buvo rasta, kad į Svalbardą atkeliavo ne vien tik *M. edulis*, o visas kompleksas simpatrinių rūšių, apimantis *M. edulis*, *M. galloprovincialis* ir *M. trossulus* bei jų hibridus, kurių kilmė gali būti plati – iš abiejų Šiaurės Atlanto pusių (Kotwicki et al., 2021).

Iki šiol midijos Svalbardo vandenyse buvo randamos tik sublitorineje zonoje, t. y. žemiau didžiausio atoslūgio, kur temperatūros svyravimus niveliuoja vandens masė. Mes padarėme prielaidą, kad klimato atšilimas lems midijų atsiradimą taip pat ir litoralėje, kur temperatūros svyravimai kur kas didesni negu vandenyje. Ši prielaida pasitvirtino 2019 m. kai litoralinė *Mytilus* spp. populiacija buvo pirmą kartą aptikta vakarinėje Špicbergeno pakrantėje, Trygghamna įlankoje (Kotwicki et al., 2021). Vėliau, išsamiau ištyrus surinktą medžiagą KU JTI laboratorijoje, buvo aptikta dar viena „midijų mįslė“ – jų viduje (t.y. mantijos ertmėje) buvo rastos visiškai susiformavusios lervutės, kurios paprastai būna planktone paskutinėje vystymosi stadijoje prieš nusėdant į dugną. Čia pristatomi šio tyrimo rezultatai.

Metodai. Midijos buvo surinktos liepos 30 d. 2019 ir 2021 m. Trygghamna įlankoje vakarinėje Isfjordeno pusėje, Špicbergene „ADAMANT“ projekto ekspedicijos metu. Midijų kolonija buvo aptikta Trygghamna įlankos vidinėje dalyje, maždaug 0,5–1,5 km atstumu nuo

Harietbreen ledyno priekio (78° 15' 6" N, šiaurės platumos, 13° 44' 17" E). Litoralė buvo padengta smėlio-aleurito su prastai suapvalinto žvyro, skaldos ir stambesnių riedulių priemaiša.

Midijos buvo surinktos atoslūgio metu, nuplautos jūros vandeniu, siekiant pašalinti nuosėdas, sudėtos į plastikinį indą ir užfiksuotos 96 % alkoholiu. Iš viso 2019 m. buvo surinktas 51 gyvas egzempliorius, o 2021 m. – 5. Mėginiai buvo laikomi šaldytuve 4 °C temperatūroje.

Midijos buvo išmatuotos 0,1 mm tikslumu naudojant slankmatį. Kiekviena midija buvo atsargiai atidaroma skalpeliu. Visi audiniai buvo pašalinti iš kriauklių ir sudėti į Petri lėkštes, užpildytas distiliuotu vandeniu. Naudojant stereomikroskopą (padidinimas 50x) buvo ištirti 56 suaugusių midijų audinių mėginiai, siekiant nustatyti lervų buvimą/nebuvimą. Iš 11 suaugusių midijų audiniai buvo paimti genetinei analizei ir sudėti į 1,5 ml mikrocentrifuginius mėgintuvėlius, užpildytus etanolu, kurie buvo laikomi šaldiklyje –20 °C temperatūroje.

Lervų ilgis, t. y. didžiausias atstumas nuo lervos kriauklės priekinės iki užpakalinės dalies, buvo išmatuotas 1 mkm tikslumu, naudojant stereomikroskopą (padidinimas 200x). Tam buvo panaudotos iš 35 midijų mantijos ertmės išsiliejusios lervos, iš viso buvo išmatuota 370 atsitiktinai atrinktų lervų. Maždaug 200 lervų buvo surinkta į 1,5 ml mikrocentrifuginį mėgintuvėlį genetinei analizei.

Siekiant išaiškinti, ar lervos priklauso tai pačiai rūšiai kaip ir suaugę moliuskai, buvo atliktas lervų ir 5 suaugusių moliuskų (iš 11 atrinktų) molekulinis identifikavimas, sekvenuojant 18S rRNR geno V4 fragmentą. 18S rRNR (V4) amplifikacija buvo atlikta naudojant specifinius pradmenis. Sekvenavimą atliko DNR sekos nustatymo tyrimų kompanija „BaseClear“ (Nyderlandai). Siekiant patvirtinti rūšinę priklausomybę, gautos sekos buvo palygintos su tarptautinėje duomenų bazėje (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) esančiomis sekomis, naudojant BLASTn įrankį.

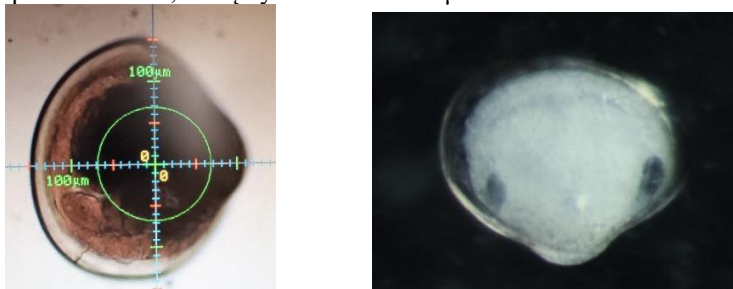
Vėliau, 11 suaugusių moliuskų ir lervų mėginiai buvo analizuojami naudojant diagnostinius molekulinis žymenis, kurie atskiria *Mytilus* taksonus. Naudojant Me 15/16 žymenį, PGR produktas skiriasi trimis *Mytilus* rūšims: 180 bp *M. edulis*, 168 bp *M. trossulus* ir 126 bp *M. galloprovincialis*. Naudojant EFBis žymenį - 400 bp *M. edulis*, 460 bp *M. trossulus* ir 430 bp *M. galloprovincialis*.

Rezultatai ir jų aptarimas. Midijų pasiskirstymas ir dydžiai. Midijos buvo pasiskirsčiusios pavieniui, o ne grupėmis (druzomis), kaip įprasta subarktinių ir borealinių jūrų litoralėje. Kita ypatybė buvo tai, kad dauguma jų buvo beveik iki pusės panirusios į nuosėdas ir bisuso siūlais

prisitvirtinusios prie žvyro ir smulkių akmenukų, kurie tarnavo kaip inkarai. Tik nedidelė dalis midijų (mažiau nei penkios) buvo, kaip įprasta, prisitvirtinusios prie riedulių rudadumblio *Fucus distichus* juostoje.

2019 metais surinktų suaugusiųjų midijų dydis svyravo nuo 22,9 iki 59,2 mm, o 2021 metais rastų 5 egzempliorių dydis – tarp 27,3–48,8 mm; apskaičiuotas amžius pagal žiedų skaičių – nuo 3 iki 12 metų.

Lervų dydžiai ir vystimosi stadija. Lervos mantijos ertmėje buvo rastos 50-tyje iš 51-os 2019 m. surinktų midijų ir visose penkiose 2021 metais surinktose midijose. Tai rodo, kad tai ne atsitiktinumas, o pasikartojantis reiškinys. Lervų kriauklelių ilgis svyravo nuo 178 iki 376 μm , o vidutinis dydis buvo $295 \pm 35 \mu\text{m}$. Jų vystimosi stadija, nustatyta pagal Loosanoff et al. (1966), buvo nuo „F“ (planktoninio vystymosi vidurio) iki „K“ (pediveligerio). Šioje paskutinėje planktoninio vystymosi stadijoje aiškiai matoma umbo – iškilusi kriauklės nugarinio krašto dalis (suaugusioje midijoje tai seniausia kiauto dalis, kuri susiformuoja labai jauname organizme). Pediveligerio stadijoje vyksta nusėdimas iš pelagialės į dugną. Pažymėtina, kad kartu su lervomis buvo aptikti ir oocitai, kurių dydis buvo 50–70 μm .



1 pav. Lervų, ištrauktų iš Svalbardo Arkties litoralėje surinktų midijų mantijos ertmės, nuotraukos. Kairėje: pamatuotas ilgis – 260 μm . Dešinėje: tamsios dėmės yra pritraukiamieji raumenys – aduktoriai.

Suaugusių midijų ir lervų molekulinis identifikavimas. Visos gautos 18S rRNR geno sekos (V4 sritis) labiausiai atitiko NCBI duomenų bazėje esančias *Mytilus* spp. sekas (sekų padengimas – nuo 98 iki 100 %, sekų tapatumas nuo 92,4 iki 99,5 ir labai maža E vertė).

Naudojant Me 15–16 žymenį, visi išanalizuoti suaugėliai ir lervos buvo identifiukuoti kaip gryna *M. edulis*. Tačiau naudojant EF-bis žymenį buvo rasti šeši homozigotiniai *M. trossulus*, vienas homozigotinis *M. galloprovincialis* ir penki heterozigotai, turintys tiek *M. trossulus*, tiek *M. edulis* alelius. Nė vienas iš mėginių nebuvo identifiukuotas kaip grynos *M. edulis*, *M. trossulus* ar *M.*

galloprovincialis su abiem žymenimis (sujungus abiejų žymenų rezultatus). Genetinė sudėtis pagal bendrus alelius tirtuose lokusuose buvo 60,4 % *M. edulis*, 35,4 % *M. trossulus* ir 4,2 % *M. galloprovincialis*.

Nepatikrintos hipotezės arba ateities tyrimų kryptis. Gana platus šiuolaikinis midijų paplitimas Svalbarde rodo, kad per pastaruosius du dešimtmečius jos įsitvirtino ir suformavo stabilias, galinčias daugintis populiacijas. Be to, įsitvirtinus sublitoralėje, jie pradėjo aklimatizuotis ir atšiauresnėse sąlygose potvynių-atoslūgių zonoje. Tačiau dar neaišku kiek trunka lervų vystymosi periodas. Paprastai, esant žemesnei temperatūrai, lervos gyvavimo trukmė užsitęsia. Laboratoriniai tyrimai parodė, kad esant 10°C *M. edulis* nusėdimas iš planktono gali trukti iki 40 dienų, o esant 20°C įvyksta per dvi dienas; 5°C temperatūroje lervos gyvavo iki dviejų mėnesių (Beaumont, Budd, 1982 and references in).

Mūsų tyrime midijos buvo surinktos iš litoralės. Jų mantijos ertmėje rastos lervos buvo vėlyvojo vystymosi stadijoje, o tai rodo, kad nerštas prasidėjo mažiausiai savaitėmis, jei ne mėnesiais anksčiau, nes vandens temperatūra čia neviršija 6°C net liepos-rugsėjo mėn. (Skogseth et al., 2020). Kaip lervos pateko į mantijos ertmę lieka neaišku.

Galima iškelti keturias hipotezes, kurių kiekviena turi savo pliusų ir minusų: 1) lervos buvo susitelkusios vandenyje dėl vėjo sukkelto vandens dreifo ir netyčia pateko į mantijos ertmę, 2) lervos nebuvo išplautos iš mantijos ertmės (joje liko) dėl silpnos hidrodinamikos viršutinėje įlankos dalyje, 3) lervos buvo absorbuotos į midijas, mintančias zooplanktonu (larvofagija), 4) lervos vystosi mantijos ertmėje, „vengdamos“ neigiamo išorinės aplinkos poveikio ("tėvų globos" strategija).

Išvados.

Arktinėje Svalbardo litoralėje aptikti lytiškai subrendę midijų individai apytiksliai nuo 3 iki 12 metų amžiaus.

Midijų mantijos ertmėje aptiktos lervos, kurios paprastai būna planktone paskutinėje vystymosi stadijoje prieš nusėdant į dugną.

Suaugusių midijų ir lervų rūšies tapatumas patvirtintas genetiniais metodais. Kartu su pediveligerio stadijos lervomis mantijos ertmėje buvo aptikti oocitai.

Šis reiškinys (pediveligerio stadijos buvimas lervų midijų mantijos ertmėje) pirmą kartą aptiktas 2019 m. liepą, pakartotinai – 2021 m. liepą.

Padėka. Autoriai dėkoja Andriui Šiauliui, Martynui Bučui ir Aleksejui Šaškovui už pagalbą renkant midijas Arktyje; Irinai Oleninai už midijos lervos nuotrauką, Mantui Liutkui už midijų ir lervų matavimą, Urtei Vakarei Drungilaitei už pagalbą atliekant genetinius tyrimus. Šis tyrimas atliktas

Lietuvos Mokslo tarybos remiamo projekto ADAMANT (# S-LL-18-8) rėmuose.

Literatūra

- Beaumont, A.R., Budd, M.D. 1982. Delayed growth of mussel (*Mytilus edulis*) and scallop (*Pecten maximus*) veligers at low temperatures. *Marine Biology* 71, 97–100.
- Berge J, Johnsen G, Nilsen F, Gulliksen B, Slagstad D. 2005. Ocean temperature oscillations enable reappearance of blue mussels *Mytilus edulis* in Svalbard after a 1000 year absence. *Marine Ecology Progress Series* 303:167–175.
- Hjort, C., Mangerud, J., Adrielsson, L., et al., 1995. Radiocarbon dated common mussels *Mytilus edulis* from eastern Svalbard and the Holocene marine climatic optimum. *Polar Research*, 14, 239–243.
- Kotwicki, L., J. M. Weslawski, M. D. Minchin, S. Olenin et al., 2021. The re-appearance of the *Mytilus* spp. complex in Svalbard, Arctic, during the Holocene: The case for an arrival by anthropogenic flotsam. *Global and Planetary Change* 202 (2021): 103502.
- Leopold, P., Renaud, P.E., Ambrose, W.G., Berge, J., 2019. High Arctic *Mytilus* spp.: occurrence, distribution and history of dispersal. *Polar Biology*, 42, 237-244.
- Salvigsen, O., Forman, S. L. & Miller, G. H. 1992: Thermophilous molluscs on Svalbard during the Holocene and their paleoclimatic implications. *Polar Research* 11(1), 1-10.
- Skogseth, R., Søreide, J., Cottier, F., et al., 2020. Variability and decadal trends in the Isfjorden (Svalbard) ocean climate and circulation—An indicator for climate change in the European Arctic. *Progress in Oceanography*, 187, p.102394.
- Weslawski, J.M., Zajączkowski, M., Wiktor, J., Szymelfenig, M., 1997. Intertidal zone of Svalbard: 3. Littoral of a subarctic, oceanic island: Bjornoya. *Polar Biol.* 18, 45–52.

UŽDARŲ AKVAKULTŪROS SISTEMŲ TECHNOLOGIJOS EFEKTYVUMAS AUGINANT NILO TILAPIJAS (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) DRUSKĖTO VANDENS SĄLYGOMIS

Gerda Petreikytė, Nerijus Nika, Gintautas Narvilas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
gerda.petreikyte@ku.lt

Įvadas. Šiuo metu nemaža dalis pasaulio gyventojų patiria gėlo vandens ir maisto trūkumą, šios problemos yra vienos iš svarbiausių besivystančios žmonijos iššūkių (FAO, 2022). Siekiant patenkinti vis didėjančios žmonių populiacijos aprūpinimą maistu, tampa svarbu ieškoti alternatyvių maisto gamybos būdų. Akvakultūra – alternatyvus žuvies bei kitų jūros gėrybių (pvz., vėžiagyvių, moliuskų, dumblių) šaltinis žmonių poreikiams tenkinti. Šiuo metu didžiausią akvakultūros dalį sudaro žuvų ir kitų gyvūnų auginimas tvenkiniuose ar varžų sistemose gamtiniuose vandenyse kaip ežerai ir jūrų priekrantė. Vis tik tokia akvakultūra pastaruoju metu susiduria su plėtos apribojimais dėl aplinkos taršos, griežtėjančių aplinkosauginių reikalavimų, todėl ypač intensyviai vystosi uždarų akvakultūros sistemų (UAS) technologija, kur žuvis auginamos baseinuose su recirkuliuojančiu valomu vandeniu. Pritaikymas UAS auginti žuvis bei kitus vandens organizmus jūriniame vandenyje yra labai svarbus daugelyje pasaulio regionų, siekiant išvengti didėjančio gėlo vandens trūkumo (Abdelrhman et al., 2020).

Atlikta nemažai tyrimų, rodančių teigiamą druskėto vandens įtaką gėlavandenių arba eurihalininių žuvų augimui ir kitoms jų fiziologinėms funkcijoms (Nass, Kloas, 2019). Viena populiariausių pasaulyje rūšių, auginamų akvakultūroje yra Nilo tilapijos (*Oreochromis niloticus*), kurios taip pat gerai toleruoja jūrinį vandenį (net iki 36 ‰) (El-Sayed, 2006). Šio darbo tikslas buvo įvertinti druskėto vandens įtaką Nilo tilapijų fiziologijai bei akvakultūros technologijos efektyvumui.

Metodai. Nilo tilapijos auginamos KU JTI Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorijoje, uždaroje akvakultūros sistemoje, sudarytoje iš trijų atskirų baseinų grupių (po tris baseinus).

Tilapijos išrūšiuotos ir suskirstytos į tris grupes (1 grupė – gėlas vanduo (0 ‰), 2 grupė – skiestas Baltijos jūros vanduo (3 ‰), 3 grupė – Baltijos jūros vanduo (6 ‰)) po tris pakartojimus, taip, kad jose būtų panašus žuvų kiekis ir biomasė.

Kasdien matuotas druskingumas (%), temperatūra (°C), ištirpusio deguonies kiekis (%) bei pH kiekvienoje sistemoje. Imti vandens mėginiai amonio (JBL NH₄ Test Set), nitritų (JBL NO₂ Test Set) bei nitratų (Salifert NO₃ Profil Test) koncentracijoms nustatyti.

Eksperimento trukmė – 4 mėnesiai. Jo metu, maždaug kas tris savaites, iš kiekvieno baseino atsitiktinai buvo sugaunama, išmatuojama ir pasveriama po 30 vnt. tilapijų. Nustatyta, kad auginamos žuvis baseinuose neršė, todėl, jei matavimo metu patelės burnoje nešiojo ikrus arba jauniklius, jie buvo surenkami ir suskaičiuoti. Paskutinių dviejų matavimų metu, pagal papildęs formą ir dydį bei urogenitalinius organus nustatyta žuvies lytis.

Eksperimento pabaigoje išmatuotos ir pasvertos visos tilapijos, suskaičiuotas jų kiekis baseinuose. Apskaičiuota biomasė, svorio prieaugis (ΔW), specifinis augimo greitis (SGR) (Lugert et al., 2014), pradinis ir galutinis ėmitimo indeksai pagal Fultoną (K) (Nash et al., 2006), išgyvenamumas (SR), pašaro konversijos santykis (FCR).

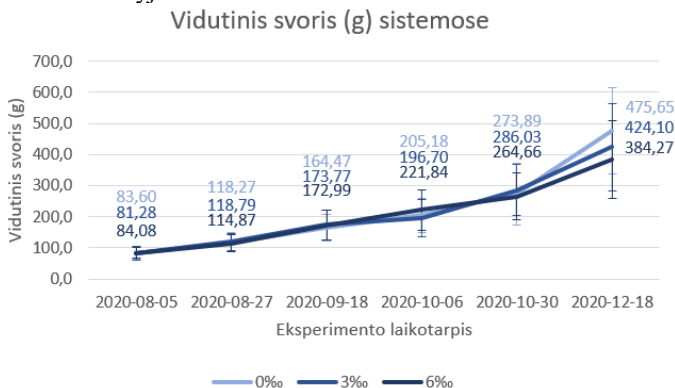
Paprastai eurihalininės žuvis, kaip Nilo tilapijos, neršia gėlame vandenyje, todėl buvo tikrinama kaip skirtingas vandens druskingumas veikia auginamų žuvų reprodukciją ir jauniklių fiziologiją ankstyvos ontogenezės metu. Buvo vertinamas mailiaus standartinis metabolizmo greitis, matuojant individų respiraciją (MO₂) (mg g⁻¹ h⁻¹).

Siekiant įvertinti skirtingo druskingumo vandens galimą įtaką mėsos savybėms, eksperimento pabaigoje buvo imami žuvies filė mėginiai fizinių ir cheminių savybių tyrimui. Mėsos fizinių-cheminių savybių tyrimas atliktas Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Veterinarijos akademijos Gyvūnų auginimo technologijų institute. Išmatuotas mėginio baltymų, riebalų, pelenų, sausos masės kiekis, vandens rišlumas ir vandeningumas, pH.

Rezultatai ir jų aptarimas. Vertinant UAS funkcionavimą skirtingo vandens druskingumo sąlygomis nustatyta, kad statistiškai reikšmingai skyrėsi vidutinis ištirpusio deguonies kiekis (didžiausias 6 ‰ sistemoje – 64,71±8,93 ‰, 0 ‰ – 57,07±12,53 ‰, o 3 ‰ – 54,82±12,52 ‰), vandens pH (0 ‰ sistemoje – 7,26±0,45, 3 ‰ – 7,11±0,29, 6 ‰ sistemoje – 6,65±0,55), bei nitritų (NO₂) kiekis (3 ‰ sistemoje – 0,59±0,16 mg L⁻¹, 0 ‰ – 0,49±0,22 mg L⁻¹, 6 ‰ – 0,52±0,16 mg L⁻¹).

Tyrimo pabaigoje, didžiausias vidutinis Nilo tilapijų svoris buvo 3 ‰ sistemoje (414,88±139,04 g) (1 pav.), taip pat didžiausias svorio prieaugis bei specifinis augimo greitis buvo 3 ‰ sistemoje (atitinkamai 333,42±26,03 g ir 1,2±0,09 % d⁻¹). Mažiausias vidutinis svoris tyrimo pabaigoje, svorio prieaugis bei specifinis augimo greitis buvo 6 ‰ sistemoje (atitinkamai 375,91±124,75 g, 291,87±6,35 g ir 1,1±0,01 % d⁻¹). Šie rezultatai yra arti Naas ir Kloas (2019) meta-analizės metu nustatytos reikšmės, jog optimalus

druskingumas gėlavandenėms žuvisms yra 2,6 ‰, taip pat Lawson ir Alake (2011) pastebėjimui, kad gėlavandenės žuvis prastai auga esant virš 5 ‰ druskingumui. Iš kitos pusės, šios išvados prieštarauja El-Sayed (2006) nurodytam optimaliam druskingumui (5-15‰) Nilo tilapijoms arba Schofield ir kitų (2011) gautiems rezultatams, kur nustatyta, jog Nilo tilapijos gali gerai augti iki 30 ‰ vandenyje.



1 pav. Vidutinis Nilo tilapijų svoris \pm SD 0 ‰, 3 ‰ ir 6 ‰ sistemose.

Per didelis organinių medžiagų bei kietųjų dalelių kiekis, tikėtina, darė įtaką prasčiausiam augimui 6‰ sistemoje, kurios biofiltras ir mechaninis filtras nepajėgė efektyviai išvalyti (vanduo tapo labai drumstas, putotas). Šis sistemos veikimo sutrikimas turėjo įtakos šio tyrimo rezultatams.

Šio tyrimo metu patelių vidutinis svoris ($268,34 \pm 10,48$ g) buvo beveik dvigubai mažesnis nei patinų ($490,86 \pm 18,86$ g). Mažesnį patelių svorį galėjo lemti auginimo metu vykęs nerštas, kuomet patelės burnoje nešioja apvaisintus ikrus ir mailių, todėl nesimaitina, bei tai, jog smulkioms patelėms sunkiau konkuruoti dėl pašaro su stambesniais patiniais.

Vertinant žuvų reprodukciją, pastebėtas statistiškai reikšmingas ikrų kiekio skirtumas – daugiausiai ikrelių buvo iš 0 ‰ sistemos (9762 vnt.), mažiausiai – 6406 vnt. iš 6 ‰ sistemos. Statistiškai reikšmingų skirtumų nebuvo nustatyta matuojant jauniklių metabolinį greitį. Jis vidutiniškai buvo didžiausias respiracijos sistemoje, kuriose į 6 ‰ vandenį buvo įleisti jaunikliai iš 6 ‰ sistemos ($1,23 \pm 0,19$ mg g⁻¹h⁻¹) bei 0 ‰ vandens sistemoje, kuriame tirti jaunikliai iš 3 ‰ baseino ($0,91 \pm 0,48$ mg g⁻¹h⁻¹), mažiausias – 3 ‰ vandens sistemose su jaunikliais iš 0 ‰ ir iš 3 ‰ baseinų ($0,6 \pm 0,1$ ir $0,6 \pm 0,17$ mg g⁻¹h⁻¹ atitinkamai).

Yra žinoma, kad vandens druskingumas gali turėti įtakos mėsos baltymų ir riebalų kiekiui – gėlavandenėse žuvyse jų yra daugiau, nei jūrinėse

(Petricorena, 2015), tačiau šio tyrimo metu druskingumas šiems parametrams reikšmės neturėjo. Statistiškai reikšmingai skyrėsi žuvienos vandeningumas tarp lyčių – vidutinis vandeningumas patinų mėginiuose buvo $1,35 \pm 0,23$ %, patelių – $1,63 \pm 0,21$ % bei tarp sistemų – didžiausias vandeningumas buvo mėginiuose iš 6 ‰ sistemos ($1,62 \pm 0,16$ %), mažiausias – 0 ‰ sistemos ($1,29 \pm 0,29$ %). Taip pat skyrėsi mėsos pH tarp sistemų (didžiausias mėginiuose iš 6 ‰ sistemos ($6,33 \pm 0,08$), mažiausias – 0 ‰ sistemos mėginiuose ($6,21 \pm 0,11$)).

Išvados. Auginant Nilo tilapijas Baltijos jūros druskingumo vandenyje uždaroje akvakultūros sistemoje akivaizdus teigiamo efekto žuvų fiziologijai ir technologijos efektyvumui nenustatyta. Vis tik norint pasiekti potencialių teigiamų druskėto vandens UAS technologijoje rezultatų, reikia tinkamai parinkti auginamų žuvų medžiagą, pvz., renkantis auginti tik patinus, bei užtikrinti druskėto vandens kokybės palaikymą.

Literatūra

- Abdelrhman A. M., Sharawy Z. Z., Goda A. M. A. S., Slater M. J. 2020 Adaptability of the Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Juveniles to Water Salinity by Controlling Dietary Sodium Chloride Levels. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, vol. 24(2), p. 225-237.
- El-Sayed, A. F. M. 2006. Tilapia culture in salt water: Environmental requirements, nutritional implications and economic potentials. Eighth Symposium on Advances in Nutritional Aquaculture. November 15–17, Nuevo Leon, Mexico.
- FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO, p. 1-266.
- Lawson E. O., Alake S.A. 2011. Salinity Adaptability and Tolerance of Hatchery Reared Comet Goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus 1758). *International Journal of Zoological Research*, vol. 7 (1), p. 68-76.
- Lugert V., Thaller G., Tetens J., Schulz C., Krieter J. 2014. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, vol. 6, p. 1–13.
- Naas C., Kloas W. 2019. Meta-analysis of Growth Performance of Freshwater Fishes Under Saline Environments in Aquaculture. In *Aquaculture Europe 19 Abstracts*, Berlin, p. 986. 29.
- Parry G. 1966. Osmotic Adaptation in Fishes. *Biological Reviews*, vol. 41, p. 392-444.
- Nash R. D. M., Valencia A. H., Geffen A. J. 2006. The Origin of Fulton's Condition Factor – Setting the Record Straight. *Fisheries*, vol. 31 (5), p. 236-238.
- Petricorena Z. C. 2015. Chemical Composition of Fish and Fishery Products. In: Cheung P. C. K., Meha B. M. (eds.) *Handbook of Food Chemistry*. Springer reference, p. 403-436.
- Schofield P. J., Peterson M. S., Lowe M. R., Brown-Peterson N. J., Slack W. T. 2011. Survival, growth and reproduction of non-indigenous Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). I. Physiological capabilities in various temperatures and salinities. *Marine and Freshwater Research*, vol. 62(5), p. 439-449.

SYNTHESIS, CHARACTERISATION AND APPLICATION OF CELLULOSE AEROGELS FOR AQUATIC OIL SPILLS CLEAN-UP

**Rafael Picazo Espinosa¹, Tatjana Paulauskiene²,
Marija Katarzyte¹, Jochen Uebe²**

¹Klaipeda University, Marine Research Institute, Klaipeda; ²Klaipeda University, Faculty of Marine Technology and Natural Sciences, Klaipeda
rafael.picazo.espinosa@ku.lt

Introduction. The coastal water quality is fundamental for people's well-being and health, as well as to ensure access to secure, sustainable and healthy food obtained by using water in aquaculture, farming and feedstock production. When petroleum hydrocarbons pollute coastal waters, the lighter fractions spread close to the surface, while the heavier fractions, once mixed with sand, infiltrate the shore sediments, threatening the food safety of fish and shellfish extracted by coastal communities, as well as the access to safe drinking and irrigation water. The pollution of water and shorelines by oil spills also represents direct damage to the economy and the society of coastal communities and their nearby areas, leading to a significant short- and long-term loss of income, an increase in economical, labour and social uncertainty and even to the displacement of people to unpolluted areas (Rahmati et al., 2022).

The presence of crude and refined oil causes death in marine mammals and birds from acute exposure, which lose the insulation and impermeability of their fur and feathers when impregnated with petroleum or its derivatives. Animals with lower exposure to partially dispersed or degraded hydrocarbons suffer from long term damages to their organs – irritation of the digestive tract in marine mammals and birds, liver inflammation in fish, and disruption of their endocrine and immune systems by the aromatic compounds of crude and refined oil – immunodepression in dolphins and whales, that inhale the hydrocarbons, failure of the reproductive system in fishes and shellfish. Also, people who are acutely or chronically exposed to petroleum aromatic hydrocarbons suffer from respiratory and digestive tract irritation, liver inflammation, kidney diseases, immunodepression and allergies, as well as infertility, and have a higher risk of cardiovascular diseases such as hypertension, and cancer.

Oil spills worldwide and at the Baltic Sea. According to the International Tanker Owners Pollution Federation Ltd. statistics, there were seven oil spills with more than 7 tonnes of oil spilled in 2022. Even though

there is a reduction in the quantity of large oil spills thanks to the improvements in maritime routes planning and vessels safety, there are still thousands of small oil spills associated with the maintenance, charge, and discharge operations, the cleaning of tanks, or the small but recurrent leaks of fuel or crude oil to bilge and ballast water, leading to an estimated total oil spillage over 1 million tonnes per year worldwide (HELCOM, 2018).

In the Baltic Sea, there is a similar to the worldwide situation, due to the improvements in maritime security and the operation of tankers. Baltic Sea maritime routes are among the most congested of the world. Thus, there are hundreds of small oil leaks from these tankers' charge and discharge operations and from their bilge and ballast water. Despite this decreasing trend, the measures to reduce the use of greenhouse gases emitting fuels have been countered by the rise in crude oil demands to cope with the increasing energy needs at the Baltic countries, leading to a growing fleet of tankers moving through Baltic Sea's narrow maritime corridors. Thus, it is needed to be ready to respond to more probable major oil leaks or a change of trend for both the number and volume of oil spills in the following years.

State of the art of technologies for oil spill clean-up. Classical oil spills clean-up technologies rely on the use of floating booms for containing the oil spill or protecting still non-contaminated zones such as bays and estuaries with high ecological value, beaches and harbours from the direct intrusion of the drifted oil, and the use of skimmers to remove the still afloat crude. Synthetic dispersants are used while the oil spill is still in the sea to reduce the concentration and viscosity of the most toxic components and enhance its partial oxidation and biodegradation, to reduce the intensity of the contamination of the spill site and, especially, of both the bottom, shores, wetlands and man-made structures like fishing gear if the spill reaches fishing grounds or the coast (Adofu et al., 2022). When the oil spill reaches the shore, synthetic sorbents are used to soak the oil from the shore line's rocks, soil or other structures. These sorbents are non-renewable, derived from petroleum hydrocarbons and have a limited reusability, so their use is not sustainable and implies the additional indirect use of petroleum to clean the oil spill. Different attempts have been made to apply more sustainable, renewable alternatives such as wood chips, straw and bagasse, or wool. However, these sorbents sink once soaked with petroleum, making it hard to recover them and affecting benthic organisms (Paulauskiene et al., 2022). Regarding synthetic dispersants, they enhance the recovery of oil, reaching a 90 % efficiency, but directly poison fishes, corals and other marine species, they generally are non-biodegradable due to their long chain backbone, and their extensive use can lead to secondary contamination or eutrophication of water due to their high S

and P content. In remote areas where no other containment and treatment options are suitable, in-site burning of the petroleum is performed, polluting the air and surrounding waters with the combustion by-products, smoke and soot. No physical or chemical method achieves the complete removal of petroleum and, due to their inherent limitations and direct and indirect damage to marine species and ecosystems, more efficient and sustainable methods are needed (Adams et al., 2020).

Bioremediation techniques can overcome many of the physical and chemical treatment limitations and degrade petroleum hydrocarbons in a safer, more efficient and sustainable way. Since the application by George Robinson of oil-degrading microbes to the bioremediation of Santa Bárbara beach oil spills in the 1960s, bioremediation techniques have evolved to afford not only the biodegradation of petroleum hydrocarbons, but also the bio-chelation of heavy metals – either from metals rich oil spills or from mining and industrial wastewaters (Bala et al., 2022). Bioremediation interventions are based either on the use of biostimulation or bioaugmentation techniques. Biostimulation consists in promoting the growth of indigenous microbes able to degrade the pollutants by the addition of nutrients, enzymes, cofactors and/or organic amendments such as agriculture waste, poultry or fish processing wastes or other suitable residues, and/or aeration of the water or soils affected to enhance the growth and aerobic metabolism of oil-degrading microorganisms. Bioaugmentation consists of the ex-situ or in-situ enrichment in bioreactors of the indigenous contaminant-degrading strains before their release or the cultivation of exogenous microbes more resistant to harsh conditions or with a higher rate of contaminants degradation than endemic microbiota. Biostimulation and bioaugmentation can be applied alone or in combination as a secondary treatment after applying physical and chemical treatments during the first response to the oil spill. However, the improvements in natural bioremediation strains selection by high throughput screening, genomic bioprospecting techniques, and the use of natural or artificial microbial consortia adapted to the biotic and abiotic parameters of the spill site, allow for the application of bioremediation as a primary treatment option, replacing the physical and chemical treatments and providing safer, more efficient and more environmentally-friendly oil spill clean-up methods (Li et al., 2016).

Description of the InnoAerogel project. Researchers of Klaipėda University have developed an environmentally friendly sorbent and bio-carrier material consisting of a hydrophobic recycled cellulose aerogel. Thanks to their large surface area, low density, high porosity and re-usability, cellulose aerogels have great potential for oil spills clean-up, as they can adsorb significant amounts of petroleum and keep afloat, thanks to their high

buoyancy (Paulauskiene et al., 2020). The project objective is to improve aerogels' mechanical resistance to ease their reuse by squeezing, as well as to go a step further and immobilise them oil-degrading microbes isolated from the Baltic Sea, making this new material not only a sorbent, but a sturdy, modular and flexible bioremediation platform/system. Thus, the project will go through the following steps to be fully operative:

1. optimisation of physical, chemical, biological and mechanical properties of cellulose aerogels by adding reinforcement polymers to strengthen the material structure and adding suitable nutrient supplements to ensure the biostimulation of oil-degrading microbiota.
2. improvement of the aerogels fabrication process by using biosurfactants and bio-ethanol to reduce the energy needs and minimise the use of solvents.
3. chemical modification of the aerogels pores surfaces with green chemistry-based cross-linking agents enhances the immobilisation of hydrocarbons degrading enzymes and microbes.
4. immobilisation of oil-degrading microbial consortia isolated from the Baltic Sea and assessment of the inoculated aerogels performance on laboratory experiments with oil contaminated water, and finally testing the oil-degrading microbes laced cellulose aerogels in a controlled artificial spill at 'real life' conditions.

Literature

- Adams G. O., Fufeyin P. T., Okoro S. E., Ehinomen I. 2020. Bioremediation, Biostimulation and Bioaugmentation: A Review. *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*, 3: 28-39.
- Adofo Y. K., Nyankson E., Agyei-Tuffour, B. 2022. Dispersants as an oil spill clean-up technique in the marine environment: A review. *Heliyon*, 8: e10153.
- Bala S., Garg D., Thirumalesh B. V., Sharma M., Sridhar K., Inbaraj B. S., Tripathi M. 2022. Recent Strategies for Bioremediation of Emerging Pollutants: A Review for a Green and Sustainable Environment. *Toxics*, 10: 484.
- HELCOM. 2018. Operational oil spills from ships. HELCOM core indicator report. 18 p.
- Li P., Cai Q., Lin W., Chen B., Zhang B. 2016. Offshore oil spill response practices and emerging challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 110: 6-27.
- Paulauskiene T., Uebe, J., Karasu, A. U. and Anne, O. 2020. Investigation of Cellulose-Based Aerogels for Oil Spill Removal. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231.
- Paulauskiene T., Uebe J., Kryzevicius Z., Kaskova V., Katarzyte M., Overlingè D. 2022. Removal of Petroleum Hydrocarbons from Brackish Water by Natural and Modified Sorbents. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10: 597.
- Rahmati F., Lajayer B. A., Shadfar N., Bodegom, P. M., Hullebusch E. D. 2022. A Review on Biotechnological Approaches Applied for Marine Hydrocarbon Spills Remediation. *Microorganisms*, 10: 1289.

BENTHIC NITROGEN PROCESSES AND ECOSYSTEM FUNCTIONING ALONG ENVIRONMENTAL GRADIENTS IN AN ARCTIC FJORD

**Tobia Politi¹, Mindaugas Zilius¹, Marco Bartoli²,
Stefano Bonaglia³, Sergej Olenin¹**

¹ Marine Research Institute, Klaipėda University, Klaipėda, ² Department of Chemistry, Life science and Environmental Sustainability, Parma University, Parma, Italy; ³ Department of Marine Sciences, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden
tobia.politi@jmtc.ku.lt

Introduction. Arctic sediments receive a strong pulse of organic material following the late spring phytoplankton bloom and additional organic material during the summer. The great extent of shallow shelf benthic areas leads to a great nutrient recycle and transformation at the interface between the benthic submerged sediment and the water-column. Here microbial communities and macroinvertebrates play a key role in nutrient cycling and sediment mineralization also in condition of permanent low temperature. At different Spitsbergen fjords benthic microbial processes, meio and macrofauna benthic communities are already well characterized while despite the high importance of nitrogen as a key nutrient in all aquatic ecosystems literature on benthic N-cycle in arctic regions is still poor. In this study we analyzed the main nitrogen pathways in bioturbated sediments and the effect of macrofauna activity on inorganic N fluxes in two distinctive sites in Kongsfjorden fjords along an organic/disturbance gradient generated by a tidal glacier. The two sites differed for water temperature, salinity, glacier proximity and benthic community. In August 2019 at each site 8 intact cores were randomly collected using a box-corer, and were incubated at *in situ* conditions. In all 16 cores were measured benthic metabolism and net dissolved nutrient fluxes via a “Start-end dark incubation” while in a second incubation anaerobic nitrogen processes (i.e. Denitrification) were measured via the Isotope Pairing Technique. Measured benthic fluxes were interpreted on the basis of the sedimentary organic content and of the glacier disturbance on the macrofauna community. This study was able to represent how and in which extent Arctic macrofauna community shapes processes like denitrification, nitrate ammonification, inorganic and organic N recycling or uptake, as well the benthic metabolism.

Methods: The study was conducted in August 2018 in Kongsfjorden, a fjord located on the northwest part of Spitsbergen Island in the Svalbard archipelago. The ecosystem’s functioning and the steep environmental

gradients characterizing this system are mainly regulated by 4 factors: its shape/morphometry; the strong seasonal variation in the inflows of warm Atlantic and cold Arctic currents; the freshwater inflow from four tidal glaciers and the seasonal surface ice-coverage. Kongsfjorden, represents a transition zone between Atlantic and Arctic biotopes where the biodiversity and animal populations are strongly structured by the different physical factors that influence the fjord from both ends. For the above-mentioned reasons in this study, two contrasting sites were chosen along the fjord axes: Station A, located 1.4 km from head of the inner fjord, thus directly influenced by the glaciers, and Station B, close to the fjord mouth directly affected by the Atlantic Ocean inflow (Fig. 1)

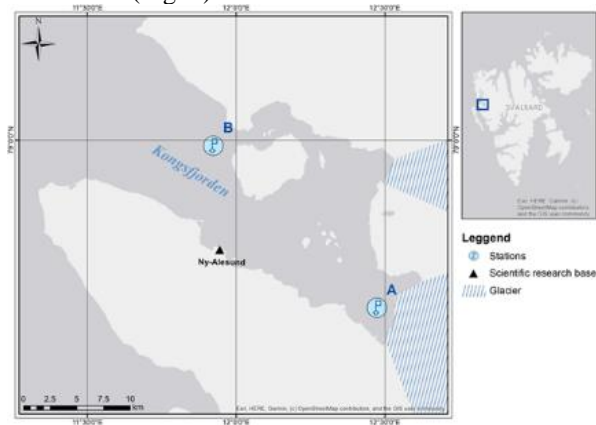


Fig. 1. Map of Kongsfjorden and location of sampling stations. Station A is located in the proximity of the glacier front (~400 m); Station B is located at the mouth of the fjord. Both stations have similar depth (70–80 m).

At two sites, eight large and three small cores were collected along the environmental gradients by box corer. In addition, *in situ* water were collected from each station for core maintenance during pre-incubation and incubation. The large cores were used to measure benthic metabolism (i.e., respiration, O₂) and net fluxes of ammonium (NH₄⁺) as described in detail in Politi et al. (2019). Briefly, all cores were maintained overnight submerged into two tanks. The incubation time was set in order to keep O₂ within 40 % of initial concentration. Small cores were used to measure sediment properties in the upper layer (5 cm) to determine bulk density and porosity, organic carbon (C_{org}) and total nitrogen (TN). After flux measurements, we performed a second incubation targeting the rates of denitrification measurements with isotope pairing technique (Nielsen, 1992). This approach allows to measure total

denitrification (D14) in and the contribution of denitrification supported by overlaying water NO_3^- (Dw) and denitrification coupled with nitrification (Dn). A distance-based linear model (distLM) was applied to explain the contribution of macrofauna abundance (metabolism, bioturbation effect) to the variability of specific NO_3^- reduction process and benthic fluxes. The abundance (number of individual per incubated core) of dominant macrofauna was used as a biological predictor.

Results & Discussion: The upper layers of sediment at the glacier front (St. A) were characterized by higher organic matter content (4-5 % higher), lower water content (~10 % lower), thinner granulometry than sediments at the mouth of the fjord (St. B). Sediment characteristics differed substantially between stations reflecting sedimentation of clayish material from glacier origin (St. A) and a stronger flushing, fine sand and organic matter sedimentation from decaying oceanic primary producers (St B). Both the stations had comparable sedimentary C:N ratio (~8). At the two stations macrofaunal community differed from what described in Włodarska-Kowalczyk et al. (2016). Macrofaunal community comprised a total of 6 macrofaunal phyla: Polychaete; Bivalvia; Gastropoda; Nematoda and Oligochaeta. Polychaete and Bivalvia were the only phyla with the occurrence higher than 97 %, whereas other phyla occurred in less than 3 % of cores. The two sites significantly differed for macrofaunal abundance and total biomass. The St. A was characterized by a significantly higher biomass and abundance and by a relatively lower biodiversity when compared to the St.B. Measured total benthic O_2 uptake (TOU) significantly differed by a factor of nearly two between the two stations, $778.0 \pm 38.8 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ in St. A to $351.3 \pm 33.8 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ in St. B Net fluxes of NH_4^+ were significantly different (from 35.5 ± 5.9 to $2.1 \pm 0.7 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, in St. A and St. B respectively. High variability in net NH_4^+ fluxes characterized St. A. Higher organic inputs, sedimentary pools and macrofauna abundance resulted in higher rates of aerobic and anaerobic metabolisms and NH_4^+ regeneration at the proximity of the glacier (Fig. 2). These results align with previous studies on biogeochemical dynamics at arctic sediments (Rysgaard et al. 2006) and on how the composition of macrofauna community is likely shaped by the glacier disturbance in Kongsfjorden (Włodarska-Kowalczyk et al. 2005). Organic matter inputs, tidal glacier disturbance on macrofauna community at the glacier front and more stable conditions, at the outer station, likely represent the main factors determining differences between the two sites and affecting their benthic functioning and the nutrient recycling.

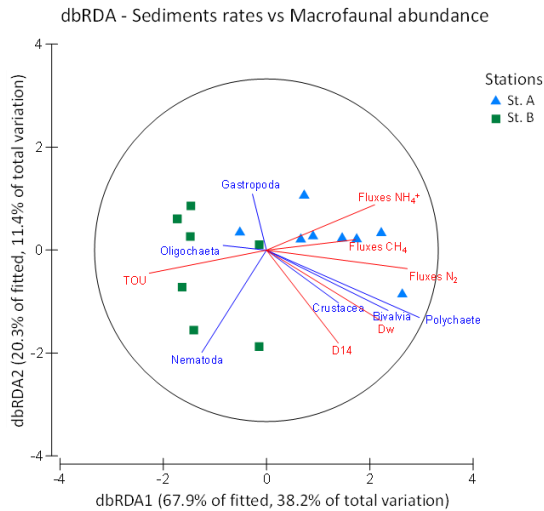


Fig. 2. Distance based triplot of redundancy analysis (distLm+db-RDA) on net fluxes (O₂ - TOU, dissolved N₂, NH₄⁺, CH₄) and processes (denitrification—D14, Dw) using the abundance of the dominant benthic macrofauna as explanatory variable.

Macrofauna community and associated bioturbation explains most of the variability in biogeochemical fluxes. Higher organic inputs and less diverse macrofauna community (poorly represented by long living burrowers) result in higher ammonium effluxes (less internal recycling) and lower percentage of denitrification efficiency in St. A (33 %) as compared to St. B (84 %).

Acknowledgements. This work was supported financially by the Lithuanian Research Council (LMT-Grant No.S-PD-22-49; „GALA” project).

References

- Nielsen, L. P. (1992). Denitrification in sediment determined from nitrogen isotope pairing. *FEMS microbiology letters*, 86(4), 357-362.
- Politi, T., Zilius, M., Castaldelli, G., Bartoli, M., & Daunys, D. (2019). Estuarine macrofauna affects benthic biogeochemistry in a hypertrophic lagoon. *Water*, 11(6), 1186.
- Rysgaard, S., & Nielsen, T. G. (2006). Carbon cycling in a high-arctic marine ecosystem—Young Sound, NE Greenland. *Progress in Oceanography*, 71(2-4), 426-445.
- Włodarska-Kowalczyk, M., Górska, B., Deja, K., & Morata, N. (2016). Do benthic meiofaunal and macrofaunal communities respond to seasonality in pelagic processes in an Arctic fjord (Kongsfjorden, Spitsbergen)? *Polar Biology*, 39, 2115-2129.

KURŠIŲ NERIJOS MARIŲ KRANTO RAGAI – GIMSTA AR MIRŠTA?

Donatas Pupienis^{1,2}, Rytis Veverskis¹

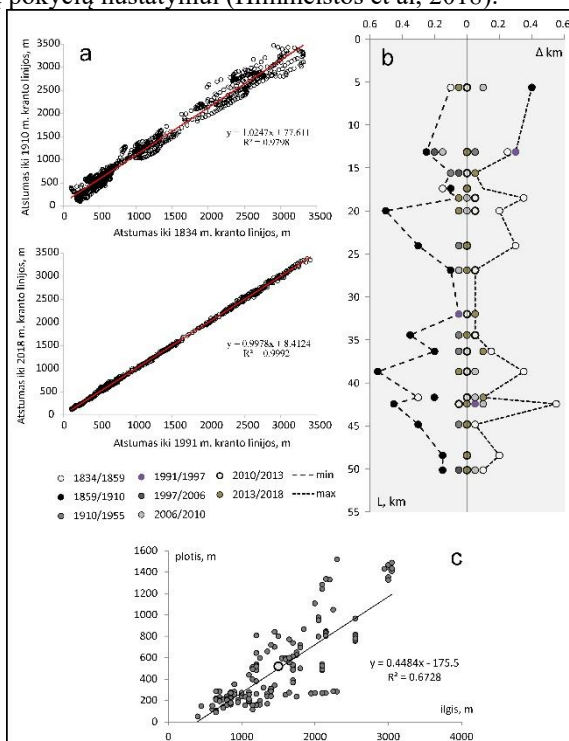
¹Vilniaus universitetas, Vilnius, ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius
donatas.pupienis@gf.vu.lt

Įvadas. Pasak V. Gudelio (1998) ragas – rago pavidalo į jūros akvatoriją išsikišęs siauras, viršvandeninis sąnašų ruožas pusiasalis. Kuršių marių ragai – kranto kyšuliai tarp įlankų, dauguma jų išsidėstę Kuršių nerijos rytiniame krante, o iš viso jų suskaičiuojama 29 (Gudelis, 1998).

Kuršių marių ragų kaitą analizavo G. Berendt (1869), H. Hess von Wichdorff (1919), E. Michailiukaitė (1967), S. Kazakevičius (1989), D. Mardosienė (1989-1990) kurie didžiausią dėmesį skyrė kranto linijos dinamikai. Šiame tyrime neanalizuojami veiksniai lemiantys ragų formavimąsi ir nekuriamas modelis nusakantis jų vystymąsi, kadangi šie klausimai jau buvo analizuoti. V. P. Zenkovich (1959) teigia, kad jūroje nerijų atitvertuose sekliuose vandens telkiniuose – lagūnose, gali susidaryti kranto linijos nestabilumas ir išsivystyti kelios ritmingos formos – smėlio nerijos. A. Ashton ir A. Murray (2001) sumodeliavo bangų ir kranto sąveiką ir nustatė, kad kranto linijos nestabilumai kyla, kai susidaro pakankamai didelis kampas (~45°) tarp bangų ir kranto linijos, todėl pradeda formotis festonai ir kyšuliai. Tačiau mokslininkai pažymi, kad ne mažiau svarbūs veiksniai yra: 1) litologijos netolygumai; 2) bangų difrakcija; 3) bangų spindulių konvergencija ir divergencija; 4) likutinis judėjimas, kylantis dėl potvynio ir atoslūgio sukuriamų srovių (Taner, 1962; Rosen, 1975; Stewart, Davidson-Arnot, 1988; Ashton, Murray, 2006). V. Gudelis (1998) teigia, kad Kuršių nerijos ragai susiformavo XVIII-XIX amžiuje, o didžiausią kranto kaitą ties ragais lemdavo smarkios audros, kurių metu smėlis per Kuršių neriją keliaudavo link marių ir suformuodavo marių pakrantėje esančius akumuliacinius kyšulius – ragus, o vėliau bangų sukeltos srovės nuskalauđavo arba priaugindavo ragus. Mažojoje Lietuvos enciklopedijoje teigiama, kad kai kurie Kuršių nerijos ragai (Marčios, Žuvėdrų, Skilvytės, Alsmino) jau išnyko. Tikslas – atlikti Kuršių nerijos rytinio kranto (Lietuvos teritorijoje) akumuliacinių ragų inventorizaciją ir nustatyti jų kaitos tendencijas.

Metodai. Kuršių marių ragų kranto linijos pokyčiai (1834–2018 m.) įvertinti išanalizavus istorinius topografinius žemėlapius ir ortofotografines nuotraukas. Kuršių nerijos marių kranto ragų kaitos analizė atlikta apdorojus rastrinius vaizdus ir išanalizavus vektorinius duomenis, naudojant ESRI

ArcMap 10.7 programą ir DSAS v5.1 papildinį, skirtą kranto linijos erdviui ir statistinių pokyčių nustatymui (Himmelstos et al, 2018).



1 pav. Kuršių nerijos marių kranto ragų kaita 1834-2018 m. a – Kuršių marių kranto linijos nestabilumas 1834-1910 m. ir stabilumas 1991–2018 m. (atstumas iki kranto linijos pateiktas nuo lygiagretės išvestos per Kuršių neriją), b – ragų padėties kaita, c – priklausomybė tarp ragų pločio ir ilgio, didelis apskritimas – vidutinis plotis ir ilgis.

Analizuojamas Kuršių nerijos marių kranto ruožas – nuo Ledų rago pradžios (šiauriausio taško) iki Rusijos sienos. Tyrime buvo įvertintas Kuršių nerijos marių kranto linijos kaitos greitis (metrais per metus – m/m.), rago plotis ir ilgis. Darbe rago ilgis (pagrindas) suprantamas kaip atstumas tarp rago šiauriausio ir piečiausio įlinkio taškų, o rago plotis yra apibrėžiamas kaip toliausiai nuo pagrindo į marias nutolusi rago vieta (rago viršūnė).

Rezultatai. Palyginus istorinius topografinius žemėlapius ir ortofotografines nuotraukas nustatyta, kad Lietuvos dalies Kuršių nerijos marių kranto linija stipriausiai keitėsi 1834–1910 m., o 1991–2018 m. laikotarpiu kranto linijos kaita susilpnėjo arba net stabilizavosi (1a,b pav.).

Kranto linijos nestabilumus parodo išmatuotų kranto linijos padėties taškų išsidėstymas abipus ryšio linijos (1a pav.). Kuršių nerijos marių kranto kyšulių ir įlankų kaita, lėmė kranto linijos nestabilumus, kurių amplitudė siekė nuo 0,1 iki 1,0 km (1b pav.). Didžiausia kranto linijos kaita XIX a. ir XX amžiaus pradžioje išsiskyrė Ožkų ir Didysis Preilos ragai, o mažiausia, vienas šalia kito esantis Agilo ir Lydumo ragai. Tarp Kuršių nerijos ragų morfometrinių parametrų (ilgio ir pločio) nustatytas stiprus teigiamas koreliacinis ryšys ($r = 0,82$; $p > 0,05$). Vidutinis Kuršių nerijos rago ilgis siekia – 1,5 km, plotis – 500 metrų, o vidutinis atstumas tarp ragų yra 2,75 km.

Atlikus Kuršių nerijos ragų inventorizaciją paaiškėjo šiauriau Žirgų rago esantis Birštyno ragas yra išnykęs. Remiantis morfometriniais rodikliais nustatyta, kad tarp Budžio ir Lybio ragų yra įsiterpęs *bevardis ragas* (15,4 km atstumu nuo Koggalio), kurio ilgis šiuo metu siekia 1,5 km, o plotis – 340 metrų. Antro *bevardžio rago* (19,8 km atstumu nuo Koggalio) ilgis siekia apie 1,8 km, o plotis – 389 metrų, jis yra įsiterpęs tarp Sargo ir Avikalnio ragų.

Rezultatų aptarimas ir išvados. XX–XXI a. pasikeitusias Kuršių nerijos kranto linijos kaitos tendencijas ties ragais nulėmė kopų sutvirtinimas ir apželdinimas, todėl labai stipriai sumažėjo smėlio kiekis patenkantis iš Didžiųjų kopų (Gudelis, 1998; Mardosienė, 1989–1990). Taip pat ragų vystymasis sulėtėjo dėl jų urbanizacijos ir tvirtinimo hidrotechniniais įrenginiais (krantinėmis, bunomis) bei priekrantės apželdinimo nendėmis. Nuo XX amžiaus ragai įgavo aptakesnes formas, kadangi jų viršūnės buvo abraduotos, o gretimai esančios įlankos užpildytos nešmenimis. Piečiau Juodkrantės esantys ragai pasižymėjo didesne kranto linijos kaita, kadangi pietinėje dalyje marios labiau išplatėja, tai čia labiau pasireiškia hidrodinaminiai veiksniai. Be to šie ragai galėjo intensyviau vystytis, dėl smėlio patenkančio iš Didžiųjų kopų, kuris vėliau išilginių srovių buvo pernešamas išilgai kranto.

Tyrimas atskleidė, kad Lietuvos Kuršių marių vakariniame krante šiuo metu yra 17 akumuliacinių ragų – Ledų, Budžio, Lybio, Sargo, Avikalnio, Agilo, Lydumo, Žirgų, Pervalkos, Ožkų, Mažasis Preilos, Dydisis Preilos, Bulvikio, Nidos, Parnidžio ir du bevardžiai ragai. Birštyno ragas sunyko. Bevardžiai ragai galėtų būti pavadinti **Eumo** ir **Gintaro** ragais.

Literatūra

- Ashton, A. D., Murray, A. B. 2006. High-angle wave instability and emergent shoreline shapes: 1. Modeling of sand waves, flying spits, and capes, *J. Geophys. Res.*, 111, F04011
- Ashton, A., Murray, A.B., Arnoult, O., 2001. Formation of coastline features by large-scale instabilities induced by high-angle waves, *Nature*, 414, 296–300.
- Berendt, G. 1869. *Geologie des Kurischen Haffes und seiner Umgebung*. Königsberg, 211 p.
- Gudelis, V. 1998. Lietuvos jūris ir pajūris. Lietuvos mokslas. 444 p.
- Hess von Wichdorff, H. 1919. *Geologie der Kurischen Nehrung*. Berlin, 198 p.

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

- Himmelstoss, E.A., Henderson, R.E., Kratzmann, M.G., and Farris, A.S., 2018, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 user guide: U.S. Geological Survey Open-File Report 2018-1179, 110.
- Kazakevičius, S. 1989. Kuršių nerijos krantų kitimo dinamikos tyrimai kartometriniu metodu. Vilnius. 195.
- Mardosienė D. 1989-1990. Kuršių nerijos pustomų kopų dinamika. Geografijos metraštis, 25-26.. 29-46.
- Michaliukaitė, E. 1967. Kuršių nerijos krantų ir kopų dinamika per pastaruosius 100 metų. Geografinis metraštis 8, 97-117.
- Rosen, P. S. 1975. Origin and progress of cusped spit shorelines. Estuarine Res., 2, 77-92.
- Stewart, C. J., Davidson-Arnott, R. G. D. 1988. Morphology, formation and migration of longshore sandwaves: Long Point, Lake Erie, Canada. Marine Geology, 81, 63- 77
- Tanner, W. F., 1962. Reorientation of convex shores, Am. Jour. Sci. 260, 37-47.
- Zenkovich, V. P., 1959. On the genesis of cusped spits along lagoon shores, Jour. Geology 67, 269-277.

MIKROPLASTIKAS DUMBLIŲ SANKAUPOSE: EFEKTYVIAUSIO APTIKIMO METODO PAIEŠKA, TAIKANT ATGAVIMO RODIKLĮ

Viktorija Sabaliauskaitė, Arūnas Balčiūnas, Renata Rubavičiūtė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
viktorija.sabaliauskaite@ku.lt

Įvadas. Dumblų išmetimas į krantą – tai svarbus gamtinis jūrinės aplinkos procesas. Išmestų ir gausiai suklostytų dumblų sankaupos ne tik prisideda prie paplūdimio smėlio sedimentacijos proceso, bet ir praturtina aplinką organinėmis medžiagomis, tampant pagrindiniu pakrantės ekosistemos maistinių medžiagų šaltiniu (Liu et al., 2019). Tokie natūralūs procesai ypatingai svarbūs pakrantėje klestintiems organizmams, tačiau vis dažniau dumblų sankaupose stebimi įspainioję įvairaus dydžio, formų bei spalvų žmogaus pagaminti ar apdoroti šiukšlių fragmentai. Šie fragmentai yra identifikuojami, kaip jūrinę aplinką teršiančios šiukšlės, kurių daugumą sudaro dirbtiniai polimerai (plastikai). Jūrinės aplinkos tarša šiukšlėmis, kartu su spartėjančiais klimato kaitos procesais, invazinių rūšių plitimu, tvariu vandens naudojimu ir biologinės įvairovės nykimu yra įvardijamos kaip vienos iš pagrindinių ekologinių jūrinės aplinkos temų (UNDP, 2015).

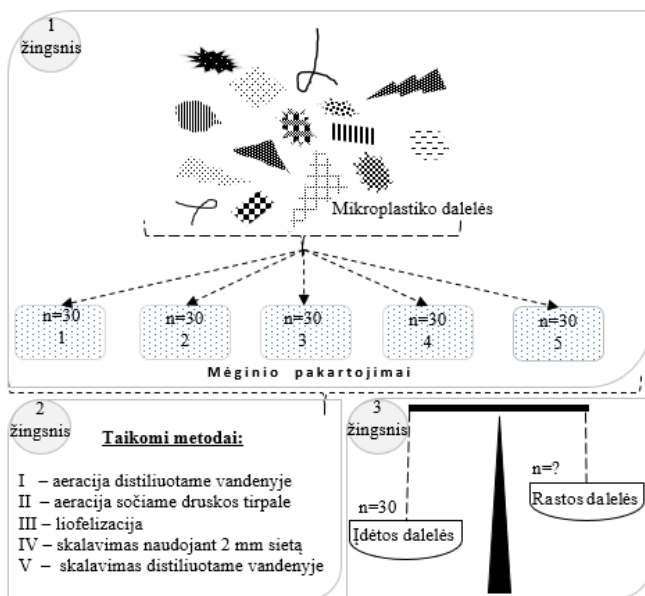
Baltijos jūros hidrodinamika turi savitą vėjo ir bangų sinergiją, lemiančią priekrantės vandens storumės turbulenciją bei sukeliančią nuosėdų pernašą iki 20 m gylio. Šie veiksniai turi įtakos pajūrio zonos dugno nuosėdų dinamikai, kuomet audros metu jos pasiskirsto tarp paplūdimio ir povandeninio pakrantės šlaito, taip nulemiant ne tik smėlio dalelių, bet ir jame esančių mikroplastikų dalelių pasiskirstymą (Esiukova et al., 2021).

Esant dideliame plastiko šiukšlių tyrimų spektrui, jūrinėje aplinkoje, surinktas ne mažas žinių bagažas apie jų stebėjimo metodus ir kiekius pakrantėje, vandens paviršiuje ar dugno nuosėdose. Tačiau aiškūs metodai, kaip iš sudėtingos aplinkos, krante susikaupusių dumblų – *in situ* mėginio, išskirti mikroplastiko daleles, yra mažai aprašyti.

Neseniai įgyvendintas ESMIC projektas suteikė unikalią galimybę tarptautiniam Lietuvos ir Latvijos mokslininkų bendradarbiavimui tiriant jūrinę aplinką teršiančių šiukšlių kiekius ir pasiskirstymo ypatybes, akcentuojant taršą mikroplastiku, pietrytinėje Baltijos jūros pakrantėje. Dėmesys buvo skirtas pakrantės dumblų sankaupų stebėjimams, taršos mikroplastiku kontekste. Šis tyrimas pristato vieną iš ESMIC projekte vykdytų veiklų, susijusių su eksperimentiniais tyrimais. Siekiant palyginti skirtingus

plastiko dalelių išskyrimo iš, į pakrantę išmestų, dumblių mėginių metodus bei nustatyti efektyviausią dalelių aptikimo metodą.

Tyrimų metodika. Lauko praktikos metu surinkti Lietuvos Baltijos pajūrio pakrantėje suklostytų dumblių mėginiai. Siekiant nustatyti efektyviausią mikroplastiko dalelių aptikimo metodą atlikti atgavimo (angl. *recovery rate*) eksperimentai tyrimai laboratorijoje. Remiantis penkiomis, mokslinėje literatūroje aptiktomis metodikomis bei turimomis JTI laboratorijos priemonėmis pritaikyti plastiko dalelių dumbliuose aptikimo metodai (1 pav.): I – aeracija distiliuotame vandenyje, II – aeracija druskos prisotintame tirpale, III – liofelizacija, IV – skalavimas naudojant 2 mm metalinį sieta, V – skalavimas distiliuotame vandenyje (Herrera et al., 2018, Dittmann and Lenz, 2020, Lee and Chea, 2021).

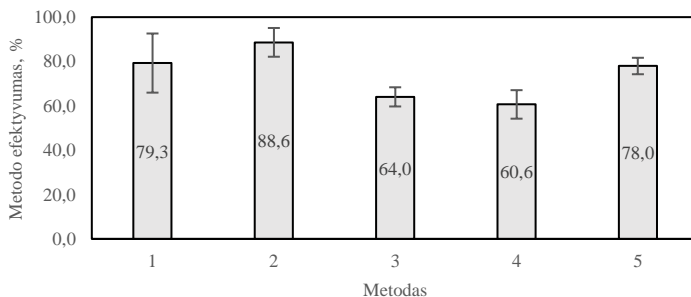


1 pav. Eksperimento eigos grafinis vaizdavimas.

Kiekvienas tyrimo metodas pakartotas penkiskart, taip užtikrinant surinktų duomenų objektyvumą ir didesnę patikimumą. Į visus mėginius, skirtus mikroplastiko dalelių atgavimo eksperimentui, buvo įdedamas vienodas dalelių kiekis ($N=30$) bei žinoma dalelių spalva ir dirbtinių polimerų tipai: polietileno tereftalas (PET), polietilenas (PE), polistirenas (PS), polikarbonatas (PC), polipropilenas (PP). Paruošti mėginiai buvo apdorojami

remiantis eksperimente lyginamomis, mikroplastiko išskyrimo iš mėginio, procedūromis. Mėginių filtravimui buvo naudojamas 300 µm akies dydžio metalinis sietas. Išfiltruoti mėginiai buvo analizuojami, naudojant tolydaus didinimo stereo mikroskopą Nikon SMZ800N su kamera ir apšvietimo sistema OLYMPUS KL 15000 LCD. Kiekvieno pakartojimo atveju buvo nustatomas mikroplastiko dalelių atgavimo rodiklis, kuris atspindi, į mėginių įdėtų dalelių, aptikimo kiekio santykį. Siekiant įvertinti galimą aplinkos taršą, kiekvienam iš analizuojamų metodų buvo atlikti testiniai mėginiai (angl. – *blind sample*), o juose rastų dalelių vidutinis kiekis išskaičiuotas iš gauto tyrimo rezultato.

Rezultatai. Nei vieno, iš nagrinėjamo mėginio apdorojimo metodų, atvejo nebuvo nustatytas 100 % atgavimo rodiklis. Taikant pasirinktus metodus bendras atgavimo rodiklis svyravo nuo 60,64 % (ketvirto metodo atveju) iki 88,64 % (antrojo metodo atveju) (2 pav.). Į mėginius įdėtos ryškių spalvų dalelės (žalios, raudonos, mėlynos) buvo aptinkamos 99 % dažnumu, tuo tarpu skaidrios dalelės buvo atgaunamos rečiau (60 %). Įvertinus kiekvieno, iš nagrinėjamų dalelių, atgavimo metodui skirtą laiką ir dalelių atgavimo rodiklio reikšmę nustatyta, kad III metodas yra daugiausiai sąnaudų (laiko ir finansų) reikalaujantis, tačiau nelemiantis didesnio atgavimo dažnio. Tuo tarpu V metodas išsiskyrė trumpu mėginio apdorojimo laiku (apie 35 min), nors, vertinant dalelių atgavimo rodiklį, nusileido I ir II metodams.



2 pav. Analizuojamų metodų vidutinio atgavimo rodiklio palyginimas.

II metodas, kuomet yra taikoma aeraciją druskos prisotintame tirpale, nustatytas, kaip didžiausią mikroplastiko dalelių atgavimo rodiklį turintis metodas (88,62 %), lyginant su kitais taikytais metodais.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Atlikus eksperimentinius tyrimus pastebėta, kad gausesniam dalelių atgavimui didelę įtaką daro dalelių spalva bei dydis - permatomai polietileno plėvelei aptikti turi būti gerai įgudusi tyrėjo akis. Šis rezultatas patvirtina literatūroje aprašomas mikroplastiko dalelių

aptinkamas spalvas: mėlyna, juoda, raudona (Martinez et al., 2020). Taip pat atkreipiamas dėmesys, kad darbo laboratorijoje praktiniai įgūdžiai, atliekant tyrimą, turi įtakos rezultatams. Įvertinus dalelių atgavimo rodiklio kaitą nuo pirmojo metodo pritaikymo iki paskutiniojo, pastebėtas aptinkamų dalelių gausėnis atgavimas, išskyrus III metodą, kuomet nepaisant mažos variacijos atgavimo rodiklio reikšmės mažėjo didėjant pakartojimų skaičiui. Sąlyginai aukštas dalelių neaptikimo dažnumas (II metodo atveju vis dar buvo neatgaunama vidutiniškai apie 12 % dalelių) reikalautų atlikti papildomus tyrimus, siekiant nustatyti, kuriuose metodo atlikimo žingsniuose didžiausia dalelių praradimo/neaptikimo rizika. Tačiau, įvertinus literatūroje aprašomus panašaus tipo metodų testavimo tyrimus (Martinez et al., 2020), kuomet neatgaunamų dalelių kiekis svyravo nuo 24 % iki 17 %, galima matyti, kad dalelių praradimas ir nepakankamas vis dar yra neišvengiamas tokio tipo analizėse. Atsižvelgiant į laiko ir kaštų analizę bei gautus rezultatus, mikroplastiko dalelių kiekio dumblių sancaupose tyrimams, rekomenduotinas naudoti aeracijos, sočiame druskos tirpale, metodas.

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

- Dittmann S., Lenz M., 2020. Two simple washing procedures allow the extraction of positively buoyant microplastics (>500µm) from beach wrack. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 161, Part b, 111762.
- Esiukova E., Lobchuk O., Volodina A., Chubarenko I., 2021. Marine macrophytes retain microplastics. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 171, 112738.
- Lee J., Chae K.J., 2021. A systematic protocol of microplastic analysis from their identification to quantification in water environment: A comprehensive review. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 403, 124049.
- Liu S., Tackett S., Lewis C., Ollivier Q., Jiang Z., Huang X., Macreadie P., 2019. Beach-cast seagrass wrack contributes substantially to global greenhouse gas emissions. *Journal of Environmental Management*. Vol. 231, 329-335
- Martinez T., Brito J., Caballero M., 2020 Pump- underway ship intake: An unexploited opportunity for Marine Strategy Framework Directive (FSMD) microplastic monitoring needs on coastal and oceanic waters. *PLoS ONE*. Vol.15(5).
- The Sustainable Development Goals, 2015. *United Nations Development Programme*.

KARŠČIO BANGOS IR JŲ POVEIKIS AUGALIJOS BŪKLEI LIETUVOS PAJŪRIO GYVENVIETĖSE

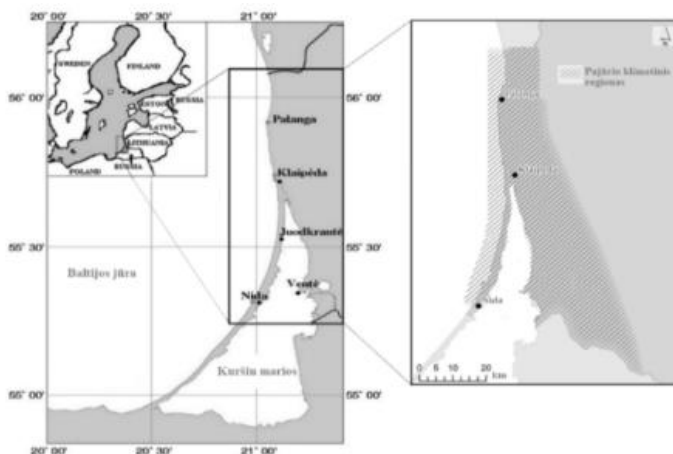
**Inesa Servaitė, Inga Dailidienė, Lolita Rapolienė,
Remigijus Dailidė, Erika Vasiliauskienė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
servaitenesa@gmail.com

Įvadas. Klimato kaitos problemos kelia nerimą: Lietuva jau susiduria su intensyvėjančiomis ir dažnėjančiomis ekstremaliosiomis oro sąlygomis, dėl kurių nyksta biologinė įvairovė, veikiama ekonomika, oro kokybė, augalijos būklė bei žmonių sveikata. Miestuose oras įkaista ne tik dienos, bet ir nakties metu, labiau negu užmiesčio ar kaimo vietovėse. Prie to prisideda „karščio salos“ susidarymas urbanizuotoje teritorijoje. Šiame darbe analizuojamos karščio bangos Lietuvos pajūrio gyvenvietėse, kur „šildančiai“ veikia ne tik miestų infrastruktūra, bet ir jaučiamas Baltijos jūros bei Kuršių marių poveikis. Dėl miestuose šilumą sugeriančių dirbtinių paviršių didesnio ploto, dėl augalijos trūkumo ir papildomų antropogeninių šilumos šaltinių vyksta intensyvesnis miesto „šilumos salos“ efektas (Bukantis ir kt., 2017). Darbe taip pat analizuojamas karščio bangų poveikis augalijos būklei Klaipėdos, Nidos ir Palangos miestuose 1993–2022 m. laikotarpyje.

Metodika. Šiame darbe tiriamos karščio bangos, tropinės naktys ir kaitros pietrytinėje Baltijos jūros pakrantėje Lietuvos pajūrio gyvenvietėse 1993–2022 laikotarpiu (1 pav.). Darbo tyrimams naudojami šiltojo periodo (gegužės – rugpjūčio mėnesių) oro temperatūros, oro slėgio ir santykinės drėgmės kiekvienos dienos duomenys, kurie gauti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos (LHMT) prie Aplinkos ministerijos. Karščio bangos atvejis skaičiuojamas, kai $T_{\max} \geq 25$ °C yra 3 arba daugiau dienų. Tropinės naktys, kai $T_{\min} \geq 20$ °C ir ekstremalios kaitros, kai $T_{\max} \geq 30$ °C yra 3 ar daugiau dienų. Pritaikyti klimatografiniai metodai Baltijos jūros pakrančių karščio bangų ir tropinių naktų geografiniam išplitimui įvertinti. Tendencijoms įvertinti taikyta tiesinė regresija. Nustatant karščio bangų sezono trukmę buvo pasirinktas laikotarpis nuo pirmos karščio bangos dienos iki paskutinės karščio bangos dienos atitinkamais metais.

Detaliau analizuotas 2018 m. gegužės–rugpjūčio mėn. karščio bangų poveikis augalijos būklei. Iš „Copernicus Open Access Hub“ platformos buvo parsisiųstos palydovinės nuotraukos. Augalijos būklei įvertinti naudojamas normalizuotas augmenijos skirtumo indeksas (NDVI), kuris skaičiuojamas „SNAP 9.0“ programoje. NDVI reikšmių rangu pritaikytas pagal Lietuvos ir užsienio mokslininkų naudotas metodikas.



1 pav. Lietuvos pajūrio tyrimo regionas.

Palyginus abiejų autorių klasifikacijas, nuspręsta naudoti Lietuvos autorių klasifikaciją. Užsienio autorių klasifikacija naudojama detaliau identifikuojant žemės paviršiaus objektus. Sudaroma išsami lentelė (1 lentelė), kuria vadovaujantis suklasifikuoti žemėlapiai ir identifikuojama augalijos būklė.

1 lentelė

NDVI indekso klasifikacija (adaptuota pagal Kilpys ir kt., 2021; Tahir ir kt. 2019)

Klasifikavimas	Identifikuojami	NDVI reikšmių rangas
Vanduo	Vandens objektai	-1 – 0
Mirusi augalija	Urbanizuota teritorija, džiūstanti augalija, smėlis, akmenys	0 – 0,33
Augalija	Krūmai, pievos, laukai	0,33 – 0,66
Sveika augalija	Miškai, tanki augalija	0,66 – 1

Analizei atlikti naudojama „QGIS 3.16. Hannover“ programa. Miestų ribos parsisiunčiamos iš „OpenStreetMap foundation“ platformos.

Rezultatai. Keičiantis klimatui ir šiltėjant vasaros oro temperatūrai karščio bangų atvejų skaičius auga Pietryčių Baltijos jūros gyvenvietėse. Lyginant du laikotarpius (1992–2007 m. ir 2008–2022 m.), pajūrio miestuose stebimas karščio bangų intensyvėjimas: Palangos mieste fiksuota 11 % daugiau karščio bangų nei pirmajame laikotarpyje, Klaipėdoje – 11,4 %, Nidos mieste karščio bangų skaičius ypač išaugo – 37,2 %. Lietuvos pajūrio miestuose karščio bangų sezonas prasideda vis anksčiau ir baigėsi vis vėliau.

Ilgiausi sezonai fiksuojami Palangos ir Klaipėdos miestuose, Nidoje karščio bangų sezonas trumpesnis. Dažnai Palangos ir Klaipėdos miestuose fiksuojami neįprasti ekstremumai, kai karščio bangos pasirodo gegužės mėnesį.

Didesnį kaitrų skaičių Klaipėdoje gali veikti urbanistinis „šilumos salos efektas“. Karščio bangos labiau veikia Klaipėdos miesto augalijos būklę, kur mirusios augalijos plotai po intensyvių karščio bangų padidėjo 0,25 km², o normalios ir sveikos augalijos plotai sumažėjo 0,7 km². Palangos ir Nidos miestuose sezono metu iškriti didesnis kiekis kritulių, todėl galėjo padidėti vandens ir sveikos augalijos plotai.

Nuo XXI amžiaus pradžios yra stebimas ne tik karščio bangų dienų skaičiaus augimas, bet taip pat ir tropinių naktų skaičiaus augimas Pietryčių Baltijos jūros kranto zonoje, tame tarpe Lietuvos Pajūrio kurortuose. Tropinių naktų skaičiaus didėjimas Baltijos pajūryje gali būti susijęs su oro ir jūros pakrančių vandens temperatūros klimatinio šiltėjimu.

Išvados. Lietuvos pajūrio miestuose (Klaipėdoje, Nidoje ir Palangoje) karščio bangos bėgant metams vis intensyvėja. Pastebima tendencija, kad karščio bangos ilgėja t. y. trunka ilgiau. Tokie ekstremumai fiksuojami vis anksčiau (gegužę), o baigiasi vis vėliau (rugpjūtį). Nors rugsėjo mėnesį karščio bangos dar nebuvo fiksuojamos, tačiau daug karščio bangų užsibaigia rugpjūčio paskutinę dieną. Kurortiniam verslui plėtoti labiau tinka Palangos ir Nidos pajūrio vietovės, nes ekstremalių kaitrų būna mažiau nei Klaipėdos uostamiestyje. Tačiau Kuršių nerijoje vis dažniau (kiekvienais metais nuo 2018 metų) fiksuojami tropinių naktų atvejai.

Padėka. Autoriai dėkoja už suteiktus duomenis LHMT prie Aplinkos ministerijos. Tyrimo rezultatus iš dalies remia LMT projektas LUGISES – „Lietuvos unikalių gamtinių išteklių panaudojimas su stresu susijusios organizmo psichinės ir fizinės sveikatos gerinimui efektyvumas ir saugumas“, S-REP-22-6.

Literatūra

- Bukantis A., Rimkus E., Kažys J. ir kt. 2017. 100 klausimų apie klimato kaitą. Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras. Vilnius. 94 p.
- Kilpys J. Jukna L., Stonevičius ir kt. 2021. Žemės stebėjimas iš kosmoso. Vilniaus universiteto leidykla. 175 p.
- Tahir A. A., Quazi K. H., Sana I. ir kt. 2019. Investigative Spatial Distribution and Modelling of Existing and Future Urban Land Changes and Its Impact on Urbanization and Economy.

PATOGENŲ TARŠOS TYRIMAI BALASTINIAME VANDENYJE IR KLAIPĖDOS UOSTO TERITORIJOJE

Greta Srėbalienė, Evelina Grinienė, Sergej Olenin

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

greta.srebaliene@ku.lt

Įvadas. Tarptautinė laivų balastinio vandens ir nuosėdų valdymo ir kontrolės konvencija (BVTK) (IMO, 2007) sukurta siekiant sumažinti kenksmingų vandens organizmų ir patogenų (toliau – KVOP) plitimą balastiniais vandenimis (Early et al., 2016). Bioapsaugos atžvilgiu ypatingas dėmesys skiriamas mikroorganizmams, potencialiems ligų sukėlėjams, kurių plitimas yra susijęs su balastiniu vandeniu (Clarke et al., 2017).

Lietuvoje nėra vykdomas balastinių vandenų monitoringas, KVOP mėginių ėmimo protokolai, analizės metodai bei veiksmų planas aptikus šiuos mikroorganizmus laivo balastiniame vandenyje vis dar vystymosi stadijoje. Balastinio vandens monitoringas yra labai svarbus, norint suprasti organizmų įvairovę, įskaitant patogenus, esančius laivų balastinio vandens rezervuaruose, prieš ir po balastinio vandens valymo sistemos (BVVS) taikymo (Khandeparker et al., 2017). Remiantis BVTK D-2 standartu, po balastinio vandens valymo „gyvų“ organizmų, fitoplanktono, zooplanktono ir bakterijų skaičius turėtų būti labai ribotas.

Šiuo metu pasaulyje laivuose kuriamos, testuojamos ir taikomos įvairios BVVS, kurios daugiausia grindžiamos pradinio filtravimo etapu, cheminiu ar fiziniu apdorojimu (Batista et al., 2017). Nepaisant problemos sprendimo būdų, rekomenduojama stebėti KVOP būklę po BVVS taikymo, siekiant užtikrinti tinkamą BVVS veikimą ir kontrolę bioapsaugos atžvilgiu, t.y kad aptinkamų organizmų kiekis neviršytų ribinių verčių (Whittle et al., 2013).

Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti patogeninių mikroorganizmų: žarninių enterokokų (*Enterococcus spp.*) ir žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) kiekius balastiniame vandenyje prieš ir po BVVS veikimo bei įvertinti minėtų bakterijų kiekius uosto akvatorijoje pasirinktuose taškuose, taikant greituosius metodus (Gollasch and David, 2010). Šiame tyrime pristatomi 2021 m. atlikti balastinio vandens bei uosto akvatorijos bakterinės taršos tyrimų rezultatai.

Tyrimo vieta ir metodai. Bakterinių mikroorganizmų matavimai balastiniuose ir Klaipėdos valstybinio jūrų uosto vandenyse buvo atlikti taikant IDEXX testų rinkinį (IDEXX Laboratories, Inc., JAV), šis metodas buvo pasirinktas kaip indikatyvus ir greitas metodas, remiantis pateiktomis rekomendacijomis (Gollasch and David, 2010).

Šio tyrimo metu atliekant balastinio vandens tyrimus mėginiai buvo imami iš laivų, kuriuose buvo įdiegtos skirtingų tipų balastinio vandens valymo sistemos: UV spinduliavimo ir filtravimo (UV) (3 laivai) bei chloravimo ir filtravimo (CHL) (1 laivas). Patogeninių mikroorganizmų tyrimui Klaipėdos uosto teritorijoje buvo pasirinktos 4 stotys: šiaurinėje uosto dalyje ties 1 krantine (ties Klaipėdos naftos terminalu), ties Smiltynės perkėla bei pietinėje dalyje ties 69 bei 144 krantinėmis, reprezentuojančiomis skirtingas uosto akvatorijos dalis. Iš kiekvienos stoties vandens mėginiai paimti į sterilius 300 ml plastikinius butelius 2021 m. liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais. Mėginiai į laboratoriją buvo transportuojami <10 °C temperatūroje šaltkrepyje ir iš karto analizuojami, laikas nuo mėginio paėmimo iki analizės pradžios mažiau nei 6 h. Mėginiai buvo inkubuojami spintose 38–41 °C temperatūroje 24 valandas.

Žarninių enterokokų (*Enterococcus* spp.) ir žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) kiekis buvo nustatomas naudojant IDEXX metodą Colilert, žarninių enterokokų nustatymui Enterolert. Taikant šį metodą nustatomas labiausiai tikėtinas bakterijų skaičius (angl. most probable number (MPN)).

Rezultatai. Atlikus tyrimus nustatyta, jog žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) ir enterokokų (*Enterococcus* spp.) kiekiai balastiniame vandenyje prieš ir po valymo (1 pav.) reikšmingai skiriasi. Abiejų minėtų organizmų kiekis po balastinio vandens veikimo atitinka BVTK leidžiamas normas, t.y. kiekis <1 MPN/100 mL., tiek taikant UV tiek chloravimą (IMO, 2007). Nepriklausomai nuo BVVS tipo (UV ar chloravimas) tirtuose laivuose balastinio vandens apdorojimas buvo veiksmingas ir išleidžiamas balastinis vanduo atitiko standartus.

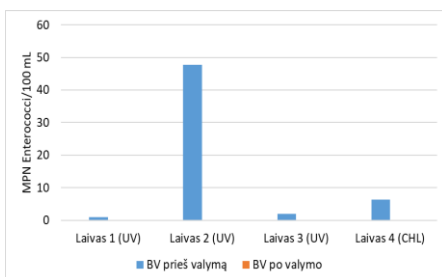
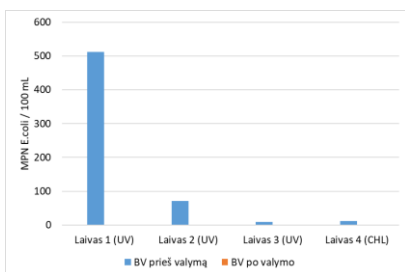
Escherichia coli kiekis prieš valymą svyravo nuo 9,95 iki 512,3 MPN/100 mL., tuo tarpu skaičiai po valymo visuose tyrimo laivuose buvo <1 MPN/100 mL.

Enterococcus spp. prieš balastiniame vandenyje nuo 1–47,8 MPN/100 mL, skaičiai po valymo <1 MPN/100 mL.

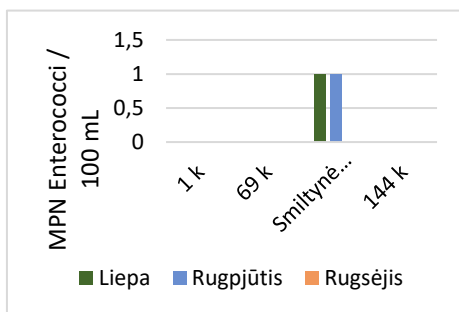
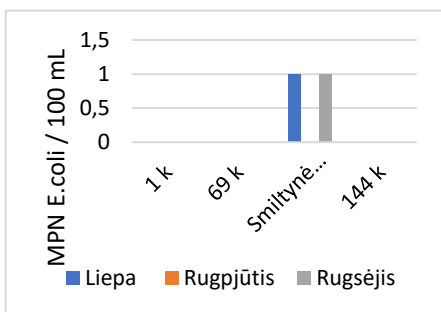
Uosto teritorijoje bakterinė tarša *E.coli* ir žarninių enterokokų bakterijomis buvo įvairi – nuo didesnės liepos ir rugpjūčio mėnesiais iki mažesnės rugsėjį, skaičiai taip pat skyrėsi įvairiose uosto vietose.

Daugiausia *Escherichia coli* ir *Enterococcus* spp. bakterijų IDEXX metodu aptikta liepos mėnesį (ties Smiltynės perkėla II), ties kitomis uosto krantinėmis minėtų bakterijų aptikta <1 MPN/100 mL.

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga



1 pav. Žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) ir žarninių enterokokų (*Enterococcus* spp.) kiekis balastiniame vandenyje prieš ir po valymo. (BV -balastinis vanduo, UV – ultravioletinės lempos ir filtravimas, CHL- chloravimas ir filtravimas).



2 pav. Žarninių lazdelių (*Escherichia coli*) ir žarninių enterokokų (*Enterococcus* spp.) kiekis uosto teritorijoje (1k – 1 krantinė, 69k – 69 krantinė, ties Smiltynės II perkėla, 144 k -144 krantinė).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Remiantis preliminariais šio tyrimo rezultatais, galima suformuoti dvi pagrindines žinutes: pirma, bakterijų tyrimas naudojant IDDEX metodą yra tikslus ir greitas. Šis metodas nereikalauja ilgo filtravimo proceso, kurį reikia atlikti, taikant standartinius mikroorganizmų nustatymo metodus, kurie užtrunka apie 48–72 valandas. Tuo tarpu taikant IDDEX rezultatai užfiksuojami per 24 valandas. Antra, šis metodas parodo balastinio vandens valymo sistemos efektyvumą, atsižvelgiant į bakterinį užterštumą.

Padėka. Tyrimai finansuoti pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 9 prioriteto „Visuomenės švietimas ir žmoniškųjų išteklių potencialo didinimas“ 09.3.3-LMT-K-712 priemone „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per

praktinę mokslinę veiklą“. Projektas finansuojamas iš Europos socialinio fondo. Projekto Nr. 09.3.3-LMT-K-712-19-0083.

Literatūra

- Batista W., Lopes F., Lopes C. et al. 2017. Which ballast water management system will you put aboard? Remnant anxieties: A mini review. *Environments*,4(3),54;
- Clarke S., Hollings T., Liu N. et al. 2017. Biosecurity risk factors presented by international vessels: a statistical analysis. *Biological invasions*, 19(10), 2837-2850;
- David M., Gollasch S. 2010. Ballast water risk assessment for intra North Sea shipping. Final report. Prepared for Interreg IVB North Sea Ballast Water Opportunity project. NIOZ, Texel.;
- Early R., Bradley B. A., Dukes J. S. et al. 2016. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature communications*, 7(1), 1-9.
- IMO. 2007. Guidelines for Risk Assessment Under Regulation A-4 of the BWM Convention (G7), IMO, Marine Environment Protection Committee, Resolution MEPC. 162(56), 13 2007. International Maritime Organisation, London.
- Khandeparker L., Anil A. C. 2017. Global Concerns of Ship's Ballast Water Mediated Translocation of Bacteria. In *Marine Pollution and Microbial Remediation* (pp. 255-262). Springer, Singapore.
- Whittle P. J., Stoklosa R., Barrett S. et al. 2013. A method for designing complex biosecurity surveillance systems: detecting non-indigenous species of invertebrates on B arrow I land. *Diversity and distributions*, 19(5-6), 629-639.

MĖLYNOSIOS BIOEKONOMIKOS VYSTYMO PERSPEKTYVOS KLAIPĖDOS REGIONE

Eglė Stonkė

Asociacija „Klaipėdos regionas“, Klaipėda
egle@klaipedaregion.lt

Įvadas. Dėl unikalios savo geografinės padėties, susiformavusios ekonominės struktūros ir regione koncentruojamų sektoringų veiklų bei stiprių sąsajų su jūriniu mokslu Klaipėdos regionas yra tiesiogiai sietinas su mėlynosios ekonomikos vystymu ir plėtra Lietuvoje.

Šiuolaikinė jūrinė ekonomika neatsiejama nuo atsinaujinančios energetikos, suskystintomis dujomis ir elektra varomų laivų gamybos, akvakultūros ir jūrinių biotechnologijų vystymo projektų, jūrinių mineralinių išteklių paieškų ir gavybos, turizmo ir povandeninio kultūrinio paveldo apsaugos ir naudojimo.

Siekiant maksimaliai įgalinti ir plėtoti turimą Klaipėdos regiono potencialą, 2021 m. Klaipėdos regiono partneriai patvirtinto Klaipėdos regiono specializacijos strategiją iki 2030 m. (toliau – KRSS). Tai pirmasis tokio pobūdžio Klaipėdos regiono (toliau – Regionas) strateginis ekonominės plėtros dokumentas ir pirmasis toks dokumentas Lietuvoje. KRSS apibrėžia regiono savivaldos, verslo, mokslo ir švietimo bei bendruomeninių struktūrų sutartą Regiono ekonominės plėtros viziją, jos įgyvendinimo kryptis ir priemones. Strategijoje išskiriamos 3 kertinės Regiono vystymo kryptys – jūrinė ekonomika, bioekonomika ir darnus jūrinis ir pakrančių turizmas, kurias apjungia ir papildo dvi gretutinės kryptys – paslaugų ekonomika ir pažangios pramonės ekonomika.

Rengiant specializacijos dokumentą įvertintos Regiono augimo galimybės, turimas potencialas, nustatytos Regiono augimo kryptys, įvertintos dabarties ir galimos ateities tendencijos, nacionalinė ir tarptautinė atskirų sričių politika. KRSS pagrindas – iš bendrų Regiono poreikių į strateginės politikos lygmenį perkeliama veiksmų ir iniciatyvų, Regiono dalyvių partnerystė ir bendradarbiavimas, visų suinteresuotųjų sutarimas ir įsipareigojimas įgyvendinti bendrą viziją.

Šio pranešimo kontekste pažymėtinas regiono specializacijoje akcentuojamas mėlynosios bioekonomikos potencialas Klaipėdos regione. Mėlynoji bioekonomika apima tvarų atsinaujinančių vandens išteklių panaudojimą bei su tuo susijusių ekonominių veiklų skatinimą (akvakultūra, moliuskų ir dumblių auginimas, jūrinių biotechnologijų kūrimas ir pritaikymas ir pan.). Tvarus išteklių naudojimas itin svarbus įgyvendinant regiono viziją

bei siekiant „mėlynojo“ regiono augimo tiek aplinkosaugos, tiek ir ekonominiame kontekste.

Metodai. Sumanioji specializacija yra į konkrečios vietovės plėtrai pritaikytas metodas, kuriam būdingas strateginių intervencijos sričių išskyrimas, grindžiamas vietovės ekonomikos stipriųjų pusių ir potencialo analize (Foray, 2015). Regioninė sumani specializacija yra pagrindinė ES regionų politikos stiprinimo priemonė, kurios svarba taip pat įtvirtinta svarbiuose Lietuvos Respublikos (toliau – LR) nacionaliniuose teisės aktuose (LR teritorijos bendrajame plane iki 2030 m., 2021–2030 m. nacionaliniame pažangos plane, LR regioninės plėtros įstatyme, Lietuvos regioninės politikos baltojoje knygoje ir kt.).

Regionų sumani specializacija identifikuojama remiantis verslumo atradimo procesu (*angl. Entrepreneurial Discovery Process, EDP*), kurio pagrindą sudaro keturių sraigtų suinteresuotų šalių modelio (*angl. Quadruple Helix Model*) įgyvendinimas (Tukiainen, 2020). Klaipėdos regiono specializacijos strategijos rengimo kontekste, tai sąlygojo aktyvų visų keturių regiono sektorių – viešojo sektoriaus, verslo, švietimo ir mokslo bei regiono bendruomenės – atstovų dalyvavimą dokumento rengimo procese, o vėliau ir indėlių įgyvendinant numatytus uždavinius ir priemones.

Įgyvendinimo procesas. Planuojant mėlynosios bioekonomikos vystymąsi Klaipėdos regione bei formuojant konkrečius veiksmus ir priemones, reikalingus intensyvesniam sektoriaus augimui buvo remtasi prielaida, kad nepaisant esamo didelio mėlynosios bioekonomikos potencialo ir galimybių, su ja susijusi verslo veikla visoje Europoje, tuo labiau Lietuvoje, vis dar vykdoma gana vangiai (Kargytė ir kt., 2020).

Atsižvelgiant į bendrą Klaipėdos regiono bioekonomikos struktūrą, jos sektorių vystymosi tendencijas ir išorinius veiksnius, tokius kaip ES bioekonomikos strategija bei naujai patvirtinti Lietuvos sumanios specializacijos prioritetai, Klaipėdos regione numatomas trijų potencialių bioekonomikos klasterių vystymas: 1) Agro-maisto klasteris; 2) Mėlynosios bioekonomikos klasteris; 3) Biogrįstos pramonės klasteris.

Mėlynoji bioekonomika Europoje turi didelį neišnaudotą potencialą. Europos Komisijos Jungtinio tyrimų centro ekspertų atliktos analizės duomenimis, fiksuojamas spartus akvakultūros produkcijos paklausos didėjimas, tačiau ES akvakultūros gamybos apimtys susiduria su stagnacija (Camia et al, 2018). Mažėjant žuvininkystės produkcijos apimtims ir vietine gamyba tenkinant tik daugiau nei pusę visos ES žuvų ir kitų vandens produktų paklausos, akvakultūra ateityje bus vis svarbesnis apsirūpinimo vandens gėrybėmis šaltinis. Europoje taip pat sustojęs makro- ir mikrodumblių, kurie gali būti pritaikomi maisto, pašarų, biologinės kilmės trąšų, kosmetikos, vaistų

ir kitų produktų gamyboje, auginimas, kai pasauliniu mastu stebimas spartus šių dumblių gamybos apimčių augimas. Dėl šių priežasčių Europa skiria didelį dėmesį mėlynosios bioekonomikos vystymui.

Senkant pasauliniams natūraliems žuvų ištekliams ir siekiant juos išsaugoti, plečiamos jūrinės akvakultūros galimybės, vystomos naujos su tvariu jūros išteklių ir biomasės naudojimu, modernia akvakultūra siejamos technologijos. Tai naujos – mėlynosios – bioekonomikos vystymo pagrindas. Nepaisant to, kad šiandien šio sektoriaus potencialas Klaipėdos regione yra silpnai išnaudojamas, jo vystymosi tempai ir pasirengimo lygis nuolat kyla. Klaipėdos regione akvakultūros plėtra sietina su šiuo metu Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto Žuvininkystės ir akvakultūros laboratorijoje (KU JTI ŽAL) jau vykdomu eksperimentiniu vertingųjų žuvų rūšių auginimu uždaroje sistemoje. Be to, pasaulyje naujų akvakultūros sprendimų vystymas sietinas su jūrine biotechnologija – vandens organizmų, jų produktų ir funkcijų panaudojimu maisto, pašarų, farmacijos, kosmetikos, biokuro, biopolimerų pramonėje (Europos Komisija, 2021). Tai itin perspektyvi naujos ekonomikos rūšies veikla, kuriai būtina ruoštis jau šiandien, kad būtų užtikrintas ekonominis ir intelektualinis pranašumas. Akvakultūra, tvarus išteklių naudojimas, biotechnologijos arba mėlynoji bioekonomika privalo tapti viena svarbiausių strateginių Klaipėdos regiono ekonominės plėtros krypčių.

Mėlynosios bioekonomikos klasterio vystymas Klaipėdos regione, leistų visapusiškai atspindėti regiono specifiką bei sutelkti turimus sektoriaus išteklius, įveiklinant sąlyginai nedidelį Lietuvos lygmeniu bioekonomikos segmentą. Tiek pagal sukuriama BPV, tiek pagal darbuotojų skaičių Klaipėdos regionas išsiskiria iš kitų šalies regionų savo žvejybos sektoriaus dalimi vietos ekonomikoje, taip pat regione fiksuojamas augantis akvakultūros sektorius (Klaipėdos regiono specializacijos strategija, 2021). Pažymėtina ir tai, kad Klaipėdos regione yra sukoncentruota mėlynosios bioekonomikos vystymui reikalinga MTEP kompetencija ir infrastruktūra, orientuota į jūros išteklius ir susijusias technologijas. Akvakultūros plėtra regione sietina su šiuo metu KU JTI ŽAL jau vykdomu eksperimentiniu vertingųjų žuvų rūšių auginimu uždaroje sistemoje. Taip pat Klaipėdos regionas turi unikalius geoterminius išteklius, kurie gali būti panaudoti akvakultūros vystymui.

Laukiami rezultatai. Užtikrinus sklandų ir efektyvų KRSS įvardintų mėlynosios bioekonomikos sektoriaus plėtros tikslų įgyvendinimą, planuojama pasiekti prioritetinių specializacijos krypčių pasiekimo kriterijus

- 50 proc. išaugusi Klaipėdos regione išaugintos aukštesnės vertės žuvies produkcijos dalis, susijusi su kasdieniu žuvies ir jūros gėrybių vartojimu;

- 2021–2030 m. pasiektas 3,5 proc. išaugęs Bioekonomikos sektoriuose sukuriama BVP vidutinis metinis augimo tempas;
- Išlaikytas ne mažesnis nei 2021 m. dirbančiųjų bioekonomikos sektoriuose skaičiaus augimas.

Taip pat tikslingas ir savalaikis Klaipėdos regiono specializacijos strategijos įgyvendinimas bei visų suinteresuotų regioninių partnerių aktyvus dalyvavimas ir įsitraukimas leis įgyvendinti Regiono specializacijos rengimo proceso metu keltus bendruosius ilgalaikius uždavinius:

- sutelkti pagrindinius regioninės ekosistemos veikėjus Regiono plėtros krypčių (ir jas įgyvendinančių veiksmų) planavimui;
- sukurti efektyvią Regiono bendradarbiavimo ir komunikacijos platformą;
- pasiekti, kad Regiono partneriai išsipareigotų vieningai veikti dėl kryptingos ir ilgalaikės Regiono plėtros ir gerovės augimo.

Literatūra

- Camia A., Robert N., Jonsson R., et al., 2018. Biomass production, supply, uses and flows in the European Union. First results from an integrated assessment. Europos Sąjungos leidykla, Liuksemburgas.
- Europos Komisija, 2021. ES mėlynosios ekonomikos ataskaita 2021. Europos Sąjungos leidykla, Liuksemburgas.
- Foray, D. 2015. Smart Specialisation. Opportunities and challenges for regional innovation policy. Routledge
- Kargytė V., Matijošytė I., 2020. Bioekonomikos plėtros perspektyvos Europoje ir Lietuvoje: COVID-19 pandemijos sukulto ekonominio nuosmukio ir žemų iškastinio kuro kainų veiksnių vertinimas, Lietuvos Biotechnologų asociacija.
- Klaipėdos regiono specializacijos strategija iki 2030 m., 2021.
- Tukiainen T., Hongisto P., 2020, Sustainable Baltic Sea Region. Towards Economic Transformation by Smart Specialisation Strategies, Alto University.

MENO VAIDMUO MOKSLO KOMUNIKACIJOS KONTEKSTE

Giedrė Strakšienė

Klaipėdos universitetas, Klaipėda
Giedre.straksiene@ku.lt

Straipsnyje pristatomos šiuolaikinės mokslo komunikacijos kaitos tendencijos, kurios suponuoja komunikacijos subjektų ir objektų sąveikos funkcijas, užtikrinančias visuomenės poreikius atitinkančią mokslinės informacijos sklaidą bei santykį su informacinių ir komunikacinių technologijų teikiamomis galimybėmis. Paprastai mokslo komunikacija suprantama kaip dalijimasis mokslinėmis temomis/žiniomis su visuomene (ne mokslinė auditorija) įvairiomis formomis. Mokslininkai įsitikinę, kad visuomenės informavimas ir nuolatinis komunikavimas su ja yra neatsiejamo mokslo elemento samprata ir naudinga jų moksliniam tyrimams (Davies, 2008). Tai lemia ne tik išliekamąją mokslo vertę, bet ir yra mokslinių tyrimų rezultatų praktinio pritaikomumo sąlyga (Stonkienė, 2005). Be to, mokslo komunikacinės paradigmos integravimas į meno dalykus bei mokslo ir meno komunikacijos sąveikos rezultatai praturtina mokslo studijas ir pristato metodikas, kurios galėtų būti pasitelktos gamtos mokslo problemoms spręsti ir demonstruoti (Groffman, 2010; Leggett ir Finlay, 2001).

Be abejonės, mokslo komunikacija yra nuolatinė dilema, kuri analizuojama daugelio mokslininkų darbuose: Davies (2008), Brownell, Price ir Steinman (2013), Pace ir kiti (2010), Stonkienė ir kiti (2005), tačiau nėra atlikta išsamių tyrimų apie meno (ar meno dalykų) vaidmenį mokslo komunikacijoje. Straipsnyje nagrinėjamos mokslo komunikacijos taikant meną (meno dalykus ar priemones) sąvokos sampratos. Pasitelkus tradicinės mokslo komunikacijos modelį, išanalizavus komunikacijos vyksmo ypatumus ir įvertinus meno vaidmenį mokslo komunikacijos kontekste, aptariama naujo mokslo - meno komunikacijos modelio raiška. Teigtina, kad šiuolaikinis menas persiorientuoja pagal komunikacijos paradigmą, kuri užima estetikos paradigmos vietą ir į savo kontekstą įtraukia tokias sąvokas kaip aparatas, auditorija, dalyvavimas, medijos ir masinės medijos (Michelkevičius, 2007). Kita vertus, integruojant komunikacijos paradigmą į meno sferą, tampa lengviau paaiškinti apskritai šiuolaikiniame mene vykstančius reiškinius ir meno infiltraciją į mokslo dalykus kas byloja apie meno estetinį persiorientavimą.

Panašu, kad ir mokslas, ir menas yra grįsti kūrybiniais sumanymais, keliant probleminius klausimus ar ieškant būdų/metodų problemai spręsti. Ar

tai tiesa, ar tik daugiau romantiška bendradarbiavimo idėja? Koks yra meno vaidmuo mokslo komunikacijoje? Kaip tai suprantama ir vertinama mokslo atstovai: biologijos, ekologijos ir ichtiologijos magistrantai ir jų dėstytojai mokslininkai?

Siekdama atsakyti į pastaruosius klausimus, straipsnio autorė pristato veiklos tyrimą atliktą 2017–2018 metais, grįstą tikslinės grupės veiklos duomenimis, surinktais iš 33 dalyvių (30 magistrantų ir 3 jų dėstytojų mokslininkų iš Klaipėdos universiteto). Veiklos tyrimas, dalyvaujant ir straipsnio autorei, apjungė veiksmą ir tyrimą vienu metu, todėl tokį tyrimo metodą apibūdiname kaip procesą, kurio metu tyrėja ir tiriamieji dalinasi žiniomis ir patirtimi, kartu mokosi bei siekia pokyčių (Khan, Chovanec, 2010).

Veiklos tyrimo metu išryškėjo penkios tendencijos, kuriomis vadovavosi mokslo atstovai, siekdami pristatyti mokslo rezultatus taikydami meno priemones: švietimo ir informavimo, socialinio ryšio su visuomene užmezgimo, grožio ir estetinio jausmo demonstravimo, kūrybiškumo bei improvizacijos įvaldymo bei komunikacinių technologijų integravimo. Veiklos tyrimas atskleidė magistrantų ir jų dėstytojų mokslininkų požiūrį į meno vaidmenį mokslo komunikacijos kontekste: mokslo rezultatų pristatymas taikant meną buvo suvokiamas kaip teigiamas rezultatas ir įdomus procesas, ugdantis (ir/ar pristatantis visuomenei mokslo žinias), atskleidžiantis gamtos grožį ir jos unikalumą (trapumą) į pagalbą pasitelkiant kūrybinius sumanymus ir IKT technologijas. Magistrantų mokslo komunikacijos darbai (sukurti pristatomieji filmukai) išryškino ir jų meninius gebėjimus renkantis muziką, dizainą, kuriant fabulą/istoriją ar kompoziciją pasirinktai temai.

Tikėtina, kad meno vaidmuo mokslo kontekste skatina siekti ne tik mokslo pažinimo ir dalinimosi pasiekimais, tačiau atveria naujas galimybes pajusti mokslo ir meno dermę kūrybiniuose procesuose, o moksliniai išradimai neretai atsiranda pačiame mene.

Literatūra

- Brownell, S.E., Price, J. V. , Steinman, L. 2013. Science Communication to the General Public: Why We Need to Teach Undergraduate and Graduate Students this Skill as Part of Their Formal Scientific Training. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, Vol. 12 (1), E6-E10.
- Burns, T.W., O'Connor, D.J., Stocklmeyer, S.M. 2003. Science Communication: a Contemporary Definition. *Public Understanding of Science* 2003, Vol. 12, 183-202 p.
- Davies, S.R. 2008. Constructing Communication: Talking to Scientists About Talking to the Public. *Science Communication*, Vol. 29, 413-434 p.
- Groffman P.M. 2010. Restarting the conversation: challenges at the interface between ecology and society. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 8, 284-291p.
- Leggett, M., Finlay, M. 2001. Science, story, and image: A new approach to crossing the communication barrier posed by scientific jargon. *Public Understanding of Science*, Vol. 10, 157-171 p.

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

- Michelkevičius, V. 2007. Meno ir komunikacijos studijų sąveika: medijos ir medijų menas. Acta Academiae Artium Vilnensis [AAAV] t. 44, p. 37-60.
- Pace, M.L. et al. 2010. Communicating with the public: opportunities and rewards for individual ecologists. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 8, 292-298 p.
- Stonkienė, M., Janiūnienė, E., Matkevičienė, R. 2010. Formalioji mokslo komunikacija mokslo leidiniuose “Knygotyra” ir “Informacijos mokslai”: kiekybinis tyrimas. *Knygotyra*, 54, 320-337 p.

KOMPLEKSINIS DAUGIAELEMENTŲ YPATUMŲ APIBŪDINIMAS: NAUJI METODINIAI ASPEKTAI

Sergej Suzdalev¹, Ričardas Taraškevičius^{1,2}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Gamtos tyrimų centras, Vilnius

sergej.suzdalev@apc.ku.lt, ricardas.taraskevicius@gmail.com

Įvadas. Mus supančios gamtinės aplinkos viena iš fundamentalių esminių savybių – daugiaelementiškumas. Jis pasireiškia ne tik būdingais ir savitais kiekvieno cheminio elemento kiekiais, bet ir tarpelementinėmis tarpusavio sąsajomis. Dažnu atveju pastebėti esminius geocheminius dėsningumus gaunamos informacijos kontekste yra pakankamai sudėtinga.

Šio tyrimo tikslas: pasinaudojant penkių sąlyginių tranzitinės-akumuliacinės sistemos „Nemuno delta-Baltijos jūra“ zonų profilyje surinktų dugno nuosėdų cheminės sudėties tyrimų duomenimis ne tik pateikti jų bendruosius geocheminius apibūdinimus, bet ir pasiūlyti metodines efektyvaus vizualizavimo galimybes daugiaelementų anomalijų būdingų geocheminių ypatumų atpažinimui.

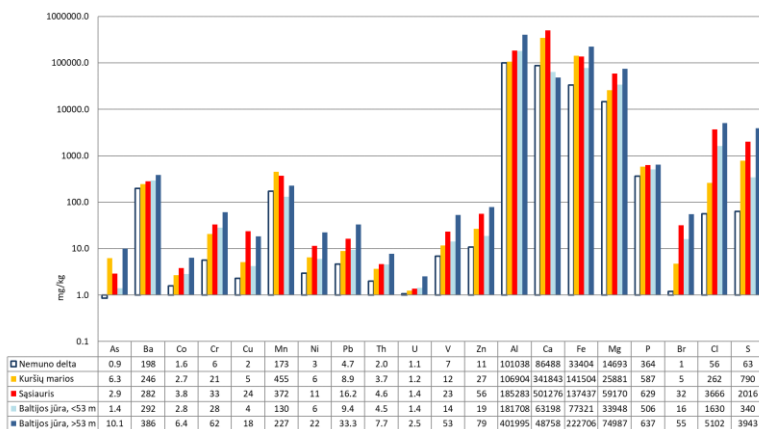
Metodai. Profilyje iš viso surinkti 96 dugno nuosėdų mėginiai: Nemuno deltoje – 12 (vidutinis slūgsojimo gylis 5,8 m), Kuršių mariose – 11 (2,8 m), Klaipėdos sąsiauryje – 24 (12,0 m), Lietuvos Baltijos jūros dalies išskirtinėje ekonominėje zonoje – 49. Atsižvelgus į Baltijos jūros geomorfologinę sandarą bei dugno nuosėdų litologinės sudėties ypatumus mėginiai buvo formaliai suskirstyti į dvi imtis: i) surinkti iki 55 m gylio; ii) surinkti gyliu nei 55 m. Pirmoje imtyje – 25 vienetai (vidutinis slūgsojimo gylis 39,4 m), antroje – 24 (72,4 m).

Mėginiai ištirti panaudojant rentgeno fluorescencinės spektrometrijos analizės prietaisą SPECTRO XEPOS HE (gamintojas Spectro Ametek, Vokietija), nustatant juose daugiau negu 30 cheminių elementų, iš kurių šiame metodologiniame tyrime panaudoti dvidešimties – Al, As, Ba, Br, Ca, Cl, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Th, U, V ir Zn kiekių matavimų rezultatai.

Pasirinktų zonų geocheminiai rezultatai apibūdinti dviem būdais: 1) pasitelkus dažniausiai mokslinėse publikacijose naudojamą kiekių išraiškos diagramą ir ją lydinčią elementinę klasterinę dendrogramą, aprašytą ankstesniuose darbuose (Taraškevičius ir kt., 2019); 2) pateikus inovatyvaus geocheminių sąsajų-kiekių kompleksinio koliažinio (*collage (pranc)* – priklijavimas, prilipdymas) vaizdinio sukūrimo metodiką.

Rezultatai ir jų aptarimas. Abscisių ašyje ištirtos analitės surikiuotos abėcėlės tvarka ir suskirstytos į grupes pagal jų formalų „pavojingumą“

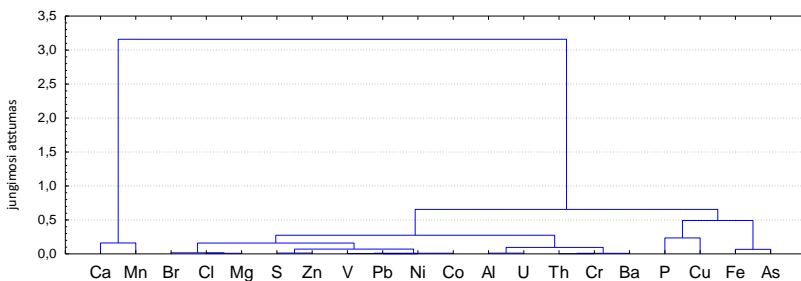
aplinkai į potencialiai pavojingas ir sąlyginai nepavojingas. Nepavojingų grupei priskiriamos analitės taip pat suskirstytos į katijonines ir anijonines. Tokiu būdu suformuotos tokios cheminių elementų sekos: As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Th, U, V, Zn ir Al, Ca, Fe, Mg; P, Br, Cl ir S. Siekiant suteikti vidurkinių analičių kiekių išraiškos diagramai daugiau informatyvumo vaizduojami stulpeliai (dėl raiškių absoliučių kiekių skirtumų ordinačių ašyje neišvengiamai naudojame logaritminę skalę) papildyti stulpelių teikiamų analičių vidurkinių kiekių reikšmių lentele (1 pav.). Esminis tokio pateikimo privalumas – galimybė tyrėjams panaudoti mūsų teikiamas analizės rezultatus skaitines išraiškas palyginimams su jų gautomis. Vis dėlto, pasitelkus šią rezultatų pateikimo išraišką, nėra lengva pastebėti objektyvius daugiaelemenčių ypatumų pokyčių gradientus net iš anksto suskirsčius analites į minėtas grupes pagal pavojingumą. Todėl dažnai tyrėjų teikiamos įžvalgos yra formuluojamos tik pagal jų nuomonę pastebėtus bei įvardintus dėsningumus.



1 pav. Potencialiai pavojingų (As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Th, U, V, Zn) ir sąlyginai nepavojingų katijoninių (Al, Ca, Fe, Mg) ir anijoninių (P, Br, Cl, S) analičių vidurkiniai kiekiai penkių zonų dugno nuosėdose.

Akcentuojant suvokimo galimybes, analičių tarpelementinės sąsajos, grįstos tarpusavio koreliacinių sąryšių stiprumu, neretai yra išreiškiamos klasterių dendrograma (2 pav.). Ji aprašoma atsižvelgiant į tarpelementines sąsajas: „Ca su Mn, esantys tamprame sąryšyje (jungimosi atstumas JA mažesnis už 0,2), nuo likusių aštuoniolikos analičių yra akivaizdžioje atskirtyje ($JA > 3$). Jeigu keturios analitės – P, Cu, Fe ir As, sukūrusios nuosavą jungtį, kurios lygmuo ($\sim 0,5 JA$) nedaug besiskiria nuo lygmens jungiančios visas 18

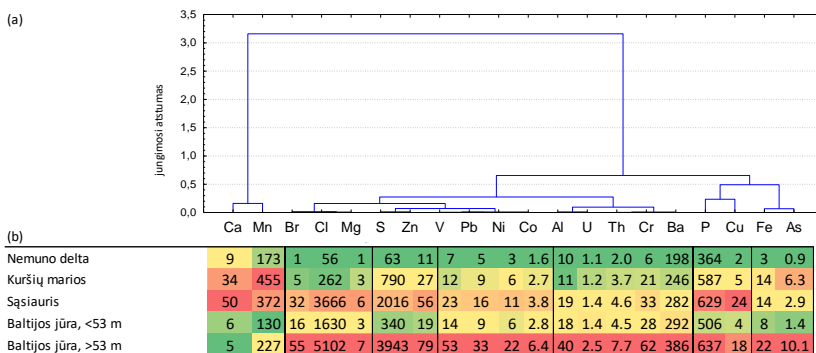
analičių ($\sim 0,65 JA$), demonstruoja abejonę būti draugėje su keturiolika kitų (analičių), tai pastarosios yra tarpusavyje santykinai labiau susijusios ($JA < 0,3$), nors ir turi nuosavus tris poaibius – {Br,Cl,Mg}, {S,Zn,V,Pb,Ni,Co}, {Al,U,Th,Cr,Ba}“. Vis dėlto klasterių dendrogramose pateikiamas analičių koreliacinių sąsajų apibūdinimas yra labiau formalizuotas ir, deja, nesiejamas su šias sąsajas nulėmusiais objektyviais geocheminiais dėsniniais. Klasterių dendrogramų pagalba išgautosios koreliacinės sąsajos neretai yra interpretuojamos pasitelkiant ir cituojant bet kokias atrodančias parankiomis kitų tyrėjų mintis (Rapalis ir kt., 2021), tiesiogiai nepasinaudojant turimais geocheminių duomenų resursais.



2 pav. Tarpusavyje susijusių cheminių elementų grupės penkių tranzitinių-sedimentacinių aplinkų dugno nuosėdose. Klasterių atšakų dendrograma parengta panaudojant Ward'o metodą, o analičių jungčių atstumai įvertinimui pasirinktas Pearson-1 apskaičiavimo būdas.

Tokių „nuosavų geocheminių resursų“ panaudojimo galimybė – tai geocheminių sąsajų-kiekių kompleksinis-koliažinis vaizdinys, kuriuo tame pačiame paveiksle tarpelemenčių sąsajų dendrogramoje pateiktos analitės yra tiesiogiai susiejamos su jų kiekiais, išreikštais spalvine kintama gama. Mintis sujungti klasterių dendrogramos duomenis su analičių kiekių rezultatais gimė geocheminiais metodais tiriant dviejų toje pačioje vietovėje gyvavusių neolito bendruomenių – medžiotojų-maisto rankiotųjų ir virvelinės keramikos gamintojų – pasirinktus technologinius sprendinius, naudotus puodų gamybai (Štavičė ir kt., 2022). Sukurtos metodikos veiksmingumą, efektyviai parodant tiek bendrus, tiek specifinius gaminių bruožus, patvirtino minėtoje publikacijoje pateikta vaizdinė medžiaga ir susijusios įžvalgos. Pasinaudojus analogiškais išraiškos priemonėmis ir pasitelkus šio tyrimo rezultatus sukurtas daugiaelemečių sąsajų-kiekių penkiose zonose koliažas (3 pav). Viršutinėje jo dalyje (3 pav. (a)) yra klasterių dendrograma, kuria pakeičiame pirmajame paveiksle (1 pav.) ordinačių ašyje pateiktuosius analičių kiekių stulpelius. Tuo tarpu kiekvienos nagrinėtos sedimentacinės aplinkos būdingieji

analičių geocheminių sankaupų ypatumai yra pavaizduoti apatinėje paveikslo dalyje (3 pav. (b)), pasitelktu raudonos (didžiausi kiekiai) – geltonos – žalios (mažiausi kiekiai) spalvų pokyčių kaitos gradientais. Spalviniai deriniai akivaizdžiai, nereikalaujanti perteklinių tekstinių interpretacijų, išryškina ir paaiškina aukščiau matematiškai aprašytas susijusių analičių sąsajas: {Ca,Mn}, {P,Cu,Fe,As}, {Br,Cl,Mg}, {S,Zn,V,Pb,Ni,Co}, {Al,U,Th,Cr,Ba}.



3 pav. Tarpusavyje susijusių cheminių elementų grupės (a) ir vidurkiniai jų kiekiai (b) geocheminių tranzitinės-akumuliacinės sistemos dugno nuosėdose.

Išvados. Teikiama daugiaelementų kiekių-sąsajų ypatumų kompleksinė koliažinio vaizdinio sukūrimo ir apibūdinimo metodika yra siūloma pasitelkti įrankiu geocheminių anomalijų formavimo mechanizmo pažinimui.

Literatūra

- Rapolis P., Zinkutė R., Lazareva N., Suzdalev S., Taraškevičius R. 2021. Geochemistry of the dust collected by passive samplers as a tool for search of pollution sources: the case of Klaipėda Port, Lithuania. – *Applied Sciences* 2021, 11 (23): art. no. 11157.
- Štavičė, E.; Skridlaitė, G.; Grigoravičiūtė-Purionienė, I.; Kareiva, A.; Selskienė, A.; Suzdalev, S.; Žalūdienė, G.; Taraškevičius, R. 2022. CordedWare and Contemporary Hunter-Gatherer Pottery from Southeast Lithuania: Technological Insights through Geochemical and Mineralogical Approaches. – *Minerals* 2022, 12, 1006.
- Taraškevičius R., Kazakauskas V., Sarcevičius S., Zinkutė R., Suzdalev S. 2019. Case study of geochemical clustering as a tool for tracing sources of clays for archaeological and modern bricks. – *Baltica*, 32 (2): 139–155.

CHEMINIAI ELEMENTAI MŪSŲ APLINKOJE: XRF ANALIZĖS REZULTATŲ PANAUDOS IR TYRIMŲ PLĖTROS GALIMYBĖS

Sergej Suzdalev¹, Ričardas Taraškevičius^{1,2}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Gamtos tyrimų centras, Vilnius

sergej.suzdalev@apc.ku.lt, ricardas.taraskevicius@gmail.com

Ivadas. Antropogeninės veiklos įtakoje dalis cheminių elementų pakeičia savo natūralias radimvietes ir patenka į mus supančią aplinką. Ilgainiui, natūraliai susiformavusi pirmykštė aplinka tampa kitokia, o kartu keičiamės ir mes, nes dalis šių elementų gali akumuliuotis mūsų organizme.

Šiuolaikiniai rentgeno fluorescencinės analizės (XRF) prietaisai įgalina aptikti platų cheminių elementų spektrą įvairiuose antropogeninės panaudos medžiagose. Tačiau žinios apie kiek platesnę jų cheminę sudėtį ne visada yra skelbiamos, nors tokia informacija galėtų būti naudinga priimančiam sprendimui dėl medžiagų naudojimo galimybes, įskaitant galimas rizikas žmogaus sveikatai.

Straipsnyje siekiama supažindinti skaitytoją su kai kurių medžiagų ar gaminių XRF tyrimų rezultatais ir teorinėmis jų panaudos galimybėmis, teikiant vizualizuotą aptiktų analizių kiekių palyginimą tarpusavyje, tačiau detalai neaptariant jų konkretesnio galimo poveikio.

Tyrimų medžiaga ir metodai. Eksperimentiniams tyrimams panaudotos šešios druskos rūšys ir keturių rūšių medžių briketų šlakas (pelenai). Šaltuoju metu laiku kai kurių Lietuvos miestų kelių barstymui naudojama druska iš Vokietijos – smulki, balta, druska iš Maroko – turinti rudą atspalvį, druska iš Baltarusijos – rupi, pilkšva. Tyrimams taip pat panaudota druska iš Ukrainos – rupi, pilkšva, Himalajų – rusva, ir rūpios ir smulkios kristalinės frakcijos lieknėjimą skatinantis produktas („Coral-mine“). Vokietijos, Maroko ir Baltarusijos druskos mėginiai tirti 2022 metais, Ukrainos, Himalajų, Coral mine – 2013 metais.

2022 metais kietmedžio (galimai ažuolo) ir beržo briketai buvo išgyti tiesiogiai iš vieno iš jų platinųjų, o 2010 metais – lapuočių ir durpių briketai – viename prekybos tinkle.

Kiekviena medžiaga buvo tirama paruošiant kelis sub-mėginius, todėl sekančiame skyriuje pateikiami jų analizės rezultatų vidurkiniai kiekiai. 2010-2013 metų laikotarpiu mėginiai buvo tiriami Gamtos tyrimų centro geologijos ir geografijos institute (prietaisas Spectro Xepos), 2022 metais – Jūros tyrimų institute, nustatant juose daugiau negu 30 cheminių elementų. Iš jų šiame

straipsnyje pateikiama dvidešimt šešių – Al, Ag, As, Ba, Br, Ca, Cl, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Rb, S, Si, Sr, Ti, U, V, W ir Zn kiekių matavimų rezultatai.

Rezultatai ir jų aptarimas. Mėginius, suskirstytus į dvi grupes – druskų ir medžio briketų, vizualizuojant jų kiekių skirtumus kiekvienai grupei atskirai, pateikiame 1 paveiksle (1 pav.).

Druska						Kuro briketų šlakas ir pelenai				
Metai	Vokietijos 2022	Maroko 2022	Baltarusijos 2022	Ukrainos* 2013	Himalajų* 2013	Coral-Mine* 2013	Kietmedžio 2022	Beržo 2022	Lapuočių* 2010	Durpių* 2010
"Didieji" žemės plutos elementai										
Al	5325	7522	6521	3505	2915	2980	929	1762	9859	12010
Ca	3742	5874	5025	13840	5708	327900	193250	123350	296400	257500
Fe	64	815	261	<5	<5	1284	4016	375	2490	66950
K	641	1471	1940	10780	10953	503	56760	25515	71940	5515
Mg	<50	<50	<50	8295	11610	14725	1495	273	30900	9377
Mn	2	19	8	14	12	65	5954	5402	10540	1414
Na	289100	243875	236750	336000	329450	11805	5516	8029	3640	1420
P	1304	1646	1754	495	565	441	7831	5216	9347	5061
Si	706	8380	5002	10270	4076	12385	8022	1918	16980	50870
Ti	3	115	41	69	36	159	1756	100	2403	1355
"Mažieji" (retieji) žemės plutos elementai										
As	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	53
Ba	13	23	14	<3	<3	<3	6266	724	1230	412
Br	135	53	92	86	78	5	8	3	5	149
Cl	378166	355321	339930	468350	493450	324	23305	57635	735	411
Cr	2	4	3	<2	<2	<2	24	10	<5	26
Cu	9	17	10	<2	<2	<2	147	38	150	29
Ni	14	15	15	<2	<2	<2	42	22	19	16
Pb	2	4	2	4	4	3	38	4	16	24
Rb	2	4	4	2	1	4	104	52	125	22
S	2073	4014	1850	7130	4757	1532	24650	2257	5559	20470
Sr	11	9	15	205	30	2546	821	399	896	243
U	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	8
V	<2	<2	<2	50	65	43	11	4	<3	37
W	<2	<2	<2	<2	3	<2	19	11	8	2
Zn	2	4	1	3	3	6	1277	820	1826	90
Ag	<1	<1	<1	<1	<1	1782	<1	<1	<1	<1

1 pav. Druskos ir medžio briketų šlako/pelenų cheminė sudėtis, mg/kg. Tarp-medžiaginis kiekių kaitos (eilute) gradientas, spalvine gama: mėlyni atspalviai – mažesnieji kiekiai ... raudoni atspalviai – didesnieji kiekiai. *Gamtos tyrimų centre ištirti mėginiai.

Nors kiekvienos medžiagos sudėtis yra savita, „druskų“ grupėje matome akivaizdų genezę bei sedimentacinėmis sąlygomis pagrįstą absoliučių elementinių kiekių skirtumą: organogeninės kilmės Coral-Mine reikšmingiausias yra Ca, o nuosėdinių, kristalizacijos keliu susiformavusių kitų penkių (Vokietijos, ..., Himalajų), druskų sudėtį nulemia Na su Cl. Santykinai labai didelio Coral-Mine sudėtyje esančio Sr kiekio, neabejotinai susijusio su organogeniniu Ca, galimo poveikio vartotojų sveikatai šio produkto platintojas nekommentavo. Šiuo aspektu atkreiptume dėmesį ir į Si, Fe, Ti. Anonsuojamo kaipo naudingo, Mg kiekis nėra daugiau kaip du kartus

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

didesnis negu Ukrainos ar Himalajų druskose. Nerimą kėlė anksčiau, kaip pridėtinio „nauding“ komponento, naudoto Ag „antgamtinis“ kiekis, ne tik gamtinį foną, bet ir ribinę vertę viršijęs kelis šimtus kartų (2 pav.), kaip atlieka patenkančio į gamtinę aplinką.

Metai	Druska						Kuro briketų šlakas ir pelenai				Dirvožemio	
	Vokietijos 2022	Maroko 2022	Baltarusijos 2022	Ukrainos* 2013	Himalajų* 2013	Coral-Mine* 2013	Kietmedžio 2022	Beržo 2022	Lapuočių* 2010	Durpių* 2010	Geo'fonas	Ribinė vertė
"Didieji" žemės plutos elementai												
Al	5325	7522	6521	3505	2915	2980	929	1762	9859	12010	35340	n
Ca	3742	5874	5025	13840	5708	327900	193250	123350	296400	257500	7824	n
Fe	64	815	261	<5	1284		4016	375	2490	66950	13754	n
K	641	1471	1940	10780	10953	503	56760	25515	71940	5515	18309	n
Mg	<50	<50	<50	8295	11610	14725	1495	273	30900	9377	4024	n
Mn	2	19	8	14	12	65	5954	5402	10540	1414	297	1500
Na	289100	243875	236750	336000	329450	11805	5516	8029	3640	1420	5385	n
P	1304	1646	1754	495	565	441	7831	5216	9347	5061	918	n
Si	706	8380	5002	10270	4076	12385	8022	1918	16980	50870	367083	n
Ti	3	115	41	69	36	159	1756	100	2403	1355	2033	n
"Mažieji" (retieji) žemės plutos elementai												
As	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	53	3	20
Ba	13	23	14	<3	<3	<3	6266	724	1230	412	345	700
Br	135	53	92	86	78	5	8	3	5	149	5	n
Cl	378166	355321	339930	468350	493450	324	23305	57635	735	411	99	n
Cr	2	4	3	<2	<2	<2	24	10	<5	26	33	80
Cu	9	17	10	<2	<2	<2	147	38	150	29	11	75
Ni	14	15	15	<2	<2	<2	42	22	19	16	11	75
Pb	2	4	2	4	4	3	38	4	16	24	21	80
Rb	2	4	4	2	1	4	104	52	125	22	66	n
S	2073	4014	1850	7130	4757	1532	24650	2257	5559	20470	439	n
Sr	11	9	15	205	30	2546	821	399	896	243	72	n
U	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	8	1	20
V	<2	<2	<2	50	65	43	11	4	<3	37	28	n
W	<2	<2	<2	<2	3	<2	19	11	8	2	2	n
Zn	2	4	1	3	3	6	1277	820	1826	90	63	300
Ag	<1	<1	<1	<1	<1	1782	<1	<1	<1	<1	0.1	0.5

2 pav. Druskos ir kuro briketų šlako/pelenų cheminė sudėtis, mg/kg. Kiekių kaitos gradientas spalvine gama (žali atspalviai – mažesnieji kiekiai ... raudoni atspalviai – didesnieji kiekiai) pateikdami visai 10-ties tiriamų medžiagų kartu su Klaipėdos dirvožemių geocheminio fono (Rapalis ir kt., 2022) bei ribine (HN 60-2015) vertėmis. n – ribinė vertė nenurodoma, *Gamtos tyrimų centre iširti mėginiai.

Himalajų druskoje aptiktus daugumos elementų (Ca, Cu, Mg, Zn, kitų), anonsuojamų kaip šios druskos privalumas, panašius kiekius galime aptikti ir kitose nuosėdinėse druskose (1 pav.). O bene didžiausiu šios druskos privalomu platintojai pasitelkia „švarumo iš visų šiandien naudojamų druskų“ sąvoką. Mums, kaip tyrėjams, iškyla „švarumo“ elementinio kriterijaus įvardijimas. Jeigu juo pasirinktume Si, kaip silikatinių uolienu priemaišos indikatorius, šios analitės Vokietijos druskoje yra mažiau. Jeigu kriterijumi būtų pasirinktas visuotinai pripažintas technogeninės taršos indikatorius Pb, tai jo rastume mažiau ne tik Vokietijos, bet ir Baltarusijos druskoje. O gal Himalajų druskos privalumu yra kiek didesnis V kiekis? Žiemą keliams barstyti pastaruju metu dažniau naudojama Maroko druska yra kiek turtingesnė, negu kitos nuosėdinės, Al, Ti, Ba, Cu kiekiais, tačiau jie yra toli nuo natūralių geocheminių sankaujų dirvožemyje (2 pav.). Akivaizdžiais pertekliniais

elementais aplinkos dirvožemiui, bet kurios nuosėdinės druskos atveju, yra Na, Cl ir Br.

Supančios aplinkos atžvilgiu netikėtus pastebėjimus inspiruoja briketų šlako, kaip atliekos, sudėtis (2 pav.). Jeigu Ca, K, P ar Mg perteklius (lyginant su fonu) gali atrodyti privalumu (naudotina kaip sodininkystės trąša ?), tai pernelyg didelis Cl ir S kiekis hidrolizės (reakcijų) metu sukuria itin rūgštinę aplinką. O koks tikėtinas „toksinis“ Mn ir „mažųjų“ As, Ba, Cu, kurių kiekiai viršija ribines vertes, poveikis? Iškyla du klausimai. Pirmas – vartotojiškas: kaip galima būtų tikslingai ir saugiai aplinkai panaudoti ar deponuoti savo šių produktų atliekas, antras – tyrėjiškas: kokios aplinkybės nulemia šių toksinių elementų sankaupas „žaliosios energetikos atraminuose“ produktuose, ar galima jų išvengti?

Išvada. Antropogeninė vartosenos plėtra, įvairių nebūdingų medžiagų supančiai gamtinei aplinkai bei jų atliekų patekimas į mūsų apsuptį, neteikiant išsamesnės bei konkrečios informacijos apie jų elementinę sudėtį: 1) nestiprina sąlygų, užtikrinant tvarią ir darnią aplinkos bei visuomenės sveikatos ateitį, 2) neskatina moksliskai pagrįstų žinių poreikio bei iniciatyvios visuomenės vystymo. Galimas sprendinys – visuomenei atviresnis bei prieinamesnis ne tik platesnio bei išsamesnio turinio informacinis, bet ir diskusinio pobūdžio mokslinių-laboratorinių paslaugų apie (medžiaginę) aplinką teikimas.

Literatūra

- Lietuvos higienos norma HN 60:2015 „Pavojingųjų cheminių medžiagų ribinės vertės dirvožemyje“ (LR sveikatos apsaugos ministro 2015 m. gruodžio 14 d. įsakymo Nr. V-1441 redakcija).
- Rapalis P., Zinkutė R., Lazareva N., Suzdalev S., Taraškevičius R. 2021. Geochemistry of the dust collected by passive samplers as a tool for search of pollution sources: the case of Klaipėda Port, Lithuania. – *Applied Sciences* 2021, 11 (23): art. no. 11157.

TIRPSTANČIO SVALBARDO LEDYNO PAKRAŠTYJE SUSIFORMAVUSIOS LAGŪNOS STRUKTŪRA

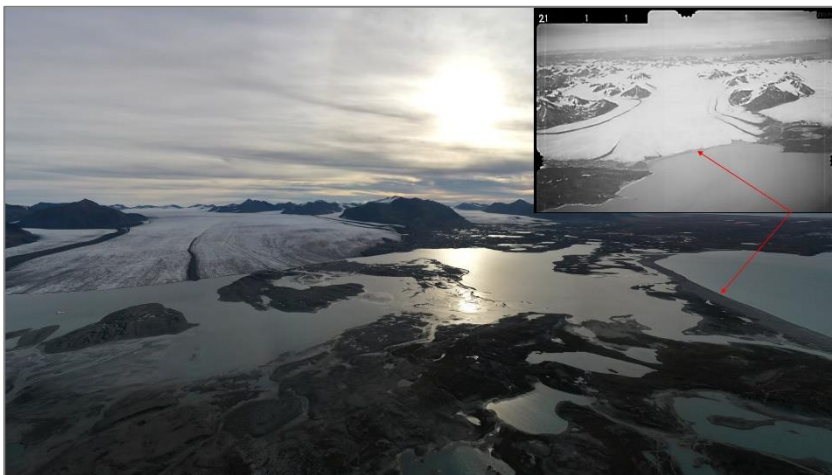
Andrius Šiaulyš, Aleksej Šaškov, Tobia Politi, Sergej Olenin

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

andrius.siaulyš@ku.lt

Įvadas. Europos arkties – Svalbardo salyno šilimas yra keturis kartus greitesnis nei pasaulinis vidurkis (Wei et al. 2016). Čia stebimi didžiausi Europoje temperatūros pokyčiai, siekiantys tiesinį 2,6 °C didėjimą per 100 metų (Nordli et al. 2014). Kylanti temperatūra sąlygoja intensyvų ledynų atsitraukimą, kartais siekiantį net iki 500 m per metus. Savo ruožtu, besitraukiantys ledynai sudaro sąlygas susidaryti naujoms vandens ekosistemoms, paprastai mažiems ledyniniams ežerams, o kartais ir lagūnoms, besidriekiančioms nuo ledyno pakraščio iki jūrinės dalies.

Tokia lagūna per pastaruosius 80 metų susiformavo tarp Eidembuktos įlankos ir Eidembreen ledyno. Lagūną nuo jūros skiria siaura smėlio nerija su siaura protaka (1 pav.). Remiantis pirmomis palydovinėmis nuotraukomis 1976 m. lagūnos plotas siekė 1,4 km² ir iki 2022 m. padidėjo daugiau nei 4 kartus – iki 5,9 km².



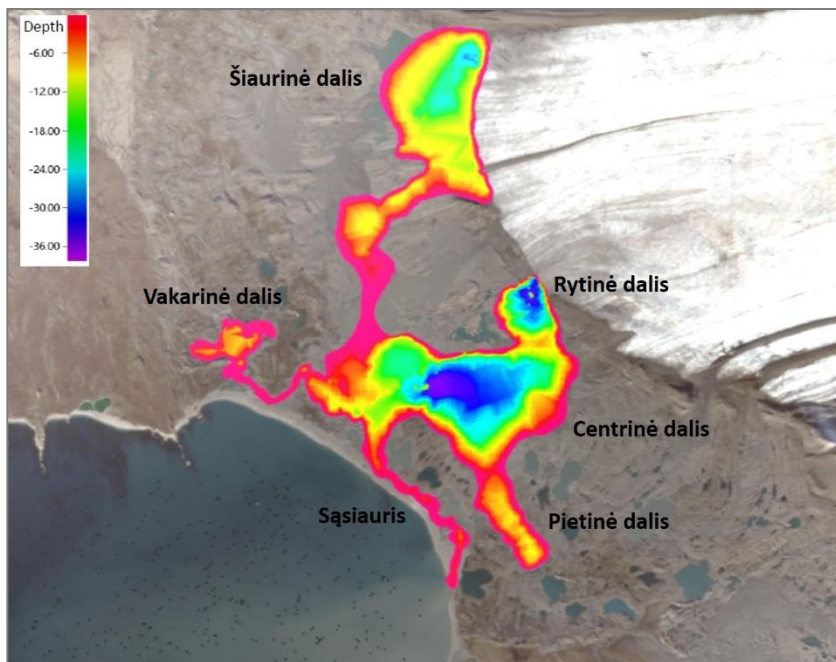
1 pav. Eidembuktos įlanka 1936 m. (viršuje dešinėje) ir 2022 m. su jau susiformavusia lagūna tarp ledyno ir įlankos (raudonos rodyklės žymi tą pačią vietą – smėlio neriją).

Klaipėdos universiteto jūros tyrimų instituto (KU JTI) mokslininkų komanda šia lagūna susidomėjo dar 2019 m., vykdydami darbus Eidembuktos įlankoje, 2021 m. buvo atlikti pirmieji matavimai centrinėje lagūnos dalyje, kurie leido suprasti, jog lagūnos hidrologinė struktūra yra kompleksiška (didesnis nei 10 m gylis ir egzistuojantis druskingumo gradientas). Tuo remiantis 2022 m. rugpjūčio 20–26 dienomis EIDEMBUKTA projekto rėmuose buvo organizuota 7 dienų ekspedicija, kurios vienas iš tikslų buvo išsiaiškinti naujai susiformavusios lagūnos struktūrą, sudaryti batimetrinį žemėlapiį bei nustatyti temperatūros ir druskingumo charakteristikas skirtingose lagūnos dalyse. Būtina paminėti, kad iki šios KU JTI ekspedicijos, moksliniai tyrimai (įskaitant ir gylio matavimus) šioje lagūnoje atlikti nebuvo.

Metodai. Lagūnoje buvo atliekami akustiniai gylių matavimai, naudojant du sonarus. Echolotas Garmin Echomap UHD 92sv su GT56UHD-TM sonaru buvo tvirtinamas prie motorinės valtys ir matuojami gyliai, didesni nei 1 m. Itin seklioms (<1 m) dalims buvo naudotas sonaras Deeper chirp+2, kuris buvo tempiamas vandens paviršiumi paskui motorinę valtį, arba pritvirtintas prie meškerės mėtomas nuo kranto. Iš viso buvo gauta apie 7500 taškinių gylio matavimų, kuriuos interpoliavus buvo sudarytas preliminarus batimetrinis lagūnos žemėlapis. Temperatūros ir druskingumo matavimams naudotas Valeport SWIFT zondas, fiksuojantis parametrus mažesniu nei 10 cm gylio intervalu. Iš viso lagūnoje buvo atlikti 105 hidrologiniai profiliai.

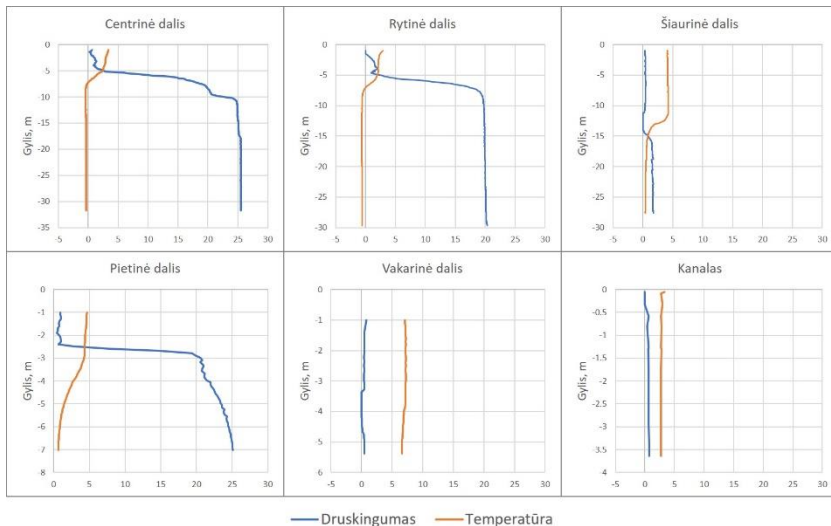
Rezultatai. Remiantis lagūnos batimetrija bei temperatūros ir druskingumo vertikaliumi pasiskirstymu, galima išskirti šešias lagūnos dalis (2 ir 3 pav.). Vakarinė dalis užima 0,3 km², iš visų dalių yra seniausia, yra palyginus sekli (didžiausias fiksuotas gylis – 5,4 m), vanduo praktiškai gėlas (0,3±0,2 PSU) ir palyginus šiltas (vidutinė temperatūra 7,0±0,2 °C). Vakarinė dalis siaura ir itin sekli protaka jungiasi su didžiausia – centrine lagūnos dalimi, kuri užima 2,3 km². Centrinėje dalyje fiksuota giliausia visos lagūnos vieta – 34,07 m. Šioje vietoje druskingumas kito nuo 0,4 paviršiuje iki 25,5 priedugnyje, su stipriai išreikštu haloklinu 5–8 m gylyje, kur druskingumas staigiai didėjo nuo 2,9 iki 19,5 PSU. Temperatūra paviršiuje siekė 3,3 °C, o priedugnyje – –0,4 °C su išreikštu termoklinu 5–8 m gylyje. Šalia ledyno esanti rytinė lagūnos dalis su centrine jungiasi 460 m pločio seklią (5–9 m) protaka ir užima apie 0,3 km². Vanduo viršutiniame sluoksnyje iki 1,5 m gylio yra visiškai gėlas, 1,5–5 gylyje druskingumas palaipsniui didėja iki 2,2, o 5–7,5 m gylyje stebimas ryškus haloklinas (nuo 2,2 iki 18,8 PSU), giliausioje vietoje (29,7 m) jis siekė 20,4 PSU. Temperatūra paviršiuje siekė 2,9 °C, 3–8 m gylyje stebėtas termoklinas (nuo 2,1 iki –0,5 °C), priedugnyje – 0,6 °C. Šiaurinė lagūnos dalis, turinti didžiausią sąlytį su ledynu (1,6 km), užima 1,5 km², giliausia vieta – 30,7 m. Su centrine dalimi jungiasi itin sekli protaka. Vanduo

stipriai nugėlintas (0–1,7 PSU), su nežymiu haloklinu 14–16 m gylyje, kur druskingumas didėja nuo 0 iki 1,5 PSU. Temperatūra paviršiuje siekė 4,1 °C, priedugnyje – 0,4 °C, 12–16 m gylyje stebėtas termoklinas, kur temperatūra kito nuo 4,0 iki 0,7 °C.



2 pav. Eidembuktos lagūnos dalys ir batimetrija.

Pietinė lagūnos dalis nuo centrinės dalies yra atskirta seklią (iki 1,3 m gylio) 310 m pločio protaka ir užima apie 0,37 km². Didžiausias stebėtas gylis siekė 10,1 m. Paviršiuje vanduo stipriai nugėlintas ir siekė 0,9 PSU, ryškus haloklinas stebėtas 2,4–3,1 m gylyje, kur druskingumas kito nuo 0,7 iki 20,8, giliausioje vietoje fiksuota 25,1 PSU. Temperatūra paviršiuje siekė apie 4,6° C, o priedugnyje 0,6 °C, išreikšto termoklino stebėta nebuvo. Ilgas, siauras ir seklus (giliausia vieta – 3,6 m) šašiauris, jungiantis Eidembuktos įlanką ir centrinę lagūnos dalį, buvo stipriai nugėlintas (0–0,7 PSU), paviršiuje temperatūra siekė 3,3, o priedugnyje 2,8 °C. Su jūrine dalimi susisieikia itin seklią ir siaura 50 m pločio protaka.



3 pav. Vertikalus temperatūros ir druskingumo pasiskirstymas skirtingose lagūnos dalyse.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Tyrimų rezultatai parodė itin kompleksinę lagūnos struktūrą. Visos šešios lagūnos dalys iš esmės yra skirtingos, viena nuo kitos atskirtos itin sekliomis protakomis. Centrinėje, pietinėje ir rytinėje dalyse nustatytas ryškus haloklinas, o druskingumas priedugnyje siekė 20–25 PSU, kas rodo stiprią sąveiką su jūrinio vandeniui. Kita vertus, sąsiauris, jungiantis jūrinę dalį su centrine lagūnos dalimi buvo praktiškai gėlas, nepriklausomai nuo potvynio-atoslūgio fazės, tad išlieka atviras klausimas, kokių būdu ir kada sūrus vanduo patenka į lagūną.

Ši studija suteikia tvirtą pagrindą planuojant ateities ekspedicijas, ypač tiriant gyvąją šios unikalios lagūnos dalį, kadangi trisluoksnė (nugėlintas paviršinis, haloklino zona ir pahaloklininis sluoksniai) struktūra gali lemti tris skirtingas buveines kurtis arktiniams organizmams.

Padėkos. Tyrimai vykdyti įgyvendinant Lietuvos mokslo tarybos finansuojamą projektą EIDEMBUKTA (# S-MIP-22-48).

Literatūra

- Nordli Ø., Przybylak R., Ogilvie AEJ., Isaksen K. 2014. Long-term temperature trends and variability on Spitsbergen: the extended Svalbard Airport temperature series, 1898–2012. *Pol Polar Res* 33:21349. [https:// doi. org/ 10. 3402/ polar. v33. 21349](https://doi.org/10.3402/polar.v33.21349)
- Wei T., Ding M., Wu B., Lu C., Wang S. 2016. Variations in temperature related extreme events (1975–2014) in Ny-Alesund, Svalbard. *Atmos Sci Lett* 17:102–108. [https:// doi. org/ 10. 1002/ asl. 632](https://doi.org/10.1002/asl.632).

DRONO VAIZDAI IŠMETAMŲ PAKRANTĖJE DUMBLIŲ SANKAUPŲ ĮVERTINIMUI

Edvinas Tiškus, Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas,
Jonas Gintauskas, Marija Kataržytė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas
edvinas.tiskus@ku.lt

Įvadas. Į paplūdimį išmestų dumblių sankaupos yra svarbus pakrantės ekosistemų komponentas, kuris gali suteikti ekologinės, ekonominės ir socialinės naudos (Robbe ir kt., 2021). Šie dumbliai dažnai naudojami kaip gyvenamoji vieta arba maisto šaltinis organizmams, tokiems kaip paukščiai, bestuburiai, be to gali būti naudingi kaip trąšos šaltinis ar kranto apsauga nuo erozijos ir audros bangų. Tinkamai išvalyti dumbliai gali būti naudojami kaip atsinaujinančios energijos šaltinis (Rudovica ir kt., 2021), tačiau jų tvarkymas paplūdimiuose sukelia nemažai iššūkių. Aptikti ir įvertinti išmetamų dumblių kiekius yra sudėtinga, kadangi jų paplitimas yra neprognozuojamas ir pokyčiai gali įvykti kelių valandų bėgyje (Papakonstantinou ir kt., 2016). Išmetamų į krantą dumblių aptikimui ir įvertinimui pagerinti, šiame tyrime buvo pasitelkti nuotoliniai tyrimų metodai, bepilotis orlaivis (dronas), ir mašininio mokymosi algoritmai, kurie ne tik padeda įvertinti dumblių kiekius bei juos aptikti visame paplūdimyje vienu metu, bet tai atlieka greitai pusiau automatinio būdu (Pan ir kt., 2021).

Metodai. Šiam tyrimui naudotas *Inspire 2* dronas su multispektrine (RedEdge MX) kamera gebančia gauti aukštos rezoliucijos (~ 2 cm / pikselis) informaciją penkiuose spektruose: mėlyno (475 nm±16 nm), žalio (560 nm±13 nm), raudono (668 nm±8 nm), artimo-raudonajam (717 nm±6 nm), artimojo-infraraudonojo (842 nm±28 nm). Nuotraukos buvo daromos Melnragės, Karklės, Palangos ir Šventosios paplūdimiuose maždaug kas 10 dienų, jei sąlygos buvo tinkamos drono skrydžiui. Duomenų rinkimas pradėtas 2021 balandį ir baigtas 2022 balandį, kai kurių skrydžių metu atlikti dumblių sankaupų aukščio *in situ* matavimai, kurių iš viso buvo 177. Iš drono nuotraukų sudarytos mozaikos ir aukščio modeliai, kurie naudoti automatinio ploto vertinimui pasitelkiant konvoliucinio neuronų tinklo (*angl.* – convolutional neural network) U-net architektūrą (Ronneberger ir kt., 2015). Iš nuotraukų buvo išskirtos penkios klasės: dumblių sankaupos, po vandeniui esantys dumbliai, smėlis, vanduo, kiti objektai nepriklausantys anksčiau įvardintoms klasėms (suoliukai, pastatai, augalija ir kt.). Rezultatų patikimumas vertintas IoU (*angl.* – intersection over union) parametru, kuris parodo procentinį realios klasės ir automatiškai suklasifikuotos klasės persidengimą. Gavus

automatiškai išskirtus plotus, iš aukščio modelio apskaičiuota preliminari biomasė esanti teritorijoje, išskirtoje kaip ant kranto išmesti dumbliai. Išankstiniam dumblių aptikimui naudotos Sentinel-2 MSI antro lygio vaizdai, pritaikius normalizuotą augmenijos indeksą (*angl.* – normalized difference vegetation index).

Rezultatai ir aptarimas. Atrinkus 20 % duomenų kaip nepriklausomų, kurie nebuvo įtraukti į U-net treniravimo procesą, rezultatai parodė gerą vidutinį klasių išskyrimą (54 %±1 %), labai gerą automatinį vandens (64 %±2 %), smėlio (67 %±2 %) ir kitų objektų (83 %±1 %) išskyrimą ir gerą atskyrimą dumblių sankaupos pakrantėje (40 %±2 %), tačiau dumblių esančiu vandenyje atskyrimas buvo prastas (14 %±1 %).

Lyginant dumblių sankaupų aukščius, gautus iš drono ir išmatuotus *in situ*, gautas vidutinis ryšys ($r = 0,44$, $p < 0,05$). Apskaičiavus biomasę iš rankiniu būdu pažymėtų teritorijų, kurios buvo naudojamos treniravimui, ir automatiškai aptiktų teritorijų, tarp jų gautas stiprus ryšys ($r = 0,80$, $p < 0,05$).

Išbandytas metodas parodė, kad dumblių sankaupos gali būti įvertinamos tiksliai taip pat dideliame plote ir automatiškai. Konvoliucinio neuronų tinklo U-net architektūra sudėtingiausia aptikti po vandeniu esančius dumblis dėl dinaminės vandens aplinkos, kai skiriasi vandens skaidrumas, bangavimas ir kiti parametrai. Šią problemą, galimai išspręstų algoritmai, paremti šviesos sklidimu vandens terpėje, tačiau tam reikalingi papildomi tyrimai. Likusių klasių tikslumui pagerinti reikalingas drono nuotraukų darymo standartizavimas, kadangi drono skrydžiai buvo atlikti skirtingomis sąlygomis, nuotraukų kokybė ir atspindys taip pat skiriasi. Pakoregavus U-net architektūros struktūrą arba pasirinkus kitus segmentacijai skirtus algoritmus rezultatai galimai pagerėtų, bet tam taip pat reikalingi papildomi tyrimai.

Norint gauti drono nuotraukas reikia tiksliai žinoti kur ir kada bus dumblių sankaupų. Tam tikslui siūlome naudoti Sentinel-2 palydovą, kuris greitai (apie 3 valandas po matavimo) gali išpėti apie potencialias dumblių sankaupų vietas ir virš Lietuvos pajūrio praskrenda kas 3 dienas. Gavus įspėjimą apie didesnius kiekius atsiranda galimybė greitai juos įvertinti drono pagalba tą pačią dieną ir jei sankaupos atitinka reikalavimus jas greitai būtų galima pašalinti. Šis metodas gali būti taikomas ne tik dumblių sankaupos, bet ir kitiems paplūdimio ar vandens telkinių aspektams kaip potvyniai, staigus temperatūros pokyčiai ir kt.

Debesuotomis dienomis duomenys iš Sentinel-2 palydovo nėra gaunami, tačiau užpildyti laiko eilutei galima naudojant sintetinės apertūros radarus (SAR) kurie prasiskverbia per debesis ir informaciją gaunama dažniau, tačiau šio metodo patikimumui reikalingi detalesni tyrimai.

Išvados. Konvoliucinio neuronų tinklo U-net architektūros pritaikymas drono nuotraukoms yra rekomenduojamas metodas vertinant dumblių sankaupas Lietuvos paplūdimiuose. Išankstiniam dumblių sankaupų aptikimui siūloma naudoti Sentinel-2 palydovo duomenis, kurie nurodytų potencialias dumblių sankaupų vietas ir padėtų planuoti prevencines ar šalinimo priemones.

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

- Pan, Y., Flindt, M., Schneider-Kamp, P., Holmer, M., 2021. Beach wrack mapping using unmanned aerial vehicles for coastal environmental management. *Ocean & Coastal Management* 213, 105843. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105843>
- 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>
- Robbe, E., Woelfel, J., Balčiūnas, A., Schernewski, G., 2021. An Impact Assessment of Beach Wrack and Litter on Beach Ecosystem Services to Support Coastal Management at the Baltic Sea. *Environmental Management* 68, 835–859. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01533-3>
- Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T., 2015. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, in: Navab, N., Hornegger, J., Wells, W.M., Frangi, A.F. (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015, Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, Cham, pp. 234–241. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28
- Rudovica, V., Rotter, A., Gaudêncio, S.P., Novoveská, L., Akgül, F., Akslen-Hoel, L.K., Alexandrino, D.A., Anne, O., Arbidans, L., Atanassova, M., 2021. Valorization of marine waste: use of industrial by-products and beach wrack towards the production of high added-value products. *Frontiers in Marine Science* 8, 723333.

DVIEJŲ HORIZON EUROPE PROJEKTŲ TIKSLAI SIEKIANT KLIMATO NEUTRALUMO IR ATKURIANT ŠLAPYNIŲ IR JŪRŲ GAMTĄ

**Diana Vaičiūtė, Martynas Bučas, Marija Kataržytė,
Jolita Petkuvienė, Natalja Čerkasova**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
diana.vaiciute@ku.lt

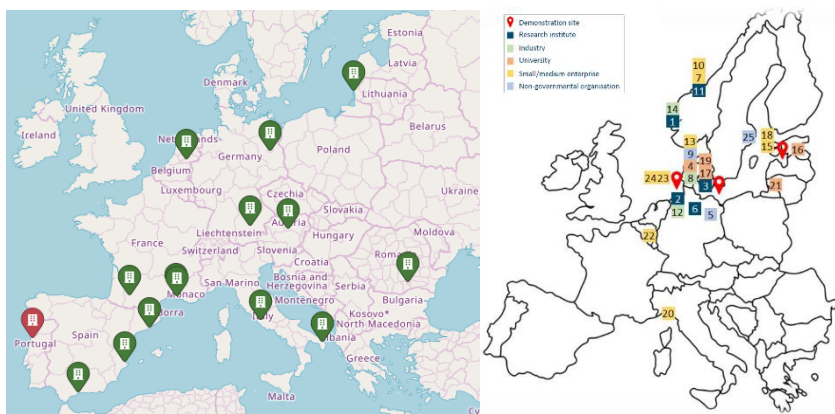
Europos Komisija pradėtos įgyvendinti Europos sąjungos misijose, siekiama išspręsti vienus iš didžiausių nūdienos uždavinių, tokių kaip prisitaikymas prie klimato kaitos taip pat apsaugoti vandenynus, jūras ir kitus vandenį, atliekant tyrimus ir kuriant inovacijas ir įtraukiant piliečius. Nuo šių metų Klaipėdos universitetas (toliau – KU) dalyvauja dviejuose HORIZON2020 projektuose, kurie prisidės prie šių misijų įgyvendinimo. Vienas iš projektų, „Šlapynių atkūrimo modeliavimas dėl anglies apykaitos, klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo, ekosistemų paslaugų ir biologinės įvairovės“

(angl., **Modelling RESTORation of wEtlands for Carbon pathways, Climate Change mitigation and adaptation, ecosystem services and biodiversity, Co-benefits – RESTORE4Cs**), fokusuojasi į Europos vandenynų ir jūrų priekrantėse esančias šlapynes - labai produktyvias ir svarbias ekosistemas, pasižyminčias turtinga biologine įvairove, kurios prisideda prie vandenynų ir jūrų vandens kokybės gerinimo ir maistmedžiagių sulaikymo, kontroliuoja eroziją, palaiko upių srautus, sulaiko anglį, reguliuoja šiltnamio efektą sukeliančias dujas (ŠESD). Pagal Buveinių Direktyvą 82 % Europos šlapynių yra blogos arba labai blogos būklės. Projektu siekiama sukurti ir suteikti priemones bei metodikas siekiant įvertinti klimato ir antropogeninį poveikį priekrančių šlapynių ekosistemų būklei įvairiais lygmenimis ir susieti juos su klimato kaitos švelninimo ir prisitaikymo potencialu, bei su biologinės įvairovės išsaugojimu holistiškai, derinant socialines, ekologines ir ekonomines perspektyvas. Bendrai RESTORE4Cs siekiama numatyti šlapynių ekosistemų atkūrimo ir valdymo poveikį anglies sulaikymui, šiltnamio efektą sukeliančių dujų reguliavimui / pašalinimui, kartu išsaugant ir (arba) atkuriant funkcinę biologinę įvairovę, o KU vaidmuo sekantis:

- Pilotinės projekto vietos koordinavimas;
- Teisės aktų ir direktyvų susijusių su šlapynių būklės vertinimu ir atkūrimu analizė;

- Bendradarbiavimas vertinant šlapynių vaidmenį surišant anglį ir maistmedžiages, reguliuojant ŠESD;
- Modeliavimas, Klimato kaitos ir žemėnaudos pasikeitimo scenarijų vertinimas;
- Palydovinės informacijos analizė – vandens modulio integravimas;
- Bendradarbiavimas su suinteresuotomis Europos ir nacionalinėmis institucijomis.

RESTORE4Cs projekto konsorciumas susideda iš 14 partnerių (1 pav.), pagrindinis koordinatorius - Aveiro universitetas (Portugalija).



1 pav. Partnerių skaičius ir pasiskirstymas RESTORE4Cs (kairėje) ir OLAMUR (dešinėje) projektuose.

Kitas projektas, „Akvakultūros daugialypio naudojimo scenarijų realizavimas atviroje jūroje“ (angl., Offshore Low-trophic Aquaculture in Multi-Use Scenario Realisation - OLAMUR), siekia išspręsti problemas trukdančias vystyti jūroje komerciškai perspektyvią ir tvarią (žemo trofinio lygio) akvakultūrą vėjo jėgainių parkuose arba žuvų ūkiuose. Naudojant energiją, kurią teikia esami vėjo jėgainių parkai, padidinti atsinaujinančios energijos suvartojimo dalį visos akvakultūros vertės grandinėje ir sumažinti jos priklausomybę nuo iškastinio kuro. Yra numatytos 3 pilotinės vietos (Vokietijoje, Danijoje, Estijoje), kur esamuose vėjo jėgainių parkuose ir žuvies ūkiuose bus integruojamos moliuskų ir dumblių akvakultūros.

KU vaidmuo OLAMUR projekte ir kiti tikslai:

- Prisdėti kuriant nuotolinius ir automatizuotus metodus, siekiant stebėti akvakultūros sistemą atviros jūros sąlygomis.

- Pasiūlyti naujų sprendimų, kaip užtikrinti jūros gėrybių ūkių saugumą ir padidinti vartotojų pasitikėjimą.
- Teikti optimalų ir neutralų anglies naudojimą jūrų erdvėje dviejose Europos vietose, kuriose yra didelė jūrinės veiklos koncentracija, t.y. prisidėti prie žinių sustiprinimo, siekiant sumažinti anglies pėdsaką ir akvakultūros poveikį aplinkai.
- Pagerinti akvakultūros produkciją, atsižvelgiant į padidintą aplinkos tvarumą.
- Sukurti duomenų pagrįstas sistemas, leidžiančias plataus masto rinkos stebėjimo ir duomenų analizės paslaugą pritaikant esamas Europos metodikas iš CMEMS ir EMoDNet.
- Ugdyti profesinius įgūdžius ir kompetencijas Mėlynojoje ekonomikoje vykdant specialius kursus, skirtus tobulinti supratimą apie tvarų jūrų erdvės naudojimą.

OLAMUR projekto konsorciumas susideda iš 25 partnerių, kuriame HAVFORSKNINGSINSTITUTTET (Norvegija) yra koordinatoriai (1 pav.).

Padėka

RESTORE4Cs finansuojamas Europos Sąjungos Horizon Europe programos, sutarties Nr. 101056782.

OLAMUR finansuojamas Europos Sąjungos Horizon Europe programos, sutarties Nr. 101094065.

KURŠIŲ MARIŲ KUOJŲ (*RUTILUS RUTILUS* (L.)) IR EŠERIŲ (*PERCA FLUVIATILIS* (L.)) PARAZITŲ TYRIMAI

Margarita Venslovaitė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
luaryte1000@gmail.com

Įvadas. Tvariai eksploatuojami žuvų išteklių, kokybiška žuvininkystės produkcija vaidina svarbų vaidmenį tiek vietos bendruomenėms ir regiono ekonomikai, tiek ir globaliai užtikrinant prieigą prie žuvininkystės produkcijos kaip gyvūninės kilmės baltymų šaltinio (FAO, 2022). Tačiau siekiant didinti žvejybos tvarumą, susiduriama su iššūkiais dėl įvairių veiksnių, įskaitant antropogeninį poveikį, klimato kaitą ir žuvų ligas, dėl kurių jūros gėrybės gali būti nesaugios vartoti arba neišvaizdžios. Apskaičiuota, kad vien dėl parazitinių žuvų ligų žuvininkystės sektorius kasmet patiria finansinių nuostolių, kurie siekia 9,6 milijardus JAV dolerių (Nguyen et al., 2021), o daug šalių susiduria su žuvų parazitologinių tyrimų kompetencijų trūkumu. Lietuvoje situacija ne ką geresnė, kadangi mūsų šalyje žmonių, kompetencijų ir dėmesio parazitinių ligų tyrimams stipriai trūksta jau daugelį metų. Siekiant pradėti pildyti šią kritinę žuvininkystės ir akvakultūros sektorių kompetencijų spragą, bendradarbiaujant su Rostoko universitete dirbančiais mokslininkais buvo atliktas Kuršių mariose svarbių verslinių žuvų – kuojų ir ešerių išsamus parazitofaunos tyrimas.

Metodai. Tiriamosios žuvys buvo pagautos gaudyklėmis centrinėje Kuršių marių dalyje netoli Juodkrantės 2022 m. rugsėjo mėn. Mėginiai buvo atsitiktinai atrinkti iš ką tik parvežto ir iškrauto (Juodkrantėje) verslinio laimikio, parvežtos į laboratoriją žuvys buvo individualiai supakuotos ir užšaldytos vėlesniam tyrimui. Laboratorinis parazitologinis tyrimas buvo atliktas Rostoko universiteto Žemės ūkio ir aplinkos mokslų fakulteto laboratorijose Erasmus stažuotės metu.

Prieš išsamią parazitologinę analizę žuvys buvo atšildomos kambario temperatūroje ir nustatomi jų morfologiniai duomenys pamatuojant individų ilgį ir svorį. Apžiūrima kūno išorė ir šnervės dėl galimų deformacijų ar išorinių parazitų ir tik tuomet žuvis preparuojama. Akys, žiaunos ir atskiri vidaus organai (kepenys, širdis, blužnis, virškinamasis traktas, plaukiojamoji puslė ir gonados) yra atskiriami į skirtingas Petri lėkštutes su 0,9 % NaCl tirpalu. Kiekvienas organas yra atveriamas arba sutraiškomas ir išsamiai peržiūrimas po binokuliaru. Kiekvienas rastas parazitas iki tolesnio morfologinio ar genetinio tyrimo fiksuojamas 70 % arba 99 % etanolyje, atitinkamai.

Morfologiniam apibūdinamui pagal specifinius organus, parazitai buvo arba dažomi karmino rūgštimi, arba šildomi glicerine, kad išryškėtų specifiniai bruožai. Taip preparuoti parazitų mėginiai fiksuoti ant objektinių stiklelių, tuomet fotografuojami, išmatuojami identifikavimui svarbūs parazitų organai ir tada pagal specifinius požymius ieškoma atitikmenų naudojantis atviraisiais šaltiniais (duomenų bazėmis ir moksliniais straipsniais).

Tam tikriems nematodų ir *Digenea* siurbikių atstovams buvo taikyti genetiniai rūšies identifikavimo metodai. Genetinis tyrimas padeda identifikuoti parazitų rūšis, kurias morfologiškai neįmanoma arba sudėtinga atskirti. Parazitų mėginių DNR buvo išskirta naudojantis DNeasy Blood & Tissue (Qiagen) rinkiniais. DNR buvo padauginta PGR reakcijų metu, atliktas DNR išvalymas, vadovaujantis QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen) protokolu. Išvalytas DNR su specialiais pradmenimis buvo išsiųstas sekvenavimui į Microsynth SeqLab laboratoriją Göttingene. Gautos nusekvenuotos sekos buvo lyginamos su sekų pavyzdžiais, esančiais NCBI duomenų bazėje, kad nustatyti rūšį.

Tyrimo duomenys bus išsamiai išanalizuoti, o žemiau yra pateikiama apibendrinta informacija apie aptiktų parazitų įvairovę ir jų paplitimą P tarp tirtų žuvų (%).

Rezultatai. Iš viso parazitologiškai buvo ištirtos 46 Kuršių marių žuvys: 26 kuojos ir 20 ešerių. Ištirtų kuojų vidutinis ilgis siekė $26,4 \pm 2,1$ cm ir svoris – $261,2 \pm 60,8$ g, ešerių vidutinis ilgis – $25,1 \pm 2,1$ cm, svoris – $241,8 \pm 69,2$ g, kas atitinka duominuojantį šių rūšių verslinio laimikio dydį. Kuojose iš viso rasta 13 skirtingų parazitų iš šešių skirtingų sistematinių grupių, apibūdintų iki rūšies arba genties: *Myxobolus* sp. (P = 11,5 %), *Monopisthocotylea* sp. (P = 11,5 %), *Paradiplozoon* sp. (46,2 %), *Aspidogaster* sp. (3,8 %), *Diplostomum* sp. A (valid species), *Diplostomum spathaceum*, *D. pseudospathaceum* (P_{Diplostomum} = 84,6 %), *Posthodiplostomum cuticola* (46,2 %), *Tylodelphys clavata* (96,2 %), *Palaearchis incognitus* (88,6 %), *Paradilepis scolecina* (11,5 %), *Philometra* cf. *ovata* (15,4 %) ir *Ergasilus sieboldi* (38,5 %).

Tuo tarpu ešeriuose buvo rasta 10 parazitų rūšių iš keturių skirtingų sistematinių grupių: *Diplostomum baeri complex* sp. 2 (P_{Diplostomum}=85 %), *Posthodiplostomum brevicaudatum* (15 %), *Tylodelphys clavata* P (75 %), *T. podicipina* (5 %), *Bunodera luciopercae* (55 %), *Triaenophorus nodulosus* (75 %), *Paradilepis scolecina* (10 %), *Camallanus lacustris* (15 %), *Nematoda* sp. (15 %) ir *Ergasilus sieboldi* (20 %).

Rezultatų aptarimas. Pagrindinių verslinių žuvų apsikėtimas ir aptiktos parazitų rūšys nėra kažkuo ypatingos, tačiau puikiai atspindi Kuršių marių ekosistemą. Didžiajai daliai rastų parazitų rūšių žuvis yra tarpinis šeimininkas, o galutinis šeimininkas – paukštis, kurių Kuršių mariose gyvena gausiai.

Paradiplozoon genties atstovuose rasta morfologinių pokyčių, deformacijų, kurios gali kilti dėl vandens telkinio taršos (Pecínková et al., 2005). Šiuolaikinėje parazitologijoje parazitai yra ne tik „ligą sukiantys organizmai“. Rasti parazitai taip pat perduoda informaciją apie vandenu ekologinę būklę (Pecínková et al., 2005; Biswal, Chatterjee, 2020).

Padėkos. Nuoširdžiai dėkoju Rostoko universiteto Žemės ūkio ir aplinkos mokslų fakulteto profesoriui dr. Harry Palm, dr. Patrick Unger, dr. Stefan Theisen, doktorantams Anne-Sophie Brunner, Xaver Neitemeier-Duventester už šiltą priėmimą, prieigą prie laboratorijų, suteiktus praktinius parazitologinių tyrimų mokymus ir žinias, bei visokeriopą pagalbą.

Literatūra

- Biswal D., Chatterjee S. 2020. Fish parasites as biological indicators: a systematic review. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13, p. 1743-1755.
- FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. In brief. Sustainability in action. Rome.
- Nguyen T. H., Dorny P., Nguyen T. T. G., Dermauw V. 2021. Helminth infections in fish in Vietnam: A systematic review. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 14, p. 13-32.
- Pecínková M., Matejusová I., Koubková B., Gelnar M. 2005. Classification and occurrence of abnormally developed *Paradiplozoon homoion* (Monogenea, Diplozoinae) parasitising gudgeon *Gobio gobio*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 64(1), p. 63-68.

MAŽASIS TOBIS (*AMMODYTES TOBIANUS* LINNAEUS, 1758) KAIP APLINKOS POKYČIUS POTENCIALIAI INDIKUOJANTI RŪŠIS

Tomas Zolubas, Jelena Fedotova, Žilvinas Kregždys, Deividas Jucevičius, Gerda Petreikytė, Evelina Grinienė, Marijus Špėgys, Antanas Kontautas, Martynas Bučas, Remigijus Sakas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
tomas.zolubas@ku.lt

Įvadas. Sėkliai – tai pakraštinė Baltijos jūros ir Kuršių marių ekosistemų dalis. Trumpalaikiai fizinių aplinkos veiksnių, tokių kaip vėjas, bangos aukštis bei šviesa svyravimai čia formuoja unikalias žuvų bendrijas, kurios neaptinkamos nei vienoje, nei kitoje jas supančiose ekosistemose. Seklūs Baltijos jūros priekrantės vandenys tarnauja kaip labai svarbi daugelio žuvų jauniklių augykla ir tuo pačiu yra vietinių rūšių: mažųjų tobių, smėlinių grundalų buveinė. Daugelis gamtinių procesų vyksta paslėptai ir žmogui nepastebimai, dėl to, dažnai susiduriama su neigiamo fakto konstatavimu – įvyko tai ko nesitikėjome (pvz.: menkių (*Gadus morhua callarias*) išteklių atsidūrė blogoje būklėje) ir tik tada bandoma išsiaiškinti kokios priežastys tai nulėmė. Tokios situacijos vis dažniau kelia klausimą – kas galėtų iš anksto signalizuoti, kad vyksta aplinkos pokyčiai, kurių mes nepastebime, todėl aplinkos pokyčius indikuojančių rūšių nustatymas tampa ypatingai reikšmingas. Darbo tikslas – remiantis tyrimų ir literatūriniais duomenimis pagrįsti ar mažųjų tobių gausumo svyravimai galėtų indikuoti aplinkos sąlygų (tiek globalių, tiek lokalių) pokyčius smėlėto dugno buveinėse.

Metodai. Jauniklių ir smulkių žuvų gaudymas smulkiaakiu bradiniu yra dažnai naudojama ir rekomenduojama metodika litoralės zonoje (Aneer et al., 1992). Pagautos žuvys buvo skirstomos pagal rūšis, ir pristatomos į laboratoriją tolimesnei analizei, pagal visuotinai priimtas metodikas (Правдин, 1966; Thoreson, 1993). Rūšies gausumo indeksas monitoringo taške paskaičiuotas kaip individų skaičius tenkantis vienam bradinio ištraukimui. Mažųjų tobių gausumo indeksas visai Lietuvos Baltijos jūros priekrantės sėklių zonai įvertintas kaip visų monitoringo stočių gausumo indeksų vidurkis. Gausumo indekso tendencija įvertinta panaudojant tiesinę funkciją; buvo laikoma, kad trendas statistiškai reikšmingas kai $p < 0,05$. Taip pat, 2022 m. buvo tiriama mažųjų tobių mityba. Mitybos analizei naudotos 2 charakteristikos: skrandžio užpildymo laipsnis ir mitybos objektų sutikimo

dažnumas. Šiems tyrimams panaudotas 281 individas. Siekiant išsiaiškinti išskirtines mažojo tobio rūšies savybes, atlikta detali literatūros analizė.

Rezultatai. Iš viso, per tyrimų laikotarpį Baltijos jūros priekrantės sėklių zonoje smulkiaaikiu bradiniu buvo sugauta 30 žuvų rūšių. Mažieji tobiai dominavo laimikiuose sudarydami 50 % pagal individų skaičių ir 78 % pagal biomasę; taip pat, didelę laimikių dalį sudarė brėtlingių šiųmetukai (37 % , 8 %), stintų šiųmetukai (10 % , 5 %) ir didieji tobiai (1 % , 4 %) atitinkamai; kitos žuvų rūšys sudarė tik 2 % pagal individų skaičių ir 4 % pagal biomasę. Tyrimai parodė, kad mažieji tobiai pagal savo gausumą ir biomasę yra labai svarbus priekrantės sėklių biogeocenozės elementas. Mažųjų tobių daugiamečių gausumo indeksų analizė parodė, kad nors stebėta mažėjimo tendencija, statistiškai reikšmingo ($p > 0,05$) tiesino trendo nėra. Mažųjų tobių mitybos intensyvumo tyrimai 2022 m. parodė, kad nesimaitinančių ir besimaitinančių individų kiekis buvo, beveik, vienodas, patelės maitinosi šiek tiek intensyviau nei patinai, tačiau žymūs skirtumai buvo nustatyti tarp individų, gyvenančių šiaurinėje nuo Klaipėdos uosto vartų dalyje, ir individų, gyvenančių pietinėje nuo Klaipėdos uosto vartų dalyje. Šie rezultatai, leidžia daryti prielaidą, kad pietinėje priekrantės dalyje mitybos sąlygos mažiesiems tobiam buvo geresnės. Iš viso, skrandžių turinyje pavasario imtyse buvo identifikuoti 17, o vasaros imtyse tik 6 skirtingi mitybos objektai. Pavasarį mažųjų tobių mityboje dominavo *Eurytemora affinis*, *Cyclops* spp. ir *Mysida*. Mizidėmis maitinosi didesnio ilgio mažieji tobiai. Vasarą mitybos objektų įvairovės požiūriu lyginant su pavasariu mityba buvo skurdi, dominavo ir visuose tirtuose skrandžiuose buvo rasta įvairių vystymosi stadijų *Acartia* sp. Pagrindinę mažųjų tobių mitybos dalį sudarė zooplanktonas, pavasarį dominavo *Eurytemora affinis*, vasarą *Acartia* sp. Šios zooplanktono rūšys tuo metu dominavo ir zooplanktono bendrijose. Pagal mitybą mažasis tobis užima panašų trofinį ekosistemos lygį kaip strimelės ir brėtlingiai.

Siekiant atrinkti rūšį – kandidatę pagal kurią galima būtų vertinti aplinkos būklės pokyčius, ji turėtų atitikti kelis kriterijus: nepatirti žvejybos verslo poveikio; būti santykinai gausi ir lengvai sugaunama nors vienu žvejybos įrankiu. Mūsų nuomone, santykinai gausios ir nepatiriančios žvejybos verslo poveikio žuvų rūšys pietryčių Baltijoje yra: mažasis tobis (*Ammodytes tobianus*), didysis tobis (*Hyperoplus lanceolatus*), gyvavedė vėgėlė (*Zoarces viviparus*), jūrų adata (*Syngnathus typhle*), jūrų yla (*Nerophis ophidion*), smėlinis grundalas (*Pomatoschistus minutus*) trispyglė dyglė (*Gasterosteus aculeatus*), tačiau lengvai sugaunami iš jų yra tik mažieji tobiai.

Mūsų tyrimai ir literatūros apžvalga atskleidė šias išskirtines, svarbias mažojo tobio kaip potencialios indikatorinės rūšies savybes: gausi, nesunkiai pagaunama Baltijos jūros sėkliuose rūšis, paplitusi smėlėto substrato

biotopuose; mažieji tobiai Baltijos jūroje nepatiria žvejybos verslo poveikio, todėl jų gausumo pokyčiai priklauso tik dėl aplinkos sąlygų pasikeitimų; kadangi neturi plaukimo pūslės ir kompensuojamuosius judesius galinčių atlikti pelekų, tobiam likti atvirame vandenyje kol nesimaitina yra energetiškai brangu, todėl net ir aktyvaus sezono metu, žuvis dažniausiai išlenda tik šviesiu paros metu, kad galėtų pasimaitinti, ir jos linkusios maitintis virš savo gyvenamos vietos; visą savo gyvenimą mažieji tobiai yra zooplanktofagai; mityba specializuota ir, pagal objektų įvairovę, santykinai skurdi; mažiesiems tobiam yra būdinga likti vienoje vietoje ilgą laiką ir neatlikinėti didelių migracijų, todėl jie yra labiau jautrūs maisto (irklakojų vėžiagyvių) pokyčiams negu kitos planktofagės rūšys (pvz.: brėtlingiai, strimelės); dėl prisirišimo prie gyvenamosios vietos mažieji tobiai yra pažeidžiami besikeičiančių aplinkos sąlygų; vengia naftingo smėlio ir vandens; toksinių medžiagų perdavimo iš zooplanktono aukštesniems trofiniams lygiams (plėšrioms žuvis, paukščiams, žinduoliams) tarpinė grandis. Be to, mažieji tobiai rausdamiesi smėlyje, prisotina gilesnius smėlio substrato sluoksnius deguonimi, sukurdami palankias gyvenimo sąlygas dugno bestuburiams, todėl mažųjų tobių pasitraukimas iš gyvenamos vietos, reiškia dugno bestuburių gyvenimo sąlygų pablogėjimą. Atsižvelgiant į išvardintas savybes, manome, kad mažieji tobiai gali būti naudojami kaip indikatorinė rūšis šiais atvejais:

1. Baltijos jūros priekrantės aplinkos sąlygų, ekosistemos pokyčių nustatymui;
2. pajūrio papildymo smėliu poveikiui hidrobiontams įvertinti;
3. potencialaus taršos šaltinio naftos angliavandeniliais ir sunkiaisiais metalais poveikio įvertinimui.

Išvados ir rekomendacijos.

1. Iš viso, smulkiaaikiu bradiniu priekrantės sėkliuose buvo sugauta 30 žuvų rūšių, iš kurių mažieji tobiai pagal savo gausumą ir biomasę ($\geq 50\%$) yra reikšmingas priekrantės sėklių biogeocenozės elementas.
2. Pirminiai mitybos tyrimai leidžia daryti prielaidą, kad pietinėje priekrantės dalyje nuo Klaipėdos miesto vartų mitybos sąlygos mažiesiems tobiam yra geresnės nei šiaurinėje, tačiau šios prielaidos įrodymui, reikalingi papildomi tyrimai.
3. Iš viso, skrandžių turiniuose pavasario imtyse buvo identifikuoti 17, o vasaros imtyse tik 6 skirtingi mitybos objektai. Pavasarį mažųjų tobių mityboje dominavo zooplanktonas – *Eurytemora affinis*, *Cyclops* spp. ir mizidės. Vasarą mitybos objektų įvairovės požiūriu

lyginant su pavasariu, mityba buvo skurdi, skrandžiuose dominavo įvairių vystymosi stadijų zooplanktonas - *Acartia* sp.

4. Mūsų tyrimai ir literatūros analizė parodė, kad mažąjį tobę „dėl nardymo po smėlį“ verta laikyti smėlėtos buveinės inžinieriumi, o dėl prisirišimo prie gyvenamosios vietos – svarbia, aplinkos pokyčius indikuojančia rūšimi.
5. Rekomenduojame įtraukti mažąjį tobę į monitoringo programas, vykdamą pajūrio papildymą smėliu ir Būtingės naftos terminalo monitoringą bei vystyti kaip aplinkos pokyčių indikatoriaus rūšies, tyrimus, didelį dėmesį skiriant priežastiniams rūšies gausumo ir biomasės svyravimams.

Finansavimas. Tyrimai buvo vykdomi pagal Žemės, maisto ūkio, žuvininkystės ir kaimo plėtros mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros 2015–2022 metų programos projektą „Baltijos jūros priekrantės sėklių žuvų produktyvumo, kaip Baltijos jūros pokyčių indikatorius, ir plekšniažuvių (upinė plekšnė, otas) jauniklių gausumo tendų vertinimas ir rekomendacijos dėl upinių plekšnių ir otų išteklių vertinimo“.

Literatūra

- Anner G., M. Blomqvist, Hallbäck H., Mattila J., Nellbring S., K. Skóra and Urho L., 1992. Methods for sampling and observation of shallow water fish. The Baltic marine biologists publication, p.13– 21.
- Правдин И. Ф., 1966. Руководство по изучению рыб. Москва, Пищевая промышленность: 327 с.
- Thoresson G., 1993. Guidelines for coastal monitoring (Fishery biology). Kustrapport: 36 p.

LIETUVOS JŪRINIO SEKTORIAUS SVARBA ŠALIES ŪKIUI

Aurelija Zonienė

Klaipėdos universitetas, Klaipėda

aurelija.zoniene@gmail.com

Įvadas. Nors apie Lietuvos jūrinio sektoriaus svarbą rašoma daug, Lietuvos Statistikos departamentas neišskiria šio sektoriaus kaip savarankiško, todėl nėra teikiama periodinė informacija apie šį sektorių. Jūrinio sektoriaus sąvokos interpretacijų moksliniuose šaltiniuose bei strateginiuose dokumentuose aptinkama itin daug. Viederytė ir Juščius (2016) jūrinį sektorių skirsto į veiklų sritis. Autoriai išskiria šias Lietuvos jūrinio sektoriaus veiklas: jūriniai darbai, jūrinė įranga ir įrenginių eksploatavimas, jūrinės paslaugos, laivyba, laivų statyba, žuvininkystė ir akvakultūra, pakrančių jūrinis turizmas. Tai rodo, kad jūrų ekonomika yra dinamiška ir sudėtinga pramonės ir regionų sistema (Qi, Xiao, 2019). Yuan, Oiming ir Yihua (2020) išskyrė pagrindinius sėkmingą nacionalinės jūrų ekonomikos ir visuomenės plėtrą lemiančius veiksnius: jūriniame sektoriuje dirbančių aukšto lygio profesionalų skaičiaus didinimas formuojant jūrinio sektoriaus konkurencingumą; jūrinių mokslų ir technologinių pasiekimų industrializacijos spartinimas; investicijų į jūrinių mokslų ir technologijų didinimas; aukšto lygio jūrų ekonomikos vystymas integruojant žaliosios plėtros koncepciją. Sketoriaus svarba šalies ūkiui grindžiama finansiniais rodikliais. Tamošiūnienė ir Paškevičienė (2016) išskiria penkias finansinių rodiklių grupes: pelningumo, veiklos efektyvumo, mokumo, kapitalo struktūros, finansinio svėro ir rinkos vertės rodikliai.

Tyrimo tikslas – išnagrinėti Lietuvos jūrinio sektoriaus svarbą šalies ūkiui.

Metodai. Lietuvos jūrinio sektoriaus svarbos šalies ūkiui nustatymui, surinkti ir susisteminti statistiniai duomenys pagal viešai prieinamus oficialius LR Statistikos departamento skelbiamus duomenis 4–ių skaitmenų lygmeniu. Siekiant išsamiai išanalizuoti jūrinį sektorių ir jo svarbą šalies ūkiui, pasirinktas dešimties metų laikotarpis (2011–2020 m.). Atkreiptinas dėmesys į tai, kad statistiniai duomenys apie dirbančiuosius pagal lytį pateikiami nuo 2015 m., o LR Statistikos departamento skelbiamiems duomenims būdingas duomenų vėlavimas, matuojamas metais. Visi statistiniai duomenys suskirstyti į tris kategorijas:

1. Struktūros rodikliai: veikiančių organizacijų skaičius, vnt.; dirbančių asmenų skaičius, asm.; dirbančių asmenų skaičius pagal lytį, asm.

2. Finansiniai rodikliai: apyvarta iš viso, eurai; apyvarta iš pagrindinės veiklos, eurai; bendrasis veiklos pelnas, eurai.

3. Bendros investicijos: į ilgalaikį turta, eurai; į mašinas, įrengimus, transporto priemones ir inventorių, eurai; į naujus pastatus ir statinius, eurai; į patentus ir licencijas, eurai; į programinę įrangą, eurai; į žemę, eurai.

Gauti duomenys susisteminti ir apibendrinti laikantis etikos principų. Laikantis sąžiningumo principo duomenys buvo analizuojami sąžiningai, nebandant gauti palankių rezultatų. Siekiant pagrįsti Lietuvos jūrinio sektoriaus svarbą šalies ūkiui, buvo laikomasi reikšmingumo principo.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Lietuvos jūrinis sektorius yra svarbi šalies ūkio dalis. Tai rodo augantis jūrinio sektoriaus organizacijų bei dirbančiųjų skaičius. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad nors bendraja prasme jūriniame sektoriuje dirbančiųjų pasiskirstymas pagal lytį yra apylygis, tačiau identifikuotos veiklos, kurias vykdančiose organizacijose dirbančiųjų pasiskirstymas nėra tolygus. Nustatyta, kad analizuojamo sektoriaus sukuriama apyvarta sudaro apie 7–8 proc. visų Lietuvoje įregistruotų organizacijų sukuriamos apyvartos, o daugiau nei 93 proc. visos sugeneruojamos apyvartos sukuriama iš pagrindinės veiklos (1 lentelė).

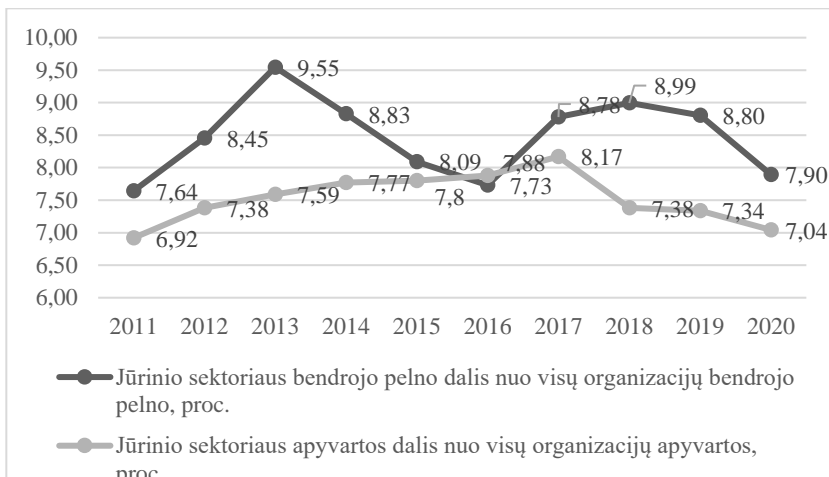
1 lentelė

Lietuvos jūrinio sektoriaus apyvartos dinamika ir struktūra

Metai	Apyvarta iš viso, mlrd. EUR	Apyvarta iš pagrindinės veiklos, mlrd. EUR	Apyvartos iš pagrindinės veiklos dalis nuo visos apyvartos, proc.
2011	4,390	4,127	94,01
2012	5,118	4,854	94,86
2013	5,566	5,231	93,98
2014	5,829	5,468	93,81
2015	5,935	5,664	95,43
2016	6,152	5,873	95,47
2017	7,111	6,850	96,33
2018	6,982	6,664	95,45
2019	7,433	7,185	96,66
2020	7,030	6,820	97,01

Lietuvos jūrinio sektoriaus sukuriama apyvarta nuo 4,390 mlrd. eurų 2011 m. išaugo iki 7,030 mlrd. eurų 2020 m. Didžiausias pokytis pastebimas 2017 m., kai apyvarta išaugo 0,959 mlrd. eurų arba 15,59 proc. Analizuojamu laikotarpiu jūrinio sektoriaus sukuriama bendrojo pelno dalis nuo visų Lietuvos organizacijų bendrojo pelno viršijo jūrinio sektoriaus apyvartos dalį nuo visų Lietuvos organizacijų (1 pav.).

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga



1 pav. Lietuvos jūrinio sektoriaus bendrojo pelno ir apyvartos dalis nuo visų organizacijų bendrojo pelno apyvartos.

Nustatyta, kad jūrinis sektorius dirba efektyviau nei kitos organizacijos, nes geba uždirbti daugiau bendrojo pelno sugeneruodamas ne tokią didelę apyvartą. Bendrosios sektoriaus investicijos kinta netolygiai. Apskaičiuota, kad jūrinio sketoriaus bendrosios investicijos į materialųjį turtą sudarė apie 8–16 proc. visų šalies organizacijų investicijų į materialųjį turtą, į patentus ir licencijas – 2–24 proc. visų šalies organizacijų investicijų į patentus ir licencijas, o į programinę įrangą – 2–9 proc. visų šalies organizacijų investicijų į programinę įrangą.

Literatūra

- Yuan, W., Qiming, D., Yihua, Z. 2020. Research on the Coodinated Development of Marine Technological Innovation and Marine Ecological Economic Development. Journal of Coastal Research, Vol. 99.
- Qi, X., Xiao, W. 2019. Identifying the Evoliutionary Path of Maritime Industries from the Perspective of Supernetwork. Journal of Coastal Research, Nr. 97.
- Tamošiūnienė, R., Paškevičienė, J. 2016. Finansinių rodiklių ryšys su listinguojamos įmonės akcijų kaina nustatant vertę. *Science – Future of Lithuania*, no. 8(2).
- Viederytė, R., Juščius, V. 2016. Jūrinio sektoriaus klasterizacijos ypatumai ir požymiai. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.

AUTORIŲ SĄRAŠAS

Aleksejeva J.....	122	Jucytė Čičinė A.....	73
Alenčikienė G.....	46	Kalvaitienė G.....	58, 77
Aranauskaitė Š.....	15	Karaliūnas V.....	70
Audzijonytė A.....	34	Karlonienė D.....	51, 82
Bagdanavičiūtė I.....	20	Katarzyte M.....	134
Balčiūnas A.....	20, 147	Kataržytė M.....	58, 77, 178, 181
Baranauskaitė A.....	25	Katilauskas E.....	15
Barisevičiūtė R.....	99	Kelpšaitė-Rimkienė L.....	119
Bartoli M.....	139	Kirka M.....	34
Bielecka M.....	94	Klimas R.....	85
Bitinas A.....	38	Klimienė A.....	85
Bonaglia S.....	139	Kontautas A.....	122, 187
Bučas M.....	55, 178, 181, 187	Kregždys Ž.....	122, 187
Buynevich I.....	41	Kudlinskienė I.....	15
Buškus K.....	102	Labrenz M.....	58
Čerkasova N.....	107, 181	Lastauskienė E.....	58
Dailidė R.....	151	Lelys J.....	90
Dailidienė I.....	151	Lorre E.....	73
Dainys J.....	30, 34	Ložys L.....	34
Damušytė A.....	38	Lubienė I.....	73
Davydov O.....	41	Lukashanets D.....	99
Diadyk M.....	46	Medelytė S.....	102
Dobrovolskis L.....	25	Mėžinė J.....	20, 107
Drevinskas K.....	66	Minchin D.....	125
Dubikaltienė A.....	51	Morkūnas J.....	111, 115
Eigirdas V.....	111	Morkūnė R.....	115
Elliott M.....	11	Morkvėnas A.....	34
Fedotova J.....	187	Narvilas G.....	15, 46, 85, 90, 130
Gasiūnaitė Z.....	73	Nesteckytė L.....	119
Gintauskas J.....	55, 178	Nyka M.....	11
Gyraitė G.....	58	Nika N.....	46, 122, 130
Gorfine H.....	34	NikaN.....	90
Grinienė E.....	154, 187	Olenin S.....	99, 102, 125, 139, 154, 173
Iamshchikov E.....	66	Paleckaitis M.....	15
Idzelytė R.....	107	Paulauskiene T.....	134
Jakubavičiūtė E.....	34	Perez-Ruzafa A.....	11
Janušaitė R.....	62, 70	Petkuvienė J.....	73, 94, 99, 181
Janutėnienė J.....	66	Petreikytė G.....	130, 187
Jarmalavičius D.....	70	Picazo Espinosa R.....	134
Jucevičius D.....	122, 187	Politi T.....	73, 139, 173

Jūros ir krantų tyrimai 2023. Konferencijos medžiaga

Povilanskas R.	11	Šiaulys A.	102, 173
Prakas P.	25	Špėgys M.	187
Pupienis D.	51, 70, 82, 143	Tadžjevas A.	66
Pūtys Ž.	34	Tagliapietra D.	11
Raklevičiūtė A.	34	Taraškevičius R.	165, 169
Rapolienė L.	151	Tiškus E.	55, 178
Razinkovas-Baziukas A.	11, 94	Uebe J.	134
Rubavičiūtė R.	147	Umgiesser G.	107
Sabaliauskaitė V.	147	Vaičiukynas E.	102
Sakas R.	187	Vaičiūtė D.	55, 178, 181
Samuilovienė A.	125	Varol J.	15
Servaitė I.	151	Vasiliauskienė E.	151
Servienė E.	25	Venslovaitė M.	184
Srėbalienė G.	154	Veverskis R.	139
Stankevičius R.	15	Zilius M.	143
Stonkė E.	158	Zolubas T.	122, 187
Strakšienė G.	162	Zonienė A.	191
Strazdaitė-Žielienė Ž.	25	Žydelis R.	111
Suzdalev S.	165, 169	Žilinskas G.	70
Šaškov A.	102, 173	Žilius M.	73