



Konferencijos medžiaga



16-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų
konferencija

JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2024

Konferencijos medžiaga

2024 m. gegužės 15–17 d.
Dreverna

KONFERENCIJOS ORGANIZATORIUS



**Klaipėdos
universitetas**

Jūros tyrimų
institutas

BENDRADARBLIAUTI KVIEČIA:

tarptautinė žaliosios energetikos bendrovė „Ignitis renewables“



Leidinyje pateikiama 16-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2024“, vykusios 2024 metų gegužės 15–17 dienomis Drevernoje, medžiaga.

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

© Klaipėdos universitetas, 2024

ISSN 2669-2147

MOKSLINIS KOMITETAS

dr. Arūnas Balčiūnas
dr. Nerijus Blažauskas
dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė
dr. Evelina Grinienė
dr. Jovita Mėžinė
dr. Nerijus Nika
dr. Donata Overlingė
prof. dr. Artūras Razinkovas-Baziukas
dr. Aurelija Samuilovienė
dr. Sergej Suzdalev
dr. Viktorija Vaitkevičienė

ORGANIZACINIS KOMITETAS

dr. Arūnas Balčiūnas, dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė, Simona Mačiukaitė,
dr. Jovita Mėžinė, Rosita Milerienė, dr. Aleksas Narščius,
Viktorija Sabaliauskaitė, dr. Aurelija Samuilovienė, 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 PARTNERIAI IR RĖMĖJAI



**APLINKOS
APSAUGOS
AGENTŪRA**



po bangom



**KLAIPĖDOS
REGIONAS
asociacija**



**KLAIPĖDOS MOKSLO IR
TECHNOLOGIJŲ PARKAS**



GeoBaltic



SE UENCH

TURINYS

TEODORAS DAUKANTAS – LIETUVOS KRANTŲ GYNIMO IDĖJŲ PRADININKAS Rimas Žaromskis	10
KIEKYBINIAI KRITERIJAI VĖJO ELEKTRINIŲ PARKO JŪROJE VIZUALUMO ĮVERTINIMUI Arūnas Balčiūnas, Giedrė Godienė, Viačeslav Jurkin	13
A NOVEL METHODOLOGY OF EVALUATING THE BIOGEOCHEMISTRY OF SALMONID NEST EGG POCKETS Rudy Benetti, Tobia Politi, Marco Bartoli, Nerijus Nika	17
INVAZINĖS ŠONIPLAUKOS <i>DIKEROGAMMARUS VILLOSUS</i> (SOWINSKY, 1894) PAPLITIMAS LIETUVOS PRIEKRAVĖS RIFUOSE Olga Berežnova, Andrius Šiaulys	21
JŪROS KARŠČIO BANGŲ CHARAKTERISTIKOS PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROJE Toma Dabulevičienė, Inesa Servaitė	26
EIDEMBREEN LEDYNO (SVALBARDO SALYNAS) TIRPIMAS IR GLACIGENINIO RELJEFO FORMAVIMOSI YPATUMAI Aldona Damušytė, Albertas Bitinas, Oleksiy Davydov, Jonas Mažeika, Sergej Olenin, Andrius Šiaulys, Kamilė Šeršenytė	30
ŠIKŠNOSPARNIŲ RUDENINĖ MIGRACIJA LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVĖJE Karolina Dukauskaitė, Austėja Lileikytė, Marija Igošina, Julius Morkūnas	34
KRETINGOS PARKO I TVENKINIO VANDENS KOKYBĖS TYRIMAS Ugnė Embrasaitė, Donata Overlingė, Diana Vaičiūtė, Marija Kataržytė, Greta Kalvaitienė, Ieva Sakovskaja, Martyna Pareigytė, Jolita Petkuvienė	38

NEVYRIAUSYBINIŲ ORGANIZACIJŲ VEIKLOS EFEKTYVUMO SIEKIANČIO BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS KONVENCIJOS TIKSLŲ „30 IKI 30“ VERTINIMAS IR KARTOGRAFAVIMAS	43
Vita Gardauskė, Ramūnas Povilanskas, Eglė Baltranaitė	
GEOINFORMACINIŲ SISTEMŲ TAIKYMAS VĖJĄŽUVIŲ BELONE BELONE (LINNAEUS, 1760) NERŠTAVIEČIŲ NUSTATYMO LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAUTĖJE	47
Sandra Gečaitė, Martynas Bučas	
LAIVŲ APTIKIMAS NAUDOJANT PALYDOVINIUS DUOMENIS LIETUVOS PRIEKRAUTĖJE	51
Jonas Gintauskas, Martynas Bučas, Diana Vaičiūtė, Edvinas Tiškus	
LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAUTĖS BEI KURŠIŲ MARIŲ VANDENS IR NUOSĖDŲ MIKROBIOMO BEI REZISTOMO TYRIMAI	55
Greta Gyraitė, Marija Kataržytė, Eglė Lastauskienė	
VĖJO ELEKTRINIŲ PARKO JŪROJE VIZUALINĖS ĮTAKOS KRAŠTOVAIZDŽIUI VERTINIMO METODOLOGINIAI ASPEKTAI	59
Giedrė Godienė, Andrius Balčiūnas	
AUTOMATIZUOTŲ VAIZDŲ ATPAŽINIMO SISTEMŲ (ZOOSCAN IR FLOWCAM) PANAUDOJIMAS PLANKTONO TYRIMUOSE	63
Evelina Grinienė, Renata Pilkaitytė, Matas Čepulis, Jūratė Lesutienė, Aleksas Narščius, Artūras Razinkovas-Baziukas	
KLIMATO KAITOS POVEIKIO NEMUNO UPĖS, KURŠIŲ MARIŲ IR BALTIJOS JŪROS SISTEMOJE MODELIAVIMAS	65
Rasa Idzelytė, Natalja Čerkasova, Jovita Mėžinė, Jūratė Lesutienė, Toma Dabulevičienė, Artūras Razinkovas-Baziukas, Georg Umgieser	
ARKTIES LAGŪNOS HIDRODINAMINIO MODELIO KŪRIMAS	69
Karolis Imbrasas, Jovita Mėžinė	
MASINIO SUSIBŪRIMO POVEIKIS NUOTEKŲ KOKYBEI BEI DINAMIKAI ĮVERTINANT MIKROTERŠALŲ, BENDROSIOS TARŠOS KIEKIUS IR IŠVALYMO EFEKTYVUMĄ	74
Agnė Jucytė Čičinė, Mindaugas Žilius, Jolita Petkuvienė, Irma Lubienė, Zita Gasiūnaitė, Elise Lorre	

PAKRANTĖS TVARUMO IR SMARAGDINIO AUGIMO CIKLŲ PERSPEKTYVOS TARPINIUOSE VANDENYSE Aistė Jurkienė, Ramūnas Povilanskas	77
NUOTOLINIO ZONDAVIMO (FOTOGRAMETRINIŲ) METODŲ TAIKYMAS JŪRINIŲ SKARDŽIŲ EROZIJOS PROCESŲ ERDVINIO PASISKIRSTYMO IR KAITOS DĖSNINGUMAMS TIRTI. OLANDŲ KEPURĖS SKARDŽIO ATVEJIS Egidijus Jurkus, Ramūnas Povilanskas	81
FEKALINĖS TARŠOS ŠALTINIŲ ĮVAIROVĖ MAKRODUMBLIŲ SĄNAŠOSE BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVNTĖJE Greta Kalvaitienė, Rafael Picazo Espinosa, Marija Kataržytė	85
ŽUVŲ RŪŠINĖ ĮVAIROVĖ IR JŲ BIOLOGIJA ŠALIA BŪTINGĖS NAFTOS TERMINALO 2022–2024 METAIS Žilvinas Kregždys, Jelena Aleksejeva, Tomas Zolubas, Antanas Kontautas, Remigijus Sakas, Marijus Špėgys, Deividas Jucevičius, Gerda Petreikytė, Inesa Blakunova	89
RUDAKAKLIŲ NARŲ NARDYMAS PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS ŽIEMAVIETĖSE Ugnė Kuzminskaitė, Julius Morkūnas, Rasa Morkūnė	93
EKOLOGINĖS VERTĖS NUSTATYMAS KURŠIŲ MARIOSE IR BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVNTĖJE Jūratė Lesutienė, Evelina Grininė, Renata Pilkaitytė, Andrius Šiaulys, Tomas Zolubas, Artūras Razinkovas-Baziukas	97
LIETUVOS BALTIJOS JŪROS RIFŲ POVANDENINĖS VAIZDO MEDŽIAGOS ANALIZĖS TIKSLUMO IR EFEKTYVUMO VERTINIMAS Livija Lukšaitė, Andrius Šiaulys	102
LIETUVOS PRIEKRAVNTĖS RIFŲ BIOTOPŲ KLASIFIKACIJA Saulė Medelytė, Andrius Šiaulys	106

KURŠIŲ MARIŲ IR PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS OPERACINIS
HIDRODINAMINIS MODELIS 110

**Jovita Mėžinė, Rasa Idzelytė, Petras Zemlys, Natalja Čerkasova, Georg
Umgiesser**

JŪROS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDA ŽVEJYBINIUOSE TINKLUOSE GALI
BŪTI SUMAŽINTA 114

**Julius Morkūnas, Paola Forni, Robertas Staponkus, Ramūnas Žydelis,
Rasa Morkūnė**

AR VANDENS PAUKŠČIAI VENGIA LAIVYBOS IR REKREACINIŲ
ZONŲ KURŠIŲ MARIOSE? 117

Rasa Morkūnė, Martynas Bučas, Julius Morkūnas

SPRENDIMŲ PRIĖMIMO PROCESAS IR JŪROS IŠTEKLIŲ
VALDYMUI SPRENDIMUS PADEDANČIOS PRIIMTI PRIEMONĖS 119

Artūras Razinkovas-Baziukas, Rasa Morkūnė

PIRMOJI IŠSAMI KIEKYBINĖ IR KOKYBINĖ STUDIJA:
MIKROPLASTIKAS LIETUVOS TERITORIJOS KURŠIŲ MARIŲ
DUGNO NUOSĖDOSE 122

Viktorija Sabaliauskaitė, Erika Masiulytė, Arūnas Balčiūnas

MELSVABAKTERĖS, KAIP VANDENS KOKYBĖS RODIKLIS,
KALOTĖS EŽERE 126

**Ieva Sakovskaja, Donata Overlingė, Jolita Petkuvienė, Diana Vaičiūtė,
Marija Kataržytė, Greta Kalvaitienė, Ugnė Embrasaitė, Martyna
Pareigytė, Hanna Mazur-Marzec**

WINGED OCEANOGRAPHERS: MARINE DIVING BIRDS CAN
COLLECT DATA ON WATER PARAMETERS IN THE BALTIC SEA 132

**Paolo Salvador, Rasa Morkūnė, Vytautas Eigirdas, Loreta Kelpšaitė-
Rimkienė, Adam Peck-Richardson, Rachael Orben, Julius Morkūnas**

APLINKOS DNR (eDNR) TAIKYMAS EKOSISTEMŲ IR
BIOĮVAIROVĖS TYRIMAMS 135

Aurelija Samuilovienė, Anastasija Zaiko, Greta Srėbalienė

MIKRODUMBLIŲ APDOROJIMAS TAIKANT PLAZMOS IR IMPULSINIO ELEKTRINIO LAUKO POVEIKĮ	138
Arūnas Stirkė, Kamilė Jonynaitė, Rolandas Uscila, Skirmantas Keršulis, Žydrūnas Kavaliauskas, Liutauras Marcinauskas, Voitech Stankevič	
PASITIKĖJIMO SVARBA KLAIPĖDOS REGIONO STRATEGINIAM VYSTYMUISI	140
Eglė Stonkė	
JŪRŲ LAIVŲ EMISIJŲ STEBĖJIMAS: NEURONINIAIS TINKLAIS PAREMTAS ATVIRKŠTINĖS SKLAIDOS MODELIS	145
Lukas Šaparnis, Paulius Rapalis	
DRUSKINGO VANDENS PRIETAKA EIDEMBUKTA LAGŪNOJE, SVALBARDO SALYNAS	149
Kamilė Šeršenytė, Oleksiy Davydov, Aldona Damušytė, Andrius Šiaulys, Albertas Bitinas	
MAKROFITŲ VERTINIMAS SKIRTINGO TROFIŠKUMO EŽERUOSE	153
Adolfina Zaidė, Martynas Bučas, Diana Vaičiūtė, Jolita Petkuvienė, Ugnė Embrasaitė	
Autorių sąrašas	157

TEODORAS DAUKANTAS – LIETUVOS KRANTŲ GYNIMO IDĖJŲ PRADININKAS

Rimas Žaromskis

Lietuvos geografo draugija, Vilnius
zaromskis.rimas@gmail.com

Įvadas. Kaupiantis įvairiapusėms žinioms apie Baltijos jūrą ir Lietuvos pakrantę iki šiol kažkodėl liko pamiršti mūsų pakrančių militarinės apsaugos klausimai. Šiuo metu Europoje tvyrant karo grėsmei, tikslinga būtų prisiminti dar tarpukario laikotarpiu iškilusius rūpesčius dėl mūsų Baltijos krantų saugumo. Tuometinėms Lietuvos vyriausybėms šiuos klausimus bene pirmasis profesionaliu lygmeniu ėmė kelti brigados generolas (nuo 1936 m. – generolas leitenantas) Teodoras Daukantas.



T. Daukantas. Iš „Krašto apsaugos ministrai... 2008“

Šiandieninei Lietuvos jūros tyrinėtojų bendruomenei šis vardas nepelnytai primirštas. Uostininkams, kariškiams ir geografoams jis turėtų būti gerai žinomas kaip pirmosios lietuviškos monografijos, skirtos Klaipėdos uostui (Klaipėdos uostas, Kaunas, 1930), autorius, Paruošiamosios jūrų

mokyklos Klaipėdoje (1924 m.) organizatorius, vienas iš Šaulių sąjungos kūrėjų, jūros skautų veiklos skatintojas, kaip Kauno ir Vilniaus universitetų geografijos dėstytojas. Nors tarpukariu T. Daukanto veikla reiškėsi daugelyje valstybės institucijų ir visuomeninių organizacijų, didžiausias jo indėlis – krašto gynybos organizavimo srityje.

Apie T. Daukantą. Teodoras Daukantas gimė 1884 m. Sankt Peterburge. Čia baigė gimnaziją, o 1903-1906 m. karinio jūrų laivyno žinioje buvusią Jūrų mokyklą. Po jos, jau įgijęs jūrinės praktikos, buvo priimtas į Jūrų akademiją, kurią 1914 m. baigė sidabro medaliu kartu gaudamas ir antrojo rango kapitono laipsnį. Pirmojo pasaulinio karo metais, tarnaujant Rusijos karo laivyne, likimas jį mėtė po karo teatrus tiek Baltijos, tiek Juodojoje jūrose, pabuvojo net turkų nelaisvėje. Karui pasibaigus jam teko padirbėti Didžiosios Britanijos konsulate Batumyje, o paskui – įvairių Juodosios jūros šalių prekybos laivų kapitono padėjėju arba kapitonu.

1922 m. atvykęs į Lietuvą T. Daukantas per metus išmoko lietuvių kalbą ir buvo paskirtas Kaune Aukštųjų kursų mokslo dalies vedėju, o nuo 1924 m. – karo mokslų dalies viršininku. Iki 1930 metų jis net du kartus pabuvo Krašto apsaugos ministru, kariuomenės Vyriausiojo štabo viršininku, Valstybės tarybos nariu, dėstė geografiją Vytauto didžiojo universitete. Po to pora metų buvo Lietuvos konsulu Rio de Žaneire, o prieš pat karą – Jūrininkystės inspektoriumi Klaipėdoje. Prasidėjus karui generolo nuotykių tęsėsi: pateko į bolševikų kalėjimą, o po karo teko emigruoti į Vokietiją, vėliau į Argentina. T. Daukantas 1960 m. mirė Argentinoje, o 1997 m. – perlaidotas Lietuvoje.

Svarbiausios idėjos. Dar 1922 m. T. Daukantas tik grįžęs į Lietuvą, kartu su J. Šimoliūnu ne kartą kreipėsi į vyriausybę dėl Šventosios uosto statybos. Kiek vėliau, 1924-1925 m. jau būdamas Krašto apsaugos ministru, be kitų kariuomenės uždavinių ypač akcentavo mūsų jūrinių, o taip pat sienų einančių Kuršių mariomis bei Nemunu saugumą. Ypač atkreiptinas dėmesys į T. Daukanto pastangas į jūros reikalus įtraukti kuo daugiau žmonių: jūrų skautus, šaulius, buriavimo entuziastus. Didelę reikšmę sienų apsaugos sistemoje jis skyrė pakrančių gyventojams, kaip stebėtojams ir galimiems pranešėjams apie kokius nors neįprastus įvykius jų aplinkoje.

Daug įvairiausio pobūdžio straipsnių, kreipimosi į ministrus jis parašė 1936–1939 m. dirbdamas jūrininkystės inspektoriumi Klaipėdoje. Štai generolui leitenantui V. Nagiui Nagevičiui jis įteikia išsamius samprotavimus dėl mūsų krantų ir jūros apsaugos „Pro memoria“, akcentuodamas tiek teritorinės, tiek apskritai jūros, jos krantų, Kuršių marių apsaugą. Be to, svarbiausiu uždaviniu jis laikė Klaipėdos apsaugą. Jo nuomone, net prarastas kraštas, kurį kariuomenė gynė, anksčiau ar vėliau turės žymiai daugiau galimybių būti sugrąžintas negu be kovos atiduota teritorija. Įsidėmėtina, kad

ši T. Daukanto įžvalga buvo išsakyta dar gerokai prieš antrojo pasaulinio karo pradžią.

Efektyviausia priemone savo akvatorijos gynybai T. Daukantas laikė povandeninius laivus, kurie, atsižvelgiant į jų efektyvumą, buvo ir palyginti pigūs. Čia jis lygina ir kitų Baltijos šalių laivyno dydžius: Vokietija jų turinti 28, Švedija – 18, Danija – 8, Latvija – 2 (bet dar du statomi), Estija – 1. Taigi, Lietuvai reikėtų ne mažiau kaip dviejų. Be to reikia apie 400 jūros minų, priešlėktuvinės baterijos, lėktuvų eskadrilės...

Po daugybės svarstymų kariuomenės vadui gen. S. Raštikiui pateikti ir priimti jau konkretūs planuoti įsigijimai: krantų baterijos, du povandeniniai laivai po 400-650 t., du minų traleriai po 250 t. ir 400 minų. Anot S. Raštikio, tai be kita ko „padidintų Lietuvos politinį svorį“. Be to reikia iš karto pradėti rengti personalą šioms kovos priemonėms.

Tiek „Memorandume“, tiek kituose valdžios struktūroms adresuotuose raštuose generolas išnagrinėjo ir įvairias galimas priešų agresijos formas (blokada, desantas ir kt.) bei būtinas priemones tokiems veiksams atremti. Ypač akcentuojamos įvairios amunicijos atsargos, įvairių ginklo rūšių sąveika, galimybė manevruoti, gyventojų moralinis atsparumas. Be kita ko stebina ir T. Daukanto ateities įžvalgos, kai karo metu jis bandė viešai paskelbti straipsnį apie galimą partizaninį karą. Tiesa, šio darbo nepaskelbė, bet rusų kalėjime 1941 m. praleido pusę metų.

Generolo Teodoro Daukanto mintys gali būti aktualios ir naujoje šiandienos realybėje.

Literatūra

Daukantas T. 1930. Klaipėdos uostas, Kaunas.

Dėl Šventosios uosto statybos. Lietuvos centrinis Valstybės archyvas, Fondas 386, Aplankas 1, Byla 254.

Krašto apsaugos ministrai ir kariuomenės vadai. II t. 2008. 73–84.

Mūsų pajūrio sienos gynimo klausimu 1937.X.23. Memorandumas. Visiškai slaptai. Fondas 386. Aplankas 1, Byla 878.

Surgailis G. 2003. Lietuvos karinis laivynas 1935–1940, Vilnius, p. 251.

Taisyklės atsinešimui prieš atvykusius Klaipėdos uostan svetimšalių karo laivus. Fondas 386, Aplankas 1, Byla 330.

KIEKYBINIAI KRITERIJAI VĖJO ELEKTRINIŲ PARKO JŪROJE VIZUALUMO ĮVERTINIMUI

Arūnas Balčiūnas¹, Giedrė Godienė², Viačeslav Jurkin¹

¹VšĮ Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda, ²Vilniaus universitetas, Vilnius

arunas.balciunas@corpi.lt, giedrre.godiene@chgf.vu.lt

Įvadas. Pastaraisiais metais vis didėjantis energetinių resursų, ypač elektros energijos, poreikis bei Nacionalinis siekis užtikrinti energetinę nepriklausomybę ir padidinti vietinės elektros energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) gamybą davė impulsą apie 40-čiai vėjo energetikos ir hibridinių projektų vystymui (LVEA, 2022). Sparčiai atsirandantys nauji kraštovaizdžio elementai – vėjo elektrinės (toliau – VE) – dėl savo aukštumingumo gali būti vertinami kaip potencialūs vizualinio poveikio objektai. Poveikio reikšmingumo nustatymui aprašytos praktikos remiasi vizualinių poveikio zonų nustatymu remiantis stebėtojo atstumu iki vėjo elektrinės (Kamicaityte-Virbašienė ir Abromas, 2012, Abromas, 2021) arba vėjo elektrinės erdviniais rodikliais, tokiais kaip vertikalus ir horizontalus matymo kampai (Kamicaitytė-Virbašienė ir Godienė, 2021).

Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos kraštovaizdis yra pilnai atviras, jo esamos vertikalios technogeninės dominantės – laivai – yra kintami objektai tiek pozicijos, tiek ir matomumo atžvilgiu. Itin aukštų inžinerinių statinių ažūrinės sankaupos, nutolusios apie 30 km, atsiradimo galimybė sudarė sąlygas apibrėžti įsiterpimo į socio-emocinį reiškinių (saulėlydį) reikšmingumo mastą. Šis tyrimas parodė, kaip vizualinio poveikio gairių nusistatymas, objektyvių kriterijų ir metodų taikymas, vertinant vizualinius VE parko aspektus, leido įvertinti galimą poveikį atvirų akvatorių kraštovaizdžiui.

Metodai. Išskirtos 17 Lietuvos Baltijos jūros pakrantės zonoje esančios regyklos ar apžvalgos vietos. Nagrinėjamos VE parko Baltijos jūroje apžvalgos regyklos suskirstytos į tris grupes, atsižvelgiant į svarbą bei didelių akvatorių kraštovaizdžio apžvalgos potencialą: 1 gr. - *įtrauktos į vertingiausių Lietuvos kraštovaizdžio panoramų apžvalgos taškų sąrašą (VPAT) ar esančios ypač saugomo kraštovaizdžio arealo teritorijoje*; 2 gr. – *arčiausiai esančios (Palangos sav.), bet neįtrauktos į VPAT*; 3 gr. – *kitos nagrinėjamos regyklos*. Nagrinėjamai regyklai pagal svarbą ir apsaugos statusą buvo priimamas *Regyklos svarbos koeficientas*: 1gr. – 1; 2 gr. – 0,75 ir 3 gr. – 0,25.

Remiantis elektrinių aukštumingumu ir pozicija, nustatyti 5 VE jūroje ekspozicijos scenarijai: *I scen. – bendras VE aukštis 350 m, II scen. – 300 m, III scen. – 250 m, IV scen. – 280 m, V scen. – bendras VE aukštis 280 m, o artimiausia VE krantui atitolinama 2 km.* Vėjo elektrinių parko matomumo vertinimui ir erdvinei analizei buvo naudojamas WindPro 3.3 programinės įrangos vizualinės įtakos modulis – ZVI (*angl. – Zone of Visual Influence*), analizuojant: VE įrenginių ir kraštinių parko įrenginių pozicijos koordinates (X, Y, Z); bendrą VE aukštį (bokšto ir rotoriaus spindulio suma); Lietuvos skaitmeninį erdvinį reljefo modelį (rezoliucija 10 metrų); miško teritorijas, kaip matomumo kliūtis; skaičiavimo žingsnis – 25 metrai; įvertintas Žemės rutulio kreivumo (sferos užsilenkimo) laipsnis; skaičiuojamo VMK taško aukštis – pagal fotofiksacijos vietų fotografavimo aukštį – absoliutūs aukštis virš jūros lygio +1,8 m.

Vertinant VE jūroje įsiterpimo į socio-emocinį reiškinį (saulėlydį) mastą buvo naudota atviros prieigos saulės trajektorijos skaičiuoklė – sunalc.org, vertinant laiko periodą, kuomet vėjo elektrinių parko siluetas, išreikštas atkarpa tarp pietų ir šiaurės elektrinių azimutų, sutampa su besileidžiančio į jūrą Saulės disko padėtimi saulėlydžio metu, nagrinėjamose regylose.

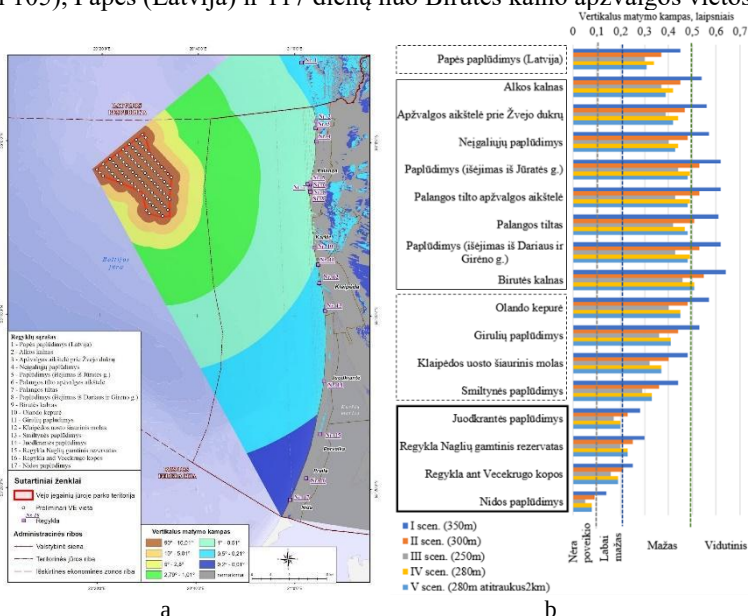
1 lentelė

Vėjo elektrinių jūroje vizualinio poveikio vertinimas pagal vertikalių matymo kampą

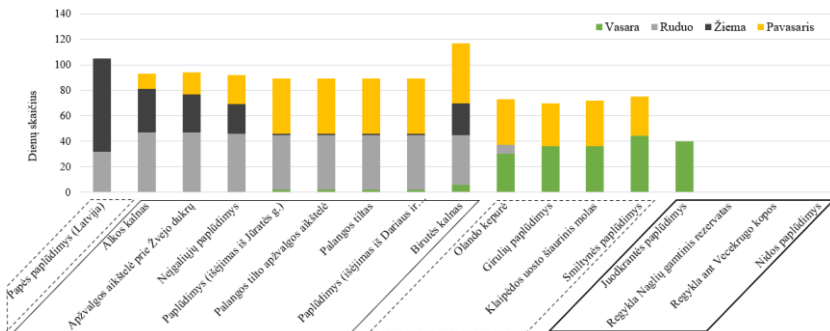
Vizualinio poveikio mastas	Poveikio pobūdis	Vertikalus matymo kampas, laipsniais
Nėra poveikio	Nematomos	0
Labai mažas	Įžiūrimos. Fiksuojamos geru oru	0,1–0,2
Mažas	Pastebimos. Vizualinis trikdys, ypač panoramose su stebimais vertingais objektais	0,21–0,49
Vidutinis	Matomos. Silpna vizualinė tarša, kur panoramose nuolat stebimi vertingi objektai	0,5–1
Didesnis nei vidutinis	Matomos ir negali būti ignoruojamos. Vizualinė tarša, mažinanti estetinį potencialą ir trukdanti vertingų panoramų suvokimą	1–2,79
Didelis	Gerei matomos. Reikšminga, trikdanči vizualinė tarša mažinanti vietos estetinį potencialą, konkuruojanti su prasmingomis kraštovaizdžio dominantėmis ir trukdanti svarbių vietos panoramų suvokimą	2,8–5
Labai didelis	Dominuojančios. Reikšminga ir panoramas formuojanti, horizonto liniją kertanti vizualinė tarša	5,01–10
Iš esmės keičiantis	Užstoja reikšmingus orientyrus ir formuoja pagrindinį vaizdą	10–90

Rezultatai ir aptarimas. Apskaičiavus VE jūroje vertikalaus matymo kampus skirtingose regyklose nustatyta, kad vidutinis vertikalus matymo kampas Lietuvos Baltijos jūros pakrantės zonoje nagrinėtose regyklose siekia nuo $0,48 \pm 0,15$ laipsnių (I scenarijus) iki $0,37 \pm 0,13$ laipsnių (IV scenarijus ir V scenarijus). Didžiausią svarbą bei didelių akvatorių kraštovaizdžio apžvalgos potencialą turinčiose regyklose ar apžvalgos vietose analizuoti scenarijai kels mažą ir labai mažą vizualinį poveikį (1 pav.).

Įvertinus laiko periodus, kuomet VE parko siluetas sutampa su besileidžiančio į jūrą Saulės disko padėtimi saulėlydžio metu, nagrinėjamose regyklose, rezultatai parodė, kad vasaros laikotarpiu daugiau nei 20 dienų saulėlydis sutampa su VE parko teritorija stebint iš Girulių paplūdimio ir Klaipėdos uosto šiaurinio molo, Smiltynės paplūdimio ir Juodkrantės apžvalgos vietų (1 pav.). Mažiau nei 10 dienų (paskutinės vasaros dienos) saulėlydis sutampa su VE parko teritorija žiūrint Palangoje: iš Jūratės g., išėjimo iki Birutės kalno ir iš Olandų kepurės apžvalgos aikštelės. Iš viso VE parkas matysis saulėlydžio trajektorijoje nuo 75 dienų per metus iš Smiltynės (iki 105), Papės (Latvija) ir 117 dienų nuo Birutės kalno apžvalgos vietose.



1 pav. Vėjo elektrinių jūroje vizualumas Lietuvos Baltijos jūros pakrantės zonoje (a); Vėjo elektrinių jūroje parko vertikalūs matymo kampai skirtingais scenarijais (b).



2 pav. Vėjo elektrinių jūroje parko sutapimas su saulėlydžio trajektorija skirtingais metų laikais.

Itin aukštų inžinerinių statinių atsiradimas Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos kraštovaizdyje priverčia peržiūrėti ir atnaujinti nacionalinį kraštovaizdžio planą detalizuojant ir apsaugant didelių akvatorių, ypač Baltijos jūros, gamtinį kraštovaizdį bei jame stebimų Lietuvos Respublikai unikalių reiškinių, tokių kaip saulėlydis į laisvai suvokiamą atvirą jūrinių horizontą, išsaugojimą.

Išvados. Įvertinus vėjo elektrinių parko jūroje vizualumą nagrinėtos regyklose nustatyta, kad nei vieno iš nagrinėjamų scenarijų metu VE jūroje vizualumas, pagal vertikalų matymo kampą, nepasiekia didelio vizualinio poveikio kategorijos, kurioje esantys objektai sukelia reikšmingą vizualinę taršą. Visose žemyniniame Lietuvos Baltijos jūros pakrantės zonoje esančiose regyklose VE parkas jūroje bus pastebimas. Apie 30 % Lietuvos Baltijos jūros pakrantės atkarpoje (tik Kuršių nerijos pietuose) VE parkas jūroje bus įžiūrimas geru oru ir netrukdytų stebėti saulėlydį.

Literatūra

- Abromas J. 2021. Vėjo elektrinių vizualinio poveikio kraštovaizdžiui vertinimo metodinės gairės. Darnios aplinkos vystymas, 1(18), 123-131 p., DOI: <https://doi.org/10.52320/dav.v18i1.179>, 123–131.
- Kamaitė-Virbašienė, J., Abromas, J. 2012. Problems of Determining Size and Character of Wind Turbines' Visual Impact Zones on Lithuanian Landscape. Environmental Research, Engineering and Management, Nr. 4 (62), 21–29.
- Kamaitė-Virbašienė J., Godienė G. 2021. Gamtinio kraštovaizdžio kompleksų ir objektų vizualinės taršos nustatymas: metodika, teisinis reglamentavimas, patirtis. Kaunas, Technologija.
- LVEA, 2022. Statistika, Vėjo energetika Lietuvoje 2022. Prieiga per internetą: <https://lvea.lt/statistika/>.

A NOVEL METHODOLOGY OF EVALUATING THE BIOGEOCHEMISTRY OF SALMONID NEST EGG POCKETS

Rudy Benetti¹, Tobia Politi^{1,2}, Marco Bartoli^{3,4}, Nerijus Nika¹

¹Marine Research Institute, Klaipeda University, Klaipeda, ²Department of Marine Sciences, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden,

³Department of Chemistry, Life Science and Environmental Sustainability, Parma University, Parma, Italy, ⁴Department of Integrative Marine Ecology (EMI), Genoa Marine Centre, Stazione Zoologica Anton Dohrn - National Institute of Marine Biology, Ecology and Biotechnology, Genoa, Italy
rudy.benetti@ku.lt

Introduction. Salmonids lay their eggs within the river bed, up to 10-30 cm below the interface between the water and the gravel substrate (Crisp, 2008). The nest, also called redd, is formed by several egg pockets that represent metabolic hot spots within a mostly inorganic matrix with flowing hyporheic water. Within egg-pockets, eggs respiration and excretion rates and eggs mortality can locally modify water chemistry (Malcolm et al., 2003). In this study, fluxes of dissolved O₂ (DO) and inorganic nitrogen (ammonium N–NH₄⁺ and nitrate N–NO₃[–]) were measured in two sets of reconstructed egg pockets, under controlled laboratory conditions.

Methodology. The experiment was carried out in the recirculating aquaculture system (RAS) at Fisheries and Aquaculture Laboratory of Marine Research Institute, Klaipeda University (Lithuania). Rainbow trout (*O. mykiss*) eyed stage eggs were distributed in 6 reconstructed trout egg pockets built packing spawning ground into 6 transparent plexiglass cylinders (i.e., the mesocosms shown in Fig. 1). Three mesocosms were packed with 100 alive eggs each, hereinafter called “L” (live); whereas three mesocosms were packed with 50 alive and 50 dead eggs, adequately mixed, hereinafter labelled as “L+D” (live and dead), to simulate the processes occurring into a partly compromised environment with high rates of mortality. The water circulating in the six packed mesocosms was ensured by peristaltic pumps providing a constant outflow of 187 ml min^{–1}. DO, N–NH₄⁺ and N–NO₃[–] were measured and expressed on a *per core* basis (i.e., single core) and related to the main stage of development (i.e., “eyed egg”, “alevin”) with the following formula:

$$\text{Fluxes (mg or } \mu\text{g mesocosm}^{-1}\text{h}^{-1}) = (C_{out} - C_{in}) \times Q$$

where C_{out} and C_{in} (mg or $\mu\text{g L}^{-1}$) are the concentrations of DO or dissolved inorganic N at the mesocosm outlet and inlet, respectively, and Q (L

h-1) is the water flow. Differences between the L and L+D setups with respect to the two stages, “eyed egg” and “alevin”, were checked for DO demand, NH_4^+ and NO_3^- fluxes using the Wilcoxon Signed-Rank Test. “Eyed egg” and “alevin” were tested for any difference in DO demand and NO_3^- fluxes using Wilcoxon Signed-Rank Test; while NH_4^+ fluxes were tested with the independent Two-Sample T-Test. R software was used to perform all the statistical analyses with an alpha level of 0.05.



Fig. 1. The photos summarise the sequence of actions for the mesocosms apparatus and the measurements: a) preparation of the cores with spawning gravel, b) egg pocket construction and laying eggs, c) falcon tube sampled with the needle oxygen logger and d) chamber used to incubate eggs for the microcosm assay.

Results and discussion. With respect to the comparison of L and L+D treatments, the simulated egg pockets respiration, net ammonium and nitrate fluxes during both the egg and the alevin stages were not significantly different (for DO fluxes: $Z_{\text{egg}} = 192$, $p = 0.36$; $Z_{\text{alevin}} = 212$, $p = 0.83$; for N-NH_4^+ fluxes: $Z_{\text{egg}} = 75$, $p = 0.86$; $Z_{\text{alevin}} = 92$, $p = 0.25$; for N-NO_3^- fluxes: $Z_{\text{egg}} = 75$, $p = 0.89$; $Z_{\text{alevin}} = 90$, $p = 0.32$). These results can be justified by the “net” nature of measured fluxes in the gravel cores, integrating the metabolic activity of live eggs, the heterotrophic activity of microbes growing within the substratum matrix or decomposing dead eggs, and the different levels of mortality in the different mesocosms.

Upon the stage comparison, DO demand changed significantly across egg stages ($Z = 276$, $p < 0.001$), increasing from $6.0 \pm 4.4 \text{ mg O}_2 \text{ mesocosm}^{-1} \text{ h}^{-1}$ for the eyed egg to $11.0 \pm 2.3 \text{ mg O}_2 \text{ mesocosm}^{-1} \text{ h}^{-1}$ for the alevin stage (Fig. 2). Such increment is partially explained by the augmented metabolic rates during the embryo development and by the metabolic activity of growing microbial biomass within the substratum. Indeed, DO demand from the bare

gravel re-incubated without eggs was 8.6 ± 1.3 mg O₂ mesocosm⁻¹ h⁻¹and, although not directly comparable with the entire series, it accounted for 78 % of the total mesocosm respiration during the last period of incubation.

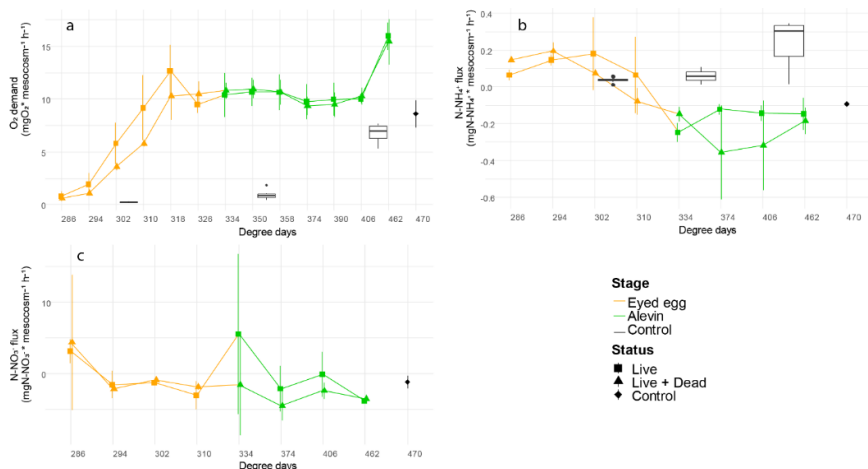


Fig. 2. Line plots depicting (a) oxygen demand (mg O₂ mesocosm⁻¹ h⁻¹), (b) ammonium (mg N-NH₄⁺ mesocosm⁻¹ h⁻¹) and (c) nitrates fluxes (mg N-NO₃⁻ mesocosm⁻¹ h⁻¹) for the simulated salmonid egg pockets, for the whole incubation period until the complete alevin yolk sack absorption. Different colours represent the two main stages, while different geometries stand for the Live (L) and Live + Dead (L+D) setups and the control (bare sediments). Boxplot upgraded to 100 eggs respiration and excretion data from eggs-alone incubation are presented for comparison.

Ammonium fluxes changed markedly along the course of the experiment ($t(45) = 8$, $p < 0.001$), decreasing from 0.10 ± 0.12 mg N-NH₄⁺ mesocosm⁻¹ h⁻¹ measured at the eyed egg stage to -0.21 ± 0.14 mg N-NH₄⁺ mesocosm⁻¹ h⁻¹ measured at the alevin stage. Although also the excretion of nitrogenous wastes is expected to increase along with embryo development, we speculate that other processes consuming the produced ammonium can contrast its net release outside the system. Such processes can include microbial uptake or nitrification.

Nitrate followed a similar and significant trend ($Z = 389$, $p < 0.04$) with higher fluxes measured for the eyed egg stage of -0.4 ± 3.9 mg N-NO₃⁻ mesocosm⁻¹ h⁻¹ as compared to -1.5 ± 5.2 mg N-NO₃⁻ mesocosm⁻¹ h⁻¹ measured at the alevin stage. This suggests that nitrate incorporation into microbial

biomass or denitrification processes was higher during the last phase of the incubation when we hypothesized maximum biofilm growth.

Conclusions. The present study shows a pilot investigation on the reconstructed salmonid egg pockets metabolic rate in terms of O₂ demand, ammonium and nitrate net fluxes. Biogeochemical processes are traditionally studied with mesocosm systems in a static water environment, presenting a clear air-water-sediment interface (Naldi et al., 2020; Benelli and Bartoli, 2021; Nika et al., 2021). The innovative aspect of this study was to adapt such tools to characterize the free-flowing conditions occurring in a lithophilic fish nest. The aim was reached using whole gravel-packed cores equipped with a flow-through system. It discharged water at the higher rate than usually set in these investigations (García-Robledo and Corzo, 2011; Bonaglia et al., 2013; Naldi et al., 2020), in order to meet the O₂ demand of salmonid eggs. Besides flux quantification, the present experimental setup is suitable for a range of other hypotheses testing, more directly related to embryo survival. Factors such as water discharge, temperature, substratum composition and O₂ supply can be adjusted in order to reproduce more or less compromised situations in nature, thus verifying spawning beds intragravel chemical quality.

Funding. This research was supported by the Doctorate Study Programme in Ecology and Environmental Sciences, Klaipėda University.

Acknowledgments. We are grateful to Gintautas Narvilas and Gerda Petreikytė for their assistance during the mesocosm preparation. Mindaugas Kazbaris for his help with granulometric analyses of sediment samples and Mindaugas Zilius for helping with the equipment and nutrient analyses.

Bibliography

- Benelli S., Bartoli M. 2021. Worms and submersed macrophytes reduce methane release and increase nutrient removal in organic sediments. *Limnology and Oceanography Letters* 6(6): 329–338.
- Bonaglia S., Bartoli M., Gunnarsson J. S., et al. 2013. Effect of reoxygenation and *Marenzelleria* spp. bioturbation on Baltic Sea sediment metabolism. *Marine Ecology Progress Series* 482: 43–55.
- Crisp T. 2008. Trout and salmon: ecology, conservation and rehabilitation, John Wiley & Sons.
- García-Robledo E., Corzo A. 2011. Effects of macroalgal blooms on carbon and nitrogen biogeochemical cycling in photoautotrophic sediments: an experimental mesocosm. *Marine pollution bulletin* 62 (7): 1550–1556.
- Malcolm I. A., Youngson A. F., Soulsby C. 2003. Survival of salmonid eggs in a degraded gravel-bed stream: effects of groundwater–surface water interactions. *River research and applications* 19 (4): 303–316.
- Naldi M., Nizzoli D., Bartoli M., et al. 2020. Effect of filter-feeding mollusks on growth of green macroalgae and nutrient cycling in a heavily exploited coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 239: 106679.
- Nika N., Zilius M., Ruginis T. et al. 2021. Benthic metabolism in fluvial sediments with larvae of *Lampetra* sp. *Water* 13 (7): 1002.

INVAZINĖS ŠONIPLAUKOS *DIKEROGAMMARUS VILLOSUS* (SOWINSKY, 1894) PAPLITIMAS LIETUVOS PRIEKRANTĖS RIFUOSE

Olga Berežnova, Andrius Šiaulys

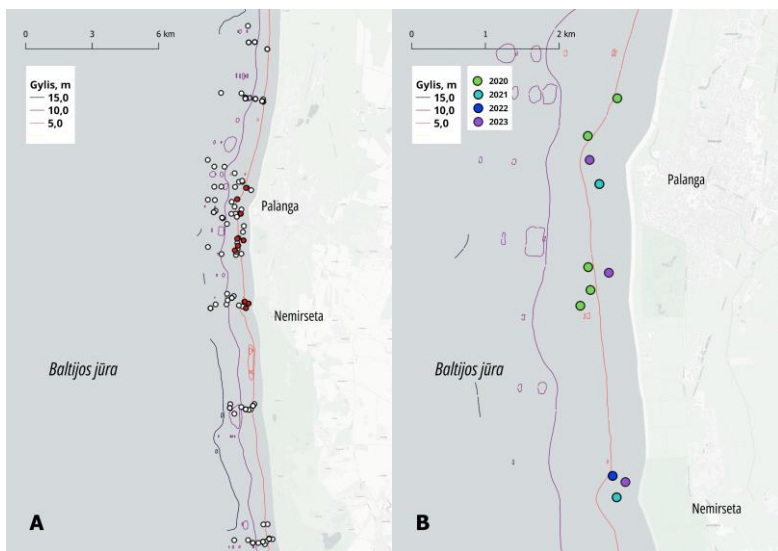
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
olga.bereznova@ku.lt

Įvadas. Invazinė šoniplauka *Dikeroгамmarus villosus* (Sowinsky, 1894) kilusi iš Ponto-Kaspijos regiono: Azovo, Juodosios, Kaspijos jūros lagūnų ir upių žemupių, kurie nuteka į šias jūras (Rewicz et al., 2014). Druskingumo tolerancija prieštaringa, nors yra straipsnių, kur *D. villosus* minima kaip „gėlavandenė“ rūšis (Müller et al., 2002; Kley et al., 2003), kiti šaltiniai tvirtina, jog *D. villosus* toleruoja platų druskingumo diapazoną nuo 0 iki 20 psu (Bruijs et al., 2001; Kobak et al., 2017; ir kt.). Pagal Kobak et al. (2017) palankios sąlygos yra gėlas arba mažai druskėtas vanduo, esantis upių žiotyse, lagūnose, kanaluose su nestipria srove. Tiriant invazinės šoniplaukos mitybos ypatumus, paaiškėjo, jog gėlame vandenyje *D. villosus* mitybą sudaro kiti bestuburiai – užfiksuotas itin aukštas gėlavandenių rūšių (*Asellus aquaticus*, *Caenis robusta*, *Piscicola geometra*, *Ischnura elegans* ir t. t.) mirtingumas (Dick et al., 2002), be to, *D. villosus* puola žuvų ikrus bei mailius (Casellato et al., 2007). Kiti tyrimai įrodė, kad šoniplaukai augant, keičiasi jos mitybos įpročiai. Kuo didesnė šoniplauka, tuo ji tampa plėšresnė (Mancini et al., 2021).

Lietuvoje invazinė šoniplauka pirmą kartą užfiksuota 2015 m. Kuršių mariose bei Šventosios upės žiotyse (Šidagytė et al., 2016). Be to, vykdant aplinkos monitoringą dėl smėlio kasimo vietų 2020 m. invazinė rūšis *D. villosus* buvo pirmą kartą užfiksuota Baltijos jūros priekrantėje. Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti šoniplaukų rūšinę įvairovę, bei ištirti *D. villosus* paplitimą Lietuvos priekrantės rifuose.

Metodai. 2020, 2021 ir 2022 m. mėginiai rinkti Lietuvos priekrantėje nardant. Mėginių ėmimo vietos: Klaipėda, Plazė, Nemirseta, Palanga, Kunigiškiai, Šventoji. Makrofitų bei makrozoobentosos biomasė nubraukta nuo akmenų paviršiaus, naudojant 0,04 m² Kautsky rėmą, ir fiksuota 4 % formaldehido tirpalu. Mėginių paėmimo vietose atsižvelgta į gausiausiai makrofitais padengtus riedulius. Skirtingi pakartojimai buvo atlikti, imant mėginius nuo atskirų riedulių. 2023 metais mėginiai buvo rinkti grėbliavimo būdu (1 pav.).

Iš 1 paveikslo matyti, jog *D. villosus* šoniplauka aptikta tik sekliausiose stotyse ties Nemirseta ir Palanga.



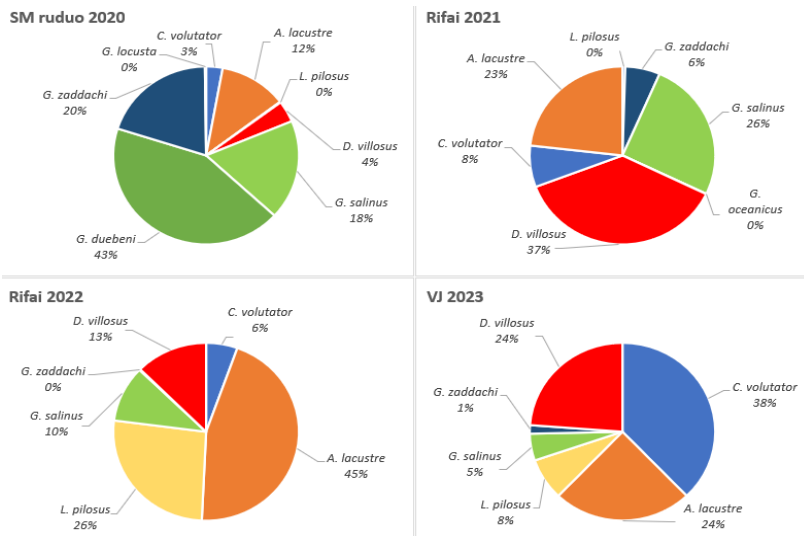
1 pav. 2020–2023 m. mėginių ėmimo vietos Lietuvos priekrantėje (A – mėginių ėmimo vietos, ○ – vietos, kur *D. villosus* nebuvo aptikta, ● – *D. villosus* aptikimo vietos Lietuvos priekrantės vandenyse; B – *D. villosus* aptikimo vietos ir metai).

2021 metų mėginiuose kiekvieno *D. villosus* individo ilgis išmatuotas išilgai nugaros krašto nuo rostrumo iki telsono, naudojant Scope Essentials kompiuterinę programą.

Rezultatai. Lietuvos priekrantės mėginiuose aptiktos šešios *Gammaridae* šeimai priklausančios rūšys, iš kurių penkios rūšys buvo *Gammarus* genties atstovai (*G. duebeni*, *G. salinus*, *G. zaddachi*, *G. locusta*, *G. oceanicus*), ir viena rūšis, priklausanči *Dikerogammarus* genčiai (*D. villosus*), trys *Corophiidae* šeimai priklausančios rūšys (*Corophium volutator*, *Apocorophium lacustre*, *Leptocheirus pilosus*). Nustatytas suaugusių šoniplaukų santykinis gausumas (2 pav.).

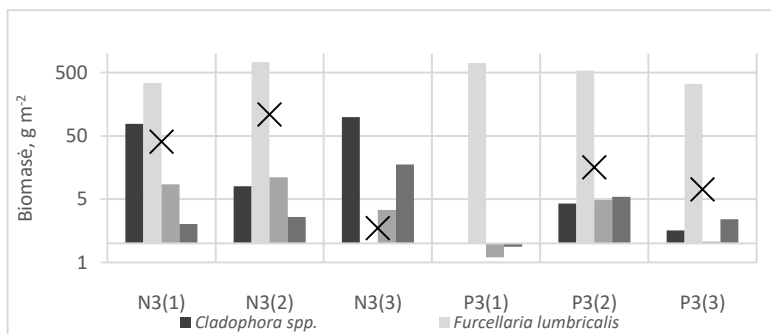
Lietuvos priekrantėje *D. villosus* aptikta 2020 m. rudenį ir jų gausumas buvo sąlyginai nedidelis. Kaip matyti 2 paveiksle, 2020 m. jų santykinis gausumas sudarė tik 4 %, tuomet 2021 m. mėginiuose *D. villosus* santykinis gausumas buvo didžiausias ir siekė 37 %. 2022 ir 2023 m. – atitinkamai 13 % ir 24 %. Taip pat aiškiai matyti *L. pilosus* gausumo padidėjimas.

Jūros ir krantų tyrimai 2024. Konferencijos medžiaga



2 pav. Tyrimo metu aptiktų suaugusių šoniplaukų santykinis gausumas.

Pagal 2021 m. duomenis, gausiausiai *D. villosus* aptikta Nemirsetos mėginyje N3(2). Taip pat svarbu paminėti, jog viename iš trijų Palangos mėginių – P3(1), invazinė šoniplauka aptikta nebuvo. Vidutinis gausumas Nemirsetoje siekė 4158 ± 149 ind. m^{-2} , o Palangoje 892 ± 40 ind. m^{-2} . Tam, kad būtų galima išsiaiškinti, kokios priežastys riboja jų paplitimą, buvo palyginti makrofitų kiekiai skirtingose mėginiuose (3 pav.).



3 pav. Makrofitų biomasė *D. villosus* paplitimo vietose Lietuvos priekrantėje („x“ rodo *D. villosus* biomasę g m^{-2}).

Remiantis 3 paveikslu, Palangos stotyse P3(2) ir P3(3) makrofitų rūšinė įvairovė buvo panaši. P3(1) stotyje, kur *D. villosus* neaptikta, *Cladophora rupestris* žaliadumblis nebuvo rastas. Nemirsetos mėginyje N3(3) su mažiausiu *D. villosus* kiekiu, *Furcellaria lumbricalis* raudondumblis nebuvo aptiktas, be to, šis mėginys pasižymi mažiausia makrofitų bendra biomasė. Didžiausia invazinės šoniplaukos biomasė nustatyta N3(2) stotyje. Ji sudarė 108,8 g m⁻², o mažiausia – N3(3) stotyje sudarė 1,7 g m⁻².

Tiriant ryšius tarp *D. villosus* ir makrofitų 2021 m. mėginiuose, paaiškėjo, kad *D. villosus* gausumas stipriai koreliuoja su *C. tenuicorne* raudondumblio biomasė ($r_{(s)} = 0,94$; $p = 0,02$). Su kitais makrofitais bei jūrų gilėmis koreliacijos nustatyta nebuvo.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Tyrimai rodo, kad invazinė šoniplauka aptikta 2020 m. ir jos santykinis gausumas buvo itin mažas – 4 %. Padidėjus *D. villosus* gasumui, matyti kitų rūšių gausumo pokyčiai – 2020 ir 2021 m. mėginiuose dominavo *Gammaridae* šeimos atstovai, tuomet 2022 ir 2023 m. mėginiuose dominuojančios rūšys priklausė *Corophiidae* šeimai (*C. volutator*, *A. lacustre*, *L. pilosus*).

Remiantis tyrimo rezultatais galima preliminariai apibūdinti *D. villosus* buveines Lietuvos priekrantės vandenyse. Šio tyrimo duomenys rodo, kad invazinė šoniplauka įsikūrė Lietuvos akmenuotoje priekrantėje ir jos paplitimą riboja gylis bei rifuose augantys makrofitai. Žinant agresyvią *D. villosus* gyvenimo strategiją, galima tikėtis, kad jai plintant didės poveikis vietinėms bestuburių bendrijoms.

Literatūra

- Brujns M. C. M., Kelleher B., Van der Velde G., et al. 2001. Oxygen consumption, temperature and salinity tolerance of the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus*: indicators of further dispersal via ballast water transport. *Archiv für Hydrobiologie*, 633–646.
- Casellato S., Visentin A., Piana G. L. 2007. The predatory impact of *Dikerogammarus villosus* on fish. Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats, 495–506.
- Dick J. T., Platvoet D., Kelly D. W. 2002. Predatory impact of the freshwater invader *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59(6), 1078–1084.
- Kley A., Maier G. 2003. Life history characteristics of the invasive freshwater gammarids *Dikerogammarus villosus* and *Echinogammarus ischnus* in the river Main and the Main-Donau canal. *Archiv für Hydrobiologie*, 156(4), 457–469.
- Kobak J., Jermacz Ł., Marcińczyk J., et al. 2017. Abiotic factors affecting habitat selection by two invasive gammarids *Dikerogammarus villosus* and *Pontogammarus robustoides*. *Hydrobiologia*, 797, 247–263.
- Mancini F., De Giorgi R., Ludovisi A., et al. 2021. Ontogenetic shift in the trophic role of the invasive killer shrimp *Dikerogammarus villosus*: a stable isotope study. *Biological Invasions*, 23, 1803–1817.

- Müller J. C., Schramm S., Seitz A. 2002. Genetic and morphological differentiation of *Dikerogammarus* invaders and their invasion history in Central Europe. *Freshwater Biology*, 47(11), 2039–2048.
- Rewicz T., Grabowski M., MacNeil C., et al. 2014. The profile of a ‘perfect’ invader—the case of killer shrimp, *Dikerogammarus villosus*. *Aquatic Invasions*, 9(3), 267–288.
- Šidagytė E., Solovjova S., Šniaukškaitė V., et al. 2016. The killer shrimp *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invades Lithuanian waters, south-eastern Baltic Sea. *Oceanologia*, 59(1), 85–91.

JŪROS KARŠČIO BANGŲ CHARAKTERISTIKOS PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROJE

Toma Dabulevičienė, Inesa Servaitė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

toma.dabuleviciene@ku.lt

Įvadas. Vienas iš klimato kaitos padarinių – vis dažnėjančios ir intensyvėjančios karščio bangos ne tik sausumoje, bet ir vandens telkiniuose, kaip, pavyzdžiui, jūrose, lagūnose ar ežeruose (Pachauri & Meyer, 2014). Vandens karščio bangos yra charakterizuojamos santykinai trumpalaikėmis (nuo 5 dienų iki keletos savaičių trukmės), tačiau gana ekstremaliomis temperatūros anomalijomis. Ypatinę susirūpinimą kelia tai, kad vandens karščio bangų dažnumas, lyginant su 1980-aisiais, pastaruoju metu yra 4-5 kartais didesnis (Hughes et al., 2018), taigi, šie, nors ir trumpalaikiai, tačiau ekstremalūs temperatūros svyravimai gali turėti itin neigiamų padarinių tiek ekosistemų (biologinės produkcijos pokyčiai, dumblių žydėjimai, padidėjęs rūšių mirtingumas ir kt.), tiek ir socio-ekonominiu (žmonių sveikata, žuvininkystė ir kt.) lygmeniu (IPCC, 2014).

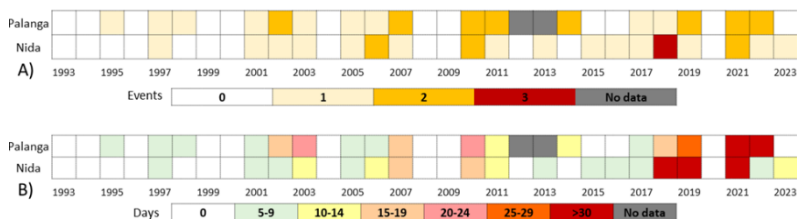
Jūrų karščio bangos (*ang. Marine Heat Waves*) yra stebimos daugelyje pasaulio vandenyno regionų, įskaitant uždaras ar pusiau uždaras jūras kaip Viduržemio (Androulidakis, Krestenitis, 2022; Dayan et al., 2023), Juodoji (Mohamed et al., 2022), taip pat Baltijos jūra (Gröger et al., 2024; Meier et al., 2022). Dėl jų poveikio gamtinei aplinkai ir socio-ekonominiams aspektams pastaruoju metu itin išaugo mokslinis susidomėjimas geresniu jūros karščio bangų supratimu, tad tampa svarbu atlikti regioninius vandens karščio bangų tyrimus. Taigi, šiuo tyrimu siekiama nustatyti jūros karščio bangų charakteristikas PR Baltijos jūroje, remiantis ilgalaikiais *in situ* matavimais ir palydoviniais vandens paviršiaus temperatūros (SST, *ang. Sea Surface Temperature*) duomenimis.

Metodai. Siekiant identifikuoti jūros karščio bangas ir įvertinti jų pagrindines charakteristikas buvo pasirinktas šiltasis (gegužės-rugpjūčio mėn.) metų laikotarpis. Karščio bangų identifikavimui ir analizei naudoti palydoviniai 1 km erdvinės rezoliucijos infraraudonųjų (IR) spindulių spektrometro MODIS Terra/Aqua SST žemėlapiai 2000–2023 m. laikotarpiu. Duomenys gauti iš laisvos prieigos NASA MODIS archyvo (<http://modis.gsfc.nasa.gov/data/>). Taip pat naudoti 1993–2023 m. *in situ* vandens temperatūros duomenys iš Nidos ir Palangos priekrantės monitoringo stočių (duomenis suteikė Lietuvos Hidrometeorologijos tarnyba prie AM) bei

monitoringo Baltijos jūroje duomenys iš Aplinkos Apsaugos Agentūros bei individualių matavimų.

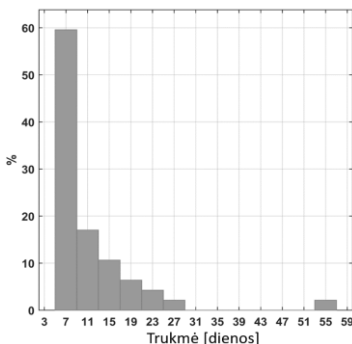
Jūros karščio bangų identifikavimas atliktas, remiantis ilgamečiais vandens telkinio temperatūros duomenimis, kai vandens temperatūra bent 5 dienas iš eilės viršija 90-ąjį procentilį, pagal Hobday et al., (2016) metodiką. Du iš eilės sekę įvykiai su 2 ar mažiau dienų tarpu buvo laikomi vienu įvykiu.

Rezultatai ir jų aptarimas. Gauti rezultatai rodo, kad lyginant su ankstesniais metais, pastarąjį dešimtmetį jūros karščio bangos PR Baltijos jūroje fiksuojamos vis dažniau. Vidutiniškai jos įvyksta 1–2 kartus per šiltąjį periodą, tačiau yra pastebimas gan ryškus jų bendros trukmės ilgėjimas, kuomet bendra šiltojo periodo trukmė su vandens karščio bangomis viršija 25 dienas (1 pav.).



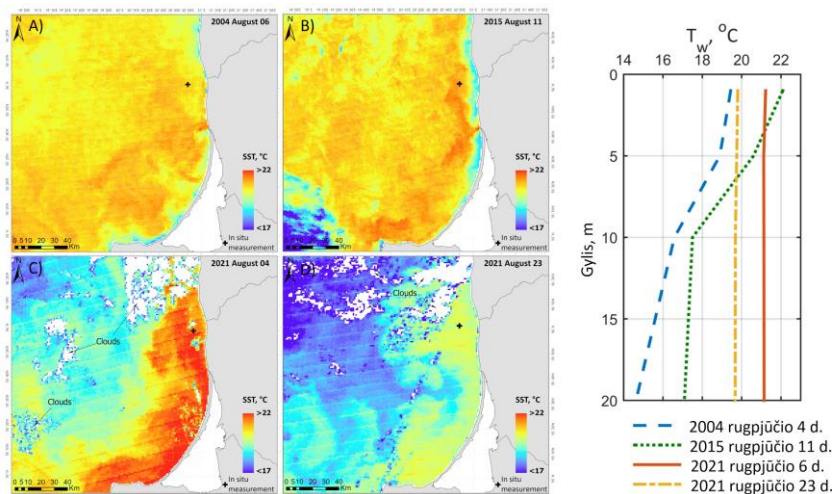
1 pav. A) Jūros karščio bangų įvykių (“Events”) skaičius; B) Bendra jūros karščio bangų trukmė dienomis (“Days”) šiltuoju periodu Palangos ir Nidos stotyse.

Tyrimo rezultatai taip pat rodo, kad dauguma (~60 %) įvykių buvo apie savaitės trukmės, tačiau net 25 % atvejų tęsėsi dvi savaites ar ilgiau (2 pav.), su ekstremaliai užsitęsusia net 57 d. trukmės jūros karščio banga, užfiksuota 2021 m. Nidos prieikrantės stotyje.



2 pav. Jūros karščio bangų trukmės histograma.

Be to, palydoviniai SST matavimai ir okeanografinių tyrimų duomenys iš reisų Baltijos jūroje parodė, kad jūros karščio bangos daro poveikį ne tik priekrantėje, tačiau ir atviruose vandenyse. Kaip atvejo analizės pavyzdys pateikiama 2021 m. vasarą fiksuota jūros karščio banga, turėjusi reikšmingą poveikį PR Baltijos jūros temperatūrai. 2021 m. rugpjūčio 4 d. palydovinė SST nuotrauka bei *in situ* matavimai rodo, kad paviršiniai vandenys karščio bangos metu vietomis buvo įšilę net iki 22,5 °C. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį, kad karščio bangos poveikis buvo juntamas ne tik paviršiuje, bet ir visame vandens sluoksnyje (3 pav.), t. y., net ir 20 m priedugnio sluoksnyje vandens temperatūra jūros karščio bangos metu (2021 m. rugpjūčio 6 d.) ir po jos (2021 m. rugpjūčio 23 d.) siekė atitinkamai 21,14 °C ir 19,67 °C, kai, tuo tarpu, 2004 m. rugpjūčio 4 d. ir 2015 m. rugpjūčio 11 d. pavyzdžiai rodo, kad esant įprastoms sąlygoms vandens temperatūra tokiaame gylyje yra gerokai žemesnė (15–17 °C).



3 pav. Kairėje (A-D) – palydovinės vandens paviršiaus temperatūros nuotraukos. C) MODIS SST nuotrauka, atspindinti 2021-08-04 jūros karščio bangos situaciją. In situ matavimų taškai pažymėti “+” ženklų. Dešinėje – vertikalūs vandens temperatūros profiliai (T_w – vandens temperatūra).

Ekstremalių vandens temperatūros pokyčių bei jų poveikio gamtinei aplinkai supratimas yra ypač aktualus tokioms seklioms bei aplinkos poveikiui jautrioms jūroms, kaip, pavyzdžiui, Baltijos jūra (Gräwe et al., 2013). Žinios apie vandens telkinių atsaką į gamtinių veiksnių bei antropogeninės veiklos sukeltus vandens temperatūros svyravimus yra būtinos, norint numatyti

būsimos klimato kaitos poveikį bei imtis atitinkamų valdymo bei apsaugos priemonių. Šio tyrimo rezultatai parodo, kad dažnėjančios ir intensyvėjančios vandens karščio bangos tampa vis aktualesnė problema ir PR Baltijos jūros dalyje.

Liteartūra

- Androulidakis Y. S., Krestenitis Y. N. 2022. Sea Surface Temperature Variability and Marine Heat Waves over the Aegean, Ionian, and Cretan Seas from 2008–2021. *Journal of Marine Science and Engineering* 10, 42. <https://doi.org/10.3390/jmse10010042>.
- Dayan H., McAdam R., Juza M., et al. 2023. Marine heat waves in the Mediterranean Sea: An assessment from the surface to the subsurface to meet national needs. *Front. Mar. Sci.* 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1045138>.
- Gräwe U., Friedland R., Burchard H. 2013. The future of the western Baltic Sea: two possible scenarios. *Ocean Dyn.* 63, 901–921. doi: 10.1007/s10236-013-0634-0.
- Gröger M., Dutheil C., Börgel F., et al. 2024. Drivers of marine heatwaves in a stratified marginal sea. *Clim Dyn.* <https://doi.org/10.1007/s00382-023-07062-5>.
- Hobday A. J., Alexander L. V., Perkins S. E., et al. 2016. A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography* 141, 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>.
- Hughes T. P., Anderson K. D., Connolly S. R., et al. 2018. Spatial and Temporal Patterns of Mass Bleaching of Corals in the Anthropocene. *Science*, 359, 80–83, doi:10.1126/science.aan8048.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1132 (Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2014).
- Meier H. E. M., Dieterich C., Gröger M., et al. 2022. Oceanographic regional climate projections for the Baltic Sea until 2100. *Earth System Dynamics* 13, 159–199. <https://doi.org/10.5194/esd-13-159-2022>.
- Mohamed B., Ibrahim O., Nagy H. 2022. Sea Surface Temperature Variability and Marine Heatwaves in the Black Sea. *Remote Sensing* 14, 2383. <https://doi.org/10.3390/rs14102383>.
- Pachauri R. K., Meyer L. A. (eds.) Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Geneva, 2014).

EIDEMBREEN LEDYNO (SVALBARDO SALYNAS) TIRPIMAS IR GLACIGENINIO RELJEFO FORMAVIMOSI YPATUMAI

**Aldona Damušytė¹, Albertas Bitinas², Oleksiy Davydov²,
Jonas Mažeika², Sergej Olenin³, Andrius Šiaulys³,
Kamilė Šeršenytė³**

¹Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius,

³Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

aldona.damusyte@lgt.lt

Įvadas. Svaldbardo salyno Špicbergeno saloje, intensyviai tirpstant Eidembreen ledynui, formuojasi sudėtingos konfigūracijos lagūna, ežerai, bei juos supantys sausumos plotai, kurių paviršiuje daugiausia plyti glacigeninės kilmės nuogulos. Santykį tarp lagūnos ir sausumos užimamų plotų iš esmės lemia tirpstant ledynui atsidengiančio poledyninio reljefo pobūdis. Pastarojo formavimuisi esminę įtaką turi transgresuojančio ledyno dinamika bei poledyninio substrato uolienu fizinės-mechaninės savybės, t.y. jų atsparumas ledyninei ekzaracijai bei poledyninei ledo tirpsmo vandens erozijai. Pagrindinis mokslinis interesas tiriamojoje teritorijoje – tai naujos lagūnos atsiradimas ir jos ekosistemos formavimasis. Norint visapusiškai suprasti šiuos procesus būtina įvertinti ir ledyno pakraščio atsitraukimo dinamiką, atskleisti besiformuojančio glacigeninio reljefo ypatumus. Vienas iš svarbesnių uždavinių – išsiaiškinti, kaip ir kodėl susiformavo Eidembukt'os nerija – gamtinis barjeras tarp vandenyno ir naujosios lagūnos.

Metodai. Prieš pasidedant Klaipėdos universiteto Jūros tyrimo instituto (KU JTI) 2023 metų ekspedicijai Eidembukto įlankoje, buvo susipažinta su 2022 metų KU JTI ekspedicijos metu atliktais tyrimais (foto ir videomedžiaga ir kt.). Kartu buvo atliktas nerijos, atskiriančios periglacialinę lagūną nuo Arkties vandenyno, palydovinių fotonuotraukų (<https://toposwalbard.npolar.no>) preliminarus geologinis dešifravimas ir parinktos vietos paviršinių nuogulų mėginių paėmimui. 2023 m. ekspedicijos metu buvo paimti 65 mėginiai, jų paėmimo vietų detalūs paviršiaus nuogulų ir supančio reljefo vaizdai užfiksuoti foto medžiagoje. Mėginių litologinė sudėtis ir kt. parametrai apibūdinti vizualiai kamerinių darbų metu Lietuvoje, o dalies mėginių (paimtų iš Eidembukto nerijos) tiksli granulimetrinė sudėtis nustatyta laboratorinių tyrimų metu.

Geologinis-geomorfologinis Eidembukta lagūnos apylinkių žemėlapis sudarytas MapInfo programinės įrangos priemonėmis, naudojantis

palydovinėmis fotonuotraukomis ir tuo pagrindu sudarytais reljefo skaitmeniniais modeliais, atliekant šios medžiagos geologinį-geomorfoliginį dešifravimą, taip pat panaudojant nerijos nuogulų litologinio apibūdinimo duomenis, granulimetrinių tyrimų rezultatus. Žemėlapių sudarymui labai svarbi buvo ir foto bei video medžiaga, sukaupia Lenkijos mokslų akademijos Okeanologijos instituto ir KU JTI tyrėjų lauko tyrimų ekspedicijose 2022 ir 2023 metais.

Deglaciacijos dinamikai patikslinti buvo atlikti dalies mėginių (21 vnt.), paimtų centrinėje tiriamo ploto dalyje – profilyje nuo vandenyno pakrantės iki ledyno pakraščio, gama daleles produkujančių radionuklidų spinduliuotės intensyvumo matavimai. Buvo nustatytas kai kurių radionuklidų (K-40, Cs-137, Pb-210, Pb-212, Pb-214) spinduliavimo intensyvumas, jį siejant su atmosferoje vykdytais branduoliniais bandymais, t. y. siekiant išsiaiškinti kokia tiriamos teritorijos dalis buvo nuledėjusi iki XX a. septintojo dešimtmečio pabaigos, kai minėti bandymai buvo nutraukti.

Rezultatai. Sudarytas Eidembukt'os lagūnos apylinkių geologinis-geomorfoliginis žemėlapis, kuriame pavaizduotas įvairios glacialinės genezės ir litologinės sudėties nuogulų pasiskirstymas bei reljefas, kurio formavimuisi esminę įtaką daro ledyno tirpsmas. Glacialinis reljefas ir nuogulos užima apie pusę glacigeniniam reljefui priskiriamo arealo. Duginės morenos plotams būdingas smulkiai kalvotas reljefas bei vietomis plytintys drumlinų laukai. Kartografuotos ir tokios glacialinio reljefo formos kaip pakraštiniai moreniniai gūbriai bei supraglacialiniai ledyno vidurio morenų gūbriai. Fliuvioglacialinis reljefas ir nuogulos labiau būdingi vakarinei tirtosios teritorijos daliai, kur, tirpstant ledynui, formuojasi zandrai, deltos, o ledyno plyšiuose – ozai, išnašų kūgiai. Limnoglacialinės (šiuo atveju ir lagūninės) nuosėdos paplitusios centrinėje teritorijos dalyje.

Prie glacialinio reljefo (distalinio jo pakraščio) šliejasi jūrinės kilmės reljefo darinys – Eidembuktos nerija, nusidriekusi išilgai vandenyno kranto. Nerijos nuogulų litologinė sudėtis labai įvairi: prie dinaminės kranto linijos suklotos žvirgždo-gargždų nuogulos bei žvirgždas, tuo tarpu nerijos centrinės dalies vakarinėje pusėje vyrauja vidutinis smėlis, rytinėje – smėlis su žvirgždu. Vyraujantis nerijos aukštis vakarinėje pusėje – apie 6-8 metrai, rytinėje pusėje nerija žemėja, čia jos vyraujantis aukštis – apie 4-6 metrai, žemiausias – apie 2 metrai aukščiau vandenyno vidutinio vandens lygio.

Radionuklidų spinduliuotės intensyvumo matavimai parodė, kad mėginiuose nėra iš atmosferos galėjusio iškristi Pb-210 radionuklido perteklinio kiekio, tuo tarpu Cs-137 radionuklidas užfiksuotas 3 mėginiuose: viename – vandenyno pakrantėje, ir dviejuose – periferinėje ir centrinėje

nuledėjusios teritorijos dalyse. Jo specifinis aktyvumas minėtuose mėginiuose siekia nuo 2,5–4,0 iki 5,6–6,2 Bq/kg.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Apie tiriamos teritorijos deglaciacijos pradžią galima spręsti tik pradedant 1936 metais, iš turimų tuometinių Eidembreen ledyno aerofotonuotaukų, kuriose šio ledyno pakraštys yra ties tuomet dar pusiau susiformavusia Eidembuktos nerija. Mėginys iš vandenyno pakrantės, kuriame nustatytas Cs-137 radionuklido aktyvumas, yra už Eidembreen ledyno liežuvio paplitimo ribų, tuo tarpu likusieji du mėginiai yra atitinkamai periferinėje ir centrinėje nuledėjusios teritorijos dalyse. Tai leidžia daryti prielaidą, kad ši teritorija iki XX a. septintojo dešimtmečio pabaigos jau buvo nuledėjusi, ir tai gerai koreliuojasi su Eidembuktos lagūnos formavimosi rekonstrukcijomis, sudarytomis aero- ir kosminių fotonuotaukų (darytų pradedant nuo 1976 metų) pagrindu (Olenin et al., 2023). Teoriškai su atmosferine pernaša susijusių radionuklidų spinduliuotės aktyvumas turėtų būti fiksuotas didesniame mėginių kiekyje, tačiau tenka atsižvelgti į tai, kad mėginiai buvo imti ne specialiai izotopiniams tyrimams, o orientuojantis į geologinės informacijos gavimą, todėl dalis radionuklidus talpinančių nuosėdų galėjo būti nuplauta ar kitaip sunaikinta įvairių vėlesnių geologinių procesų metu. Nepaisant to, minėti tyrimai davė pozityvų rezultatą, tad, esant reikalui, galėtų būti ir toliau plėtojami.

Špicbergeno salos krantai suformuoti iš kietų metamorfinių prekambro laikotarpio uolienų (Schaaf et al., 2018), tad birios medžiagos migracijai išilgai kranto nėra jokių sąlygų. Todėl galima pagrįstai teigti, kad Eidembuktos nerija susiformavo tik iš fluvioglacialinės medžiagos, kurią į Eidembuktos įlanką plukdė ledo tirpsmo vandens srautas, tekėjęs palei tirpstančio ledyno liežuvio pakraštį šiaurės-pietų kryptimi.

Kol kas, neturint giluminių tyrimų duomenų (pvz., geofizinių tyrimų bei gręžinių), neaišku, koks glacigeninių nuogulų storis ir koks tikrasis poledyninis reljefas yra tirtojoje teritorijoje. Tik tankesnis lauko stebėjimo taškų tinklas bei didesnis mėginių kiekis leistų labiau detalizuoti ir sudarytąjį geologinį-geomorfologinį žemėlapi.

Padėka. Tyrimai vykdyti įgyvendinant Lietuvos mokslo tarybos finansuojamą projektą EIDEMBUKTA „Naujos pakrantės lagūnos ekosistemos susidarymas po ledynų atsitraukimo Eidembuktoje Svalbardo Arktyje“ (S-MIP-22-48).

Tyrimo autoriai nuoširdžiai dėkoja tarptautinei tyrėjų komandai, prisidėjusiai prie paviršinių nuosėdų mėginių ėmimo, tyrimų vietų fotografavimo bei drono nuotaukų darymo 2022 ir 2023 m.: T. Politi, A. Šaškov, D. Lukashanets, G. Kilmonaitė (Lietuva), T. Jankowski, K. Jankowska, J. Jankowska-Kraus, E. Bączkowska, Z. Dunajska,

I. Jabłońska, I. Kiżewski, A. Pacek, J. Witek (Lenkija), A. Schillings (Švedija), B. Waitkus (JAV).

Autorių indėlis: A.D. – mėginių litologinis apibūdinimas, kosminių nuotraukų dešifravimas, duomenų interpretacija, geologinio-geomorfologinio žemėlapių sudarymas, teksto rašymas; A.B. – tyrimo koordinavimas, mėginių litologinis apibūdinimas, duomenų interpretacija, teksto rašymas; O.D. – mėginių litologinis apibūdinimas ir granulimetrinė analizė, duomenų interpretacija; J.M. – radionuklidų spinduliuotės matavimai, duomenų interpretacija; S.O. – vadovavimas lauko ekspediciniams darbams, mėginių paėmimas ir fotodokumentavimas, teksto rašymas; A.Š. – Eidembukta nerijos aukščių matavimai, mėginių paėmimas ir fotodokumentavimas; K.Š. – duomenų analizė ir apibendrinimas.

Literatūra

- Olenin S., Šiaulys A., Šaškov A., et al. 2023. Eidembukta Lagoon formation of a novel coastal lagoon ecosystem following glacier retreat. Polar Night Week 2023: posters session; poster RiS-ID 11962.
- Schaaf N.W., Osmundsen P.T., Van der Lelij R., et al. 2018. Tectono-sedimentary evolution of the eastern Forlandsundet Graben, Svalbard. Norwegian Journal of Geology, Vol. 100, 1–39.

ŠIKŠNOSPARNIŲ RUDENINĖ MIGRACIJA LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVNTĖJE

Karolina Dukanauskaitė^{1,2}, Austėja Lileikytė¹, Marija Igošina¹,
Julius Morkūnas^{1,2}

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, ²Pajūrio tyrimų ir planavimo
institutas, Klaipėda
dukanauskaitek@gmail.com

Įvadas. Šikšnosparniai yra vieninteliai skraidantys žinduoliai, priklausantys *Chiroptera* būriui (Gouge, et al., 2015). Nepaisant to, kad šikšnosparniai sudaro net penktadalį visų žinduolių rūšių, tai yra mažiausiai ištirtas žinduolių būrys (Frick, et al., 2020). Veisimosi sezonu šikšnosparniai mėgsta įsikurti pamiškėse, senų pastatų plyšiuose, senų medžių drevėse ir yra labai jautrūs šių buveinių pokyčiams, todėl jie yra geri ekologiniai indikatoriai (Jones, et al., 2009). Metų eigoje jie keičia savo sezonines buveines migruodami. Pagal migracijos ypatumus skirstomi į tolimuosius, regioninius ir sėsluosius migrantus (Fleming, 2019). Šikšnosparnių migracijos keliams didelę įtaką daro antropogeniniai veiksniai, ypač vėjo elektrinių parkai, jų statyba ir eksploatavimas. Yra pastebėta, jog po vėjo elektrinėmis aptinkama žuvusių šikšnosparnių (Cryan, Barclay, 2009). Jie miršta nuo tiesioginio susidūrimo su mentėmis arba dėl barotraumos, kurią sukelia besisukančių menčių sukurtas slėgio pokytis (Rydell, et al., 2010). Šikšnosparnių apsaugai yra ypač svarbios žinios apie jų migracijos aktyvumą ir jo priežastis. Kiekviena rūšis skleidžia unikalų garso dažnį, pagal kurį galima ją identifikuoti ir įvertinti šikšnosparnių aktyvumą ir gausą aplinkoje, todėl tyrimams dažniausiai naudojami ultragarso detektoriai.

Tyrimo tikslas: nustatyti šikšnosparnių rudeninės migracijos aktyvumą ir rūšinę įvairovę Baltijos jūros priekrantėje 0,3, 5 ir 30 km atstumu nuo kranto.

Metodika. Šikšnosparnių migracijos tyrimai buvo vykdyti 2022 m. nuo liepos 28 d. iki spalio 15 d. trijose vietose: ant Palangos tilto (0,3 km nuo kranto), Būtingėje (iš laivo) 5 km atstumu nuo kranto ir atviroje jūroje – ~30 km nuo kranto ties Palanga. Tyrimui buvo naudojami *Song Meter SM4BAT FS* (Wildlife Acoustics) ultragarso detektoriai su U2 mikrofonais (Wildlife Acoustics) (pagaminta JAV). Detektoriai buvo užprogramuoti taip, kad automatiškai įsijungtų 30 min. prieš saulėlydį ir išsijungtų 30 minučių po saulėtekio. Tuomet jie buvo užkabinti Palangos tilto pabaigoje ant apšvietimo stulpo, prie Būtingės terminalo budinčiame laive ir ant vėjo ir aplinkos parametrus matuojančio plūduro atviroje jūroje, planuojamo vėjo elektrinių

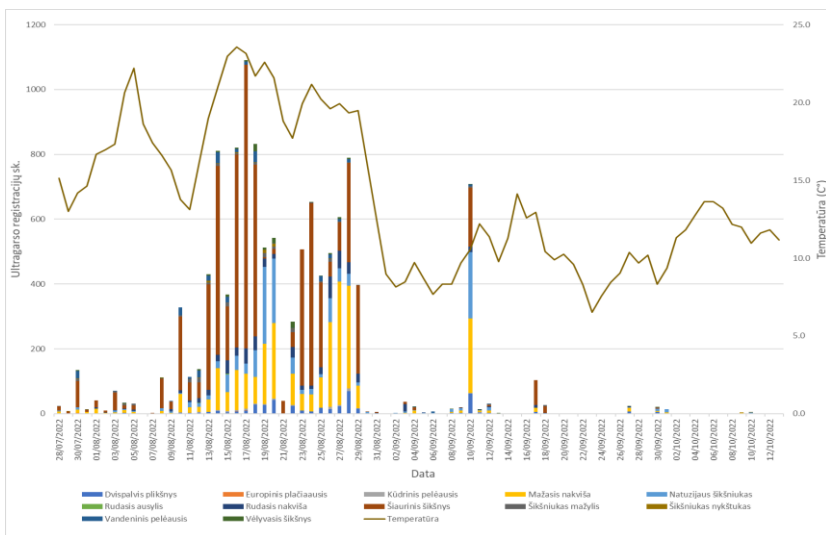
parko teritorijoje. Surinkti duomenys buvo analizuojami, naudojant *Kaleidoscope pro (Wildlife Acoustics)* programinę įrangą, identifikuojančią rūšis pagal garso dažnį ir sonogramos formą. Programinė įranga yra užprogramuota identifikavimą atlikti automatiškai, tačiau dalis įrašų buvo patikrinta specialistų, kad rūšys būtų identifikautos teisingai. Statistinei analizei naudota *Rstudio* ir *Microsoft Excel* programos.

Rezultatai ir rezultatų aptarimas. Vietovės skyrėsi tiek rūšine sudėtimi, tiek ir gautų įrašų skaičiumi. Palangoje užfiksuota 11759 registracijų, Būtingėje 1046 registracijų ir atviroje jūroje 12 registracijų. Intensyviausia migracija buvo ant Palangos tilto, šioje vietoje nuo pirmųjų registracijų iki rugsėjo 30 dienos buvo 8 kartus daugiau šikšnosparnių ultragarso registracijų nei Būtingėje ir 729 kartus daugiau nei atviroje jūroje. Analizuojant duomenis buvo atsižvelgiama į šikšnosparnių ultragarso signalų intensyvumo pasiskirstymą pagal dienas, intensyvumo priklausomybę nuo vėjo greičio, krypties ir oro temperatūros. *Spearman*'o koreliacijos testai parodė, kad Palangoje šikšnosparnių registracijų ir temperatūros koreliacija yra stipri ($\rho=0,7$) ir statistškai reikšminga ($p=5,062e^{-11}$), su vėjo kryptimi koreliacijos stiprumas vidutinis ($\rho=-0,4$, $p=0,001$), o su vėjo greičiu ryšys silpnas ir statistškai nereikšmingas ($\rho=-0,2$, $p=0,1$). Tolimesnei analizei dėmesys buvo skiriamas oro temperatūros ir įrašų skaičiaus sąveikai, kadangi jie turėjo stipriausią koreliaciją. Didėjant temperatūrai, didėja ir šikšnosparnių aktyvumas (1 pav.). Aktyviausia migracija užfiksuota rugpjūčio mėnesį. Nuo rugsėjo aktyvumas žymiai sumažėjo dėl jų įprastos migracijos elgsenos ir temperatūros sumažėjimo rugpjūčio 29 dieną. Rugsėjo 10 d. matomas šikšnosparnių aktyvumo šuolis dėl pakilusios temperatūros.

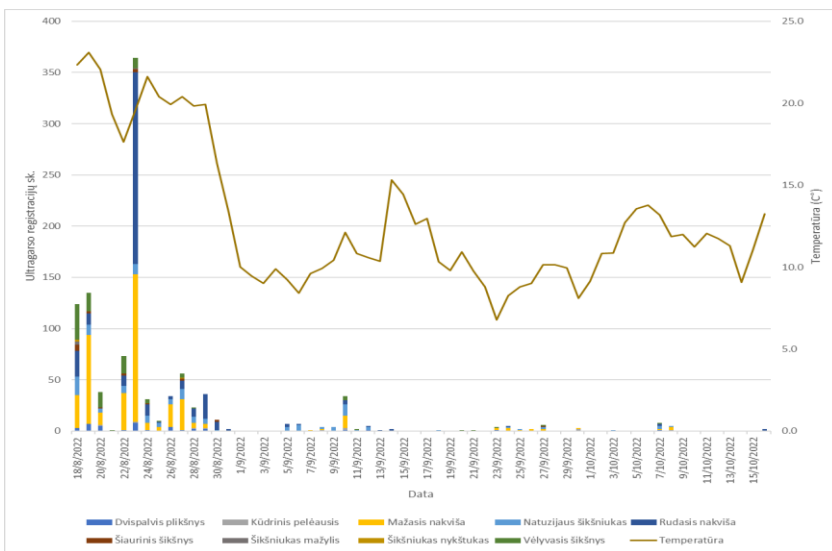
Būtingėje duomenys buvo pradėti rinkti tik nuo rugpjūčio 18 d., tačiau koreliacijos rezultatai labai panašūs, svarbiausiais kriterijais išlieka temperatūra ir vėjo kryptis. Šikšnosparnių registracijų ir temperatūros koreliacijos stiprumas vidutinis ($\rho=0,4$) ir statistškai reikšmingas ($p=0,001$), su vėjo kryptimi koreliacijos stiprumas taip pat vidutinis ($\rho=-0,4$, $p=0,001$), o registracijų skaičiaus ir vėjo greičio ryšys silpnas ($\rho=-0,26$, $p=0,04$). Aktyviausias migracijos laikas rugpjūčio 23 dieną, kuomet buvo užfiksuota daugiausia šikšnosparnių registracijų (2 pav.). Vėliau šis aktyvumas sumažėjo ir išliko labai mažas dėl sumažėjusios temperatūros ir migracijos elgsenos. Vėjo kryptis didžiausią įtaką turėjo tik intensyviausiu migracijos laikotarpiu (rugpjūčio mėn.), daugiausia registracijų buvo fiksuojama vyraujant pietryčių krypties vėjui.

Jūroje 30 km atstumu nuo kranto buvo tik 12 registracijų, tai 87 kartus mažiau nei buvo užregistruota Būtingėje. Dėl per mažo duomenų kiekio statistiniai testai šiam tyrimo taškui nebuvo taikomi.

Jūros ir krantų tyrimai 2024. Konferencijos medžiaga



1 pav. Oro temperatūra ir šikšnosparnių ultragarso registracijų skaičius ant Palangos tilto.



2 pav. Oro temperatūra ir šikšnosparnių ultragarso registracijų skaičius 5 km atstumu nuo jūros kranto (Būtingėje).

Išvados. Migracija aktyviausiai vyko rugpjūčio mėnesį, Palangoje aktyviausia migracijos diena buvo nustatyta rugpjūčio 17 d. Šios dienos registracijos sudarė 10 % visų registracijos įrašų, o visas rugpjūčio mėnuo – net 90 %. 5 km nuo jūros kranto aktyviausia migracijos diena buvo nustatyta rugpjūčio 23 d., šios dienos įrašai sudarė 35 % visų įrašų., Virš Palangos tilto fiksuota migracija buvo žymiai aktyvesnė nei jūroje, todėl galima daryti išvadą, kad pro Lietuvą migruojantys šikšnosparniai savo migracijos kelius renka arčiau kranto ir nenaudoja migracijai atviros jūros. Atliktas tyrimas parodė, jog didžiausią įtaką šikšnosparnių migracijai darantys oro parametrai yra temperatūra ir vėjo kryptis.

Padėka. Dėkojame VšĮ Pajūrio tyrimų ir planavimo institutui už šikšnosparnių migracijos duomenis. Duomenys surinkti, atliekant poveikio aplinkai vertinimą jūros vėjo elektrinių statybai.

Literatūra

- Cryan P. M., Barclay R. M. R. 2009. Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: Hypotheses and Predictions. *Journal of Mammalogy*, Volume 90, Issue 6
- Fleming T. H. 2019. Bat Migration. *Encyclopedia of animal behavior*, p. 605.
- Frick W.F., Kingston T., Flanders J. 2020. A review of the major threats and challenges to global bat conservation. *Annals of the new York Academy of Sciences*, 1469(1), 5–25.
- Gouge D., Li S., Nair S. 2015. Bats.
- Jones G., Jacobs D. S., Kunz T.H., et al. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1–2), 93–115.
- Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M. J., et al. 2010. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? *European Journal of Wildlife Research*, 56, 823–827.

KRETINGOS PARKO I TVENKINIO VANDENS KOKYBĖS TYRIMAS

**Ugnė Embrasaitė, Donata Overlingė, Diana Vaičiūtė, Marija
Kataržytė, Greta Kalvaitienė, Ieva Sakovskaja, Martyna
Pareigytė, Jolita Petkuvienė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
ugne.embrasaite@ku.lt

Įvadas. Vandens telkiniai miesteliuose yra puiki rekreacinė vieta (Jakubiak ir Chmielowski, 2020). Prie vandens telkinių suformuojami parkai, kuriuose gyventojai gali pailsėti vaikščiiodami pakrantėse, gėrėtis augalų ir paukščių bioįvairove. Jeigu telkinys tinkamas, įrengiama infrastruktūra įvairioms vandens pramogoms (maudynėms, irklavimui ir pan.). Tačiau intensyvus pakrančių naudojimas, gyvenamųjų namų statyba arti vandens telkinio ar į jį įtekančio upelio bei klimato kaitos sukelti dažni ir intensyviūs krituliai nuplauna maistines ir kenksmingas medžiagas nuo urbanizuotų teritorijų paviršių ir dirbamų laukų į įtekančią upelį ar tiesiogiai į miestelio telkinį (Whitehead ir kt., 2009). Perteklinis maistinių medžiagų patekimas skatina vandens telkinio ekologinės būklės blogėjimą (Polazzo ir kt., 2022). Neretai miestelių nedidelių vandens telkinių būklė nėra vertinama pagal LR aplinkos ministro įsakymu patvirtintą metodiką (LR AM, 2021), išskyrus didžiųjų miestų savivaldybių parinktus vandens telkinius. Jeigu vandens telkinys turi oficialią maudymosi vietą, tuomet atliekamas vertinimas pagal maudykloms taikomą Lietuvos higienos normą HN 92:2018 (LR SAM, 2021), tačiau vertinime dėmesys skiriamas biologiniams parametrams. Cheminiai rodikliai, pvz. maistinės medžiagos, nėra tiriamos ir vertinamos.

Darbo tikslas – įvertinti Kretingos miestelio Kretingos parko I tvenkinio vandens kokybę 2023 m. gegužės-rugsėjo mėnesių laikotarpiu.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti fosforo formų pasiskirstymą Kretingos parko I tvenkinyje bei į/iš tvenkinio įtekančiame ir ištekančiame vandenyje vasaros laikotarpiu.
2. Įvertinti kiek fosforo formų atnešama ir išnešama į/iš Kretingos parko I tvenkinio maudymosi laikotarpiu.

Metodai. Tyrimas buvo atliktas Kretingoje 3-ose tyrimo vietose: 1) Kretingos parko I tvenkinyje, 2) įtekančiame į tvenkinį upelyje ir 3) ištekančiame iš tvenkinio upelyje. Vandens mėginiai imti kas antrą savaitę 2023 metų gegužės–rugsėjo mėnesiais. Kiekvienoje tyrimo vietoje buvo matuojamos bendrosios vandens charakteristikos: vandens temperatūra,

ištirpusio deguonies koncentracija, pH ir savitasis laidis, naudojant multimetrą YSI 460. Taip pat buvo matuojamas biocheminio deguonies suvartojimas per septynias paras (BDS_7), vadovaujantis pagal LST EN ISO 1899-2:2000 reikalavimus. Bendrojo (TP) ir bendrojo ištirpusio fosforo (TDP), ištirpusio neorganinio (DIP) fosforo analizei vandens mėginiai pirmiau buvo nufiltruoti per GF/F filtrus. Analizės atliktos spektrofotometru mėlynojo molybdato metodika, TDP ir TP analizei mėginiai analizuoti po rūgštinės peroksodisulfatinės oksidacijos (Grasshoff ir kt. 1983). Dalelinis fosforas (PP) apskaičiuotas kaip TP-TDP. Įtekėjimo į tvenkinį ir ištekėjimo iš tvenkinio vietose matuotas debitas.

Rezultatai. Vidutinė vandens temperatūra visuose tiriamuose telkiniuose svyravo nuo 15 °C iki 20 °C. Ištirpusio O_2 koncentracijos vidurkis siekė 5,0 mg/l įtekėjime į tvenkinį, 10,0 mg/l tvenkinyje ir 12,0 mg/l ištekėjime iš tvenkinio (1 lentelė).

1 lentelė

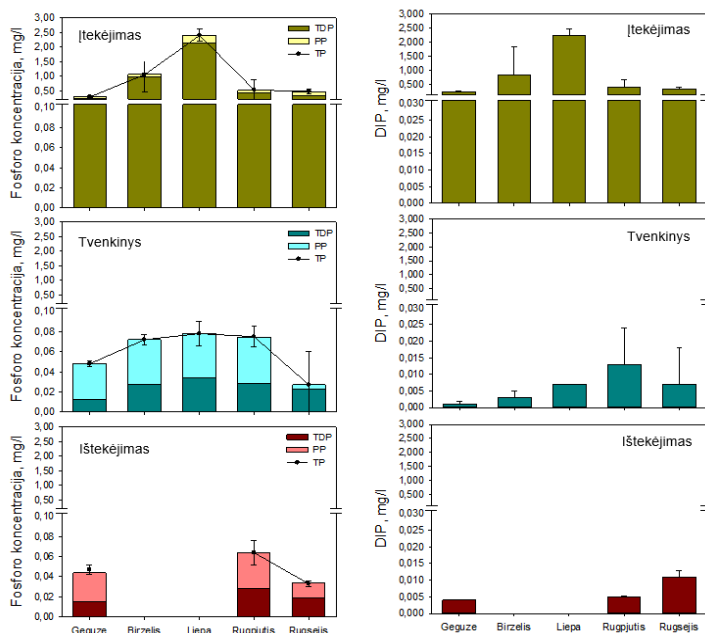
Bendrosios vandens charakteristikos Kretingos parko tyrimo vietose. Vidurkis±standartinis nuokrypis

	Įtekėjimas	Tvenkinys	Ištekėjimas
Temperatūra, °C	15 ± 1	20 ± 1	19 ± 2
O_2 konc, mg/l	5,0 ± 3,2	10,4 ± 1,7	11,9 ± 1,8
pH	7,5 ± 0,3	8,4 ± 0,2	8,2 ± 0,3
Savitasis laidumas, $\mu S/cm$	571 ± 131	362 ± 20	377 ± 66
BDS_7, mg/l	9,1 ± 7,0	4,9 ± 0,8	4,8 ± 1,0

Kretingos tvenkinyje ir ištekėjime pH vidutinės vertės siekė 8,2–8,4, o įtekėjime nustatyta žemiausia vidutinė pH reikšmė, siekianti 6,8. Savitasis laidumas tyrimo vietose kito nuo 305 iki 871 $\mu S/cm$. Didžiausia vidutinė reikšmė išmatuota įtekėjime (571 $\mu S/cm$), o žemiausia (305 $\mu S/cm$) tvenkinyje. BDS_7 reikšmės įtekėjime į tvenkinį kito nuo 1,6 iki 20,6 mg/l. Tarp tvenkinio (4,9 mg/l) ir ištekėjimo (4,8 mg/l) išmatuotų BDS_7 reikšmių matomas nežymus skirtumas.

Atlikta analizė parodė, kad Kretingos tvenkinio įtekėjime buvo nustatytos didžiausios TP ir DIP koncentracijos šiltojo periodo metu, ypač liepos mėn (2,4 mg/l TP ir 2,2 mg/l DIP) (1 pav.). Vidutinės TP koncentracijos tvenkinyje siekė 0,06±0,02 mg/l, įtekėjime 0,95±0,86 mg/l, o ištekėjime 0,05±0,02 mg/l. DIP koncentracijos vidurkiai tarp telkinių kito nuo 0,006±0,004 mg/l (tvenkinyje ir ištekėjime) iki 0,798±0,832 mg/l (įtekėjime). DIP koncentracija įtekėjime sudarė apie 80 % TP kiekio. Kitose tyrimo vietose DIP sudarė nuo 2 % iki 26 % TP kiekio.

Įtekėjime ištirpęs neorganinis fosforas (TDP) sudarė didžiąją dalį TP, kuris vidutiniškai siekė 84 %, o birželio mėnesį – net 93 % (1 pav.). Tvenkinyje TDP vidutiniškai sudarė 46 %, tačiau rugsėjo mėnesį ištirpusi forma dominavo ir sudarė 85 % viso TP.



1 pav. Bendro ištirpusio (TDP), dalelinis (PP), bendrojo fosforo (TP) ir ištirpusio neorganinio fosforo (DIP) koncentracijų pasiskirstymas tyrimo vietose.

Gauti srauto rezultatai rodo, kad 98 % įnešamo TP yra užlaikoma tvenkinyje ir į kitą telkinį nepernešama (2 pav.).



2 pav. Vidutinis bendro fosforo (mėlynas) ir ištirpusio neorganinio fosforo (žalias) srautas Kretingos parko įtekančiame ir ištekančiame upeliuose. Vienetai: g/dieną.

Didžiausias užlaikymas birželio–liepos mėnesiais, kuomet nukritus vandens lygiui vanduo iš tvenkinio neišteka. Tuo tarpu DIP tik 0,3 % išnešama į kitą tvenkinį, o visas patekęs DIP yra asimiliuojamas I tvenkinyje.

Rezultatų aptarimas. Kretingos parko I tvenkinys yra vidutiniškai pratakus telkinys, kuris maitinamas įtekančiu upeliu, o per užtvanką vanduo išteka į kitą dirbtinį tvenkinį. Per urbanizuotą teritoriją tekančiame įtekančiame upelyje nustatytos žemiausios ištirpusio O_2 koncentracijos bei didžiausios BDS_7 reikšmės. Tai indikuoja apie organinę taršą. TP ir DIP koncentracijos šiame tyrimo taške taip pat nustatytos net 16–20 kartų (TP) ir 122–130 kartų (DIP) didesnės nei tvenkinyje ir ištekJime, kurios didžioji dalis sudaro biologiškai prieinama forma. Tai rodo stiprią antropogeninę taršą aplinkinėje teritorijoje, kuri patenka į upelį.

Vertinant tyrimo vietas pagal paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės maistingųjų medžiagų rodiklius (LR AM, 2021), įtekančias upelis pagal ištirpusio O_2 koncentraciją atitinka blogą, BDS_7 – labai blogą klases. DIP ir TP išmatutos vertės net 2 kartus viršija labai blogos kokybės nustatytus įverčius. Tuo tarpu tvenkinys pagal BDS_7 rodiklį atitinka vidutinę, o pagal TP rodiklį – gerą klases. Rezultatai gali būti žemesniais įverčiais, nes vertinimas reikalauja metinių vidurkių, tačiau įtekančiame upelyje, tikėtina, kad koncentracijos nesušvelnėtų iki geros ar labai geros klasės.

Šis tyrimas rodo, kad į tvenkinį įtekančias upelis atneša daug fosforo junginių, ypač biologiškai prieinamos formos. Visos medžiagos vasaros laikotarpiu užlaikomos tvenkinyje. Maistinių medžiagų užlaikymas vandens telkinyje kelia grėsmę ateityje, nes tai gali tapti vidiniu fosforo šaltiniu, palaikančiu intensyvių fitoplanktono vystymąsi ypač vasaros laikotarpiu.

Išvados. Nagrinėtu laikotarpiu išmatuotas TP kiekis Kretingos parko I tvenkinyje ir ištekJime siekė 0,04–0,06 mg/l, atitinkamai 10 % ir 14 % jų sudarė DIP. ĮtekJime vidutinė TP koncentracija buvo $0,95 \pm 0,23$ mg/l, iš kurio 78 % sudarė DIP.

Maudymosi laikotarpiu į Kretingos parko I tvenkinį atnešamo TP ir DIP yra daugiau nei 98 % užlaikoma tvenkinyje, o į kitą tvenkinį išnešama tik minimali dalis (0,3–2 %).

Literatūra

- Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. 1983. Methods of Seawater Analysis, 2nd ed. Berlin: Verlag Chemie.
- Jakubiak M., Chmielewski K., 2020. Identification of urban water bodies ecosystem services. Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus, 19(3), pp.73–82.
- Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija (LR AM). 2021. Įsakymas dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo. 2007 m. balandžio 12 d. Nr. D1-210.
- Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministerija (LR SAM). 2021. Lietuvos higienos normos (HN 92:2018). Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė.

- Polazzo F., Roth S. K., Hermann M., et al. 2022. Combined effects of heatwaves and micropollutants on freshwater ecosystems: Towards an integrated assessment of extreme events in multiple stressors research. *Global change biology*, 28(4), 1248–1267.
- Whitehead P. G., Wilby R. L., Battarbee R. W., et al. 2009. A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological sciences journal*, 54(1), pp.101–123.

NEVYRIAUSYBINIŲ ORGANIZACIJŲ VEIKLOS EFEKTYVUMO SIEKIANT BIOLOGINĖS ĮVAIROVĖS KONVENCIJOS TIKSLŲ „30 IKI 30“ VERTINIMAS IR KARTOGRAFAVIMAS

Vita Gardauskė¹, Ramūnas Povilanskas¹, Eglė Baltranaitė²

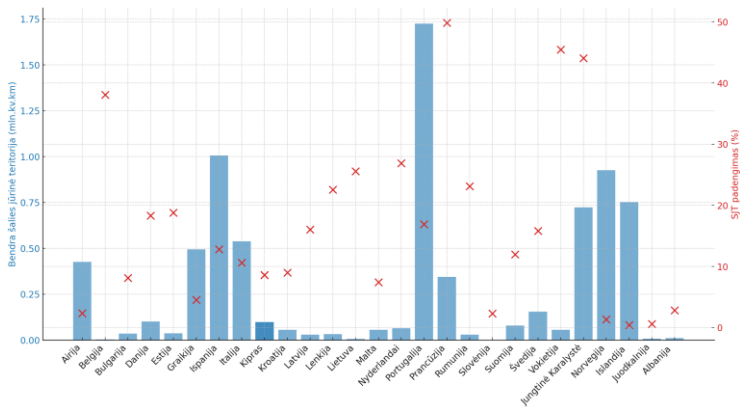
¹Klaipėdos universitetas, Klaipėda, ²Mykolo Romerio universitetas, Vilnius
vita.gardauske@ku.lt

Įvadas. Biologinės įvairovės konvencija (BĮK) 2010 m. pasaulio viršūnių susitikime (COP10) priėmė Aichi biologinės įvairovės tikslus, kurių 11-asis numatė ne mažiau kaip 17 % sausumos ir vidaus vandenų bei 10 % pakrančių ir jūrų teritorijų, paversti saugomomis. Siekį plėsti saugomas teritorijas sustiprino ir 2015 m. Jungtinių tautų (JT) paskelbti Darnaus vystymosi tikslai (DVT, 2015), kurių 14.5 tikslas siekia išsaugoti bent 10 % pakrančių ir jūrų teritorijų. Europoje saugomų teritorijų plėtrą paskatino Europos sąjungos 2020 metais priimta 2030 Biologinės įvairovės strategija, kurioje numatoma teisiškai apsaugoti ne mažiau kaip 30 % ES sausumos ir 30 % ES jūros teritorijos. Tačiau stiprėjant klimato krizei, 2022 m., Kunmingo ir Monrealio pasaulio viršūnių susitikime (COP15) BĮK priėmė 23 dar platesnio užmojo tikslus (BĮK, 2022), kurių 3-asis numato – išsaugoti ir tvarkyti ne mažiau kaip 30 % sausumos, vidaus vandenų, jūrų ir pakrančių teritorijų. Šie tarptautiniai tikslai paskatino saugomų jūrinių teritorijų (SJT) (*angl. MPA*) plėtrą, kurios šiai dienai yra sparčiausiai auganti saugomų teritorijų rūšis pasaulyje pagal aprėptį (Dudley ir Hockings, 2017). Šiai dienai saugomų sausumos ir vidaus vandenų plotas pasaulyje siekia 16,1 %, o jūrinės teritorijos 8,19 %, iš kurių efektyviai saugoma mažiau nei 3 %. Tuo tarpu Europoje jūrinės saugomos teritorijos sudaro 12,4 % iš kurių efektyviai saugoma tik 1,8 % (WDPA). Didelis dėmesys kiekybės, o ne kokybės užtikrinimui, kelia mokslinės bendruomenės susirūpinimą (Edgar G., 2014, Grorud-Colvert, ir kt. (2021) ir kt.). 2017 m. atliktoje studijoje, tiriančioje 218 ilgai veikiančių saugomų teritorijų socialinius ir ekonominius veiksnius bei ekologinio poveikio ryšį, nustatyta, kad tik 35 % SJT buvo tinkamai finansuojamos, 13 % buvo atliekama mokslinė stebėseną ir tik 9 % pranešė apie tinkamą darbuotojų skaičių. Personalo ir finansavimo trūkumas buvo stipriausi veiksniai, turėję įtakos saugojimo efektyvumui (Gill D., ir kt. 2017). Daugelis mokslininkų pripažįsta, kad SJT tikslai negali būti pasiekti be gyventojų įtraukimo į SJT kūrimą ir įgyvendinimą (Christie ir kt. 2003). Todėl būtina pagerinti saugomų jūrinių teritorijų plėtrą ir valdymą įtraukiant visuomenę.

Metodai. Šiuo metu atliekama literatūros, įstatymų ir atliktų mokslinių tyrimų apžvalga nagrinėjamoje temoje. Taip pat yra sudaromas nevyriausybinių organizacijų (NVO), kurios valdo Europoje esančias SJT, duomenų rinkinys, naudojant viešai skelbiamus pasaulinės saugomų teritorijų duomenų bazės (WDPA) duomenis, taip pat kitus tarptautinius ir regioninius duomenų rinkinius, valstybinio ir privataus sektoriaus skelbiamą ir viešai prieinamą informaciją. Remiantis gautais literatūros, įstatymų bei mokslinių tyrimų apžvalgos rezultatais bus atrinkti tinkami tiriamieji duomenų rinkiniai vertinti, kurie vėliau bus atvaizduoti kartografiniu būdu, naudojant GIS įrankyną. Skirtinguose sluoksniuose bus pažymėti tiriamieji, galiojančiais teisės aktais ir reglamentais nustatytos ir numatomos SJT, jų saugumo kategorijos ir efektyvumo rezultatai, remiantis valdymo efektyvumo stebėjimo priemone (METT), Pasaulio banko 258 saugomų teritorijų vertinimo kortele ir NOAA Koralinių rifų išsaugojimo programos (CRCP) 259 saugomų teritorijų valdymo vertinimo kontroliniu sąrašu.

Rezultatai. Šiuo metu atliekama literatūros, įstatymų ir atliktų mokslinių tyrimų apžvalga nagrinėjamoje temoje padės apibendrinti žinias ir nustatyti būsimų tyrimų prioritetus bei įvertinti sudarytą duomenų rinkinį. NVO duomenų rinkinyje apžvelgiami skirtingi indikatoriai: SJT kategorija, SJT valdymo struktūra, organizacijos struktūra, geografinė padėtis, organizacijos veikimo geografinė, darbo metodika, finansavimas, pasiekti tikslai, darbuotojų skaičius ir išsilavinimas, poveikis visuomenei.

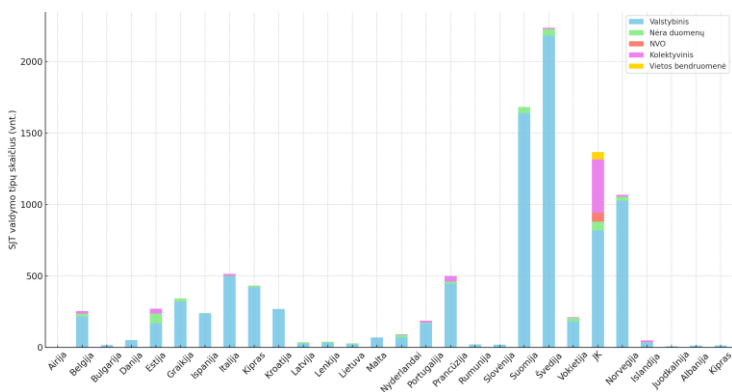
Remiantis WDPA duomenimis SJT Europos šalyse yra pasiskirsčiusios netolygiai – nėra tiesioginio ryšio tarp valstybei priklausančios jūrinės teritorijos ir SJT dydžio (1 pav.).



1 pav. Bendras jūros plotas ir SJT aprėptis (%) pagal šalis Europoje.

Į vertinimą neįtraukus jūros neturinčias ar mažą (<1000 km²) jūros plotą turinčias valstybes (Austrija, Čekija, Liuksemburgas, Slovakija, Vengrija, Slovėnija), didžiausias SJT teritorijas (procentine išraiška valstybei priklausančiai jūrinei teritorijai) turi Prancūzija (49,82), Vokietija (45,46), Jungtinė Karalystė (44,06) ir Belgija (38,06). Tuo tarpu tokios šalys kaip Islandija, Juodkalnija ir Norvegija smarkiai atsilieka SJT plėtroje ir įgyvendinime. Dėmesį atkreipia tai, kad Belgija, Prancūzija ir Jungtinė Karalystė, iš kitų šalių išsiskiria SJT valdymo tipu (įtraukiant visuomenę) (2 pav.).

SJT valdymas įtraukiant visuomenę Jungtinėje Karalystėje sudaro net 36 %, Belgijoje 12 %, o Prancūzijoje 8 % visų SJT (2 pav.).



2 pav. Valdymo tipų pasiskirstymas saugomose jūrinėse teritorijose pagal šalis.

Išvados. Nors Europoje padaryta didelė pažanga plečiant SJT, tačiau šalių rezultatai išlieka nevienodi. Prancūzija kitas šalis vidutiniškai lenkia keturis, o Jungtinė Karalystė ir Belgija apie tris kartus. Šios valstybės iš kitų išsiskiria ir tuo, kad į dalį SJT kūrimo ir valdymo įtraukia bendruomenę. Kadangi pastaruoju metu ryškėja nerimą keliantis atotrūkis tarp SJT plėtos ir efektyvumo užtikrinimo, o įvairūs tyrimai rodo, kad bendruomenių dalyvavimas yra būtinas siekiant ambicingų pasaulinių išsaugojimo tikslų, galima teigti, kad vietos suinteresuotieji subjektai ir NVO atlieka svarbų vaidmenį ne tik plečiant saugomų teritorijų geografinę aprėptį, bet ir užtikrinant veiksmingą jų valdymą. Reikalinga atlikti tolimesnius tyrimus, kad būtų galima ištirti, kaip NVO prisideda prie SJT plėtos ir įgyvendinimo Europoje, įvertinant įvairius socialinius, ekonominius ir fizinius geografinius veiksnius. Tai padės nustatyti veiksmingas valdymo strategijas ir valdymo

sistemas, pagrįstas bendruomenės dalyvavimu, taikant tyrimo „iš apačios į viršų“ (angl. bottom – up) principą.

Literatūra

- DVT 2015: United Nations, 2015, 'Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development', United Nations (<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>) Žiūrėta vasario 1, 2021.
- BJK 2010 Aichi tikslai: Convention on Biological Diversity. (2010). Strategic plan for biodiversity 2011-2020, including Aichi biodiversity targets. Žiūrėta vasario 1 d.: <https://www.cbd.int/sp>.
- BJK 2022: Convention on Biological Diversity. (2022). Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. Žiūrėta vasario 1 d. <https://www.cbd.int>.
- Christie P., Buhat D., Garces L. R., et al. 2003. The challenges and rewards of community-based coastal resources management: San Salvador Island, Philippines. Contested nature—promoting international biodiversity conservation with social justice in the twenty-first century. SUNY Press, New York, 231–249.
- Dudley N., Hockings M., Stolton S., et al. 2018. Priorities for protected area research.24. 10.2305/IUCN.CH.2018.PARKS-24-1ND.en.
- Edgar G. J., Stuart-Smith R. D., Willis T.J., et al. 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. Nature, 506(7487), 216–220. <https://doi.org/10.1038/nature13022>
- ES biologinės įvairovės strategija iki 2030 2020. Žiūrėta vasario 1 d. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d01aa75ed71a1.0014.02/DOC_1&format=PDF.
- Gill D. A., Mascia M. B., Ahmadi, et al. 2017. Capacity shortfalls hinder the performance of marine protected areas globally. Nature, 543(7647), 665–669.
- Grorud-Colvert K., Sullivan-Stack J., Roberts C., et al. 2021. The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean. Science, 373(6560), p.eabf0861.
- Page M. J., McKenzie J. E., Bossuyt P. M., et al. 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Bmj, 372.
- Staub F., Hatzioilos M.E. 2004. Score card to assess progress in achieving management effectiveness goals for marine protected areas. World Bank, 29, p.32938.
- Stolton S., Hockings M., Dudley, et al. 2007. Reporting progress in protected areas a site-level management effectiveness tracking tool. World Bank/WWF Forest Alliance published by WWF, Gland, Switzerland.
- UNEP-WCMC and IUCN Protected Planet 2024: The World Database on Protected Areas (WDPA), [02/2024], Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN.

GEOINFORMACINIŲ SISTEMŲ TAIKYMAS VĖJAŽUVIŲ *Belone belone* (LINNAEUS, 1760) NERŠTAVIEČIŲ NUSTATYMO LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE

Sandra Gečaitė, Martynas Bučas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
sandra.gecaite@ku.lt

Ivadas. Vėjažuvė *Belone belone* (Linnaeus, 1760) – jūrinė žuvų rūšis, plačiai paplitusi šiaurės rytų Atlanto vandenyne, Šiaurės jūroje, Viduržemio ir Juodojoje jūrose bei aptinkama Baltijos jūroje (Veneranta et al., 2021). Vėjažuvė yra komercinė žuvų veislė, eksploatuojama Baltijos jūroje, tačiau Lietuvos priekrantėje sugaunama tik pavasarį neršto metu: gegužės – birželio mėnesiais. Po neršto seklesniuose vandenyse vėjažuvės sugrįžta į atvirus vandenius. Dėl antropogeninės veiklos kylanti vidutinė pasaulinė temperatūra lemia didėjančią vandens paviršiaus temperatūrą, kas skatina ankstesnę šios rūšies migraciją, taip pat plečia reprodukcijos arealą Baltijos jūroje. Per pastarąjį dešimtmetį atlikti stebėjimai rodo, kad vėjažuvės neršia šiaurinėje Baltijos jūros dalyje, o esant palankiai vandens temperatūrai, suaugusios vėjažuvės net migruoja į Botnijos įlanką. Iki šiol yra itin mažai žinių apie vėjažuvės reprodukciją Baltijos jūroje (ypač pietrytinėje priekrantėje), todėl yra svarbu atlikti ilgalaikius neršto stebėjimus Lietuvoje priekrantėje.

Ši rūšis nerštui renkasi seklią priekrantę, kur ikreliai yra dedami ant povandeninių vandens augalų. Vatų jūroje vėjažuvė neršia jūržolių *Zostera noltii* sąžalynuose (Polte and Asmus, 2006). Lietuvos priekrantėje jūržolių augavietės neaptiktos nuo 2000 m., todėl tikėtina, kad vėjažuvės gali neršti ant stabiliaus substrato (riedulių-gargždo) apaugusio žaliadumbliais (*Cladophora glomerata*) arba raudondumbliais (*Furcellaria lumbricalis*, *Ceramium spp.*, *Vertebrata fucoides*).

Lietuvos priekrantės jūrinių makrodumblių rūšių pasiskirstymo žemėlapis buvo sudarytas iš 1993-1997 m. lauko tyrimų palei šiaurinę priekrantę medžiagos (Labanauskas, 1999). Tam buvo naudotas mažo tikslumo globalinės padėties nustatymo sistemos (GPS) imtuvai (iki 100 m), ankstesni dugno litologijos ir batimetrijos duomenys (kurie nėra aprašyti), todėl makrodumblių žemėlapis yra santykinai netikslus. Nuo 2000 m. makrodumblių bendrijos buvo vertintos tikslesniais GPS imtuvais (5-50 m) ir didesne tyrimų erdvine rezoliucija (tankesnis tyrimo vietų išdėstymas), todėl sukaupta medžiaga bei detalesni dugno litologijos ir batimetrijos duomenys

leidžia tiksliau sukartografuoti makrodumblių pasiskirstymą. Taikant geoinformacinės sistemos (GIS) metodus galima interpoliuoti makrodumblių padengimą tarp tyrimo vietų, perdengiant geografinius sluoksnius (litologiją ir batimetriją) išskirti potencialias augavietes bei erdvinius dėšningumus. Taigi, šio tyrimo tikslas yra nustatyti potencialias vėjažuvis nerštavietes Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje, naudojant GIS metodus.

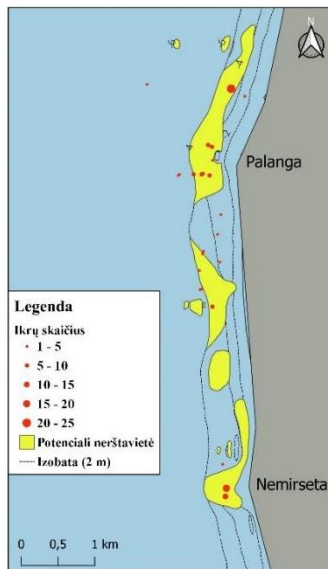
Metodai. Naudoti makrodumblių 1993-2023 m. tyrimų duomenys gauti nardant ir filmuojant povandenine kamera skirtingų projektų metu. Taip pat naudotas Lietuvos priekrantės jūros dugno makrodumblių bendrųjų pasiskirstymo žemėlapis (Labanauskas, 1999), GIS duomenys apie dugno nuosėdų litologiją (Trimonis, 2005) ir batimetriją (Bitinas et al., 2005).

2020 m. birželio 4 d. buvo nardoma potencialiose vėjažuvių nerštavietėse, fiksuojant aplinkos parametrus, renkami skirtingo makrodumblių substrato (*V. fucoides*, *Cladophora spp.*, *F. lumbricalis*) mėginiai, ant kurių įvertintas ikrelių gausumas. Europos jūrų reikalų ir žuvininkystės fondo Mokslininkų ir žvejų bendradarbiavimo priemonės „Mokslininkų ir žvejų partnerystės“ projekto „Vėjažuvių populiacijos dinamika ir reprodukcijos ypatumai Lietuvos priekrantėje“ metu atlikti įvairūs vėjažuvių tyrimai: 2022 m. birželio 9-11 d. grėbliavimo metodu (dugno dragavimas dvipusių grėbliu) surinktas 21 makrodumblių mėginys. 2023 m. tyrimo laikotarpiu (gegužės 30 d., birželio 5, 15, 20-21, 26 d. ir liepos 11 d.) grėbliuojant bei nardant surinkta 116 mėginių.

Duomenys analizuoti ir atvaizduoti QGIS 3.28.15 programa (QGIS.org, 2023).

Rezultatai. Suinterpoliavus makrodumblių pasiskirstymo 1993-2023 m. duomenis, tankiausios makrodumblių augavietės buvo nustatytos nuo Nemirsetos iki Palangos, 4-6 m gylyje. Naudojant dugno litologijos ir batimetrijos duomenis įvertintos potencialios vėjažuvis nerštavietės rajonai, kurios daugiausiai buvo išsidėsčiusios ties Šaipiais ir nuo Nemirsetos iki Palangos, 3-6 m gylyje, o jų bendras plotas buvo 295 ha (1 pav.).

2020 metų tyrime buvo surinkta 16 dumblių mėginių, kuriuose identifikuotas 61 vėjažuvis ikras. Daugiausiai 72 % ikrelių rasta ant *V. fucoides*, tačiau pagal makrodumblių sausą svorį mėginyje, vidutiniškai 53 % ikrelių rasta ant šio raudondumblio. Tik 17 % ikrelių aptikta ant *F. lumbricalis*, o mažiausiai 11 % ikrų rasta ant *Cladophora spp.* Daugiausiai ikrelių aptikta mėginiuose, kurie buvo paimti iš 3-4 m gylio. 2022 m. rasti tik 3 vėjažuvis ikreliai, o 2023 m. rastas 301 ikrelis. Didžiausia dalis vėjažuvių ikrų buvo nustatyta ant *V. fucoides*.



1 pav. Potencialios vėjažuvis nerštavietės Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje.

Rezultatų aptarimas. Naudojant GIS metodus ir naujausius makrodumblių, grunto ir gylio duomenis gautas tikslesnis makrodumblių augaviečių žemėlapis, kuris skyrėsi orientacija į žaliadumblių ir raudondumblių padengimą, o ne pavienių žaliadumblių ir rudadumblių bei raudondumblio (*F. lumbricalis*) augimo vietų išskyrimu nuo ankstesnio (Labanauskas, 1999). Patikslintas žemėlapis leido įvertinti potencialių vėjažuvių nerštaviečių vietas ir plotą Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje. Potencialios strimelių (*Clupea harengus*) nerštavietės plotas yra 546 ha, 46 % didesnis lyginant su vėjažuvių neršto teritorija. Be to, šių dviejų rūšių nerštaviečių plotai persidengia, kadangi vėjažuvis ikrus deda iki 6 m gylyje, o strimelės 4-8 m gylyje (Šaškov et al., 2014).

Gauti vėjažuvių neršto rezultatai leidžia suformuoti prielaidą, kad vėjažuvis selektyviai nerštui renkasi siūlinių raudondumblių augavietes (ypatingai *V. fucoides*) Lietuvos priekrantėje. Skirtumai tarp 2020 m. ir vėlesnių ikrelių tyrimų vertinimų galėjo atsirasti dėl metodikos, kur pirmuoju atveju buvo vizualiai įvertintas ikrelių skaičius ant makrodumblių. Pastarasis yra tikslesnis ir geriau kiekybiškai įvertina makrodumblių substrato reikšmę bei neršto sėkmę. Lietuvos priekrantėje vėjažuvis ikrelių gausumas (11,7 ikrelių vnt. m²), o Vatu jūroje vėjažuvis ikrelių ant *Zostera noltii* vidutiniškai aptinkama (24 ikrelių vnt. m²).

Atsižvelgti į santykinai dideles vėjažuvių ikrelių rezultatų dispersijas laike ir erdvėje, būtų naudinga tęsti tyrimus taikant ne tik grėbliavimo metodą, bet renkant kiekybiškai makrodumblių mėginius. Todėl siekiant gauti daugiau informacijos apie ikrelių gausumą ir pasiskirstymą ant skirtingų dumblių substrato, 2024 m. gegužės-birželio mėnesiais planuojami vėjažuvės neršto intensyvumo stebėjimai Lietuvos priekrantėje abiem metodais. Taip pat, būtų reikalingas laboratorinis ikrelių inkubacijos eksperimentas, kuriuo metu galima būtų įvertinti ikrelių išgyvenamumo skirtumus tarp dumblių, parenkant optimalias aplinkos sąlygas.

Literatūra

- Bitinas A., Aleksa P., Damušytė A., ir kt. 2005. Baltijos jūros Lietuvos krantų geologinis atlasas. Geologijos akiračiai. Vilnius: Lietuvos geologų sąjunga, Nr. 2, 14–22.
- Dabulevičienė T. 2019. Vėjo sukeltas priekrantės apvelingas pietryčių Baltijos jūroje: kitimas laikas ir erdvėje bei jo poveikis priekrantės aplinkai. Daktaro disertacija. Klaipėdos universitetas.
- Labanauskas V. 1999. Baltijos jūros Lietuvos priekrantės šiaurinės dalies makrodumblių rūšių įvairovė ir paplitimas. *Botanica Lituanica*, 5.
- Polte P., Asmus H. 2006. Intertidal seagrass beds (*Zostera noltii*) as spawning grounds for transient fishes in the Wadden Sea, *Marine Ecology Progress Series*, 312, 235–243.
- QGIS.org, 2023. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>.
- Trimonis E., Gulbinskas S., Kuzavinis M. 2005. Sediment patterns of the underwater slope of the south-eastern Baltic Sea (Lithuanian sector). *Geologija*, 52, 46–54.
- Šaškov A., Šiaulys A., Bučas M., et al. 2014. Baltic herring (*Clupea harengus membras*) spawning grounds on the Lithuanian coast: current status and shaping factors. *Oceanologia*, 56(4).
- Veneranta L., Urho L. 2021. Reproduction range of garfish, *Belone belone* (L.), in the northern Baltic Sea. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 97, 1–10.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G., et al. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Sci.* 9 (3), 573e584.

LAIVŲ APTIKIMAS NAUDOJANT PALYDOVINIUS DUOMENIS LIETUVOS PRIEKRAVŲ

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

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

Ivadas. Sintetinės apertūros radarų (SAR) sistemos yra aktyvūs jutikliai, kuriems nereikia išorinio energijos šaltinio, pavyzdžiui, Saulės šviesos, jie patys generuoja ir priima signalą, todėl matavimai gali būti atliekami tiek dienos, tiek nakties metu. SAR generuojamas signalas yra elektromagnetinės spinduliuotės mikrobangų diapazone. Šiems signalams atmosfera ir joje vykstantys reiškiniai yra maksimaliai pralaidūs, todėl informacija gaunama šių jutiklių pagalba yra nelimituojama debesų. Palydoviniai SAR jutikliai apima 300 km pločio juostą, todėl jų duomenys yra naudingas įrankis didelių teritorijų ir juose esančių objektų stebėjimui, pavyzdžiui, jūrinių laivų aptikimui jūrose ir vandenynuose (Yasir et al., 2023).

Laivai įprastai naudojami įvairiomis sistemomis, pavyzdžiui, automatinė identifikavimo sistema (AIS) bei dinamine pozicionavimo sistema (DP), kurios skirtos nustatyti jų poziciją. Tačiau šios sistemos pačiuose laivuose gali būti išjungtos norint nusišlopinti nelegalias veiklas. Taip pat AIS duomenų perdavimo atstumas yra limituotas (iki 20 jūrmylių) ir naudingas tik priekrantės zonose, o DP sistemos yra santykinai brangios. Todėl laivų aptikimas ir identifikavimas, pagrįstas SAR duomenimis, yra svarbus įrankis, siekiant stebėti eismą jūroje, ypač pasienio ruožuose, nustatyti neteisėtos žvejybos atvejus ar reaguoti ir spręsti pakrančių valdymo problemas, pvz.: siekiant aptikti ir sekti naftos išsiliejimo atvejus, identifikuoti juos sukėlusius laivų navigaciją (Bianchi et al., 2020).

Šiuo metu Čekijos įmonė SpaceKnow, bendradarbiaudama su Europos kosmoso agentūra (EKA), kuria sprendimą, leidžiantį automatiškai aptikti laivus didelės raiškos SAR palydovinėse nuotraukose. Šiuo SEA-SPARK projektu siekiama pagerinti automatinį laivų aptikimą, naudojant SAR vaizdus visoje Europoje (European Space Agency, 2024). Tačiau šiame projekte naudojami duomenys yra gauti, naudojant komerciniams tikslams sukurtą ICEYE SAR palydovą. „Copernicus“ programos Sentinel-1 palydovinė misija, kurią koordinuoja EKA, teikia atvirus ir prieinamus visuomenei duomenis. Tai reikšmingas pranašumas, lyginant su komerciniams tikslams skirtais duomenimis, nes prieiga prie pastarųjų duomenų yra apribota. Vis tik,

iki šiol Lietuvoje SAR duomenimis pagrįstos jūrinių laivų stebėsenos sistemos nėra.

Šio darbo tikslas – sukartografuoti jūrinius laivus, panaudojant SAR Sentinel-1 palydovinius duomenis Lietuvos priekrantėje ir gautus rezultatus patikrinti su AIS duomenimis. Šiuo darbu yra siekiama pagrįsti SAR duomenų pridėtinę vertę, siekiant padidinti laivybos saugumą, optimizuoti stebėseną Baltijos valstybių regione.

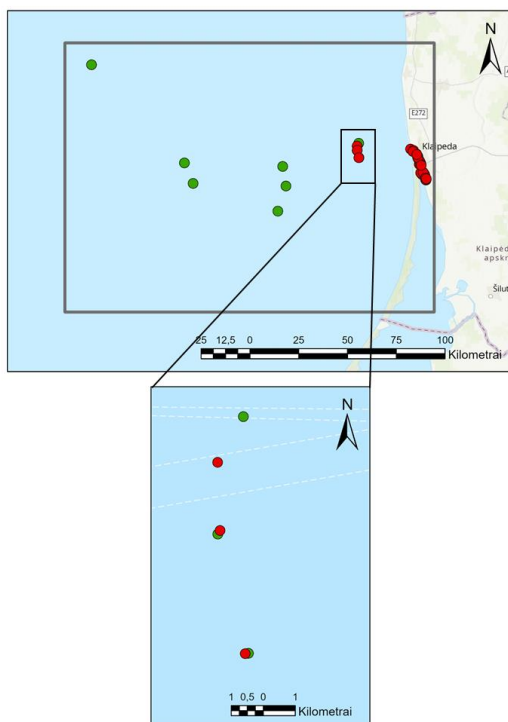
Metodai. SAR duomenų apdorojimas laivų aptikimui susideda iš penkių etapų: 1) SAR vaizdo paruošimo, 2) sausumos maskavimo, 3) laivų aptikimo, 4) klaidingų rezultatų atmetimo ir 5) patikros.

SAR vaizdo paruošimas, sausumos maskavimas ir laivų aptikimas vykdomas, naudojant ESA Snap programinę įrangą. SAR vaizdo paruošimo metu panaikinamas triukšmas, kuris gali trukdyti aptikti objektus, parenkama projekcija, atliekamos reljefo pataisos ir bematės poliarizacijos reikšmės pakeičiamos į SI sistemos vienetus – decibelus (dB). Sausumos maskavimo etapui turi būti iš anksto pasiruoštas sausumos poligonas, tokiu būdu išvengiant objektų identifikavimo sausumoje. Trečiuoju etapu atliekamas objektų atpažinimas jūroje. Dėl Sentinel-1 raiškos apribojimo, aptinkami tik didesni nei 30 m objektai.

Tolimesni etapai yra skirti duomenų kokybės užtikrinimui, kuris atliktas naudojant GIS programinę įrangą. Klaidingų rezultatų atmetimas leidžia pašalinti objektus, kurie nėra laivai (pvz.: Būtingės naftos terminalo plūduras). Paskutinis žingsnis yra rezultatų patikra, kuri atliekama sugretinant SAR laivų aptikimo rezultatus su AIS sistemos duomenimis, kurie yra gaunami, naudojant atviros prieigos kodą (Aisstream, 2022). Klaipėdos uosto ir Lietuvos teritorijos laivų stebėsenai naudojama Klaipėdos Universitete turima AIS įranga.

Rezultatai. Didesnių nei 30 m laivų aptikimas, naudojant SAR Sentinel-1 palydovinius metodus, sutapo 100% tikslumu. Atstumas tarp laivų, nustatytų AIS ir aptiktų SAR palydovinėse nuotraukose, buvo mažesnis nei 900 m. Šie rezultatai leidžia daryti prielaidą, jog tai yra tie patys laivai. Skirtumas, nustatytas išanalizavus abu informacijos šaltinius, tikėtina atsirado dėl AIS sistemos duomenų ir SAR vaizdų laiko skirtumo, kuris buvo apytiksliai 20 minučių.

Taip pat SAR palydovinėse nuotraukose buvo aptikti laivai, kurie nebuvo registruoti AIS, nes jų pozicija buvo už AIS aprėpties ribų. Šie tyrimai parodė, jog SAR duomenų panaudojimas leidžia atlikti laivų stebėseną ir kontrolę ne tik priekrantės zonoje, bet ir už jos ribų – išskirtinėje ekonominėje zonoje (1 pav.).



1 pav. Laivai, kurie buvo nustatyti panaudojant SAR palydovinius duomenis (žalia) bei AIS duomenys (raudona). Duomenys surinkti teritorijoje, kuri pažymėta pilku stačiakampiu. Duomenų surinkimo data 2024-02-22 18:30 (UTM+2). Pagrindo žemėlapis – OpenStreetMap (2024).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Šio darbo rezultatai parodė, jog norint aptikti, identifikuoti ir sekti laivus ne tik Lietuvos priekrantėje ir teritorinėje jūroje, bet ir visoje išskirtinėje ekonominėje zonoje, yra būtina integruoti SAR palydovinius duomenimis, kadangi AIS aprėptis yra ribota ir apima tik teritorinę jūrą.

Kitą vertus, SAR duomenų pagalba galima aptikti jūrinius laivus, kurių ilgis yra didesnis nei 30 m, mažesnių laivų aptikimą limituoja duomenų erdvinė rezoliucija. Šalia vienas kito esančius laivus taikomas SAR duomenų apdorojimo metodas gali suklasifikuoti kaip vieną objektą. Šie rezoliucijos limitavimai gali būti išspręsti naudojant pažangesnius klasifikavimo metodus, tokius kaip gilųjį mokymą (angl.: *deep learning*), kuris gebėtų atskirti objektus

pagal jų neįprastą atgalinės sklaidos reikšmę ar formą (Zhang et al., 2020). Kol kas, atliekant sausumos maskavimą yra užmaskuojama dalis uosto, todėl laivų aptikimas uoste nėra tikslus. Ši trūkumą galėtų padėti išspręsti tikslesnis sausumos ir stabilių pakrantėje esančių objektų sluoksnis. Be to, uostas yra atidžiai kontroliuojama teritorija, kur nėra didelio poreikio stebėti laivus iš palydovo, kadangi uostose turima įranga leidžia užtikrinti saugią ir legalią laivybą. Didesnis dėmesys turėtų būti sutelkiamas tose jūros teritorijose, kur laivų stebėsena yra limituota.

Padėka. Šis darbas buvo remiamas "Baltijos šalių Žemės stebėjimo platforma viešajam sektoriui" (EO-BALP) projekto, finansuojamo Europos kosmoso agentūros, pagal sutartį # 4000142702/23/I-NB.

Literatūra

- Aisstream, 2022. aisstream.io - Overview [WWW Document]. GitHub. URL <https://github.com/aisstream> (accessed 3.27.24).
- Bianchi F. M., Espeseth M. M., Borch N. 2020. Large-scale detection and categorization of oil spills from SAR images with deep learning. Remote Sensing 12, 2260.
- European Space Agency, 2024. SEA-SPARK-ADVANCED AI/ML VESSEL DETECTION AND CLASSIFICATION ON HIGH-RES SAR IMAGERY [WWW Document]. eo science for society. URL <https://eo4society.esa.int/projects/sea-spark-advanced-ai-ml-vessel-detection-and-classification-on-high-res-sar-imagery/> (accessed 3.27.24).
- OpenStreetMap, 2024. OpenStreetMap [WWW Document]. OpenStreetMap. URL <https://www.openstreetmap.org/copyright> (accessed 3.27.24).
- Yasir M., Jianhua W., Mingming X., et al. 2023. Ship detection based on deep learning using SAR imagery: a systematic literature review. Soft Comput 27, 63–84. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07522-w>.
- Zhang T., Zhang X., Ke X., et al. 2020. LS-SSDD-v1.0: A Deep Learning Dataset Dedicated to Small Ship Detection from Large-Scale Sentinel-1 SAR Images. Remote Sensing 12, 2997. <https://doi.org/10.3390/rs12182997>.

LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS BEI KURŠIŲ MARIŲ VANDENS IR NUOSĖDŲ MIKROBIOMO BEI REZISTOMO TYRIMAI

Greta Gyraitė¹, Marija Kataržytė², Eglė Lastauskienė¹

¹Biomokslų institutas, Gyvybės mokslų centras, Vilniaus universitetas, Vilnius, ²Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
greta.gyraite@gmc.vu.lt

Įvadas. Antibiotikų atradimas yra laikomas vienas svarbiausių XX a. mokslo pasiekimų, sukėlusį revoliuciją medicinoje, veterinarijoje bei žemės ūkyje. Tačiau pastaruoju metu, dėl per intensyvaus naudojimo ir likučių bioakumuliacijos aplinkoje, antibiotikai pripažįstami kaip nauja aplinkos teršalų klasė (Carvalho and Santos, 2016). Antibiotikų likučiai ir jų šalutiniai produktai į aplinką patenka kartu su buitinėmis, ligoninių, pramonės įmonių, pvz. farmacijos, nuotekomis, akvakultūros bei žemės ūkio nuotėkiu (Sosa-Hernández et al., 2021). Net ir mažas antibiotikų likučių kiekis, patekęs į natūralias vandens ekosistemas, gali neigiamai paveikti daugelio bakterijų padermių atsparumą antibiotikams ir atsparumą koduojančių genų atsiradimą, kurie kelia vis didesnę grėsmę visuomenės sveikatai.

Pagal 2017 m. duomenis yra žinoma, jog antibiotikai, tokie kaip klaritromicinas, eritromicinas, sulfametoksazolas buvo aptikti paviršinio vandens mėginiuose visose tirtose Kuršių marių, Klaipėdos sąsiaurio ir Tenžės upės tyrimų vietose (Suzdalev, 2020). Tuo tarpu per COVID-19 pandemiją Graikijoje atliktas tyrimas atskleidė, kad labai padidėjo antibiotikų (57 %) suvartojimas (Galani ir kt., 2021). To pasekoje, antibiotikai dėl savo biologinio aktyvumo ir išlikimo aplinkoje gali sukelti naują ir reikšmingą pokytį aplinkos kokybei ir kelia susirūpinimą dėl laukinės gamtos atsparumo antimikrobiniais vaistams išsivystymo (Kuroda et al., 2021). Tačiau informacijos apie genų koduojančių atsparumą antibiotikams (toliau – ARG) paplitimą Kuršių marių ar Lietuvos Baltijos jūros maudyklų vandenyse bei nuosėdose nerasta, todėl šiame darbe buvo atlikti ypač svarbūs metagenominiai mikroorganizmų populiacijos dinamikos ir antimikrobinio atsparumo profilių kaitos tyrimai.

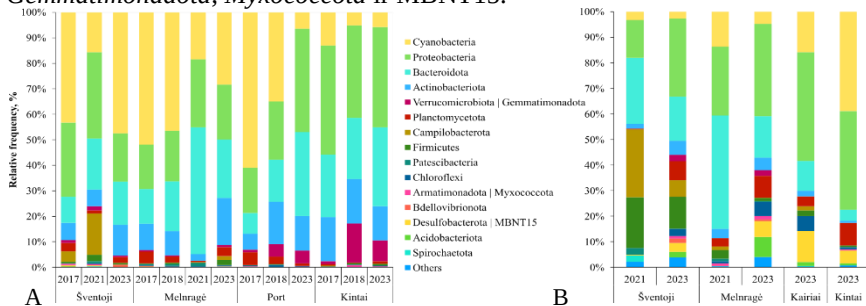
Metodai. Šiam tyrimui mėginiai buvo imami iš dviejų oficialių pajūrio maudyklų (Šventosios, Melnragės), vienos Kuršių marių maudyklos (Kintai) bei Klaipėdos valstybinio jūrų uosto teritorijos. Paviršinio vandens mėginiai buvo renkami 2017, 2018, 2021 ir 2023 m. birželio-rugsėjo mėn. bent kartą per mėnesį. Nuosėdų mėginiai buvo imami 2021 m. (Šventojoje, Melnragėje)

ir 2023 m. visose tyrimų vietose. Genominė DNR iš vandens ir nuosėdų mėginių buvo išskirti atitinkamai PowerWater® ir PowerSoil® DNA Isolation Kit (MO BIO laboratories, Inc., Carlsbad, Ca) rinkiniais ir laikomi –80 °C temperatūroje.

Metagenominė analizė. Bakterijų bendruomenės sudėtis nustatyta atliekant viso ilgio 16S rRNR sekvenavimą (PacBio HiFi). Sekoskaitą bei bioinformatinę duomenų analizę (neparametrinis ANOSIM testas įvertinti bendrijų skirtumus prieš (2017 ir 2018) ir po (2021 ir 2023) COVID-19 pandemijos) atliko Novogene Bioinformatics Technology Co., Ltd.

Rezistomo analizė. Atsparumą antibiotikams koduojančių genų analizę atliko Resistomap Oy (Helsinkis, Suomija), pagal Lai et al. (2021). Pirmiausia 384 pradmenų rinkiniu buvo tikrinami keturi jungtiniai (iš 2017, 2018, 2021 ir 2023 m.) DNR mėginiai iš kiekvienos mėginių ėmimo vietos. O tuomet, 13 jūros vandens bei 6 nuosėdų DNR mėginiuose buvo tiriamas 80 veterinarinės ir klinikinės svarbos atsparumą antibiotikams koduojančių genų santykinis gausumas.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Mikroorganizmų bendrijų struktūra buvo įvertinta pagal tipų pasiskirstymą Kuršių marių bei Baltijos jūros vandens ir nuosėdų mėginiuose. Identifikuoti top 15 mikroorganizmų tipai vandens ir nuosėdų mėginiuose buvo priskirti: *Cyanobacteria*, *Proteobacteria*, *Bacteroidota*, *Actinobacteriota* (50 – 80 % bendrijos), *Planctomycetota*, *Campilobacterota*, *Firmicutes*, *Patescibacteria*, *Chloroflexi*, *Bdellovibrionota*, *Acidobacteriota* ir *Spirochaetota* (1 pav.). Specifiniai top 15 tipai vandens mėginiuose buvo *Verrucomicrobiota*, *Armatimonadota*, *Desulfobacterota*, tuo tarpu nuosėdų mėginiuose – *Gemmatimonadota*, *Myxococcota* ir MBNT15.



1 pav. Santykinis top 15 mikroorganizmų tipų dažnumas Kuršių marių bei Baltijos jūros maudyklų A) vandens bei B) nuosėdų mėginiuose.

Kuršių marių ir Baltijos jūros vandens bei nuosėdų mėginiuose taip pat rastos patogeninės gentys, tokios kaip: *Flavobacterium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pseudomonas*. *Bacteroides* ir *Listeria* genčių mikroorganizmai buvo aptikti tik Baltijos jūros nuosėdose. Mikroorganizmų bendrųjų beta įvairovė vandens mėginiuose prieš ir po COVID-19 pandemijos nesiskyrė.

Atlikus pirminių 4 jungtinių mėginių testavimą su 384 ARG pradmenų rinkiniu, buvo nustatyta 288 atsparumą antibiotikams koduojantys mėginiai Šventojoje, 292 – Melnragėje, 295 – Uosto teritorijoje, bei 306 – Kintuose. Top 25 ARG pagal santykinį geno gausumą pasiskirstė apytiksliai vienodai tarp tyrimo vietų, išskyrus *aac(6)-iv_1h*, *oleC*, *qacF/H* genai, kurių buvo rasta reikšmingai daugiau Šventosios tyrimų vietoje (2 pav., A). Taip pat svarbu paminėti, jog visose tyrimų vietose aptiktas *mcr1* genas, koduojantis atsparumą kolistinui, dar vadinamam „paskutinio šanso“, kritiškai svarbiam antibiotikui gydant pneumoniją. S1 ir 3 integronų klasės genai bei mobilių genetinių elementų transpozonai, rasti visose tyrimų vietose, gali prisidėti prie ARG plitimo per horizontalias genų perdavimo sistemas (Muziasari et al., 2017).



2 pav. Kuršių marių bei Baltijos jūros vandens bei nuosėdų atsparumo antibiotikams genų santykinis gausumas A) top 25 genai jungtiniuose visų metų mėginiuose iš skirtingų vietų; B) top 15 genų vandens bei C) nuosėdų mėginiuose.

Top 15 pagal santykinį gausumą aptiktų ARG Kuršių marių bei Baltijos jūros vandens bei nuosėdų mėginiuose buvo 4 aminoglikozidų grupės genai (*aadA7*, *aac(3)-iid_iaa*, *aph6-ia*, *aph3-ib*), iš kurių pastarieji trys yra priskiriami I “*dabartinės grėsmės*”, jau randami patogenuose, rangui pagal Zhang et al., (2021); 3 makrolidai, linkozamidai ir streptograminai grupės genai *ermX_2*, *ereA*, *mphA* (I rangas); *qepA* kvinolonų grupės; *tetD* – tetrasciklinų; *vanA* – vankomicinų; *bacA* – kitų; kelių vaistų grupės genais *mdtA* (II “*ateities grėsmės*” – dar nerasti patogenuose, rangas). Šviną importuojantį baltymą koduojantis *pbrT* genas buvo rastas visose tyrimų vietose vandens mėginiuose, tuo tarpu nuosėdose jo rasta santykinai mažiau. Nuosėdose rasta daugiau *penA* (II rangas) geno nei vandens mėginiuose (2 pav. B ir C).

Kadangi šiame darbe tirtos vietos (išskyrus Klaipėdos uosto teritoriją) yra naudojamos laisvalaikio pramogoms (vandens sportui, maudynėms, žvejybai), tam tikrų genų, kurie laikomi antropogeninės taršos šaltiniais (pvz. *intl*, *sul1*, *blaOXA*), o taip pat klinikinės ir veterinarinės svarbos (beta-laktamų, kvinolonų, vankomicinų) aptikimas (Lai et al., 2021) ir santykinis gausumas kelia susirūpinimą dėl vandens kokybės ir žmonių sveikatos rizikos, susidūrus su mikroorganizmais, turinčiais šiuos atsparumo genus. Bendrai, šis tyrimas yra pirmasis, kuriame pateikiamas kiekybinis Kuršių marių bei Baltijos jūros vandens ir nuosėdų rezistomų vertinimas, išryškinantis platų atsparumo antibiotikams genų pasiskirstymą.

Padėka. Finansavimą skyrė Lietuvos mokslo taryba (LMTLT), sutarties Nr. [S-PD-22-80].

Literatūra

- Carvalho I. T., Santos L. 2016. Antibiotics in the aquatic environments: A review of the European scenario. *Environ Int* 94, 736–757.
- Kuroda K., Li C., Dhargar K., et al. 2021. Predicted occurrence, ecotoxicological risk and environmentally acquired resistance of antiviral drugs associated with COVID-19 in environmental waters. *Science of The Total Environment* 776, 145740.
- Lai F. Y., Muziasari W., Virta M., et al. 2021. Profiles of environmental antibiotic resistomes in the urban aquatic recipients of Sweden using high-throughput quantitative PCR analysis. *Environmental Pollution* 287, 117651.
- Muziasari W. I., Pitkänen L. K., Sørum H., et al. 2017. The resistome of farmed fish feces contributes to the enrichment of antibiotic resistance genes in sediments below baltic sea fish farms. *Front Microbiol* 7, 2137.
- Sosa-Hernández J. E., Rodas-Zuluaga L. I., López-Pacheco, et al. 2021. Sources of antibiotics pollutants in the aquatic environment under SARS-CoV-2 pandemic situation. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 4, 100127.
- Suzdalev S. 2020. Antibiotikai ir kitos farmacinės medžiagos mus supančioje aplinkoje: ką apie tai žinome?
- Zhang A. N., Gaston J. M., Dai C. L., et al. 2021. An omics-based framework for assessing the health risk of antimicrobial resistance genes. *Nature Communications* 2021 12:1 12, 1–11.

VĖJO ELEKTRINIŲ PARKO JŪROJE VIZUALINĖS ĮTAKOS KRAŠTOVAIZDŽIUI VERTINIMO METODOLOGINIAI ASPEKTAI

Giedrė Godienė¹, Arūnas Balčiūnas²

¹Vilniaus universitetas, Vilnius, ²VšĮ. Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda

giedre.godiene@chgf.vu.lt, arunas.balciunas@corpi.lt

Įvadas. Augant atsinaujinančių energijos išteklių gamybai, pastaraisiais metais reikšmingai keičiasi Lietuvos kraštovaizdžio vertikaliųjų dominančių išsidėstymas ir mastas. Foniškai šalies vertikaliąją erdvinę sąskaidą formuoja reljefo nelygumai ir 20–30 metrų aukščio miškų masyvai. Ilgą laiką kraštovaizdžio kompozicijoje dominavo miestų religiniai ar kiti aukštuminiai statiniai, tačiau energetika, elektrifikacija, telekomunikacija tai reikšmingai pakeitė. Praėjusio amžiaus viduryje atvirose erdvėse atsirado gausybė 15 m aukščio elektros ir telefono stulpų, septintajame dešimtmetyje iškilo pirmosios 30–50 m aukštos įtampos linijos, o šiandien numatomos tiesti „LitPol Link“ Baltijos ir Vakarų Europos šalių elektros energetikos sistemų jungties įrenginiai bus 73 m aukščio. Nuo 1995 m. vystoma mobiliojo ryšio sistema, susijusi su kelių operatorių konkurencinių didelio skaičiaus 40, 60, 80, 100 m aukščio bokštų statyba aukščiausiose reljefo pozicijose. 2004 m., o ypač nuo 2010 m., kai pastatytos pirmosios 97 m aukščio vėjo elektrinės, Lietuvoje stebimas dar vienas kraštovaizdžio technogenizacijos šuolis. Dabar statomi 150-250 m aukščio vėjo elektrinių parkai matomi kur kas didesniu atstumu, nei bet kokios iki tol buvusios pavienės ar linijinės dominantės. Jų vizualinės įtakos zonos auga nuo lokalių iki regioninių reikšmių ir tai kelia krašto identitetui svarbių kraštovaizdžių ir kultūrinių objektų vizualinės apsaugos iššūkius.

Objekto vizualinis poveikis priklauso nuo jo parametrų, padėties ir atstumo stebėtojo ar jautrių objektų atžvilgiu bei kontrastingumo su aplinka (kraštovaizdžio charakterio, apžvelgiamumo, estetinio potencialo, retumo) (Kamičaitytė-Virbašienė J., Godienė G., 2021, Abromas, J., 2021). Sausumoje atviros vizualinės erdvės (vieno – dviejų lygmenų videotopai) dažniausiai yra lokalsios, regioniniu mastu tokio pobūdžio arealai vidutiniškai užima 85–180 km² (Lietuvos kraštovaizdžio studija, 2013), jų ribos sudėtingos, o stebėtojų dėmesį dalijasi įvairūs vizualiniai dirgikliai, trikdančių objektų matomumą riboja, juos visai ar dalinai gali užstoti arti stebėtojo esantys net nedideli objektai. Lietuvos pajūrio kraštovaizdžio vizualinė struktūra pasižymi

atvirumu, neišreikšta sąskaida, o pilnai apžvelgiamos Baltijos jūros vizualinė erdvė keleriopai didesnė už sausuminių (LR IEZ plotas – 4564 km², teritorinė jūra – 1814 km²). Matomumą ribojant tik oro sąlygoms ir Žemės rutulio išlinkimui, itin aukšti įrenginiai matomi labai dideliais atstumais. Jūrovaizdžio apžvalga Lietuvoje yra išskirtinė patirtis. Atviras jūros horizontas matomas tik nuo pačios kranto linijos, paplūdimių, kopagūbrių ir Karklėje esančios Olando kepurės skardžio, kitų specialiai įrengtų regyklų. Visgi, nuo vertingiausių Lietuvos kraštovaizdžio panoramų apžvalgos taškų pajūryje apžvalga į vakarus, jūrinės panoramos nėra saugomos, jų kaitos stebėseną nevykdoma.

2022–2023 m. rengiant jūrinių vėjo elektrinių parko (toliau – JVEP) įrengimo ir eksploatacijos Lietuvos jūros akvatorijoje poveikio aplinkai vertinimą (toliau – JVEP PAV), vizualinio poveikio kraštovaizdžiui vertinimo metodika buvo adaptuota itin didelių parametrų potencialių vizualinių taršos objektų situacijai atviraime Lietuvos jūros kraštovaizdyje.

Metodologija. Rengiant JVEP PAV atlikta užsienio ir Lietuvos literatūrinių šaltinių analizė, naudoti kartografiniai ir GIS JVEP apžvelgiamumo modeliavimo (naudotas WindPro 3.3 programinės įrangos vizualinės įtakos modulis) vizualizaciniai, matematiniai, klasikiniai geokvalimetriniai metodai (Kavaliauskas, 1992). Siekiant išaiškinti potencialių estetinių trikdžių poveikį, nustatoma jų vizualinės įtakos zona; joje, atsižvelgiant į kraštovaizdžio charakteringus bruožus, vizualinę struktūrą, estetinių potencialą (talpumą) ir rekreacinį bei aplinkosauginį jautrumą, skiriamos makro vizualinės erdvės (VE). Vertinimas atliktas remiantis tuo, kad vėjo elektrinių poveikio kraštovaizdžiui laipsnį lemia: a) erdvinis reikšmingumas (techniniai parametrai ir atstumas, apžvelgiamumas, vertikalūs ir horizontalūs matymo kampas, matomumo sąlygos), b) dominantiškumas (ekspozicija ir santykis su kitais matomais objektais), c) prasminis kontrastas (santykis su objektais, erdviniais dariniais ir kompozicijomis, kurie yra reikšmingi/vertingi stebėtojų ir kurių vertė yra nustatyta mokslškai, pripažinta teisės aktais). Vėjo elektrinių (toliau – VE) vizualinis poveikis kraštovaizdžiui analizuojamas tokiais aplinkybėmis, kada jis gali būti maksimalus: a) taškuose, iš kurių atsiveriančios panoramos yra vizualiniam poveikiui jautriausios; b) oro sąlygomis, kokiomis matomumas yra geriausias; c) turistinio sezono metu, kai didžiausias stebėtojų kiekis; d) paros metu, kai dėl susidarančio šešėlio VE yra ryškiausios – didžiausias aplinkos ir objekto spalvinis kontrastas.

Bendruoju regioniniu lygmeniu JVEP matomumo erdvinė analizė atlikta GIS modeliavimo būdu šiose makro vizualinė erdvė: 1) *Kuršių marių* (apžvalga nuo rytinio marių kranto, marių akvatorijos į Kuršių neriją); 2) *Baltijos jūros pagrindinė* (a) apžvalga nuo Kuršių nerijos ir žemyninio kranto

aukščiausių taškų į vakarus ir suberdvė (b) apžvalga nuo paplūdimių žemynė ir nerijoje, 3) *Rytinė vizualinė žemyninio kranto erdvė iki Pajūrio juostos*. Estetinių resursų atžvilgiu jautriausia yra Kuršių marių vizualinė erdvė (1) (Kuršių nerijos siluetas ir panoramos yra pasauliniu mastu UNESCO saugomo kultūrinio kraštovaizdžio išskirtinė visuotinė vertė); rekreacinių resursų atžvilgiu – Baltijos jūros pagrindinė vizualinė erdvė žemyniniame ir nerijos krante (2). Remiantis tuo, siekta užtikrinti pilną Kuršių marių vizualinės erdvės apsaugą, o 2 erdvėje ieškoti priimtinių scenarijų ir ją vertinti detaliau. Vietiniu lygmeniu tirta 17 apžvalgos taškų, kur stebėtojų skaičius. estetinis/rekreacinis potencialas yra didžiausias – skaičiuojamas konkretus VE vertikalaus (VMK) ir horizontalaus matymo kampas (HMK), pateikiamos JVEP vizualizacijos, naudojantis saulės padėties nustatymo skaičiuokle suncalc.org. nagrinėta, kokiais periodais ir koku mastu VE trikdys saulėlydžio jūroje stebėjimą.

JVEP vizualinio poveikio kraštovaizdžiui mastas (skalė) nustatytas naudojant: a) palyginamąjį (analogijų) metodą, kai gautos kiekybinių kriterijų (VMK ir HMK) reikšmės lyginamos su esamo VEP Šilutės rajone, stebint iš Kuršių nerijos; b) teisės aktų reikalavimai ir literatūriniai šaltiniai, c) ekspertiniai vertinimai. Reikšmingais vizualinio poveikio mastą lemiančiais kriterijais laikoma (suteikiant atitinkamus *svertinius poveikio kriterijų vertinimo koeficientus*): vertikalus MK – 1,00; horizontalus MK – 0,75, saulėlydžio trikdymo trukmė – 0,5; atitiktis teisiniam reguliavimui – 0,25). Pabrėžiant skirtingą nagrinėtų apžvalgos taškų apsaugos statusą, jiems priskirtas *minimizuojantis regyklos svarbos koeficientas*, akcentuojant vietas, įtrauktas į vertingiausių Lietuvos kraštovaizdžio panoramų apžvalgos taškų sąrašą ar esančias Nacionaliniame kraštovaizdžio tvarkymo plane (Nacionalinis..., 2015) (toliau – NKTP) išskirtuose ypač saugomo estetinio potencialo arealuose ar vietovėse (toliau - YSK arealai) (1,0), Palangos savivaldybei svarbūs (0,75) ir kiti (0,25).

Konkretūs vizualinės taršos objekto (toliau – VTO) vizualinio poveikio kraštovaizdžiui sąlyginiai balai (PKSB) 17 regyklų nustatyti pagal atskiras poveikių masto skales, o galutinis balas gaunamas sumuojant nustatytus PKSB pagal atskirus kriterijus.

$$GVTO = \sum \alpha \cdot \beta, \text{ kur}$$

α – sąlyginis galimo poveikio kraštovaizdžio kriterijui vienetą;

β – regyklos svarbos koeficientas.

Galutinio VTO vizualinio poveikio kraštovaizdžiui reikšmingumo lygmenys: poveikio nėra, kai suminio VTO vertinimo balas < 10 % imties dydžio ribos, t.y. nuo 0 iki –1,39; nereikšmingas neigiamas poveikis, kai suminio VTO vertinimo balas < 30 % imties dydžio ribos, t. y. nuo –1,40 iki

–4,19; reikšmingas neigiamas poveikis, kai suminio VTO vertinimo balas $\geq 30\%$ imties dydžio ribos, t.y. nuo –4,20 iki –14.

Rezultatai ir aptarimas. JVEP apžvelgiamumo modeliavimas parodė, kad nuo kranto didesniu nei 28 km atstumu nutolusios, 137,5 km² plote susitelkusios 350 m aukščio VE prilygintinos stambiam urbokompleksui. Nors pilnai JVEP matomumo zonos riba tyrimo metu nefiksuota, nustatyta, kad JVEP bus matomas visame Lietuvos jūros krante, o sporadiški arealai, kur VE bus įžiūrimos, išsiplės apie 25 km atstumu nuo jūros kranto į sausumą Kretingos, Klaipėdos, Šilutės raj. savivaldybių vakarinėse dalyse. Planuojamos ūkinės veiklos teritorija nepatenka į NKTP apibrėžtus YSK arealus, tačiau ji potencialiai gali būti stebima nuo Kuršių nerijos, Klaipėdos senamiesčio, Akmenos-Danės slėnio YSK. Pagal pristatytą metodiką atliktą vertinimą, didžiausią aplinkosauginę ir rekreacinę svarbą turinčiuose pakrantės taškuose JVEP turės mažą ir labai mažą vizualinį poveikį.

Išvados. Jūros horizontas Lietuvoje nebebus pilnai atviras. JVEP iš esmės pakeis vietovės sukultūrinimo laipsnį, taps svarbiu Lietuvos akvatorijos kraštovaizdžio technogeniniu, erdvinio ir prasminio formantu. Kuršių-Vakarų Žemaičių Baltijos priekrantės povandeninių plynaukščių ir lomų akvalinio kraštovaizdžio rajone bus suformuota Baltijos jūros priekrantės technogenizuota povandeninių plynaukščių ir lomų akvalinio kraštovaizdžio apylinkė. Vystant atsinaujinančią energetiką, būtina tobulinti vizualinio VE poveikio kraštovaizdžiui vertinimo metodikas ir teisės aktus.

Literatūra

- Abromas J. 2021. Vėjo elektrinių vizualinio poveikio kraštovaizdžiui vertinimo metodinės gairės. Darnios aplinkos vystymas 2021 1(18) 123–131. DOI: <https://doi.org/10.52320/dav.v18i1.179>.
- Kamičaitytė-Virbašienė J., Godienė G. 2021. Gamtinio kraštovaizdžio kompleksų ir objektų vizualinės taršos nustatymas: metodika, teisinis reglamentavimas, patirtis. Kaunas, Technologija.
- Kavaliauskas P. 1992 Metodologiniai kraštovarkos pagrindai. Habilitacinis geografinės mokslo darbas. Vilnius, VU.
- Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio erdvinės struktūros įvairovės ir jos tipų identifikavimo studija. II d. Lietuvos kraštovaizdžio erdvinės raiškos identifikavimo ir lokalizavimo analizė. (Lietuvos kraštovaizdžio studija). (2013) Aut. kolektyvas, vad. Kavaliauskas P. Vilnius, Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija
- Nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas. Sprendiniai ir rekomendacijos (2015) Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija.
- Offshore Wind Turbine Visibility and Visual Impact Threshold Distances. Robert G. Sullivan, Leslie B. Kirchler, Jackson Cothren, Snow L. Winters (2020).

AUTOMATIZUOTŲ VAIZDŲ ATPAŽINIMO SISTEMŲ (ZOOSCAN IR FLOWCAM) PANAUDOJIMAS PLANKTONO TYRIMUOSE

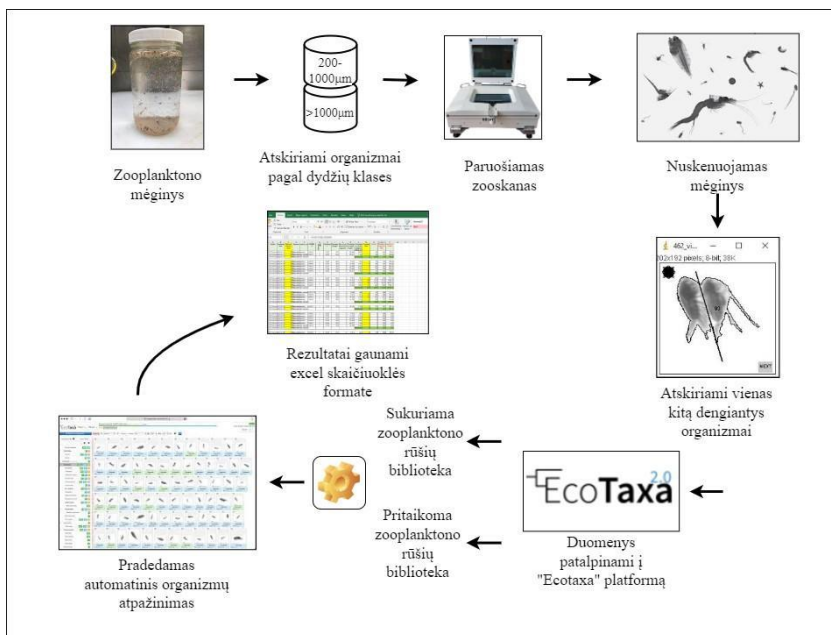
**Evelina Grinienė, Renata Pilkaitytė, Matas Čepulis, Jūratė
Lesutienė, Aleksas Narščius, Artūras Razinkovas-Baziukas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
evelina.griniene@ku.lt

Šiuolaikiniai automatiniai skaičiavimo ir matavimo prietaisai tampa vis plačiau pritaikomi įvairiose mokslo srityse, taip pat ir planktono tyrimuose. Palyginus su tradiciniais metodais, t. y. mikroskopija, automatizuoti prietaisai turi keletą pranašumų: ženkliai sutrumpina mėginių analizės laiką, padeda išvengti klaidų, susijusių su žmogiškuoju faktoriumi, taip išsauga galimybes turėti kokybiškus, nuoseklius, didelės apimties duomenų masyvus. Šiuo metu dvi dažniausiai naudojamos automatizuotos planktono vaizdų ir atpažinimo sistemos yra ZooScan (HYDROPTIC Inc., Prancūzija) ir FlowCam Cyano (YOKOGAWA Fluid Imaging Technologies Inc., JAV). Zoocan – tai vaizdų skenavimo ir analizavimo sistema, kurią sudaro prietaisas skaitytuvas (skeneris), valdomas kompiuterio su įdiegta Zooproccess programine įranga, per serverį sujungta su virtualia EcoTaxa duomenų baze. Zooplanktono mėginys paruošiamas analizei, supilamas į skanerį ir nuskenuojamas. Gautas bendro zooplanktono mėginio aukštos kokybės vaizdas (24000 dpi) panaudojant Zooproccess programą konvertuojamas į daug atskirų objektų vaizdų, kurie vėliau sukeliami į EcoTaxa duomenų bazę automatiniam zooplanktono rūšių identifikavimui (1 pav.). ZooScan skirtas zooplanktono rūšių/taksonų identifikavimui, dydžio nustatymui bei gausumo ir biomasės apskaičiavimui. Prietaisu galima tirti 150µm – 5cm dydžio organizmus. Gauti zooplanktono duomenys gali būti panaudoti ilgalaikiai stebėsenai, moksliniams tyrimams ir švietimui.

FlowCam prietaisas yra pritaikytas tirti mažesniems organizmams – mikrodumbliams, pirmuonims ar kitoms smulkioms dalelėms. FlowCam Cyano – melsvabakterių ir kitų mikro dumblių analizatorius, dar vadinamas srauto vaizdo mikroskopas (angl. *flow imaging microscope*), fiksuojantis didelės raiškos skaitmeninius matomų dalelių ir mikroorganizmų vaizdus tekančiame skystyje pasirinktinai su 2×, 4×, 10× ar 20× objektyvais. Šis prietaisas yra pritaikytas 2–1000µm dydžio dalelių aptikimui ir analizavimui. FlowCam Cyano prietaise yra integruotas lazeris, kuris automatiškai atskiria

fluorescenciją skleidžiančias melsvabakteres nuo kitų dumblių, todėl galima anksti ir greitai pastebėti dumblių žydėjimą.



1 pav. Zooplanktono mėginių analizavimo schema naudojant ZooScan vaizdų skenavimo ir analizavimo sistemą.

Šis prietaisas naudingas rekreacinių ar kitų vandens telkinių analizavimui ir stebėjimui, ankstyvam melsvabakterių žydėjimo nustatymui. FlowCam Cyano ne tik identifikuoja dumblius/melsvabakteres, bet ir, naudojantis sudaryta biblioteka, pagal poreikį juos suskirsto į grupes ar rūšis, automatiškai apskaičiuoja gausumą, dydžius, tūrį.

Padėka: ZooScan įsigijimas buvo finansuotas iš EU Europos Horizontas programos MARBEFES (MARine Biodiversity and Ecosystem Functioning leading to Ecosystem Services) projekto lėšų (Dotacijos sutarties Nr. 101060937).

FlowCam įsigijimą finansavo Lietuvos mokslo taryba pagal programą mokslo infrastruktūrai atnaujinti laimėjus Europos Horizontas NTMA mokslo sričių mokslinių tyrimų projektą (Marbefes – Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning leading to Ecosystem Services) (S-IRA-23-32).

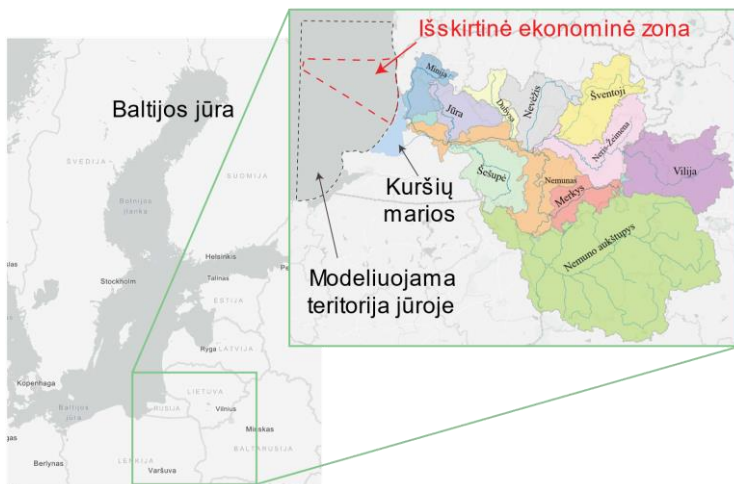
KLIMATO KAITOS POVEIKIO NEMUNO UPĖS, KURŠIŲ MARIŲ IR BALTIJOS JŪROS SISTEMOJE MODELIAVIMAS

**Rasa Idzelytė¹, Natalja Čerkasova^{1,2}, Jovita Mėžinė¹, Jūratė
Lesutienė¹, Toma Dabulevičienė¹, Artūras Razinkovas-Baziukas¹,
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
rasa.idzelyte@ku.lt

Įvadas. Pristatymas prie klimato kaitos, kuris apima tiek švelninimo, tiek prisitaikymo strategijas, yra kritiškai svarbus aspektas šiuolaikiniame aplinkosaugos ir teritorijų planavime. Mes sukūrėme modeliavimo sistemą, sudarytą iš hidrologinio SWAT įrankio, modeliuojančio visą Nemuno upės baseiną, bei hidrodinaminio modelio SHYFEM, kuris geba prognozuoti pokyčius Kuršių mariose ir Baltijos jūroje. Ši integruota sistema leidžia mums ne tik suprasti esamą būklę, bet ir modeliuoti būsimus scenarijus, suteikiant mokslinį pagrindą efektyvesniems ir tikslesniems vandens kokybės valdymo sprendimams. Teikiant dėmesį upės baseino, marių ir jūros bei pakrančių zonų sąveikai, galime geriau suprasti ir numatyti vandens srautų pokyčius, kurie lemia tiek natūralių ekosistemų būklę, tiek žmogaus veiklos tvarumą šiose teritorijose.

Metodai. Tyrimo teritorija yra pietrytinėje Baltijos jūros dalyje, kurią sudaro Nemuno upės baseinas, Kuršių marios ir Baltijos jūros dalis apimanti Lietuvos Respublikos išskirtinę ekonominę zoną (1 pav.). Nemuno upės baseinas, užimantis 100 458 km² plotą (Čerkasova et al., 2016), didžiąja dalimi yra pasiskirstęs tarp Lietuvos ir Baltarusijos, su reikšmingu vandens ir maistinių medžiagų įnašu į Kuršių marias, kurios yra didžiausia lagūna Baltijos jūroje ir Europoje, apibūdinama kaip sekus vandens telkinys, kurio šiaurinėje dalyje pastebimas intensyvus druskingo bei gėlo vandens maišymasis dėl Nemuno upės sąveikos su Baltijos jūra. Pietryčių Baltijos jūros pakrantė pasižymi sezoniškai kintančia vandens temperatūra ir druskingumu (Kozlov et al., 2014; Olenin ir Daunys, 2004), atspindinčiu sudėtingus hidrologinius procesus šiame regione.



1 pav. Nemuno upės baseinas ir Kuršių marios Baltijos jūros atžvilgiu.

Klimato kaitos procesai vertinti pagal keturis globalius klimato modelius (ICHEC, IPSL, MOHC ir MPI, pateikiamus 1 lentelėje) ir jų 3 tipinius koncentracijų scenarijus: RCP2.6, 4.5 ir 8.5. Meteorologiniai duomenys buvo surinkti iš CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment) duomenų bazės Europos regionui, kurie remiasi Rosbio centro (Rossby Centre) aukštos rezoliucijos regioniniu atmosferos klimato modeliu (RCA4). Duomenų rinkinys apima 1970–2100 m. laikotarpį. Tam pačiam laikotarpiui jūros kraštinės sąlygos buvo gautos iš Švedijos meteorologijos ir hidrologijos instituto (SMHI). Meteorologinių duomenų nuokrypiams nuo išmatuotų istorinių reikšmių taisyti buvo naudojamas kvantilių metodas (Gupta et al., 2019), o jūros kraštinių sąlygų – vidurkių analizės metodas, kai prie sumodeliuotos reikšmės buvo pridėdama apskaičiuotų duomenų vidurkių ir sumodeliuotų duomenų vidurkių skirtumas.

1 lentelė

Parinktų klimato kaitos scenarijų duomenų šaltiniai

Sutrumpinimas	Modelio pavadinimas	Institucija
ICHEC	EC-Earth	Irish Centre for High –End Computing
IPSL	IPSL-CM5A-MR	The Institut Pierre-Simon Laplace
MOHC	HadGEM2-ES	Met Office Hadley Centre
MPI	MPI-ESM-LR	Max Planck Institute for Meteorology

Nemuno upės baseinui pritaikytas hidrologinis modelis SWAT (Čerkasova et al., 2018). Kuršių marioms sukurtas hidrodinaminis baigtinių elementų modelis SHYFEM (Umgiesser et al. 2004). Modeliai buvo sujungti, naudojant SWAT modelio vandens temperatūros ir debito duomenis kaip kraštines sąlygas Nemuno ir Minijos įvesties taškuose SHYFEM skaičiavimo tinklelyje. Siekiant atlikti detalią modeliavimo rezultatų analizę, visą periodą suskirstėme į du laikotarpius: i) trumpalaikės perspektyvos pokyčiai (2020–2050 m.) ir ii) ilgalaikės perspektyvos pokyčiai (2070–2100 m.).

Rezultatai ir jų aptarimas. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad prognozuojamas kritulių kiekio augimas (8–20 % per trumpąjį ir 9–35 % per ilgąjį laikotarpį) Kuršių mariose lems Nemuno upės debito padidėjimą (13–18 % per trumpąjį ir 19–37 % per ilgąjį laikotarpį), ko pasekoje padidės vandens srautai į Baltijos jūrą (15–22 % per trumpąjį ir 21–40 % per ilgąjį laikotarpį). Toks srautų didėjimas trumpins vandens užsilaikymo laiką mariose (8–13 % per trumpąjį ir 8–17 % per ilgąjį laikotarpį) ir mažins sūraus vandens patekimą į marias (28–34 % per trumpąjį ir 33–51 % per ilgąjį laikotarpį), tačiau šie pokyčiai bus ryškiausi tik Kuršių marių šiaurinėje dalyje, kuri labiausiai veikiama Nemuno debito padidėjimo. Tuo tarpu pietinėje marių dalyje pokyčiai bus ne tokie intensyvūs. Augant upių vandens srautams, žemės ūkiui gali kilti naujų iššūkių, susijusių su padidėjusia hidrologinių ar žemės ūkio sausrų rizika.

Prognozės rodo, kad Kuršių marių vandens lygis patirs reikšmingą padidėjimą. Tarp 1960 ir 2008 metų fiksuotas vidutinis vandens lygio kilimas Kuršių mariose siekė apie 3,0 mm per metus, kas per minėtą laikotarpį sudarė 18 cm padidėjimą (Čepienė et al., 2022). Mūsų atlikta modeliavimo studija atskleidė, kad ateityje, lyginant su istoriniais duomenimis, vandens lygis trumpuoju laikotarpiu išaugs 16–20 cm, o ilguoju – 32–41 cm. Toks vandens lygio kilimas, viršijantis vidutinį jūros lygį, kelia grėsmę infrastruktūrai ir pakrantės bendruomenėms, gali sukelti žymią socialinę bei ekonominę žalą (Vousdoukas et al., 2020). Ypatingai didelė potvynių rizika kyla pietinėse ir rytinėse Kuršių marių dalyse, įskaitant Nemuno deltą, kurios yra pelkėtos žemumos. Tuo tarpu Klaipėdos miesto ir Kuršių nerijos aukštesnėse vietovėse vidutinis vandens lygio kilimas turėtų turėti mažesnę poveikį.

Be to, numatomas vandens temperatūros padidėjimas tiek Kuršių mariose, tiek pietryčių Baltijos jūros regione (7–19 % per trumpąjį ir 8–50 % per ilgąjį laikotarpį), turės įtakos ekosistemų būklei. Tyrimas prognozuoja taip pat ir žymų maksimalaus ledo storio (15–25 % per trumpąjį ir 20–70 % per ilgąjį laikotarpį) bei ledo sezono trukmės (19–25 % per trumpąjį ir 19–63 % per ilgąjį laikotarpį) mažėjimą Kuršių mariose, kas neabejotinai veiks regiono hidrodinamiką ir ekosistemas.

Išvados. Šio tyrimo metu buvo išanalizuotas didžiulis duomenų masyvas, reikalingas tikslingiems klimato kaitos scenarijų skaičiavimas atlikti, bei pristatyta modeliavimo sistema apimanti visa Nemuno baseiną, Kuršių marias ir visą Lietuvos išskirtinę ekonominę zoną. Sukurtas integruotas modeliavimo įrankis, apimantis SWAT ir SHYFEM modelius, leidžia išsamiai analizuoti ir prognozuoti vandens srautų, lygio, temperatūros, druskingumo pokyčių poveikį, pabrėžiant ne tik ekosistemų pažeidžiamumą, bet ir būtinybę taikyti naujas strategijas klimato poveikiui švelninti ir prisitaikyti prie jo. Sudėtinga sąveika tarp klimato kaitos ir vandens sistemų, atskleidžiant mokslinių tyrimų ir modeliavimo įrankių svarbą suprantant šiuos procesus.

Literatūra

- Čerkasova N., Ertürk A., Zemlys P., et al. 2016. Curonian Lagoon drainage basin modelling and assessment of climate change impact. *Oceanologia* 2016, 58, 90–102.
- Kozlov I., Dailidienė I., Korosov A., .., et al. 2014. MODIS-based sea surface temperature of the Baltic Sea Curonian Lagoon. *Journal of Marine Systems*, 129, 157–165.
- Olenin S., Daunys D. 2004. Coastal Typology Based on Benthic Biotope and Community Data: The Lithuanian Case Study. *Coastline Reports* 2004, 4.
- Gupta R., Bhattarai R., Mishra A. 2019. Development of Climate Data Bias Corrector (CDBC) Tool and Its Application over the Agro- Ecological Zones of India. *Water*, 11, 1102.
- Čerkasova N., Umgiesser G., Ertürk A. 2018. Development of a hydrology and water quality model for a large transboundary river watershed to investigate the impacts of climate change – A SWAT application. *Ecological Engineering*, 124, 99–115.
- Umgiesser G., Canu D.M., Cucco A., et al. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51, 123–145.
- Čepienė E., Dailidytė L., Stonevičius E., et al. 2022. Sea Level Rise Impact on Compound Coastal River Flood Risk in Klaipėda City (Baltic Coast, Lithuania). *Water*, 14, 414.
- Vousdoukas M. I., Mentaschi L., Hinkel J., et al. 2020. Economic motivation for raising coastal flood defenses in Europe. *Nature Communications*, 11, 2119.

ARKTIES LAGŪNOS HIDRODINAMINIO MODELIO KŪRIMAS

Karolis Imbrasas, Jovita Mėžinė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
imbrasas.karolis@gmail.com

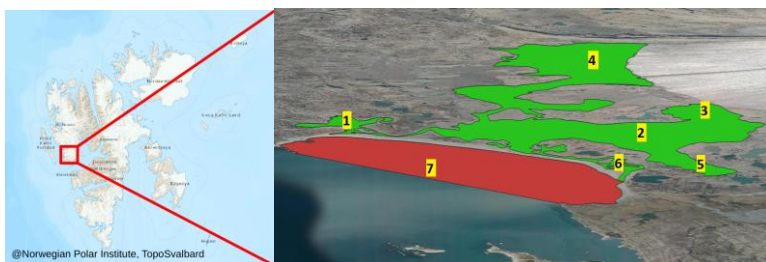
Įvadas. Remiantis kelių pastarųjų dešimtmečių duomenimis, stebimas Arkties regionų temperatūros kilimas yra beveik dvigubai greitesnis nei globalus vidurkis (López-Moreno, 2016). Tai lemia ledynų tirpsmą ir vandens lygio kilimą, o to pasekoje susiformuoja lagūnos – nauja ir mažai ištirta sritis.

Šiuo metu Svalbardo archipelage suskaičiuojama apie 100 lagūnų (Haug ir kt., 2016). Viena iš jų – Eidembuktos lagūna, kuri pradėjo formuotis tik praėjo šimtmečio šeštajame dešimtmetyje.

2021 m. Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto (KU JTI) mokslininkų pirmosios ekspedicijos į Eidembuktos lagūną metu atlikti pirmieji matavimai centrinėje lagūnos dalyje (Šiaulys ir kt., 2013). 2022 m. rugpjūčio 20–26 dienomis vykdant EIDEMBUKTA projekto veiklas, lagūnoje buvo išmatuotas staigus druskingumo šuolis kelių metrų gylyje. Tai rodo lagūnoje vykstantį gėlo, ledyno tirpsmo, ir druskingo vandenyno vandens masių patekimą į lagūną ir jų maišymąsi. Šiuo metu tyrimai lagūnoje yra riboti ir atliekami tik vieną kartą metuose, tyrimų nepakanka įvertinti galimų gamtinių sąlygų ir jų ryšių analizei.

Skaitinio modeliavimo metodai yra vienas iš būdų, galinčių papildyti *in situ* matavimus ir atsakyti į klausimus apie bendrą lagūnos sistemą. Todėl šio tyrimo tikslas buvo – išsiaiškinti, kaip keičiasi Eidembuktos lagūnos vandens masių judėjimas sukuriant ledynų tirpsmo suformuotos lagūnos hidrodinaminį modelį kaip įrankį fizinių vandens parametrų analizei.

Metodai. Eidembuktos lagūna yra Norvegijai priklausančio Svalbardo salyne (1 pav.), suformuota Eidembreen ledyno esančio lagūnos rytinėje pusėje. 2022 m. ekspedicijos duomenimis, jos plotas siekė 5,9 km². (Šiaulys ir kt. 2023). Nuo septintojo dešimtmečio iki dabar, lagūnos plotas padidėjo keturis kartus (Šiaulys ir kt. 2023), tačiau ir toliau vykstantis ledynų tirpsmas lemia nenutrūkstamą šios bei kitų panašių lagūnų vystymąsi. Šiuo metu, pagal išmatuotas fizines savybes, lagūną galima suskirstyti į 6 dalis. Šių dalių parametrai pateikti 1 paveiksle ir 1 lentelėje.



1 pav. Kairėje Norvegijai priklausantis Svalbardo salynas, dešinėje - Eidembuktos lagūna ir jos dalys (žaliai pažymėtas lagūnos plotas, raudonai – modeliui aktualios įlankos dalies plotas).

1 lentelė

Lagūnos dalys ir jų parametrai, sudaryta remiantis Šiaulyš, 2023

Nr	Dalis	Plotas	Maksimalus gylis	Haloklinas	Druskingumo min/maks
1	Vakarinė	0.3 km ²	5.4 m	Nėra	0.3 ± 0.2 g/kg
2	Centrinė	2.3 km ²	34.07 m	5-8 m	0.4-25.5 g/kg
3	Rytinė	0.3 km ²	29.7 m	5-7.5 m	0-18.8 g/kg
4	Šiaurinė	1.5 km ²	30.7 m	14-16 m	0-1.5 g/kg
5	Pietinė	0.37 km ²	10.1 m	2.4-3.1 m	0.7-25.1 g/kg
6	Sąsiauris	N/D	3.6 m	Nėra	0-0.7 g/kg
7	Įlanka	-	-	-	-

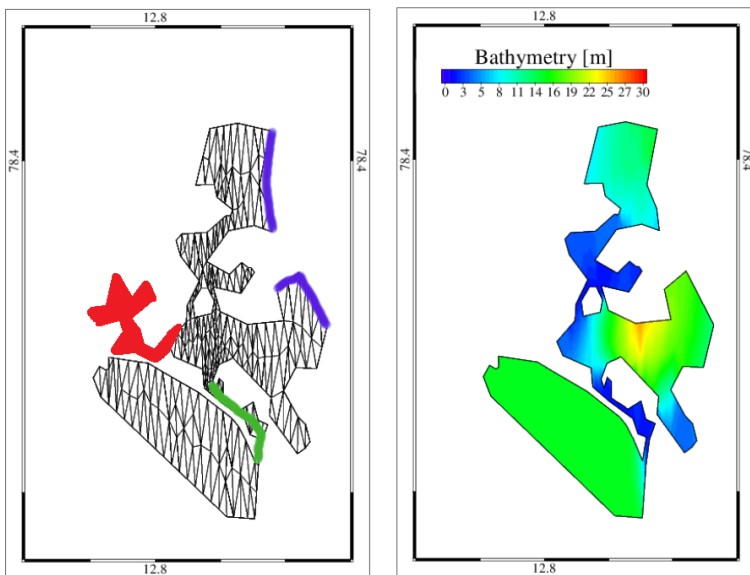
Hidrodinaminio modelio kūrimui buvo naudojama SHYFEM (angl. System of HydroDYNAMIC Finite Element Modules) baigtinių elementų modelių sistema. Tai atviros prieigos hidrodinaminis modelis (<https://github.com/SHYFEM-model/shyfer>), skirtas modeliuoti vandens telkinių hidrodinaminės sąlygas ir jų kitimą laike ir erdvėje. SHYFEM modelis sprendžia hidrodinaminės lygtis, kurios leidžia nusakyti vandens masių judėjimą trimačiame lauke, bei jų dinamikos pokyčius, priklausančius nuo slėgio, tūrio, druskingumo ir temperatūros. Modeliui paruošiama skaičiavimo gardelė, apimanti tiriamą lagūną ir dalį su ja susisiekiančios įlankos (1 pav.). Tyrimo metu paruoštas modelio skaičiavimas 2022 metams.

Modelio skaičiavimams surinkti šie duomenys:

- pradiniai duomenys – 1) lagūnos ir įlankos kontūrai nustatyti naudojant GIS įrankius iš Copernicus Sentinel-2 orto fotonuotraukų (<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>); 2) batimetrija, gauta iš EIDENBUKTA projekto 2022 m ekspedicijos;

- kiekvienos valandos meteorologiniai duomenys gauti iš **ERA5** globalaus klimato reanalizės modelio (Hersbach et al., 2023);
- kraštinės sąlygos – 1) kiekvienos dienos vandens temperatūros, druskingumo ir vandens lygio įlankos duomenys gauti iš **TOPAZ5** operacinio Arkties vandenyno modelis (Sakov et al., 2012; Maelsom et al., 2012); 2) ledyno tirpsmo nuotėkis, apskaičiuotas naudojant Copernicus Sentinel-2 orto fotonuotraukos.

Rezultatai. Tyrimui buvo sudaryta gardelė turinti 315 taškų ir 398 elementus (2 pav.). Minimalus atstumas tarp atskirų taškų 21,7 metrai. Lagūnos batimetrija buvo suinterpoliuota kiekvienam gardelės elementui (2 pav.). Po interpoliacijos maksimalus gylis elemente buvo 26,25 metrai. Vertikaliai modelis suskirstytas į 8 sluoksnius, atitinkamai 0–3, 3–6, 6–9, 9–12, 12–15, 15–20, 20–25, 25–30 metrų gylių intervalais.



2 pav. Kairėje - Eidembuktos lagūnos skaičiavimo gardelė su pažymėtomis gėlo (mėlyna) ir druskingo (žalia) vandens įtekėjimo vietomis, raudonai pažymėta panaikinta iš gardelės vakarinė lagūnos dalis; dešinėje – gardelė su interpoliuota batimetrija.

Dėl ypač sudėtingos formos ir seklių zonų, gardelė buvo supaprastinta, siekiant sutrumpinti modelio skaičiavimo laiką ir sudėtingumą. Iš gardelės buvo pašalinta vakarinė lagūnos dalis, darant prielaidą, kad šioje dalyje

vandens maišymasis yra lėtas ir neturi įtakos haloklino formavimuisi giliausiose lagūnos zonose. Buvo atlikti pirmieji modelio skaičiavimai ir parinkti pradiniai modelio parametrai (pvz. pradinis druskingumas sistemoje – 30 g kg^{-1} , minimalus gylis lagūnoje – $0,5 \text{ m}$ ir kt.), tam kad būtų užtikrintas modelio stabilumas.

Ledyno tirpsmo vandens kiekiai apskaičiuoti naudojant turimus lagūnos ploto kitimo duomenis nuo 1976 iki 2022 (Urbanski et al, in prep. duomenys). Per šį laikotarpį lagūnos plotas išaugo $4,5 \text{ km}^2$. Naudojant TopoSvalbard pateiktus topografinius vietovės žemėlapius, Eidembreen ledyno nuožulnumas įvertintas kaip $67,5 \text{ m}$. Pagal šiuos duomenis, paskaičiuota, kad per 46 metų laikotarpį nuo ledyno nutrpo $303\,750\,000 \text{ m}^3$ vandens, t. y. apie $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$. Įvertinus meteorologines sąlygas, įtekančio į lagūną vandens kiekis suapvalintas iki $1 \text{ m}^3/\text{s}$. 2 paveiksle kairėje pusėje pažymėti lagūnos elementai, kurie skaičiavimo metu priskiriami ledyno tirpsmo vandens įtekėjimo vietomis.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Modelio patikra su matavimų rezultatais dar nėra atlikta. Tačiau tyrimo metu atlikus sėkmingus modelio bandomuosius skaičiavimus, matomas gėlo ir druskingo vandens maišymas leidžia teigti, kad sudaryta gardelė gali būti taikoma Eidembuktos lagūnos tyrimui. Ledyno tirpsmo duomenų įvedimas užtikrino gėlo vandens prietaką į modeliuojamą lagūną, suformuodamas nuolatinį įtekančio vandens srautą, reikalingą hidrodinaminei situacijai lagūnoje aprašyti. Bandomųjų skaičiavimų metu parinkti fizikiniai parametrai leido atlikti skaičiavimus 2022 m., todėl ši gardelė bus taikoma tolimesniems tyrimams, siekiant išsiaiškinti hidrodinامينius procesus Eidembuktos lagūnoje.

Padėka. Padėka dr. Georg Umgiesser, dr. Ali Ertürk ir dr. Rasai Idzelytei už duomenų paruošimą ir konsultacijas. Taip pat padėka KU JTI mokslininkų komandai, įgyvendinusiai Lietuvos mokslo tarybos finansuojamą projektą EIDEMBUKTA „Naujos pakrantės lagūnos ekosistemos susidarymas po ledynų atsitraukimo Eidembuktoje Svalbardo Arktyje“ (# S-MIP-22-48), už suteiktus projekto duomenis.

Literatūra

- López-Moreno J. I., et al. 2016. Impact of climate warming on snow processes in Ny-Ålesund, a polar maritime site at Svalbard. In: *Annals of Mathematics* 146, p. 10–21.
- Haug F. D., Myhre P. I., Mari N., et al. 2016. Naturtyper på Svalbard: laguner og pollers betydning, med katalog over lokaliteter. NPI Kortrapport 40. <http://hdl.handle.net/11250/2424238>.
- Šiaulys A., Šaškov A., Politi T. ir kt., 2023. Tirpstančio Svalbardo ledyno pakraštyje susiformavusios lagūnos struktūra. Jūros ir krantų tyrimai 2023. Klaipėda, Lithuania: Klaipėdos universitetas, 171–174.

- Hersbach H., Bell B., Berrisford P., et al., 2023. ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS), DOI: 10.24381/cds.adbb2d47 (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels>).
- Sakov P., Counillon F., Bertino L., et al. 2012. TOPAZ4: an ocean-sea ice data assimilation system for the North Atlantic and Arctic, *Ocean Sci.*, 8(4), 633–656, doi:10.5194/os-8-633-2012, (https://data.marine.copernicus.eu/product/ARCTIC_ANALYSISFORECAST_PHY_002_001).
- Melsom A., Counillon F., LaCasce J. H. et al., 2012. Forecasting search areas using ensemble ocean circulation modeling, *Ocean Dyn.*, 62(8), 1245–1257, doi:10.1007/s10236-012-0561-5, 2012.

MASINIO SUSIBŪRIMO POVEIKIS NUOTEKŲ KOKYBEI BEI DINAMIKAI ĮVERTINANT MIKROTERŠALŲ, BENDROSIOS TARŠOS KIEKIUS IR IŠVALYMO EFEKTYVUMĄ

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

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

Įvadas. Vasaros renginių ir festivalių metu pajūrio miestus užplūsta didesnis kiekis atvykstančių žmonių nei įprastai (Jiang et al., 2015). Dėl šios priežasties padidėja tarša tiek miestų erdvėse, tiek ir iš miesto atitekančiose nuotekose. Į nuotekų valyklas įprastai patenka ne tik maistinės medžiagos, bet ir mikroteršalai: hormonai, vaistų likučiai bei ftalatų junginiai, atpalaiduojami iš kasdieninėje veikloje naudojamų plastiko gaminių pvz. kūno priežiūros, parfumerijos (Tang ir kt. 2020; Johnson ir kt. 2000). Šių teršalų kiekis bei sudėtis gali kisti pajūrio miestų išleidžiamose nuotekose švenčių metu dėl laikinai išaugusio žmonių skaičiaus. Nuotekų valyklos yra pritaikytos šalinti azotą bei fosforą, tačiau jas projektuojant nebuvo numatyta mikroteršalų šalinimo galimybė. Dėl šios priežasties ženkliai padidėja rizika, kad mikroteršalai su valytomis nuotekomis pateks į priekrantės ekosistemas (Kosek ir kt. 2020). Todėl nenuostabu, kad pastaruoju metu įvairiuose Baltijos jūros ekosistemos komponentuose aptinkami aktyviųjų farmacinių medžiagų pėdsakai: hormonai, skausmą malšinantys vaistai, antibiotikai, antidepresantai ir kt. (Zandaryaa & Kamenetsky, 2022). Nemaža dalis į nuotekas patekusių mikroteršalų iki galo nesuyra, todėl, tikėtina, kad net laikinas gyventojų padidėjimas pajūrio miestuose gali turėti įtakos nevalytų nuotekų kokybei bei taršos pašalinimo efektyvumui. Visgi iki šiol lieka mažai žinoma, kaip trumpalaikiai žmonių susibūrimai veikia nuotekų kokybę ir naujai atsirandančių teršalų kiekį, galimai patenkantį į priekrantės ekosistemas.

Tyrimo tikslas. Nustatyti ftalatų, estrogenų, farmacinių medžiagų, policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) ir maistmedžiagų koncentraciją bei kitus cheminius rodiklius Klaipėdos miesto nuotekų valyklos nevalytose bei išvalytose nuotekose, įvertinant paros junginių kiekius, jų pašalinimo efektyvumą bei Jūros šventės įtaką nuotekų kokybiniams parametrams.

Metodai. 2023 m. liepos 18 d. – 2023 m. liepos 28 d. laikotarpiu buvo imami nevalytų bei išvalytų nuotekų mėginiai analitiniais tyrimams, siekiant

įvertinti ftalatų, PAA, hormonų, farmacinių medžiagų kiekį bei nuotekų kokybinius parametrus: cheminį deguonies suvartojimą (ChDS), biocheminį deguonies suvartojimą (BDS₇), maistmedžiagų (bendro azoto ir fosforo), suspenduotos medžiagos (SM), ištirpusios organinės anglies koncentraciją (IOA) bei pH. 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] ištirpusioje formoje ir suspenduotoje medžiagoje buvo nustatyti, taikant kietafazės ekstrakcijos ir dujų chromatografijos masių spektrometrijos metodą pagal LST EN ISO 18856:2005 standartą. Estrogenai bei farmacinės medžiagos buvo įvertinti bendroje fazėje (ištirpusi forma + suspenduota medžiaga), taikant kietafazę ekstrakciją ir skysčių chromatografijos masių spektrometrijos metodą pagal Loos ir kt. 2018. PAA nustatyti, taikant analitinę kietafazės ekstrakcijos ir dujų chromatografijos masių spektrometrijos metodą. Nuotekų kokybę įvertinta pagal bendruosius taršos rodiklius: ChDS, BDS₇, SM ir IOA, o maistmedžiagų – bendrą azotą ir fosforą, naudojant standartinius analitinius metodus (LST EN ISO 1899-2:2000; ISO 15705:2002 ir kt.).

Rezultatai. Nuotekų kiekis Jūros šventės metu padidėjo 14 % nuo ~30,000 iki 35000 m³ per dieną. Kai kurių mikroteršalų (estrogenų, ftalatų, PAA) kiekis taip pat ir bendroji tarša padidėjo nuotekose susidariusiose šventės metu. Bendras estrogenų kiekis ištekančiose nevalytose nuotekose padidėjo ~ 2 kartus šventės metu, tuo tarpu farmacinių medžiagų kiekis išliko nepakitęs. Bendras ftalatų kiekis padidėjo 2 kartus, o PAA – 3 kartus. Bendrasis nuotekų užterštumas padidėjo nuo 46 % iki 100 %. Padidėjimas labiausiai susijęs su išaugusiu SM ir bendrojo fosforo kiekiu (atitinkamai 66 % ir 100 %). Nevalytose nuotekose dažniausiai buvo aptinkamas DEHP ir DBP. Didžiausia DEHP koncentracija buvo aptinkama suspenduotoje medžiagoje dėl šio ftalato išskirtinio hidrofobiškumo. Didžiausią kiekį nuo bendro ftalatų kiekio sudarė DEP ir DEHP bendroje fazėje. Visų 16 PAA aptikimo dažnis suspenduotoje medžiagoje buvo 100 %. Nepaisant padidėjusios taršos organine medžiaga ir maistmedžiagėmis, didžioji dalis jų (93–100 % atnešto kiekio) buvo išvaloma Klaipėdos miesto nuotekų valykloje. Nuotekų apvalymo efektyvumas nuo hormonų siekė nuo 89 iki 93 %, tačiau, visgi, valytoms nuotekoms nustatytas aplinkos kokybės standartas buvo viršytas nuo 7 iki 13 kartų. Tuo tarpu vaistų junginiai ne tik nebuvo pašalinti valymo proceso metu, bet kai kuriais atvejais jų koncentracija padidėjo ir ženkliai viršijo aplinkai žalingą koncentraciją (nuo 5 % iki 77 %).

Išvados. Apibendrinant galima teigti, kad Jūros šventė turėjo įtakos hormonų, ftalatų, PAA ir bendrosios taršos padidėjimui atitekančiose nuotekose, tačiau neturėjo įtakos vaistų kiekiui. Nuotekų kiekio padidėjimas (~14 %) dėl Jūros šventės nebuvo proporcingas galimam žmonių skaičiaus padidėjimui (200 %). Nepaisant visapusiškai padidėjusios taršos, Klaipėdos nuotekų valyklos technologinis valymo procesas sugebėjo sumažinti maistmedžiagių, organinės medžiagos bei kai kurių mikroteršalų (PAA ir ftalatų) kiekius, kurie neviršijo nuotekų tvarkymo reglamente nurodytų leidžiamų verčių, taip užtikrindamos tinkamos kokybės valytų nuotekų patekimą į Baltijos jūros ekosistemas. Tačiau hormonai bei vaistų junginiai nebuvo efektyviai pašalinti ir viršijo aplinkos kokybės standarto koncentracijas, nors tam ir neturėjo įtakos masinis žmonių susibūrimas. Ženklaus hormonų ir vaistinių junginių aplinkai žalingos koncentracijos viršijimas valytose nuotekose, ištekančiose į Baltijos jūrą, galimai galėjo sukelti žalą priekrantės ekosistemai.

Literatūra

- Jiang J. J., Lee C. L., Fang M. D., et al. 2015. Impacts of emerging contaminants on surrounding aquatic environment from a youth festival. *Environmental Science & Policy*, vol. 49(2), 792–799.
- 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.
- Kosek K., Luczkiewicz A., Fudala-Książek S., et al. 2020. Implementation of advanced micropollutants removal technologies in wastewater treatment plants (WWTPs): Examples and challenges based on selected EU countries. *Environmental Science & Policy*, 112, 213–226.
- Loos R., Marinov D., Sanseverino I., et al. 2018. Analytical methods for substances in the Watch List under the Water Framework Directive. Work Report, Publ Off Eur Union, Luxemb, 2018.
- Tang S., He C., Thai P., et al. 2020. Concentrations of phthalate metabolites in Australian urine samples and their contribution to the per capital loads in wastewater. *Environment International*, 137.
- Zandaryaa S., Frank-Kamenetsky D. 2021. A source-to-Sea approach to emerging pollutants in freshwater and oceans: Pharmaceuticals in the Baltic Sea region, *Water International*, vol. 46, no. 2, 195–210.

PAKRANTĖS TVARUMO IR SMARAGDINIO AUGIMO CIKLŲ PERSPEKTYVOS TARPINIUOSE VANDENYSE

Aistė Jurkienė¹, Ramūnas Povilanskas²

¹EUCC Baltijos biuras, Klaipėda, ²Klaipėdos universitetas, Klaipėda
aiste.jurkiene@gmail.com

Įvadas. Mūsų pristatomi tyrimai sutelkti į tarpinius vandenį (TV). Pagal ES teisės aktus terminas TV reiškia pakrančių vandens telkinius, kurie dėl artumo jūrai yra iš dalies druskingi, bet kuriems įtakos turi gėlo vandens srautai (2000/60/EC). Tipiški TV pavyzdžiai yra upių žiotys ir pakrantės lagūnos. Tai įvairios ir labai produktyvios teritorijos, svarbios ekosistemų funkcionavimui, pvz., žuvų neršto buveinėms ar migracijai užtikrinti, vandens paukščių migracijos koridoriai ir veisimosi vietos. Labiausiai pažeisti Europos TV yra Baltijos ir Šiaurės jūrų pakrantės (Ferreira T. et al., 2019). Daugelyje jų yra didžiųjų miestų ir uostų teritorijos (McLusky D.S et al., 2007), taip formuodamos sudėtingas, bet kartu ir lengvai pažeidžiamas socio-ekologines sistemas (SEs). Todėl tokių teritorijų tyrimams reikia taikyti „žmonių gamtoje“ perspektyvos koncepciją. Šios teritorijos SEs iššūkius apima teršalų patekimas į upių žiotis iš į jas patenkančių upių ir žemės nuotėkio (Zhang L. et al., 2023), o gilinimas, akvakultūra ir žvejyba taip pat prisideda prie TV būklės blogėjimo (Elliott M. et al., 2002 - Tagliapietra D. et al., 2014). Neaiškios TV geografinės ribos yra iššūkis diskutuojant apie žaliąjį ir mėlynąjį augimą. Norėdami efektyviai valdyti šias aplinkas, pasiūlėme Smaragdinio augimo koncepciją (Tagliapietra D. et al., 2020). Jame derinami žaliojo ir mėlynojo augimo principai, siekiant geriau apibūdinti ekosistemų funkcijų valdymą tarp sausumos ir jūrų zonų (Povilanskas R. et al., 2021). Ši koncepcija remiasi darnaus vystymosi principais, pritaikytais TV unikalioms fizinėms ir ekologinėms savybėms (Burgess M.G. et al., 2018). Pagrindinis mūsų tyrimo tikslas buvo sujungti Smaragdinio augimo koncepciją su tvarumo pakrantės ciklo (CCS) metodika. Tai analitinė sistema, skirta įvertinti kritinių procesų, lemiančių pakrantės zonos tvarumą, rodiklius (De Alencar N.M.P. et al., 2020). Iškėlėme hipotezę, kad CCS taikymas yra tinkamas būdas tirti ir interpretuoti Smaragdinio augimo aspektus. Mūsų tyrimu buvo siekiama išbandyti Smaragdinio augimo koncepcijos susiejimą su CCS metodika, naudojant Liepojos ežerą kaip pavyzdį, atskleisti pagrindines smaragdinio augimo kliūtis Liepojos ežere ir aplink jį bei aptarti būsimas smaragdinio augimo ir CCS taikymo perspektyvas. Ši metodika yra suderinta su populiariausia SEs koncepcija.

Metodai. Mūsų atliktame tyrime TV pritaikėme 2020 m. sukurtą pakrančių tvarumo ciklą (CCS) sistemą (De Alencar N.M.P. et al., 2020). Jį sudaro keturios tarpusavyje susijusios sritys (aplinka ir ekologija, socialinė struktūra ir kultūra, ekonomika ir valdymas), kurių kiekviena turi penkias kategorijas. Kiekvienai kategorijai įvertinti naudojome vietoje pritaikytus rodiklius, naudodami penkių balų skalę nuo 1 (blogai) iki 5 (puikiai). Rezultatai rodo, kurioms sritims ir kategorijoms reikia prioritetinių priemonių, kad būtų sukurta tvari TV sistema ir sustiprintas atsparumas aplinkai. Jie priklauso nuo tiriamos TV specifikos, jo baseino ir gretimos jūrų zonos. Keturių sričių kategorijos yra bendros tvarumo savybės, jautrios įvairioms skalėms – nuo vietinio iki regioninio bei nacionalinio (Gallo-Vélez D. et al., 2023). Norint atlikti ekosistemomis pagrįstą integruotą vertinimą, būtina pasirinkti rodiklius, atspindinčius „realią“ situaciją. CCS modelio tikslas yra atlikti išsamų įvertinimą, kuris leistų sukurti integruotą valdymą, gyvybiškai svarbų Smaragdiniam augimui. Grafinis CCS vaizdavimas palengvina skirtingų sluoksnių ir sektorių suinteresuotųjų šalių ryšių suvokimą (De Alencar N.M.P. et al., 2020). Tai parodo, kaip ekosistemų paslaugų blogėjimas gali pakenkti tvarumo sąlygoms ir kaip galios santykiai, prieštaravimai ir konfliktai gali turėti įtakos TV valdymui bei smaragdinio augimo palengvinimui. Kiekvienos srities tvarumo vertinimą pristatėme kaip voratinklio diagramų rinkinį. Tyrimui reikalingus duomenis rinkome iš daugelio šaltinių: mokslo darbų, oficialių dokumentų, ataskaitų, neskelbtos medžiagos, kitų archyvinių dokumentų ir literatūros. Naujausia statistinė informacija apie socialinę-ekonominę ir žemėtvarkos situaciją buvo gauta iš atitinkamų oficialių duomenų bazių internete, o trūkstamos informacijos spragas šalinome atlikdami daugiadalykį lauko tyrimą Liepojos ežero rajone. Atlikome nuodugnią dokumentų analizę per keturis seminarus, kurie vyko 2022–2024 m.

Rezultatai. Tyrimo teritorija yra Liepojos ežero marios, Prekybos kanalas, jungiantis marias su Baltijos jūra, ir marių baseinas, įskaitant Bartuvos upės žiotis ir Alande upės žemupį.

Bendra aplinkos situacija ir ekologija yra pirmoji tvarumo sritis. Liepojos ežere ir jo baseine ji vertintina kaip vidutinė. Liepojos ežeras buvo tipiškas sovietinės visuomenės požiūrio į gamtos ir aplinkos apsaugą pavyzdys. Gamtinė aplinka buvo laikoma ištekliais, kurią galima vartoti neribotai. Kita vertus, gamta, ypač ant smėlio juostų ir užtvarų nerijų, buvo laikoma pažeidžiamu lobiu, kurį reikia griežtai saugoti. Liepojos ežero atveju apribojimai buvo taikomi ornitologiniam draustiniui ir smėlio juostai. Tuo tarpu šiaurės vakariniame Liepojos ežero kampe metalurgijos gamykla ėmė gėlą vandenį iš ežero ir išleido atgal sunkiaisiais metalais užterštas nuotekas.

Šio požiūrio pasekmės vis dar skaudžios, nes pagal ES vandens pagrindų direktyvą geros aplinkos būklės pasiekimas Liepojos ežerui atidedamas iki 2027 m.

Ekonominio tvarumo lygis, kaip antroji tvarumo sritis, yra gana geras. Tai lėmė tokių rodiklių kaip vidutinio darbo užmokesčio, pajamų nelygybės, nekilnojamojo turto ir kitų rodiklių vertinimas. Tyrime nustatėme, kad bendra infrastruktūra rajone yra vidutinė, pramonės vystymosi tendencijos nukreiptos į modernizaciją. Ekonominiu požiūriu svarbūs yra žuvų ištekliai, o žemės ūkis priklauso nuo vandens pertekliaus išsiurbimo iš polderių.

Socialinis ir kultūrinis tvarumas yra labai svarbus Liepojos ežero regionui, tačiau jį vertiname kaip vidutinį. Tai yra dėl demografinės padėties blogų rodiklių, ypač kaimo vietovėse. Kita vertus, tai sąlygoja tvaresnę erdvinę miestų ir priemiesčių plėtrą be jokio miesto plitimo ar perpildymo.

Bendrą Liepojos ežero srities valdymo tvarumą įvertinome tik kaip vidutinį. Aplinkos apsaugos srityje bendruomeninis valdymas beveik neegzistuoja, sistemos organizacinė entropija yra didelė. Nepaisant to institucijų, kurios rūpinasi aplinkos valdymu, tinklas iš nesubrendusios organizacijos pereina į bręstančią organizaciją. Ji turi veiklos gaires ir tikslus, tačiau jos struktūrą reikia tobulinti.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Mūsų tyrimo rezultatai rodo, kad įmanoma ir pagrįsta Smaragdinio augimo koncepciją derinti su CCS metodika. Domenų ir kategorijų reitingavimas atskleidžia, kad geriausia situacija, susijusi su Smaragdinio augimo sąlygomis, yra ekonomika (3 kategorijos – Ekonominis saugumas, Pramonė ir Pasitikėjimas TV – vertinamos kaip geros). Sudėtinga socialinė ir ekonominė padėtis yra esminė kliūtis smaragdiniam augimui rajone. Ypatingą grėsmę kelia ekonominės gerovės (ekonomikos sritis) ir demografinių iššūkių (socialinė ir kultūros sritis) trūkumai. Be to, darome išvadą, kad Liepojos ežero smaragdo augimui pasiekti būtina gerinti tarpvalstybinį bendradarbiavimą su Lietuva tarpvalstybiniame Bartos upės baseine, sugrąžinti į gamtą dalį polderių sistemos ir imtis priemonių dugno nuosėdoms išvalyti nuo sovietmečio teršalų. Šios priemonės gali sukurti sinergiją, kad būtų patobulintos prasčiausiai įvertintos aplinkos ir ekologijos srities kategorijos (agroekologija, produktyvumas ir maistinių medžiagų ciklas) ir valdymo sritis (valdymo įrankiai ir krizių valdymas).

Šios išvados rodo, kad iššūkiai, susiję su smaragdinio augimu, pirmiausia yra susiję su sovietinio palikimo įveikimu, kuris vis dar siaubingai jaučiamas įvairiais būdais. Iš šio atvejo tyrimo rezultatų jau akivaizdu, kad neįmanoma rasti „visiems tinkančio“ recepto, užtikrinančio TV tvarumą. Kiekviena TV sritis turi spręsti vietos ekonominius, ekologinius, socialinius ir valdymo prioritetus bei iššūkius. Į CCS sąrašą gali prireikti pridėti papildomų

kategorijų ir duomenų, kad būtų galima analizuoti kitus TV su kitu fizinių ir socialinių bei ekologinių savybių rinkiniu.

Literatūra

- European Commission. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Off. J. Eur. Communities 2000, 43, 327.
- Ferreira T., Globevnik L., Schinegger R. 2019. Water Stressors in Europe: New Threats in the Old World. In Multiple Stressors in River Ecosystems: Status, Impacts and Prospects for the Future; Sabater, S., Elosegí, A., Ludwig, R., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; Oxford, UK; Cambridge, MA, USA, 139–155.
- McLusky D.S., Elliott M. 2007. Transitional waters: A new approach, semantics or just muddying the waters? *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 71, 359–363.
- Zhang L., Yuan J., Kim C. 2023. Spatially Structured Environmental Analysis of Marine Ecological Landscapes Based on Machine Vision. *J. Mar. Sci. Eng.* 11, 954 p.
- Elliott M., McLusky D.S. 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 55, 815–827.
- Marcos C., Gamito S., Umgieser G. et al. 2019. Vindicating the biological and socioeconomic importance of coastal lagoons and transitional waters. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 216, pp. 1–3.
- Tagliapietra D., Magni P., Basset A., Viaroli P. 2014. Ecosistemi costieri di transizione: Trasformazioni recenti, pressioni antropiche dirette e possibili impatti del cambiamento climatico. *Biol. Ambient.*, 28, 101–111.
- Tagliapietra D., Povilanskas R., Razinkovas-Baziukas A. et al. 2020. Emerald Growth: A New Framework Concept for Managing Ecological Quality and Ecosystem Services of Transitional Waters. *Water*, 12, 894 p.
- Povilanskas R., Taminskas J., Tagliapietra D. 2021. Chapter 5. Emerald Growth: Maritime Spatial Planning and Transitional Waters. In SEAPLANSPACE General Knowledge Manual; Pyć, D., Stoll, F., Eds.; University Publishers: Gdańsk, Poland, 79–86.
- Burgess M.G., Clemence M., McDermott G.R. et al. 2018. Five rules for pragmatic blue growth. *Mar. Policy* 87, 331–339.
- De Alencar N.M.P., Le Tissier M., Paterson S.K. et al. 2020. Circles of Coastal Sustainability: A Framework for Coastal Management. *Sustainability*, 12, 4886 p.
- Gallo-Vélez D., Restrepo J.C., Newton A. 2023. Assessment of the Magdalena River delta socio-ecological system through the Circles of Coastal Sustainability framework. *Front. Earth Sci.*, 11, 1058122 p.

NUOTOLINIO ZONDAVIMO (FOTOGRAMETRINIŲ) METODŲ TAIKYMAS JŪRINIŲ SKARDŽIŲ EROZIJOS PROCESŲ ERDVINIO PASISKIRSTYMO IR KAITOS DĖSNINGUMAMS TIRTI. OLANDŲ KEPURĖS SKARDŽIO ATVEJIS

Egidijus Jurkus¹, Ramūnas Povilanskas²

¹Gamtos tyrimų centras, Vilnius, ²Klaipėdos universitetas, Klaipėda
egidijus.jurkus@gamtc.lt

Įvadas. Jūrinių skardžių erozijos procesų erdvinio pasiskirstymo ir kaitos dėsningumą pažinimas tampa vis svarbesne tema atsižvelgiant į tokias nūdienos aktualijas kaip klimato kaita, dėl to susijusių meteorologinių ir hidrodinaminių procesų bei didėjančio antropogeninio poveikio įtakos didėjimu krantodaros procesams. Vienas iš svarbių antropogeninio poveikio veiksnių yra jūrinių skardžių kaip turistinių lankomų objektų naudojimas. Jūrinių skardžių erozijos procesų erdvinio pasiskirstymo ir kaitos dėsningumą tyrimai yra tiesiogiai susiję su pajūrio gamtinių išteklių naudojimo turizmui optimizavimu. Analizuojant pajūrio gamtinių išteklių išsaugojimo ir turizmo tvarumo dabartinės tyrimų tendencijas ir problemas, nustatytos septynios pagrindinės tyrimų kryptys, tokios kaip: (1) Europos bendrijos turizmo plėtra; (2) saugomų gamtinių teritorijų ir objektų panaudojimas turizmui ir šio proceso valdymas; (3) tvaraus turizmo motyvacija; (4) biologinės įvairovės išsaugojimas ir ekoturizmas; (5) kraštovaizdžio ir žemėnaudų pokyčiai; (6) lankytojų pasitenkinimo stebėjimas; (7) ekoturizmo modeliavimas (Jurkus, 2022a). Taigi net trys (2, 4, 5) išskirtos kryptys tiesiogiai susijusios su pajūrio gamtinių išteklių naudojimo turizmui optimizavimo tyrimais kuriuose taikoma geografinės informacijos analizė. Kachelreiss ir kt. (2014) nustatė, kad jūrų ir pakrančių apsaugai naudojami nuotolinio stebėjimo tyrimai taip pat naudotini antropogeninėms grėsmėms, galimiems jūrų ir pakrančių poveikiams nustatyti. Formuojant pakrančių nuotolinio stebėjimo tyrimų metodiką nustatytos keturios pagrindinės tendencijos: (1) nuotoliniu stebėjimu ir fotofiksacija pagrįsta klasifikacija bei modeliavimas, (2) atogrąžų pakrančių ir jūros buveinių išsaugojimas, (3) buveinių ir rūšių pasiskirstymo kartografavimas, (4) ekosistemų ir biologinės įvairovės išsaugojimas bei šių išteklių valdymas (Jurkus, 2022b). Taip pat ankstesnių tyrimų metu buvo nustatyta, kad mažoms ir pažeidžiamoms pakrančių ir jūrų zonoms, turinčioms esminių ekologinių vertybių, ypač priemiesčio jūrų saugomose teritorijose, gali būti ypač naudinga naudoti nepilotuojamus skraidančius objektus stebėti

ekosistemų procesus, biologinės įvairovės parametrus ir antropogeninį poveikį (López & Mulero-Pázmány 2019).

Pristatomu tyrimu buvo siekiama išbandyti nuotolinio zondavimo ir fotogrametrinių metodų derinimą nustatant jūrinių skardžių erozijos procesų erdvinio pasiskirstymo ir kaitos dėsninumus. Šių tyrimų metu gauti duomenys bus naudojami geostatistinės analizės įrankio kūrimui ir išbandymui.

Metodai. Atlikto tyrimo metodikos pagrindinis principas yra objektų fotofiksavimas ir gautų vaizdų naudojimas erozijos procesų identifikavimui bei lokalizavimui ir erdvinio pasiskirstymo bei kaitos geostatistinei analizei.

Tyrimas buvo atliekamas keliais etapais:

Geolokalizuotas fotofiksavimas nepilotuojamu orlaiviu (dronu), kurio pagalba surenkama informacija apie Lietuvos Baltijos jūros ir pakrančių esamą būklę laike ir erdvėje. Nuotraukų duomenų bazės rinkimui buvo naudojamas bepilotis orlaivis Phantom 3 Professional, kuris palaiko GPS/GLONASS geolokalizaciją bei aprūpintas 12.76 M taškų raiškos kamera Sony EXMOR 1/2.3". Atlikti trys bandomieji fotofiksavimo dronu skrydžiai. Gautos nuotraukos įvertintos vizualinės kokybės parametrais, tokiais kaip rezoliucija, apimamo vaizdo plotas bei nuotraukoje esančių objektų detalumas.

Atliktas erozijos objektų identifikavimas paremtas ekspertų grupės nuomone, išskiriant ir suskirstant į grupes pagrindines pajūrio skardžio erozines tendencijas. Ekspertai nuotraukose vizualiai matomas pajūrio kranto erozijos tendencijas nustatė trimis vertinimo etapais, naudojantis Delphi tyrimų jūrų ir pakrančių apsaugos srityje metodu, (Hsu & Sandford 2007; La Sala et al., 2016; Lupp et al. 2013; Monavari et al., 2013; Olszewska et al., 2018).

Galiausiai iš nuotraukose pažymėtų nuošliaužų ir išgraužų atliktas erozijos židinių geolokalizavimas bei jų GIS duomenų bazės sukūrimas, naudojant šių objektų koordinačių nustatymui fotovaizduose matomų ir natūroje nustatomų erdvėje nekintamų objektų (laiptai, platformas ir pan.) koordinatėmis.

Rezultatai. Nuotolinio zondavimo metodu buvo organizuotas tyrimas Pajūrio regioninio parko pietinėje dalyje, ties Olandų Kepurės skardžiu, renkant duomenis bepiločiu orlaiviu. Atlikus bandomuosius skrydžius buvo nustatyti optimalūs skrydžio bepiločiu orlaiviu parametrai, labiausiai tinkami renkant kranto zonos vaizdų duomenų bazę. Atsižvelgiant į tai, kad identifikuotinų objektų vaizdų kokybė turi būti gana geros kokybės ir aiškios rezoliucijos, o jų parametrai gali būti iki 1 m dydžio, nustatytas tinkamiausias vaizdų duomenų bazės rinkimo parametras vaizdų fotografavimas

nepilotuojamu orlaiviu 25 m skridimo aukštyje. Vaizdų duomenų bazės rinkimui buvo atlikta dešimt skrydžių dronu, kurių metu surinkta 400 vnt. vaizdų duomenų bazė.

Tolimesnėje tyrimo eigoje buvo išskirtos dviejų tipų erozijos objektų grupės – nuošliaužos ir išgraužos, kurių identifikavimo metu buvo nustatyti virš 650 nuošliaužų atvejų, bei 350 išgraužų atvejų, vizualiai jas pažymint analizuotose nuotraukose.

Kitame tyrimo etape, geolokalizavus erdvėje nekintamus objektus (laiptus, platformas ir pan.) bei naudojant erozijos objektų – nuošliaužų ir išgraužų nuotraukose pažymėjimus, šie objektai buvo geolokalizuoti bei taip sukurta GIS duomenų bazė. Sukaupus šią duomenų bazę atsiranda puiki galimybė sukurti ir išbandyti nuotolinio zondavimo metodų derinimo su geostatistiniais metodais metodiką.



1 pav. Tyrimų teritorija.

Rezultatų aptarimas ir išvados.

Jūrinio skardžio erozijos procesų tyrimams, naudojant fotofiksaciją, dėl tiriamo objekto fizinių charakteristikų, tinkamiausias metodas yra fotofiksavimas nepilotuojamu orlaiviu.

Norint panaudoti vaizdus erozijos procesų automatizuotam identifikavimui naudojant dirbtinio intelekto algoritmus, būtina sukaupti didelę identifikuotinų objektų vaizdinių duomenų bazę, kurie būtų identifikuoti ekspertiniu būdu.

Jūrinio skardžio erozijos objektų koordinuotų taškų duomenų bazė yra tinkamas formatas toliau planuojant vykdyti šių objektų geostatistinę analizę.

Literatūra

- Hsu C. C., Sandford B. A. 2007. The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation* 12 (10):1–8.
- Jiménez López J., Mulero-Pázmány M. 2019. Drones for conservation in protected areas: Present and future. *Drones* 3:10.
- Jurkus E., Povilanskas R., Razinkovas-Baziukas A., et al. 2022. Current Trends and Issues in Applications of Remote Sensing in Coastal and Marine Conservation. *Earth*, 3, 433–447.

- Jurkus E.; Povilanskas R.; Taminskas J. 2022. Current Trends and Issues in Research on Biodiversity Conservation and Tourism Sustainability. *Sustainability*, 14, 3342
- Kachelreiss D., Wegmann M., Gollock M., et al. 2014. The application of remote sensing for marine protected area management. *Ecological Indicators*, 36, 169–177.
- La Sala P., Conto F., Conte A., et al. 2016. Cultural Heritage in Mediterranean Countries: The Case of an IPA Adriatic Cross Border Cooperation Project. *International Journal of Euro-Mediterranean Studies* 9(1):31–50.
- Lupp G., Konold W., Bastian O. 2013. Landscape management and landscape changes towards more naturalness and wilderness: Effects on scenic qualities—The case of the Muritz National Park in Germany. *Journal for Nature Conservation* 21:10–21.
- Monavari S.M., Khorasani N., Mirsaeed S. S. G. 2013. Delphi-based Strategic Planning for Tourism Management – a Case Study. *Polish Journal of Environmental Studies* 22(2):465–473.
- Olszewska A. A., Marques P. F., Ryan R. L., et al. 2018. What makes a landscape contemplative? *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science* 45(1):7–25.

FEKALINĖS TARŠOS ŠALTINIŲ ĮVAIROVĖ MAKRODUMBLIŲ SĄNAŠOSE BALTIJOS JŪROS PRIEKRAVĖJE

Greta Kalvaitienė, Rafael Picazo Espinosa, Marija Kataržytė

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
greta.kalvaitiene@ku.lt

Įvadas. Esant mikrobiologinei vandens taršai, poilsiautojams po maudynių vandenyje padidėja tikimybė susirgti viduriavimu, kvėpavimo takų, ausų ir akių infekcijomis, odos bėrimais bei karščiavimu (Basili et al., 2023). Vienas iš pagrindinių patogenų šaltinių maudyklose yra fekalinė tarša, kuri identifikuojama pagal fekalinės taršos indikatorinių mikroorganizmų – *Escherichia coli* ir *Enterococcus* spp. (FIO) – buvimą vandenyje. Maudyklų Direktyva 2006/7/EC vandens kokybę ir saugumą Europos Sąjungoje (ES) vertina pagal FIO kiekį vandenyje, kuris nustatomas naudojant bakterijų kultivavimo ant terpių metodus (European Parliament, 2006). Molekulinių metodų naudojimas gali papildyti šią informaciją nustatant fekalinės taršos šaltinius. Pavyzdžiui, naudojant metagenomiką galima identifikuoti mikroorganizmų taksonominius vienetus, susijusius su fekaline ir nuotekų tarša (Basili et al., 2023).

Nors dauguma ES maudyklų (84,7 %) yra vertinamos kaip puikios kokybės (EEA, 2023), kai kurie natūralūs gamtos reiškiniai, kaip krante besikaupiančios makrodumplių sąnašos, gali neigiamai paveikti vandens kokybę (Kalvaitienė et al., 2024, 2023). Sąnašos vaidina svarbų vaidmenį ekosistemos funkcionavime, tačiau taip pat yra žinoma, kad jų poveikioje aplinkoje gali išgyventi ir daugintis įvairūs patogenai: *Campylobacter*, *Clostridium*, *Shigella*, *Salmonella* ir FIO (Byappanahalli et al., 2003; Chun et al., 2013). Sąnašų irimo metu pakinta fizikinės-cheminės aplinkos sąlygos, todėl įvyksta pokyčiai mikroorganizmų bendrijose, galintys daryti įtaką patogenų dauginimuisi (Chun et al., 2017; Wang et al., 2023). Nors dumplių sąnašos Baltijos jūros maudyklose stebimos dažnai, tačiau mažai žinoma apie jų reikšmę vandens kokybei.

Šio tyrimo tikslas buvo identifikuoti mikrobiologinės taršos šaltinius ir su fekaline tarša susijusius patogenus viename iš Baltijos jūros paplūdimių, kuriame stebėtos makrodumplių sąnašos vasaros laikotarpiu.

Tyrimo metodai. 2022 m. rugpjūčio 9–12 dienomis Šventosios paplūdimyje buvo renkami vandens bei makrodumplių sąnašų mėginiai. Mėginiai pradėti rinkti iš karto po makrodumplių akumuliacijos krante

pradžios. Trečią mėginių rinkimo dieną sąnašos pradėtos šalinti iš paplūdimio. Mėginiai buvo paimti ir ketvirtą dieną po sąnašų pašalinimo. 100 metrų atstumu nuo sąnašų sankaupos vietos palyginimui pasirinkta referentinė vieta, kurioje nebuvo sąnašų. *E. coli* kiekiui nustatyti naudotas Colilert, enterokokų – Enterolert metodai, kurie pagrįsti bakterijų auginimu skystoje terpėje, pagal juos galima nustatyti labiausiai tikėtiną bakterijų skaičių (angl. *most probable number* (MPN)). Nustatytas MPN mėginiuose perskaiciuotas arba 100 ml vandens, arba 1 g sąnašoms.

Siekiant įvertinti, ar FIO kiekis vandenyje statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp vietų su sąnašomis ir be jų, buvo panaudotas Mano-Vitnio-Vilkoksono rangų kriterijaus metodas. Reikšmingumo lygmuo $p=0,05$.

Mėginiams, surinktiems pirmą, antrą ir ketvirtą dieną, buvo atlikta 16S ribosominės RNR sekoskaita (Illumina sekoskaitos platforma, Novogene Co, Ltd, Jungtinė Karalystė) siekiant nustatyti su fekaline tarša susijusių žmogaus patogenų (*Bacteroides*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Escherichia-Shigella*, *Fusobacterium*, *Treponema*) (Boukerb et al., 2021), su fekaline tarša susijusias mikroorganizmų šeimų (*Bacteroidaceae*, *Clostridiaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcaceae*, *Lachnospiraceae*, *Rikenellaceae*, *Ruminococcaceae*) (Basili et al., 2023; Newton et al., 2013) ir su nuotekomis susijusių mikroorganizmų genčių (*Acinetobacter*, *Arcobacter*, *Trichococcus*) (Mizrahi et al., 2021) buvimą.

Rezultatų aptarimas. Didžiausia *Enterococcus* spp. koncentracija buvo nustatyta makrodumblių sąnašose antrą dieną ir siekė $3368,8 \pm 957,9$ MPN/g. Didžiausia *E. coli* koncentracija buvo nustatyta vandenyje su sąnašomis ketvirtą dieną ir siekė $53,9 \pm 39,2$ MPN/100 mL. Tuo tarpu referentinėje vietoje FIO (*Enterococcus* spp.) buvo rasta tik antrą dieną ($0,5 \pm 0,71$ MPN/100 mL). Vidutinė *Enterococcus* spp. koncentracija ($13,95 \pm 7,72$ MPN/100 mL) vandenyje su sąnašomis buvo reikšmingai didesnė ($p < 0,05$) palyginti su referentine vieta ($0,88 \pm 0,75$ MPN/100 mL). *E. coli* kiekiai reikšmingai nesiskyrė tarp sąnašų akumuliacijos ir referentinės vietų ($p > 0,05$).

Gausiausiai su fekaline tarša susijusios šeimos buvo aptiktos antrą dieną vandenyje su sąnašomis (17,8 %), dominavo *Clostridiaceae*. Su nuotekomis susijusių šeimų gausumas išliko nedidelis vandenyje su sąnašomis ir pačiose sąnašose visu tyrimo laikotarpiu. Tarp potencialiai patogeniškų mikroorganizmų gausiausiai buvo aptinkama *Clostridium* gentis. Gausiausiai patogenai aptikti antrą dieną vandenyje su sąnašomis (16 %). Potencialių patogenų ir su fekaline tarša susijusių šeimų gausumas pastebimai sumažėjo po sąnašų pašalinimo. Su fekaline tarša ir nuotekomis susijusios taršos ir potencialių patogenų gausumas vandens referentinėje vietoje buvo santykinai nedidelis. Taršos ir patogenų dinamika nurodyta 1 pav.

	Potencialūs patogenai			Su fekaline tarša susijusios šeimos			Su nuotekomis susijusios šeimos		
	VS	VR	S	VS	VR	S	VS	VR	S
Diena 1	Bacteroides Clostridium Fusobacterium Treponema		Clostridium	Bacteroidaceae Clostridiaceae Enterobacteriaceae Lachnospiraceae Rikenellaceae Ruminococcaceae		Clostridiaceae Enterobacteriaceae Lachnospiraceae Rikenellaceae Ruminococcaceae	Acinetobacter Trichococcus	Trichococcus	Acinetobacter
Diena 2	Bacteroides Clostridium Enterococcus Escherichia-Shigella Fusobacterium Treponema		Clostridium Enterococcus Treponema	Bacteroidaceae Clostridiaceae Enterobacteriaceae Lachnospiraceae Rikenellaceae Ruminococcaceae		Clostridiaceae Enterobacteriaceae Lachnospiraceae Rikenellaceae Ruminococcaceae	Acinetobacter Trichococcus		Acinetobacter Trichococcus
Diena 4	Clostridium Fusobacterium Treponema		Bacteroides Clostridium Enterococcus Escherichia-Shigella Treponema	Clostridiaceae Enterobacteriaceae Lachnospiraceae Ruminococcaceae		Bacteroidaceae Clostridiaceae Enterobacteriaceae Lachnospiraceae Rikenellaceae Ruminococcaceae	Acinetobacter Trichococcus	Acinetobacter	Acinetobacter Trichococcus

1 pav. Potencialių patogenų, su fekaline tarša susijusių mikroorganizmų šeimų ir su nuotekomis susijusių mikroorganizmų genčių aptikimas skirtingomis mėginių rinkimo dienomis Šventosios paplūdimyje; VS – vanduo su sąnašomis, VR – vanduo referentinėje vietoje, S – sąnašos.

Išvados. Reikšmingai didesni *Enterococcus* spp. kiekiai rasti vandenyje su sąnašomis. Sąnašų paveiktame vandenyje ir pačiose sąnašose aptinkama su fekaline tarša susijusių potencialiai patogeniškų mikroorganizmų, taip pat su fekaline ir nuotekų tarša susijusių mikroorganizmų. Sąnašų pašalinimas iš paplūdimio gali padėti sumažinti patogenų susijusių su fekaline tarša kiekius.

Literatūra

- Basili M., Perini L., Zaggia L., et al. 2023. Integrating culture-based and molecular methods provides an improved assessment of microbial quality in a coastal lagoon. *Environmental Pollution* 334, 122140. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122140>.
- Boukerb A. M., Noël C., Quenot E., et al. 2021. Comparative Analysis of Fecal Microbiomes From Wild Waterbirds to Poultry, Cattle, Pigs, and Wastewater Treatment Plants for a Microbial Source Tracking Approach. *Frontiers in Microbiology* 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.697553>.
- Byappanahalli M. N., Shively D. A., Nevers M. B., et al. 2003. Growth and survival of *Escherichia coli* and enterococci populations in the macro-alga *Cladophora* (Chlorophyta). *FEMS Microbiology Ecology* 46, 203–211. [https://doi.org/10.1016/S0168-6496\(03\)00214-9](https://doi.org/10.1016/S0168-6496(03)00214-9).
- Chun C. L., Ochsner U., Byappanahalli M. N., et al. 2013. Association of Toxin-Producing *Clostridium botulinum* with the Macroalga *Cladophora* in the Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.* 47, 2587–2594. <https://doi.org/10.1021/es304743m>.
- Chun C. L., Peller J. R., Shively D., et al. 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>.

- EEA, 2023. State of bathing waters in 2022 — European Environment Agency [WWW Document]. URL <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/state-of-bathing-waters-in-2022> (accessed 6.20.23).
- European Parliament, 2006. Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC [WWW Document]. URL <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/7/oj/eng> (accessed 3.16.23).
- Kalvaitienė G., Bučas M., Vaičiūtė D., et al. 2024. Impact of beach wrack on microorganisms associated with faecal pollution at the Baltic Sea Sandy beaches. *Science of The Total Environment* 918, 170442. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170442>.
- Kalvaitienė G., Vaičiūtė D., Bučas M., et al. 2023. Macrophytes and their wrack as a habitat for faecal indicator bacteria and *Vibrio* in coastal marine environments. *Marine Pollution Bulletin* 194, 115325. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115325>.
- Mizrahi I., Wallace R. J., Morais S. 2021. The rumen microbiome: balancing food security and environmental impacts. *Nat Rev Microbiol* 19, 553–566. <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00543-6>.
- Newton R. J., Bootsma M. J., Morrison H. G., et al. 2013. A Microbial Signature Approach to Identify Fecal Pollution in the Waters Off an Urbanized Coast of Lake Michigan. *Microb Ecol* 65, 1011–1023. <https://doi.org/10.1007/s00248-013-0200-9>.
- Wang Y., Zhou P., Zhou W., et al. 2023. Network Analysis Indicates Microbial Assemblage Differences in Life Stages of *Cladophora*. *Applied and Environmental Microbiology* 89, e02112-22. <https://doi.org/10.1128/aem.02112-22>.

ŽUVŲ RŪŠINĖ ĮVAIROVĖ IR JŲ BIOLOGIJA ŠALIA BŪTINGĖS NAFTOS TERMINALO 2022–2024 METAIS

**Žilvinas Kregždys, Jelena Aleksejeva, Tomas Zolubas,
Antanas Kontautas, Remigijus Sakas, Marijus Špėgys,
Deividas Jucevičius, Gerda Petreikytė, Inesa Blakunova**

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

Įvadas. Jūrinė naftos terminalo dalis (povandeninis vamzdynas ir plūduras) yra potencialus padidinto pavojingumo rajono ekologinei sistemai šaltinis. Vienu atžvilgiu tai tiesioginiai naftos produktų išsiliejimai, o kitu – povandeninė naftotiekio dalis yra aktyvaus antropogeninio poveikio sritis. Šioje vietoje atskirais metų laikais telkiasi ir maitinasi jūrinės (menkės, upinės plekšnės, otai, strimelės, bretlingiai) ir gėlavandenės žuvų rūšys (žiobriai, sykai, storkiai, karšiai ir kt.). Ichtiologiniams tyrimams buvo pasirinkti 5 taškai, esantys arčiausiai naftos plūduriavimo zonos: 1–4 stotys priekrantėje, o stotis 2A – atviroje jūroje, šalia naftos terminalo plūduriavimo. Buvo vykdomi ekspediciniai ichtiologiniai tyrimai vasarą, rudenį ir žiemą 2022–2024 metais.

Tyrimo tikslas: stebėti ir įvertinti sezoninį ir erdvinį žuvų santalkų pasiskirstymą Būtingės naftos terminalo įtakos zonoje.

Tyrimo uždaviniai: atlikti ichtiologinius tyrimus priekrantės ir atviros jūros stotyse ties Būtinge bei pateikti informaciją apie žuvų rūšinę sudėtį, jų gausumo pokyčius bei pagrindinius biologinius žuvų parametrus.

Tyrimų medžiaga ir metodika. Tinklai penkiose stotyse:

1 stotis: 3–5 m gylyje (koordinatės 56°03,38' ir 21°03,21').

2 stotis: 6–7 m gylyje (koordinatės 56°03,41' ir 21°03,61').

3 stotis: 10 m gylyje (koordinatės 56°03,14' ir 21°02,54').

4 stotis: 15 gylyje (koordinatės 56°03,17' ir 21°02,02').

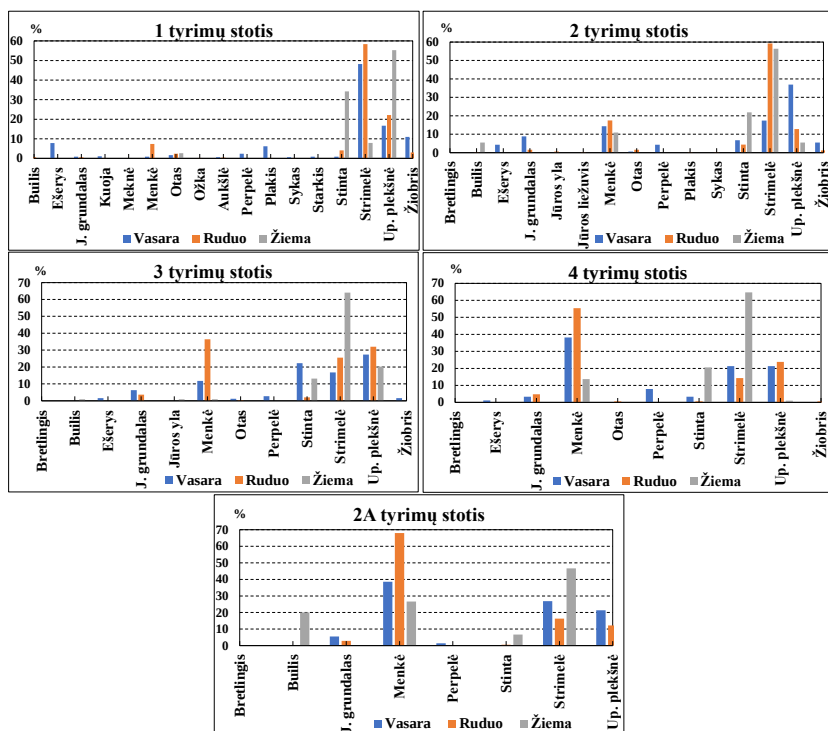
2A stotis: 24–26 m gylyje (koordinatės 56°02,7' ir 20°57,6').

Tinklai stovėjo 2022-09-24–25, 2022-11-13–14, 2023-08-29–30, 2023-10-19–20 bei 2024-02-25–26 dienomis.

Žuvų mėginiai renkami naudojant įvairiausių tinklų eilę su 14; 17,5; 20; 30; 40; 45; 50; 55; 60; 70. Tinklų stovėjimo trukmė – 24 valandos (Virbickas, 2000; Repečka ir kt., 1998).

Rezultatai ir aptarimas. 1-oje tyrimų stotyje vasaros-rudens laikotarpiu pagal gausumą dominavo strimelės (48,2–58,4 %) ir upinės plekšnės (16,7–22,1 %), o žiemą – upinės plekšnės (55,3 %) ir stintos (34,2 %). 2-oje tyrimų stotyje vasarą dominavo upinės plekšnės (36,9 %). Rudenį daugiausiai

pagauta strimelių (59,2 %). Žiemą čia vyravo strimelės (56,4 %), stintos (21,8 %). 3-ioje tyrimų stotyje vasaros metu daugiausiai sugauta upinių plekšnių (27,3 %) ir stintų (22,3 %). Rudenį dominavo menkės (36,4 %), upinės plekšnės (32 %) bei strimelės (25,5 %). Žiemą vyravo strimelės (64 %) ir upinės plekšnės (20,2 %). 4-oje tyrimų stotyje didžiausi sugauti kiekiai vasarą: menkių (38,2 %), strimelių ir upinių plekšnių – po 21,3 %. Rudenį vyravo menkės (55,4 %), upinės plekšnės (23,8 %), o žiemą – strimelės (64,7 %), stintos (20,6 %) ir menkės (13,7 %). 2A tyrimų stotyje (arčiausiai naftos terminalo plūdūro) vasarą dominavo menkės (38,6 %), strimelės (26,9 %) ir upinės plekšnės (21,4 %). Rudenį – taip pat menkės (68 %). Žiemą – strimelės (46,7 %), menkės (26,7 %) ir builiai (20 %) (1 pav.).



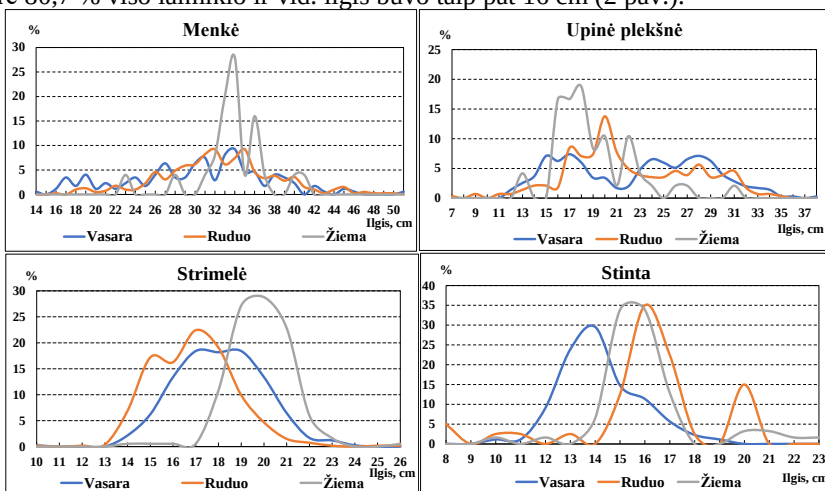
1 pav. Žuvų rūšinė sudėtis (pagal gausumą) atskirose tyrimų stotyse skirtingais sezonų laikais 2022–2024 m.

Vasaros ir rudens laikotarpiu menkių ilgio struktūra visose stotyse buvo panaši (vid. ilgis – 31,3 cm). Žiemos laikotarpiu dominavo 33–34 cm (48 %) ir 36 cm (16 %) žuvsys, kurių vid. ilgis buvo 33,8 cm.

Vasarą upinių plekšnių daugiausia sugauta 15–18 bei 24–29 cm ilgių, ir tai sudarė 64,2 % visų žuvų. Rudenį dominavo 17–21 cm upinės plekšnės ir tai sudarė 44,5 % visų individų. Vid. ilgis buvo 22,2 cm, o žiemą vyravo 16–18 (52,1 %), 20 (10,4 %) bei 22 (10,4 %) cm upinės plekšnės. Vid. ilgis buvo 19 cm.

Vasarą dominavo 16–20 cm (vid. ilgis – 18,0 cm) ilgio strimelės, sudariusios 81,8 % viso laimikio. Rudenį vyravo 15–19 cm žuvsys, kas atitiko 84,9 % nuo viso laimikio (vid. ilgis – 16,9 cm). Žiemą laimikio pagrindą sudarė 18–21 cm (89,7 %) žuvsys, kurių vid. ilgis buvo 19,8 cm.

Vasarą dominavo 12–16 cm stintos (88,6 % nuo visų žuvų). Vid. ilgis buvo 14,2 cm. Rudenį vyravo 15–17 cm (70 %) ir 20 cm (15 %) ilgio žuvsys, kurių vid. ilgis – 16 cm. Žiemą daugiausiai sugauta 15–17 cm žuvų, kurios sudarė 80,7 % viso laimikio ir vid. ilgis buvo taip pat 16 cm (2 pav.).

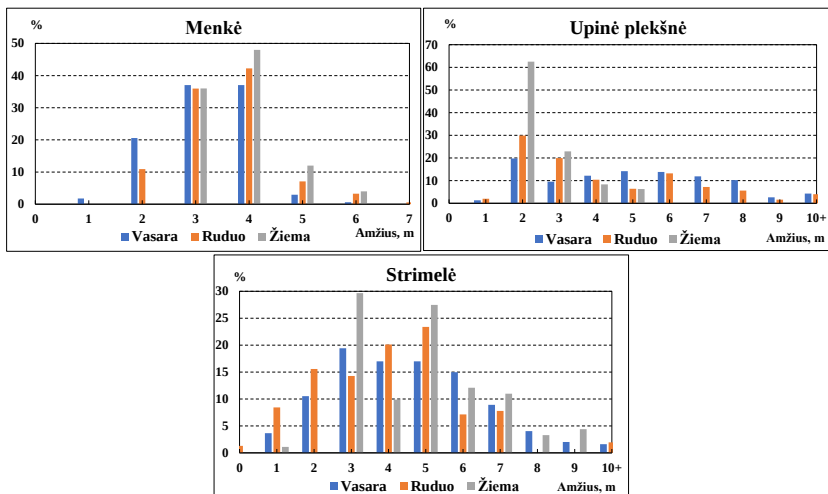


2 pav. Pagrindinių verslinių žuvų ilgio struktūra tyrimų rajone skirtingais sezonų laikais 2022–2024 m.

Vasarą ir rudenį dominavo 2–4 metų amžiaus menkės ir sudarė 94,7 % ir 89,1 % nuo viso laimikio. Tuo tarpu, žiemą vyravo vyresnės žuvsys: 3–5 metų individai ir jie sudarė 96 % visų sugautų žuvų šiame sezone.

Vasarą dominavo 2 ir 4–8 metų upinės plekšnės, kurios sudarė 81,9 % visų žuvų. Rudenį vyraavo 2–4 bei 6 metų žuvis, kas sudarė 73,3 % nuo visų upinių plekšnių. Žiemą 85,4 % sudarė 2–3 metų žuvis.

Visuose sezonuose strimelių pagrindą sudarė 2–7 metų žuvis (73,4–90,1 %) (3 pav.).



3 pav. Pagrindinių verslinių žuvų amžiaus struktūra tyrimų rajone skirtingais sezonų laikais 2022–2024 m.

Išvados. 2022–2024 m. tyrimais nustatyta, kad visose monitoringo stotyse žuvų rūšinė įvairovė išlieka nepastoviai priklausomai nuo tinklų pastatymo vietų ir skirtingų metų laikotarpių. Tai susiję su žuvų migracijos ciklais ir paros bioritmais.

Reikšmingų pokyčių pagrindinėse biologinėse tiriamųjų žuvų charakteristikose tiriamuoju laikotarpiu nepastebėta. Nežymūs nukrypimai gali būti aiškinami žuvų gyvybinio ciklo ypatybėmis.

Menkių, upinių plekšnių, strimelių ir stintų erdviniam pasiskirstymui skirtumo nėra. Visose tyrimų stotyse tinklų laimikiuose visais metų sezonais pastaikė tokio pat dydžio individai, priklausantys toms pačioms amžiaus grupėms.

Literatūra

- Repečka R., Bukelskis E., Kesminas V. 1998. Lietuvos žuvis [D.2]: Baltijos jūros žuvis.-Vilnius: Dexma, 118 p.
- Virbickas J. 2000. Lietuvos žuvis. Vilnius: Trys žvaigždutės, 192 p.

RUDAKAKLIŲ NARŲ NARDYMAS PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS ŽIEMAVIETĖSE

Ugnė Kuzminskaitė, Julius Morkūnas, Rasa Morkūnė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
ugne.kuzminskaite@ku.lt

Įvadas. Rudakakliai narai (*Gavia stellata*) peri arkties regionuose, o žiemoja Baltijos jūroje bei Atlanto vandenyne ties vakarine Europos pakrante (Hemmer, 2020). Europos populiaciją sudaro 84 200–186 000 paukščių (BirdLife International 2015). Į Baltijos jūrą žiemoti rudakakliai narai migruoja rugsėjo mėnesį, o į perimvietes grįžta balandžio–gegužės mėnesiais (Skov, 2011). Žiemavietėse paukščiai susiduria su įvairiomis grėsmėmis: susitėpimas nafta, patekimas į žvejybinius tinklus (Žydelis et al., 2006, Morkūnas et al., 2022), taip pat yra jautrūs trikdymui dėl laivybos, vengia teritorijų apstatytų vėjo elektrinėmis (Heinänen et al., 2020). Rūšis yra įtraukta į EU Paukščių direktyvos (E 2009/147/EC) I priedą, Helsinkio konvencijoje (HELCOM, 2013) įtraukta kaip pažeidžiama ir (arba) nykstanti Baltijos jūroje.

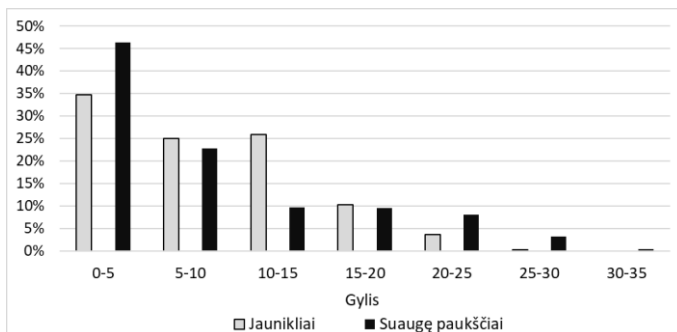
Tai nuo žmogaus veiklos ir natūralių veiksnių nukenčianti rūšis, kuri yra saugoma tarptautiniu mastu, tačiau apie jų elgseną jūros ir priekrantės vandenyse, taip pat ir po vandeniu bei naktimis, kuomet vizualiai stebėti paukščių neįmanoma, informacijos nėra.

Modernūs nuotoliniai paukščių veiklos sekimo metodai, naudojant GPS/GSM siųstuvus su nardymo sensoriais, yra tinkami tirti nardančių jūros paukščių elgseną jų gyvenamojoje aplinkoje įvairiu paros metu ir meteorologinėmis sąlygomis. Šio darbo tikslas – išanalizuoti rudakaklių narų nardymo parametrus pietryčių Baltijos jūros regiono žiemavietėse.

Metodai. Rudakakliai narai žymėjimui buvo gaudomi Baltijos jūroje 2021–2023 metų lapkričio–vasario mėnesiais, gavus leidimus iš Aplinkos apsaugos agentūros. Iš 15 paukščių, kuriems buvo uždėti GPS/GSM siųstuvai su gylio sensoriais, analizei naudoti 13 paukščių duomenys. Duomenys (paukščio buvimo koordinatės bei kas sekundę fiksuoti nardymo gyliai) analizuoti naudojant MS Excel ir R programas.

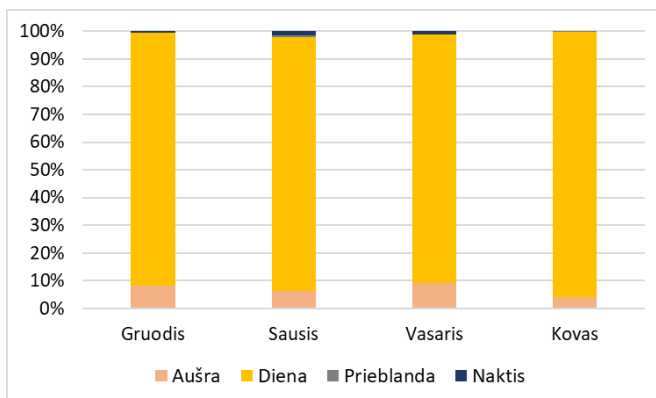
Rezultatai ir jų aptarimas. Surinkta informacija apie 24 783 nėrimus (15 786 suaugusių paukščių ir 8 997 jauniklių). Duomenys apima lapkričio–kovo mėnesius, iš viso 96 dienas. Nardydami paukščiai praleido vidutiniškai 2 valandas per parą. Ilgiausio užfiksuoto nėrimo trukmė yra 1 minutė 33 sekundės, kuomet pasiektas 30,72 metrų gylis. Maksimalus užfiksuotas nardymo gylis – 36 metrai (ties Alksnyne 8 km nuo kranto).

Vidutinis nėrimų skaičius per parą vienam paukščiui – 161. Daugiau nei du trečdaliai tirtų suaugusių paukščių nėrimų (69 %) užfiksuoti iki 10 metrų gylyje, iš kurių 46 % sudarė nėrimai iki 5 metrų gylyje (1 pav.). Didžioji dalis jauniklių daugiausiai nardė iki 15 metrų gylyje (86 %), iš jų didesnė dalis nardymų fiksuota 0–5 metrų gylyje (35 %), po 25 % nėrimų fiksuota 5–10 ir 10–15 metrų gyliuose. Suaugę paukščiai keturis kartus daugiau negu jaunikliai nardė didesniame negu 20 metrų gylyje (atitinkamai 12 % ir 4 % visų nėrimų).



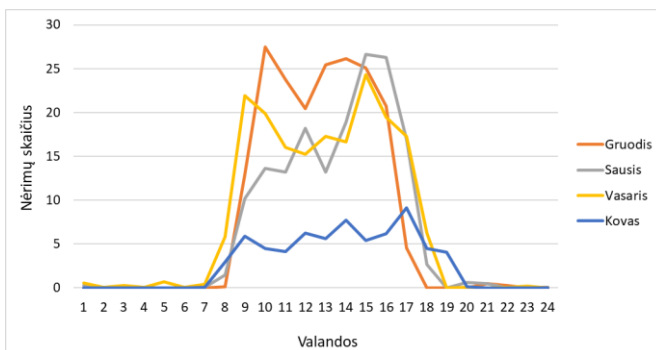
1 pav. Nardymo gylių pasiskirstymas pagal rudakaklių narų amžiaus grupes.

Daugiausia rudakakliai nari nardė dienos metu: po saulės patekėjimo buvo užregistruota 92 %, o nuo aušros iki saulės patekėjimo – 7 % visų nėrimų (2 pav.). Naktį (<1 %) ir prieblandoje po saulės laidos (<1 %) fiksuotų nėrimų dalis nežymi, todėl galima teigti jog įprastai naktį paukščiai nesimaitina.



2 pav. Rudakaklių narų nėrimų dalis (%) pagal paros metą skirtingais mėnesiais.

Vidutinis narų nėrimų skaičius per valandą skyrėsi žiemos sezono eigoje. Gruodį – vasarį, šviesiuoju paros metu (kurio trukmė 8 – 10 valandų), per valandą paukščiai nardė vidutiniškai po 20 kartų, o kovo mėnesį (šviesaus paros meto trukmė – 12 valandų) vidutiniškai po 9 kartus per valandą (3 pav.).



3 pav. Vidutinis nėrimų skaičius kiekvieną valandą gruodžio-kovo mėnesiais.

Išvados. Naudojant GPS/GSM siųstuvus su gylio sensoriais, buvo surinkta naujos informacijos apie rudakaklių narų nardymo charakteristikas pietryčių Baltijos žiemavietėse. Duomenys iš 13 rudakaklių narų, sužymėtų 2021–2023 metų lapkričio–vasario mėnesiais, atskleidė, kad paukščiai nardė tik šviesiuoju paros metu, dažniausiai iki 10 metrų gylyje, vidutiniškai 190 kartų per parą. Maksimalus užfiksuotas gylis buvo 36 metrai, o ilgiausia nardymo trukmė – 1 minutė 33 sekundės. Nustatyta, kad ilgėjant šviesiojo paros meto trukmei, mažėja nėrimų skaičius per valandą.

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

- BirdLife International. 2024. Species factsheet: *Gavia stellata*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/red-throated-loon-gavia-stellata> on 12/01/2024.
- Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds.
- Heinänen S., Žydelis R., Kleinschmidt, et al. 2020. Satellite telemetry and digital aerial surveys show strong displacement of red-throated divers (*Gavia stellata*) from offshore wind farms. *Marine environmental research*, 160, 104989.
- HELCOM. 2013. HELCOM Red List Species Information Sheets (SIS). Fish.
- Hemmer J. 2020. Red-throated Diver: *Gavia Stellata*. BoD–Books on Demand.

- Morkūnas J., Oppel S., Bružas M., et al. 2022. Seabird bycatch in a Baltic coastal gillnet fishery is orders of magnitude larger than official reports. *Avian conservation and ecology.*, 17(1), pp.1–12.
- Skov H. 2011. Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea (Vol. 550). Nordic Council of Ministers.
- Žydelis R., Dagys M., Vaitkus G. 2006. Beached bird surveys in Lithuania reflect oil pollution and bird mortality in fishing nets. *Marine Ornithology*, 34, 161–166.

EKOLOGINĖS VERTĖS NUSTATYMAS KURŠIŲ MARIOSE IR BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE

**Jūratė Lesutienė, Evelina Grinienė, Renata Pilkaitytė,
Andrius Šiaulyš, Tomas Zolubas, Artūras Razinkovas-Baziukas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
jurate.lesutiene@ku.lt

Įvadas. Pagrindinis MARBEFES projekto tikslas – nustatyti ryšius tarp biologinės įvairovės, ekosistemų funkcionavimo ir dėl jų atsirandančių ekosisteminių paslaugų bei visuomenės naudos ir gerovės, bei atlikti ekologinį, socialinį bei ekonominį vertinimą taikant patvirtintų inovatyvių įrankių rinkinį, siekiant sustiprinti politikos įgyvendinimą, jūros aplinkos valdymą bei tvaraus jos naudojimo užtikrinimą dabarties ir ateities kartoms.

Holistinę jūros gamtinio kapitalo apskaitą sudaro ekonominis vertinimas bei socialinis-kultūrinis vertinimas. Ekonominiam ekosisteminių paslaugų vertinimui pasitelkiami šie metodai: a) nustatytųjų preferencijų metodas – tai metodas, kuris grindžiamas vartotojų tiesioginiais atsakymais į klausimus apie jų pageidavimus ir prioritetus; b) atskleistųjų preferencijų metodas, priešingai nei nustatytųjų preferencijų metodas, remiasi vartotojų veiksmais ir pasirinkimais rinkoje (pvz., kelionės kainos metodas, hedoninės vertės nustatymas remiantis nekilnojamojo turto kainomis). Šis metodas analizuoja kaip vartotojai elgiasi realioje situacijoje ir leidžia įvertinti vartotojų tikrąsias preferencijas remiantis jų veiksmais, o ne tiesioginiais atsakymais.

Projekte atsižvelgiama į gamtinio kapitalo vertinimo trūkumus bei pastaruoju metu išreiškiamą ekosisteminių paslaugų ekonominio vertinimo kritiką bei ribotumą. Tai – susirūpinimas dėl antropocentrizmo, išnaudotojiško žmogaus ir gamtos santykio skatinimo, galimų konfliktų su biologinės įvairovės išsaugojimo tikslais, pernelyg didelio dėmesio ekonominiam vertinimui, gamtos pavertimo preke skatinimo, instrumentinės vertės akcentavimo (Schröter ir kt. 2014, Morelli ir Møller, 2015). Holistiniame vertinime siūloma atsižvelgti ir į “vidinės vertės” sąvoką (*Inner Value Concept*) kaip neinstrumentinį ir objektyvų ekosistemos vertės matą, atsieta nuo žmogaus vertinimo. Šio mato išraiška gali būti įvairi. Jo svarba ta, kad jame dėmesys sutelkiamas ne į ekonominį vertinimą ir žmogiškąją naudą, o į pačios ekosistemos gerovę, taip suteikiant pagrindą sprendimų priėmimui ekosistemų vertinimo kontekste (Perillo ir kt. 2024).

Vienas iš MARBEFES projekto autorių bei vadovų prof. Mike Elliot klausia, ar ekosistemos gali teikti paslaugas be paties žmogaus įsikišimo,

infrastruktūros, gamybos inovacijų proceso sukūrimo, įdėto darbo, netgi socialinės-kultūrinės aplinkos sukūrimo, kurioje išugdytas žmogus gebėtų gėrėtis, domėtis, vertinti ekosistemas, jų palaikomą biologinę įvairovę (Elliot 2023). Jo požiūriu, gerovei bei bazinių žmoniškųjų poreikių patenkinimui ne mažiau reikšmingas pačios visuomenės įnašas – papildomas kapitalas, žmogiškieji ištekliai, žinios bei gebėjimai, kurie turėtų būti vertinami atskirai ir po to kartu su ekosisteminių paslaugų bei gamtinio kapitalo vertinimu integruojami į vieningą jūrinės aplinkos vertinimo sistemą. Gamtinį kapitalą jis supranta kaip ekosistemų savybes, kurios, reguliuojamos vidinių ir išorinių procesų, gali būti palaikomos ir vertinamos ekologine prasme atsižvelgiant į ekosistemos struktūrą (*stocks*): pvz. jūrinės buveinės, rūšys, biologinė įvairovė; bei ekosistemų funkcijas (*flows*) pvz., pirminė produkcija, gametų lervų produkcija, vandens ir maistmedžiagų ciklas, fizinių barjerų sukūrimas, fizinė biologinė kontrolė, anglies sekvestracija ir t.t. (Elliot 2023).

Šioms prielaidoms patikrinti bei metodinei gamtinio kapitalo vertinimo struktūrai sukurti visų pirma taikomas jūrinės teritorijos ekologinės vertės nustatymas. Ekologinė vertė (EV – *Ecological value*) – tai būdinga ekosistemos savybių vertė. Tai yra ekosistemos ir jos biologinės įvairovės savybė, nepriklausoma nuo bet kokių žmoniškų asociacijų (pvz., išteklių naudojimo ar socialinių interesų) ir yra matuojama nepinigine išraiška (modifikuota pagal Smith ir Theberge 1986, Derous ir kt. 2007a, Gomes ir kt. al. 2018).

Metodai. Ekologinės vertės nustatymo (EVA *ecological value assesment*) koncepcija bei jos pritaikymas konkreitiems atvejams kelia nemažai iššūkių dėl paties termino apibrėžimo bei vertinimo kriterijų konsensuso nebuvimo (Amador-Cruz ir kt. 2021). MARBEFES projekte iš dalies remiamasi teritorijos biologinės vertės vertinimo koncepcija ir metodika, kurią sukūrė Derous ir kt. (2007a, 2007b). Šis vertinimo metodas, originaliuose šaltiniuose vadinamas biologiniu vertinimu (*biological valorisation*), anksčiau Baltijos jūroje jau buvo pritaikytas Lenkijos išskirtinės ekonominės zonos teritorijai (Węśławski ir kt., 2009), vėliau Lietuvos IEZ teritorijai (Šiaulys ir Bučas, 2015). Pastarajame vertinime bentošo bendrijos biologinė vertė nustatyta pagal tris kriterijus: rūšių gausumą, funkcinę įvairovę ir buveinės dydį.

MARBEFES projekte keliamas uždavinys nustatyti ekologinę vertę ne tik bentošui, bet ir kitiems svarbiausiems ekosistemos komponentams: planktonui, žuvims, paukščiams, žinduoliams bei atskirai svarbiausioms buveinėms. Tačiau, dėl poreikio metodą pritaikyti didelėms jūrinėms teritorijoms, esančioms skirtinguose jūros regionuose, originali metodika ženkliai supaprastinama, sumažinus vertinimo kriterijų kiekį iki dviejų

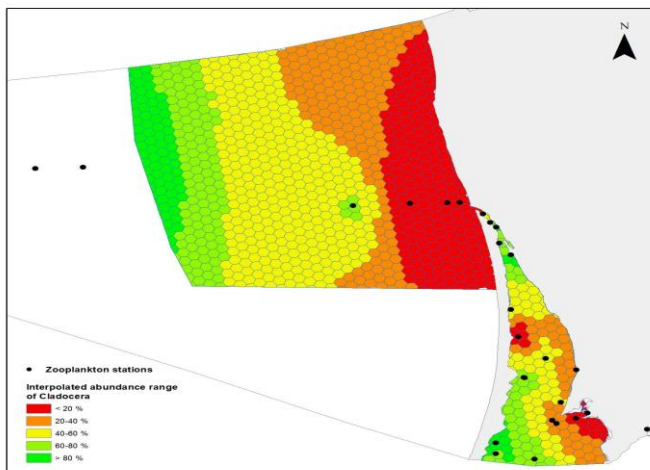
pagrindinių kriterijų: 1) retumo (*rarity*), bei 2) agregacijos ir pasekmių prisitaikymo laipsnio (*aggregation and fitness consequences*) kriterijų.

Retumo kriterijus apibrėžiamas pagal tai, koku laipsniu teritorija pasižymi unikalumu, retumu ar išskirtiniais ekosistemos komponentais (kraštovaizdžiais, buveinėmis, bendrijomis, rūšimis, ekologinėmis funkcijomis, geomorfologinėmis ir (arba) hidrologinėmis savybėmis) kuriems nėra alternatyvų. Agregacijos kriterijus apibrėžiamas pagal laipsnį, kuriuo vietovė yra svarbi a) daugumos tam tikros rūšies individų susitelkimui b) arba kurioje dauguma individų tam tikrą metų dalį telkiasi dėl gyvenimo ciklui svarbių funkcijų, arba c) vieta, kurioje yra tam tikra struktūrinė savybė ar ekologinis procesas pasireiškiantis itin dideliu tankumu. Pasekmių prisitaikymo laipsniui (*fitness consequences*) kriterijus taikomas parodyti, kiek vietovė yra svarbi ilgalaikiai reprodukcinei sėkmei, kurioje rūšies (-ų) veikla (-os) ir (arba) funkcijos turi pasekmių prisitaikymo laipsniui, t. y. reikšmingai prisideda prie rūšies arba populiacijos išlikimo ir dauginimosi.

Erdvinio vertinimo teritorija suskirstyta į vertinimo vienetus – šešiakampes 3km dydžio zonas, bentosui taikomas tankesnis erdvinis tinklelis – 250m dydžio.

Toliau EVA apima atsakymus į klausimus, apibūdinančius pagrindinius kriterijus, susijusius su EV, t. y., apskaičiuojant metrikų rinkinį (naudojant konkrečius algoritmus) kiekvienam ekosistemos komponentui (pvz. planktono vėžiagyviai, žuvis ir t. t.) kiekvienoje zonoje, o tada integruojant rezultatus tarp metrikų ir ekosistemos komponentų.

Laukiami rezultatai. Biologinės vertės nustatymo metodas buvo sukurtas gamtos apsaugai, ypač nustatant saugomų jūrų teritorijų ribas remiantis kriterijais taikytiniais bentoso rūšims (Deraus ir kt. 2007a, 2007b). Šiuo atveju metodas praplečiamas įtraukiant ekosistemų komponentus, kurie apima ne tik bentosą. Tuo pačiu kyla daug metodinių iššūkių, duomenų atrankos vertinimui kokybės, interpoliacijos arba erdvinio modeliavimo pritaikymo bei patikimumo ir t. t. Projekto vykdymo metu bus siekiama išspręsti šiuos iššūkius ir pateikti Kuršių marių ir Baltijos jūros priekrantės ekologines vertes, kurios padės priimti gamtotvarkinius, ūkinės veiklos vystymo šiose akvatorijose erdvinis sprendimus.



1 pav. Ekologinės vertės nustatymo teritorija Kuršių mariose ir Baltijos jūroje. Spalvos žymi planktono komponento gausumą teritorijoje interpoliuotą pagal gausumo duomenis matavimo stotyse (pažymėta taškais).

Padėka. Šiuos tyrimus finansuoja MARBEFES projektas (MARBEFES – MARine Biodiversity and Ecosystem Functioning leading to Ecosystem Services), ES mokslinių tyrimų ir inovacijų programa „Horizon Europe“, dotacijos sutartis Nr.101060937, marbefes.eu.

Literatūra

- Amador-Cruz F., Figueroa-Rangel B.L., Olvera-Vargas M., et al. 2021. A systematic review on the definition, criteria, indicators, methods and applications behind the Ecological Value term, *Ecological Indicators*, 129, 107856.
- Derous S., Agardy T., Hillewaert H., et al. 2007a. A concept for biological valuation in the marine environment. *Oceanologia* 49(1), 99–128.
- Derous S., Austen, M., Claus S., et al. 2007b. Building on the concept of marine biological valuation with respect to translating it to a practical protocol: Viewpoints derived from a joint ENCORA-MARBEF initiative. *Oceanologia* 49(4), 579–586.
- Elliot M. 2023. Marine Ecosystem Services and Integrated Management: “There’s a crack, a crack in everything, that’s how the light gets in”! *Marine Pollution Bulletin*, 193, 115177.
- Gomes I., Pérez-Jorge S., Peteiro L., et al. 2018. Marine biological value along the Portuguese continental shelf; insights into current conservation and management tools. *Ecological Indicators* 93, 533–546.
- Perillo G. M. E., Zilio M. I., Tohme F., et al. 2024. The free energy of an ecosystem: towards a measure of its inner value. *Anthropocene Coasts* 7.

- Smith P. G., Theberge J. B. 1986. A review of criteria for evaluating natural areas. *Environmental management* 10, 715–734.
- Schröter M., van der Zanden E. H., van Oudenhoven A. P. E., et al. 2014. Ecosystem Services as a Contested Concept: A Synthesis of Critique and Counter-Arguments. *Conserv. Lett.*, 7, 514–523.
- Węśławski J. M., Warzocha J., Wiktor J., et al. 2009. Biological valorisation of the southern Baltic Sea (Polish Exclusive Economic Zone). *Oceanologia* 51 (3), 415–435.
- Morelli F., Møller A. P. 2015. Concerns about the use of ecosystem services as a tool for nature conservation: From misleading concepts to providing a “price” for nature, but not a “value”. *European Journal of Ecology*, 1(1), 68–70.
- Šiaulys A., Bučas M. 2015. Biological valorisation of benthic habitats in the SE Baltic Sea, *Ecological Informatics*, 30, 300–304.

LIETUVOS BALTIJOS JŪROS RIFŲ POVANDENINĖS VAIZDO MEDŽIAGOS ANALIZĖS TIKSLUMO IR EFEKTYVUMO VERTINIMAS

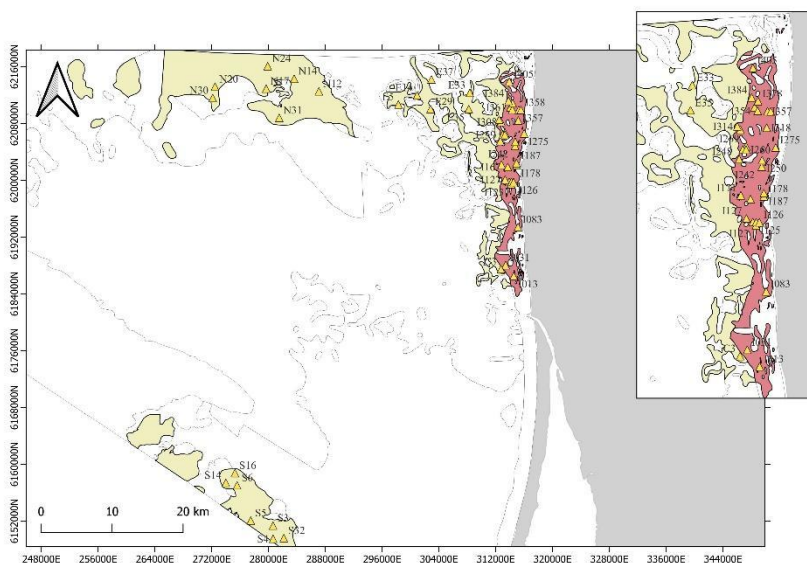
Livija Lukšaitė, Andrius Šiaulys

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

Ivadas. Baltijos rifai dėl didelės jų ekologinės svarbos neseniai buvo įtraukti į Baltijos jūros monitoringo programą. Atliekant monitoringo programos *in situ* jūros dugno tyrimus tradiciškai yra panaudojamas paprastas ir ekonomiškai povandeninio filmavimo metodas, leidžiantis atlikti minimalų poveikį turinčius pakartotinius stebėjimus jūros aplinkoje. Dėl technologinės pažangos bei vaizdinės medžiagos apdorojimo galimybių (Schettini et al., 2010) vaizdų rinkimas ir interpretavimas tapo standartine jūros aplinkos mėginių ėmimo priemone, dėl to ėmė kauptis dideli duomenų masyvai, neišanalizuoti dėl laiko ir žmogiškųjų išteklių trūkumo.

Atsiradusi duomenų valdymo ir apdorojimo paklausa atveria naujas galimybes tolimesniam povandeninių tyrimų progresui, kurį paspartina automatizavimas (Guidi et al., 2020) – šiuo metu visame pasaulyje vis dažniau duomenis analizuoja ne tik ekspertai, bet ir to išmokytas dirbtinis intelektas. Svarbu pabrėžti, kad ši tyrimų sritis yra nauja (Gracias et al., 2017) ir bandant visiškai automatizuoti procesą iki šiol iškyla nemažai sunkumų, tačiau galimos perspektyvos skatina ekspertus ir toliau didinti dirbtinio intelekto mokomosios medžiagos masyvą. Kadangi jos pagrindą sudaro nuotraukos ir sudarytos 2D mozaikos, atsiranda papildomų daugiau laiko resursų kainuojančių žingsnių, todėl šiuo tyrimu buvo siekta palyginti skirtingus Lietuvoje taikomus povandeninės vaizdo medžiagos analizės metodus, įvertinant jų tikslumą bei efektyvumą.

Metodai. Video medžiaga buvo surinkta 2021–2022 m. Baltijos rifų monitoringo metu su „drop-down“ tipo kamera, kuri yra sudaryta iš 700 TV linijų vaizdo (TVL) analoginės kameros, skirtos tiesioginei vaizdo peržiūrai, ir skaitmeninės filmavimo kameros Panasonic HX-A500. Video įrašai buvo parinkti iš Baltijos jūros infralitoralės ir cirkalitoralės zonose esančių 50 stočių (1 pav.), iš kurių analizei buvo atrinkta po tris 10 metrų ilgio transektas (iš viso buvo surinkta 150 mėginių).

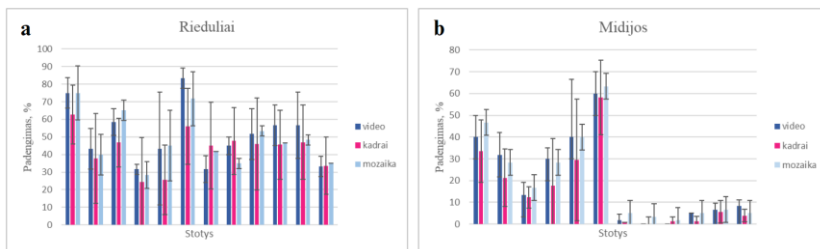


1 pav. Stotys Baltijos jūros infralitoralės ir cirkalitoralės zonos.

Tyrimo metu buvo taikomi keturi vaizdinės medžiagos analizės metodai: video analizė, kadru sekos analizė, 2D vaizdo įrašų mozaikų analizė ir anotavimas. Iš pradžių vyko neapdorotos video medžiagos vertinimas. Kadru sekos analizei buvo atrinkta po 10-15 tarpusavyje nepersidengiančių, bet per daug nenutolusių nuotraukų iš kiekvieno segmento. 2D vaizdo įrašo mozaikos buvo sudarytos pagal sukurta metodiką (Medelytė ir kt., 2022), o anotavimas buvo atliktas pasitelkus „Labelbox“ įrankį. Šiais skirtingais metodais buvo vertinami litologiniai (smėlis, žvirgždas, gargždas, rieduliai, morena) bei biologiniai (*F. lumbricalis*, *V. fucoides*, *Cladophora* spp., *C. truncatus*, midijos, žuvis (įprastai juodažiotis grundulas *Neogobius melanostomus*)) požymiai.

Rezultatai. Gauti rezultatai parodė, kad Baltijos jūros rifuose dominuoja raudondumblis *F. lumbricalis*, o nuosėdų didžiausią procentinę dalį sudaro rieduliai. Atlikus lyginamąją analizę, paaiškėjo, kad tarp 2D vaizdo įrašų mozaikų analizės ir video analizės metodų reikšmingo skirtumo nėra, tačiau dėl išskirčių kai kuriose stotyse atsirado vertinimo nesutapimų, palyginus video analizės ir kadru sekos analizės metodų rezultatus (2 pav.). Vis dėlto tik keliose stotyse buvo pastebėtas didesnis nei 10 % skirtumas tarp šių trijų analizės metodų. Be to, taikant kadru sekos analizės metodą pavyko užfiksuoti

visus biologinius požymius, pamatytus video medžiagoje. Tik vienoje stotyje nepavyko atrasti retai išsidėsčiusios makrofitų rūšies *C. truncatus* ir tik keturiose – nebuvo užfiksuotos žuvys.



2 pav. Skirtingų metodų rezultatai, įvertinus riedulių (a) ir midijų (b) procentinį padengimą.

Palyginus skirtingų analizių metodų rezultatus, buvo pastebėta, kad kadų sekos analizės metu gautos procentinės reikšmės yra mažiausios. Vadinas, vertindamas nuotraukas ekspertas yra linkęs nuvertinti analizuojamų požymių padengimą. Pavyzdžiui, didžiausias riedulių procentinis padengimas, įvertinus kadų sekas, yra 63 %, tuo tarpu atlikus 2D vaizdo įrašų mozaikų analizę, padengimas siekė 70 %, o video analizę – net 80 %. Vertinant biologinius požymius kadų sekos analizės rezultatai taip pat pasižymi mažiausiomis reikšmėmis – stotyje, kur midijų buvo virš 45 %, pavyko užfiksuoti tik 34 %. Tokių atvejų, kur skirtumas tarp skirtingų analizių metodų viršytų 10 %, yra mažai.

Siekiant padidinti darbo efektyvumą, buvo atlikta kadų sekos retinimo procedūra. Palyginus gautas reikšmes, įvertinus visus kadrus ir kas trečią bei atlikus porinių imčių *t* testą, statistiškai reikšmingo skirtumo nebuvo – įvertinus mažiau nei pusę iš video medžiagos išgautų kadų tikslumas nepakinta, dėl to buvo nuspręsta „Labelbox“ platformoje anotuoti ne visas nuotraukas.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Remiantis gautais rezultatais, galima teigti, kad skirtingi analizių metodai duoda panašius rezultatus, todėl ekspertas, atsižvelgdamas į metodo efektyvumą, tikslumą ar metodo pobūdį, gali pasirinkti jam priimtinausią būdą vertinti vizualinių požymių procentinį padengimą. Nors sparčiausiai įvertinti požymius galima video analizės metodu, kadų sekos vertinimas yra priimtinesnis, nes jis užtrunka trumpiau nei 2D vaizdo įrašų mozaikų analizė ir sudaro dirbtinio intelekto mokomosios medžiagos pagrindą. Taigi, vertinant kadų sekas, galima prisidėti prie mokomosios medžiagos duomenų įvairovės bei kiekio didinimo.

Literatūra

- Gracias N., Garcia R., Campos R. et al. 2017. Application Challenges of Underwater Vision. In Computer Vision in Vehicle Technology, 133–160.
- Schettini R., Corchs S. 2010. Underwater Image Processing: State of the Art of Restoration and Image Enhancement Methods. Hindawi Publishing Corporation EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 1–14 p., Italija.
- Guidi L., Fernández-Guerra A., Bakker D., et al. 2020. Big Data in Marine Science. Zenodo.
- Medelytė S., Šiaulys A., Daunys D. et al. 2022. Application of underwater imagery for the description of upper sublittoral benthic communities in glaciated and ice-free Arctic fjords. *Polar Biology*, 45(12), 1655–1671.

LIETUVOS PRIEKRANTĖS RIFŲ BIOTOPŲ KLASIFIKACIJA

Saulė Medelytė, Andrius Šiaulys

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

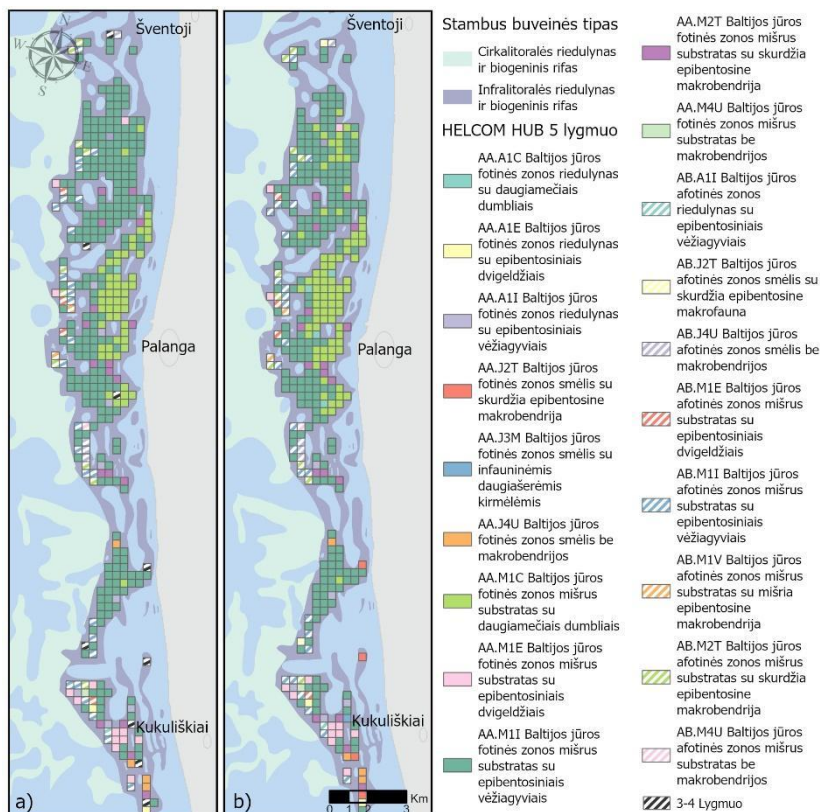
Įvadas. Rifų buveinės Lietuvos Baltijos jūros dalyje išsiskiria didele bioįvairove. Priekrantėje stūksantys rieduliai ir stambus gargždas sukuria stabilų substratą, kuris taip reikalingas sėklioms makrofitobentosos ir makrozoobentosos rūšims įsitvirtinti. Makrofitų, šakotojo banguolio *Furcellaria lumbricalis*, raudondumblių *Vertebrata fucoides*, *Coccotylus truncatus* ir žaliadumblių *Cladophora* sp. sąžalynai, bei midijų *Mytilus edulis trossulus* ir jūrų gilių *Amphibalanus improvisus* apaugimai suteikia prieglobstį ir mikrobuveinės smulkiems dugno bestuburiams. Tankūs makrofitų apaugimai taip pat sukuria tinkamą substratą verslinių žuvų (strimelių, vėjažuvių) nerštavietėms formuotis. Siekiant apsaugoti šią unikalią jūros ekosistemą, nacionaliniu ir tarptautiniu lygmeniu, steigiamos saugomos teritorijos priklausančios „Natura 2000“ tinklui, bei teisės aktai ir regioninės programos: Jūrų strategijos pagrindų direktyva (JSPD), Buveinių direktyva (BSPD) ir Baltijos jūros veiksmų planas. Tačiau šių rifų buveinių apsaugai taip pat svarbus tęstinis monitoringo planas ir detalus buveinių žemėlapis. Šiuo tikslu, 2021–2022 m. buvo vykdomas pirmasis rifų monitoringas. Šiame moksliniame straipsnyje pristatome pirmą kartą tokiu detalumu (300x300 m) sukartografuotus Lietuvos priekrantės rifų biotopus.

Metodai. Dugno biotopai buvo kartografuojami naudojantis povandenine „drop-down“ tipo filmavimo sistema, kurią sudaro šie komponentai: 700 TV linijų vaizdo (TVL) analoginė kamera tiesioginei vaizdo peržiūrai, bei skaitmeninė filmavimo kamera (Panasonic HX-A500). Vaizdo medžiaga surinkta pirmojo rifų monitoringo metu 2021–2022 m. liepos–rugsėjo mėnesiais (3–20 m gylyje). Lietuvos priekrantės rifų teritorija buvo suskirstyta į 408 tyrimų stotis, kiekviena jų reprezentavo 300x300 m gardelę. Tyrimų stotyse, pradėjus dugno filmavimą, sonaru „Deeper chirp+2“ buvo matuojamas gylis ir GPS navigatoriumi „Garmin 86s“ fiksuojamos filmuotų transektų pradžios ir pabaigos koordinatės, bei įrašomas valties judėjimo kelias. Priklausomai nuo dreifo greičio filmuotos transektos ilgis gali varijuoti nuo 10 iki 70 m, todėl buvo nuspręsta transektas padalinti į 10 m ilgio segmentus. Pagal turimą geolokacinę informaciją apskaičiuotas dreifo greitis ir nustatytas laiko intervalas, per kurį vaizdo kamera kiekvienoje stotyje

užfiksuodavo 10 m atstumą. Iš viso monitoringo metu buvo sudaryta 2 518 tokių segmentų, kurie vėliau buvo naudojami litologinių ir biologinių požymių santykiniam vertinimui.

Ruošiant duomenis biotopų klasifikacijai, pagal Wentworth (1922) skalę buvo vertinti šie litologiniai požymiai: rieduliai, gargždas, žvirgždas, smėlis ir moreninis priemolis. Taip pat buvo vertinamas sėslių zoobentosos rūšių padengimas (midijų *M. edulis trossulus*, jūrų gilių *A. improvisus*) ir fitobentosas (raudondumbliai *F. lumbricalis*, *V. fucoides*, *C. truncatus*, žaliadumbliai *Cladophora* sp.). Atlikus video analizę, segmentų patenkančių į 300x300 m gardelę litologinei ir biologinei informacijai išvestas aritmetinis vidurkis, o šioms gardelėms atlikus klasifikaciją priskiriamas biotopas. Rifų biotopai buvo klasifikuojami iki 5 lygmens naudojantis HELCOM biotopų klasifikavimo sistema (HUB) ir HELCOM technine ataskaita (HELCOM, 2013).

Rezultatai. Laikantis HELCOM HUB gairių, iki 5 lygmens išskirta 16 biotopų (1 pav., a)). Lietuvos priekrantėje vyraujantys biotopai, tai Fotinėje zonoje esantis mišrus substratas su epibentosiniais vėžiagyviais (AA.M1I), bei Fotinėje zonoje esantis mišrus substratas su daugiamečiais dumbliais (AA.M1C). Kadangi biotopų klasifikacijos metu, pastebėta keletas HELCOM biotopų klasifikavimo sistemos spragų ar neaiškumų, buvo sukurti du žemėlapiai, pirmasis – griežtai vadovaujantis HELCOM biotopų klasifikacine sistema (1 pav. a)) ir antrasis – atsižvelgiant ir užpildant pastebėtus HELCOM HUB sistemos trūkumus (1 pav., b)). Pagrindiniai šių žemėlapių skirtumai: biotopų skaičius, bei daugiamečių biotinių grupių skirstymas. Griežtai laikantis HELCOM HUB gairių, išskirta 16 biotopų, tačiau buvo keletas stočių, kurias pavyko identifikuoti tik iki 3 ar 4 lygmens. Tuo tarpu, pagal Jūros tyrimų instituto bentoso grupės mokslininkų ekspertinį vertinimą modifikavus HELCOM HUB sistemą, buvo išskirta 19 biotopų – visi jie identifikuoti iki 5 lygmens. Penktajame lygmenyje skirstant į daugiames biotines grupes (daugiamečiai dumbliai, dvigeldžiai, vėžiagyviai ir t. t.), HELCOM techninėje ataskaitoje nenurodytos prioritetinės grupės, dėl ko suskirsčius biotopus prarandama ekologinė prasmė ar nepakankamai atspindimos pagrindinės ekologinės funkcijos. Šiuo atveju, didžiausi skirtumai pastebėti tarp biotopų, kuriuos sudaro daugiamečiai dumbliai ir epibentosiniai vėžiagyviai. Pagal HELCOM HUB, AA.M1I biotopas sudaro – 61,3 %, o AA.M1C – 13,2 %, tuo tarpu modifikuotame biotopų žemėlapyje išauga santykinė AA.M1C biotopo dalis (20,6 %), o AA.M1I biotopas sumažėja iki 54,4 %.



1 pav. Preliminarūs Lietuvos priekrantės rifų buveinių biotopų žemėlapiai: a) griežtai pagal HELCOM HUB ir b) modifikuotas.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Išanalizavus pirmojo rifų monitoringo metu surinktą vaizdo medžiagą ir vadovaujantis HELCOM biotopų klasifikacijos sistema, iš viso buvo išskirta 16 rifų biotopų iš kurių labiausiai vyraujantys: Fotinėje zonoje esantis mišrus substratas su epibentosiniais vėžiagyviais (AA.M1I), bei Fotinėje zonoje esantis mišrus substratas su daugiamečiais dumbliais (AA.M1C). Rifų buveinių biotopai, Lietuvos priekrantėje tokiu detalumu buvo išskirti pirmą kartą. Visgi, HELCOM HUB sistemoje pastebėta tam tikrų spragų ar neaiškumų. Pirmą, visos bentosinės daugiametės grupės 5-ame klasifikacijos lygmenyje laikomos lygiavertiškomis, t. y., priskiriamas tas biotopas, kuriame dominuoja daugiametė grupė. Tokiu atveju, buveinės formuojantis ir žuvų nerštavietės

„globojantis“ šakotasis banguolis *F. lumbricalis* gali būti užgožiamas dominuojančių vėžiagyvių *A. improvisus*, taip prarandant biotopo ekologinę prasmę. Raudondumblių praradimas HELCOM klasifikacinėje sistemoje buvo pastebėtas ir kitų autorių (Rinne et al., 2021), būtent dėl šių dumblių skirstymo į dar smulkesnes grupes 5–6 lygmenyse. Antra, biotopo išskyrimas pagal dominuojančią grupę vyksta net ir tada kai bentosinių grupių santykinė dalis labai panaši. Taigi mišri epibentosinė bendrija visada gali pasireikšti, net jei biotopas priskiriamas pagal vieną iš dominuojančių grupių (Marx et al., 2023). Galų gale, kai kurių substrato frakcijų apibrėžimai buvo ne visai aiškūs – skirtinga jų interpretacija komplikuočių substrato palyginamąjį vertinimą, tarptautiniame ar vietiniame lygmenyje. Atsižvelgiant į šiuos HELCOM HUB sistemos neaiškumus ar trūkumus ir siekiant išlaikyti biotopų ekologinę prasmę, rekomenduojama atidžiai apsvarstyti šią klasifikacijos sistemą bei į biotopų klasifikaciją įtraukti ekspertus.

Literatūra

- HELCOM HUB. 2013. Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 139.
- Marx D., Feldens A., Papenmeier S. ir kt. 2023. Habitats and Biotopes in the German Baltic Sea. Biology, 13-1, 6 p.
- Rinne H., Boström M., Björklund C., et al. 2021. Functionality of HELCOM HUB classification in describing variation in rocky shore communities of the northern Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 249, 107044 p.
- Wentworth C. K. 1922. The shapes of beach pebbles. USA: US Government Printing Office.

KURŠIŲ MARIŲ IR PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS OPERACINIS HIDRODINAMINIS MODELIS

**Jovita Mėžinė¹, Rasa Idzelytė¹, Petras Zemlys¹, Natalja
Čerkasova^{1,2}, Georg Umgiesser^{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@ku.lt

Įvadas. Realaus laiko (operatyvūs) stebėjimai – viena iš galimybių, siekiant stebėti aplinką ir tikslingai priimti sprendimus. Operatyviniai stebėjimai, kai yra pateikiami ne tik realaus laiko duomenys, bet ir jų prognozė, galėtų reikšmingai palengvinti įvairių tarnybų darbą

Pirmieji operaciniai modeliai Baltijos jūrai buvo pradėti kurti nuo 1980 m., kai buvo sukurtas bangų prognozių modelis WAM (WAMDI, 1988). 1990 m. bangų modeliavimą vykdė Danų ir Suomų institucijos (She and Nielsen, 1999; Tuomi et al., 1999). Šiuo metu pagrindinė bendruomenė vienijanti operacinių modelių kūrimą, vystymą ir viešinimą Baltijos jūroje yra Baltijos jūros operacinė okeanografinė sistema (Baltic Sea Operational Oceanographic System, BOOS), apimanti visas Baltijos jūros šalis (She et al., 2020). Klaipėdos universitetas yra asocijuotas BOOS partneris.

Europos ir pasaulio mastu už operacinių modelių duomenų, nemokamų ir atvirų jūrinių duomenų teikimą, paslaugų, gebančių prisidėti prie jūrinės politikos įgyvendinimo bei mėlynosios ekonomikos atsakinga Copernicus Marine Service (CMEMS) programa, kurią įgyvendina Mercator Ocean International, remiama Europos komisijos. CMEMS teikia ir Baltijos jūros realaus laiko fizinio, bangų ir biocheminio modelio duomenis su 2 km rezoliucija. Lietuvos priekrantei ir Kuršių marioms tokio tikslumo dažniausiai nepakanka, todėl šiuo metu Klaipėdos universiteto Jūros tyrimo institute (KU JTI) yra vykdomas OPER-LIT projektas, kurio tikslas – sukurti aukštos rezoliucijos realaus laiko hidrodinaminį modelį, teikianti einamos dienos ir 5 dienų jūrinės prognozės duomenis.

Metodai. KU JTI jau daugiau nei 10 metų hidrodinaminio modeliavimo tyrimams taiko SHYFEM modelių sistemą (Idzelytė ir kt. 2021; Mėžinė ir kt., 2019; Umgiesser ir kt., 2016; Zemlys ir kt., 2013; ir kt.).

SHYFEM – tai atviro kodo baigtinių elementų modelis skirtas seklių lagūnų ir priekrantės vandenų tyrimams, kuris leidžia naudoti kintamos

raiškos gardeles (Umgiesser et al., 2004). Šio projekto metu buvo naudota trimatė modelio versija. Pagrindiniai modeliuojami parametrai šiame tyrime yra: vandens temperatūra, vandens lygis, druskingumas, srovės ir bangos. Modelio patikra buvo atlikta ankstesnių tyrimų metu, kurių metu apskaičiuotas determinacijos koeficientas (R^2) druskingumui ir bangų aukščiui siekia $\sim 0,7-0,8$, o vandens lygiui ir temperatūrai R^2 reikšmė buvo $>0,95$ (Zemlys et al., 2013; Mėžinė et al., 2019).

Operacinio modelio skaičiavimams yra naudojami vienos dienos prieš, einamos dienos ir ateinančių 5 dienų meteorologinių ir kraštinių sąlygų prognozių duomenys:

- Meteorologinius duomenis kiekvieną dieną teikia Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba (LHMT) iš Europos vidutinės trukmės orų prognozių centro (ECWMF) modelio;
- LHMT teikia ir Nemuno debito duomenis;
- Kiekvieną dieną Baltijos jūros kraštinės sąlygos (vandens lygis, druskingumas ir vandens temperatūra) yra parsiečiamos iš atviros Copernicus programos, skirtos jūriniam duomenims (CMEMS), Baltijos jūros fizinio analizės ir prognozės modelio `BALTICSEA_ANALYSISFORECAST_PHY_003_006` (<https://doi.org/10.48670/moi-00010>).

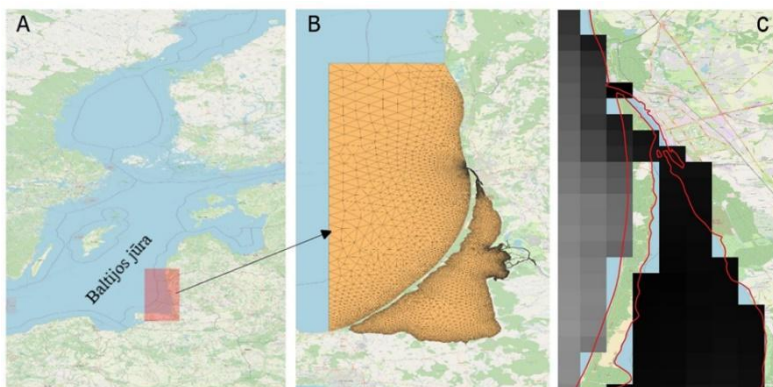
Rezultatai. Projekto metu buvo sukurtas aukštos rezoliucijos operacinis hidrodinaminio modelis, teikiantis jūrinę prognozę pietryčių Baltijos jūros daliai ir Kuršių marioms.

Projekto metu buvo paruošta modelio skaičiavimo gardelė, apimanti 20.431° R, 54.87986° Š, 21.41875° R, 56.22538° Š teritoriją. Modelio skaičiavimams naudojama kintamos raiškos gardelė, kuri hidrodinamiškai aktyviose vietose, pvz. Nemuno deltoje, Klaipėdos sąsiauryje, yra iki 50 m (1 pav.). Realizuojama 3D modelio versija, kai vandens stulpas yra dalinamas į vertikalius zeta sluoksnius. Sluoksnių storis kinta nuo 1 m zonose iki 11 m gylio, kas 2 metrus, vietose iki 18 m. Giliau sluoksnių storis svyruoja nuo 7 iki 15 metrų.

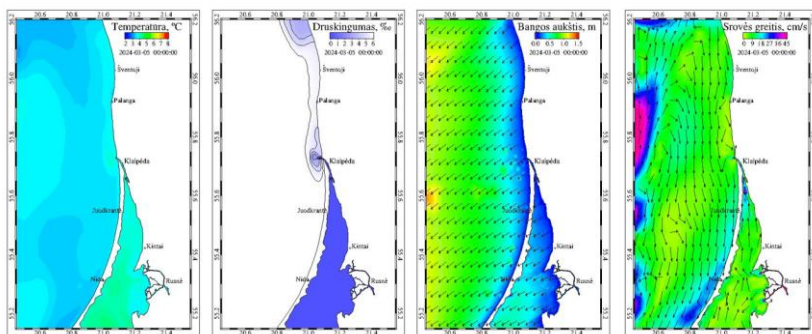
Vienas iš projekto tikslų yra pagerinti CMEMS teikiamų prognozių tikslumą. Šiuo metu dar yra atliekama modelio rezultatų palyginamoji analizė, tačiau 1 paveikslas C dalyje, aiškiai matoma Klaipėdos sąsiaurio detalumo skirtumai. Lyginant CMEMS Baltijos jūros fizinio analizės ir prognozės modelio gardele, OPER-LIT projekto kuriamo modelio gardelė tiksliai seka tikrąją kranto liniją.

Projekto metu sukurtas modelio duomenys nuo 2024 m. kovo mėnesio yra atviri visuomenei ir viešai prieinami per oficialią KU internetinę svetainę. Projekto puslapyje kiekvieną dieną yra skelbiama atnaujinta pagrindinių

modeliuojamų parametrų, vandens temperatūros, druskingumo, bangos aukščio ir srovės greičio bei kryptių prognozė (2 pav.).



1 pav. OPER-LIT projekto operacinio hidrodinaminio modelio vieta (A), gardelė (B) ir palyginimas su CMEMS operacinio modelio gardele (C). C dalyje juodi stačiakampiai nurodo CMEMS Baltijos jūros fizinio analizės ir prognozės modelio gardelę, raudona linija – SHYFEM modelio kranto linija.



2 pav. Operacinės prognozės elementai

Pirminiai tyrimo rezultatai parodė, kad modelio prognozuojamas vandens lygis Klaipėdos uoste ir Kuršių mariose sutinka su matuojamu vandens lygiu Juodkrantės ir Klaipėdos uosto teritorijoje. Vandens temperatūrų analizė parodė, kad modelio prognozuojama temperatūra Klaipėdos uoste yra apie 0,5–1 °C žemesnė nei išmatuota.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Projekto metu sukurtas modelis, geba tinkamai reprezentuoti hidrodinامينius procesus Kuršių marių ir pietryčių

Baltijos jūros dalyje. Šiuo metu planuojamas modelio versijos atnaujinimas, siekiant tiksliau modeliuoti vandens temperatūrą. Taip pat planuojamas modelio rezultatų vizualizavimo atnaujinimas, siekiant patogesnio naudojimosi prognozės duomenimis.

Padėka. Padėka projektui “Operacinis hidrodinaminis modelis Kuršių marioms ir pietryčių Baltijos jūros priekrantei (OPER-LIT)”, finansuojamas Copernicus Marine Service (<https://marine.copernicus.eu>) programos, kurią įgyvendina Mercator Ocean International.

Literatūra

- 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., et al. 2019. Sediment transport mechanisms in a lagoon with high river discharge and sediment loading. *Water*, 10(11), 1970.
- She J., Nielsen J. W. 1999. Operational Wave Forecasts Over Baltic and North Sea. Scientific Report 99-7, Danish Meteorological Institute, Copenhagen, Denmark.
- She J., Markus Meier HE, Darecki M., et al. 2020. Baltic Sea Operational Oceanography—A Stimulant for Regional Earth System Research. *Front. Earth Sci.*, 8. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00007>.
- Tuomi L., Pettersson H., Kahma, K. 1999. Preliminary Results From the WAM Wave Model Forced by the Mesoscale EUR-HIRLAM Atmospheric Model. MERI – Report series of the Finnish Institute of Marine Research 40, 19–23.
- Umgiesser G., Melaku Canu D., Cucco A., et al. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51, 123–145.
- Umgiesser G., Zemlys P., Erturk A., et al. 2016. Seasonal renewal time variability in the Curonian Lagoon caused by atmospheric and hydrographical forcing. *Ocean Science*, 12, 2043–2072.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G., et al. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Science*, 9, p. 573–584.
- WAMDI, 1988. The WAM model - A third generation ocean wave prediction model. *J. Phys. Oceanogr.* 18, 1775–1810. doi: 10.1175/1520-0485(1988)018<1775:TWMTO>2.0.CO;2

JŪROS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDA ŽVEJYBINIUOSE TINKLUOSE GALI BŪTI SUMAŽINTA

Julius Morkūnas^{1,2}, Paola Forni², Robertas Staponkus², Ramūnas Žydelis^{1,3}, Rasa Morkūnė²

¹Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius, ²Klaipėdos universitetas, Klaipėda,

³Ornitela, Vilnius

juliusmorkunas@gmail.com

Įvadas. Baltijos jūros priekrantė yra svarbi vandens paukščių mitybos vieta įvairiais sezonais (Žydelis, 2009). Paukščių sankaupų persidengimas su žvejybos plotais sukelia priegaudos (atsitiktinio pagavimo) riziką, kuri jau buvo patvirtinta Lietuvos jūriniuose vandenyse (Žydelis ir kt., 2009, Morkūnas ir kt., 2022, Ramirez ir kt. 2024). Nustatyta, kad kasmet Lietuvos priekrantėje tinkluose žūva apie 2500 jūros paukščių (Morkūnas ir kt. 2022). Šiame darbe aptariame galimas priegaudos mažinimo priemones, siūlomas po 3 metus trukusių bandymų su žvejais ir jūros paukščių elgsenos tyrimų.

Metodai. Tyrimai vykdėti 2021–2024 metų žiemos mėnesiais. Buvo gaudomi ir GPS siūstuvais ženklinami jūros paukščiai: paprastosios nuodėgulės (*Melanitta fusca*) – 33 individai, ledinės antys (*Clangula hyemalis*) – 33 individai ir rudakakliai narai (*Gavia stellata*) – 28 individai. Paukščiai buvo gaudomi naktimis iš valties apšviečiant juos prožektoriumi jūroje iki 4–5 km atstumu nuo krantu tarp Juodkrantės ir Karklės. Siūstuvai buvo nustatyti kas 30 min. rinkti informaciją apie paukščių buvimo vietas ir fiksuoti visus nardymus, matuojant gylį kas 1 sekundę.

Bandymai su žvejybos įrankiais buvo atliekami nuo lapkričio iki gegužės. Bandymuose dalyvavo nuo 5 iki 7 smulkios žvejybos įmonių, kurios išbandė dvi žvejybos modifikacijas: naktinę žvejybą ir paukščius atbaidyti turinčius plėšriuosius paukščius imituojančius aitvarus, kurie buvo tvirtinami prie tinklų plūdurių. Naktinis tinklų statymas yra tokia žvejyba, kuomet tinklai pastatomi ne anksčiau negu valanda iki saulės laidos ir ištraukiami ne vėliau, kaip 30 min po saulės patekėjimo. Naudojant aitvarus, jie buvo tvirtinami prie tinklų plūdurių, nutolusių vienas nuo kito per 210–250 m. Visi bandymams naudoti tinklai, įskaitant ir kontrolinius, buvo vienodi – 30 m ilgio, 3 m aukščio, surišti po 7 tinklus į eiles. Žvejybų metu buvo registruojama paukščių priegauda ir sugautos žuvies kiekis.

Duomenys apdoroti ArcGIS, MS paketo ir R programomis.

Rezultatai ir jų aptarimas. Paprastosios nuodėgulės ir ledinės antys aktyviausiai nardo dienos metu. Tačiau trumpiausiomis dienomis lapkričio-

sausio mėnesiais paukščiai kartais tęsia maitinimąsi ir nakties metu iki vidurnakčio. Maždaug nuo vasario vidurio paukščiai nebesimaitina naktimis ir maisto ieško šviesiu paros metu. Toks mitybos būdas leidžia užtikrinti paukščiams reikiamą maisto kiekį. Šio tyrimo metu buvo nustatyta, kad tiek ledinės antys, tiek nuodėgulės nepriklausomai nuo mėnesio per dieną po vandeniu vidutiniškai praleidžia apie 3 valandas. Rudakakaliai narai visą žiemojimo sezoną maitinimuisi rinkosi tik šviesų paros laiką ir po vandeniu išbūdavo vidutiniškai apie 2 valandas.

Atlikus bandymus su žvejybiniais tinklais nustatyta, kad žuvų sugavimai tiek nakties metu statomuose tinkluose, tiek tinkluose su aitvarais ar kontroliniuose tinkluose nesiskyrė. O paukščių priegauda iki 3-4 kartų buvo sumažinta tiek naktinės žvejybos metu, tiek naudojant aitvarus. Eliminuojuant tinklų buvimą vandenyje intensyviausio paukščių maitinimosi laikotarpiu, galima išsaugoti tūkstančius jūros paukščių. Tokių priemonių taikymas yra būtinas saugomose teritorijose, nes iki 50-70 % paukščių priegaudos surenkama iš saugomų teritorijų. Tik per naktį laikomuose tinkluose žuvies sugavimas efektyvesnis, nei tinkluose, kurie laikomi visą parą.

Išvados: siūlomi du efektyvūs būdai sumažinti jūros paukščių priegaudą statomuosiuose tinkluose: naktinė žvejyba ir dieninė žvejyba su plėšriojo paukščio silueto aitvarais, tvirtinamais prie tinklų plūdurių.

Rekomendacijos. Norint apsaugoti Baltijos jūroje ties Lietuvos priekrante žiemojančius saugomus jūros paukščius, efektyvūs žvejybos pakeitimai būtų:

- Saugomose teritorijose žvejyba statomaisiais tinklais galėtų būti vykdoma tik tamsiuoju paros metu nuo lapkričio 1 iki kovo 31 dienos. Kitu metų laiku žvejyba nesukelia rizikos paukščių priegaudai. Kitose vietose vykdant žvejybą statomaisiais tinklais turėtų būti naudojami paukščius atbaidantys aitvarai.
- Turi būti sukurtas mechanizmas, kuris galėtų padengti papildomas žvejybos išlaidas (dėl papildomų plaukimų ar aitvarų įsigijimo) tinklus statant tik tamsiuoju paros metu ar naudojant aitvarus.

Padėka. Tyrimas atliktas įgyvendinant 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., et al. 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.
- Morkūnė R., Petkuvienė J., Bružas M., et al. 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., et al. 2009. Bycatch in gillnet fisheries—an overlooked threat to waterbird populations. *Biological Conservation*, Nr. 142(7), 1269–1281.

AR VANDENS PAUKŠČIAI VENGIA LAIVYBOS IR REKREACINIŲ ZONŲ KURŠIŲ MARIOSE?

Rasa Morkūnė, Martynas Bučas, Julius Morkūnas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

rasa.morkune@ku.lt

Įvadas. Kuršių marios pasižymi didele vandens paukščių gausa ir įvairove, tačiau dar mažai yra žinoma apie žmogaus veiklų poveikį vandens paukščių elgsenai. Paukščių sancaupų persidengimas su žvejybos plotais sukelia atsitiktinio pagavimo riziką, tuo tarpu laivyba ir rekreacinės veiklos yra svarbūs trikdymo (arba baidymo) veiksniai. Vietose, kur žmogaus veiklos ir paukščių buveinės sutampa, paukščių baidymas gali būti gana stiprus. Ypač reikšmingas baidymo poveikis tikėtinas antroje vasaros pusėje, kuomet daugelis vandens paukščių keičia plunksnas, todėl negali skristi ir yra jautrūs.

Vasaros mėnesiais Kuršių mariose intensyviai vyksta ne tik reguliari laivyba, bet ir pramogos naudojant jėgos aitvarus. Šioms pramogoms tinkamos yra seklūs vietos, kur gausu vandens augalų ir jais besimaitinančių vandens paukščių.

Šiame darbe, naudodami telemetrinius paukščių sekimo prietaisus, vizualinius stebėjimus ir stabilijų izotopų analizę, analizuojame, kaip laivyba ir rekreacinės žmonių veiklos lemia vandens paukščių pasiskirstymą ir mitybos sąlygas Kuršių marių Lietuvos dalyje.

Metodai. Vizualiniai vandens paukščių gausumo stebėjimai atlikti kas mėnesį iš laivo 2018 m. kovo–lapkričio mėn. Kuršių marių Lietuvos dalyje. Paukščių naudojamų buveinių naudojimui įvertinti 2019 m. šiaurės rytinėje marių dalyje dešimt gulbių nebylių buvo sužymėtos GPS/GSM siųstuvais. Gulbių mityba tirta naudojant stabilijų izotopų analizę kraujo mėginiams. Makrofitų tyrimai buvo atlikti 2019 m. rugpjūčio mėnesį 166 vietose.

Rezultatai ir jų aptarimas. Svarbiausios gulbių mitybos teritorijos yra seklūs, iki 1 metro gylio vietos su tankia panirusia augalija, kurioje vyrauja maurabraginiai dumbliai ir plūdės. Gulbės kiek mažiau mitybai naudoja 1–2 metrų gylyje esančius plačialapių plūdžių sąžalynus. Nemažą dalį gulbių mitybos sudaro ir nendrių lapai.

Kuršių mariose gulbės nebylės naudoja tik pusę maitinimuisi tinkamų buveinių plotų. Iš didelės dalies mitybai tinkamų plotų paukščiai yra išstumiami jėgos aitvarų bei laivybos. Ypač jautri neskraidymo laikotarpiu gulbės žmogaus trikdymo vengia iš labai toli, tad laivų ar jėgos aitvarų poveikis yra vizualinis trikdymas. Aukštai pakeltus ir ryškius aitvarus

paukščiai mato iš labai toli ir pasišalina iš teritorijos arba slepiasi mitybai prastose buveinėse.

Išvados. Derinant skirtingus metodus nustatyta, kad laivyba ir jėgos aitvarai turi įtakos gulbių nebylių pasiskirstymui ir mitybai mariose jautriu plunksnų keitimo periodu. Apie mėnesį laiko vasaros antroje pusėje negalinčios skristi gulbės dienos metu daugiausiai tiesiog slepiasi nendrynuose, kur vengia žmonių trikdymo ir negali maitintis tinkamiausiose buveinėse. Panašus trikdymo poveikis gali būti stebimas ir kitoms vandens paukščių rūšims Kuršių mariose.

Rekomendacijos. Siekiant efektyviai apsaugoti vandens paukščius ir jų buveines, būtina tirti ir suprasti paukščių elgseną, ypač žmogaus veiklos trikdymo sąlygomis. Tik taip galėtume užtikrinti saugių ir pakankamo dydžio mitybai tinkamų buveinių prieinamumą paukščiams. Rekreacinės ir kitokios trikdančios paukščius žmogaus veiklos turėtų vykti pakankamu atstumu nuo paukščiams svarbių buveinių, o nesant tyrimų ir patikimų duomenų, reikėtų prevenciškai taikyti dar didesnes apsaugos zonas ir planuoti patikimus tyrimus.

Padėka. Tyrimai atlikti vykdant Lietuvos mokslo tarybos projektą „Maurabragūnų ekosisteminių paslaugų ir klimato kaitos poveikio joms vertinimas hipertrofinėje lagūnoje“ (sutr. Ecocarpet; Nr. S-MIP-19-29). Laisvą prieigą prie mokslinio straipsnio, pagal kurį ruoštas šis pranešimas, dalinai finansavo Klaipėdos universiteto mokslo ir studijų skatinimo fondas.

SPRENDIMŲ PRIĖMIMO PROCESAS IR JŪROS IŠTEKLIŲ VALDYMUI SPRENDIMUS PADEDANČIOS PRIIMTI PRIEMONĖS

Artūras Razinkovas-Baziukas, Rasa Morkūnė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
arturas.razinkovas-baziukas@ku.lt, rasa.morkune@ku.lt

Įvadas. Sprendimo priėmimo procesas - tai metodas, nukreipiantis asmenį ar grupę atlikti daugybę užduočių nuo problemos nustatymo ir analizės iki alternatyvų kūrimo ir pasirinkimo (Minzberg ir kt., 1976). Pats procesas gali skirtis priklausomai nuo sprendimo sudėtingumo, informacijos prieinamumo, sprendimus priimančių asmenų pageidavimų ir konteksto, kuriame priimamas sprendimas.

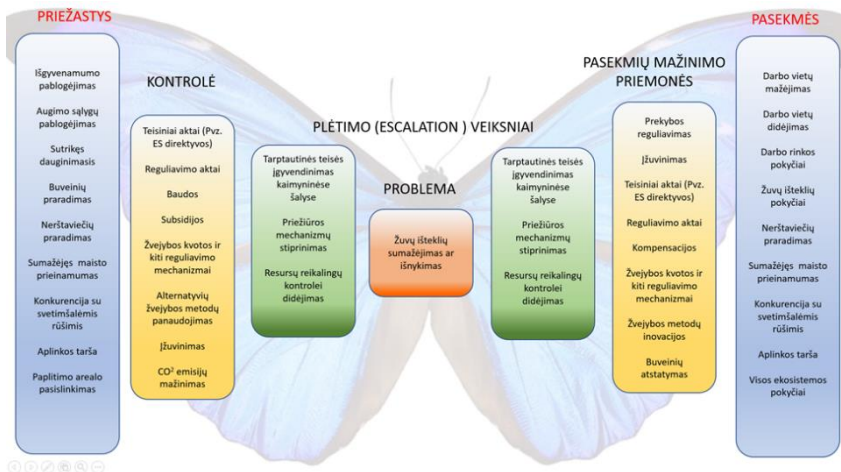
Aplinkosaugos sprendimai yra sudėtingi, nes dažniausiai ištekliai ir pajėgumai yra riboti (Hemming ir kt. 2022). Tai galima pagrįsti įprastais pavyzdžiais:

- Kokie veiksmai turėtų būti atliekami, siekiant apsaugoti nykstančias rūšis regione?
- Kaip sukurti saugomų teritorijų tinklą, siekiant kintančio klimato sąlygomis veiksmingai išsaugoti ekosistemas?
- Kokie veiksmai padės apsaugoti rūšis ir ekosistemas, kartu atsižvelgiant į žmonių kultūrinius ir pragyvenimo poreikius?
- Kaip pasirinkti veiksmų seką, kai trūksta duomenų ar patirties?
- Kada jau užtenka tyrimų ir galima priimti sprendimą?

Didžioji dalis sprendimų priimama paprastai ir tik 0,5 % visų sprendimų reikalinga gili analizė (Keeney, 2024). Šioje vietoje sprendimus padedančių priimti priemonių panaudojimas, įtraukiant mokslinę patirtį ir žinias, gali atlikti svarbų vaidmenį sprendimų priėmimo procese bei padėti įveikti įgyvendinimo iššūkius.

Sprendimus padedančios priimti priemonės paprastai yra kompiuterinės sistemos. Šių priemonių yra sukurta gana nemažai, tačiau jų praktinis panaudojimas – menkas, nes esamos priemonės daugiausiai naudojamos tik mokslo bendruomenės, ir labai retai jas naudoja kiti suinteresuoti vartotojai. Pagrindinė kliūtis priemonių naudojimui yra ne tik nepakankamas informuotumas ir patirties stoka, bet ir trūkumas tokių priemonių, kurios apimtų aplinkos ir socialinius bei ekonominius aspektus (Schumacher, 2022). Viena iš tokių priemonių yra taip vadinamas „Peteliškės metodas“ (Bow-Tie Analysis), kuris yra ISO sertifikuotas metodas, dažnai taikomas rizikų

analizei. Pastaruoju metu „Peteliškės metodus“ pradėtas taikyti ir aplinkosaugoje, sprendžiant rizikų ir galimybių valdymo problemas (1 pav.) (Elliott & O'Higgins, 2020).



1 pav. Žuvų išteklių mažėjimo problema, jos priežastys, kontrolės būdai, pasekmių mažinimo priemonės ir pasekmės pavaizduotos pritaikius „peteliškės“ diagramą (pritaikyta pagal M. Elliott idėją).

Taikant šį metodą galima išskaidyti atskirus sprendimo priėmimo proceso žingsnius ir surasti tinkamus sprendimus padedančias priimti priemones.

Metodai ir rezultatai. Pranešime klausytojai bus supažindinti su aplinkosaugos sprendimo priėmimo procesu ir sprendimo priėmimo priemonių tipais. Pasitelkus interaktyvią priemonę, klausytojai galės atsakinėti į klausimus ir taip dalyvauti tyrime. Demonstruojant ekrane surinktus atsakymus, galima bus aptarti dalyvių nuomones apie sprendimų priėmimo priemones ir jų naudojimą jūros tyrimuose ir išteklių valdyme.

Padėka. Projektas Marine SABRES yra finansuojamas iš Europos Sąjungos „Horizon Europe“ finansavimo programos pagal dotacijos sutartį Nr. 101058956.

Literatūra

Elliott M., O'Higgins T. G. 2020. From DPSIR the DAPSI(W)R(M) Emerges... a Butterfly – 'protecting the natural stuff and delivering the human stuff'. Ecosystem-based

- management, ecosystem services and aquatic biodiversity: Theory, tools and applications, 61–86.
- Hemming V., Camaclang A. E., Adams M. S., et al. 2022. An introduction to decision science for conservation. *Conservation Biology*, 36(1), e13868.
- Keeney R. L. 2004. Making better decision makers. *Decision Analysis*, 1, 193–204.
- Mintzberg H., Raisinghani D., Theoret, A. 1976. The structure of "unstructured" decision processes. *Administrative science quarterly*, 246–275.
- Schumacher J. K. 2022. Tools and approaches for supporting coastal and marine policy implementation. *Daktaro disertacija. Klaipėdos universitetas*, 236 p.

PIRMOJI IŠSAMI KIEKYBINĖ IR KOKYBINĖ STUDIJA: MIKROPLASTIKAS LIETUVOS TERITORIJOS KURŠIŲ MARIŲ DUGNO NUOSĖDOSE

Viktorija Sabaliauskaitė, Erika Masiulytė, Arūnas Balčiūnas

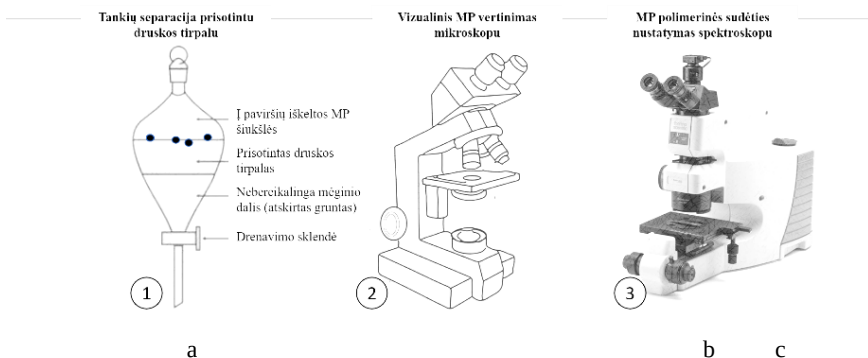
Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
viktorija.sabaliauskaite@ku.lt

Ivadas. Nors pastaraisiais dešimtmečiais mikroplastiko (MP) taršos tyrimams skirtas ypač didelis dėmesys, turimos žinios vis dar nėra pakankamos šiai problemai apibrėžti. MP paplitimas aplinkoje kelia ne tik fizinę, bet ir cheminę taršą. Pastaroji apima galimą toksiškumo grėsmę vandens telkinių biotai bei žmonėms. Todėl MP tarša įvardijama kaip viena didžiausių šio laikmečio ekologinių problemų (Narloch ir kt., 2022). Baltijos jūra bei jos dalys (įlankos, lagūnos) dėl dalinio uždarumo turi ilgą vandens apytakos ciklą, trunkantį apie 26-29 metus (Döös ir kt., 2004), lemiantį pažeidžiamumą bet kokiai taršai, įskaitant MP taršai.

Yra žinoma, kad plastikas pasižymi patvarumu, todėl net ir ilgą laiką prabuvęs aplinkoje, jis visiškai nesuyra. UV spinduliuotei sąveikaujant su plastikumu suardomas cheminis monomerų ryšys, turintis įtakos fiziniams bei cheminiams medžiagos pokyčiams, dėl kurių polimerinė medžiaga skyla į mažesnes daleles (Bajt ir kt., 2021), taip dar labiau gausinant esančios taršos masą. Dėl skirtingų polimerų fizinių savybių (tankio, plūdumo, atsparumo, kt.) MP randamas visose jūros ir jos dalių aplinkose: vandens paviršiuje, vandens stulpe ir dugne (Ivleva ir kt., 2017; Barnes ir kt., 2009). Visos šios dalelės yra identifikuojamos kaip jūrinę aplinką teršiančios šiukšlės, kurių daugumą sudaro dirbtiniai polimerai (plastikai) (UNDP, 2015).

Taršos plastikumu jūrinėje aplinkoje tyrimų spektras platus – surinktas nemažas žinių bagažas, apimantis įvairius stebėjimo, mėginių rinkimo ir apdorojimo laboratorijoje metodus. Tačiau dėl Europoje ir pasaulyje taikomų skirtingų metodų gausos ne visi surinkti duomenys gali būti palyginami ar vienodai vertinami. Todėl kyla papildomų problemų interpretuojant ir siekiant apibrėžti esamą MP taršos masą. Šiame tyrime pateikiami pirmieji Lietuvos teritorijos Kuršių marių dalies ilgalaikių stebėjimų (2020–2022) rezultatai, gauti taikant metodikas, grįstas Europos Jūrų Strategijos Pagrindų Direktyvos (JSPD) reikalavimais bei pateiktomis rekomendacijomis. Rezultatai atspindi MP taršos kiekybinį ir kokybinį stebėjimų palyginimą Kuršių marių dugno nuosėdose.

Metodai. Lauko praktikos metu Lietuvos teritorijos Kuršių marių dalyje Aplinkos Apsaugos Agentūros (AAA) vykdomo valstybinio monitoringo stotyse surinkti dugno nuosėdų ($< 0,5$ m gylyje) mėginiai. Remiantis JSPD rekomendacijomis bei panaudojus Jūros tyrimų instituto (JTI) laboratorinius pajėgumus, buvo parengta ir pritaikyta metodika kiekybiniam ir kokybiniam aptiktų MP vertinimui.

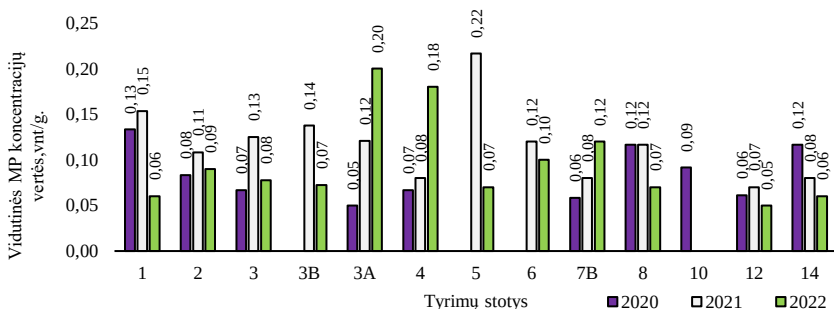


1 pav. Mėginio paruošimo ir peržiūros struktūrinė schema.

Kiekvienas nuosėdų mėginys padalintas į 3 atskirus submėginius (3×20 g mėginio), kurie buvo analizuoti, užtikrinant surinktų duomenų objektyvumą ir didesnę statistinę patikimumą. Pagrindiniai mėginio analizei taikyti metodai: tankių separacija prisotintu druskos tirpalu, mikroskopinė bei spektroskopinė analizės (1 pav., a). Tankių separacija atlikta sočiuoju druskos tirpalu (200 g HCl: 1 l H_2O), atskiriant nuosėdas nuo mažesnio tankio (plastiko) dalelių. Išgautos dalelės perkeltos ant filtro, taikant vakuuminio filtravimo metodą, naudojant 300 μ m akies dydžio nailoninį filtrą. Išfiltruotos dalelės buvo analizuojamos, naudojant tolygaus didinimo stereo mikroskopą Nikon SMZ800N su kamera ir apšvietimo sistema OLYMPUS KL 15000 LCD (1 pav., b). Laboratorijos darbo aplinkoje esanti papildoma tarša įvertinta kontroliniu filtru, jį laikant šalia visu mėginio apdorojimo metu. Papildomai atlikti tuščių mėginių (angl. – *blind sample*) tyrimai. Abiejų kontrolių metu rastų dalelių vidutinis kiekis apskaičiuotas iš gauto tyrimo rezultato. Polimerų analizei naudotas Nicolet™ iS™ 5 FTIR spektrometras (1 pav., c). Rezultatuose pateikiami tik tie polimerai, kurių aptikimo atitikimo procentas pagal turimą polimerų biblioteką siekė $\geq 60\%$.

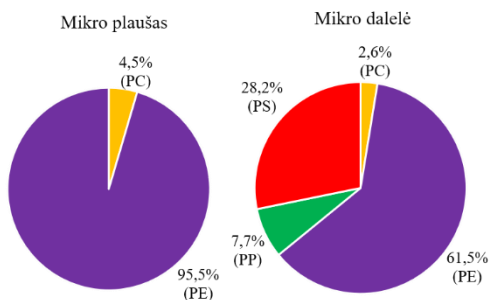
Rezultatai. Visose stotyse 2020-2022 m. laikotarpiu tirtuose Kuršių marių dugno nuosėdų mėginiuose aptiktos MP koncentracijų vertės siekė $>0,05$ vnt./g. Vidutinis metinis MP kiekis svyravo nuo $0,09$ vnt./g (2020), $0,10$

vnt./g (2022) iki 0,12 vnt./g (2021). Didžiausios MP koncentracijos stebėtos monitoringo stotyje Nr. 3A (ties Klaipėdos sąsiaurio zona) fiksuojant 0,20 vnt./g (2022), ir stotyse, esančiose centrinėje marių dalyje, Nr. 4 – fiksuojant 0,18 vnt./g (2022) ir Nr. 5 – fiksuojant 0,22 vnt./g (2021) taršą. Mažiausios MP koncentracijų vertės stebėtos stotyje Nr. 12, esančioje ties Vente, kuomet pasiektos MP koncentracijų vertės buvo 0,05 vnt./g (2022), 0,06 vnt./g (2020) ir 0,07 vnt./g (2021) (pav.2).



2 pav. Vidutinės MP koncentracijos tirtose stotyse (2020, 2021 ir 2022 m.)

Polimerinę MP kompoziciją daugiausiai sudarė polietilenas (PE) 95,5 % tarp analizuotų mikroplastiko plaušų, ir 61,5 % tarp analizuotų MP dalelių (3 pav.). Taip pat identifikuotas polikarbonatas, būdingas tiek MP plaušams (4,5 %), tiek MP dalelėms (2,6 %). Tarp mikroplastiko dalelių taip pat fiksuoti tokie polimerai kaip polipropilenas (PP), sudaręs 7,7 % ir polistirenas (PS), sudaręs 28,2 %.



3 pav. Mėginių atitikimo (>60 %) polimerinė kompozicija.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Atlikus pirmuosius išsamius dugno nuosėdų tyrimus Lietuvos Kuršių marių dalyje, pastebėta, kad gausiausi MP taršos kiekiai stebimi zonose arčiausiai Klaipėdos sąsiaurio bei pačiame sąsiauryje. Toks rezultatas dalinai patvirtina ir literatūroje aprašomą dugno nuosėdų transportavimo mechanizmą Kuršių mariose (Mėžinė ir kt. 2019). Atsižvelgiant į spalvinį MP pasiskirstymą, fiksuojamos dominuojančios spalvos: mėlyna, juoda, raudona, yra tokios pat kaip ir pasaulinėje panašių MP tyrimų praktikoje bei mokslinės literatūros išvadose (Martinez ir kt., 2020). Kuršių marių dugno nuosėdose rastų MP dominuojanti polimero rūšis yra polietilenas (PE). Remiantis literatūroje aprašytais FTIR analizės rezultatais, polietilenas (PE) sudaro didžiausią procentinę dalį (30%) visų randamų polimerų (Plastic Europe, 2013). Apibendrinus galima daryti išvadą, kad Kuršių mariose aptinkama MP tarša tiek kokybine, tiek ir kiekybine prasme charakteringai neišsiskiria, lyginant su Europoje bei pasaulyje, panašiose vandens telkiniuose, aptinkama MP tarša.

Padėka. Darbas buvo atliktas bendradarbiaujant su Aplinkos Apsaugos Agentūros (AAA) tyrimų grupe, dalyvaujant valstybinio monitoringo ekspedicijose moksliniu laivu "Vėjūnas".

Literatūra

- Bajt O. 2021. From plastics to microplastics and organisms. FEBS Open Bio. DOI: 10.1002/2211-5463.13120.
- Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C., et al. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, 364, 1985–1998. DOI: 10.1098/rstb.2008.0205
- Döös K., Meier H. E. M., Döschner R., 2004. The Baltic Haline Conveyor Belt or The Overturning Circulation and Mixing in the Baltic. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 33(4), 261–266. DOI: 10.1579/0044-7447-33.4.261
- Ivleva N. P., Wiesheu A. C., Niessner R. 2017. Microplastic in Aquatic Ecosystems. *Water borne Pollutants*. DOI: 10.1002/2211-5463.13120.
- 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). DOI: 10.1371/journal.pone.0232744
- Mėžinė J., Ferrarin C., Vaičiūtė D., et al. 2019. Sediment Transport Mechanisms in a Lagoon with High River Discharge and Sediment Loading. *Water* 11, 1970. DOI:10.3390/w11101970.
- Narloch I., Gackowska A., Wejnerowska G. 2022. Microplastic in the Baltic Sea: A review of distribution processes, sources, analysis methods and regulatory policies. *Environmental Pollution*. DOI:10.1002/anie.201606957.
- Plastic Europe. *Plastics-The Facts*, 2013. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data. Page 1–40 at (<http://www.mendeley.com/catalog/plasticsthe-facts-2013-analysis-european-latestplastics-production-demand-waste-data/>).
- The Sustainable Development Goals, 2015. United Nations Development Programme.

MELSVABAKTERĖS, KAIP VANDENS KOKYBĖS RODIKLIS, KALOTĖS EŽERE

**Ieva Sakovskaja¹, Donata Overlingė¹, Jolita Petkuvienė¹,
Diana Vaičiūtė¹, Marija Kataržytė¹, Greta Kalvaitienė¹,
Ugnė Embrasaitė¹, Martyna Pareigytė¹, Hanna Mazur-Marzec²**

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ²Gdanskio
universiteto Jūrų biologijos ir biotechnologijos katedra, Gdanskas
ieva.sakovskaja@ku.lt

Įvadas. Melsvabakterės – prokariotinių, fotoautotrofinių organizmų grupė, priklausanti mikrodumbliams (Sinha, 2008). Melsvabakterės atlieka labai svarbų vaidmenį kaip deguonies gamintojai, organinių junginių vartotojai, pasižymi greitu dauginimusi. Palankios sąlygos, tokios kaip maistinių medžiagų perteklius, ramūs ir saulėti orai skatina melsvabakterių intensyvų vystymąsi ir biomasės didėjimą vandenyje, sukeldamos vandens žydėjimą (Wang et al., 2023). Rekreaciniuose telkiniuose melsvabakterių kiekis svarbus ne tik dėl ekologinės būklės, bet ir dėl maudyklų vandens kokybės (Karsten ir kt., 2022). Remiantis Lietuvos maudyklų vandens direktyva (Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 2022), vandens telkiniuose maudyklų kokybė yra vertinama pagal kelis parametrus: skaidrumą, chlorofilo *a* koncentraciją ir melsvabakterių gausumą. Bet Pasaulio sveikatos organizacija (PSO) rekomenduoja papildomai remtis tokiais parametrais kaip melsvabakterių biomasė ir mikrocistinų koncentracija. Svarbu paminėti dar vieną PSO rekomendaciją – vizualinį vertinimą, kuris padeda nustatyti melsvabakterių žydėjimo buvimą ir dydį bei nuspręsti, ar reikalingi tolimesni tyrimai siekiant apsaugoti poilsiautojų sveikatą (WHO, 2021). Tačiau vandens spalva ar skaidrumas kinta ne tik dėl gausaus melsvabakterių vystymosi, bet ir dėl ištirpusių ar suspenduotų medžiagų, pakrantėse pasitaikančių žiedadulkių ar kitų organinės kilmės sąnašų (IOCCG, 2023). Vertinimą atliekantys atsakingi žmonės susiduria su problema, jog nėra aiškių vertinimo kriterijų bei vertinimo skalės, kurios nusakytų, kada vandens telkinys jau turi būti laikomas kaip žydintis.

Mūsų tyrimo tikslas buvo įvertinti Kalotės ežero vandens kokybę remiantis melsvabakterių parametrais.

Uždaviniai:

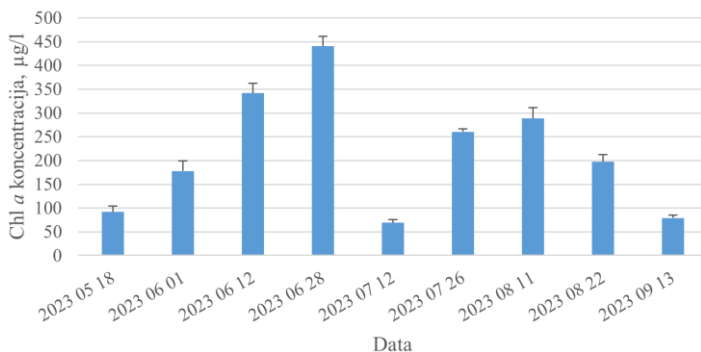
1. Nustatyti melsvabakterių gausumo ir biomasės, chlorofilo *a* ir mikrocistinų koncentracijų kaitą;

2. Įvertinti vandens kokybę remiantis Lietuvos higienos norma 92:2018 ir Pasaulinės sveikatos organizacijos rekomendacijomis;

3. Nustatyti vizualinio vertinimo atitikimą melsvabakterių kiekybiniais parametrams.

Metodai. Mėginiai fitoplanktono rūšinei sudėčiai ir chlorofilo *a* koncentracijai nustatyti buvo renkami Kalotės ežere iš paviršinio vandens sluoksnio kas antrą savaitę nuo 2023 gegužės 18 d. iki 2023 rugsėjo 13 d. Taip pat mėginių rinkimo vietoje buvo atliekamas vizualinis telkinio vertinimas fotografuojant: Kalotės ežero krantą, ežero vandenį, pasemtą į permatomą butelį ir naudojant baltą foną su juodu tašku (ISO 7027-2:2019). Fitoplanktono mėginiai buvo užfiksuoti Liugolio tirpalu, o vėliau tiriami atvirkštinės mikroskopijos (Utermöhl) metodu pagal HELCOM rekomendacijas (Utermöhl, 1957, HELCOM, 2017). Chlorofilo *a* ir mikrocistinių analizei mėginiai buvo filtruojami per GF/F stiklo pluošto filtrus, o vėliau atlikta ekstrakcija ir matavimai pagal ISO 10260:1992 standartą (chlorofilas *a*) (ISO 10260:1992) ir LC-MS/MS analizė (mikrocistiniai) (Mazur-Marzec, 2015).

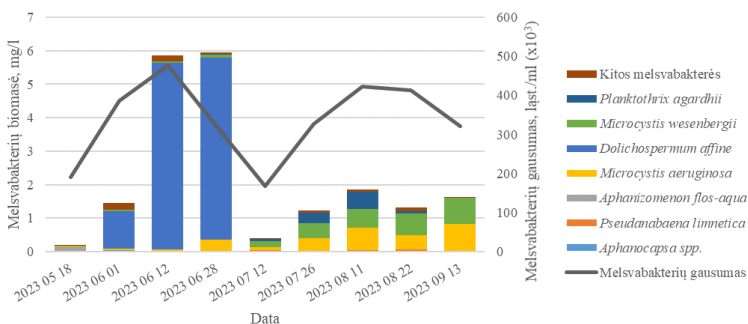
Rezultatai. Nuo tyrimų pradžios iki birželio 28 d. buvo stebimas chlorofilo *a* koncentracijos didėjimas nuo 91,81 µg/l iki 440,30 µg/l (1 pav.). Birželio 28 d. buvo nustatyta didžiausia koncentracija (440,30 µg/l). Liepos 12 d. buvo nustatytas ženklus chlorofilo *a* koncentracijos sumažėjimas iki 69,11 µg/l. Likusiu tyrimų laikotarpiu koncentracija varijavo nuo 78,98 µg/l iki 288,27 µg/l.



1 pav. Chlorofilo „a“ koncentracijų kaita Kalotės ežere tiriamuoju laikotarpiu.

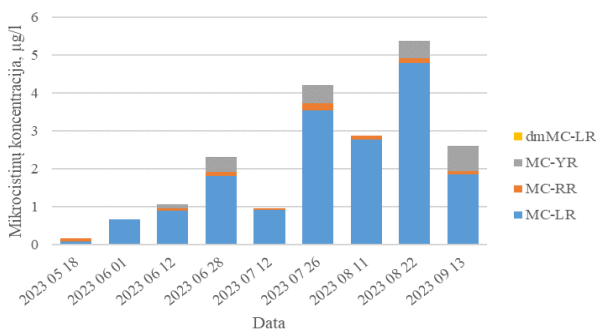
Didžiausia melsvabakterių (*Cyanophyceae*) biomasė buvo nustatyta birželio 12 d. (5,85 mg/l) ir birželio 28 d. (5,95 mg/l), mažiausia – gegužės 18

d. (0,21 mg/l) ir liepos 12 d. (0,39 mg/l) (2 pav.). Visu likusiu laikotarpiu bendra melsvabakterių biomasė kito nuo 0,21 mg/l iki 5,95 mg/l. Vasaros pradžioje (2023-06-01–2023-06-28) dominavo *Dolichospermum affine* – biomasė kito nuo 0,02 mg/l iki 5,44 mg/l (95 % nuo bendros melsvabakterių biomasės). Likusią vasaros dalį (2023-07-26–2023-09-13) dominavo kitos dvi melsvabakterių rūšys – *Microcystis aeruginosa* ir *M. wesenbergii*. *M. aeruginosa* biomasė kito nuo 0,38 mg/l iki 0,81 mg/l, o *M. wesenbergii* – nuo 0,46 mg/l iki 0,78 mg/l.



2 pav. Melsvabakterių biomasės ir gausumo kaita Kalotės ežere tiriamuoju laikotarpiu.

Visą tyrimo laikotarpį melsvabakterių ląstelių gausumas viršijo 100 000 lšt./ml ribą (2 pav.). Mažiausias kiekis buvo nustatytas liepos 12 d. (167×10^3 lšt./ml), didžiausias – birželio 1 d. (476×10^3 lšt./ml). Likusiu laikotarpiu gausumas kito nuo 191×10^3 lšt./ml iki 422×10^3 lšt./ml.



3 pav. Mikrocinčių koncentracijų kaita Kalotės ežere tiriamuoju laikotarpiu.

Tyrimo metu buvo aptikti keturi mikrocistinių variantai (dmMC-LR, MC-YR, MC-RR, MC-LR) (3 pav.). Tarp visų aptiktų mikrocistinių variantų, MC-LR variantas sudarė didžiausią koncentraciją. Mažiausia bendra mikrocistinių koncentracija buvo gegužės 18 d. ($0,17 \mu\text{g/l}$), didžiausia – rugpjūčio 22 d. ($5,37 \mu\text{g/l}$). Likusiu laikotarpiu koncentracijos varijavo nuo $0,63 \mu\text{g/l}$ iki $4,21 \mu\text{g/l}$.



4 pav. Kalotės ežero kranto ir pasemto vandens į permatomą butelį ant balto fono su juodu tašku nuotraukos padarytos 2023-07-12 (kairėje) ir 2023-06-28 (dešinėje).

4 pav. pateikiamos dvi Kalotės ežero nuotraukos, kurios iliustruoja ežero vandens spalvą esant mažiausiam (liepos 12 d.) ir didžiausiam (birželio 28 d.) melsvabakterių biomasės kiekiui. Vertinant vandens telkinio spalvą, vandens atspalviai skirtingomis dienomis skiriasi labai neženkliai. Tačiau naudojant skaidraus plastiko indą, nuotraukose vandens skaidrumas liepos 12 d. matomas daug mažesnis nei birželio 28 d.

Rezultatų aptarimas. Remiantis Lietuvos maudyklų direktyvoje nurodytomis melsvabakterių parametrų (gausumo ir chlorofilo *a* koncentracija) ribinėmis vertėmis, Kalotės ežere visu rekreaciniu laikotarpiu turėjo būti draudžiama poilsiautojams maudytis. Visu mūsų tyrimo metu chlorofilo *a* kiekis viršijo $50 \mu\text{g/l}$ koncentraciją, kuri pagal direktyvą yra ta riba, kurią pasiekus būtina atlikti melsvabakterių tyrimus (HN 92:2018). Melsvabakterių gausumo rezultatai taip pat visu tiriamu laikotarpiu viršijo 100 tūkst. ląst./ml ribą, kuri pagal Lietuvos maudyklų direktyvą draudžia maudytis tokiaame telkinyje (HN 92:2018). Tyrimo metu taip pat buvo nustatytas svarbus faktas, jog birželio ir rugpjūčio mėn. melsvabakterių gausumo rezultatai buvo labai panašūs (apie 450 tūkst. ląst./ml), tačiau biomasė tuo pačiu laikotarpiu ženkliai skyrėsi. Birželio mėn. ji buvo 3 kartus didesnė nei rugpjūčio mėn. WHO (2021) kaip tikslesnį vertinimui skirtą rodiklį

rekomenduoja naudoti melsvabakterių biomasę, ne gausumą. Mūsų tyrimas tik patvirtina, jog melsvabakterių gausumas nėra tinkamas rodiklis vertinti maudyklų vandens kokybę. Pagal melsvabakterių biomasės rezultatus birželio mėn. antra pusė pateko į 1 įspėjamąjį lygį, kuris pasak WHO (2021) įspėja apie galimą riziką greitai susiformuoti melsvabakterių sankaupoms per kelias ateinančias dienas bei pasiekti sveikatai pavojingas toksinų (mikrocistinų) koncentracijas. Mūsų tyrimo metu buvo nustatyta, jog tuo laikotarpiu, kai biomasė atitiko 1 įspėjamąjį lygį, mikrocistinų koncentracija siekė tik apie 1 µg/l. Tokiu atveju maudytis šiuo laikotarpiu uždrausti nereikėtų. Tačiau kiek kitokia situacija susiklostė rugpjūčio mėn., kuomet melsvabakterių biomasė buvo 3 kartus mažesnė ir nesiekė 2 mg/l, tačiau mikrocistinų koncentracija ženkliai padidėjo ir siekė apie 3–5 µg/l. Nors ši riba nėra sveikatai pavojinga (WHO, 2021), tačiau verta atkreipti dėmesį, jog dominuojant skirtingoms melsvabakterių rūšims (pvz., *D. affine*, *M. aeruginosa*, *P. agardhii*), galimi ženklūs mikrocistinų koncentracijų rezultatų svyravimai.

Lietuvos maudyklų direktyva (HN 92:2018) bei WHO (2021) vertinant maudyklų vandens kokybę, rekomenduoja pirmiausiai atlikti vizualinį vandens vertinimą. Be aiškių gairių ir taisyklių teisingai įvertinti vizualiai melsvabakterių buvimą ar nebuvimą nepatyrusiam specialistui yra pakankamai sudėtinga. Mūsų tyrimo metu visu tiriamu laikotarpiu Kalotės ež. vandens spalva visada buvo ryškiai žalia, buvo matyti mažų smulkių dalelių. Tokį vertinimą galima būtų priskirti kaip intensyviai žydinčio vandens apibūdinimą. Tačiau remiantis vienu iš pagrindinių rodiklių, t. y. toksinų koncentracija, visu tyrimo laikotarpiu rizikos sveikatai maudytis Kalotės ež. nebuvo. Vien vertinti vizualiai vandens spalvą, tiesiogiai stebint ežero spalvą, nėra tikslus būdas, nes kiekvienas vandens telkinys turi savitą tik jam būdingą vandens spalvą (IOCCG, 2023). Skaidraus plastiko buteliuose vandens vizualinis vertinimas padeda daug tiksliau įvertinti vandens spalvą bei žydėjimo intensyvumą. Taip pat, kad vizualinį vertinimą atliekantiems žmonėms būtų lengviau ir aiškiau vertinti melsvabakterių buvimą vandenyje, nuotraukų bibliotekos arba jų dokumentavimas galėtų būti kaip papildoma informacija. Šių duomenų kaupimas padėtų surinkti daugiau informacijos apie vandens telkinius, eutrofikacijos tęstinumą, periodiškumą (WHO, 2021).

Išvados. Tyrimo laikotarpiu chlorofilo *a* koncentracija kito nuo 69,11 µg/l iki 440,30 µg/l, melsvabakterių gausumas – nuo 167×10^3 ląst./ml iki 476×10^3 ląst./ml, o melsvabakterių biomasė – nuo 0,21 mg/l iki 5,95 mg/l. Didžiausios visų parametų (išskyrus mikrocistinų koncentraciją) reikšmės nustatytos birželio mėn. Mikrocistinų koncentracija visą tyrimo laikotarpį kito nuo 0,17 µg/l iki 5,37 µg/l ir neviršijo leistinos normos. Remiantis melsvabakterių parametrais bei jų leistinomis normomis pagal Lietuvos

maudyklų direktyvą (HN 92:2018) visą tyrimo laikotarpį Kalotės ež. maudyklos vandens kokybė neatitiko geros būklės, tačiau remiantis WHO (2021) rekomendacijomis, tik birželio mėn. pateko į 1 išpėjamąjį lygį. Norint atlikti tikslesnį vandens vizualinį vertinimą, rekomenduojame naudoti skaidraus plastiko indus bei rengti nuotraukų bibliotekas.

Literatūra

- HELCOM, 2017. Manual of Marine Monitoring in the Combine Programme of HELCOM, Annex C-6: Guidelines concerning phytoplankton species composition, abundance and biomass.
- HN 92:2018. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 2021. Lietuvos higienos normos HN 92:2018 Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė.
- IOCCG, 2023. Observation of harmful algal blooms with ocean colour radiometry. Report Number 20.
- ISO 10260:1992. Water quality, Measurement of biochemical parameters, Spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration.
- ISO 7027-2:2019. Water quality, Determination of turbidity, Part 2: Semi-quantitative methods for the assessment of transparency of waters.
- Karsten R., Globevnik L., Šubelj G., et al. 2022. Satellite-based monitoring of cyanobacteria in bathing waters, ETC/ICM Technical Report 07/2022: European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine Waters, 35 pp.
- Mazur-Marzec H., Błaszczuk A., Felczykowska A., et al. Baltic Cyanobacteria—A Source of Biologically Active Compounds. *Eur. J. Phycol.* 2015, 50, 343–360.
- Wang S., Zhang X., Chen N., et al., 2023. A systematic review and quantitative meta-analysis of the relationships between driving forces and cyanobacterial blooms at global scale. *Environmental Research*, Vol. 216, Part 3, 1–9.
- WHO, 2021. Guidelines on recreational water quality, Volume 1: coastal and fresh waters.

WINGED OCEANOGRAPHERS: MARINE DIVING BIRDS CAN COLLECT DATA ON WATER PARAMETERS IN THE BALTIC SEA

**Paolo Salvador¹, Rasa Morkūnė¹, Vytautas Eigirdas²,
Loreta Kelpšaitė-Rimkienė¹, Adam Peck-Richardson³,
Rachael Orben⁴, Julius Morkūnas¹**

¹ Marine Research Institute, Klaipeda University, Klaipeda, ²Ventes Ragas Ornithological Station, Ventė, ²Department of Fisheries, Wildlife, and Conservation Sciences, Oregon State University, Corvallis, OR USA, ³Department of Fisheries, Wildlife, and Conservation Sciences, Oregon State University, Newport, OR USA
paolo.salvador@ku.lt

Introduction. Limited in-situ data hinder investigations of marine features, especially in coastal zones and remote areas where measurements with traditional methods could be challenging (Boehme et al. 2009). Emerging technologies offer promising solutions for acquiring high-resolution environmental data across diverse marine environments.

Oceanographic data collection with diving birds using transmitters with integrated sensors has already been applied to penguins (Pelletier et al. 2012, Ven Eeden et al. 2016). In the Baltic Sea, the diving seabird Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* performs daily high-frequency dives, thus they provide an excellent chance for data collection along the water column (Peck-Richardson et al. 2018, Fijn et al. 2021).

In this work, we present the preliminary application of diving marine bird telemetry as a novel approach to collect data in different depths on water parameters (e.g. depth sounding, temperature) for oceanographic research in the Baltic Sea.

Material and methods. GPS/GSM transmitters with solar panels and external temperature sensors have been deployed on breeding Great Cormorants in different coastal colonies of the Baltic Sea (Figure 1). One Great Cormorant was selected as an example for this study. It was equipped with a GPS/GSM transmitter in May 2021 at the seacoast colony in Juodkrantė, Lithuania. The GPS/GSM transmitter recorded the diving depth and the water temperature (each second underwater, 1Hz).



Fig. 1. Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* fitted with GPS/GSM transmitter with depth and external temperature sensors. Photos of Julius Morkūnas.

Results and Discussion. We present data collected by one individual Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* in two ecosystems. First, we analysed 14 selected dives on the Curonian Lagoon (starting dive point, Lat 55.36912 – Long 21.01487) on the 31st of May 2021. Dives conducted by the studied individual reached depths of 7 meters, revealing an increasing temperature in the upper 2 meters from 10.6 °C to 11.9 °C. In the Curonian Lagoon, 2.05 °C degrees of amplitude were recorded.

Second, we analysed 5 selected dives along the Lithuanian seacoast (starting dive point, Lat 55.49074 – Long 21.08389) on the 13th of June 2021. A well-mixed water column was observed up to 10 meters, where the temperature remained uniform at around 17.5 °C. Beyond this depth, a gradual decrease in water temperature was observed, reaching 12 °C degree. Data on the water temperature were collected up to 15 m depth and 5.9 °C degrees of amplitude were recorded in the sea.

External sensors offer reliable and accurate solutions and hold promise for future oceanographic studies. The deployment of GPS/GSM transmitters on diving marine bird species provides the opportunity to survey the coastal and offshore environment of the Baltic Sea.

Conclusion. Marine bird telemetry arises as a powerful tool, providing high-frequency data that unlocks new qualitative and quantitative understandings of the temporal and spatial dynamics of marine physical

characteristics. This real-time information significantly enhances our comprehension of marine processes.

References

- Boehme L., Lovell P., Biuw M., et al. 2009. Technical note: Animal-borne CTD-satellite relay data loggers for real-time oceanographic data collection. *Ocean Science*, 5: 685–695.
- Fijn R. C., De Jong J. W., Adema J., et al. 2022. GPS-Tracking of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* Reveals Sex-Specific Differences in Foraging Behaviour. *Ardea*, 109: 491–505.
- Peck-Richardson A., Lyons D., Roby D., et al. 2018. Three-dimensional foraging habitat use and niche partitioning in two sympatric seabird species, *Phalacrocorax auritus* and *P. penicillatus*. *Marine Ecology Progress Series*, 586: 251–264.
- Pelletier L., Kato A., Chiaradia A., et al. 2012. Can Thermoclines Be a Cue to Prey Distribution for Marine Top Predators? A Case Study with Little Penguins. *PLoS ONE*, 7: e31768.
- Van Eeden R., Reid T., Ryan P., et al. 2016. Fine-scale foraging cues for African penguins in a highly variable marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 543: 257–271.

APLINKOS DNR (eDNR) TAIKYMAS EKOSISTEMŲ IR BIOĮVAIROVĖS TYRIMAMS

Aurelija Samuilovienė^{1,2}, Anastasija Zaiko², Greta Srėbalienė^{1,2}

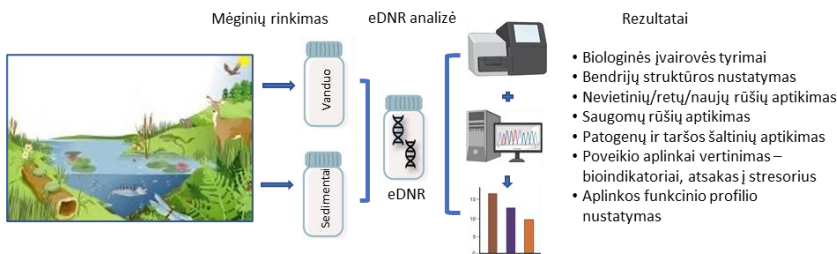
¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ²SEQUENCH
Lithuania, Klaipėda
aurelija.samuiloviene@ku.lt

Įvadas. Šiuolaikiniai molekuliniai metodai siūlo galingą įrankį ekosistemų ir biologinės įvairovės tyrimams, aplinkos vertinimui, efektyviai pateikiant aukštos kokybės ir rezoliucijos biologinę informaciją ir palengvinant sprendimų priėmimą aplinkos apsaugos valdymo srityje. Tačiau molekulinį duomenų panaudojimas aplinkos politikoje bei kitose srityse išlieka minimalus.

eDNR – kas tai? Ką galime sužinoti apie ekosistemą analizuodami jos vandenį, dirvožemį, orą ar sniegą? Daugiau nei galite tikėtis. Tiek vandenyje, tiek dirvožemyje, ore ar sniege, yra DNR, kurią natūraliai išskiria skirtingi aplinkoje gyvenantys organizmai. Ši DNR yra vadinama aplinkos DNR arba eDNR. Didžioji eDNR dalis, kuri randama aplinkos mėginiuose, yra kilusi iš vienaląsčių mikroorganizmų (bakterijų, protistų, mikrodumblių) ar virusų, kurių paprastai yra labai daug. Tačiau eDNR mėginiuose taip pat yra daugialąsčių organizmų genetinės medžiagos, sudarytos iš mažų organizmų (zooplanktono, meiofaunos) arba iš didesnių organizmų (stuburinių, bestuburių ar augalų) biologinės medžiagos. Šie genetiniai gyvūnų ir augalų pėdsakai apima dauginimosi stadijas (gametas), audinių fragmentus, epitelio ląsteles arba išskyras, kurias per savo gyvavimo ciklą gamina ir išskiria organizmai. Aplinkoje DNR pėdsakai išsilaiko tam tikrą laiką – nuo valandų iki dienų vandens stovymėje, iki dešimtmečių ir šimtmečių nuosėdose ir tūkstantmečius lede bei giliuose jūros dugno sluoksniuose.

Surinkus ir išanalizavus šią eDNR, galima aptikti ir stebėti įvairių organizmų rūšis, net jei patys organizmai mėginių ėmimo metu nėra pagaunami.

Metodika. Kaip atliekama analizė? eDNR analizė apima aplinkos mėginių rinkimą, DNR išskyrimą, barkodinių DNR regionų padauginimą, didelio našumo sekvenavimą ir bioinformatinę analizę (1 pav.).



1 pav. eDNR tyrimų eiga.

eDNR tyrimų panaudojimas. eDNR tyrimai dažniausiai yra naudojami siekiant aptikti tikslinę rūšį, biologinės įvairovės tyrimuose bei biologinių poveikio aplinkai vertinimo indeksų kūrimui.

Tikslinės rūšies aptikimas dažniausiai naudojamas gamtosaugoje retų bei nykstančių rūšių stebėjimui, biologinių invazijų stebėjimui bei valdymui, taip pat parazitų ir patogenų aptikimui.

Biologinės įvairovės tyrimuose yra naudojamas eDNA metabarkodavimo metodas, kuris suteikia informaciją apie organizmų bendrijos sudėtį, struktūrą ir įvairovę. Šis metodas yra pagrįstas didelio našumo sekos nustatymo technologijomis, kurios „nuskaito“ milijonus DNR sekų ir leidžia identifikuoti visas aplinkos mėginyje esančias rūšis, įskaitant retas ir sunkiai aptinkamas rūšis.

eDNR metabarkodavimo duomenys taip pat gali būti naudojami biologiniams poveikio aplinkai vertinimo indeksams kurti. Europoje yra pripažinta apie 300 poveikio vertinimo metodų, kurie paremti įvairių organizmų įvairovės ir gausumo tyrimais. Yra siekiama apskaičiuoti šiuos indeksus remiantis eDNR duomenimis, kurie apima ne tik „klasikines“ bioindikatorines rūšis bet ir leidžia integruoti iki šiol nepakankamai išnaudotas arba net ignoruotas organizmų grupes (pvz., mikroorganizmus).

Nors eDNR pagalba negalima nustatyti organizmo amžiaus ar absoliutaus populiacijos dydžio, tačiau aplinkos DNR tyrimo metodai gali papildyti tradicinį ilgalaikį stebėjimą ir suteikti naujų žinių apie ekosistemas.

Kas tai gali atlikti? SEQUENCH Lithuania yra profesionali laboratorija, teikianti sudėtingų aplinkos mėginių molekulinės analizės. Naudojama pažangiausia Illumina MiSeq ir NextSeq technologija tam, kad išskoduoti ilgas DNR ir RNR sekas ir gauti išsamią bei tikslią informaciją apie biologinę įvairovę įvairiais lygiais. SEQUENCH Lithuania yra aplinkosaugos konsultavimo laboratorijos, veikiančios Naujojoje Zelandijoje, padalinys. Apjungiant didelę praktinę patirtį šioje srityje ir inžinerines žinias, laboratorija gali padėti rasti optimizuotus sprendimus moksliniams ar praktiniams

projektams nuo pritaikytos mėginių paėmimo strategijos iki eDNR sekų nustatymo ir gautų duomenų analizės. Duomenys parengiami ir pateikiami taip, kad padėtų atsakyti į sudėtingiausius ekologijos ir aplinkosaugos klausimus.

Išvados. Biologinės įvairovės tyrimai naudojant eDNR metabarkodavimą idealiai tinka, kai reikalinga išsami bei efektyvi biologinės įvairovės stebėseną. Šiuolaikiniai eDNR tyrimo metodai padeda išvengti kai kurių tradicinės biologinės stebėsenos trūkumų, nes eDNR mėginių ėmimas yra neinvazinis, duomenys apima platų taksonominį spektrą, metodai garantuoja didelį jautrumą ir suteikia galimybę automatizuoti tyrimus. eDNR duomenų įtraukimas į ilgalaikes stebėsenos programas gali pagerinti gebėjimą įvertinti populiacijų ir buveinių būklę bei suteikti galimybę greitai išsiaiškinti aplinkos pokyčius bei paspartinti veiksmingų apsaugos strategijų bei valdymo priemonių parinkimą.

MIKRODUMBLIŲ APDOROJIMAS TAIKANT PLAZMOS IR IMPULSINIO ELEKTRINIO LAUKO POVEIKĮ

**Arūnas Stirkė¹, Kamilė Jonynaitė¹, Rolandas Uscila²,
Skirmantas Keršulis¹, Žydrūnas Kavaliauskas²,
Liutauras Marcinauskas², Voitech Stankevič¹**

¹ Fizinių ir technologijos mokslų centras, Funkcinių medžiagų ir elektronikos skyrius, Vilnius, ² Lietuvos energetikos institutas, Kaunas
arunas.stirke@ftmc.lt

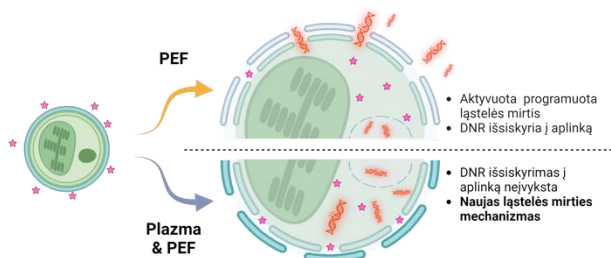
Įvadas. Įrodyta, kad plazmos ir impulsinio elektrinio lauko (IEL) sinergija gali viršyti ląstelių inaktyvacijos efektyvumą pasiektą naudojant vien tik IEL apdorojimą (Mentheour et al. 2022; Wolff et al. 2022; Zhang et al. 2014). Siūlomas sinergijos veikimo mechanizmas apima plazmos generuojamų radikalų poveikį, oksiduojančių membranos lipidus ir pažeidžiančių jos vientisumą, kuris palengvina IEL sukeltą porų formavimąsi. Naujausi tyrimai taip pat parodė, kad kombinuotas plazmos ir IEL poveikis gali inicijuoti skirtingus žinduolių ląstelių žūties mechanizmus, įskaitant apoptozę, autofagiją, piroptozę ir ferroptozę (Wolff et al. 2022).

Nepaisant šios pažangos, vis dar trūksta mokslinių tyrimų, susijusių su kombinuoto plazmos ir IEL poveikiu mikrodumbliams ir jų vertingų junginių ekstrakcija. Mūsų tyrime daugiausia dėmesio skirta *Chlorella vulgaris* mikrodumbliams, tiriant kombinuoto poveikio sukeltus padarinius ląstelės membranos pralaidumo, sienelės vientisumo ir viduląstelių junginių išsiskyrimo atžvilgiu. Siekdami įgyvendinti savo tikslus, naudojome slystančio lanko išlydžio plazmos ir IEL technologijas.

Metodai. Plazmos išlydis generuotas naudojant suslėgtą orą (atstumas tarp elektrodo ir suspensijos: 30 mm, poveikio trukmė: 300 s, šaltinio įėjimo įtampa: 50–250 V, dažnis: 270 kHz). Iš karto po apdorojimo plazma dumbliai buvo veikiami IEL (eksponentiniai impulsai: 10 μs, 1–10 impulsų, pasikartojimo dažnis: 1 Hz, elektrinio lauko stipris: 25 kV/cm).

Rezultatai ir jų aptarimas. Gauti rezultatai parodė, kad dumblių suspensijoje po plazmos apdorojimo susidaro NO₂, NO₃ ir H₂O₂ radikalų, kurių koncentracija didėjo didėjant plazmos įtampai. Be radikalų susidarymo, nustatytas suspensijos elektrinio laidumo padidėjimas ir pH reikšmės sumažėjimas. Priešingai, apdorojimas IEL tokio poveikio nesukėlė. Kalbant apie *C. vulgaris* pokyčius, vien tik apdorojimas plazma sukėlė ląstelės membranos permeabilizaciją ir sienelės pokyčius tik tada, kai plazmos

generatorius veikė aukštesne nei 210 V įtampa. Tuo tarpu vien IEL apdorojimas padidino membranos pralaidumą proporcingai nuo taikytų impulsų skaičiui. Be to, įvertinus ląstelių pralaidumą po 24 valandų paaiškėjo, kad apdorojimas IEL sukėlė DNR išsiskyrimą į aplinką, kas yra vienas pagrindinių programuotos ląstelių žūties požymių. Tačiau tokio pat poveikio nebuvo užfiksuota permeabilizuotoje dumblių populiacijoje vien tik po apdorojimo plazma. Taikant kombinuotą plazmos ir IEL apdorojimą, užfiksuoti du skirtingi sukeliami efektai dumbliuose, kurie priklausė nuo naudojamos plazmos įtampos. Kombinuojant silpnesnę nei 170 V įtampos plazmą su IEL, pasireiškė vien tik IEL sukeliami efektai ląstelių atžvilgiu: nustatyta ląstelių permeabilizacija, kuri vėliau sąlygojo DNR ir baltymų išsiskyrimą į aplinką. Tačiau esant aukštesnei nei 210 V įtampai, dumbliuose užfiksuota permeabilizacija, kurios mastas inicijuoti DNR ir baltymų išsiskyrimą buvo statistiškai mažesnis, lyginant su IEL ir kombinuotu poveikiu (<170V įtampa).



1 pav. Galimas kombinuoto poveikio mechanizmo modelis.

Išvados. Šiame tyrime nustatytas poveikis dumblių ląstelėms, pasireiškęs po kombinuoto plazmos ir IEL apdorojimo, yra naujas ir anksčiau neaprašytas. Galimas kombinuoto poveikio mechanizmo modelis pateiktas 1 paveiksle. Prieš nagrinėjant tolimesnio taikymo galimybes būtina atlikti papildomus tyrimus, kad būtų galima išsamiai suprasti kombinuoto poveikio mechanizmus.

Literatūra

- Mentheour R., Machala Z. 2022. Frontiers in Physics. 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphy.2022.895813>.
- Wolff C. M., Kolb J. F., Bekeschus S. 2022. Biomedicines. 10. 3084. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10123084>.
- Zhang Q., Zhuang J., von Woedtk T., et al. 2014. Appl. Phys. Lett. 105. 104103. <https://doi.org/10.1063/1.4895731>.

PASITIKĖJIMO SVARBA KLAIPĖDOS REGIONO STRATEGINIAM VYSTYMUISI

Eglė Stonkė

Klaipėdos universiteto Socialinių ir humanitarinių mokslų fakulteto Viešojo administravimo ir politikos mokslų katedra, Asociacija „Klaipėdos regionas“, Klaipėda
egle.stonke@ku.lt

Ižanga. Daugeliui pasaulio valstybių susiduriant su demokratijos legitimumo iššūkiais bei kovojant su nuolat kylančiomis išorinėmis grėsmėmis (karas, hibridinės atakos prieš valstybes, stiprėjantys klimato kaitos padariniai ir pan.), aktualizuojasi pasitikėjimo valstybėje kūrimo bei stiprinimo svarba. Lietuva, kaip ir kitos Centrinės ir Rytų Europos šalys, išsiskiria žemais visuomenės pasitikėjimo valstybe rodikliais, kurie iš dalies atliepia ir neefektyvią nacionalinę regioninę politiką, sąlygojančią gilėjančią regionų poliarizaciją.

Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos periodiškai atliekamo šalių pasitikėjimo valdžia tyrimo duomenimis Lietuva pagal pasitikėjimo valdžios institucijomis rodiklius 2021 m. užėmė 31 vietą (iš 38 vertintų šalių). Rezultatai atskleidė, kad tik 30,4 % gyventojų teigia, kad pasitiki nacionalinėmis valdžios institucijomis (aukščiausias pasitikėjimas Šveicarijoje 83,8 %, žemiausias – Slovakijoje 21,6 %) (OECD, 2021).

Tokia situacija sąlygoja poreikį iš naujo persvarstyti egzistuojančius valstybės valdymo ir viešosios politikos įgyvendinimo principus bei įvertinti transformacijų ir inovacinių metodų taikymo poreikį ir galimybes. Tiek mokslinėse, tiek praktinėse politikos administravimo ir įgyvendinimo diskusijose tikslinga analizuoti pasitikėjimo, kaip valstybių įgyvendinamos viešosios politikos (ypač regioninės plėtros) vertybinį pagrindą, naudojamų metodų ir principų transformacijai ir adaptacijai prie kintančių išorinių sąlygų.

Pasitikėjimu grįsto bendradarbiavimo ir valdysenos formų analizė bei įvertinimas Lietuvos regioninės politikos sistemoje yra vedančioji šio pranešimo ir planuojamo atlikti tyrimo sritis bei iššūkis, atliepiantis esamus regioninės politikos valdymo iššūkius ir jų sąlygotą poreikį analizuoti ir nagrinėti pasitikėjimu grįsto valdymo modelių valstybėse kūrimo perspektyvas, nukreiptas į regioninės plėtros modelių bei jų diegimo galimybių adaptaciją modernios regionų valdysenos principų kontekste.

Inovatyvi regionų valdysena dar nauja analizės sritis tiek akademinuose, tiek ir politiniuose viešojo administravimo diskursuose, todėl nėra daug

išsamių kompleksinių tyrimų apie regioninės valdysenos principų praktinį pritaikymą formuojant regioninę politiką. Lietuvos regioninės politikos atveju, pasitelkus regionų valdysenos koncepcijos elementus – decentralizaciją, aktyvų visuomenės suinteresuotų grupių įtraukimą, tinklaveiką – būtų sukuriama prielaidos visapusiškos regioninės politikos kūrimui Lietuvoje (Council of Europe, 2022). Tuo pačiu ilgalaikis ir tendencingas pasitikėjimu grįstos regionų valdysenos principų diegimas regioninės politikos kontekste leistų sukurti prielaidas pasitikėjimo „iš apačios į viršų“ principu stiprinimui, taip skatinant ir didesnį pasitikėjimą valstybe bei jos koordinuojama regionų plėtros politika. Šis pasitikėjimu grįstos regionų valdysenos, kaip politikos ir viešojo administravimo krypties subjekto, aspektas beveik nenagrinėtas esamoje mokslinėje literatūroje.

Fokusuojant modernios ir inovatyvios regionų valdysenos poreikį į konkretų praktinį pavyzdį, galima diskutuoti apie Klaipėdos regioną ir jo pastangas stiprinti jūrinės valstybės kultūros ir mąstysenos diegimą, mėlynosios (bio)ekonomikos potencialo įveiklinimą. 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 kartinės 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.

Reziumuojant, Klaipėdos regiono specializacijos kryptių ir bendradarbiavimo pagrindas – pasitikėjimu grįstas ir modernios regionų valdysenos bruožais įgyvendinamas plėtros priemonių paketas. Todėl įsibėgėjus Klaipėdos regiono specializacijos mėlynosios plėtros vizijos įgyvendinimui tikslinga įvertinti esamą situaciją, jos progresą bei regiono partnerių bendradarbiavimo pasiekimus.

Metodai. Siekiant konceptualizuoti bei apjungti pasitikėjimu grįsto valdymo bei regioninės valdysenos koncepcijas praktiniame lygmenyje, 2023 m. pranešimo autorė pradėjo disertacijos tyrimą, kurio pagrindinis tikslas – išnagrinėjus pasitikėjimu grįsto valdymo ir naujosios regionų valdysenos teorines prielaidas, atliktus mokslinius tyrimus ir praktines jų implementacijas, suformuoti ir pasitikėjimu grįstą regionų valdysenos modelį, pritaikytą Klaipėdos regiono ekosistemai. Tyrimo metu planuojama išnagrinėti pasitikėjimu grįsto valdymo bei naujosios regionų valdysenos teorines prielaidas ir įtaką viešojo valdymo efektyvumui, įvertinant jų taikymo galimybes Klaipėdos regiono politikos kontekste. Taip pat ištirti ir egzistuojančias tarptautines pasitikėjimo valdžios institucijomis praktikas, peržiūrėti jų efektyvumo vertinimo metodikas, identifikuojant regionų valdysenai aktualiausius aspektus.

Analizuojant Klaipėdos regiono mėlynosios ekonomikos partnerių bendradarbiavimo kontekstą ir jo esamus bendrus pasiekimus, atsižvelgiama ir į pačią regionų specializacijos sampratą bei formavimo/įgyvendinimo praktiką. Regionų 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 taip pat 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.). Regioninė 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 indėlį įgyvendinant numatytus uždavinius ir priemones.

Įgyvendinimo procesas. Konstruojant Klaipėdos regiono specifikai būdingą valdysenos modelį, didžiausias dėmesys bus skiriamas egzistuojančių regionų valdysenos praktikų įvairialypiškumo bei bendradarbiavimo galimybių spektro analizei, teorinių prielaidų praktiniam adaptavimui bei įtvirtinimui Klaipėdos regiono kontekste: 1) bendradarbiavimo tinklų kūrimui, sprendžiant multidimensines regionų problemas bei telkiant skirtingas kompetencijas; 2) viešojo ir privataus sektoriaus partnerystei, skatinant reikalingų bendradarbiavimo resursų ir rizikų pasidalijimą; 3) aktyvesnį

piliečių dalyvavimą ir įsitraukimą į sprendimų priėmimo procesus; 4) regioninės partnerystės, apimančios viešojo, nevyriausybinių ir privataus sektorių sudarytų organizacinių struktūrų dalyvavimą įgyvendinant regionų viešąją politiką.

Kuriamo regioninio modelio procese atskirai bus išskiriami pasitikėjimu grįsto regionų valdysenos struktūros formavimo etapai, analizuojamas praktinis ir teorinis jų pagrindimas, svarba ir adaptyvumas, atliekamas pasitikėjimu grįsto regionų valdysenos modelio kūrimo etapus veikiančių jėgų (skatinančių ir varžančių) tyrimas, o apibendrinus pasitikėjimu grįstos regionų valdysenos modelio formavimo etapų tyrimo rezultatus, bus pasiūlytas konkrečiai Klaipėdos regionui pritaikytas pasitikėjimu grįstos regionų valdysenos modelis, kurį vėliau bus galima replikuoti ir visai Lietuvos regioninės politikos ekosistamai.

Vertinant Klaipėdos regiono mėlynosios (bio)ekonomikos bendradarbiavimo potencialą ir realius ekosistemos partnerių rezultatus, bus atsižvelgiama į tai, kad nepaisant to, kad šiandien mėlynosios (bio)ekonomikos 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 išteklį naudojimas, biotechnologijos arba mėlynoji bioekonomika privalo tapti viena svarbiausių strateginių Klaipėdos regiono ekonominės plėtros krypčių.

Laukiami rezultatai. Sėkmingai įgyvendinus disertacijos tyrimą bei pasiekus pagrindinį jam keliamą rezultatą, bus sukurtas pirmasis Lietuvoje (tikėtina ir Europoje) pasitikėjimu grįstos regiono valdysenos modelis, kuris identifikuos ir aprašys efektyviausius regiono ekosistemos dalyvių funkcinius ryšius, skatinančius individualių regiono bendradarbiavimo tinklo struktūrų (ar atskirų jų elementų) tarpusavio sąveikas, taip sukuriant pagrindą pasitikėjimo kūrimui ir stiprinimui regione. Taip pat pasitelkus regiono ekosistemos dalyvių ir suinteresuotų grupių patirtį bei nuomonę, bus išgryninta ir identifikuota, kurie pasitikėjimo kūrimui būtini funkciniai ryšiai yra jau egzistuojantys ir taikomi Klaipėdos regiono valdysenoje, o kurie galėtų būti ilgalaikė siekiamybė. Taip pat tyrimo įgyvendinimas ir rezultatai suteiks

prieigą tolimesniems tyrimams ir regiono analizei, vertinant esamų regiono ekosistemos dalyvių interakcijas ir bendradarbiavimo sandorių modelius, fokusuojantis į regiono dalyvių individualią ir kolektyvinę naudą, motyvuojančią ir skatinančią tarpusavio bendradarbiavimą ir pasitikėjimo ryšių kūrimą.

Tyrimo rezultatai ir efektyvus parengto Klaipėdos regiono pasitikėjimo grįsto regiono valdysenos modelio praktinis pritaikymas įgalins efektyvų ir savalaikį Klaipėdos regiono specializacijos strategijos 2030 priemonių bei strategijos rengimo proceso metu iškeltų ilgalaikių tikslų įgyvendinimą:

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

Literatūra

- 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.
- 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.
- Council Of Europe, Centre Of Expertise For Good Governance, 2022. Establishment of legal, institutional, and financial framework at regional (county) level, capacity-building to enhance quality of regional public administration in Lithuania. Peer Review Report.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD), 2021. Trust in government report 2021.

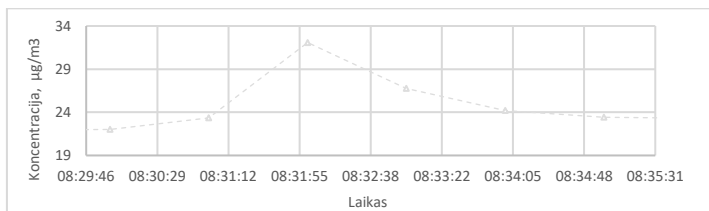
JŪRŲ LAIVŲ EMISIJŲ STEBĖJIMAS: NEURONINIAIS TINKLAIS PAREMTAS ATVIRKŠTINĖS SKLAIDOS MODELIS

Lukas Šaparnis, Paulius Rapalis

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
lukas.saparnis@ku.lt

Įvadas. Artėja alternatyvių kuro rūšių naudojimo laivyboje era (Tomas et al., 2024). Šių priemonių efektyvumui vertinti bendrame kontekste (pvz. uosto, ar valstybės ekonominės zonos teritorijoje) reikalingi lankstūs emisijų vertinimo būdai. Įprasti statistiniai metodai (EMEP/EEA, 2023), kurie taikomi atsižvelgiant į laivo galią ir tipą, remiasi vidutiniais vertinimais ir gali lemti per didelį arba per mažą vertinimą. Kitas sprendimas galėtų būti taikant tiesioginį matavimą. Išmetamųjų dujų sudėtį galima pamatuoti nuotoliniais metodais naudojant dronus, ypač nustatant FSC % (Hu et al., 2022), tačiau perėjimui nuo kenksmingų komponentų koncentracijos prie emisijos būtinas išmetamųjų dujų debitas, kurio tiek dėl pačių dujų mišinio ir dinaminių savybių, tiek ir dėl technologinių apribojimų, nuotoliniu būdu išmatuoti negalima. Vienas iš įrankių, kuris naudojamas stacionariuose emisijų šaltiniuose, yra atvirkštinis sklaidos vertinimas, kai išmatuotos sklaidos parametrai pagrindu atliekamas skaičiavimas, nustatant kokia buvo pradinė emisija (Lushi, Stockie, 2010). Vienas iš galimų sprendimų yra apžvelgtų priemonių derinys, naudojant dronus bei atvirkštinės sklaidos matavimo metodikas. Šių metodų apjungimui prasminga pasitelkti neuroninius tinklus duomenų apdorojimui. Neuroninių tinklų pagrindu tiesioginis sklaidos vertinimas autorių jau buvo išbandytas (Šilas, Rapalis, Lebedevas, 2023). Tai suteikia pagrindą, kad atvirkštinio uždavinio sprendimas taip pat turi būti galimas. Pagrindinis tyrimo tikslas – įvertinti, ar išmatuoto praplaukiančio laivo išmetamųjų dujų šleifo (LID šleifo) matavimo duomenys gali būti panaudoti, siekiant nustatyti išmetamųjų iš laivo dujų emisiją.

Metodai. Laivui plaukiant uoste ar jūroje naudojant matavimo stotelę išmatuotas LID šleifas pasižymi tam tikromis charakteristikomis (V. Smailys et al., 2013). Tarp šių charakteristikų vienos svarbiausių – maksimali koncentracija bei forma (1 pav.)



1 pav. Mobilia laboratorija išmatuota praplaukiančio laivo išmetamųjų dujų šleifo kietųjų dalelių koncentracija (Šleifo fiksavimo pradžia 08:29:46, pabaiga 08:35:31).

Šleifo charakteristika, jei turima daug matavimo taškų, suteikia pagrindą atvirkštinės sklaidos vertinimui (Lushi, Stockie, 2010). Atvirkštinės sklaidos modelio apmokymui reikalingiems duomenims – teršalų sklaidos ir emisijų duomenims gauti panaudota Lagranžo sklaidos modeliu pagrįsta „Gral“ (GRAL GUI V23.11) programa. Visos sąlygos – kamino aukštis, aplinkos oro temperatūra, išmetamųjų dujų temperatūra išmetime, išmetamųjų dujų greitis ir matavimo aukštis laikomi konstantomis, LID šleifo duomenys fiksuoti išmetimo aukštyje (1 lentelė).

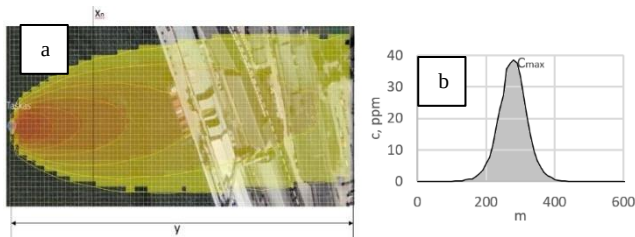
1 lentelė

GRAL programos modelio pradiniai duomenys

Parametras	Vertė	Dimensija
Išmetimo aukštis	20	m
Išmetamųjų dujų greitis	6	m/s
Išmetamųjų dujų temperatūra	85	C
Kamino diametras	0,3	m
Sklaidos tinklelio tankis	10	m
Vėjo greitis	2	m/s
Vėjo klasė pastovi	1	
Vėjo kryptis pastovi	267	Laipsniai

Emisijos dydis neuroninių tinklų apmokymui. Gral modelyje atliktas sklaidos modeliavimas didinant emisijų dydį nuo 1 kg/h iki 10,2 kg/h, žingsnio dydis 0,4 kg/h. Toks emisijos diapazonas atspindi laivų eigos variklių kietųjų dalelių emisijų diapazone nuo 5000 iki 40000 kW (EMEP/EEA 2023), laivui plaukiant uoste. Neuroninio tinklo apmokymui buvo panaudoti trys parametrai:

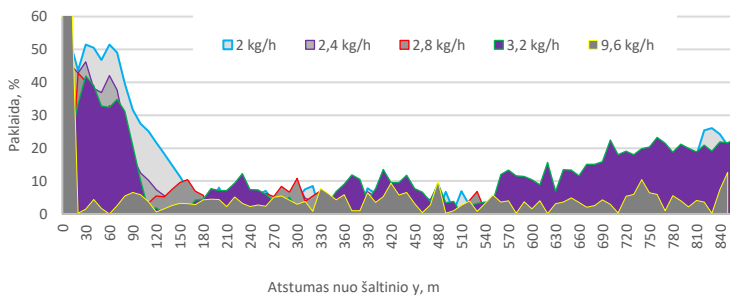
- Maksimali koncentracija kiekviename šleifo žingsnyje (x) $C_{\max}$, ppm,
- Koncentracijos integralas kiekvienam y žingsnyje $\int c(x)dx$,
- Emisijos dydis šleifo generavimui kiekvienam modeliavimo atvejui, E , kg/h.



2 pav. GRAL sumodeliuotas išmetamųjų dujų šleifas (a – LID šleifo horizontali sklaida Gral modelyje, b - integruojamas LID šleifo pjūvio pavyzdys atstumu x, su pažymėta didžiausia koncentracija C_{max}).

Neuroninių tinklų apmokymui panaudota „NeuralDesigner“ programa. Neuroninio tinklo pagrindą sudarė dviejų sluoksnių neuroninis tinklas su 7 perceptronais pirmame sluoksnyje ir 1 sluoksniu antrame.

Rezultatai ir rezultatų aptarimas. Modelio patikrinimui panaudoti LID šleifo duomenys, kurie nebuvo naudoti apmokymui (2;2.4;2.8;3.2;9.6 kg/h). Rezultatai (3 pav.) parodė gerą emisijos nuspėjimą atstumu nuo 180 iki 650 m (~10 %), esant mažiems emisijų dydžiams (2–3 kg/h). Kai emisijos dydis siekia 9 kg/h, vidutinė paklaida sudaro ~6 % esant matavimo atstumui daugiau nei 20 m nuo šaltinio.



3 pav. Modelio paklaida, prie skirtingo atstumo ir šaltinio emisijų dydžio

Didesnės paklaidos, esant dideliame (>500 m) atstumui, susijusios su didesniu LID šleifo praskiedimu, kai maksimali koncentracija yra labai artima vidutinei, o vidutinės koncentracijos pokytis labai mažas toliant toliau nuo šaltinio. Toks pat efektas matomas kai LID šleifas labai siauras, o vidutinė ir maksimali koncentracija labai stipriai skiriasi.

Tolimesnis modelio vystymas numatomas, pereinant prie tiesioginių matavimų duomenų imitavimo, kuomet išmatuota bus tik dalis šleifo taškų (1

pav.), o aplinkos sąlygos ir atstumas iki šaltinio nėra pastovūs. Šiam žingsniui reikalingos žymiai didesnės modeliavimo apimtyys bei eksperimentiniai matavimai.

Išvados. Nustatytas modelio ribojantis parametras – atstumas nuo matavimo šaltinio, kuriam esant virš 500 m prie nedidelės teršalo emisijos (2–3 kg/h), modelio tikslumas tampa nepriimtinas. Toks pats efektas gaunamas ir esant mažesniai nei 120 m atstumui nuo šaltinio. Esant nuo šaltinio 180–650 m atstumui gaunama 10 % vidutinė paklaida. Esant 9,4 kg emisijai, vidutinė paklaida sumažėja iki 6 % visame matavimo diapazone. Tyrimo rezultatai rodo, kad galimas tolimesnis modelio vystymas, perėjimui prie tiesioginių matavimų duomenų imitavimo, kuomet būtų išmatuota tik dalis šleifo taškų, o aplinkos sąlygos ir atstumas iki šaltinio būtų kintamas.

Literatūra

- EMEP/EEA. 2023. EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023. Technical guidance to prepare national emission inventories: 1–30. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023> (February 29, 2024).
- Jianbo H., Deng M., Peng S., et al. 2022. UAV Inspection of Compliance of Fuel Sulfur Content of Sailing Ships in the Pearl River Delta, China. *Atmosphere*, 13(11). doi:10.3390/atmos13111894.
- Lushi E., Stockie M. 2010. An Inverse Gaussian Plume Approach for Estimating Atmospheric Pollutant Emissions from Multiple Point Sources. *Atmospheric Environment*, 44(8): 1097–1107. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.11.039.
- Šilas G., Rapalis P., Lebedevas S. 2023. Particulate Matter (PM₁, 2.5, 10) Concentration Prediction in Ship Exhaust Gas Plume through an Artificial Neural Network. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(1). doi:10.3390/jmse11010150.
- Smailys V., Rapalis P., Strazdauskienė R., et al. 2013. Air Pollution by NO_x from Ships Passing Klaipėda Port Channel. In *Klaipėda: Transport Means*, 1–4.
- Branwen T., Dafydd A., Stamford L., et al. 2024. Decarbonising International Shipping – A Life Cycle Perspective on Alternative Fuel Options. *Energy Conversion and Management*, 299. doi:10.1016/j.enconman.2023.117848.

DRUSKINGO VANDENS PRIETAKA EIDEMBUKTA LAGŪNOJE, SVALBARDO SALYNAS

**Kamilė Šeršenytė¹, Oleksiy Davydov², Aldona Damušytė³,
Andrius Šiaulys⁴, Albertas Bitinas²**

¹Klaipėdos universitetas, Klaipėda, ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius,

³Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, ⁴Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų
institutas, Klaipėda

sersenytekamile@gmail.com

Įvadas. Šiuo metu Svaldbardo salyno Špicbergeno saloje besiformuojanti lagūna susidarė tarp intensyviai tirpstančio Eidembreen ledyno liežuvio bei Eidembuktos įlanką perkirtusio barjero – iš smėlio-žvirgždo nuogulų suformuotos nerijos. Lagūną pastoviai papildančio vandens perteklius išteka nerijos pietrytiniame pakraštyje esančiu sąsiauriu. Teoriškai lagūna turėtų būti užpildyta gėlu ledo tirpsmo vandeniu, tačiau tyrimais nustatyta, kad gilesnėse lagūnos vietose, apytikriai 5 metrų gylyje, yra susidaręs haloklinas, giliau kurio slūgso 25–26 % druskingumą siekianti vandens storumė (Olenin *et al.*, 2023). Neabejotina, kad druskingas vanduo daro ženklų įtaką besiformuojančiai lagūnos ekosistemai. Siekiant išsiaiškinti šio vandens patekimo į lagūną kelius, buvo iškeltos kelios galimos vandens prietakos hipotezės, kurioms patvirtinti arba atmesti ir buvo atliktas lauko bei kamerinių tyrimų kompleksas.

Metodai. 2023 metais, ekspedicijos Eidembuktos įlankoje metu, buvo išmatuoti maksimalūs Eidembuktos nerijos aukščiai jos išilginiame profilyje. Penkiuose skersiniuose nerijos profiliuose paimtas 21 paviršinių nuogulų mėginys nuogulų granulometrinės sudėties nustatymui. Analizė (14-os frakcijų) atlikta kombinuotu būdu: stambesnioji frakcija sijota, o smulkesniajai tirti panaudotas lazerinis difraktometras. Sudarytos granulometrinės sudėties kumuliatyvinės kreivės, pagal kurias kiekvienam mėginiui apskaičiuoti 7 teoriškai galimi vandens filtracijos koeficientai (Odong, 2009). Skaičiavimų patikimumas kritiškai įvertintas atsižvelgiant į nerijos nuogulų litologinius ypatumus, pasirenkant labiausiai tikėtinus nuogulų filtracijos koeficientus (Chandel, Shankar, 2022). Po to apskaičiuoti, vadovaujantis Darsi dėsnio (Dobkevičius, 2010), galimi filtracijos greičiai (geofiltracija) per nerijos nuogulų storumę, esant skirtingiems vandens lygiams vandenynė ir lagūnoje.

Geologinis-geomorfologinis Eidembuktos nerijos žemėlapis sudarytas taikant MapInfo programinę įrangą, naudojantis internetinėje erdvėje

prieinamomis kosminėmis fotografijomis (<https://toposwalbard.npolar.no>), t. y. atliekant pastarųjų geologinį-geomorfologinį dešifravimą, o taip pat panaudojant nerijos nuogulų granulimetrinių tyrimų rezultatus bei vizualią foto- bei videomedžiagą, sukaupą Klaipėdos universiteto Jūros tyrimo instituto tyrėjų (vadovas prof. habil. dr. Sergej Olenin), dalyvavusių bendrose JTI ir Lenkijos mokslų akademijos Okeanologijos instituto lauko tyrimų ekspedicijose 2022 ir 2023 metais.

Duomenys apie tyrimo regionui artimiausios Arkties vandenyno dalies potvynių-atoslūgių parametrus bei bangų aukščius įvairiomis hidrometeorologinėmis sąlygomis buvo surinkti iš „Arctic Tidal Constituent Atlas (ArcTiCA)“ (<https://arcticdata.io>) atlaso ir šiam regionui skirtų mokslinių straipsnių.

Rezultatai. Sudarytas nerijos geologinis-geomorfologinis žemėlapis, kuriame pavaizduotas įvairios granulimetrinės sudėties nuogulų pasiskirstymas Eidembuktos nerijos paviršiuje, taip pat kartografuoti ryškiausi geomorfologiniai elementai – laikinų vandens srautų suformuotos protakos bei vagos, išgraužos, išnašų kūgiai. Nerijos paviršiuje stambesnės žvirgždogargždo nuogulos bei žvirgždas yra paplitusios išilgai vandenyno kranto, tuo tarpu nerijos viduryje bei lagūniniame krante vyrauja smulkesnės nuogulos. Vidurinėje nerijos dalyje slūgsančios nuogulos pasiskirsčiusios netolygiai ir išilgai nerijos – vakarinėje pusėje vyrauja vidutinis smėlis, rytinėje – smėlis su žvirgždu. Lagūniniame krante prie nerijos vietomis prisišlieję siauri lagūninių nuosėdų – aleuritingo-molingio smėlio – ruoželiai.

Geomorfologiniu požiūriu nerija yra lėkštas krantinis volas, kurio ilgis siekia apie 3360 m, vyraujantis plotis – 150–280 metrai. Sudarytas nerijos išilginis hipsometrinis profilis byloja, kad nerijos paviršius yra gūbriuotas, nevienodai aukštai iškilęs – apytikriai nuo 2 iki 9 metrų lyginant su vidutiniu vandenyno vandens lygiu. Vyraujantis nerijos aukštis vakarinėje pusėje – apie 6–8 metrai, rytinėje pusėje nerija žemėja, čia jos vyraujantis aukštis – apie 4–6 metrai.

Druskingo vandens prietakai į Eidembuktos lagūną esminę įtaką daro nuo hidrometeorologinių sąlygų priklausantis bangų aukštis ir jų sukeliama banginė patvanka (ypač štormų metu), kiek mažesnę įtaką daro potvynių-atoslūgių nulemtas vandens lygio svyravimas. Publikacijose pateikiami kiek skirtingi duomenys apie bangų aukščius Arkties vandenyne: vienų mokslininkų nustatytas reikšmingas bangos aukštis (SWH – *significant wave height*) rudens/žiemos sezonu SWH siekia 2,0–2,4 m, o pavasario/vasaros sezonu – apie 1,0–1,5 m (Heorton et al., 2021), pagal kitus (Christakos et al., 2023) aukščiausios bangos būna Barenco ir Grenlandijos jūrose, kur SWH yra iki 2,5 m, o aukščiausios užfiksuotos bangos siekia net iki 10 m Špicbergeno

salos apylinkėse nustatytos vidutinės 2,6–2,8 m ir maksimalios 5,4–6,3 vėjinės bangos (Wojtysiak et al., 2018). Remiantis modeliavimo duomenimis, pateikiamais Arkties vandenyno potvynių-atoslūgių atlase, Ny-Ålesund miesto pakrantėje (šiaurės vakarų Svalbardas, Špicbergeno sala) apskaičiuotos potvynių-atoslūgių vidutinės reikšmės kinta nuo kelių iki kelių dešimčių centimetrų (maksimali reikšmė 45,43 cm, 12,41 h periodas) (Hart-Davis et al., 2024).

Mūsų tyrimų metu buvo apskaičiuotas geofiltracijos greitis skirtinguose nerijos profiliuose esant įvairiems vandens lygių skirtumams vandenyne ir lagūnoje – dalis skaičiavimų (kai vandens lygiai skiriasi 1 ir 5 metrais) pateikiama pridedamoje lentelėje.

1 lentelė

Vandens geofiltracijos greitis (V) per Eidembuktos neriją

Profilis	Mėginio Nr.	Filtracijos koef.(Slitcher (m/para))	Nerijos plotis (m)	V (m/para)	V (m/para) vidurkis profilyje	V (m/para)	V (m/para) vidurkis profilyje
3	1725	324483*	114	2846.35	24.39	14231.74	121.94
	1726	603383*	114	5292.83		26464.17	
	1727	2780	114	24.39		121.94	
	1728	2780	114	24.39		121.94	
4	1729	27072	95	284.97	248.74	1424.86	1243.71
	1931	177816*	95	1871.75		9358.75	
	1930	3542	95	37.29		186.44	
	1932	40277	95	423.96		2119.82	
				Kai vandens lygių skirtumas 1 m		Kai vandens lygių skirtumas 5 m	

*anomalios reikšmės, į vidurkių skaičiavimus neįtrauktos.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Geofiltracijos greičio skaičiavimai rodo, kad jis labiausiai priklauso nuo: 1) filtracijos koeficiento, kurį nulemia nuogulų granulometrinės sudėtis – didesnį filtracijos koeficientą turinčios nuogulos turi ir didesnį geofiltracijos greitį; 2) vandens lygio gradiento – geofiltracija greitėja esant didesniai vandens lygių skirtumui ir mažesniai atstumui tarp dviejų vandens telkinių. Infiltruoto vandens kiekis priklauso ir nuo filtracijos trukmės. Pagal 1 lentelėje pateiktus duomenis matyti, kad esant nedideliui vandens lygių skirtumui (1 m) ir darant prielaidą, kad vandens patvanka iš vandenyno pusės tęsiasi 24 val., druskingas vanduo galėtų pilnai persifiltruoti per neriją tik ties 4 profiliu, kur jos plotis yra apytikriai 95 metrai, o geofiltracijos vidutinis greitis siektų 248,74 metrų per parą. Esant didesniai vandens lygių skirtumui (5 m) ir darant prielaidą, kad štorminė patvanka trunka 24 val., druskingas vanduo galėtų pilnai persifiltruoti per neriją jau ties dviem – 3 ir 4 profiliu, nes nerijos plotis šiose vietose yra apytikriai 95 iki 114 metrų, o geofiltracijos greičiai – atitinkamai būtų 1243,71 ir 121,94 metrų per parą.

Pateikti rezultatai yra apytikriai, paremti skaičiavimais, gautais išanalizavus paviršinių nuogulų sluoksnių mėginius ir darant prielaidą, kad visa nerija yra suformuota iš panašios granulometrinės sudėties nuogulų. Norint gauti tikslesnius rezultatus reikalingi išsamesni duomenys apie nerijos geologinę sandarą, o tam būtini tyrimai gręžiant arba kasant kasinius. Be to, norint tiksliau įvertinti geofiltracijos greitį, į skaičiavimus reikėtų įtraukti ir tokius parametrus kaip nuogulų poringumas, vandens temperatūra, jo klampumas ir kt. Alternatyvus ir, manytume, pagrindinis jūrinio vandens patekimo į lagūną kelias, ypač turint omenyje iki 6,3 m aukštį galinčias siekti bangas, tai vandens persiliejimas per neriją ekstremalių štormų metu. Apie tai byloja nerijos lagūnos pusėje esantys medžių kamieniai (rąstai), čia sutinkamas jūrine augmenija apaugęs stambus gargždas, o taip nerijos geologiniame-geomorfologiniame žemėlapyje matomos laikinų vandens srautų suformuotos protakos bei išgraužos, kurios daugeliu atvejų sutampa su hipsometriškai žemiausiomis nerijos vietomis.

Dar viena alternatyvi galimybė druskingam vandeniui patekti į lagūną – tai jo pertekėjimas sūsiario priedugniu stiprių štormų metu. Matavimai sūsiuryje, atlikti tik tykos metu, rodo gėlą vandenį ištekančią į jūrą visame vertikaliame vandens profilyje, tad vertinant šį pertakos variantą reikėtų atlikti tyrimus ir kitomis hidrometeorologinėmis sąlygomis.

Tyrimai vykdyti įgyvendinant Lietuvos mokslo tarybos finansuojamą projektą EIDEMBUKTA „Naujos pakrantės lagūnos ekosistemos susidarymas po ledynų atsitraukimo Eidembuktoje Svalbardo Arktyje“ (S-MIP-22-48).

Literatūra

- Chandel A., Shankar V. 2022. Assessment of Hydraulic Conductivity of Porous Media Using Empirical Relationships. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.103127.
- Christakos K., Lavidas G., Gao Z., et al. 2023. Long-term assessment of wave conditions and wave energy resource in the Arctic Ocean. *Renewable Energy*, Vol. 220(2): 119678.
- Dobkevičius M. 2010. Bendroji hidrogeologija, Vilnius: Petro ofsetas.
- Hart-Davis M., Howard S.L., Ray R.D., et al. 2024. ArcTiCA: Arctic tidal constituents atlas. *Scientific Data*. Vol. 11. doi:10.1038/s41597-024-03012-w.
- Heorton H., Tsamados M., Armitage T., et al. 2021. CryoSat-2 Significant Wave Height in Polar Oceans Derived Using a SemGeoi-Analytical Model of Synthetic Aperture Radar 2011–2019. *Remote Sensing*, Vol. 13(20), p. 4166.
- Odong J. 2008. Evaluation of Empirical Formulae for Determination of Hydraulic Conductivity based on Grain-Size Analysis. *Journal of American Science*, Vol. 4(1), 1–6.
- Olenin S., Šiaulys, A., Šaškov, A., et al. 2023. Eidembukta Lagoon formation of a novel coastal lagoon ecosystem following glacier retreat. *Polar Night Week 2023: posters and coffee*; poster RiS-ID 11962.
- Wojtysiak K., Herman A., Moskalik M. 2018. Wind wave climate of west Spitsbergen: seasonal variability and extreme events. *Oceanologia*, Vol. 60(3), 331–343.

MAKROFITŲ VERTINIMAS SKIRTINGO TROFIŠKUMO EŽERUOSE

**Adolfina Zaidė, Martynas Bučas, Diana Vaičiūtė,
Jolita Petkuvienė, Ugnė Embrasaitė**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
adolfin.a.zaide@ku.lt

Įvadas. Vandens ekosistemose makrofitai yra svarbūs pirminiai producentai, taip pat jie mažina nuosėdų resuspensiją ir maistinių medžiagų kiekį, kas riboja mikrodumblių žydėjimą (Kolada, 2010), gerina vandens kokybę ir suteikia prieglobstį įvairiems vandens organizmams (O'Hare et al., 2017). Dėl žmogaus veiklos prastėjančios trofinės sąlygos ežeruose nulėmė didelį makrofitų gausos sumažėjimą pasauliniu mastu (Strayer et al., 2010).

Lietuvoje iš viso skaičiuojama 6 tūkst. ežerų, tačiau kasmet Aplinkos apsaugos agentūros (toliau AAA) atliekamas ežerų būklės vertinimas įtraukia daugiausiai 335 ežerus (AAA, 2023). Be to, makrofitai Lietuvoje vertinami nenuosekliai: jų būklė ežeruose pradėta vertinti nuo 2013 m., tačiau 2016 ir 2017 m. makrofitai nebuvo įtraukti į ežerų kokybės vertinimą, o nuo 2018 iki 2022 m. vertinamas tik ežerų fitobentos. 2023 m. makrofitai vertinami 217 ežerų. Pagal 2023 m. AAA ataskaitą, geros ekologinės būklės pagal makrofitų ekologinį indeksą neatitiko 67 % ežerų ir tvenkinių.

Šiame darbe analizuojamas Klaipėdos regione esančių Kalotės ir Kašučių ežerų trofiškumas, makrofitų rūšinė sudėtis, pasiskirstymas ir priklausomybė nuo aplinkos veiksnių.

Metodai. Tyrimai buvo atlikti 2023 m. liepos 20 d. Ežerų trofiškumas buvo vertinamas pagal Secchi disko duomenis, chlorofilo *a* ir bendrojo fosforo kiekį (Carlson, 2007). Mėginiai chlorofilo *a* analizei abiejuose ežeruose buvo renkami trijose skirtingose vietose. Bendrojo fosforo analizei buvo paimta po vieną mėginį iš abiejų ežerų. Augalijos vertinimui naudotas transektų (juostų) metodas. Trys transektos buvo iš anksto (pagal pakrantės aplinką) numatytos statmenai ežero pakrantės linijos ir apėmė visą makrofitų gylio diapazoną. Draguojant dugną dvipusių grėbliu buvo vertinamas procentinis kiekvienos nustatytos rūšies padengimas skirtinguose transektos gyliuose bei maksimalus makrofitų kolonizuojamas gylis transekte. Kiekviena transekta apėmė apie 20 m pločio tyrimo juostą. Makrofitų rūšys (ar gentys) apibūdintos naudojantis vadovu (Snarskis, 1968) laboratorijoje, joms priskirta morfologinė grupė: statieji ir šliaužiantieji helofitai, plūdurlapiai, laisvai plaukiojantys ir panirę makrofitai. Vandens skaidrumas matuotas Secchi disku. Vandens mėginiai

chlorofilo *a* matavimui buvo filtruojami per stiklo pluošto GF/F filtrus (porų dydis 0,7 µm) ir 24 val. ekstrahuojami į 90 % acetoną 4 °C temperatūroje. Chlorofilas *a* buvo tiriamas spektrofotometrijos metodu (Strickland, 1972). Bendrojo fosforo kiekis matuotas spektrofotometru naudojant rūgštinio peroksidisulfato metodiką (LR AM, 2021). Ryšys tarp makrofitų padengimo ir aplinkos veiksnių, fotosintetinės aktyvios radiacijos (angl., photosynthetic active radiation – PAR), chlorofilo „a“, Secchi disko gylio, buvo nustatytas atlikus daugialypę regresinę analizę naudojant paketą „R commander v. 4.3.1“ (Fox et al., 2023) „R“ programoje (R Core Team, 2023). Maksimalaus makrofitų kolonizacijos vidutinis gylis tarp ežerų buvo palygintas naudojant t-testą.

Rezultatai. Trofiškumo vertinimas parodė, kad Kašučiai yra mezotrofinis, o Kalotė hipereutrofinis ežeras (1 lent.). Kašučiuose aptiktos 14 rūšių, tarp kurių visos pagrindinės augalijos grupės (gaubtasėkliai, samana, maurabragūnas ir sporinis induotis), o Kalotėje tik 3 gaubtasėkliai. Morfologinė augalijos įvairovė buvo didesnė Kašučiuose: rasti 7 statieji helofitai, 3 plūdurlapiai, 2 povandeniniai makrofitai, 1 šliaužiantis helofitas ir 1 laisvai plaukiojantis makrofitas. Šiame ežere aptiktos 6 indikatorinės rūšys, iš kurių keturios – neutralios vandens kokybei (*Nuphar lutea*, *Myriophyllum verticillatum*, *Persicaria amphibia*, *Fontinalis antipyretica*) ir dvi tolerantiškos (*Potamogeton natans*, *Ranunculus circinatus*). Tuo tarpu Kalotėje aptikti 3 statieji helofitai ir tik vienas jų priskiriamas indikatorinėms rūšims (*P. amphibia*).

1 lentelė

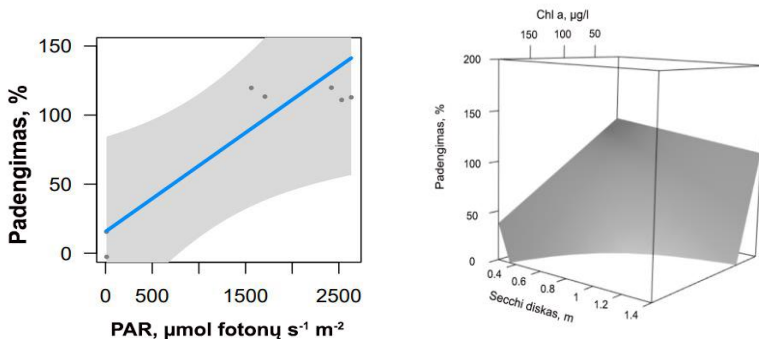
Kašūčių ir Kalotės ežerų parametrai, naudoti vertinant trofiškumą

	Kašučiai	Kalotė
Secchi disko gylis, m	1,3–1,4	0,3
Chlorofilas „a“, µg/l	8,1–10,8	169,8–192,3
Bendrasis fosforas, µg/l	21	311

Helofitų vidutinis padengimas Kašūčių ežere buvo 44 % didesnis nei Kalotėje. Maksimalus makrofitų kolonizacijos gylis Kašučiuose (5 m) buvo statistiškai reikšmingai ($t = -5,35$, $p < 0,01$, $df = 4$) didesnis nei Kalotėje (1,1 m).

Pagal regresinės analizės duomenis, makrofitų padengimas tirtuose ežeruose labiausiai priklausė nuo fotosintetinės aktyvios radiacijos (PAR), kiek mažiau nuo chlorofilo „a“ ir drumstumo sąveikos. Makrofitų padengimas reikšmingai didėjo didėjant PAR (1 pav.), kur padengimas < 50% buvo kai $PAR = 1000 \mu\text{mol fotonų s}^{-1} \text{m}^{-2}$, o padengimas > 100% buvo kai $PAR > 1500$

$\mu\text{mol photons s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. Padengimas didėjo mažėjant chlorofilo *a* koncentracijai prie aukštų Secchi disko reikšmių. Esant žemoms Secchi disko reikšmėms prie aukštos chlorofilo *a* koncentracijos, padengimas buvo mažiausias.



1 pav. Makrofitų padengimo priklausomybė nuo PAR (kairėje), makrofitų padengimo priklausomybė nuo Secchi disko gylio ir chlorofilo „a“ (Chl a) sąveikos (dešinėje).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Kalotės ežero hipereutrofiškumą galėjo nulemti mažas vidutinis gylis (1 m) ir aplink išsikūrusios gyvenvietės. Tuo tarpu mezotrofinis Kašučių ežeras apsuptas žemės ūkio laukų ir miško, tačiau yra ganėtinai gilus – vidutinis gylis 4,8 m, o giliausiose vietose gylis viršija 20 m, todėl vanduo geba atsinaujinti. Palyginus Kašučių ežero makrofitų rūšinę sudėtį bei pasiskirstymą su panašaus tipo ežeru (Vabalių), rūšinė įvairovė Kašučiuose buvo 2 rūšimis mažesnė, nes Vabalių ežere aptikta didelė (12) helofitų įvairovė, tačiau maksimalus makrofitų kolonizuojamas gylis buvo 1,5 m didesnis nei Vabalių ežere (AAA, 2016). Indikatorinių rūšių gausa Kašučiuose (6) buvo dviem rūšimis didesnė nei Vabalių ežere. Tarp ežerų sutapo dvi indikatorinės rūšys: *Persicaria amphibia* ir *Nuphar lutea*. Palyginus Kalotės ežero makrofitų duomenis su panašaus tipo ežero (Alsakio) makrofitais, pastebėta, kad rūšinė įvairovė Kalotės ežere yra 4,3 karto mažesnė, maksimalus makrofitų kolonizuojamas gylis Kalotės ežere mažesnis 0,6 m, tikriausiai, dėl mažesnio vandens skaidrumo (Alsakio ežere Secchi disko gylis buvo 0,7 m). Indikatorinių rūšių skaičius (1) Kalotės ežere taip pat buvo mažesnis nei Alsakio ežere (5), pastarajame aptiktos pasinėrusios rūšys, kurių nebuvo Kalotės ežere (AAA, 2016). Augalijos rūšinė įvairovė, morfologinių grupių, indikatorinių rūšių gausa ir maksimalus kolonizacijos gylis buvo mažesnis hipereutrofiniame Kalotės ežere ir atitinkamai didesnis mezotrofiniame Kašučių ežere. Skurdesnė makrofitų bendrija Kalotės ežere, tikėtina, yra dėl mažesnio vandens skaidrumo, tačiau gali veikti ir kiti

veiksniai, šiame tyrime nematuoti parametrai, kurie daro įtaką ežero būklei, o taip pat ir makrofitams. Regresinė analizė parodė, kad daugiausiai įtakos makrofitų padengimui tirtuose ežeruose turėjo fotosintetinė aktyvioji radiacija. Tokiam rezultatui įtakos galėjo turėti didelis virš vandens iškilusių makrofitų kiekis tirtuose ežeruose – 85 % visų tyrime aprašytų rūšių buvo helofitai arba plūdurlapiai.

Literatūra

- AAA. 2023. Upių, ežerų ir tvenkinių III UBR valdymo ciklo ekologinė ir cheminė būklė. [žiūrėta 2024-03-26]. Prieiga per internetą: <https://aaa.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/vanduo/upes-ezerai-ir-tvenkiniai/upiu-ezeru-ir-tvenkiniu-bukle/upiu-ezeru-ir-tvenkiniu-iii-ubr-valdymo-ciklo-ekologine-ir-chemine-bukle/>
- AAA. 2016. Fitobentosos ir makrofitų tyrimų paviršiniuose vandens telkiniuose ir ekologinės būklės pagal makrofitų etaloninį indeksą įvertinimo ataskaita. I dalis ežerai ir tvenkiniai.
- Carlson R. E. 2007. Estimating Trophic State. LakeLine. 27. 25–28.
- Česonienė L., Šileikienė D., Dapkienė M. 2020. Relationship between the Water Quality Elements of Water Bodies and the Hydrometric Parameters: Case Study in Lithuania. Water, 12(2), 500 p.
- Fox J., Bouchet-Valat M. 2023. Rcmdr: R Commander. R package version 2.9-1.
- Kolada A. 2010. The use of aquatic vegetation in lake assessment: testing the sensitivity of macrophyte metrics to anthropogenic pressures and water quality. Hydrobiologia, vol. 656, 133–147.
- Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija (LR AM). 2021. Įsakymas dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo. 2007 m. balandžio 12 d. Nr. D1-210.
- O'Hare M. T., Aguiar C. F., Asaeda T. et al. 2017. Plants in aquatic ecosystems: current trends and future directions. Hydrobiologia, vol. 812(1), 1–11.
- R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Snarskis P. 1968. Vadovas Lietuvos TSR augalams apibūdinti. Vilnius.
- Strayer D. L., Dudgeon D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. Journal of the North American Benthological Society, vol. 29(1), 344–358.
- Strickland J. D. H., Parsons T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Ottawa: Fisheries research board of Canada, 254 p.

AUTORIŲ SĄRAŠAS

Aleksejeva J.	89	Kregždys Ž.	89
Balčiūnas A.	13, 59, 122	Kuzminskaitė U.	93
Baltranaitė E.	43	Lastauskienė E.	55
Bartoli M.	17	Lesutienė J.	63, 65, 97
Benetti R.	17	Lileikytė A.	34
Berežnova O.	21	Lorre E.	74
Bitinas A.	149	Lubienė I.	74
Blakunova I.	89	Lukšaitė L.	102
Bučas M.	47, 51, 117, 153	Marcinauskas L.	138
Čepulis M.	63	Masiulytė E.	122
Čerkasova N.	65, 110	Mazur-Marzec H.	126
Dabulevičienė T.	26, 65	Medelytė S.	106
Damušytė A.	149	Mėžinė J.	65, 69, 110
Davydov O.	149	Morkūnas J.	34, 93, 114, 117, 132
Dukanauskaitė K.	34	Morkūnė R.	93, 114, 117, 119, 132
Eigirdas V.	132	Narščius A.	63
Embrasaitė U.	38, 126, 153	Nika N.	17
Forni P.	114	Orben R.	132
Gardauskė V.	43	Overlingė D.	38, 126
Gasiūnaitė Z.	74	Pareigyte M.	38, 126
Gečaitė S.	47	Peck-Richardson A.	132
Gintauskas J.	51	Petkuvienė J.	38, 74, 126, 153
Gyraitė G.	55	Petreikytė G.	89
Godienė G.	13, 59	Picazo Espinosa Rafael	85
Grinienė E.	63, 97	Pilkaitytė R.	63, 97
Idzelytė R.	65, 110	Politi T.	17
Igošina M.	34	Povilanskas R.	43, 77, 81
Imbrasas K.	69	Rapalis P.	145
Jonynaitė K.	138	Razinkovas-Baziukas A.	63, 65, 97, 119
Jucevičius D.	89	Sabaliauskaitė V.	122
Jucytė Čičinė A.	74	Sakas R.	89
Jurkienė A.	77	Sakovskaja I.	38, 126
Jurkin V.	13	Salvador P.	132
Jurkus E.	81	Samuilovienė A.	135
Kalvaitienė G.	38, 85, 126	Servaitė I.	26
Kataržytė M.	38, 55, 85, 126	Srėbaliienė G.	135
Kavaliauskas Ž.	138	Stankevič V.	138
Kelpšaitė-Rimkienė L.	132	Staponkus R.	114
Keršulis S.	138	Stirkė A.	138
Kontautas A.	89	Stonkė E.	140

Jūros ir krantų tyrimai 2024. Konferencijos medžiaga

Šaparnis L.	145	Zaidė A.	153
Šeršenytė K.	149	Zaiko A.	135
Šiaulys A.	21, 97, 102, 106, 149	Zemlys P.	110
Špėgys M.	89	Zolubas T.	89, 97
Tiškus E.	51	Žaromskis R.	10
Umgiesser G.	65, 110	Žydelis R.	114
Uscila R.	138	Žilius M.	74
Vaičiūtė D.	38, 51, 126, 153		