



12-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų
konferencija

JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2019

Konferencijos medžiaga

2019 gegužės 9–10 d.
Klaipėda

KONFERENCIJOS ORGANIZATORIUS



Klaipėdos universiteto
Jūros tyrimų institutas

Leidinyje pateikiama 12-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2019“, vykusios 2019 metų gegužės 9–10 dienomis Klaipėdoje, medžiaga.

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

© Klaipėdos universitetas, 2019

ISSN 2538-7243

MOKSLINIS KOMITETAS

prof. dr. Albertas Bitinas
dr. Nerijus Blažauskas
doc. dr. Indrė Brasaitė
prof. dr. Inga Dailidienė
prof. dr. Darius Daunys
prof. dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė
prof. dr. Jolanta Janutėnienė
prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas
doc. dr. Jūratė Lesutienė
doc. dr. Rima Mickevičienė
doc. dr. Nerijus Nika
prof. habil. dr. Sergej Olenin
doc. dr. Renata Pilkaitytė
prof. dr. Artūras Razinkovas-Baziukas
dr. Sergej Suzdalev
prof. dr. Diana Šaparnienė
dr. Ričardas Taraškevičius

ORGANIZACINIS KOMITETAS

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

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

LEIDINĮ REDAGAVO: Rosita Milerienė, dr. Viktorija Vaitkevičienė

LEIDINIO VIRŠELIS: Vitalija Gasiūnaitė

TURINYS

PRATARMĖ	11
Vaidotas Andrašūnas, Artūras Razinkovas-Baziukas	12
„Match–mismatch“ hipotezės taikymas Kuršių marių starkingų (<i>Sander lucioperca</i> Linnaeus, 1758) bandos papildymo tyrimams	
Egidijus Bacevičius, Artūras Razinkovas-Baziukas	16
Jūros dugno–vandens storumės bendrijų svarba Atlanto menkių (<i>Gadus morhua</i> Linnaeus, 1758) mitybai (Pietryčių Baltija, ICES 26 parajonis)	
Donatas Bagočius, Aleksas Narščius	19
Vėjo sukeltamo povandeninio foninio triukšmo modeliavimas	
Eglė Baltranaitė, Ramūnas Povilanskas	23
Fizinių geografinių veiksnių įtaka Pietų Baltijos pajūrio kurortų konkurencingumui	
Albertas Bitinas	25
Kas lėmė Baltijos jūros vandens lygio svyravimus poledynmečiu?	
Veronika Biveinytė, Julius Morkūnas	27
Juodųjų ančių ir nuodėgulių mityba rytinėje Baltijos jūros priekrantėje žiemojimo metu	
Sameh Dabees, Jolanta Janutėnienė, Simona Grigaliūnienė, Valentinas Kartašovas, Artūras Tadžijevs	31
Kompozito su anglies nano vamzdeliais savybių tyrimas	
Toma Dabulevičienė, Diana Vaičiūtė, Igor Kozlov, Inga Dailidienė	35
Apvelingo poveikis Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių chlorofilo- <i>a</i> koncentracijos pokyčiams	
Justas Dainys, Linas Ložys	38
Lietuvos ungurių populiacijos būklė	

Aldona Damušytė, Mantas Budraitis, Albertas Bitinas.....	42
Baltijos jūros Lietuvos akvatorijos pietinės dalies kvartero storymės geologinė sandara geofizinių tyrimų duomenimis	
Mindaugas Daugevičius, Rasa Grigolienė, Jolanta Janutėnienė	45
Tarptautinių pervežimų Kinija–Lietuva trukmės ir kaštų analizė	
Oleksiy Davydov, Ihor Kotovsky.....	49
Geographical allocation of “winged foreland” abrasion-accumulative systems	
Aira Dubikaltienė, Donatas Pupienis, Dovilė Karlionienė, Viktoras Karaliūnas, Veronika Vilčinska	53
Pietryčių Baltijos jūros nešmenų pernašos vertinimas remiantis dugno nuosėdų grūdelių dydžio pasiskirstymo rodiklių analize	
Jelena Fedotova, Žilvinas Kregždys.....	57
Perpelės Lietuvoje: praeitis, dabartis, o ateitis?	
Iveta Gečaitė, Jolita Petkuvienė, Diana Vaičiūtė, Marko Bartoli.....	61
Vandens paukščių ekskrementų poveikis maistingųjų medžiagų ir fitoplanktono kaitai Kuršių mariose	
Gediminas Gražulevičius, Zita Rasuolė Gasiūnaitė, Julius Morkūnas ...	65
Šikšnosparniai Kuršių nerijos nacionalinio parko teritorijoje	
Evelina Grinienė, Jūratė Lesutienė, Zita Rasuolė Gasiūnaitė	69
Zooplanktono tyrimai Baltijos jūros rytų Gotlando rajone	
Rasa Idzelytė, Igor Kozlov, Georg Umgiesser	73
Kuršių marių ledo fenologijos ir dinamikos tyrimas naudojant nuotolinius metodus	
Raimonda Ilginė, Asta Klimienė.....	76
Pajūrinės zundos (<i>Eryngium maritimum</i> L.) paplitimo dinamika Kuršių nerijos nacionalinio parko teritorijoje	

Linas Jonika, Paulius Rapalis, Sergėjus Lebedevas	81
Dvigubu kuru dirbančio dyzelinio variklio matematinis modeliavimas panaudojant verpetų suirimo matematinį modelį	
Eglė Jonikaitė, Marija Kataržytė, J. C. Brandão	85
Pirminiai grybų įvairovės Lietuvos pajūrio paplūdimiuose tyrimai	
Gabrielė Jucė, Vitalijus Kondrat, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė.....	89
Eolinių procesų intensyvumo vertinimas Klaipėdos uosto pietinio molo zonoje	
Gytis Juknevičius, Inga Dailidienė	93
Nuotolinių metodų taikymas Nemuno žemupio užliejamoms teritorijoms kartografuoti	
Viktoras Karaliūnas, Rasa Janušaitė, Linas Bevainis, Laurynas Jukna 97	
Trumpo laikotarpio sąnašų apykaita tarp prieškopės, paplūdimio ir jūros priekrantės	
Dovilė Karlonienė, Donatas Pupienis, Aira Dubikaltienė, Darius Jarmalavičius, Gintautas Žilinskas	100
Morfolitologinių ir geocheminių anomalijų pasiskirstymo analizė Kuršių nerijos jūros kranto paplūdimyje	
Karolina Kaziukonytė, Rasa Morkūnė, Julius Morkūnas, Artūras Razinkovas-Baziukas	104
Nuotolinių metodų taikymas žąsims svarbių teritorijų Nemuno deltoje vertinimui	
Loreta Kelpšaitė-Rimkienė, Olga Anne, Raimonda Faidušienė, Lina Jakubelskienė	106
Palangos kranto zonos antropogeninės apkrovos ypatumai	
Asta Klimienė, Kristina Baltaragienė, Laura Normantė	110
<i>Picea</i> genties augalų įvairovė Klaipėdos universiteto botanikos sode	

Jūratė Kriaučiūnienė, Eglė Jakubavičiūtė, Darius Jakimavičius, Linas Ložys 115

Aplinkos veiksnių įtaka Kuršių marių žuvų bendrijoms klimato kaitos kontekste

Marta Lauro, Jolita Petkuvienė, Gianmarco Giordani, Giorgio Rossato, Marco Bartoli..... 119

Oxic and anoxic benthic fluxes of dissolved Fe, Mn and P in a dystrophic lagoon

Monia Magri, Cristina Bondavalli, Marco Bartoli, Jolita Petkuvienė, Irma Vybernaitė-Lubienė, Diana Vaičiūtė, Evelina Grininė, Rasa Morkūnė, Darius Daunys, Vaiva Stragauskaitė, Edgaras Ivanauskas, Petras Zemlys, Antonio Bodini 122

Ecological network analysis for phosphorus cycling in the Curonian lagoon

Jonas Mažeika, Rimantas Petrošius, Žana Skuratovič, Olga Jefanova, Ričardas Paškauskas, Tonu Martma, Taavi Liblik, Elena Ezhova..... 125

Tritis ir vandens stabilūs izotopai Baltijos jūroje 2016–2017 metais

Mindaugas Mitkus, Kozue Shiomi, Jumpei Okado, Yutaka Watanuki, Akinori Takahashi 129

Ar sunku matyti po vandeniu nardantiems paukščiams?

Julius Morkūnas, Modestas Bružas, Mindaugas Dagys, Rasa Morkūnė, Jolita Petkuvienė, Marco Bartoli..... 130

Vandens paukščių tyrimai fosforo ciklui Kuršių mariose vertinti

Julius Morkūnas, Modestas Bružas, Petr Glazov, Julia Loshchagina .. 132

Ar egzistuoja vandens paukščių priegauda Kuršių mariose?

Rasa Morkūnė, Artūras Razinkovas-Baziukas 135

Interaktyvi nuomonių dëlionė: ekosisteminės paslaugos Nemuno deltoje

Rasa Morkūnė, Egidijus Bacevičius, Sabina Solovjova, Romas Statkus, Andrius Šiaulys, Georg Umgieser 136

Dinaminio Lietuvos priekrantės mitybos tinklo modelio apžvalga

Rasa Morkūnė, Sergej Suzdalev, Julius Morkūnas, Ylenia Vernaci, Ričardas Taraškevičius	138
Nuodėgulės (<i>Melanitta fusca</i>) audinių elementinės sudėties analizės rezultatų panaudojimas optimalios mėginio masės parinkimui	
Judita Navašinskienė, Regina Morkūnaitė, Artūras Bautrėnas	143
Vėjų dinamika, štormingumas ir jo įtaka kopų reljefo formoms	
Indrė Nikitina, Igor Kozlov, Inga Dailidienė.....	145
Palydovinių sintetinės apertūros radarų panaudojimo potencialas Kuršių marių ledo režimo stebėjimams	
Lukas Norkevičius, Sergejus Lebedevas.....	149
Kriogeninių talpų įtaka jūrų uosto vilkiko eigumui	
Jolita Petkuvienė, Diana Vaičiūtė, Irma Vybernaitė-Lubienė, Tomas Rimkus, Algirdas Girininkas, Vladas Žulkus	154
Žmogaus veiklos pėdsakai Aukštumalos pelkės gyvenvietėje	
Algimantas Petraitis	157
Vėjo elektrinių poveikis migruojantiems paukščiams Palangos pajūrio zonoje	
Lolita Rapolienė, Artūras Razbadauskas, Lina Gedrimė, Daiva Mockevičienė, Aelita Skarbalienė	160
Geoterminio vandens procedūrų įtaka psichoemocinei būklei	
Viktorija Sabaliauskaitė, Arūnas Balčiūnas, Vaiva Stragauskaitė	164
Mikroplastikas dugno nuosėdose: pirmasis žvilgsnis į tankio separacijos metodą	
Aurelija Samuilovienė, Anastasija Zaiko, Akvilė Knačauskaitė, Mindaugas Žilius	166
Asocijuotų su bestuburiais šeiminingais mikroorganizmų genetinė įvairovė bei funkcinė reikšmė Kuršių mariose	
Tomas Silkinis, Violeta Bulbenkienė.....	168
Debesų kompiuterija grįsta nuotolinės e-slaugos stebėjimo sistema	

Andrej Spiridonov	172
Paleobiologija, makroevoliucija ir makroekologija: ateities scenarijų paieška keliaujant laiko ir erdvės masteliuose	
Greta Srėbalienė, Aleksas Narščius, Sergej Olenin	178
Ankstyvojo įspėjimo sistema apie kenksmingų vandens organizmų ir patogenų aptikimą Baltijos jūros regione	
Rimutė Stakėnienė, Kęstutis Jokšas, Eva Raudonytė-Svirbutavičienė	182
Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai Nemuno deltos dugno nuosėdose	
Sergej Šemčuk, Galina Lujanienė	186
Nano-sorbentai vandens valymo technologijų plėtrai	
Andrius Šiaulys, Saulė Medelytė, Kajetan Deja, Darius Daunys	190
Arkties dugno buveinių struktūra besitraukiančio ledyno pakraštyje	
Artūras Tadžijevas, Marius Gintalas, Jolanta Janutėnienė, Valentinas Kartašovas, Marius Vasylius, Deivydas Šapalas, Martynas Urbikas, Giedrius Šilas	191
Naftotiekio vamzdyno plieno liekamojo resurso planavimas	
Edvinas Tiškus, Martynas Bučas, Vaiva Stragauskaitė	195
Drono ir Sentinel-2 duomenų panaudojimas kartografuojant nendrynų plovimo poveikį Platelių ežere	
Ieva Uogintė, Galina Lujanienė	197
Magnetinių nano-sorbentų taikymas sunkiųjų metalų šalinimui iš vandens mėginių	
Rimas Žaromskis	201
Šventosios krantas ir uostas kaip fata morgana	
Autorių sąrašas	206

PRATARMĖ

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institute vyksta jau dvyliktoji „Jūros ir krantų tyrimų“ ciklo konferencija. Per pirmąjį dešimtmetį keitėsi konferencijos rengimo vietos, organizuojančių padalinių pavadinimai, bet konferencijos iniciatorių padiktuota koncepcija – rengti kasmetinį nacionalinį akademinį forumą jūrine tematika – išlieka nepakitusi. Panašu, kad konferencija jau turi ir nusistovėjusią vietą – Klaipėdos universitetą. Jame susitelkusi didžiausia jūrinius tyrimus vykdanti akademinė bendruomenė, kurios 2018 metų pasiekimai įvertinti pasauliniu mastu. Gal kam įtraukimas į 200 geriausių pasaulio universitetų Okeanografijos mokslų srityje sąrašą pasirodys ne itin reikšmingas. Tačiau skeptikams, teigiantiems, kad šioje nepopuliarioje srityje nelabai ir yra kam konkuruoti, drįstume atsakyti, kad jie klysta. Pasaulyje suskaičiuojama daugiau nei 500 universitetų, kuriuose vykdomos okeanografijos srities studijos ir moksliniai tyrimai. Taip, pripažinkime, tai nėra viena iš klasikinių mokslo sričių, vystomų kiekviename pasaulio universitete. Bet mes tai laikome ne trūkumu, o privalumu, nes ši sritis, nors ir specifinė, toli gražu ne siaura. Tiksliau ją būtų galima įvardyti kaip labai plačią tiek geografiniu, tiek ir tyrimų objektų bei metodų aspektu. Klaipėdos universiteto mokslininkų tyrimų maršrutai driekiasi po visą pasaulį: 2018-aisiais tyrimai vykdyti Svalbardo salyne, Naujojoje Zelandijoje, Kinijoje, Brazilijoje... Tyrimų objektai varijuoja nuo genų iki ekosistemų lygmens, tyrimų metodai – nuo povandeninių robotų jūros dugno buveinėms stebėti iki kosmoso technologijų nuotoliniams vandens stebėjimams. Platus tyrimų objektų ir metodų spektras atsispindi ir konferencijos pranešimų tematikoje. Joje persipina biologinės, ekologinės, žuvininkystės ir akvakultūros srities, ornitologinės, geologinės, istorinės, archeologinės ir technologinės kompetencijos, aktualios ne tik akademiniam pasauliui bet ir visuomenei plačiąja prasme. Jūros tyrimų institute lankęsis už sveikatą ir maisto saugą atsakingas Europos Komisijos komisaras Vytenis Andriukaitis ne veltui uždavė toną diskusijai paklausęs, kas yra svarbiau: sveikas žmogus, ar sveika aplinka? Puikiai suprantame, kad šie komponentai yra neatsiejami bei vienas nuo kito priklausomi, ir tik įvairių talentų dėka esame pajėgūs kovoti su žmogui ir aplinkai kylančiais globaliais iššūkiais – klimato kaita, tarša plastikumu, skurstančia augalų bei gyvūnų įvairove, niokojamais ir eikvojamais resursais. Minėdami talentų įvairovę norime pabrėžti, kad jūros tyrimų sritis nėra skirta vien daug pasiekusiems profesoriams – šioje srityje į tyrimų grupes buriasi abiejų lyčių, įvairaus amžiaus, skirtingų kompetencijų mokslininkai bei studentai ir net bendrojo ugdymo mokyklų mokiniai, kurie kviečiami drąsiai žengti į platų ir iki galo nepažintą jūros bei krantų tyrimų pasaulį.

dr. Viktorija Vaitkevičienė

„MATCH–MISMATCH“ HIPOTEZĖS TAIKYMAS KURŠIŲ MARIŲ STARKIŲ (*SANDER LUCIOPERCA* *LINNAEUS, 1758*) BANDOS PASIPILDYMO TYRIMAMS

Vaidotas Andrašūnas, Artūras Razinkovas-Baziukas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
vaidotas.andrasunas@ku.lt

Ivadas. Žuvų populiacijų pasipildymas naujais individais (ang. *recruitment*) yra daugelio veiksnių, turinčių įtakos išgyvenamumui nuo ikrelio stadijos (įskaitant neršto pastangas) iki verslinio dydžio suaugėlio, rezultatas. Tai nuoseklus procesas, apimantis reproduktorius, ikrus, lervas, jauniklius ir vėl suaugėlius, kur gausumas kiekviename lygyje yra gausumo prieš tai buvusiam lygyje funkcija (Paulik, 1973; Rothschild, 1986; Ulltang, 1996).

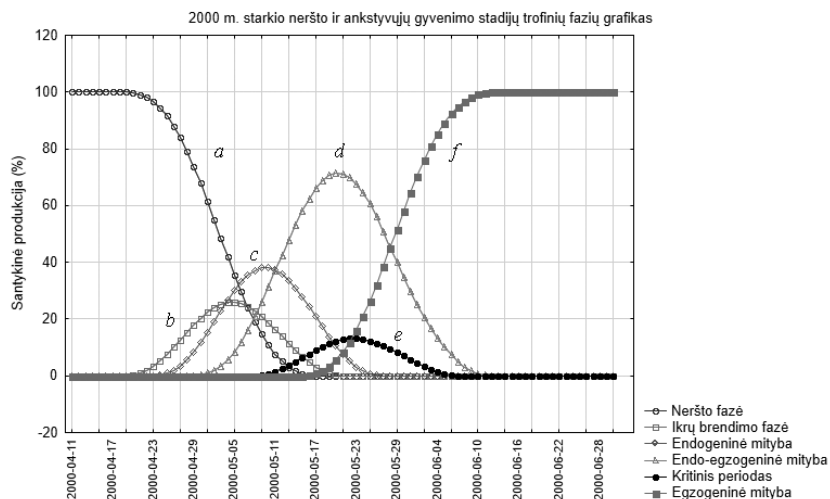
Egzistuoja keletas hipotezių apie bandos pasipildymą (lervučių ir 0+ kohortos išgyvenamumą) įtakojančius procesus, tų procesų sąsajas su klimato kaita, bei eilė pagal tas hipotezes sukurtų matematinių modelių. 1914 m. Hjort'as iškėlė „kritinio periodo“ hipotezę, pagal kurią pradedančių maitintis lervučių išgyvenamumas priklauso nuo tinkamo maisto gausumo ir jų pernašos iš nerštaviečių į jaunikiams tinkamas ganyklines akvatorijas. Ši hipotezė turi kelis savo „tėšinius“, tarp kurių „sutapimo–nesutapimo“ (ang. „*match–mismatch*“) hipotezė (Cushing, 1972, 1990), pagal kurią lervučių išgyvenamumas aukštesnis, jeigu jų mitybos pradžia sutampa su fitoplanktono žydėjimo sukeltu zooplanktono produktyvumo piku.

Starkio (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) lervų kritinis (aukščiausio mirtingumo) periodas yra jų endo-egzogeninėje mitybos fazėje (260–300 laipsniadieniai) (Mani-Ponset et al., 1994), kuomet trynio maišelio medžiagų endogeninei mitybai nebepakanka, o egzogeninė mityba yra apsunkinta dėl tinkamo dydžio maisto trūkumo (starkio lervučių labai maža burna). Išorinės mitybos pradžioje jos maitinasi verpetėmis (*Rotifera*), smulkiais šakotaūsiiais vėžiagyviais (*Bosmina*, *Chydorus*), kurių dydis iki 0,3 mm (Žiliukas ir Žiliukienė, 2008).

Metodai. 2000–2016 metų kritinių periodų datos ir trukmė buvo nustatomi keliais etapais:

1. Panaudojant Mani-Ponset (1994) duomenis, sudaryta starkio ankstyvųjų gyvenimo stadijų trofinių fazių trukmės (laipsniadieniais) lentelė.
2. Pagal literatūros šaltinius ir istorinius duomenis buvo nustatytos Kuršių marių starkių populiacijos nerštinės vandens temperatūros (neršto pradžios, įkarščio ir pabaigos) (Вирбицкас и др., 1974; Gaigalas, 2001).

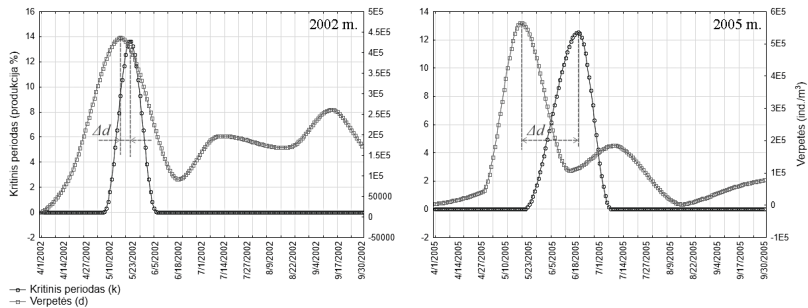
3. Naudojantis Uostadvario ir Ventės rago stočių kiekvienos dienos vandens temperatūros duomenimis nustatytos minėto laikotarpio neršto pradžios, piko ir pabaigos datos, bei taikant *Akima spline* interpoliacijos metodą (Akima, 1970) sudarytas dienos tikslumo kiekvienų metų neršto intensyvumo grafikas, kuris parodo neišnerštų ikrų santykinį skaičių (1 pav. (a)).
4. Analogišku būdu gautas kiekvienos dienos santykinės ikrų produkcijos grafikas (1 pav. (b)).
5. Pagal vandens temperatūrą ir lervučių vystymuisi atitinkamoje fazėje reikalingą laipsniadienių skaičių (Mani-Ponset et al., 1994) endogeninės mitybos (1 pav. (c)), endo-egzogeninės mitybos (1 pav. (d)), kritinio periodo (1 pav. (e)) ir egzogeninės mitybos (1 pav. (f)) fazių laiko grafikai.



1 pav. 2000 m. starkio neršto ir ankstyvųjų gyvenimo stadijų trofinių fazių grafikas.

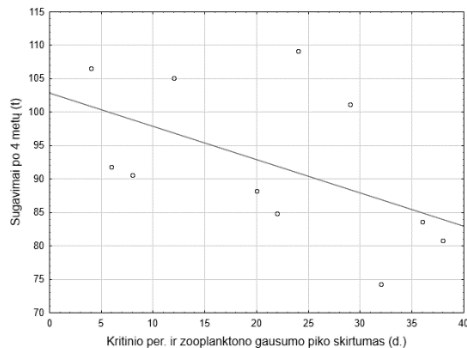
Kritinių periodų laikas buvo palygintas su zooplanktono (*Rotifera*) metiniais gausumo pikais. Buvo panaudoti Jūrinių Tyrimų departamento kas mėnesiniai Kuršių marių zooplanktono duomenys. Kiekvienos dienos zooplanktono gausumo duomenys buvo gauti interpoliuojant mėnesinius duomenis *Akima spline* metodu.

Rezultatai. Nustatyta, kad skirtingais metais kritinių periodų ir pagrindinio lervučių maisto – verpečių gausumo pikų laikas ženkliai skiriasi (d) (2 pav.). Tiriamuoju laikotarpiu d varijuuoja nuo 4 iki 38 dienų.



2 pav. 2002 ir 2005 m. kritinių periodų ir verpečių gausumo kreivių persidengimas.

Kadangi starkių šiūmetukai verslinę bandą papildė apie ketvirtuosius savo gyvenimo metus, buvo atlikta neparametrinė Spearman'o koreliacija tarp einamų metų d ir po 4 metų (numatomas verslinės bandos papildymas einamų metų individais) sekusiais starkių versliniais laimikiais. Nustatytas vidutinio stiprumo neigiamas ryšys ($-0,609091$; $p < 0,05$). Sugavimų ir d taškinė ryšys pateiktas 3 paveiksle.



3 pav. Starkių sugavimų priklausomybės nuo d taškinė diagrama.

Išvada. Nežiūrint to, kad sugavimai nėra patikimas populiacijos gausumo rodiklis, „match–mismatch“ hipotezė gali būti taikoma Kuršių marių starkių verslinės bandos pasipildymui (*recruitment*) prognozuoti.

Literatūra

- Akima H. 1970. A New Method of Interpolation and Smoot Curve Fitting Based on Local Procedures. Journal of the Association for Computing Machinery, Vol. 17, No. 4, October.
- Cushing D. H. 1972. The production cycle and the numbers of marine fish. Symposia of the Zoological Society of London, 29: 213–232.
- Cushing D. H. 1990. Plankton production and year-class strength in fish populations - an update of the match–mismatch hypothesis. Advances in Marine Biology, 26: 249–293.
- Gaigalas K. 2001. Kuršių marių baseino žuvis ir žvejyba. Klaipėda: Eglė, 372 p.; ISBN 9986-719-09-7.
- Hjort J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. Rapports et Procès-Verbaux des Reunions du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer, 20: 1–228.
- Mani-Ponset L., Diaz J. P., Schlumberger O., Connes R. 1994. Development of yolk complex, liver and anterior intestine in pike-perch larvae, *Stizostedion lucioperca* (Percidae), according to the first diet during rearing. Aquat. Living Resour., 7, 191–202.
- Paulik G. J. 1973. Studies of the possible form of the stock-recruitment curve. Rapports et Procès-Verbaux des Reunions du Conseil International pour l'Exploration 1214 de la Mer, 164: 302–315.
- Rothschild B. J. 1986. Dynamics of Marine Fish Populations. Harvard University Press, USA.
- Ulltang Ø. 1996. Stock assessment and biological knowledge: can prediction uncertainty be reduced? ICES Journal of Marine Science, 53:659–675.
- Žiliukas V., Žiliukienė V. 2008. Sterko *Sander lucioperca* (L.) veisimo biotechnika (Kn. Žuvų ir vėžių veisimo biotechnika ir išteklių atkūrimas, sud. Milerienė E.). UAB “Inforastras” ir Lietuvos hidrobiologų draugija, Vilnius 2008; ISBN 978-9955-608-54-7.
- Вирбицкас Ю., Гярулайтис А., Мисюнене Д., Синявичене Д. 1974. Биология и промысел судака в водоемах Литвы. Вильнюс. 275 с.

JŪROS DUGNO–VANDENS STORYMĖS BENDRIJŲ SVARBA ATLANTO MENKIŲ (*GADUS MORHUA* LINNAEUS, 1758) MITYBAI (PIETRYČIŲ BALTIJA, ICES 26 PARAJONIS)

Egidijus Bacevičius¹, Artūras Razinkovas-Baziukas²

¹ Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų
institutas, Klaipėda
ebbacevicius@gmail.com

Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje (LIEZ) Baltijos menkė (*Gadus morhua* Linnaeus, 1758), atstovaujanti jūrinių, toli klajojančių priedugnio–vandens storymės žuvų gildiją, išplitusi rūšies arealo Baltijoje pakraštyje. Pasiskirstymo netolydumai siejami su vandens aplinkos pokyčiais bei fiziologinėmis reikmėmis, iš kurių pagrindinė yra mityba.

Šiame tyrime kokybiniais ir kiekybiniais rodikliais vertinta menkių mityba Pietryčių Baltijos dugno ir vandens storymės buveinėse, išskirtos pagrindinės maitinimosi vietos, laikas, maisto derinių sudėtis, aptariamas mitybos, kaip menkių santalkas sąlygojantis, veiksnys.

Metodai ir medžiaga. Menkės gaudytos atskirais 1997–2018 m. ketvirčiais iš TJTT/ ICES (CIEM)¹ 26 žvejybos rajono (Pietryčių Baltija, Gdanskio duburs). Naudoti dugniniai TV3-500 tipo velkatinkliai su 20 mm skersmens akytumo tinklo idėklais. LIEZ žvejybos kvadratai (473, 534, 476–595, 506 ir 475) jungti į zonas (Z₁₋₃) ir sektorius (S₁₋₁₀). Buveinės ir bendrijos apibūdintos pagal Europos jūrų buveinių klasifikaciją (HELCOM, 2013; EUNIS, 2017).

Ištirta daugiau nei 16 000 skirtingo amžiaus menkių. Vertintas 12 gyvūnų rūšių vyravimas pagal gausumą ir biomasės dugno/ vandens storymės bendrijose bei jų atitiktis kiekiui menkių skrandžiuose. Maistagvyvių aptikimas įvertintas gravimetriniu metodu pagal gausumo (vnt.) ir biomasės (g) santykius (%) penkiose menkių amžiaus grupėse iš sugavimo/ „maitinimosi“ vietų. Maisto derinio sąsajos su pagrindiniais aplinkos veiksniais ir žuvies fiziologija vertinta daugiamatės statistikos (MDS) metodu. Pagal svarbą (reikšmę) menkių mitybai/ ėmitimui, maitinimosi vietos/ buveinės skirtos į labai svarbias, svarbias ir nesvarbias.

¹ Tarptautinė jūrų tyrimų taryba/ Conseil International pour l'Exploration de la mer (CIEM/ ICES)

Tyrimų rezultatai. Menkės maitinosi skirtingu intensyvumu atitinkamai pagal metų laiką ir žuvies fiziologinę būklę (nerštas, po neršto, sal. ramybė žiemą etc.). Maisto derinio sudėtis atitiko „maitinimosi“ vietos gyvūnų įvairovę. Stebima ontogenetinė kaita pagal grobio dydį, bet ne pagal taksonus. Maisto paieškos ir rijimo būdai atitiko buveinės sąlygas.

Mitybai svarbios bendrijos [AB.J] (*Nuolatinės tamsos Baltijos smėlių zona*) ir [AB.M] (*Nuolatinės tamsos Baltijos mišrių nuosėdų dugno zona*) vidutiniuose gyliuose (atitinkamai [Z₁₋₂, S₃₋₆]: 438, 453, 473, 475 ir 476 žv. kv.), iki susidarant (termoklino) sluoksniui, čia telkiasi pagrindinė menkių santalka. Ryja įvairaus dydžio blyškiuosius jūrvėžius (*S. entomon* L.), nereides (*H. diversicolor*, Müll.), vandens storumėje „košia“ mizides (*N. integer*), tykoja ir persekioja strimėles (*C. harengus* L.), kiek mažiau brėtlingius (*S. sprattus* L.) bei didstintės (*O. eperlanus* L.). Itin vertingas žuvų mitybai santykinai siauras Gdansko duburio rytinio šlaito ruožas, žemiau termoklino poveikio, 55 m gyliai (atitinkamai [Z₂, S₇₋₆]: 535, 505 ir 565 žv. kv.), aeruojamų pelitinių dumblių išskirtinai dideli *H. spinulosus* (Sieb.) ir *P. affinis* bei *B. pilosa* (Lind.) biomasių plotai.

Didelio gylio dugno buveinės [AB.H] (*Nuolatinės tamsos pelitinių, laikinai ar pastoviai anoksinių sublitoralės dumblių zona*) ir [AB.B] (*Nuolatinės tamsos, jūros molių zona*) (atitinkamai [Z₂₋₃, S₈₋₁₀]: 595, 566 ir 625 žv. kv.) visais metų laikais skurdžios, dėl to dugno gyvūnų (*Bylgides sarsi* (Kinb.)) dalis maisto derinyje yra santykinai maža. Žiemą ir pavasarį menkių santalkos persidengia su vandens storumės mizidžių (*N. integer* L.), strimėlių (*C. harengus* L.) ir brėtlingių (*S. sprattus* L.) išplitimo plotais. Vasarą jie didesniuose gyliuose, žemiau termoklino, būdingos migracijos paroje (naktį kyla aukštyn, dieną leidžiasi į gelmę). Tai pagrindinis menkių maistas šiose bendrijose. Jaunos pusiau suaugusios menkės į priekrantę [AB.H4] (*Baltijos lygio, apšviečiama, didesnių gylių, smėlio nuosėdų infralitoralės zona*) atitinkamai [Z₁, C₁₋₄]: (438–442 žv. kv.) atklysta iki susidarant termoklinui ir po apvelingo. Minta smėlinėmis (*C. crangon* L.) ir mėlynžnyplėmis (*P. elegans*, Rath.) krevetėmis, mažo ir vidutinio dydžio žuvimis (6 rūšys): didstintės (*O. eperlanus* L.), smėliniai grundalai (*P. minutus* Pal.) ir grundalai rubuliai (*N. melanostomus*, Pall.) ir kt. Šiltuoju metų laiku atsitraukia į didesnius gylius. Poveikis dugno bendrijoms (ryjant sėsliųjų ar mažiau judrių rūšių individus) stebimas iš 30–50 m gylių (rudenį, žiemą), menkėms esant ties blyškiųjų jūrvėžių (*S. entomon*), dygliagalvių (*H. spinulosus* (Sieb.) ir šoniplaukų (*P. affinis* (Lind.) išplitimo plotais. Poveikis didelių gylių dugno bendrijoms [AB.H] ir [AB.B] mažas visais metų laikais, tačiau veikiamos virš jų nuolat „atsinaujinančios“ vandens storumės mizidžių, strimėlių ir brėtlingių santalkos.

Literatūra

- HELCOM, 2013. HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. Baltics Sea Environmental Proceedings, No. 139, 96 p.
- EUNIS, 2018. Pan-European nature information system web site (EUNIS) data base: Biological Diversity, European Environment, Species, Habitat classification, Sites, Designations, 2017.

VĖJO SUKELIAMO POVANDENINIO FONINIO TRIUKŠMO MODELIAVIMAS

Donatas Bagočius, Aleksas Narščius

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
donatas.bagocius@jmtc.ku.lt

Ivadas. Jūrinės vietovės, įskaitant gyvūnų būveines, turi savitą povandeninį, gamtinį garsinį foną (Hildebrand 2009), tačiau žmogaus veiklomis nepaveiktų jūrinių vietovių lieka vis mažiau, kadangi laivybos intensyvumas ir kitos triukšmingos veiklos jūrose intensyvėja (Board ir NRC 2005). Povandeninis garsinis fonas, nesant laivų triukšmui bei biologinės kilmės garsams, 1–10000 Hz dažniuose gali būti suskirstytas į tris atskiras dalis: a) „žemo dažnio spektras“ 1–100 Hz dažnyje, kurį sukelia vandens terpės judėjimas bei turbulencija; b) „nuo vėjo nepriklausomas spektras“ 10 – 1000 Hz dažnyje, kurį generuoja laivyba, c) „nuo vėjo priklausomas spektras“ 50–10000 Hz dažnyje, kurį generuoja vėjas, jo sukelta bangų muša ir susidarantys dujų burbuliukai vandens paviršiuje su susidarančiu triukšmo lygių maksimumu 10–1000 Hz dažniuose. Foninio spektro dažniuose nuo 10 Hz iki 1000 Hz trys išvardintieji pospektoriai persidengia, o jų garso stiprumas priklauso nuo garso matavimų vietovės ir matavimų laiko (Wenz, 1962). Išvardintieji pospektoriai gali būti ne tik išmatuoti, bet ir aprašomi matematiniais algoritmais (pvz., Carey ir Evans, 2011) bei naudojami modeliuojant bendrą garsovaizdį (Bagočius ir Narščius, 2018). Šiame darbe pristatomas vėjo sukeltą foninio triukšmo aprašymo Lietuvos Respublikos Baltijos jūroje praktinis pavyzdys, panaudojant laisvai prieinamus mokslinius duomenis.

Metodai. Vėjo triukšmo spektrinio tankio lygiai buvo apskaičiuoti panaudojant du algoritmus: išvestą iš matavimų atliktą sekliuose Baltijos jūros vandenyse (Poikonen ir Medekivi, 2010):

$$S(f) = S_0 + 10 \log_{10} \left\{ \frac{\left[1 + \left(\frac{f_0}{f} \right)^{m_0} \right]}{\left[1 + \left(\frac{f}{f_1} \right)^{m_1} \right] \left[1 + \left(\frac{f}{f_2} \right)^{m_2} \right]} \right\}, \quad [1]$$

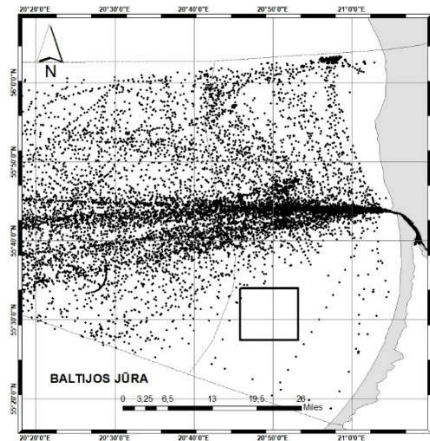
kur f yra dažnis (Hz), S_0 yra pastovus triukšmo lygis, gautas pagal 2 formulę fiksuotame dažnyje, f_0 ; m_0 ; m_1 ; f_2 ; m_2 yra koeficientai, nusakantys spektrinio grafiko išlinkius (originaliuose duomenyse pateikiami 3, 7 ir 17 m/s vėjo stiprumui, pagal kuriuos buvo prigludintos koeficientų kreivės 1–17 m/s vėjo stiprumui), ir vėjo stiprumui virš 17 m/s modelį, kuris yra siūlomas naudoti Baltijos jūrai (Phil, 2005):

$$S(f) = \max \begin{cases} 24 \log_{10}(1 + U) & 17 \log_{10}(f) + 35 \\ 10 \log_{10}\left(\frac{f}{6}\right) \end{cases}, \quad [2]$$

kur U yra vėjo greitis mazgais, dB @1 $\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$.

Vėjo duomenys buvo paimti iš JAV Nacionalinės vandenynų ir aeronautikos interneto duomenų bazės NOAA (2016), užfiksuoti Klaipėdos hidrometeorologijos stotyje, 7,3 m aukštyje virš jūros lygio 2015 metais. Skaičiavimai atlikti naudojant MATLAB® programinę įrangą. Lietuvos Respublikos Baltijos jūros dalies triukšmingų teritorijų erdviniam pasiskirstymui buvo išanalizuoti Lietuvos Respublikos automatiniai identifikavo stočių 2015 m. duomenys (LTSA 2016).

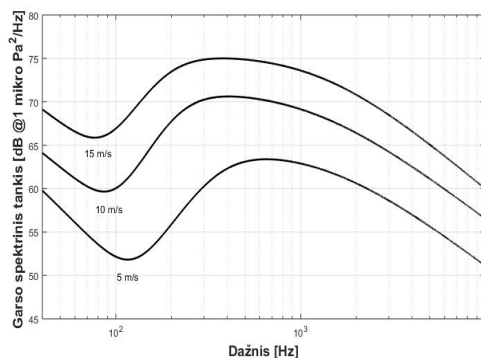
Rezultatai. Išanalizavus automatinės identifikavimo sistemos duomenis, paaiškėjo, kad Lietuvos Respublikos Baltijos jūros dalyje yra vietovių, kurios yra mažiau antropogenizuotos ir jose galėtų būti išmatuoti gamtinio fono garso lygiai (1 pav.).



1 pav. Automatinės identifikavimo sistemos įrašai 2015 m. sausio mėn. (duomenys LTSA 2016). Kvadratu pažymėta teritorija, kurioje laivybos veiklos yra minimalios.

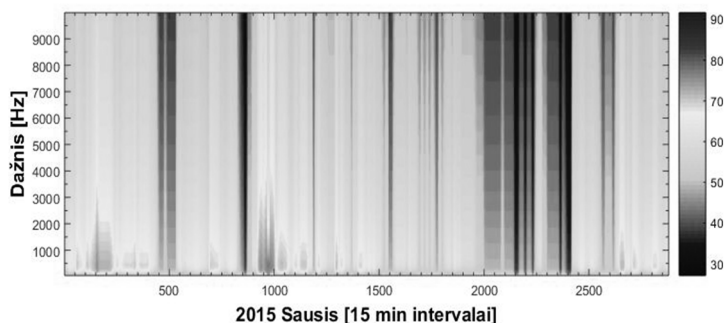
Jeigu yra tiriamas vėjo sukeltas povandeninis foninis garsas jūroje, o kiti foninio garso komponentai tuo metu netiriami, vėjo triukšmas gali būti parametrizuojamas tokiais modeliais kaip Phil (2005) arba Poikonen ir Medekivi (2010). Vandenynuose, t. y. giliuose vandenyse, vėjo sukeltas povandeninis garsas dažniausiai nusakomas pagal „penkių taisyklę“ (5 X 5), kuri teigia, kad vėjo triukšmas didėja po 5 dB su kiekvienu vėjo stiprumo padvigubėjimu nuo 2,5 iki 40 mazgų, o mažėja po 5 dB nuo 0,5 iki 5 kHz dažnyje su kiekvienu dažnio padvigubėjimu (Wenz, 1962). Baltijos jūroje

spektro garso stiprumo lygių nuolydis nuo 0,5 iki 5 kHz šiek tiek skiriasi nuo giliųjų vandenynų spektro garso stiprumo nuolydžio ir yra apie 1 dB mažesnis dėl fizikinių vandens savybių skirtumų (vandens tankio bei besiformuojančių purslų didžio skirtumų) (žr. Poikonen ir Medekivi, 2010). Apskaičiuoti vėjo triukšmo spektrai esant 5, 10 ir 15 m/s vėjo greičiui (tik pagal algoritmą Nr. 1), pateikiami 2 paveiksle:



2 pav. Vėjo sukulto paviršinio povandeninio triukšmo garso spektrai apskaičiuoti esant 5, 10 ir 15 m/s vėjo greičiui.

Panaudojant minėtus algoritmus buvo apskaičiuotas mėnesio laikotarpio (2015 m. sausio mėn.) vėjo generuojamas ant vandens paviršiaus triukšmas Lietuvos Respublikos Baltijos jūros vandenyse. Gauta spektrograma pateikiama 3 paveiksle:



3 pav. Vėjo sukulto povandeninio triukšmo garso spektrograma Lietuvos Respublikos Baltijos jūroje 2015 m. sausio mėn., spalvotos skalės vienetai dB @ 1 mikro Pa²/Hz.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Sekliuose, sūrėtuose vandenyse vėjo sukeliama triukšmo lygiai skiriasi nuo vandenynų giliųjų vietovių. Išanalizuoti duomenys bei apskaičiuoti garso lygiai Lietuvos Respublikos Baltijos jūros dalyje parodo, kad foninis vėjo triukšmas gali būti nusakomas panaudojant empirinius modelius tam, kad būtų galima prognozuoti vėjo sukeliama garso lygius tose specifinėse jūrinėse vietovėse, kuriose laivybos intensyvumas yra labai minimalus arba laivų praplaukimo keliai yra toli nuo šių vietovių. Gautas duomenis galima lyginti su triukšmo matavimais, atliktais intensyvios laivybos vietovėse bei vertinti, kiek stipriai gamtinis fonas, kurį gyvūnai geba jausti, yra užgožtas antropogeniniu triukšmu. Tačiau laisvai prieinamų algoritmų, kurie yra tinkami sūrėtiems Lietuvos Respublikos Baltijos jūros vandenims, yra tik keletas, o sukurtų algoritmų, tokių kaip Poikonen ir Medekivi (2010), autoriai mokslinėje literatūroje pateikia ribotus parametrus (pvz., tik keliems vėjo greičiams intervale nuo 1 iki 17 m/s), o dėl šių parametrų riboto prieinamumo jų „priglodinimas“ ir išplėtimas didesniems vėjo greičiams, panaudojant kompiuterines programas, yra labai ribotas.

Literatūra

- Board O. S., National Research Council. 2005. Marine mammal populations and ocean noise: determining when noise causes biologically significant effects. National Academies Press, 126 pp.
- Bagočius D., Narčius A. 2018. Simplistic underwater ambient noise modelling for shallow coastal areas: Lithuanian area of the Baltic Sea. *Ocean Engineering*, 164, 521–528.
- Carey W. M., Evans R. B. 2011. *Ocean ambient noise: measurement and theory*. Springer Science & Business Media, 263 pp.
- Hildebrand J. A. 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 395, 4–20.
- LTSA. 2016. Lietuvos transporto saugos administracija. Interneto prieiga <https://ltsa.lrv.lt>
- NOAA. 2016. Interneto prieiga <https://www.noaa.gov/>.
- Pihl J. 2005. Underwater acoustics in the Baltic – a challenging research task, *Proceed. of the Intern. Conf. Underwater Acoust. Measurements: Technologies & Results*, Heraklion, <http://promitheas.iacm.forth.gr/UAmeasurements2005/Proceedings/>.
- Poikonen A., Madekivi S. 2010. Wind-generated ambient noise in a shallow brackish water environment in the archipelago of the Gulf of Finland. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(6), 3385–3393.
- Wenz G. 1962. Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources. *The Journal of the Acoustical, Society of America*. 34(12), 1936–1956.

FIZINIŲ GEOGRAFINIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA PIETŲ BALTIJOS PAJŪRIO KURORTŲ KONKURENCINGUMUI

Eglė Baltranaitė, Ramūnas Povilanskas

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda
egle.baltranaite@gmail.com

Įvadas. Didėjant lankytojų skaičiui Europos paveldo teritorijos patiria vis didesnį spaudimą (Glasson 1994, Ganzaroli 2017). Pietų Baltijos regionas, ypatingai jo kranto zonos, pasižymi didele kraštovaizdžių, geomorfologinių savybių ir buveinių įvairove, kuri yra jos rekreacinių išteklių pagrindas (Grigelis 2013). Dėl to Pietų Baltijos regionas, nepriklausomai nuo šalies, yra pelnęs tarptautinę pajūrio traukos vietovės reputaciją.

Traukos vietovių įvaizdis yra vienas dažniausių turizmo tyrimų objektų (Gallarza et al. 2002, Kladou et al. 2015), tačiau turistų atsiliepimų socialiniuose tinkluose (naudotojo sugeneruotas turinys) kokybinės analizės naudojamos retai. Vis dažniau informacinės komunikacijos technologijos turi lemiamą įtaką turizmo organizacijų ir vietovių konkurencingumui ir pačiai turizmo sistemai. Jos turistams suteikia galimybę keistis informacija apie turizmo traukos vietas bei paslaugas, tokiu būdu darant įtaką kitų turistų sprendimams, kur nuvykti ir kokias paslaugas pasirinkti (Ganzaroli 2017, Filieri et al. 2015, Dickinger 2011, Fotis et al. 2012, Sparks et al. 2013).

Fizinių geografinių veiksnių (geomorfologijos, paviršiaus litologijos, jūros pakrančių hidrologijos, klimato, morfodinamikos), formuojančių pakrančių aplinką (pakrančių dinamiką, paplūdimio paviršiaus nuosėdų sudėtį, mikro klimatą, biotą ir kt.) poveikis Pietų Baltijos pajūrio kurortams yra nuolat tiriamas. Pagrindinis tyrimo dėmesys skiriamas kiekybiškai ir kokybiškai išanalizuoti fizinių geografinių veiksnių poveikį, Pietų Baltijos kurortų konkurencingumui.

Metodai. Tyrimo metu lyginamos lankytojų naudojamos grotazymės ir komentarai po nuotraukomis (naudotojo sugeneruotas turinys), surinkti naudojantis didžiausia internetine nuotraukų publikavimo platforma *Instagram*. Grotazymės ir komentarai buvo renkami apie kiekvieną Pietinės Baltijos dalies valstybę (Švediją, Daniją, Vokietiją, Lenkiją, Rusijos Federaciją, Lietuvą, Latviją) ir jos pakrantėje esančias turistinės traukos vietas, kurios sulaukė ne mažiau, kaip 500 nuotraukų publikavimo. Tyrimui apie kiekvieną vietovę buvo naudojama nuo 500 iki 1000 nuotraukų publikacijų,

pateiktų laikotarpyje nuo 2017 m. birželio mėnesio iki 2018 m. rugpjūčio mėnesio.

Surinkti duomenys apdoroti adaptavus KH Coder 2.0 analitinį įrankyną tyrimo teritorijos lankytojų grotažymių ir komentarų internete semiotiniam kartografavimui. Naudojant KH Coder, atlikta hierarchinė klasterio analizė, siekiant išaiškinti su vietovėmis siejamus daiktavardžius, veiksmažodžius ir būdvardžius, minimus publikacijose.

Rezultatai. Gauti rezultatai identifikuoja kokie fiziniai geografiniai veiksniai dažniausiai minimi lankytojų atsiliiepimuose, bei leidžia juos grupuoti pagal vietas ir paminėjimo dažnį jose. KH Coder 2.0 analitinio įrankyno pagalba gauti duomenys apdorojami GIS ArcView 'Cluster' įrankynu erdviniam atsiliiepimų duomenų interpretavimui.

Literatūra

- Dickinger A. 2011. The trustworthiness of online channels for experience-and goal-directed search tasks. *Journal of Travel Research*, 50(4), 378–391.
- Filieri R., Alguezaui S., McLeay F. 2015. Why do travelers trust TripAdvisor? Antecedents of trust towards consumer-generated media and its influence on recommendation adoption and word of mouth. *Tourism Management*, 51, 174–185.
- Fotis J. N., Buhalis D., Rossides N. 2012. Social media use and impact during the holiday travel planning process (pp. 13–24). Springer-Verlag.
- Gallarza M. G., Saura I. G., García H. C. 2002. Destination image: Towards a conceptual framework. *Annals of tourism research*, 29(1), 56–78.
- Ganzaroli A., De Noni I., van Baalen P. 2017. Vicious advice: Analyzing the impact of TripAdvisor on the quality of restaurants as part of the cultural heritage of Venice. *Tourism Management*, 61, 501–510.
- Glasson J. 1994. Oxford: A heritage city under pressure: Visitors, impacts and management responses. *Tourism Management*, 15(2), 137–144.
- Grigelis A. 2013. Baltica journal celebrates its 50th anniversary. *Baltica*, 26(1), 1–4.
- Kladou S., Mavragani E. 2015. Assessing destination image: An online marketing approach and the case of TripAdvisor. *Journal of Destination Marketing & Management*, 4(3), 187–193.
- Sparks B. A., Perkins H. E., Buckley R. 2013. Online travel reviews as persuasive communication: The effects of content type, source, and certification logos on consumer behavior. *Tourism Management*, 39, 1–9.

KAS LĖMĖ BALTIJOS JŪROS VANDENS LYGIO SVYRAVIMUS POLEDYNMEČIU?

Albertas Bitinas

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, Gamtos tyrimų
centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius
albertas.bitinas@apc.ku.lt

Pastaraisiais dešimtmečiais buvo daug bandymų rekonstruoti Baltijos jūros vandens lygio pokyčius poledynmečio laikotarpiu: paskelbta dešimtys santykinų jūros lygio svyravimų kreivių, tarptautinėse publikacijose paprastai įvardijamų kaip RSL (angl. *relative sea level*) kreivės. Tačiau šios kreivės, sudarytos net ir kuriam tai santykinai nedideliame Baltijos jūros regionui, paprastai yra gana kontraversiškos – jose neišvengiamai atsispindi skirtingas tyrėjų požiūris į kelis vis dar tebediskutuotinus Baltijos jūros raidos momentus: kas įvyko Ancylaus ežero egzistavimo pabaigoje – baseino transgresija ar regresija? kur praveisti Ancylaus ežero kranto liniją? kiek buvo transgresijų Litorinos jūros stadijos metu?, ir pan. Viena tokios RSL kreivių įvairovės ir nesuderinamumo priežasčių, manytume, yra ta, kad labai sudėtinga įvertinti skirtingą žemės plutos glacioizostatinių judesių mastą skirtingose Baltijos baseino dalyse, ypač kai nėra bendro stabilaus atskaitos taško („nulinio“ reperio).

Geodezinių matavimų duomenimis, dabartinė Baltijos jūros Lietuvos kranto zona užima tranzitinę padėtį tarp šiaurinės, didesniosios, Baltijos jūros dalies, kuri vis dar tebepatiria glacioizostatinį kilimą, ir pietinės Baltijos, kurioje jau įsivyravęs žemės plutos grimzdimo režimas. Senujų paleobaseinų terasų paplitimas ir jų hipsometrinė padėtis liudija, kad panašus neotektoninis režimas Lietuvos krantuose (t. y. „tranzitinė“ zona) buvo ir beveik viso poledynmečio laikotarpiu. Tad būtent Lietuvos kranto zona galėtų būti geriausiu „reperiu“ buvusiems jūros lygio svyravimams įvertinti viso Baltijos jūros baseino mastu. Juolab, kad pastaruoju metu čia sukaupta nemažai įvairiapusės informacijos iš jūros pakrantės bei priekrantės, leidžiančios gana patikimai spręsti apie buvusias paleogeografines sąlygas bei rekonstruoti kai kurių senujų paleobaseinų krantų padėtį. Šių klausimų sprendimui yra ypač svarbūs pastarųjų metų Klaipėdos universiteto tyrėjų (V. Žulkaus, A. Girininko, ir kt.) povandeninių archeologinių tyrimų rezultatai bei Lietuvos geologijos tarnybos atnaujinto jūrinio geologinio kartografavimo duomenys. Jie byloja, kad povandeniniai kraštovaizdžiai su išlikusiomis medžių kamienų ir kelmų liekanomis, o taip pat reliktinių ežerų ir pelkių nuosėdos bei nuogulos yra gana plačiai paplitusios dabartiniame Baltijos jūros dugne ties Lietuvos

krantais ir liudija čia buvus visiškai kitokias, nei kad dabar, paleogeografinės sąlygas.

Atlikta nauja Baltijos paleobaseinų vandens lygio kaitos rekonstrukcija Lietuvos kranto zonoje remiasi dviem pagrindiniais momentais: 1) paleobaseino vandens lygio atkūrimui panaudoti tik tie geochronologiniai indikatoriai, kurie tiesiogiai rodo buvus vienokį ar kitokį vandens lygį (t. y. vadovaujamosi tik jūrinių moliuskų, medžių liekanų ir artefaktų jūros dugne, pelkių nuogulų, bei kai kurių gėlavandenių baseinų nuosėdų datavimo radiokarboniniu bei jūrinių smėlių amžiaus nustatymo optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodais rezultatais); 2) minėtų geochronologinių indikatorių radimviečių pirminis absoliutinis aukštis koreguojamas pagal Baltijos jūros Lietuvos krantų glacioizaostatinių svyravimų poledynmečiu modelį. Šiais principais vadovaujantis atlikta Baltijos jūros paleobaseinų vandens lygių kaitos poledynmečiu rekonstrukcija vertintina jau ne kaip santykinė vandens lygio svyravimų (RSL), o absoliutinė (eustatinė) vandens lygio kaitos kreivė, taikytina visam Baltijos jūros baseinui. Tai leido sudaryti modelį, parodantį, kaip skirtingų Baltijos jūros stadijų baseinų (gėlavandenių ar sūrių) ir tarpinių būsenų (transgresijų bei regresijų) pobūdis priklausė nuo trijų pagrindinių veiksnių tarpusavio sąveikos: 1) eustatinio vandens lygio kilimo greičio Pasauliniame vandenyne (šiuo atveju – Šiaurės jūroje); 2) vandens lygio Baltijos jūros baseine svyravimo, susijusio su ledo skydo tirpimu ir upių prietaka; 3) žemės plutos glacioizostatinio kilimo greičio Pietų Švedijoje ir Danijos sąsiaurių regione. Pateikiamą naują Baltijos jūros paleobaseinų raidos versiją vizualiai iliustruoja Lietuvos kranto zonos glacioizostatinis modelis ir jūros lygio svyravimų kreivė, o taip pat integruotas visos Pietų Baltijos regiono raidos modelis, apimantis poledynmečio laikotarpį.

JUODŲJŲ ANČIŲ IR NUODĖGULIŲ MITYBA RYTINĖJE BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE ŽIEMOJIMO METU

Veronika Biveinytė¹, Julius Morkūnas^{1,2}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ² Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius
biveinyte.veronika@gmail.com

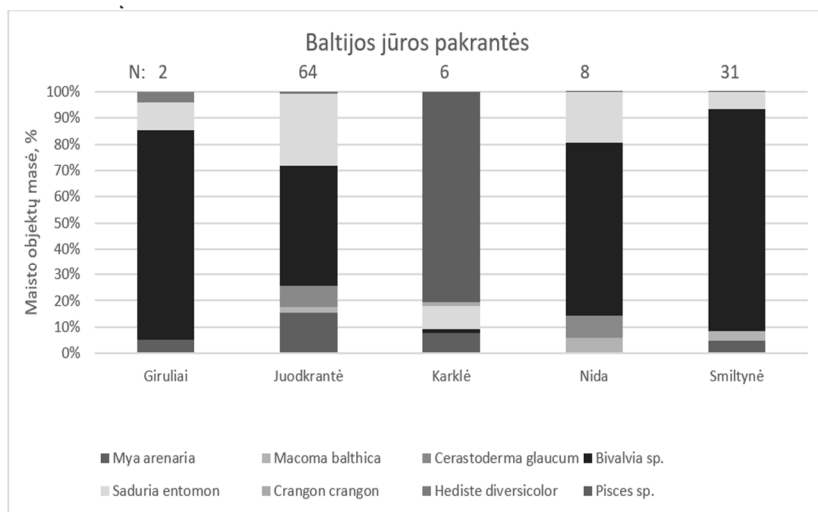
Ivadas. Paukščių žiemojimo sezonu Lietuvos Baltijos jūros priekrantėse telkiasi ir žiemoja daug jūrinių paukščių, įskaitant nuodėgules ir juodasias antis. Atliekant paukščių mitybos analizę galima nusakyti ančių mitybos objektų įvairovę, gyvenimo sąlygas, vietovių pasirinkimą, paukščių mitybinį elgesį. Tyrimo tikslas – nustatyti nuodėgulių ir juodųjų ančių mitybos skirtumus bei nuodėgulių mitybos įvairovę pagal vietas ir žiemojimo mėnesius Lietuvos Baltijos jūros priekrantėse.

Metodai. Analizuojamos antys buvo surinktos iš Lietuvos Baltijos jūros priekrantės žvejojančių žvejų. Šiame tyrime visi analizuojami paukščiai žuvo įsipainioję tinkluose, vykdant reguliarią žvejybą. Paukščiai buvo pagauti Baltijos jūros priekrantėje penkiose pagrindinėse žvejybinėse teritotijose: Karklė, Giruliai, Smiltynė, Juodkrantė ir Nida. Iš viso išanalizuota 134 paukščių skrandžiai. Išanalizuota 111 nuodėgulių skrandžio turinių ir 23 juodųjų ančių. Daugiausiai ančių įsipainiojusių tinkluose buvo rasta Juodkrantėje. Paukščiai tyrimams iš žvejų tinklų buvo renkami 2015–2018 m. laikotarpiais nuo rudens iki pavasario. Mitybos objektų analizė atlikta Klaipėdos universiteto laboratorijose.

Rezultatai. Rezultatai rodo, jog abi ančių rūšys daugiausiai mito moliuskais. Juodosios anties mitybą sudarė 88 % moliuskų, nuodėgulės – 76 %. Pagal moliuskų rūšis, juodoji antis daugiausiai lesė smėlinės mijas (*Mya arenaria*), kurios sudarė 77 % visų moliuskų masės; taip pat lesė širdutes (*Cerastoderma glaucum*), valgomąsias midijas (*Mytilus edulis*) ir baltijos makomas (*Limecola balthica*). Nuodėgulės mito tokiais pat moliuskais kaip ir juodoji antis, išskyrus valgomąją midiją. Blyškiaisiais jūrvėžiais (*Saduria entomon*) maitinosi 18 % nuodėgulių ir 3 % juodųjų ančių.

Taip buvo nustatyta nuodėgulių mitybos objektų įvairovė pagal vietas ir žiemojimo mėnesius. Paukščiai gauti iš 5 skirtingų žvejybos Baltijos jūros pakrantės vietovių. Daugiausiai paukščių buvo gauta iš Juodkrantės ir Smiltynės. Pagal vietas ir objektų kiekį, rezultatai rodo, kad visose vietose, išskyrus Karklę, daugiausiai nuodėgulės maitinosi moliuskais. Juodkrantėje, Nidoje ir Smiltynėje paukščiai maitinosi visomis moliuskų rūšimis smėlinėmis

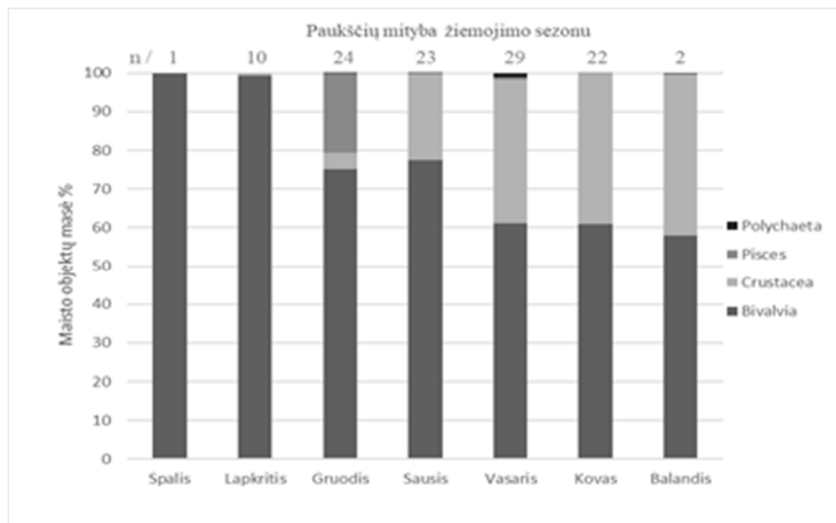
mijomis, baltijos makoma ir širdutėmis, o Karklėje ir Giruliuose buvo aptikta tik smėlinės mijos.



1 pav. Paprastosios nuodėgulės mitybos įvairovė pagal vietas.

Spalio–lapkričio mėnesiais ančių mitybą sudarė vien moliuskų klasės atstovai, ir tik 0,7 % vėžiagyviai. Žiemos mėnesiais mityba buvo įvairesnė, antys maitinosi ne tik moliuskais, bet ir žuvimis. Gruodžio mėnesį 21 % mitybos sudarė žuvis, sausio–vasario mėnesiais nuodėgulės be moliuskų ir vėžiagyvių maitinosi daugiašerėmis žieduotomis kirmelėmis. Nuo sausio iki balandžio mėnesio paukščiai vis daugiau pradėjo maitintis vėžiagyviais (2 pav.).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Pagrindiniai nuodėgulės ir juodosios anties mitybos objektai aptikti skrandžiuose - moliuskai. Juodosios anties mityboje moliuskai sudarė 88 %, o nuodėgulės 76 %. Pagal mitybos objektų rūšinę įvairovę juodosios antys maitinosi įvairesniais mitybos objektais, nei nuodėgulės. Madsen (1954) savo tyrime nustatęs, kad juodųjų ančių pagrindiniai maisto objektai yra moliuskai, pagrindinės rūšys: valgomosios midijos ir širdutės, šiame tyrime juodosios antys maitinosi smėlinėmis mijomis, tačiau kaip ir Madsen tyrime buvo aptikta ir valgomosios midijos.



2 pav. Nuodėgulių mityba žiemos sezonu

Nuodėgulės ties Danijos pakrantėmis daugiausiai maitinasi dvigeldžiais moliuskais (Fox, 2003). Lietuvoje yra nustatyta, jog juodosios antys daugiausiai maitinasi Baltijos makoma, santykinai didele dalimi dar polichetomis, izopodais. Tuo tarpu nuodėgulės maitinasi kitu dvigeldžiu moliusku, smėline mija (Žydelis, 2002). Priešingai nei Lietuvoje, Gdanskio įlankoje (Lenkija) Stempniewicz (1986) nustatė, jog smėlinė mija, Baltijos makoma ir širdutė yra svarbus maisto šaltinis abejoms šių paukščių rūšims. Šio tyrimo rezultatai rodo, jog tiek nuodėgulių, tiek juodųjų ančių mityba skirasi nedaug, šių ančių mityboje pagrindiniai ir svarbiausi maisto objektai yra moliuskai. Nuodėgulės dietoje pagrindiniai objektai yra moliuskai ir blyškieji jūrvežiai, o juodųjų ančių dieta įvairesnė ir joje randama daugiau taksonų. Tai gali įtakoti buveinių pasirinkimas ar ančių specializacija tam tikroms maisto objektų rūšims.

Padėka. Dalis tyrimų buvo atlikta vykdant Lietuvos ornitologų draugijos, Birdlife International ir RSPB projektą „Untangling the net: tackling bird bycatch in Baltic gillnet fisheries” finansuojama Baltic Sea Conservation Foundation.

Literatūra

Fox A. D. Diet and habitat use of scoters *Melanitta* in the Western Palearctic - a brief overview.
Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, National Environmental Research Institute.

Jūros ir krantų tyrimai 2019. Konferencijos medžiaga

- Madsen F. J. 1954. 'On the food habits of diving ducks in Denmark. Danish Review of Game Biology 2: 157–266.
- Stempniewicz L. 1993. The food intake of two Scoters *Melanitta fusca* and *M. nigra* wintering in the Gulf of Gdansk, Polish Baltic coast. *Vår Fågelvärld Suppl.*, p. 211–214.
- Žydelis R. 2002. 'Habitat selection of waterbirds wintering in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. Doctoral dissertation, Institute of Ecology, Vilnius University.

KOMPOZITO SU ANGLIES NANO VAMZDELIAIS SAVYBIŲ TYRIMAS

**Sameh Dabees, Jolanta Janutėnienė, Simona Grigaliūnienė,
Valentinas Kartašovas, Artūras Tadžijevas**

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Inžinerijos katedra, Klaipėda
jolanta.januteniene@gmail.com

Išvadas. Anglies nano vamzdelių panaudojimas dėl jų išskirtinių savybių kasmet ženkliai auga. Per pastarąjį dešimtmetį buvo atlikta daug mokslinių tyrimų, jų pagrindu atlikta mokslinių darbų analizė parodė, kad kompozitai su anglies nano vamzdeliais (CNT) pasižymi anizotropinėmis savybėmis, turi geras elektrines, mechanines savybes, taip pat gali įgyti naujų, daugiafunkcinių savybių. Tokios kompozitinės medžiagos gali būti naudojamos jutikliams, pritaikomos išmaniems ar daugiafunkciniams prietaisams.

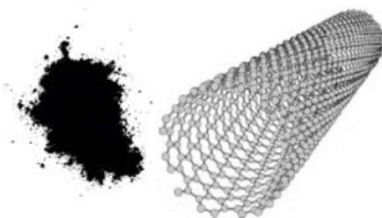
Straipsnio (S. Berretta et al., 2017) autoriai tyrė polietereterketono (PEEK) ir jo kompozito su 1 % ir 5 % anglies nano vamzdeliais (CNT) savybes. Buvo tiriami lieti bei 3D spausdintuvu atspausdinti bandiniai, nustatyta jų stiprumo riba, bandinių sluoksnių sukibimas bei ištirta jų mikrostruktūra. Kompozitas buvo gautas maišant atitinkamu santykiu gryną PEEK 450G ir PEEK 101 su 10 % anglies nano vamzdelių kiekiu. Kompozitas su 5 % CNT pasižymėjo didesniu tempiamuoju stipriu, o kompozito su 1 % CNT tempiamasis stipris liko nepakitęs. S. K. Reddy su bendraautoriais (Reddy et al., 2018) tyrė ypač didelės molekulinės masės polietileno (UHMWPE) ir anglies nano vamzdelių kompozito sudarymo ypatumus. Buvo ištirta kompozito mikrostruktūra bei mechaninės savybės, siekiant panaudoti kompozitinę medžiagą sąnarių protezų gamybai; ištirtos kompozito dilimo savybės. Yongcun Li (Yongcun Li et al., 2018) ištyrė grafeno ir anglies nano vamzdelių kompozito su termoplastiniu poliuretanu (TPU) mechanines, mikrostruktūros bei savaiminio „gijimo“ (angl. *self-healing*) savybes. Autoriai kompozito gamybai sukūrė tris būdus ir nustatė, kuris iš jų efektyviausias, norint pasiekti didžiausią stiprumo ribą. Priklausomai nuo pasirinkto kompozito gavimo metodo, bandinių stiprumo riba tempiant buvo nuo 15,9 % iki 46,7 % didesnė nei TPU. Straipsnyje (M. Cen-Puca, et al., 2018) autoriai atliko teorinius ir eksperimentinius anglies nano vamzdelių ir polimero kompozito tyrimus. Straipsnyje autoriai ištyrė gauto kompozito elektros laidumą. Nano vamzdelių kiekis kompozite buvo 0,5, 1, 10 ir 50 wt %. Tyrimais nustatyta, kad termorezistinis atsakas priklauso nuo kaitinamo kompozito temperatūros intervalo.

Metodai. Eksperimentiniams tyrimams buvo pasirinktos medžiagos: daugiasieniai anglies nano vamzdeliai (MWCNT) ir didelio tankio polietilenas (HDPE). Tyrimo tikslas nustatyti, koks kiekis anglies nano vamzdelių turėtų įtakos HDPE mechaninių charakteristikų pagerėjimui.

Medžiagos ir jų savybės. HDPE granulių savybės: takumo įtempiai – 27 MPa; atsparumas smūgiui – 45 J/m², lydymosi temperatūra – 130 °C, tamprumo modulis – 950 MPa.

1 lentelė

MWCNT savybės



1 pav. Anglies nano vamzdelių milteliai ir nano vamzdelio struktūra.

Grynumas	> 96 wt%
COOH sudėtis	1,30 wt%
Išorinis skersmuo	18–28 nm
Vidinis skersmuo	5–10 nm
Ilgis	10–35 μm
Tikrasis tankis	2,4 g/cm ³
Elektrinis laidumas	98 S/cm

Miltelių kompozitui paruošimas. Tinkama miltelių santykio dispersija buvo gauta sumaišius anglies nano vamzdelius su didelio tankio polietileno granulėmis, naudojant organinį gryną etanolio tirpiklį C₂H₅OH, kuris neturi jokių cheminių sąveikų su MWCNT kompozitu. Ultragarsinis kristalizavimas ir nusodinimas atliktas tam, kad būtų pašalinti kavitacijos burbuliukai, atsiradę skysčio maišymo metu. Mišinys ultragarsu buvo veikiamas 35 minutes. Bendra mišinio paruošimo trukmė 140 minučių. Kompozitas buvo maišomas įrenginiu „Hot & Stirrer MS300HS“. Tam, kad proceso metu išgaruotų organinis tirpiklis, kompozitas buvo džiovinamas džiovyklėje “Heraeus UT 6050”. Recirkuliuojanti džiovinimo krosnis 45 minutes palaikė pastovią 250 °C temperatūrą. Vėliau buvo palaikoma 90 °C temperatūra 180 minutes.

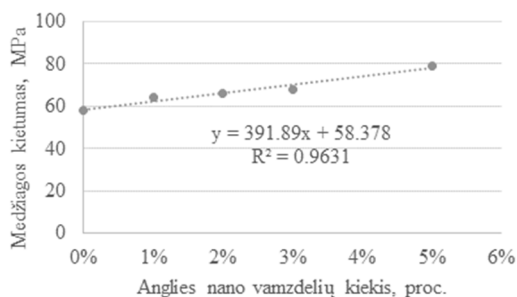
Kompozito gamyba. Polimeras (150 g) buvo lydomas ir maišomas 185 °C temperatūroje apie 20 minučių. HDPE su 0, 1, 2, 3, 5 % MWCNT buvo maišomi apie 90 minučių tokioje pačioje temperatūroje po polimero išlydymo.

Reikalinga bandinių forma gauta karšto presavimo būdu. Pagal standartą (ISO 527-3:2012) buvo pagaminti bandiniai, skirti medžiagos tempimo bandymui atlikti. Presavimo procesas buvo atliekamas palaikant 190 °C temperatūrą ir 150 barų slėgį. Bandinys presuotas 45 minutes. Bandinio kristalizacija vyko iš lėto jį aušinant, kol buvo pasiekta normali kambario

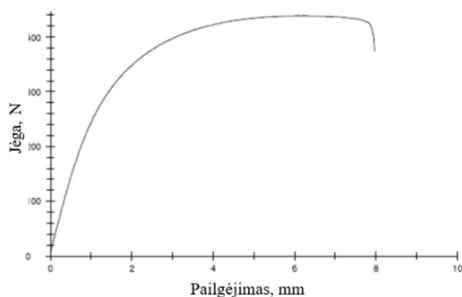
temperatūra. Tokiu būdu buvo išvengta amorfinės fazės atsiradimo polimero viduje.

Bandymai. Kietumo bandymas atliktas kietumo matuokliu ZHU 250, Vikerso metodu, gautos reikšmės perskaičiuotos į MPa. Tempimo bandymas atliktas pagal (ISO-2:2012) tempimo mašina Zwick Z100.

Rezultatai. Kietumo bandymo rezultatai pateikti 2 paveiksle. Jame matoma aiški tendencija, kad didėjant anglies nano vamzdelių kiekiui kompozito kietumas didėja. Kompozito tempimo bandymo diagramos pavyzdys pateiktas 3 paveiksle.

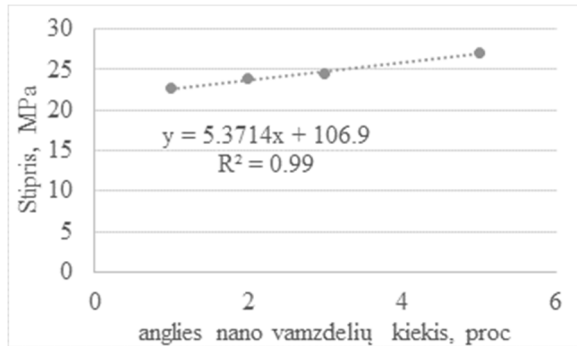


2 pav. Medžiagos kietumo priklausomybė nuo anglies nano vamzdelių kiekio proc.



3 pav. Tempimo bandymo diagrama, kai kompozito sudėtyje 5 proc. anglies nano vamzdelių.

Medžiagos stipro reikšmė didėja, didėjant anglies nano vamzdelių kiekiui, tačiau šios reikšmės svyravo HDPE stiprumo ribose. Tik bandiniai su 5 proc. anglies nano vamzdelių kiekiu, turėjo didesnes reikšmes nei HDPE be priedų.



4 pav. Kompozito stiprio priklausomybė nuo anglies nano vamzdelių kiekio.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Eksperimentinių tyrimų metu nustatyta, kad anglies nano vamzdeliai padidina medžiagos kietumą 5 %, MWCNT padidino medžiagos kietumą 25 %. Išvesta tiesinė priklausomybė leidžia nustatyti, koks kiekis anglies nano vamzdelių užtikrintų norimą kompozito kietumą.

Tempimo bandymo rezultatai parodė, kad nuo 1 iki 3 procentų anglies nano vamzdelių kiekis beveik neturi įtakos medžiagos stipriui. Nuo 5 % pastebima teigiama nano vamzdelių įtaka.

Literatūra

- Berretta S. et al. Fused Deposition Modelling of high temperature polymers: Exploring CNT PEEK composites, *Polymer Testing* 63 (2017) 251e262.
- Cen-Puca M., Oliva-Avilés A. I., Avilés F. 2018. Thermoresistive mechanisms of carbon nanotube/polymer composites, *Physica E* 95, 41–50.
- Reddy S. K., et al. 2018. Strain and damage-sensing performance of biocompatible smart CNT/UHMWPE nanocomposites, *Materials Science & Engineering, C* 92, 957–968.
- Yongcun Li, et al. 2018. Synergistic effect of different graphene-CNT heterostructures on mechanical and self-healing properties of thermoplastic polyurethane composites, *Materials and Design*, 137, 438–445.

APVELINGO POVEIKIS BALTIJOS JŪROS PRIEKRAUTĖS IR KURŠIŲ MARIŲ CHLOROFILO-A KONCENTRACIJOS POKYČIAMS

**Toma Dabulevičienė^{1,2}, Diana Vaičiūtė^{1,2}, Igor Kozlov^{1,2,3},
Inga Dailidienė²**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ³ Rusijos Federacijos Hidrometeorologijos universiteto Okeanografinių nuotolinių tyrimų laboratorija, Sankt Peterburgas
toma.mingelaite@gmail.com

Įvadas. Dėl sudėtingos krantų konfigūracijos vėjo sukeltas apvelingas – gana dažnas reiškiny Baltijos jūros priekrautės regionuose. Apvelingo formavimasis yra svarbus procesas, ypač šiltuoju metų periodu, reikšmingai keičiantis nusistovėjusias hidrometeorologines sąlygas, bei, dėl pasikeitusios maistmedžiagų koncentracijos – ekosistemos funkcionavimą (Fisher&Mustard, 2004; Kowalewski, 2005). Be to, apvelingai vaidina svarbų vaidmenį priekrautės ir atvirų vandenų maišymesi (Kahru et al. 1995, Levy, 2008), o įtekėjimų į Kuršių marias metu turi didelę svarbą ne tik jūros, bet ir marių biotinei ir abiotinei aplinkai.

Šio darbo tikslas – remiantis didelės erdvinės aprėpties palydoviniais infraraudonųjų (IR) spindulių ir optiniais jutikliais gautais duomenimis išanalizuoti apvelingo sukeltus chlorofilo *a* (Chl-*a*) pokyčius PR Baltijos jūros priekrautėje bei Kuršių mariose.

Metodai. Apvelingams identifikuoti buvo analizuojami palydoviniai MODIS Terra/Aqua jūros paviršiaus temperatūros (angl. *Sea Surface Temperature* – SST) 2000–2015 m. balandžio–rugsėjo mėn. duomenys. Chl-*a* koncentracijos analizei buvo panaudotos palydovinės MERIS/Envisat nuotraukos.

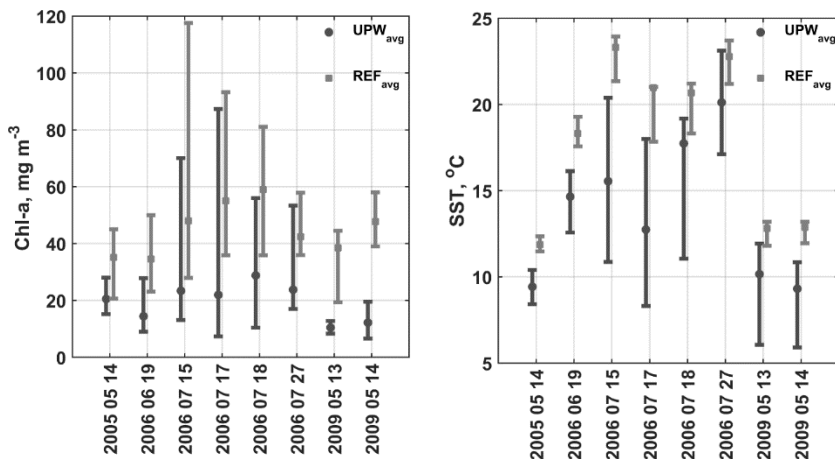
Siekiant įvertinti apvelingų sukeltus Chl-*a* koncentracijos pokyčius Baltijos jūroje buvo analizuotos 27 apvelingo dienos, turinčios atitinkamas SST ir Chl-*a* nuotraukas. Kuršių mariose analizuoti 8 apvelingo įtekėjimų atvejai. Pokyčiams įvertinti buvo lyginama Chl-*a* koncentracija apvelingo paveiktoje ir nepaveiktoje zonose Baltijos jūroje bei Kuršių mariose. Detalesnei analizei pasirinktas 2008 liepos mėn. apvelingo atvejis, turintis SST ir Chl-*a* nuotraukų seką viso apvelingo laikotarpiu.

Rezultatai. Iš 2000–2015 m. balandžio–rugsėjo mėn. PR Baltijos jūroje užfiksuotų 69 priekrautės apvelingų buvo išanalizuota 10 atvejų (iš jų – 27

apvelingo dienos), turinčių atitinkamas tos pačios dienos SST ir Chl-*a* nuotraukas.

Analizuotų atvejų metu vyravę temperatūros skirtumai tarp apvelingo paveiktų ir nepaveiktų vandenų Baltijos jūroje siekė 2–9 °C. Pastebėta, kad apvelingo zonose fiksuota Chl-*a* koncentracija daugumoje atvejų (86 %) reikšmingai skyrėsi, t. y. buvo vidutiniškai 40–50 % mažesnė, nei Chl-*a* koncentracija aplinkiniuose vandenyse. Be to, detali 2008 liepos mėn. apvelingo analizė parodė, kad pirminėje apvelingo formavimosi stadijoje didžiausią reikšmę Chl-*a* koncentracijos sumažėjimui turėjo ne temperatūros pokyčiai, bet paviršinių vandenų nustumimas nuo kranto. Taip pat verta paminėti, kad pirminė Chl-*a* koncentracija Baltijos jūroje yra santykinai nedidelė, tad Chl-*a* pokyčiai čia nebuvo itin drastiški ir, priklausomai nuo atvejo, skirtumas tarp apvelingo paveiktos/nepaveiktos zonos siekė ~1–2 mg/m³.

Atitinkami Chl-*a* koncentracijos pokyčiai buvo fiksuojami ir Kuršių mariose, kuomet vyravo apvelingo vandenų įtekėjimas iš jūros į marias, tačiau čia, skirtingai nei Baltijos jūroje, apvelingo poveikis buvo didesnis, ypač intensyvių apvelingų įtekėjimo metu, kuomet Chl-*a* koncentracija apvelingo įtakos zonoje sumažėjo net keletą kartų (1 pav.).



1 pav. Chl-*a* koncentracija ir SST Kuršių mariose apvelingo vandenų įtekėjimo metu apvelingo paveiktoje zonoje (UPW_{avg}) ir aplinkiniuose vandenyse (REF_{avg}).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Šiame darbe pateikiama Chl-*a* koncentracijos pokyčių apvelingų metu PR Baltijos jūroje ir Kuršių mariose analizė. Pastebima, kad apvelingas lemia ne tik staigius vandens temperatūros,

bet ir Chl-*a* koncentracijos pokyčius apvelingo paveiktose zonose. Taip pat pastebėta, kad Baltijos jūroje Chl-*a* koncentracijos pokyčiai yra ne tokie drastiški, kaip, pavyzdžiui, Kuršių mariose.

Padėka. Darbai iš dalies finansuoti H2020 EOMORES (sut. Nr. 730066) projekto.

Literatūra

- Fisher J. I., Mustard J. 2004. High spatial resolution sea surface climatology from Landsat thermal infrared data. *Remote Sensing of Environment*, 90: 293–307.
- Kahru M., Hakansson B., Rud O. 1995. Distributions of the sea-surface temperature fronts in the Baltic Sea as derived from satellite imagery. *Cont. Shelf Res.* 15, 663–679, doi:[https://doi.org/10.1016/0278-4343\(94\)E0030-P](https://doi.org/10.1016/0278-4343(94)E0030-P).
- Kowalewski M. 2005. The influence of the Hel upwelling (Baltic Sea) on nutrient concentrations and primary production – the results of an ecohydrodynamic model. *Oceanologia*, 47, 567–590.
- Lévy M. 2008. The Modulation of Biological Production by Oceanic Mesoscale Turbulence. In: Weiss J.B., Provenzale A. (eds) *Transport and Mixing in Geophysical Flows. Lecture Notes in Physics*, vol 744. Springer, Berlin, Heidelberg, 219–261, doi:https://doi.org/10.1007/978-3-540-75215-8_9.

LIETUVOS UNGURIŲ POPULIACIJOS BŪKLĖ

Justas Dainys, Linas Ložys

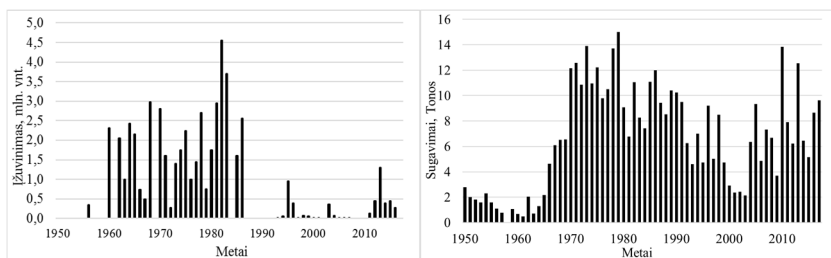
Gamtos tyrimų centras, Vilnius

justas.dainys@gamtc.lt

Įvadas. Europinių ungurių populiacija nyksta: žvejybos laimikiai sumažėjo iki <10 %, o išteklų pasipildymas jaunikliais sumenko iki mažiau nei 1–5 % 1960–1980 m. buvusio kiekio (Dekker 2004; ICES 2016). 2007 m. ES priėmė reglamentą, numatantį priemonės ungurių ištekliais atkurti ir įpareigojo šalis nares iki 2009 m. parengti nacionalinius ungurių išteklų valdymo planus (UVP). Pagrindinis jų tikslas – atstatyti sidabrinų ungurių, išmigruojančių į jūrą, gausumą iki 40 %, lyginant su buvusiomis referentinėmis sąlygomis, bei vykdyti tolesnę populiacijos būklės stebėseną.

Metodai. Vidaus vandenyse buvusių ungurių išteklų apskaičiavimas pagrįstas: a) istoriniais įžuvinimo duomenimis (vidaus vandenyse natūralaus ungurių populiacijos pasipildymo nėra), b) istoriniais verslinės žvejybos sugavimų (tik vidaus vandenyse be Kuršių marių) bei hidroenergetikos plėtos duomenimis, c) sidabrinų ungurių produkcijos apskaičiavimu remiantis įžuvinimų ungurių kiekiu.

Istoriniai ungurių įžuvinimo bei verslinės žvejybos duomenys surinkti nuo 1928 m., tačiau išsamesni, didesnio patikimumo duomenys apima laikotarpį nuo 1950 m. (1 pav.). Siekiant padidinti analizės patikimumą, ungurių įžuvinimo ir sugavimo duomenys buvo sugrupuoti pagal upių baseinus ir baseinus veikiančias HE, o visi įžuvinimo ir sugavimų duomenys sujungti į mažesnę vandens telkinių grupių (N=80) rinkinį. Tolimesni skaičiavimai atlikti remiantis šiuo rinkiniu.



1 pav. Ungurių įžuvinimas (kairėje) ir sugavimai (dešinėje) Lietuvos vidaus vandens telkiniuose (be Kuršių marių).

Migruojančių ungurių mirtingumo lygis yra priklausomas nuo HE turbinos tipo ir dydžio. Modelyje naudotas ungurių mirtingumo lygis (H) skirtingose turbinose buvo:

Didelė Kaplan turbina – 30 % (Larinier ir Travade, 2002); maža Kaplan turbina – 50 % (Dainys ir kt. 2018); maža Kaplan turbina su žuvitakiu – 30 % (Dainys ir kt. 2018); didelė/maža Francis turbina – 55 % (Dêbowski ir kt. 2016); maža CINK (Banki) turbina – 100 % (Dainys ir kt. 2018). Jei migruojantys unguriai turėjo praplaukti pro ≥ 6 HE, tai $H = 100\%$.

Sidabrinių ungurių produkcijos kiekis apskaičiuotas pagal Dekker (2015) metodiką. Pagrindiniai modelio parametrai:

- Ungurių augimo greitis pastovus: 44 mm per metus.
- Individualus svoris: $W = a \times L^b$; kur W =svoris (g), L =ilgis (cm), $a=0,000000444$ ir $b=3,23$.
- Sidabrėjimo „kreivė“ – sidabrinių ungurių migracija vyksta 5–25 m. po įžuvinimo; vid. sidabrinių ungurių amžius – 15 m.
- Ungurių natūralaus mirtingumo lygis, $M=0,10$.

Ungurių produkcija apskaičiuota įvertinant įžuvintų ungurių augimo greitį, sidabrėjimą, bei natūralų mirtingumą:

Produkcija = f (įžuvinimas, augimas, mirtingumas, sidabrėjimas)

Suminis verslinės žvejybos poveikis ΣF :

Sidabrinių ungurių migracija = Produkcija – Sugavimai

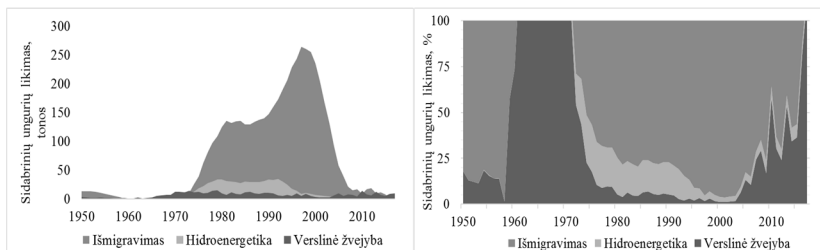
Suminio hidroelektrinių turbinų poveikio ΣH vertinimas:

Išmigravimas = Sidabrinių ungurių migracija $\times \exp^{-\Sigma H}$, kur ΣH yra suminis visų migracijos kelyje esančių hidroelektrinių mirtingumas (skirtingas skirtingoms vietoms ir metams); *Išmigravimas* – į jūrą išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekis. Atliekant skaičiavimus daroma prielaida, jog ungurių mirtingumas migracijos kelyje susidaro tik iš žvejybinio ir hidroelektrinių sukeliama mirtingumo.

Taigi:

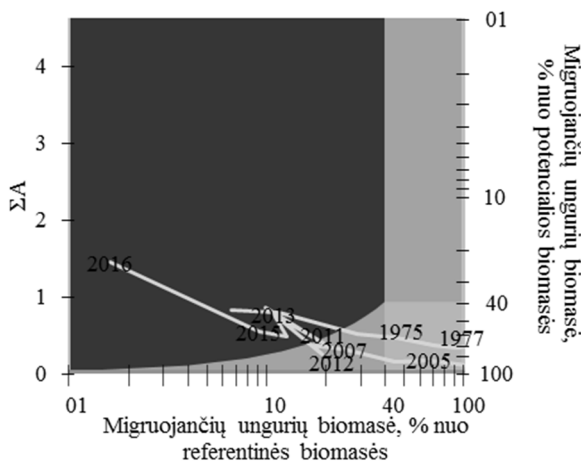
Išmigravimas = (Produkcija – Sugavimai) $\times \exp^{-\Sigma H}$

Rezultatai. 1950–1970 metais apskaičiuota sidabrinių ungurių produkcija svyravo tarp 0,05 ir 15 t. Vėliau produkcija išaugo ir 1998 pasiekė maksimumą (280 t). Nuo 2000 m. vėl vyko produkcijos mažėjimas, o 2007–2017 m. laikotarpiu apskaičiuota vidutinė metinė produkcija buvo 20,5 t.



2 pav. Sidabrinė žvejyba 1950–2017 metais Lietuvos vidaus vandenyse.

Verslinės žvejybos ungurių sugavimai vidaus vandenyse svyravo nuo 0,05 iki 15 t ir vid. sudarė 31 % sidabrinė žvejyba produkcijos (atskiris metais svyravo nuo 1 iki daugiau nei 100 %) (2 pav.). HE turbinose žūstančių ungurių kiekis svyravo nuo beveik 0 iki 34 t ir vid. sudarė 8,7 % bendros sidabrinė žvejyba produkcijos (nuo 0 % iki 26 %). Apskaičiuotas išmigruojančių sidabrinė žvejyba kiekis svyravo nuo 0 t 1961–1971 m. iki 265 t 1997 m., o vid. siekė 61 % bendros apskaičiuotos sidabrinė žvejyba produkcijos (svyravo tarp 0 % ir 99 %). Apskaičiuotas išmigruojančių sidabrinė žvejyba kiekis Lietuvos UPV įgyvendinimo laikotarpiu (2011–2017 m.) vid. siekė 9 t per metus.



3 pav. Įspėjamoji diagrama, rodanti, jog pastaruoju metu Lietuvos UVP numatyti tikslai nėra pasiekiami. Lietuvos vidaus vandenų ungurių populiacija.

Lietuvos UVP įgyvendinimo progresas atspindimas įspėjamojoje diagramoje (3 pav.), kurioje atsižvelgiama į du pagrindinius parametrus: esamą

išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekį (B_{current}) bei tikslinį išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekį (B_{target}), kurio siekiama pagal UVP tikslus. Pastaruoju metu UVP tikslai nėra pasiekiami (tamsi zona). Tokia situacija yra tiesiogiai susijusi su XX a. paskutinį dešimtmetį vykdytų žuvinimų intensyvumu, kai ungurių žuvininta mažai. 1975–2006 metais iš Lietuvos išmigruodavo daugiau nei 35 t sidabrinių ungurių, todėl išmigravimą indikuojanti linija yra šviesiai pilkoje zonoje (gera būklė).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Skaičiavimų rezultatai rodo, jog sidabrinių ungurių produkcija nesant antropogeninio poveikio (B_{best}) 2017 m. siekė 8,5 t, o per visą UVP vykdymo laikotarpį (2011–2017 m.) buvo vid. 18,2 t kasmet. Jei žuvinimo darbai ir toliau vyks tokiu pačiu intensyvumu kaip ir 2011–2018 m. laikotarpiu (vid. 0,6 mln. ungurių kasmet), prognozuojamas vid. metinės sidabrinių ungurių produkcijos (B_{best}) didėjimas iki ~63 t 2030–2040 m. laikotarpiu. Tuo tarpu išmigruojančių ungurių biomasė (B_{current}) 2017 m. buvo 0 t (per visą UVP vykdymo laikotarpį (2011–2017 m.) vid. 9 t kasmet). 2017 m. suminis žvejybinis mirtingumas (ΣF) buvo itin aukštas ir viršijo 100 % (per visą UVP vykdymo laikotarpį (2011–2017 m.) vid. siekė 53 % kasmet), tuo tarpu hidroenergetikos sukeliamas suminis mirtingumas (ΣH) yra ženkliai mažesnis – 2017 metais siekė apie 5 %, per visą UVP vykdymo laikotarpį (2011–2017 m.) vid. 6 % kasmet. 2017 metais apskaičiuotas suminis mirtingumas (ΣA) siekė 100 %, o per visą UVP vykdymo laikotarpį (2011–2017 m.) vid. siekė 59 %. Ateityje prognozuojamas B_{best} biomasės didėjimas, tačiau B_{current} tiesiogiai priklausys nuo žuvinimo darbų intensyvumo bei antropogeninių poveikių (ΣF ir ΣH) stiprumo. Šiuo metu Lietuvos UVP numatyti tikslai nėra pasiekiami, nes neršti išmigruojančių sidabrinių ungurių kiekis nesiekia 35 t.

Literatūra

- Dainys J., Stakėnas S., Gorfine H., Ložys L. 2018. Mortality of Silver Eels Migrating Through Different Types of Hydropower Turbines in Lithuania. *River Research and Applications*, 34: 52–59.
- Dekker W. 2015. Assessment of the eel stock in Sweden, spring 2015. Second postevaluation of the Swedish Eel Management Plan. Swedish University of Agricultural Sciences, Aqua reports 2015:11. Drottningholm, 93 p.
- Dębowski P., Bernas R., Skóra M. E., Morzuch J. 2016. Mortality of silver eel (*Anguilla anguilla*) migrating downstream through a small hydroelectric plant on the Drawa River in northern Poland. *Archives of Polish Fisheries* 24: 69–75.
- ICES. 2016. Report of the Working Group on Eels (WGEEL), 15–22 September 2016, Cordoba, Spain. ICES CM 2016/ACOM:19.
- Larinier M., Travade F. 2002. Downstream migration: problems and facilities. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364: 181–210.

BALTIJOS JŪROS LIETUVOS AKVATORIJOS PIETINĖS DALIES KVARTERO STORYMĖS GEOLOGINĖ SANDARA GEOFIZINIŲ TYRIMŲ DUOMENIMIS

Aldona Damušytė¹, Mantas Budraitis², Albertas Bitinas^{3,4}

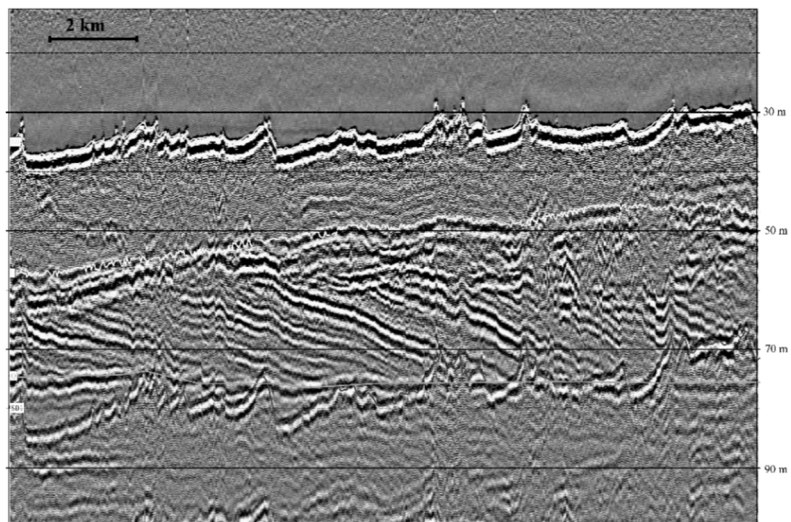
¹ Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, ² UAB „Geobaltic“, Vilnius,

³ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ⁴ Gamtos tyrimų
centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius
aldona.damusyte@igt.lt

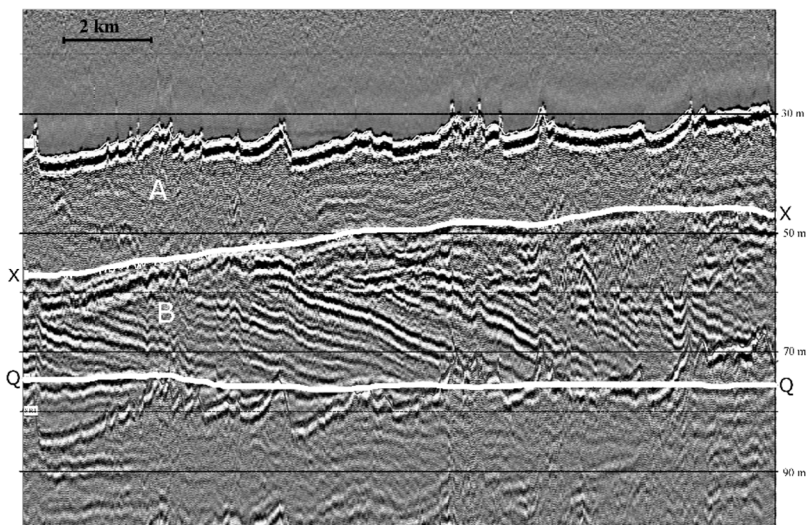
Įvadas. 2017 m. Lietuvos geologijos tarnyba kartu su partneriais iš Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų instituto ir UAB „Geobaltic“ vykdė geologinį kartografavimą 1:50 000 masteliu Lietuvos Respublikos Baltijos jūros (teritorinės jūros, gretutinės zonos ir išskirtinės ekonominės zonos) Preilos akvatorijoje, 770 kv. km plote. Kelių jūrinių ekspedicijų mokslinių tyrimų laivu „Mintis“ metu buvo atlikti akvatorijos hidrografiniai (jūros dugno gylių ir morfologijos tyrimai daugiaspinduliniu echolotu bei jūros dugne esančių nuogulų ir objektų tyrimas šoninės apžvalgos sonaru) ir geofiziniai (viršutinės kvartero storymės dalies – iki 50 m gylio – seisminis tyrimas naudojant aukštos rezoliucijos sekliosios seismikos kompleksą) tyrimai pagal numatytą profilių tinklą. Bendras profilių ilgis – 2967 km.

Metodika. Hidrografiniai ir geofiziniai tyrimai atlikti naudojant daugiaspindulinį echolotą „Reson Sea Bat 7125 SV2“, judesių daviklį „iXblue Octans 3000“, pozicionavimo sistemas „Hemisphere S320“ bei „Fugro 9205“, šoninės apžvalgos sonarą „Klein 3000“, aukšto dažnio (8–12 kHz) vieno kanalo seismo-akustinę įrangą „Innomar SES-2000 compact“ bei žemesnio dažnio (iki 2 kHz) 16 kanalų seisminę „Geometrics Geoel“ registracijos ir „SIG Mille“ sužadinimo įrangą, „Reson SVP70“ garso greičio matavimo zondą bei „Sea & Sun CTM48M“ druskingumo, temperatūros ir drumstumo nustatymo zondą. Geologinių tyrimų metu buvo išgręžta 11 gręžinių (nuo 1,0 m iki 5,0 m gylio) jūros dugne naudojant „VKG 3/6“ vibrogręžimo įrenginį, o su „Van Veen“ tipo gruntosėmiu paimti 228 paviršinių dugno nuosėdų mėginiai.

Rezultatai ir jų aptarimas. Geofizinių duomenų analizė atskleidė, kad tirtojoje jūros akvatorijoje esanti kvartero nuogulų bei nuosėdų storymė litologiškai yra kaiti, joje išryškėja kelių tipų geologinės struktūros.



a



b

1 pav. Seismoakustinio profilio fragmentas iš vakarinės tiriamojo ploto dalies (a) ir jo interpretacija (b).

Seismoakustiniuose užrašuose gerai išsiskiria du (vietomis – trys) ryškūs akustinių atspindžių horizontai (1 pav.), iš kurių vienas gali būti interpretuojamas kaip pokvartero paviršius (1b pav., apie 70–75 m gylyje esanti riba Q–Q), kitas – kaip tarpinis horizontas (1b pav., apie 48–55 m gylyje esanti riba X–X), perskiriantis kvartero storymę į du skirtingos geologinės sandaros sluoksnių kompleksus. Virš šio tarpinio horizonto esantis kompleksas (A) labiau homogeniškas, jam būdingas artimas horizontaliam sluoksnių slūgsojimas, tik vietomis išryškėja ir monokliniško tipo sluoksniuotumas, matomi stambūs blokiniai dariniai, paleoįrėžiai. Šį sluoksnių kompleksą galima laikyti tiek baseinų (limnoglacialinių, jūrinių) dariniais, tiek ir pagrindinės (duginės) morenos slūgsojimo arealais. Po tarpiniu horizontu esantis kompleksas (B) pasižymi gerai išryškėjančių akustinių atspindžių gausa – vienoms šio komplekso dalims būdinga daugiau ar mažiau dėsninga struktūra (pvz., įkypas sluoksniuotumas, 1b pav. kairė pusė), tuo tarpu kitose dalyse vyrauja netvarkingi, nelinijiniai atspindžiai (1b pav. dešinė pusė). Pastarojo sluoksnių komplekso geologinė sandara panaši į kontinentinio apledėjimo ledyno suformuotas glacioidislokacijas.

Aptarti pagrindiniai akustiniai paviršiai išsiskiria visame tyrimų plote, jų pagrindu yra sudaryti darbiniai sluoksnių gylių ir storių žemėlapiai. Apibendrinus tyrimų rezultatus, galima teigti, kad kvartero nuogulų bei nuosėdų storis Preilos akvatorijoje kinta nuo 20 metrų šiaurės vakarinėje jos dalyje iki 80 metrų pietryčiuose. Kvartero storis kartografuotame plote kinta tolygiai, išskyrus beveik 10 metrų aukščio PV–ŠR kryptimi orientuotą pakopą, esančią vidurinėje ploto dalyje. Pokvartero paviršiaus slūgsojimo pobūdis yra kiek kitoks: nuo 55 metrų gylio (nuo jūros lygio) šiaurės rytinėje ploto dalyje jis tolygiai gilmėja pietų-pietvakarių link pasiekdamas 110 metrų gylį.

Išvados. Gauti geofizinių tyrimų duomenys rodo esant kaitų kvartero storymės pobūdį (tiek litologiškai, tiek ir struktūriniu požiūriu), tačiau neturint tiesioginių geologinių duomenų iš tirtosios akvatorijos (t. y. grėžinių, kertančių visą kvartero storymę), čia pateikta geofizinių duomenų interpretacija kol kas turėtų būti vertintina tik kaip preliminarinė. Detalesnis Baltijos jūros akvatorijos pietinės dalies geologinės sandaros vaizdas bus gautas tik kompleksiskai ištyrus sukauptus geologinius (grėžinių kerno bei dugno nuosėdų mėginių) duomenis.

TARPTAUTINIŲ PERVEŽIMŲ KINIJA-LIETUVA TRUKMĖS IR KAŠTŲ ANALIZĖ

Mindaugas Daugevičius, Rasa Grigolienė, Jolanta Janutėnienė

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas,

Klaipėda

mindaugasdd@gmail.com

Įvadas. Globalizacijos reiškiniui apimant vis daugiau naujų sričių gamyba nėra išimtis. Siekdami užsitikrinti konkurencinį pranašumą gamintojai nuolat ieško naujų žaliavų tiekimo taškų, galinčių tiekti tinkamos kokybės žaliavas pigiau. Žaliavų gabenimo įvairiarūšio transporto krovinių konteneriais maršrutas Kinija–Lietuva priklauso vienam perspektyviausių tarptautinės prekybos ir gamybos koridorių Tolimieji Rytai–Europa. Pastaruosius ketverius metus klientų užsakomi produkcijos bei žaliavų kiekiai sparčiai augo. Tai lemia ne tik pailgėjusias žaliavų tranzito trukmes, tačiau ir sumažėjusį jų patikimumą. Dėl šios priežasties gamintojams gali būti labai sunku taikyti vis populiarėjanti JIT (angl. *Just In Time*) žaliavų tiekimo modelį, kadangi klaidingai įsivertinus numatomą žaliavų tiekimo trukmę kyla rizika pristigti žaliavų, dėl ko gali tekti stabdyti gamybinės linijas ir patirti didžiulius nuostolius. Todėl šioje srityje neabejotinai svarbu atlikti tyrimus, kad būtų galima racionaliai planuoti žaliavų tiekimą, nepertraukiamam gamybos procesui užtikrinti.

Tyrimų, analizuojančių tarptautinius maršrutus, atliekama nepakankamai. Crainic T. G. ir Kim K. H. (2017) savo tyrime pabrėžia, kad tarptautiniai maršrutai analizuojami tik 24 proc. susijusių publikacijų. Mokslininkų nuomone, būtina skatinti Europos mokslinių bendruomenių įsitraukimą į tarptautinio transportavimo tyrimus, susijusius su transportavimu iš Rytų Azijos.

SteadieSeifi M. ir kt. (2014) nustatė, kad daugiausia dėmesio reikėtų skirti operatyvinio lygmens problemų sprendimui, taip pat trūksta tyrimų, nagrinėjančių kaštų ir laiko priklausomybes. Kiti autoriai (di Febbraro et al., 2016) pasiūlė matematinį modelį, apjungiantį transportavimo trukmei įtakos turinčius veiksnus. Šis modelis leidžia naudotojui planuoti atliekamas operacijas ne atskirai, o bendroje visumoje. Ishfaq R. ir kt. (2012) remdamiesi sudaryto modelio gautais rezultatais pateikė rekomendacijais logistikos tinklams plėtoti.

Šio tyrimo tikslas – nustatyti tarptautinių pervežimų trukmės ir kaštų priklausomybes, kuriomis būtų galima įvertinti ir planuoti patikimą žaliavų tiekimą gamybai.

Tikslui pasiekti formuluojami tokie uždaviniai:

1. Išanalizuoti tarptautinių pervežimų iš Kinijos uostų iki Klaipėdos uosto duomenis.

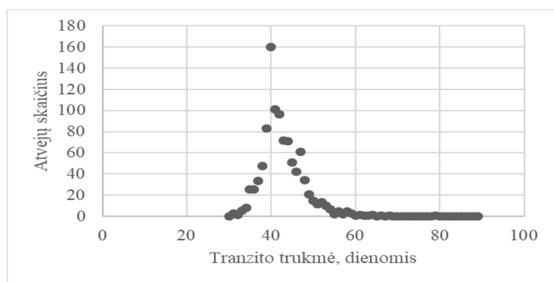
2. Atlikti eksperimentinių duomenų apie tranzito trukmę ir kaštus statistinę analizę.

3. Sudaryti matematinį modelį, kuriuo remiantis būtų galima apskaičiuoti ir įvertinti numatomas transporto išlaidas nuo tiekėjo sandėlio iki uosto Kinijoje.

Tyrimo metodai. Tyrimas atliktas naudojant statistinę tranzito laikų iš Kinijos uostų (Ningbo, Shanghai, Tianjin) iki Klaipėdos uosto analizę bei koreliacinę ir regresinę sausumos kaštų analizę.

Analizei atlikti pasirinkti trys populiariausi Kinijos uostai, iš kurių žaliavos gabenamos į Klaipėdos uostą. Surinkti pastarųjų penkerių metų faktiniai krovininių tranzito laikai iš kiekvieno Kinijos uosto iki Klaipėdos uosto. Taip pat nustatyti atstumai tarp sandėlių, iš kurių įmonės užsakė žaliavų transportavimą sausumos keliais iki uosto Kinijoje, ir uostų, iš kurių šios žaliavos buvo išplukdytos. Naudoti 2016–2017 metų duomenys.

Rezultatai. Tranzito trukmės duomenys, kuriais remiantis buvo atlikti skaičiavimai, yra iš trijų Kinijos uostų: Ningbo, Shanghai ir Tianjin. Imtis yra pakankamai didelė (3077 atvejai). 1 paveiksle pateikti susisteminti duomenys.



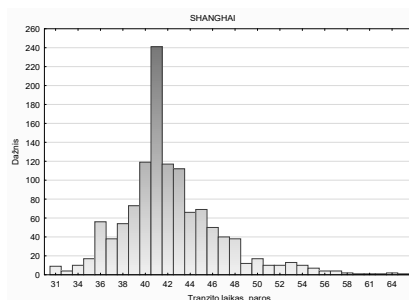
1 pav. Tranzito laikų iš Kinijos uostų iki Klaipėdos uosto sklaida.

Trumpiausia tranzito trukmė buvo 30 dienų, o ilgiausia – 89 dienos. Iš 3077 turimų atvejų, gabenimai iš Ningbo uosto buvo atlikti 1549 kartus, iš Shanghai – 1212 kartų, o iš Tianjin – 316 kartų.

Straipsnyje pateikta daugiau išanalizuota maršruto Shanghai – Klaipėda tranzito trukmė dienomis, patikrinta hipotezė, ar tranzito laikai yra pasiskirstę pagal Gauso normalųjį skirstinį (2 pav.).

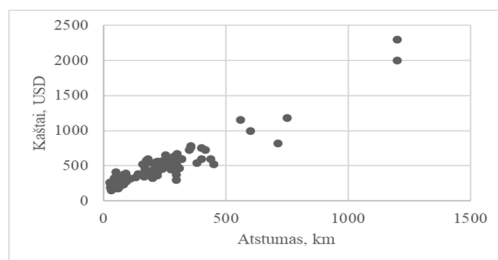
Apskaičiavus Pirsono (Chi-kvadrato) kriterijų $\chi^2=11,3 < \chi^2_{5-0,975}=12,8$ nustatyta, kad tranzito trukmė iš Shanghai uosto į Klaipėdos uostą paklūsta

normaliojo skirstinio dėsnui ir gauta formulė, pagal kurią galima nustatyti tikimybę, kad tranzito trukmė neviršys pasirinktos.



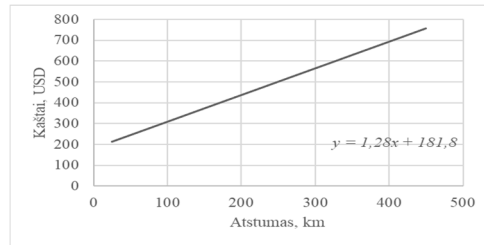
2 pav. Maršruto Shanghai – Klaipėda tranzito laikų histograma.

Viena iš problematiškiausių ir labiausiai gamintojams neišaiškių pervežimo proceso dalių yra žaliavų transportavimas keliais nuo tiekėjo sandėlio iki pakrovimo uosto Kinijoje. Dažnu atveju gamintojams sunku įvertinti išlaidas, kurias jie patirs šioje transporto grandinės dalyje. Todėl patikimas numatomų išlaidų skaičiavimo būdas leistų nepatirti netikėtų nuostolių ir neprarasti gaminamos produkcijos konkurencingumo. 3 paveiksle pateikti pervežimo sausumos keliais kaštai, atsižvelgiant į vežamą atstumą.



3 pav. Pervežimų sausumos keliais Kinijoje nuo žaliavų sandėlių iki uostų kaštų sklaida pagal atstumus.

Atlikta pervežimo sausumos kelių transportu kaštų ir atstumo nuo tiekėjo sandėlio iki pasirinkto pakrovimo uosto koreliacinė analizė parodė, kad tarp kaštų ir atstumo yra stiprus tiesioginis ryšys. Koreliacijos koeficientas lygus 0,96. Atlikta regresinė analizė. 4 paveiksle pateiktas tiesinės regresijos grafikas.



4 pav. Regresijos lygties, aprašančios transportavimo sausuma kaštus, grafikas.

Tiesinės regresijos lygtis labai gerai atitinka turimus eksperimentinius duomenis ($R^2=0,92$). Naudojant šią lygtį galima prognozuoti būsimas transportavimo išlaidas Kinijoje, kai transportavimo atstumas nuo tiekėjo sandėlio iki pakrovimo uosto yra nuo 25 iki 400 km.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Transporto srautai iš Kinijos į Lietuvą sparčiai auga. Tyrime dalyvavusios logistikos įmonės duomenimis pargabentų iš Kinijos krovinių padaugėjo daugiau kaip dvigubai: nuo 1544 TEU (2014 m.) iki 3654 TEU (2017 m.), tačiau įmonėms sunku racionaliai įvertinti žaliavų tiekimo jūrų transportu tranzito trukmės bei transportavimo kaštus sausuma Kinijoje, o tai įvairiais atvejais stabdo gamybos procesą ir verčia patirti nuostolius.

Tranzito iš Shanghai uosto į Klaipėdos uostą trukmė paklūsta normaliojo pasiskirstymo dėsnui. Tikimybė, kad tranzito trukmė neviršys pasirinktosios

gali būti apskaičiuojama pagal formulę $f(x) = \frac{1}{3,76\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-42,19}{3,76}\right)^2} dx$, kur x – tranzito trukmė dienomis.

Pervežimo kaštai nuo tiekėjo Kinijoje iki pasirinkto pakrovimo uosto gali būti aprašyti regresine lygtimi $y = 1,28x + 181,8$ ($R^2 = 0,92$), kur y – pervežimo kaštai, USD, x – atstumas Kinijoje nuo tiekėjo iki uosto, km.

Literatūra

- Crainic T. G., Perboli G., Rosano M. 2017. Simulation of international freight transportation systems: a taxonomy. *European Journal of Operational Research*, Vol. 23, p 1–18.
- Di Febraro A., Sacco N., Saeednia M. 2016. An agent-based framework for cooperative planning of intermodal freight transport chains. *Transportation Research Part C*, Vol. 64, p. 72–85.
- Ishfaq R., Sox C. R. 2012. Design of intermodal logistics networks with hub delays. *European Journal of Operational Research*, Vol. 220, p. 629–641.
- SteadieSeifi M., Dellaert, N. P., Nuijten W., et al. 2014. Multimodal freight transportation planning: A literature review. *European Journal of Operational Research*, vol. 223, p. 1–15.

GEOGRAPHICAL ALLOCATION OF “WINGED FORELAND” ABRASION-ACCUMULATIVE SYSTEMS

Oleksiy Davydov, Ihor Kotovsky

Kherson state university, Kherson, Ukraine
svobodny.polet2012@gmail.com

Introduction. The coastal zone of the World Ocean is a very important link in the *global lithodynamic system*, consisting of difficult developing structures that are subdivided into *abrasion, abrasion-accumulative and accumulative systems* (Зенкович 1962, Шуйский 1986) according to the nature of the substance's direction. Abrasion-accumulative coastal systems are the most difficult. These natural formations are characterized by a significant variety of litho-and morphodynamic conditions, which allows to distinguish different types of coastal systems within them. The “winged forelands” are the most specific types of abrasion-accumulative systems (Зенкович 1962).

The “winged foreland” abrasion-accumulative systems are the least studied natural coastal formations in the World Ocean. The intensification of anthropogenic activities within the coastal zone of the seas and oceans leads to significant changes in the evolution of coastal systems. That is why the insignificant knowledge of the “winged forelands” does not allow rational use of their natural resources.

The definition of “winged forelands”. For the first time the definition of the term “winged foreland” was presented in 1898 in the scientific treatise of the American scientist F. Gulliver “Shoreline Topography”. He singled out the “winged forelands” as complex coastal formations, which included an indigenous section of the coast and two symmetrically located accumulative forms. This author determined the evolutionary position of these systems by describing their occurrence at an early stage of leveling the dissected bay shore (Gulliver 1898).

V.P. Zenkovich, the founder of coastal science, defines “winged forelands” as a kind of abrasion-accumulative systems (Зенкович 1962). In the terminological reference, he cites the following definition for this system: “Winged foreland is a set of eroded indigenous cape and two spits, growing due to the transfer of destruction products on both sides of it. Examples are frequent on drumlin shores. In the native literature, the term has not been spread” (Зенкович 1980).

General characteristics of the largest “winged foreland” coastal systems. The studied abrasion-accumulative systems are most prevalent within the coastal zone of the seas of Eurasia, among which are the Mediterranean,

the Caspian, the Azov, the Black, the Baltic and the North. Within the ocean shores “winged forelands” are found on the Atlantic coast of North America (Fig. 1a).

In most cases the central indigenous section of the coast (“headland”) is distinguished within the limits of these coastal systems. It is composed of bedrock, which is adjoined from opposite sides by two accumulative forms that are interconnected by the alongshore sediment flow. In the morphogenesis and evolution of “winged forelands” periodically alternating wind waves of different directions, wind and tidal fluctuations of sea level, as well as associated coastal currents, are important.

Within the Black Sea “winged forelands” are located exclusively in the northwestern shallow part (Fig. 1c). *The Tendra – Dzharylgach “winged foreland”* is the largest formation of this type. Its total length is about 130 km, of which “headland” is 22 km, the Tendra spit is 65 km, and the Dzharylgach spit is 42 km. The genesis of this formation is associated with the displacement, joining and morphological transformation of the coastal bar. The indigenous section of the coast consists of clay and loamy rocks, and the accumulative forms consist of quartz sand with admixture of shell and detritus (Котовский 1991, Давидов 2018).

The total length of *the Kinburn – Pokrovskaya – Dolgiy “winged foreland”* is about 35 km, of which “headland” is 12 km, the Kinburn Spit is 10 km, the Pokrovskaya Spit is 6 km and the Krugliy and Dolgiy islands are about 7 km. The genesis and evolution of this system is associated with the shift and joining of the coastal bar to the shore cusp of alluvial origin. Within the system there are exclusively sandy rocks of terrigenous and biogenic genesis (Шуйский 1999).

The Budak-Bournas “winged foreland” has a total length of about 55 km, of which the indigenous shore occupies 30 km, the Burnas barrier beach is 6 km, and the Budak barrier beach is 17 km. Genetically, this system is also a sided and transformed shore bar. The geological structure is similar to the Tendra-Dzharylgach coastal system (Зенкович 1960; Шуйский 1989).

The Dolgaya-Kamyshevatskaya is the only one “winged foreland” within the coastal zone of the Azov Sea, located in the eastern part, in the area of the frontal cusp of the Eisk peninsula. The length of the system is about 53 km, of which the “headland” occupies about 30 km, the Dolgaya Spit is 17 km, and the Kamyshevatskaya Spit is 6 km. The indigenous cusp is composed of clay rocks, and the accumulative forms consist of sandy rocks of biogenic origin. The genesis and evolution of the system is associated with the transformation of the coastal bar and the formation of arrow and spit within its termination (Зенкович 1962, Мамыкина 1980).

The Cheleken “winged foreland” is located in the southeastern part of the Caspian Sea within the same peninsula (Fig.1d). The length of the system is about 62 km, of which the “headland” is 25 km, the North Cheleken Spit is 20 km, and the South Cheleken Spit is 17 km. In morphogenetic terms this coastal system is a shifted and transformed coastal bar. The indigenous area is composed of clayey rocks and accumulative forms consist of sandy rocks of biogenic origin (Леонтьев 1977, Курбанов 2011).

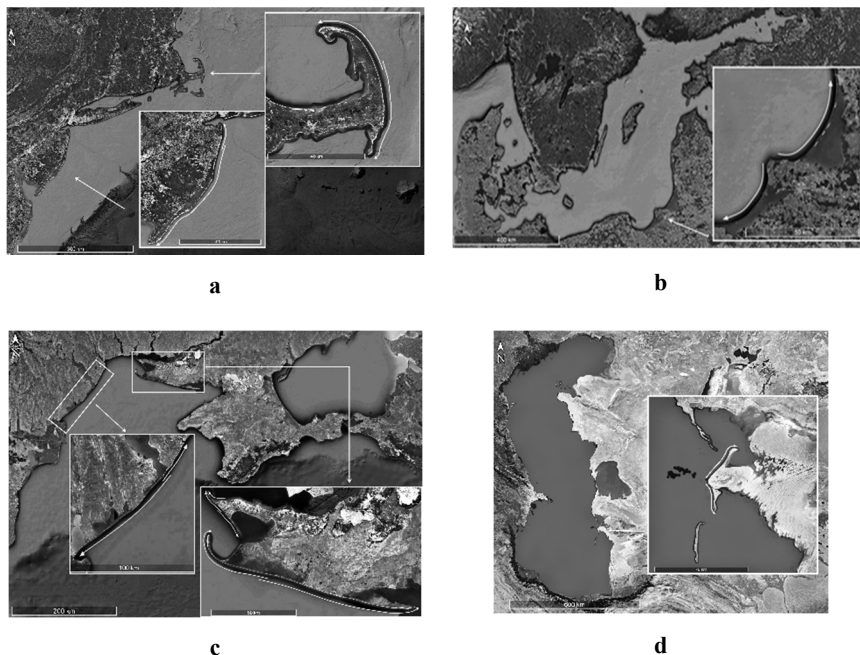


Fig. 1. The geographical location of the largest „winged foreland“ coastal systems: a) the Atlantic coast of North America; b) the area of the Sambian Peninsula; c) the north-western part of the Black Sea; d) the south-eastern part of the Caspian Sea.

The Curonian-Baltic “winged foreland” is located in the south-eastern part of the Baltic Sea (Fig. 1b). Its total length is about 220 km, of which the “headland” occupies about 54 km, the Curonian Spit is 98 km, and the Baltic (Vistula) Spit is 65 km. Genetically this system is represented by coastal bars shifted and attached to the indigenous cusp. The indigenous cusp is composed of glacial rocks, and accumulative forms consist of alluvial and fluvio-glacial sands (Бадюкова 2006, 2011; Žaromskis 2018).

Conclusions. The “winged foreland” abrasion-accumulative systems are transformed coastal bars that have experienced displacement and transformation into various accumulative forms. Activation of anthropogenic activity within these systems leads to their degradation. That is why the study of the reaction of the system to human activity should be a priority.

Literature

- Gulliver F. P. 1898. Shoreline topography//Proceeding of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. 34, p. 151–258.
- Žaromskis R. Gulbinskas S. 2018. Krantodara ir krantotvarka. Klaipėdos Universiteto leidykla. 260 p.
- Бадюкова Е. Н. и др. 2006. Геолого-геоморфологическое строение Куршской косы и некоторые этапы истории ее развития // Геоморфология. № 3. С.37–48.
- Бадюкова Е. Н. и др. 2011. Геолого-геоморфологическое строение Балтийской (Вислинской) косы // Океанология. том 51. № 4. С. 675–682.
- Давидов О. В. та ін. 2018. Особливості еволюції вздовж берегової літодинамічної системи Тендра-Джарилгач в умовах антропогенного перетворення // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки. Вип. 9. Херсон. С.105-110.
- Зенкович В. П. 1960. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Т. II (Северо-западная часть). Москва: Изд-во АН СССР. 286 с.
- Зенкович В. П. 1962. Основы учения о развитии морских берегов. Москва: Изд-во АН СССР. 710 с.
- Котовский И. Н. 1991. Морфология и динамика берегов Чорного моря в пределах Херсонской области УССР. / Автореферат дисс. на соиск. ученой степени канд. геогр. наук. по спец. 11.00.04. Геоморфология и палеогеография. Киев: Инст. географии АН Украины. 19 с.
- Курбанов Р. Н. 2011. Береговые процессы на полуострове Челекен // Проблемы освоения пустынь. Т. 1., № 2. С. 17–20.
- Леонтьев О. К. и др. 1977. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря. Москва: МГУ. 208 с.
- Мамыкина В. А. 1980. Береговая зона Азовского моря. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та. 174 с.
- Морская геоморфология: Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / науч.ред. В.П.Зенкович. Москва: Мысль, 1980. – 280 с.
- Шуйский Ю. Д. 1986. Проблема исследования баланса наносов в береговой зоне морей. Ленинград: Гидрометиздат. 240 с.
- Шуйский Ю. Д., Выхованец Г.В. 1989.Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-западной части Черного моря. Москва: Недра. 198 с.
- Шуйский Ю. Д. 1999. Распределение наносов вдоль морского края Кинбурнского полуострова (Черное море) // Доклады НАН Украины. № 8. – С. 119–123.

PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS NEŠMENŲ PERNAŠOS VERTINIMAS REMIANTIS DUGNO NUOSĖDŲ GRŪDELIŲ DYDŽIO PASISKIRSTYMO RODIKLIŲ ANALIZE

**Aira Dubikaltienė¹, Donatas Pupienis^{1,2}, Dovilė Karlonienė¹,
Viktoras Karaliūnas², Veronika Vilčinskā¹**

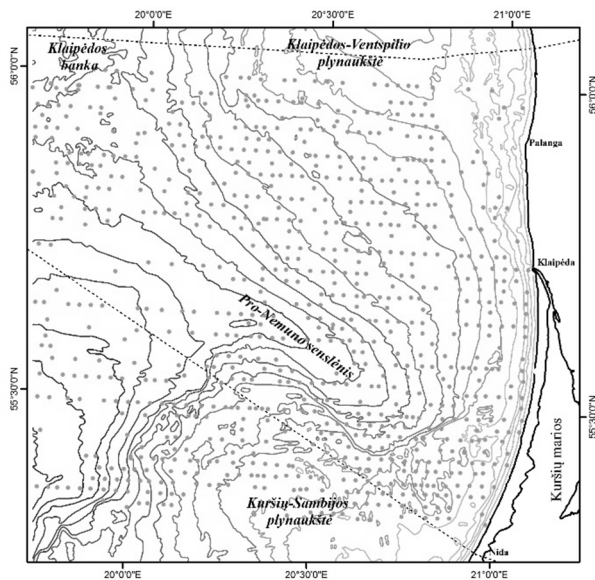
¹ Vilniaus universitetas, Vilnius, ² Gamtos tyrimų centras, Vilnius
aira.dubikaltienė@chgf.vu.lt

Įvadas. Nešmenų pernašos krypties vertinimas vandenynuose ir jūrose yra problematiškas, nes ne visur ir visada galima atlikti natūrinius matavimus bei tyrimus. Todėl litodinaminiai procesai dažnai yra analizuojami remiantis įvairiais netiesioginiais metodais, pavyzdžiui, nuosėdų grūdelių dydžio statistinių parametrų ananlize ir interpretacija. Ankstesniuose tyrimuose (Žilinskas, Jarmalavičius, 2006; Žaromskis, Gulbinskas, 2010; Žilinskas ir kt., 2018) nešmenų pernašos kryptis dažniausiai buvo nustatoma remiantis vidurkinio grūdelių dydžiu ir rūšiuotumu. Tačiau nešmenų pernašos tyrimai parodė, kad ne visada galima remtis tik dviejų grūdelių dydžio statistinių rodiklių analize, kadangi priklausomai nuo sedimentacinės aplinkos grūdeliai gali arba stambėti arba smulkėti nešmenų pernašos kryptimi. P. McLaren (1981) nešmenų pernašos krypties ir akumuliacinių sąlygų nustatymui pasiūlė taikyti tris pagrindinius grūdelių dydžio statistinius rodiklius: vidurkinį grūdelių dydį (M), rūšiuotumą (So) ir asimetriją (Sk). P. McLaren (1981) bei P. McLaren ir D. Bowles (1985) pasiūlė du galimus statistinių rodiklių kaitos modelius: pirma – nuosėdų grūdeliai smulkėja, yra geriau išrūšiuojami, o asimetrija – labiau neigiama pernašos kryptimi, antra – grūdeliai stambėja, yra blogiau išrūšiuojami, o asimetrija yra labiau teigiama nešmenų pernašos kryptimi. Tačiau siekiant gauti patikimesnius litodinaminių procesų interpretacijos rezultatus, rekomenduojama taikyti abu galimus modelius priklausomai nuo dalelių dydžio.

Darbo tikslas yra įvertinti Pietryčių Baltijos jūros priedugnėje vyraujančias nešmenų pernašos kryptis, remiantis dugno nuosėdų grūdelių dydžio statistiniais rodikliais, taikant 2-D nešmenų pernašos modelį (Gao, Collins, 1992; Gao, 1996).

Metodai ir tyrimų rajonas. Darbe analizuojama Pietryčių Baltijos jūros akvatorija, apimanti Lietuvos ir dalį Rusijos išskirtinės ekonominės zonos. Šiaurinė tirtos akvatorijos riba Baltijoje kerta Klaipėdos-Ventspilio plynaukštę ir tęsiasi per Klaipėdos banką, kuri išsiskiria reljefo dugno paaukštėjimu.

Pietinėje dalyje riba eina Kuršių-Sambijos plynaukšte. Vakarų kryptimi tiriamoji akvatorija laipsniškai gilėja, pereidama į Gotlando įdaubos šlaitą. Taigi, morfologiškai tiriamojo rajono šiaurėje ir pietuose plyti palyginti seklios moreninės povandeninės plynaukštės, tarp kurių nuo kranto VSV kryptimi Gdanskio įdaubos link tęsiasi gerai išreikštas Nemuno senslėnis. Vidutinės tiriamos akvatorijos gylis siekia apie 58 m, o maksimalus 118 m (1 pav.).

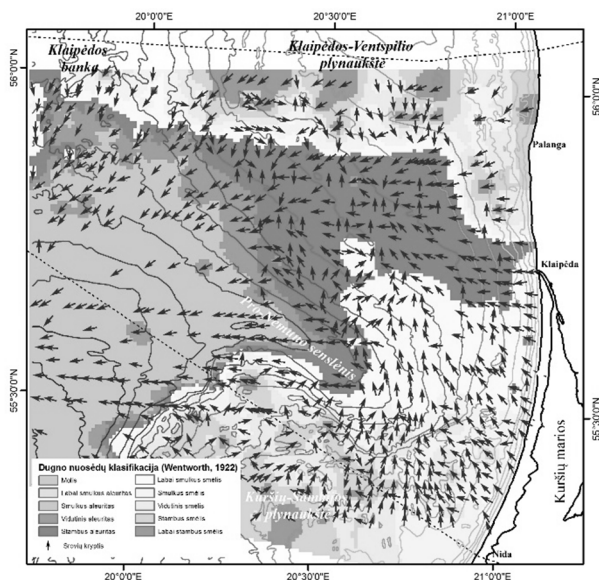


1 pav. Tyrimų rajonas ir dugno nuosėdų paėmimo vietos (Dugno nuosėdų ėmimo vietos pažymėtos taškais, punktyrinė linija žymi išskirtinės ekonominės zonos ribas.

Žemėlapyje izobatos išvestos kas 5 m).

Darbe analizuojami Baltijos jūros dugno nuosėdų granulimetriniai duomenys buvo paimti iš Lietuvos Geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos archyvo (Шименас, 1989). Darbe iš viso išanalizuoti 1178 dugno nuosėdų mėginiai. Dugno nuosėdų statistiniai grūdelių dydžio pasiskirstymo rodikliai buvo apskaičiuoti momentų metodu naudojant GRADISTAT 8.0 programą (Blott, Pye, 2001). Baltijos jūros dugno nuosėdos buvo suklasifikuotos pagal C. Wentworth (1922) pasiūlytą granulimetrinę nuosėdų klasifikaciją. Nešmenų pernašos vektoriai tiriamoje akvatorijoje apskaičiuoti naudojant granulimetrinės analizės statistinius (vidurkinis grūdelių dydis (M), rūšiutumas (So) ir asimetriją (Sk) rodiklius, taikant geografinės informacinės programos QGIS Desktop 3.4.4 modulį GSTA.

Rezultatai ir jų aptarimas. Atlikus granulimetrinę dugno nuosėdų analizę ir atlikus jų klasifikaciją (2 pav.) nustatyta, kad tyrimų rajone vyrauja, smėlis (61,2 %) ir dumblas (38,8 %). Nemažiau svarbus granulimetrinės analizės statistinis parametras yra dalelių rūšiūtumas, kuris parodo grūdelių tendenciją telktis vienoje frakcijoje, diferenciacijos metu. Be to rūšiūtumas parodo mėginio homogeniškumą, kuris priklauso nuo grūdelių pernašos ir akumuliacijos sąlygų (McLaren, 1981). Gerai rūšiūtos nuosėdos (48,4 %) pagrindu vyrauja iki 40 m gylio izobatos. Praščiausiai išrūšiūtos nuosėdos (33,7 %) akumuliuojasi už 80 m gylio izobatos. Vidutiniškai išrūšiūtos nuosėdos sudaro 17,9 % ir dažniausiai aptinkamos tarp 40 ir 80 m gylio izobatu.



2 pav. Dugno nuosėdų pasiskirstymas ir apskaičiuoti nešmenų pernašos vektoriai.

Atlikus nešmenų pernašos vektorių analizę nustatyta, kad iki 40 m gylio izobatos vyraujantis nešmenų srautai yra nukreipti šiaurės vakarų (25,0 %), šiaurės (24,3 %) ir vakarų (21,5 %) kryptimis (2 pav.). Tuo tarpu tarp 40 ir 80 m gylio izobatų nešmenys yra pernešami vakarų (19,1 %), šiaurės vakarų (17,7 %) ir pietvakarių kryptimis (17,1 %). Už 80 m gylio izobatos pagrindiniai nešmenų srautai yra nukreipti pietryčių (24,0 %), šiaurės vakarų (17,7 %) ir vakarų (14,1 %) kryptimis. Gauti tyrimu rezultatai parodė, kad apskaičiuoti

nešmenų pernašos vektoriai neblogai sutampa su jau anksčiau nustatytais srovių ir nešmenų pernašos kryptimis (Žaromskis, Pupienis, 2003; Pupienis, Jankowski, 2006). Apibendrinant galima teigti, kad daugiausia nešmenų pernašos vektoriai nuo kranto, Klaipėdos-Ventspilio ir Kuršių-Sambijos plynaukštės yra nukreipti Baltijos jūros dugno nuolydžio kryptimi, t. y. link Pro-Nemuno senslėnio ir Gdanskio įdaubos.

Išvados. Pasiūlytą nešmenų pernašos analizės metodą galima taikyti Baltijos jūros litodinaminuose tyrimuose, tačiau siekiant patikimo rezultato rekomenduotina gautus rezultatus tikrinti ir analizuoti su skaitinio hidrolitodinaminio modelio bei natūrinių matavimų rezultatais.

Literatūra

- Blott S. J., Pye K. 2001. Gradstat: grain size distribution ant statistics package for the analysis of unconsolidated sediment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237–1248.
- Gao S., Collins M. 1992. Net Sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of transport vectors. *Sedimentary Geology*, 81(1/2), 47–60.
- Gao S. 1996. A fortran program for grain size trend analysis to define net sediment transport pathways. *Computers & Geosciences*, 22(4), 449–452.
- McLaren P. A., Bowles D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(4), 457–470.
- McLaren P. A. 1981. Interpretation of trends in grain-size measurements. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51, 611–624.
- Pupienis D., Jankowski A. 2006. Modelling of sediment transport in the dumps in the Lithuanian offshore. 9th Marine Geological Conference. Latvia, Jūrmala, 2006 08 27- 09 03. p. 79–81.
- Wentworth C. K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5), 377–392.
- Žaromskis R., Pupienis D. 2003. Srovių greičio ypatumai skirtingose Pietryčių Baltijos hidrodinaminėse zonose. *Geografija*, 1, 16–23.
- Žaromskis R., Gulbinskas S. 2010. Main patterns of coastal zone development of the Curonian Spit, Lithuania. *Baltica*, 23(2), 149–156.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D. 2006. Interrelation of morphometric parameters of the submarine shore slope of the Curonian Spit, Lithuania. *Baltica*, 20(1–2), 46–52.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2018. The influence of natural and anthropogenic factors on grain size distribution along the southeastern Baltic spits. *Geological Quarterly*, 62(2), 375–384.
- Шименас А. 1989. Геологическое строение дна Балтийского моря. Отчет о результатах геологической съемки масштаба 1:200000 советской части шельфа Балтийского моря, прилегающего к территории Литовской ССР, на листах N-34-II, N-34-III, N-34-IV в 1986–1989 г.г. ГАРГЖДАЙ.

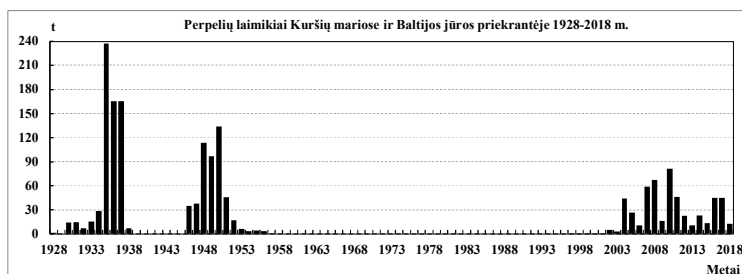
PERPELĖS LIETUVOJE: PRAEITIS, DABARTIS, O ATEITIS?

Jelena Fedotova, Žilvinas Kregždys

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

jelena.fedotova@apc.ku.lt

Įvadas. Perpelė – praeivė, silkinių šeimos žuvis. XIX a. pabaigoje bei XX a. pradžioje perpelė buvo viena iš pagrindinių verslinių silkinių žuvų rūšių Baltijos jūros baseine. Didžiausi perpelių sugavimai pietiniame Baltijos regione buvo stebimi 1898 m. – 324,5 t, 1918 m. – 440,6 t. Pokario metais perpelių sugavimai Kuršių mariose ir Baltijos jūroje labai sumažėjo, pvz.: 1950 m. pagauta 133,7 t, 1955 m. – 6,2 t., 1956 m. – 0,4 t, o nuo 1957 m. oficiali perpelių sugavimų statistika nebuvo rodoma (1 pav.). Tik moksliniuose eksperimentiniuose sugavimuose buvo stebimos pavienės perpelės. Taigi ši, anksčiau buvusi labai gausi žuvis, ilgam laikui beveik išnyko mūsų vandenyse. Šią žuvį įrašė į Tarptautinę raudonąją knygą, kaip nykstančią rūšį ir jos gaudymas buvo uždraustas ištisus metus.



1 pav. Perpelių laimikiai tonomis Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje 1928–2018 metais

XX a. pabaigoje perpelės vėl atsiranda žvejų laimikiuose. Lietuvos mokslininkų dėka pavyko sumažinti perpelių retumo kategoriją Lietuvos raudonoje knygoje. 1998 m. šios rūšies kategorija nuo 1-os sumažinta iki 3-ios, o nuo 2003 m. – iki 5-os ir tapo atsistatančia rūšimi. Didžiausi šiulaikiniai perpelių sugavimai Lietuvos vandenyse stebėti 2011 m., kuomet siekė 46,4 t.

Mūsų nuomone, šiuo metu nepakanka žinių apie dabartinę Kuršių marių perpelių būklę, nors dėl neseniai atliktų Rusijos ir Lietuvos mokslininkų darbų, šios spragos gali būti užpildytos. Tačiau taip vadinamajame „jūriniame“ laikotarpyje vis dar daug baltų dėmių šios rūšies biologijoje.

Darbo tikslas. Daugiametė duomenų analizė iš priekrantės tinkluose sugauto laimikio. Lietuvos išskirtinės ekonominės zonos (LIEZ) mokslinių tralavimų duomenų analizė. Perpelių sezoninio pasiskirstymo požymių nustatymas LIEZ.

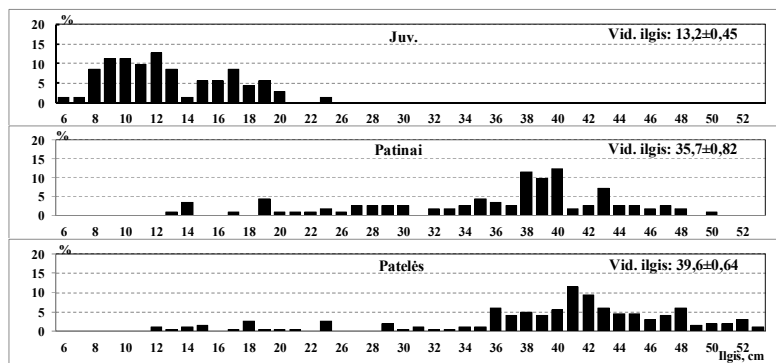
Tyrimų metodika. Tyrimų duomenys 1995–2018 metais buvo gauti iš mokslinių-verslinių tralavimų atviroje jūroje ir tinklų, kuriais gaudyta priekrantės akvatorijoje. Tyrimų laikotarpiu buvo ištirta daugiau kaip 600 perpelių. Visoje Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje buvo atliekami mailiaus tyrimai, įvertinant perpelių jaunikių gausumą, biomasę ir jų išteklių būklę. Žuvų amžius nustatomas pagal otolitus, naudojantis patvirtintomis metodikomis (Grygiel et al., 2001), o lytis ir brandos stadijos – vadovaujantis praktiniu vadovu (Алексеев и др., 1996). Priklausomybė tarp žuvų ilgio ir masės buvo išreikšta pagal formulę (Ricker, 1975): $W = aL^b$, kur W – žuvies kūno svoris, g; L – kūno ilgis, cm; a bei b – koeficientai. Koreliacijos koeficientas skyrėsi nežymiai tarp patelių ir patinų. Svorio priklausomybė nuo ilgio yra raktas masiniuose žuvų matavimuose, nustatant individų ilgių struktūrą. Perpelių augimo parametrai apskaičiuojami naudojant Bertalanfio lygtis: $L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$ (ilgiui) ir $W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$ (masei), kur L_∞ ir W_∞ perpelių augimo ilgio ir masės teorinė riba (Hohendorf, 1966; Beverton et al., 1957; Ricker, 1975).

Tyrimų rezultatai ir aptarimas. Monitoringo taškų laimikių analizė iš tinklų parodė, kad prie Lietuvos krantų pirmi perpelių subrendę individai atplaukia kovo mėnesio pabaigoje–balandžio pradžioje. Lietuvos priekrantėje daugiausiai plaukiančių neršti perpelių aptinkama balandžio pabaigoje. Tuo metu žuvis koncentruojasi negiliai, laukdamos vandens temperatūros didėjimo ($>4^\circ\text{C}$), kad pradėti masinę migraciją į neršto vietas. Remiantis Lietuvos mokslininkų duomenimis, perpelės atplaukia į neršto vietas trimis etapais: dauguma jų čia aptinkama gegužės mėnesį, vėliau – birželio mėnesį, o galiausiai, paskutiniai individai neršto vietose pasirodo liepos mėnesį. Tuo metu, visoje Lietuvos priekrantėje, perpelės aktyviai gaudomos tinklais. Per paskutinius 15 metų laimikių analizė parodė, kad priekrantėje didžiausi sugavimai buvo balandžio (>16 tonų) ir gegužės (>12 tonų) mėnesiais. Nedidelė žuvų dalis (6 % ir 3 %) pakliūna į tinklų laimikius birželio ir liepos mėnesiais, kadangi perpelės plaukia neršti ne vienu metu. Priekrantės laimikiuose liepos mėnesio pradžioje pakliūna pirmi individai, kurie po neršto išplaukia maitintis į atvirą jūrą. Pavienės perpelės į žvejų laimikius kartais pakliūna ir rugpjūčio mėnesį.

Perpelių mailiaus atsiganymas vyksta priekrantės seklumose, rudenio žuvis migruoja į 40–60 m gylio vandenį, kur intensyviai maitinasi ir

susimaišo su strimelių būriais. Gausumo ir biomasės skaičiavimai, remiantis tralų sugavimais, rodo, jog per 2001–2003 metų laikotarpį, perpelė bendras gausumas siekė 3,4 milijonus individų, o bendra biomasė – 84 tonas.

Moksliniuose-eksperimentiniuose tinkluose per visą sezoną pakliūdavo įvairių ilgių grupių perpelė individų. Laimikiuose vyravo patelės, kurios sudarė 52,2 % nuo visų sugavimų. Patelė ilgių struktūra varijavo 12–52 cm diapazone. 36 cm ir didesnės patelės buvo lytiškai subrendusios ir jos sudarė 43,1 % nuo bendro perpelė laimikio. Patinai sugauti mažesni ir jų ilgiai svyravo nuo 13 iki 48 cm. Subrendę patinai sudarė 29,4 % nuo viso bendro laimikio. Perpelė jaunikliai pakliuvo į tinklus antrame metų pusmetyje: 6–13 cm jauniklių šiųmetukai ir metinukai, kurių ilgiai buvo nuo 14 iki 20–24 cm (2 pav.).



2 pav. Perpelė ilgių struktūra monitoringo stotyse 1995–2018 metais.

Skirtingais metais ir atskirais metų sezonais tralavimų ir tinklų laimikiuose pakliuvusių individų amžius skyrėsi bei svyravo nuo 0 iki 9 metų. Perpelė vidutinis amžius tinklų laimikiuose – 4,3 metai. 1999 ir 2001 metais buvo sugauta daugiausiai perpelė jauniklių per visą tyrimų laikotarpį. Perpelės lytiškai subręsta trijų metų amžiaus. Trečiais – ketvirtais gyvenimo metais perpelė patinų sugaunama daugiau negu patelių, atitinkamai tris ir du kartus, o penktais – šeštais metais patelės ima vyrauti prieš patinus pusantro–du kartus.

Perpelė populiacijos atsistatymas pietrytinėje Baltijos jūros dalyje prasidėjo nuo Kuršių marių, kuriose susidarė palankios sąlygos nerštui. Pradėjus atsigauti perpelė populiacijai, pasirodė, jog dabartiniai teisiniai žvejybos reglamentai nebuvo paruošti išsaugoti atsistatančią šių žuvų struktūrą Kuršių mariose bei Baltijos jūros priekrantėje. Nebuvo paruoštas priemonių rinkinys, kuris leistų šiai rūšiai laisvai patekti ir pasitraukti iš nerštaviečių.

Buvo užmiršti perpelų panaudojimo maistui (daug smulkių kaulų) būdai bei saugojimo technologija (greitai genda), o tai neigiamai veikia žvejų norą gaudyti ir realizuoti šią rūšį.

Išvados. Išnagrinėjus 18-os metų mailiaus ir tralavimų tyrimų duomenis, nustatyti pagrindiniai perpelų biologiniai parametrai LIEZ priekrantėje, taip pat ištirtas šių žuvų jauniklių pasiskirstymas įvairiuose Baltijos jūros gyliuose skirtingais metų laikais. LIEZ perpelų populiacija pagal ilgio didėjimo rodiklius artima tai pačiai žuvų rūšiai Anglijos ir Prancūzijos upėse. Įvykus pirmam nerštui, šios populiacijos individai neršia kasmet. Maksimaliai perpelės neršia iki 5 kartų, būdamos 7-erių metų amžiaus. Mūsų nuomone, nerštinės bandos vidutinio amžiaus didėjimas nuo 2,1 metų (2005–2009 m.) iki 5,7 metų (dabartinis laikotarpis) rodo, jog perpelų kohorta sensta. Tai reiškia, kad paskutiniaisiais metais žuvų būrio papildymas jaunais individais buvo nedidelis ir manoma, kad artimiausių metų laimikiai toliau mažės. Mailiaus tyrimų duomenys patvirtina mūsų prielaidą. Vykdam tralavimus Lietuvos priekrantės sėkliuose, praktiškai nuo 2007 metų nepagaunami perpelų jaunikliai. Viena iš šio reiškinio priežasčių gali būti natūralus perpelų individų skaičiaus svyravimas.

Perpelų populiacijos atsigavimas iškėlė nemažai biologinių bei teisinių problemų, kurių sprendimas gali paveikti šios rūšies būrio atsistatymą pietryčių Baltijos jūros regione.

Literatūra

- Beverton R. J. H., Holt, S. J. 1957. On the Dynamics of Exploited Fish Populations. U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest. Ser. 2, 19, pp. 533.
- Grygiel W., Aro E., Degel H., et al. 2001. Manual for sampling of the Baltic Sea commercial fisheries. EU project 98/024. pp. 26.
- Hohendorf K. Eine Discussion der Bertalanffy. 1966. Functionen und ihre anwendung zur Charakterisierung des Waskturns von Fischen // Kieler Meer. Forch. – 22, №1. - P. 70–97.
- Ricker W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191, 382–391.
- Алексеев Ф. Е. 1996. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб: метод. пособие / Ф.Е. Алексеев, Е.И. Алексеева; АлантНИРО. – Калининград, 1996. – 73с.

VANDENS PAUKŠČIŲ EKSKREMENTŲ POVEIKIS MAISTINGŲJŲ MEDŽIAGŲ IR FITOPLANKTONO KAITAI KURŠIŲ MARIOSE

**Iveta Gečaitė¹, Jolita Petkuvienė¹, Diana Vaičiūtė¹,
Marko Bartoli^{1,2}**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Parmos
universitetas, Parma
iveta.gecaite@apc.ku.lt

Įvadas. Lietuvoje pagal hidrochemines ir biologines savybes Kuršių marios yra priskiriamos labai eutrofikuotiems vandens telkiniams. Tai sąlygoja padidėjusios maistingųjų medžiagų koncentracijos, kurios yra atnešamos į Kuršių marias su Nemuno vandenimis, į kuriuos patenka iš žemės ūkio, nuotekų valyklų. Eutrofikacijos požymis yra nuolat vykstantis fitoplanktono „žydėjimas“. Kuršių mariose vasarą chlorofilo *a* – dumblių pigmentų – koncentracija gali siekti daugiau nei 500 µg l⁻¹ (Bresciani et al., 2014). Susidariusi negyva organinė medžiaga nusėda į dugną ir skatina maistingųjų medžiagų išsiskyrimą iš nuosėdų. Tai sukelia antrinę taršą, kuri taip pat prisideda prie eutrofikacijos proceso Kuršių mariose (Corell, 1996, Vybernaitė-Lubienė et al., 2017). Iš fitoplanktono rūšių vasarą dominuoja melsvabakterės, kurios geba fiksuoti atmosferinį azotą. Jų intensyvus vystymasis mariose vasaros metu yra limituojamas fosforo (P) (Pilkaitytė, 2007). Norint sumažinti šių dumblių „žydėjimą“ yra svarbu nustatyti visus galimus fosforo šaltinius Kuršių mariose. Iki šiol nėra atlikta tyrimų, kaip maistingųjų medžiagų kiekis mariose kinta dėl vandens paukščių – vieno iš svarbiausių vandens ekosistemos komponentų – veiklos. Todėl tikslas – eksperimentiškai įvertinti maistingųjų medžiagų ir fitoplanktono kaitą Kuršių marių vandenyje dėl vandens paukščių (kormoranų ir gulbių) veiklos.

Metodai. Paukščių ekskrementai buvo renkami skirtingais sezonais. Rudenį (lapkričio mėn.) ir pavasarį (gegužės mėn.) surinkti paukščių ekskrementai buvo naudojami siekiant eksperimentiškai nustatyti ištirpusio neorganinio fosforo (DIP) išsiskyrimo greičius iš paukščių ekskrementų, taikant kolorimetrinį metodą ir matuojant spektrofotometru prie 880 nm bangų. Vasaros (rugpjūčio mėn.) sezono metu surinkti paukščių ekskrementai buvo skirti eksperimentiškai įvertinti maistingųjų medžiagų poveikį fitoplanktono bendrijoms iš paukščių ekskrementų. Maistingosios medžiagos (DIN, DIP, Si) buvo analizuojamos naudojant nepertraukiamo srauto maistingųjų medžiagų analizatorių (San++, Skalar, sensitivity 0,3 µM). Bendro chlorofilo ir atskirų fitoplanktono grupių chlorofilo *a* koncentracijos buvo matuojamos naudojant

fluorimetra FlouroProbe II. Buvo manipuliuojamos skirtingos DIP koncentracijos (SL – mėginiai su maža gulbių, CL – mėginiai su maža kormoranų ekskrementų koncentracija, kur $L = 0,25 \mu\text{M}$, SH – mėginiai su didesne gulbių, CH – mėginiai su didesne kormoranų ekskrementų koncentracija, kur $H = 2,5 \mu\text{M}$).

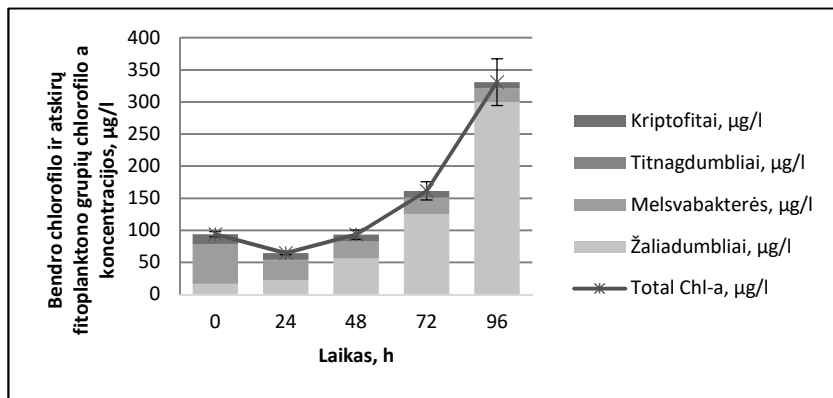
Rezultatai ir rezultatų aptarimas. Vandens paukščiai kaip svarbus ekosistemos elementas savo veikla gali keisti telkinių vandens kokybę. Apskaičiuota, kad mažuose ežeruose vandens paukščiai vien tik iš savo ekskrementų gali išskirti apie 50–69 % anglies, 27–40 % azoto, 70–75 % viso fosforo kiekio, palyginti su visais išoriniais maistingųjų medžiagų kiekiais ežeruose (Manny et al., 1994; Post et al., 1998; Boros et al., 2008). Vidutiniškai jie gali įnešti 0,6–11 ir 0,19–4,6 g individas/ dieną N ir P atitinkamai, tai priklauso nuo paukščių ekologijos (Boros et al., 2008; Gwiazda et al., 2014 m.).

Ištirpusio neorganinio fosforo (DIP) išsiskyrimo eksperimentas parodė, kad kormoranų ir gulbių ekskrementai gali turėti įtakos Kuršių marių maistingųjų medžiagų koncentracijų kaitai. Padidėjus gulbių ar kormoranų ekskrementų vandenyje nuo 3 iki 30 kartų, atitinkamai, padidėja DIP koncentracija. Didžiausi DIP išsiskyrimo greičiai yra tik įdėjus paukščių ekskrementų, t. y. nuo 5 min iki 60 min, kurie palaipsniui ima mažėti, nes ekskrementai tirpsta vandenyje, todėl nuo 1440 min mėginiuose su gulbių ekskrementais, bei nuo 5760 min mėginiuose su kormoranų ekskrementais yra stebima DIP asimiliacija. DIP išsiskyrimo greičiai mėginiuose su kormoranų ekskrementais yra nuo 2 iki 10 kartų didesni nei mėginiuose su gulbių ekskrementais. Tokį skirtumą tarp mėginių su gulbių ir kormoranų ekskrementais galėjo nulemti šių paukščių skirtinga mityba (Altena et al., 2016). Kadangi gulbės yra žolėdės, o kormoranai minta žuvimis, tai sąlygoja skirtingą ekskrementų kiekio išskyrimą ir jame esančių maistingųjų medžiagų koncentraciją. Paukščiai, kurie minta gyvūniniu maistu (pvz. kormoranai) turi didesnę virškinimo energetinę vertę ir didesnę baltymų kiekį, todėl jie savo ekskrementuose turi daug daugiau maistingųjų medžiagų (ypač N ir P) nei augaliniu maistu besimaitinantys paukščiai (pvz. gulbės), ir tai gali sąlygoti didesnes DIP koncentracijas mėginiuose su kormoranų ekskrementais (Steffen et al., 2007).

Vasaros sezono metu atlikti tyrimai parodė, kad kormoranų ekskrementai yra gausūs fosforu, tačiau santykinai mažiau turintys azoto, todėl mėginiuose, kur buvo pridėta kormoranų ekskrementų, buvo nustatytas $< 5 \text{ DIN:DIP}$ santykis. Tuo tarpu žolėdžių gulbių ekskrementai turi nedaug fosforo ir kiek daugiau azoto junginių, todėl šie paukščiai savo veikla padidino DIN:DIP santykį vandenyje iki 31. Yra žinoma, kad stochiometrinio santykio kitimas

nulemia skirtingą fitoplanktono rūšių pasiskirstymą, t. y. > 5 DIN:DIP santykis stimuliuoja žaliadumblius, o < 5 DIN:DIP santykis skatina azotą fiksuojančių melsvabakterių vystymąsi (Noges et al., 2008).

Eksperimento metu buvo nustatytas žaliadumblų vystymasis ir CH mėginiuose, kuriuose DIN:DIP santykis viso eksperimento metu buvo < 5 (1 pav.).



1 pav. Bendro chlorofilo ir atskirų fitoplanktono grupių chlorofilo a koncentracijų kaita mėginiuose su didesne kormoranų ekskrementų koncentracija.

Melsvabakterių gausumas viso eksperimento eigoje, visuose mėginių tipuose mažėjo. Didžiausias jų gausumas buvo užfiksuotos CL ir CH mėginiuose vos tik įdėjus kormoranų ekskrementų. Tai parodo, kad melsvabakterės galėjo būti pridėtos kartu su kormoranų ekskrementais. Lėčiausiai melsvabakterių gausumas mažėjo CH mėginiuose, tikėtina, dėl pakankamo neorganinio fosforo koncentracijos bendrijai palaikyti. Kituose mėginiuose melsvabakterių gausumas mažėjo dėl konkurencijos su žaliadumbliais, kurie vystėsi intensyviau nei melsvabakterės dėl tinkamesnių jiems sąlygų – organinės medžiagos buvimo, DIN:DIP didesnio santykio (C, SL, SH).

Išvados

- 1) Eksperimentiškai įvertinus ištirpusio neorganinio fosforo (DIP) išsiskyrimo greitį vandenyje iš gulbių ir kormoranų ekskrementų, buvo nustatyta, kad didžiausi DIP išsiskyrimo greičiai stebimi nuo 5 min iki 60 min ekskrementams patekus į vandenį. Vėliau DIP išsiskyrimo greitis palaipsniui mažėjo, o nuo 1440 min mėginiuose su gulbių, nuo 5760 min mėginiuose su kormoranų ekskrementais buvo nustatyta DIP asimiliacija.

- 2) DIP išsiskyrimo greitis iš kormoranų ekskrementų buvo nuo 2 iki 10 kartų didesnis nei iš gulbių ekskrementų.
- 3) Daugiausiai neorganinių maistingųjų medžiagų (ištirpusio neorganinio azoto, ištirpusio neorganinio fosforo) į Kuršių marias įnešama su kormoranų ekskrementais. Eksperimentiškai nustatyta, kad tiek su kormoranų, tiek su gulbių ekskrementais patekusios maistingosios medžiagos lėmė intensyvių žaliadumblių vystymąsi. Visais atvejais melsvabakterių kiekis mažėjo, tačiau mėginiuose, kuriuose kormoranų ekskrementų buvo daugiausiai, melsvabakterių kiekis kito lėčiausiai (po 96 val. buvo 3 kartus didesnis nei kitais atvejais).

Literatūra

- Altena van. C., Bakker E. S., Kuiper J. J., et al. 2016. The impact of bird herbivory on macrophytes and the resilience of the clear-water state in shallow lakes: a model study. *Hydrobiologia*, 777 (1), p. 197–207.
- Boros E., Nagy T., Pigniczki C., et al. 2008. The effect of aquatic birds on the nutrient load and water quality of soda pans in Hungary. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 54(1), p. 207–224.
- Bresciani M., Bolpagni R., Laini A., et al. 2014. Remote sensing of phytoplankton-macrophyte coexistence in shallow hypereutrophic fluvial lakes. *Hydrobiologia*, 737(1), p. 67–76.
- Correll D. L. 1996. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: a review. *Journal of environmental quality*, 27(2), p. 261–266.
- Gwiazda A., Sękala A., Monica Z., et al. 2014. Integrated approach to the designing process of complex technical systems. In Grant G. E., Pigniczki C. (ed.). *Advanced Materials Research*. Trans Tech Publications: p. 1023–1027.
- Klimaszyk P., Brzeg A., Rzymiski P., et al. 2015. Black spots for aquatic and terrestrial ecosystems: impact of a perennial cormorant colony on the environment. *Science of the Total Environment*, 3(517), p. 222–231.
- Manny B. A., Johnson W. C., Wetzel R. G. 1994. Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality. In: Olson M. (ed.). *Aquatic Birds in the Trophic Web of Lakes*. Springer, Dordrecht: 121–132.
- Noges T., Laugaste R., Noges P., et al. 2008. Critical N: P ratio for cyanobacteria and N₂-fixing species in the large shallow temperate lakes Peipsi and Vortsjärvi, North-East Europe. *Hydrobiologia*, 599(1), p. 77–86.
- Pilkaitytė R. 2007. Spring-summer transition in the Curonian lagoon (SE Baltic Sea) phytoplankton community. *Transitional waters bulletin*, 1 (1), p. 39–47.
- Post D. A., Jones J. A., Grant G. E. 1998. An improved methodology for predicting the daily hydrologic response of ungauged catchments. *Environmental modelling and software*, 13(3–4), p. 395–403.
- Steffen W., Crutzen P. J., McNeill J. R. 2007. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, vol. 8, p. 614–621.
- Vybernaite-Lubiene I., Zilius M., Giordani G., et al. 2017. Effect of algal blooms on retention of N, Si and P in Europe's largest coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 194, p. 217–228.

ŠIKŠNOSPARNIAI KURŠIŲ NERIJOS NACIONALINIO PARKO TERITORIJOJE

**Gediminas Gražulevičius, Zita Rasuolė Gasiūnaitė,
Julius Morkūnas**

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
gediminas.grazulevicius@apc.ku.lt

Ivadas. Kuršių nerija yra unikali teritorija, kurioje šikšnosparniai sutinkami tiek veisimosi, tiek migracijos metu. Nerijoje dominuoja sumedėjusi augmenija su atvirų plotų tarpais, o neriją iš abiejų pusių supantis vanduo sudaro puikias mitybines sąlygas šikšnosparniams. Detalaus tyrimo Kuršių nerijos nacionalinio parko (KNNP) teritorijoje metu 2018 metais buvo įvertinta šikšnosparnių rūšinė sudėtis ir rūšių santykinis gausumas įvairiose buveinėse, nustatyti pagrindiniai rudeninės migracijos dėsniumai.

Metodika. Tyrimai buvo vykdyti visoje KNNP teritorijoje, apimant kuo įvairesnes šikšnosparnių maitinimosi ar potencialias veisimosi buveines – gyvenvietes, įvairaus tipo miškus. Migracijų tyrimams pasirinktos atviresnės vietos, tikėtini migracijos koridoriai. Tyrimai vykdyti nuo 2018-07-13 iki 2018-10-06 ir apėmė du laikotarpius: veisimosi birželio ir liepos mėnesiais bei rudeninės migracijos liepos–spalio mėnesiais. Iš viso tyrimai vykdyti 35 taškuose, 16 iš jų šikšnosparniai stebėti maitinimosi metu, 14 – migracijos metu, 4 taškuose tyrimai vykdyti tiek maitinimosi, tiek migracijos metu.

Šikšnosparniai buvo registruojami „Wildlife Acoustics“ detektoriais – planšetinio kompiuterio su „Echo Meter Touch“ priedu bei automatiškai rūši nustatančia programine įranga.

Rezultatai ir aptarimas. Stebėjimų metu 2017–2018 m. buvo užfiksuota virš 1900 šikšnosparnių signalų, kurie priklausė 14 šikšnosparnių rūšių (1 lentelė). Iš jų 11 yra įrašytos į Lietuvos Respublikos saugomų gyvūnų, augalų ir grybų rūšių sąrašą (Lietuvos raudonąją knygą), visos šikšnosparnių rūšys yra įtrauktos į ES Buveinių direktyvos IV priedą, dvi rūšys – europinis plačiaausis (*Barbastella barbastellus*) ir kūdrinis pelėausis (*Myotis dasycneme*) – į ES Buveinių direktyvos II priedą. Tyrimų rezultatai parodė, jog sparnuotieji žinduoliai naudoja skirtingas buveines – mišką, kalnapušes, gyvenvietes, pamarį, kopas ir pajūrio palvę.

Įprastinėmis rūšimis galima laikyti Natuzijaus šikšniuką (*Pipistrellus nathusii*) – 56 % visų užfiksuotų signalų, šiaurinį šikšnę (*Eptesicus nilssonii*) – 12 % visų signalų, šikšniuką nykštuką (*Pipistrellus pipistrellus*) – 10 % visų signalų, vėlyvąjį šikšnę (*Eptesicus serotinus*) – 8 % visų signalų, šikšniuką

mažylį (*Pipistrellus pygmaeus*) – 5 % visų signalų ir rudąjį nakvišą (*Nyctalus noctula*) – 4 % visų signalų.

1 lentelė

Šikšnosparnių rūšinė sudėtis ir gausumas Kuršių nerijoje 2017–2018 m.

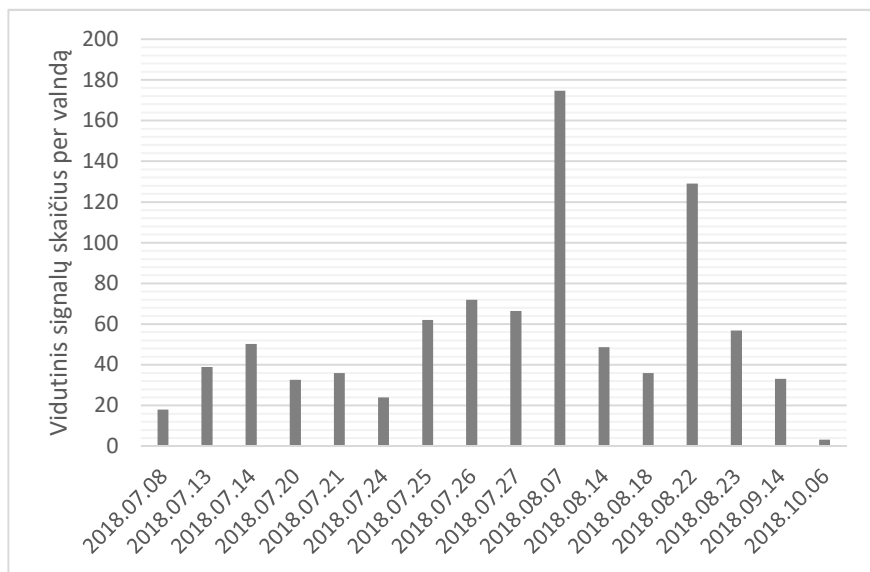
Eil. Nr.	Šikšnosparnių rūšys	Iš viso užfiksuota signalų	%	Apsaugos statusas	
				Lietuvos Raudonoji knygos kategorijos	ES Buveinių direktyvos priedai
1	Europinis plačiaausis (<i>Barbastella barbastellus</i>)	29	1,52	LRK 2 (V)	II ir IV
2	Branto pelėausis (<i>Myotis brandtii</i>)	1	0,05	LRK 3 (R)	IV
3	Kūdrinis pelėausis (<i>Myotis dasycneme</i>)	1	0,05	LRK 2 (V)	II ir IV
4	Natererio pelėausis (<i>Myotis nattererii</i>)	1	0,05	LRK 3 (R)	IV
5	Vandeninis pelėausis (<i>Myotis daubentonii</i>)	1	0,05		IV
6	Rudasis ausylis (<i>Plecotus auritus</i>)	24	1,26	LRK 4 (I)	IV
7	Rudasis nakviša (<i>Nyctalus noctula</i>)	70	3,67	LRK 5 (Rs)	IV
8	Mažasis nakviša (<i>Nyctalus leisleri</i>)	41	2,15	LRK 3 (R)	IV
9	Šikšniukas nyktukas (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	190	9,98	LRK 4 (I)	IV
10	Natuzijaus šikšniukas (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	1064	55,91		IV
11	Šikšniukas mažylis (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	86	4,52		IV
12	Dvispalvis plikšnys (<i>Vespertilio murinus</i>)	17	0,89	LRK 3 (R)	IV
13	Šiaurinis šikšnys (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	228	11,98	LRK 4 (I)	IV
14	Vėlyvasis šikšnys (<i>Eptesicus serotinus</i>)	150	7,88	LRK 5 (Rs)	IV
Iš viso:		1903	100		

Pirmą kartą įvertintas apytikslis per Kuršių neriją praskrendančių šikšnosparnių skaičius. Intensyviausiai šikšnosparniai buvo registruojami

migracijos metu nuo rugpjūčio pabaigos iki rugsėjo pradžios. Nustatyta, kad rudens migracijos metu per valandą per vieną stebėjimo tašką (apie 50 m garso fiksavimo zoną) praskrenda iki 180 žvėrelių. Todėl intensyvios migracijos metu per Kuršių neriją praskrenda nuo 700 000 iki 1 000 000 šikšnosparnių, jei migracija trunka 60 dienų po 5 valandas kasdien, o per naktį praskrenda apie 16 000 individų. Reikia pažymėti, kad migracijos laikotarpiu tame pačiame taške gali būti registruojami tiek vietiniai šikšnosparniai, tiek pietų kryptimi migruojantys praskrendantys individai.

Veisimosi laikotarpiu tyrimų taškuose buvo fiksuojama vidutiniškai nuo 20 iki 60 echo signalų per valandą. Rudeninės šikšnosparnių migracijos laikotarpiu kai kuriuose tyrimų taškuose buvo fiksuojama daugiau kaip 300 signalų per valandą.

Kuršių nerijos teritorijoje rugpjūčio–rugsėjo mėnesiais vyksta labai intensyvi rudeninė šikšnosparnių migracija (1 pav.).



1 pav. Vidutinis užfiksuotų šikšnosparnių skleidžiamų signalų skaičius per valandą.

Intensyviausia migracija stebėta rugpjūčio naktimis, pagal šikšnosparnių skleidžiamų signalų gausumą dažniausiai registruoti natuzijaus šikšniukai (*Pipistrellus nathusii*). Didžiausias migracijos srautas užfiksuotas vakarinėje (pajūrio) Kuršių nerijos pusėje. Migruojantys šikšnosparniai fiksuoti tiek pajūryje, tiek ties mišku ir kalnapušėmis užaugusiomis vietomis.

Literatūra

Lietuvos Raudonoji knyga, <http://www.raudonajiknyga.lt/knyga/64-2019-m-naujos-raudonosios-knygos-saugomu-rusiu-sarasas>.

Tarybos Direktyva 92/43/EEB 1992 m. gegužės 21 d. dėl natūralių buveinių ir laukinės faunos bei floros apsaugos, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=LT>.

ZOOPLANKTONO TYRIMAI BALTIJOS JŪROS RYTŲ GOTLANDO RAJONE

Evelina Grinienė, Jūratė Lesutienė, Zita Rasuolė Gasiūnaitė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda

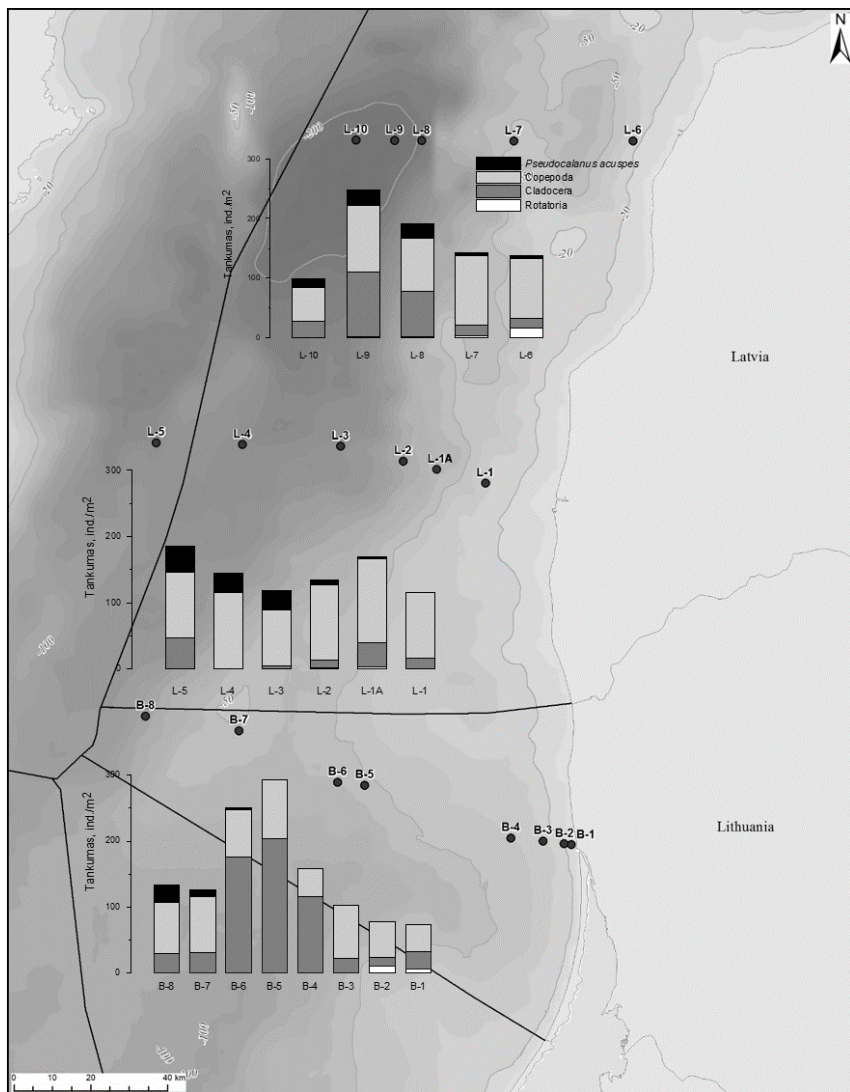
evelina.griniene@apc.ku.lt

Įvadas. Zooplanktono vidutinio dydžio ir gausumo rodiklis (angl. *Zooplankton Mean Size and Total Stock*, HELCOM 2018) yra priimtas kaip vienas iš pagrindinių Baltijos jūros geros būklės indikatorių, įtrauktas į pagrindinių HELCOM mitybos tinklų ir bioįvairovės rodiklių sąrašą. Jis naudojamas įvertinti jūros geros aplinkos būklę pagal D4 Mitybos tinklai deskriptorių (Jūrų strategijos pagrindų direktyva 2008/56/EB). Kadangi rodiklio etaloninių sąlygų (~1980–1990m.) periodu zooplanktono tyrimų duomenų Lietuvos vandenysse nėra (Gorokhova et al., 2016), tai gali būti išspėsta naudojant istorinius duomenis iš kaimyninių regionų (pvz., Institute of Food Safety, Animal Health and Environment BIOR, Latvija), kuriuose tyrimai vykdomi nuo 1960 m. Kadangi Baltijos jūros aplinka yra heterogeniška, būtina atlikti zooplanktono palyginamąjį tyrimą Lietuvos ir Latvijos IEZ rajonuose.

Tyrimų medžiaga ir metodai. Baltijos jūros zooplanktono bendrijos tyrimai buvo vykdomi 2016 m. rugpjūčio 23–25d. (laivas “Mintis”, KU) Rytų Gotlando rajone (HELCOM sub-basin Eastern Gotland Basin). Zooplanktono mėginiai buvo imami 3 transektose (viso 18 stočių): 1) Lietuvos kranto zonos ir IEZ atviros jūros stotyse (B1–B8, gylis 14–89m); 2) Latvijos IEZ L1–L5 stotyse (gylis 49–150 m); ir L6–L10 stotyse (gylis 67–237 m) (1 pav.). Stotčių išdėstymas Latvijos IEZ transektose atitinka ilgamečio Latvijos nacionalinio monitoringo stotis, kuriose mezozooplanktono stebėsena vykdoma nuo 1960 m. (Kornilovs et al., 2001).

Integruoti paviršiniai (0–25m) ir giluminiai (0–priedugnis) zooplanktono mėginiai buvo imami WP-2 tinklu, kurio akutės dydis 100 μm, angos diametras 57 cm. Mėginiai buvo fiksuojami 4 % formaldehido tirpalu. Zooplanktono mėginių analizė buvo atliekama pagal HELCOM rekomendacijas (HELCOM, 2008).

Chlorofilo *a*, maistmedžiagų ir bakterijų mėginiai buvo paimti iš paviršinio 0–10 m sluoksnio. Vandens mėginiai bei fizinių-cheminių parametrų matavimai vandens stulpe atlikti panaudojant vandens semtuvų sistemą integruotą su CTD zonu (multiwatersampler Hydrobios PRS with integrated Sea&Sun CTD115).

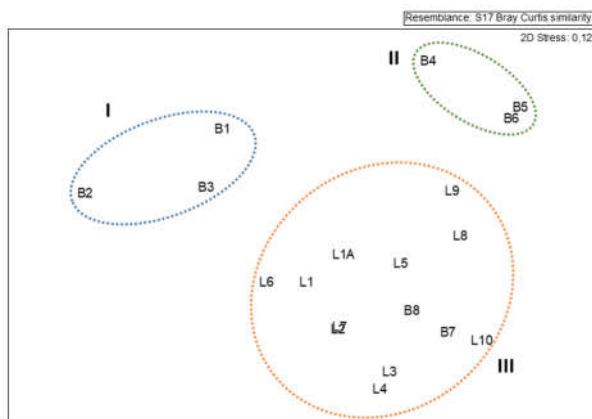


1 pav. Pagrindinių zooplanktono taksonominių grupių (ir *Pseudocalanus acuspes*) tankumo (ind./m²) pasiskirstymas LIEZ vandenyse ir LVIEZ vandenyse – Rytų Gotlando rajone, 2016 m. rugpjūčio 23–25d.

Rezultatai ir jų aptarimas. Mėginiuose iš viso aptikta 30 zooplanktono rūšių/taksonų, priskiriamų irklakojų (Copepoda), šakotaūsių (Cladocera) vėžiagyvių ir verpečių (Rotatoria) taksonominėms grupėms. Irklakojis vėžiagyvis *Pseudocalanus acuspes* aptinkamas tik giliose stotyse (>55m), iš tirtų LIEZ stočių tik B6, B7 ir B8 stotyse (1 pav).

MDS ordinacija parodė, kad LIEZ zooplanktono bendrija gali būti heterogeniška. Su Latvijos IEZ vandenimis palyginamos tik B7 ir B8 stotys. Tuo tarpu seklesnių stočių klasteris (II klasteris, 2 pav.) išsiskiria dideliu Cladocera būrio vėžiagyvio *Bosmina* gausumu. Didelis šių filtruojančių vėžiagyvių gausumas indikuoja aukštesnę eutrofikacijos lygmenį ir mažiau palankias planktofagių žuvų mitybos sąlygas, nes jie yra mažesni (Gorokhova et al., 2016). Pažymėtina kad šiose stotyse (B5–B8 bei L1) buvo nustatytos aukščiausios bendro azoto koncentracijos, aukštesnė vandens temperatūra, bei chlorofilo *a* koncentracijos 25–70m gyliuose. Tuo tarpu kai paviršiaus chl *a* koncentracijos buvo panašios.

Kuršių marių vandens išplitimo zonos priekrantėje (B1–B3) zooplanktono bendrija skyrėsi nuo kitų, jog čia kartu su druskėtų vandenų rūšimis buvo aptiktos gėlavandenės zooplanktono rūšys (*Daphnia cuculata*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops* sp., *Brachionus angularis* ir kt.).



2 pav. Jūros tyrimo stočių MDS ordinacija pagal zooplanktono bendrijos rūšinę sudėtį visame vandens stulpe. Klasteriai: I – Kuršių marių vandens išplitimo jūroje zona; II – Rytų Gotlando rajono sekli akvatorija LIEZ, III – Rytų Gotlando rajono gili akvatorija.

Zooplanktono individų vidutinis kūno ilgis didėja gilesnėse akvatorijose, kur žemesnė vandens temperatūra, didesnis druskingumas bei mažesnė chl *a*

koncentracija 25–70 m vandens sluoksnyje. Esant aukštesnei vandens temperatūrai ir didesniai bendro azoto kiekiui aptinkama daugiau smulkių zooplanktono rūšių (*Bosmina*, *Rotifera*). Visaėdžių ir visaėdžių-augalėdžių (*Acartia* spp., *Centropagis hamatus*) gausumas didėja didėjant bendram organinės medžiagos kiekiui, kuris koreliuoja su bakterijų ir vyraujančių Cryptophyta klasės dumblių gausumu. Šių trofinių grupių pasiskirstymas nepriklauso nuo gylio, tačiau tiriamame jūros rajone yra netolygus.

Išvados

1) HELCOM vertinimo zonoje – Rytų Gotlando baseine, geros aplinkos būklės kriterijai pagal zooplanktono rodiklius turėtų būti nustatyti skirtingo gylio zonoms.

2) Lietuvos Baltijos jūros rajono geros aplinkos būklės etaloninėms sąlygoms nustatyti nerekomenduojame naudoti BIOR (Latvija) daugiamečių zooplanktono duomenų.

Padėka: Šis tyrimas buvo finansuotas Lietuvos mokslo tarybos projekto „Rūšinės ir funkcinės įvairovės reikšmė vandens ekosistemų paslaugoms didėjant eutrofikacijai ir cheminei taršai“ (SIT – 10/2015).

Literatūra

- HELCOM, 2008. Manual for marine monitoring in the COMBINE program of HELCOM, Part C. (<http://sea.helcom.fi/Monas/CombineManual2/PartC/CFrame.htm>).
- HELCOM, 2018. Zooplankton mean size and total stock. HELCOM core indicator report. Online. [[http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/zooplankton-mean-size-and-total-stock-\(msts\)](http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/zooplankton-mean-size-and-total-stock-(msts))].
- Gorokhova E., Lehtiniemi M., Postel L., et al. 2016. Indicator properties of Baltic Zooplankton for classification of environmental status within Marine Strategy Framework Directive. PLoS one 11 (7): e0158326.
- Kornilovs G., Sidrevics L., Dippner J. W. 2001. Fish and zooplankton interaction in the Central Baltic Sea ICES Journal of Marine Science, 58: 579–588.

KURŠIŲ MARIŲ LEDO FENOLOGIJOS IR DINAMIKOS TYRIMAS NAUDOJANT NUOTOLINIUS METODUS

Rasa Idzelytė¹, Igor Kozlov^{1, 2}, Georg Umgiesser^{3, 1}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Rusijos valstybinis hidrometeorologijos universitetas, Rusija, ³ ISMAR – Jūros mokslų institutas, Venecija
rasaidz@gmail.com

Įvadas. Kuršių marios, užimamos apytiksliai 1586 km² teritoriją pietrytinėje Baltijos jūros dalyje, yra didžiausia lagūna visoje Europoje. Šiam sekliam vandens telkiniui yra būdingas ledo dangos susidarymas, kuris daro įtaką šviesos prasiskverbimui gilyn, dujų apykaitai tarp vandens ir atmosferos bei hidrodinaminiams procesams, kurie savo ruožtu taip pat veikia mariose esančių organizmų aplinką.

Ledo tyrimai atliekant tik antžeminių Kuršių marių aplinkos monitoringo stebėjimų duomenų analizę (Baušys J. 1978; Bukantis et al., 2007; Rukšėnienė et al., 2015) yra erdviškai nedetalūs ir negali nusakyti procesų eigos visame marių paviršiuje. Nuotolinių tyrimų svarba išryškėja analizuojant ledo dangos dinamiką, sezono ilgį, bei užšalimo ir tirpimo atvejus telkiniuose, turinčiuose platų geografinį mastą. Sekančiuose skyriuose pateikiamos apie ledo reiškinius Kuršių mariose išanalizavus palydovines nuotraukas gautos žinios.

Metodai. Šioje studijoje buvo analizuojami 15 žiemų laikotarpio nuo 2002 iki 2017 m. palydoviniai duomenys, kurie buvo gauti iš sintetinės apertūros radarų (SAR) matavimų iš trijų Žemės stebėjimo misijų: Envisat ASAR, RADARSAT-2, Sentinel-1A ir 1B, bei Terra palydove esančio spektrometro MODIS. Ledas marių paviršiuje buvo rankiniu būdu nuskaitmenintas iš palydovinių nuotraukų bei sukurti ledo sezono ilgio rastriniai žemėlapiai naudojant ArcGIS programinę įrangą. Iš viso buvo apdorota 101 MODIS ir 514 SAR nuotraukų.

Gauta informacija apie ledo sezono ilgį bei užšalimo ir tirpimo datas buvo palyginta su antžeminiiais ledo stebėjimais iš 3 stočių Nidoje, Ventėje ir Juodkrantėje, kartu analizuojant ir oro temperatūros reikšmes. Tendencijų reikšmingumas nustatytas naudojant Mann-Kendall testą (Kendall ir Gibbons, 1990), esant 0,05 reikšmingumo lygiui ir 95 % patikimumo lygiui. Siekiant nustatyti ledo dangos trukmės pokyčių priklausomybę nuo Šiaurės Atlanto Osciliacijos (NAO) intensyvumo, apskaičiuotas koreliacijos koeficientas tarp ledo dangos trukmės ir „Hurrell“ žiemos (gruodžio–kovo mėn.) NAO_{DJFM} indekso.

Rezultatai. Kiekvieną žiemą Kuršių marios yra pilnai padengiamos ledu, kurio formavimasis vyksta labai greitai, ir dažniausiai kelių dienų laikotarpyje marios būna pilnai padengtos ledu. Vidutiniškai ledas pradeda formuotis rytinėje marių pagrantėje, o tirpimas prasideda šiaurinėje marių dalyje. Ledo dangos atsitraukimo kryptis sutampa su vyraujančio vėjo kryptimi. Kadangi tirpimo metu dažniausiai vyrauja vakariniai vėjai, tai pastebima, kad ledas pradeda atsitraukti nuo vakarinės marių pakrantės link rytinės, pietrytinės. Iš datų, nurodančių pirmųjų ledo formų susidarymą, pilną užšalimą, tirpimo pradžią ir paskutinę dieną su ledu, tik tirpimo pradžia pasižymi statistiškai reikšminga ankstėjančia tendencija. Vidutinis ledo dangos sezonas analizuojamu laikotarpiu yra 88 dienos (trumpiausias 45 dienos, o ilgiausias 134 dienos), pastebima jo trumpėjimo tendencija, tačiau statistiškai nereikšminga. Šia studija buvo gauti visų 15 ledo sezonų detalūs ledo sezono trukmės žemėlapiai, iš kurių matoma, kad ilgesnis sezonas yra pietrytinėje marių dalyje ir Nemuno deltoje, o trumpesnis – šiaurinėje, kur sąveikauja druskingesnis Baltijos jūros vanduo ir iš Nemuno ištekanis vanduo.

Kai vyrauja neigiamos oro temperatūros, iš palydovinių nuotraukų gauti duomenys labai gerai atitinka antžeminius ledo stebėjimus. Ledo tirpimo metu, kuomet vyrauja nestabili neigiama arba teigiama oro temperatūra ir ledas yra dreifuojantis, pastebimi nesutapimai tarp antžeminių ir palydovinių duomenų. Užšalimo ir tirpimo atvejai (ledo dangos ploto svyravimai) atitinka oro temperatūros svyravimus. Pirminis ledo dangos susidarymas, pirmiausia, pastebimas ant žemės ir po kelių dienų palydovinėse nuotraukose. Dėl nuotraukų skiriamosios gebos pilnas marių užšalimas anksčiau identifikuojamas palydoviniuose duomenyse. Kadangi dažniausiai ledas pirmiausia pradeda eizėti, tirpti toliau nuo kranto, šiam procesui užfiksuoti pranašesni yra palydoviniai duomenys. Nuotraukos taip pat įgyja persvarą prieš stebėjimus antžeminėse stotyse fiksuojant paskutinius ledo pėdsakus, t. y. ledas pastebimas atokiau nuo priekrantės zonos ir nuo stebėjimo stočių.

Trumpiausias ledo dangų sezonas Kuršių mariose pastebėtas 2006–2007 ir 2007–2008 m., atitinka pirmąjį rekordiškai mažą minimalų ledo dangos plotą Arkties vandenyne. Ledo dangos sezono ilgis Kuršių mariose ir NAO_{DJFM} rodo aukštą neigiamą koreliaciją $R = -0,73$, t. y. ledo periodo trumpėjimas atitinka NAO_{DJFM} indekso didėjimą. Šis rezultatas yra panašus į Dailidienės ir kt. (2011) studiją, kuri parodė neigiamą koreliaciją ($R = -0,69$) tarp ledo sezono ir NAO indekso.

Išvados. Šiame tyrime, naudojant GIS technologijas palydovinių duomenų apdorojimui ir analizei, ištyrėme ledo dangos režimą visame Kuršių marių paviršiuje. Vidutinė ledo sezono trukmė 2002–2017 metais yra 88 dienos (nuo 45 iki 134 d.). Skaitmeniniai ledo poligonai ir detalūs ledo dangos

sezono trukmės rastriniai duomenų rinkiniai rodo sezono trumpėjimo tendenciją, bet statistiškai nereikšmingą. Ledas dažniausiai pirmiausia pradeda tirpti šiaurinėje Kuršių marių dalyje, plečiantis vakarine pakrante, o ilgiausiai išlieka rytinėje, pietrytinėje marių priekrantėje. Iš visų ledo režimo parametrų tik jo tirpimo pradžia pasižymi ankstėjančia tendencija.

Palydovinės nuotraukos labai gerai atspindi ir situaciją antžeminėse stotyse. Didžiausi nesutapimai atsiranda esant nestabilioms neigiamoms oro temperatūroms, dreifuojant ledui, kuomet nuotraukos gavimo ir ledo stebėjimo stotyse laikas neutampa. Verta paminėti, kad ledo tirpimas ir paskutinės jo formos geriausiai pastebimos palydovinėse nuotraukose, nes yra atokiau nuo pakrantėje esančių matavimo stočių. Taip pat iš stočių sunku vizualiai stebint įvertinti ledo lyčių dydį ir jų dreifavimo greitį, priešingai nei iš palydovinių nuotraukų.

Gautieji ledo režimo rezultatai ir tendencijos sutampa su kitomis ledo dangos studijomis Rygos įlankoje (Siitam et al., 2017; Kļaviņš et al., 2016), bei Aistmarėse (Chubarenko et al., 2017). Bei esti ryšys su reiškiniais Arkties vandenyne, NAO_{DJFM} indeksu.

Tolimesniuose tyrimuose, šie nuskaitmeninti ledo plotai – konvertuojami į reguliaraus skaitmeninio tinklelio taškus ir naudojami skaitiniame modelyje hidrodinaminiais ir ekologiniams procesams, kuriems turi įtakos ledo danga, jos dinamika ir periodas Kuršių mariose, tirti.

Literatūra

- Baušys J. 1978. Ledo režimas. Kuršių marios II (Red. Rainys A.), 34–49.
- Bukantis A., Šinkūnas P., Taločkaitė E. 2007. Klimatokaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje. Geologijos ir geografijos institutas, 2007.
- Chubarenko B., Chechko V., Kileso A., et al. 2018 Hydrological and sedimentation conditions in a non-tidal lagoon during ice coverage – The example of Vistula Lagoon in the Baltic Sea, Estuarine, Coastal and Shelf Science, doi: 10.1016/j.eccs.2017.12.018.
- Dailidienė I., Davulienė L., Kelpšaitė L., Razinkovas A. 2012. Analysis of the Climate Change in Lithuanian Coastal Areas of the Baltic Sea. Journal of Coastal Research, Volume 28, Issue 3, p. 557–569. doi: 10.2112/JCOASTRES-D-10-00077.1
- Kendall M. G., Gibbons, J. D. 1990. Rank correlation methods. London: E. Arnold.
- Kļaviņš M., Avotniece Z., Rodinova V. 2016. Dynamics and impacting factors of ice regimes in Latvia inland and coastal waters. Proceedings of the Latvian academy of sciences. Section B, Vol. 70 (2016), No. 6 (705), 400–408. doi: 10.1515/prolas-2016- 0059.
- Rukšėnienė V., Dailidienė I., Myrberg K., et al. 2015. A simple approach for statistical modelling of ice phenomena in the Curonian Lagoon, the south-eastern Baltic Sea. Baltica, 28 (1), 11–18.
- Schiewer U. 2008. Ecology of Baltic Coastal Waters. Springer.
- Siitam L., Sipelgas L., Pärn O., Uiboupin R. 2017. Statistical characterization of the sea ice extent during different winter scenarios in the Gulf of Riga (Baltic Sea) using optical remote-sensing imagery, International Journal of Remote Sensing, 38:3, 617–638. doi: 10.1080/01431161.2016.1268734.

PAJŪRINĖS ZUNDOS (*ERYNGIUM MARITIMUM* L.) PAPLITIMO DINAMIKA KURŠIŲ NERIJOJE NACIONALINIO PARKO TERITORIJOJE

Raimonda Ilginė^{1,2}, Asta Klimienė³

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Kuršių nerijos nacionalinio parko direkcija, Neringa, ³ Klaipėdos universiteto Botanikos sodas, Klaipėda

raimonda.ilgine@apc.ku.lt

Įvadas. Pajūrinė zunda (*Eryngium maritimum* L.) – daugiameis žolinis augalas, paplitęs Europoje, Šiaurės Afrikoje, Viduriniuose Rytuose. Šis augalas – pajūrinės zonos rūšis, yra aptinkamas Atlanto vandenyno, Baltijos, Viduržemio ir net Juodosios bei Azovo jūrų pakrantėse (Isermann, Rooney, 2014; Preston et.al., 2013). Aplink Baltijos jūrą *E. maritimum* yra paplitusi Danijoje, Vokietijoje, Lenkijoje (Łabuz, 2013), Rusijos Federacijos Kaliningrado srityje, Lietuvoje, Latvijoje, Estijoje, Švedijos Oland'o ir Gotland'o salose, negausiai auga pietinėje Norvegijoje (Isermann, Rooney, 2014).

Lietuvoje pajūrinė zunda 1926 m., 1936 m. registruota kaip augusi Palangoje, bet 1960 jau nebeaptikta. 1993 m. aptikta Nemirsetoje – 11 individų, o 2000 m. tik 7 individai. Didžiausia ir gausiausia populiacija yra Kuršių nerijoje (Avizienė et.al., 2008). Kuršių nerijoje auga apsauginiame pajūrio kopagūbryje ir už jo plytinčiame palvės ruože.

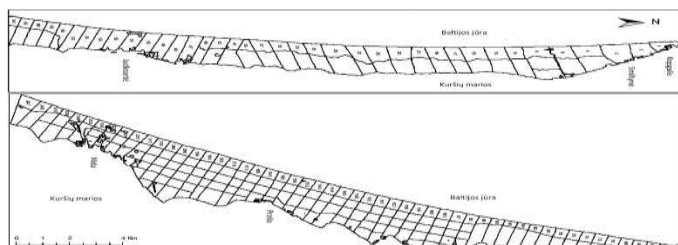
Lietuvoje pajūrinė zunda yra reta ir saugoma augalų rūšis, į Lietuvos raudonąją knygą įrašyta 1962 m., o nuo 1976 m. suteikta I (E) apsaugos kategorija (išnykstanti rūšis, kurią išsaugoti galima tik naudojant specialias apsaugos priemones) (Lietuvos Raudonoji knyga, 2019).

Ekologiniu požiūriu pajūrinė zunda – tipškas kserofitas, kartais psamofitas. Rūšis yra prieraši prie judrių smėlynų dirvožemių, auga baltijinio rugiaveidinio smiltlendryno (*Leymo – Ammophiletum orientis balticum*), šlamutinio austėjyno (*Helichryso-Jasionetum*) bendrijose (Curle et al., 2007; Avizienė et.al., 2008). Zunda dauginasi generatyviniu ir vegetatyviniu būdais. Lietuvos pajūryje klimatinės sąlygos nėra palankios sėkloms subręsti (tik apie 40 % yra potencialiai daigios), todėl vyrauja vegetatyvinis dauginimasis (Avizienė et.al., 2008). Tačiau tai riboja rūšies plitimą, o genetinės įvairovės nebuvimas gali turėti įtakos populiacijų gyvybingumui (Necajeva, Ievinsh, 2013; Isserman, Rooney, 2014). Pajūrinė zunda yra šviesinė rūšis ir nesugeba konkuruoti su sparčiai augančiais ir tankius sąžalynus formuojančiais augalais

(Isserman, Rooney, 2014). Šio augalo populiacijos gyvybingumui neigiamą įtaką daro šernai (Avizienė et.al.; Ilginė, 2016).

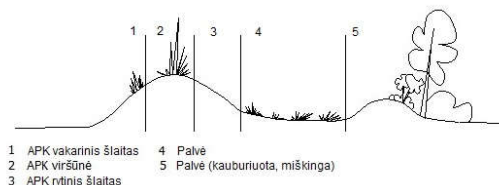
Pajūrinės zundos tyrimai (inventorizacija) Kuršių nerijoje vykdomi nuo 1968 metų. Jų metu buvo vertinamas populiacijos skaitlingumas, struktūra, ekologinės sąlygos buveinėse (Avizienė et.al., 2008; Ilginė, 2016).

Metodai. Kuršių nerijos nacionaliniame parke 2002, 2005, 2009, 2016 metais rugpjūčio mėnesį pajūrinės zundos visuminė inventorizacija buvo vykdoma maršrutiniu būdu, 50 km pajūrio ruože nuo Smiltynės (Kopgalio) iki Nidos. Tyrimai vykdyti pajūrinės zundos augavietėse – apsauginiame pajūrio kopagūbryje (toliau – APK) ir greta plytinčioje palvėje. Tyrimų ruožas suskirstytas į atkarpas, kurios sutampa su Kuršių nerijos nacionalinio parko vidinės miškotvarkos projekte nurodytų kvartalų ribomis. Zundos inventorizacija buvo atlikta 78-iose kvartaluose (naudojama miškotvarkos projekte nurodyta numeracija) (1 pav.).



1 pav. Pajūrinės zundos tyrimo kvartalai.

Generatyviniai ir vegetatyviniai individai bei zoopažaidos (šernų knisyklos) buvo inventorizuojamos dvejuose reljefo elementuose (išskiriant skirtingas zonas): APK; palvėje (2 pav.).



2 pav. Reljefo struktūra pajūrinės zundos augavietėse.

Inventorizuojant vegetatyviniai individai suskirstyti į dvi grupes: lapai suformuoja kupstą aukštesnį nei 15 cm (toliau –V1); individai iki 15 cm aukščio pavieniai lapai kupsto nesuformuoja (toliau –V2).

Siekiant įvertinti pajūrinės zundos gausumo dinamiką skirtingais laikotarpiais, analizuota įvairiuose šaltiniuose (Urbaitytė, 2000; Avizienė et.al., 2008) pateikta informacija bei inventorizacijų metu surinkti duomenys.

Rezultatai ir jų aptarimas. *E. maritimum* augalai aptinkami visoje Kuršių nerijoje: apsauginiame pajūrio kopagūbryje ir greta plytinčioje palvėje, bet gausumo pasiskirstymas yra netolygus. Ruože nuo Kopgalio iki Pervalkos augalai aptinkami pavieniui. Atkarpoje tarp Pervalkos, Preilos ir ties Nida populiacijos gausumas yra didžiausias (apie 98 % populiacijos). Minėtame ruože tyrimo kvartaluose skaitlingumas vertinamas dešimtimis bei šimtais (1 lentelė). Gausumo pasiskirstymo tendencija skirtingais laikotarpiais išlieka panaši, bet lyginant 2002 ir 2016 m. rezultatus, Pervalkos–Nidos ruože populiacijos gausumas sumažėjo apie 12 %.

1 lentelė

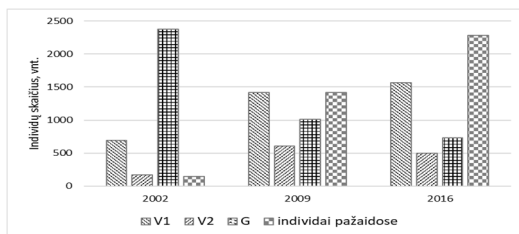
Pajūrinės zundos gausumas (vienetai) tyrimo kvartaluose

Kvartalas	Metai		Kvartalas	Metai	
	2002	2016		2002	2016
1– 43 Smiltynė	15	9	194 Nida	19	0
47–118 Juodkrantė–Pervalka	109	26	200	114	108
122–127 Pervalka	101	110	206	164	123
132	195	438	212	165	53
136	353	323	217	40	35
140	54	106	221	99	119
144	285	207	224	20	5
148	366	516	227	25	2
152 Preila	52	87	230	2	14
156	33	27	233	7	7
160	51	2	236	10	10
164	28	2	239	176	86
168	24	10	242	451	282
173	91	60	245	18	-
178	2	0	247	43	-
183	74	21	Iš viso: 3231 2795		
188	45	7			

Vertinant bendrą *E. maritimum* skaitlingumo kitimą ilgalaikiame periode (nuo 1968 m.), stebima pastovi mažėjimo tendencija. Lyginant su 1975 m. kai buvo registruotas didžiausias gausumas (5828 vnt.) (Avizienė et.al., 2008), populiacijos skaitlingumas 2016 metais sumažėjo apie 52 %. Minėtiems pokyčiams gali turėti įtakos buveinių pokyčiai: sėkmesiniai procesai, invazinės rūšies *Rosa rugosa* plitimas. Ženklus neigiamas poveikis yra dėl zoopazaidų – šernai sunaikina pajūrinės zundos šakniastiebius, bei stambius dažniausiai žydinčius augalus.

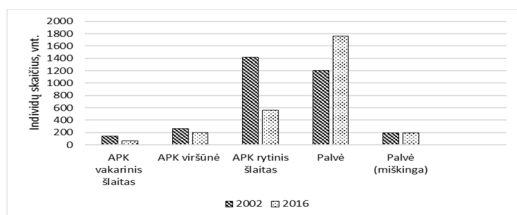
Nuo 1975 m. zundos populiacijos gausumo pokyčiai nėra ženkliūs, nors stebima nedidelė mažėjimo tendencija. 2016 m. buvo inventorizuota 12 % individų mažiau nei 1999 m.

Tuo tarpu pajūrinės zundos populiacijos struktūroje pastaruoju laikotarpiu nustatyti ženkliūs pokyčiai (3 pav.). 2002 m. populiacijoje vyravo generatyviniai individai – apie 73 %, 2009 m. žydintys augalai sudarė apie 33 %, o 2016 m. apie 26 %. Taip pat nustatyti pokyčiai tarp skirtingų vegetatyvinių individų grupių (V1, V2) – daugėja smulkių augalų (V2). 2002 m. V2 grupė sudarė apie 5 % populiacijos, tuo tarpu 2016 m. smulkių vegetatyvinių augalų buvo 18 %. Populiacijos struktūros pokyčiai gali būti susiję su zoopažaidomis, kurių apimtys didėja: 2002 m. 4 % individų buvo pažaidose, o 2016 m. – 82 % (3 pav.).



3 pav. Pajūrinės zundos populiacijos struktūra.

Vertinant zundos pasiskirstymą reljefo elementuose, didžiausios santalkos buvo randamos APK rytiniame šlaite ir palvėje. Tačiau lyginant 2002 ir 2016 metų duomenis, matomi pasiskirstymo pokyčiai: mažėja *E. maritimum* augaviečių visame apsauginiame kopagūbryje, pagrindinės augavietės yra susitelkusios palvėje (4 pav.).



4 pav. Pajūrinės zundos populiacijos pasiskirstymas reljefo elementuose.

2002 m. APK ruože augo 57 %, o palvėje 43 % pajūrinės zundos populiacijos. Tuo tarpu 2016 m. APK – 30 %, palvėje – 70 % populiacijos. Šiam augaviečių lokalizacijos pasikeitimui įtakos gali turėti buveinių pokyčiai apsauginiame kopagūbryje.

Tiriant *E. maritimum* populiacijas Baltijos jūros regiono pakrantėse, keletą dešimtmečių stebimos panašios skaitlingumo mažėjimo tendencijos ir kitose šalyse: Norvegijoje (Curle et al., 2013), Latvijoje (Necajeva, Ievinsh, 2013). Mažėja augaviečių, jos darosi nepilnavertės, dauginimasis sėklomis yra fragmentiškas (Curle et al., 2007; Aviziene et al., 2008).

Išvados. Ilgalaikiai gausumo stebėjimai rodo, kad pajūrinės zundos skaitlingumas Kuršių nerijoje mažėja: nuo 1975 m iki 2016 m. populiacija sumažėjo 52 %. Tipinės *E. maritimum* augavietės yra apsauginio pajūrio kopagūbrio vakarinis šlaitas ir greta esanti palvė. Per pastarąjį dešimtmetį populiacijos struktūra pakito: vietoj vyravusių generatyvinių individų, dabartiniu metu dominuoja vegetatyviniai.

Reikšmingą neigiamą poveikį pajūrinės zundos populiacijai turi šernų pažaidos (išrausiami ir suėdami šakniastiebiai). 2016 m. 82 % populiacijos buvo paveikta zoopažaidų.

Literatūra

- Aviziene D., Pakalnis R., Sendzikaite J. 2008. Status of red-listed species *Eryngium maritimum* L. on the Lithuanian coastal dunes. Environmental engineering, The 7th International Conference. Vilnius.
- Curle C. M., Stabbertorp O. E., Norda I. 2007. *Eryngium maritimum*, biology of a plant at its northernmost localities. - Nord. J. Bot. 24: 617–628. Copenhagen. ISSN 0107-055X.
- Ilginė R. 2016. Pajūrinės zundos (*Eryngium maritimum* L.) populiacijos būklė Kuršių nerijos nacionaliniame parke. Kuršių nerijos nacionalinio parko konferencija, Nida.
- Isermann M., Rooney P. 2014. Biological Flora of the British Isles: *Eryngium maritimum*. Journal of Ecology, 102, 789–821.
- Łabuz T. A. 2013. Polish coastal dunes – affecting factors and morphology. Landform Analysis, 22, 33–59.
- Olšauskas A. 1995. Vegetation dynamics of foredune ridge of the Lithuanian sea coast. Coastal conservation and management in the Baltic region. Proceedings of the EUCC-WWF-Conference, 2–8 May 1994:55–58
- Necajeva J., Ievinsh G. 2013. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (Apiaceae). Estonian Journal of Ecology, 2013, 62, 2, 150161 doi: 10.3176/eco.2013.2.06.
- Preston C. D., Hill M. O., Harrower C. A., Dines T. D. 2013. Biogeographical patterns in the British and Irish flora. New Journal of Botany, 3, 96–116.
- Urbaitytė D. 2000. Kuršių nerijos pajūrinės zundos (*Eryngium maritimum* L.) populiacijos būklė, ekologinė charakteristika ir apsaugos problemos. Magistro darbas, VU Aplinkos studijų centras.
- Lietuvos raudonoji knyga, 2019. Prieiga per internetą: <http://www.raudonojiknyga.lt/knyga/64-2019-m-naujos-raudonosios-knygos-saugomu-rusiu-sarasas>.

DVIGUBU KURU DIRBANČIO DYZELINIO VARIKLIO MATEMATINIS MODELIAVIMAS PANAUDOJANT VERPETŲ SUIRIMO MATEMATINĮ MODELĮ

Linus Jonika¹, Paulius Rapalis¹, Sergėjus Lebedevas²

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūrų inžinerijos katedra, Klaipėda

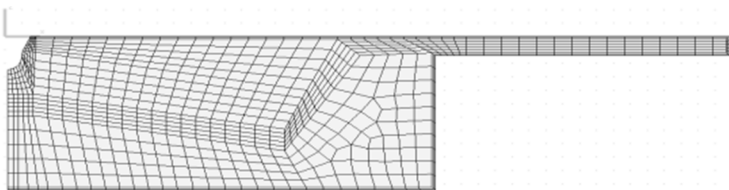
linas.jonika1@gmail.com

Ivadas. Vienas iš didžiausių energijos vartotojų pasaulyje yra transportas (26,6 % globaliai ir 33 % Europoje) (Žaglinskis et. al., 2018). Toks energijos suvartojimas sąlygoja ir didelę dalį CO₂ bei kitų oro teršalų išmetimų (2016 – 27 % viso ES CO₂ išmetimų balanso). Siekiant suvaldyti augantį transporto energijos ir išmetimų augimą sudaryta eilė aplinkos apsaugos ir energetinio efektyvumo užtikrinimo reikalavimų, kurių griežtumas ir techninės įgyvendinimo galimybės vyrauja priklausomai nuo transporto sektoriaus (European environment agency, 2018; Mamakos et. al., 2013; Summary of worldwide engine and vehicle emission standards). Viena iš potencialių krypčių yra laikoma suskystintų gamtinių dujų (toliau – SGD) naudojimas dyzeliniuose varikliuose tiek laivyne, tiek ir kelių transporte (Žaglinskis et. al., 2018; Pfoser et. al., 2018; Li et. al., 2015; Song et. al., 2017). Tačiau daugeliu atveju ekonomiškai efektyvūs rezultatai gaunami projektuojant naujus variklius, kuriuose dujinio kuro naudojimas yra numatomas dar projektinėje fazėje, tuo tarpu eksploatuojamo transporto parko pervedimas darbui SGD kur kas sudėtingesnis uždavinys, kurio atskiri aspektai tampa daugelio mokslinių darbų pagrindu (Najafi et. al., 2019; Huang et. al., 2019). Dalį uždavinių, susijusių su dyzelinio variklio pervedimo darbui dvigubu kuru (dyzelinas–dujos, arba biodegalai–dujos), galima spręsti vykdant skaitinį modeliavimą (reguliuojamų parametrų įtakos nustatymas, kuro padavimo optimizavimas ir kt.), tačiau dyzelinių variklių tyrimuose plačiai naudojami vienzoniniai šilumos išsiskyrimo matematiniai modeliai ne visada yra tinkami modeliuoti kombinuotą dviejų skirtingų fazių kuro naudojimą. Todėl viena iš galimų alternatyvų yra daugiazoninių modelių naudojimas (Visakhamoorthy et. al., 2012; Shua et. al., 2019; Yousefi et. al., 2018). Tokių modelių naudojimą, nepaisant plačių naudojimo perspektyvų, riboja skaičiavimo resursų poreikis, kuris sudarant detalų modelį galėjo būti neracionalus, tačiau didėjant procesorių našumui VDV darbo proceso modeliavimas naudojant daugiazoninius modelius tampa gera alternatyva (Brezany et. al., 2005). Viena

iš pažangių vidaus degimo variklio darbo proceso modeliavimo programų yra AVL FIRE (Baburić et. al., 2002; Jamrozik et. al., 2012).

Šiuo tyrimu bandyta nustatyti palaipsniui didinamos metano dujų porcijos įtaką dyzelinio variklio energetiniams parametrams, panaudojant matematinio modeliavimo programinės įrangos „AVL Fire“ verpetų suirimo (angl. *Eddy break-up*) matematinį modelį. Šis modelis yra tiesiogiai susietas su turbulentiniu reakcijos greičiu. Reakcijos greitis laminariniame tekėjime priklauso nuo horizontalaus maišymosi, turbulentiniame tekėjime reakcijos greitis priklauso nuo turbulentinių verpetų maišymosi. Vykstančios cheminės reakcijos gali paveikti turbulentinį judėjimą dėl išskirtos šilumos ir kintančio tankio (Gao et. al., 2005).

Metodai. Šiame tyrime modeliuojamas vieno cilindro dyzelinis variklis su stačiakampe degimo kameros geometrija (1 pav.). Variklio specifikacijos, pradiniai matematinio modelio duomenys ir degimo kameros geometrija paimti iš šaltinio (Gafoor et. al., 2015). Variklio specifikacija ir pradiniai matematinio modelio duomenys pateikti 1 lentelėje.



1 pav. „AVL Fire“ sumodeliuota degimo kameros geometrija.

1 lentelė

Variklio specifikacija ir pradiniai matematinio modelio duomenys

Variklio specifikacija		Pradiniai duomenys	
Cilindro diametras	85,73 mm	Pradinis slėgis	0,11 MPa
Suspaudimo laipsnis	17,6	Kuro įpurškimo pradžia	12 laipsnių iki VRT
Variklio greitis	1500 aps/min	Kuro įpurškimo pabaiga	4 laipsnių už VRT

Tyrime naudojama komercinė matematinio modeliavimo įranga „AVL Fire“. Parinktas verpetų suirimo degimo procesų modelis, kadangi šis modelis leidžia modeliuoti tiek dvigubu kuru, tiek dyzelinu dirbantį variklį.

Tyrimo metu visi pradiniai duomenys išlaikomi pastovūs, keičiama tik metano dujų porcija. Dujų porcija paskaičiuota taip, kad atitiktų dyzelino

žemutinį šilumingumą. 2 lentelėje pateikti duomenys apie modeliui naudotas kuro porcijas.

2 lentelė

Matematiniam modeliavimui naudotos dyzelino ir metano dujų porcijos

Dyzelino ir metano dujų santykis pagal šilumingumą (D/M)	Dyzelino porcija (g)	Metano dujų porcija (g)
100/0	0,039	0
90/10	0,035	0,0033
80/20	0,031	0,0066
50/50	0,019	0,0165
20/80	0,008	0,0264

Rezultatai. Matematinio modelio paskaičiuoti energetiniai variklio parametrai (oro pertekliaus koeficientas- α ; indikatorinis vidutinis efektinis slėgis- P_{me} ; kuro užsiliepsnojimo pradžios kampas φ_i ; maksimalus slėgis cilindre- P_{max}) pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė

Sumodeliuoti energetiniai variklio parametrai

D/M	100/0	90/10	80/20	50/50	20/80	10/90
α	1,08	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93
P_{me}, bar	11,24	11,21	11,31	12,46	12,08	11,72
$\varphi_i, \text{ŠK}$	714	710	710	711	714	725
P_{max}, bar	129	134	136	155	153	107

Rezultatų aptarimas ir išvados. Prie mažų metano dujų porcijų pastebimas indukcijos periodo sutrumpėjimas ir kuras užsiliepsnoja ties 710, 710 ir 711 ŠK esant 90/10, 80/20 ir 50/50 porcijoms atitinkamai. Nuo 20/80 indukcijos periodas padidėja iki 714 ir 725 esant 20/80 ir 10/90 porcijoms. Maksimalus slėgis cilindre pasiekiamas prie 20/80 porcijos ir siekia 153 bar. Dėl didelio maksimalaus slėgio padidėjimo naudojant metano dujas galimas greitesnis variklio susidėvėjimas, todėl metano porcijos turi būti parenkamos atitinkamai.

Padėka. Autoriai yra dėkingi „AVL Advanced Technologies“ dėl suteiktos prieigos prie „AVL Fire“ modeliavimo programinės įrangos. „AVL Fire“ buvo įsigyta pasirašant bendradarbiavimo sutartį tarp „AVL Advanced Technologies“ ir Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto.

Literatūra

- Jamrozik A. 2012. CFD modelling of combustion in HCCI engine using avl fire software econtechmod. An international quarterly journal, Vol. 1, No. 1, 51–56.
- Baburić M., Bogdan Ž., Duić N. 2002. A New Approach to CFD Research: Combining AVL's Fire Code with User Combustion Model DOI: 10.1109/ITL.2002.1024703 · Source: IEEE Xplore.
- Brezany P., Sipkova V., Chapman B., et al. 20. Automatic Parallelization of the AVL FIRE Bechmark for a distributed-Memory system. <https://www.complang.tuwien.ac.at/sipka/fire.pdf>.
- European environment agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-11>.
- Gafoor A., Gupta R. 2015. Numerical investigation of piston bowl geometry and swirl ratio on emission from diesel engines. *Energy Conversion and Management*. Volume 101, 1 September 2015, p. 541–551. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2015.09.036>.
- Gao Y., Chow W. K. 2005. A brief review on combustion modeling. *International Journal on Architectural Science*, Vol. 6, p. 38–69.
- Huang H., Zhu Z., Chen Y., et al. 2019. Experimental and numerical study of multiple injection effects on combustion and emission characteristics of natural gas–diesel dual-fuel engine *Energy Conversion and Management*, Vol. 183, 1 March 2019, p. 84–96.
- Yousefi A., Guob H., Birouk M. 2018. Effect of swirl ratio on NG/diesel dual-fuel combustion at low to high engine load conditions. *Applied Energy*, vol. 229, p. 375–388.
- Li J., Wu B., Mao G. 2015. Research on the performance and emission characteristics of the LNG-diesel marine engine. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, vol. 27, Part 2, November 2015, p. 945–954.
- Mamakos A., Martini G., Manfredi U. 2013. Assessment of the legislated particle number measurement procedure for a Euro 5 and a Euro 6 compliant diesel passenger cars under regulated and unregulated conditions. *Journal of Aerosol Science*, 55, 31–47.
- Najafi B., Akbarian E., Lashkarpour M., et al. 2019. Modeling of a dual fueled diesel engine operated by a novel fuel containing glycerol triacetate additive and biodiesel using artificial neural network tuned by genetic algorithm to reduce engine emissions. *Energy*, vol. 168, p. 1128–1133.
- Pfoser S., Schauer O., Costa Y. 2018. Acceptance of LNG as an alternative fuel: Determinants and policy implications. *Energy Policy*, vol. 120, p. 259–267.
- Shua J., Fuab J., Liua J., et al. 2019. Effects of injector spray angle on combustion and emissions characteristics of a natural gas (NG)-diesel dual fuel engine based on CFD coupled with reduced chemical kinetic model, *Applied Energy*, vol. 233–234, p. 182–195.
- Song H., Oub X., Yuanb J., et al. 2017. Energy consumption and greenhouse gas emissions of diesel/LNG heavy-duty vehicle fleets in China based on a bottom-up model analysis. *Energy*, vol. 140, Part 1, p. 966–978.
- Summary of worldwide engine and vehicle emission standards, <https://dieselnet.com/standards/>.
- Visakhamoorthy S., Tzanetakis T., Haggith D., et al. 2012. Numerical study of a homogeneous charge compression ignition (HCCI) engine fueled with biogas. *Applied Energy*, vol. 92, p. 437–446.
- Žaglinskis J., Rapalis P., Lazareva N. 2018. An overview of Natural Gas Use in Ships: Necessity and Engine Supply, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* <https://doi.org/10.3311/PPtr.11708>.

PIRMINIAI GRYBŲ ĮVAIROVĖS LIETUVOS PAJŪRIO PAPLŪDIMIUOSE TYRIMAI

Eglė Jonikaitė¹, Marija Kataržytė¹, J. C. Brandão²

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

marija.katarzyte@jmtc.ku.lt

Įvadas. Paplūdimių smėlis, vanduo ir oras gali būti potencialiai patogeniškų žmogui mikroorganizmų šaltinis. Pasaulyje tyrimai, susiję su šių mikroorganizmų vertinimu, jau vykdomi keletą dešimtmečių, tačiau paplūdimių smėlis šiuo atžvilgiu yra mažai tirtas (Solo-Gabriele et al., 2016). Europos Sąjungos šalyse pagal Maudyklų Vandenų Direktyvos (2006/7/EC) reikalavimus vertinama tik vandens kokybė (pagal fekalinę taršą rodančių mikroorganizmų kiekį), nors yra žinoma, kad poilsiautojai daugiau laiko praleidžia ant paplūdimio smėlio nei vandenyje.

Paplūdimių smėlio ir vandens aplinkoje susidaro specifinės sąlygos, palankios įvairiems mikroorganizmams įsikurti, augti ir išgyventi, taip pat pernašai tarp skirtingų buveinių (Weiskerger et al., 2019). Yra žinoma, kad paplūdimių smėlyje greta įvairių patogeninių bakterijų, pvz., *Vibrio vulnificus*, *Salmonella*, *Campylobacter* ir kt., galima rasti ir potencialiai patogeniškų grybų, pvz., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Candida* sp. ir kt. (Solo-Gabriele et al., 2016).

Europos mokslininkų iniciatyvinė grupė, kurioje dalyvauja 15 šalių mokslo laboratorijos, siekia įvertinti grybų įvairovės ir gausumo pasiskirstymą įvairiomis paplūdimių sąlygomis. Šio tyrimo tikslas buvo įvertinti pirminę grybų įvairovę ir gausumą Lietuvos pajūrio paplūdimių smėlyje ir vandenyje. Šie pradiniai duomenys vėliau leis: a) įvertinti, ar įvairovė ir gausumas kinta šiltuoju metu laiku, b) kiek panaši ar skirtinga Lietuvos pajūrio paplūdimiuose nustatytų grybų įvairovė ir gausumas, lyginant su kitais Europos paplūdimiais.

Metodai. Tyrimui pasirinktos dvi vietos Lietuvos pajūryje: I Melnragės paplūdimys ir Palangos Bendrasis paplūdimys. 2018 metų gruodžio mėnesį iš šių paplūdimių paimti smėlio ir vandens mėginiai ir parvežti tyrimams į KU Jūros tyrimų insituto Pajūrio aplinkos ir biogeochemijos laboratoriją. Mėginiai buvo paruošti ir išsėti ant dviejų rūšių mitybinių terpių po 3 pakartojimus: Sabourad dekstrozės agaro ir Mycosel agaro terpių. Petri lėkštutės su mėginiais laikytos auginimo inkubatoriuose su skirtinga temperatūra – 30 °C ir 37 °C. Užaugusios grybų kolonijos suskaičiuotos, aprašyti jų morfologiniai požymiai. Iš kiekvienos, skirtingomis morfologinėmis charakteristikomis pasižyminčios

kolonijos, buvo išskirtas DNR ir pagausintos specifinės DNR sekos su pradmenimis ITS3 ir ITS4. DNR sekoskaita atlikta DNR „MacroGen“ sekoskaitos centre. Gautos sekos buvo palygintos su NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov) duomenų bazėje esančiomis grybų genų sekomis naudojant šios bazės internetinį įrankį BLAST.

Rezultatai ir aptarimas. Tyrimo metu remiantis morfologiniais grybų kolonijų požymiais ir DNR buvo identifikuota 14 grybų taksonų (1 lentelė).

1 lentelė

Grybų kultūrų ir ITS sekos turinčios didelį panašumą su sekomis GenBank duomenų bazėje

Identifikuota	Artimiausias atitikmuo Genbank duomenų bazėje	Rūšies pavadinimas	Max. panašumas (%)	Tipiška buveinė	Galimas poveikis žmogaus sveikatai
<i>Alternaria alternata</i>	MH879772.1	<i>Alternaria alternata</i>	99,06	Dirvožemis ir vanduo	Alergijos, astma
Ascomycetes 1	KJ739472.1	<i>Cytospora chrysosperma</i>	99	Augalai	-
Ascomycetes 4	KX826472	<i>Curvularia inaequalis</i>	99	Smėlis ir vanduo	Alergijos, sinusitas
Ascomycetes 4	KU845891.1	<i>Albifimbria verrucaria</i>	100	Augalai	-
Ascomycetes 4	MK212911.1	<i>Microdochium bolleyi</i>	96,95	Augalai	-
<i>Aspergillus</i> sp. 1	MF860403.1	<i>Aspergillus terreus</i>	100	Dirvožemis	Infekcijos
<i>Aspergillus</i> sp. 2	MK267099	<i>Aspergillus fumigatus</i>	99	Dirvožemis	Alergijos
<i>Aspergillus</i> sp. 3	KX302039.1	<i>Aspergillus versicolor</i>	99,07	Drėgna aplinka	Alergijos
<i>Aureobasidium pullulans</i>	MK460995	<i>Aureobasidium pullulans</i>	99,05	Dirvožemis, vanduo, oras	Gali sukelti ligas
Yeast 1	KM065947.1	<i>Nakazawaea anatomiae</i>	99,7	Dirvožemis, augalai	-
Fungi 3	MH871998	<i>Emericellopsis maritima</i>	98	Jūrinis vanduo	-
<i>Penicillium</i> sp. 1	MH578597.1	<i>Penicillium expansum</i>	100	Dirvožemis	-
<i>Penicillium</i> sp. 2	KM396381.1	<i>Penicillium polonicum</i>	98,03	Maistas	-
<i>Penicillium</i> sp. 3	MH484018.1	<i>Penicillium fellutanum</i>	98,3	Dirvožemis ir vanduo	-

Didžiausia grybų įvairovė nustatyta Melnragės paplūdimio smėlyje – čia rasta 11 rūšių. Gausiausiai buvo rasta *P. polonicum* grybo kolonijų (65 ksv/ml). Melnragės maudyklos vandenyje grybų nenustatyta. Bendrojo Palangos

papildinio vandenyje nustatytos 5 rūšys, gausiausias grybas *Emericellopsis maritima* – 33 ksv/ml. Abiejose tyrimo vietose buvo rasta tik viena bendra rūšis *A. fumigatus*.

2 lentelė

Grybų rūšių gausumas (kolonijas formuojantys vienetai/ml)

	Grybų ksv/ml vidurkis			
	Menragė		Palanga	
Rūšies pavadinimas (sinonimas)	Smėlis	Vanduo	Smėlis	Vanduo
Sabourad Agaras				
<i>Albifimbria verrucaria</i>	10,0	0	0	0
<i>Alternaria alternata</i>	3,3	0	0	0
<i>Arthropyrenia sp.</i>	1,7	0	0	0
<i>Aspergillus fumigatus</i>	5,0	0	3,3	1,7
<i>Aspergillus terreus</i>	0	0	0	1,7
<i>Aspergillus versicolor</i>	2,5	0	0	0
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1,7	0	0	0
<i>Cytospora chrysosperma (Valsa sordida)</i>	0	0	0	3,3
<i>Curvularia inaequalis</i>	1,7	0	0	0
<i>Emericellopsis maritima</i>	0	0	0	33,3
<i>Microdochium bolleyi</i>	1,7	0	0	0
<i>Nakazawaea anatomiae</i>	0	0	0	1,7
<i>Penicillium expansum</i>	1,7	0	0	0
Bendro ksv/ml vidurkis	26,7	0,0	3,3	41,7
Rūšių skaičius	11	0	1	5
Mycosel Agaras				
<i>Penicillium fellutanum (P. dierckxii)</i>	2,5	0	0	0
<i>Penicillium polonicum</i>	65,0	0	0	0
Bendro ksv/ml vidurkis	70,0	0	0	0
Rūšių skaičius	2	0	0	0

Dalis nustatytų grybų paprastai randami dirvožemyje, vandenyje ar dalyvauja augalinės kilmės organinės medžiagos skaidyme (1 lentelė). Tyrimo metu rasta augalų ligas sukeliančių grybų rūšių, tokių kaip *C. chrysosperma*, *A. verrucaria* ir *M. bolleyi*. Kelios jų, *A. alternata*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *A. pullulans* bei *C. inaequalis* žmonėms, turintiems silpnąją imunitetą, gali sukelti įvairias ligas bei alergijas (Whitman et al., 2014). Lietuvos pajūryje S. Markovskaja (2008) identifikavo 30 medieną skaidančių grybų rūšių, iš kurių dalis buvo obligatiniai jūros grybai. Šiame tyrime rasta tik viena jūrinė rūšis, Palangos papildinio vandenyje – *Emericellopsis maritima*.

Išvados. Šaltuoju metu laikotarpiu Lietuvos pajūrio paplūdimiuose nustatyta palyginus didelė grybų įvairovė, tačiau nedidelio gausumo. Dalis nustatytų grybų yra potencialūs patogenai žmogui ir didesnis jų gausumas nustatytas Melnragėje.

Literatūra

- Markovskaja S. 2008. Jūrinių medieną ardančių grybų įvairovė ir paplitimas Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje. Jūros ir krantų tyrimai-2008, konferencijos medžiaga. 83–85.
- Solo-Gabriele H. M., Harwood V. J., Kay D. et al. 2016. Beach sand and the potential for infectious disease transmission: observations and recommendations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(1), 101–120.
- Weiskerger C. J., Brandão J., Ahmed C., et al. 2019. Impacts of a Changing Earth on Microbial Dynamics and Human Health Risks in the Continuum between Beach Water and Sand (preprints).
- Whitman R., Harwood V. J., Edge A., et al. 2014. Microbes in Beach Sands: Integrating Environment, Ecology and Public Health. *Reviews in environmental science and biotechnology*, 13(3), 329–368.

EOLINIŲ PROCESŲ INTENSYVUMO VERTINIMAS KLAIPĖDOS UOSTO PIETINIO MOLO ZONOJE

Gabrielė Jucė¹, Vitalijus Kondrat¹, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė^{1,2}

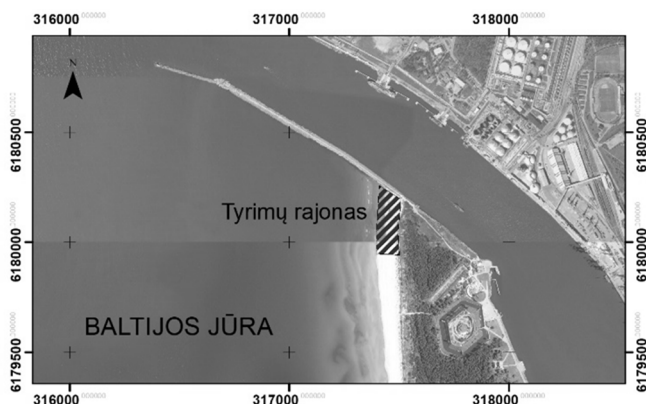
¹ Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų
institutas, Klaipėda
jank.gabrielle@gmail.com

Įvadas. Eolinių procesų stebėseną ir vėjo pernešamo smėlio kiekio tyrimai yra svarbūs siekiant pažinti kopų formavimosi bei vystymosi ypatybes, tobulinti kopų tvirtinimo ir apsaugos nuo išpustymo būdus, sprendžiant rekreacinės infrastruktūros kūrimo, optimizavimo, Klaipėdos uosto įplaukos kanalo gilinimo ir kt. klausimus. Atsižvelgiant į tai buvo išsikeltas darbo tikslas – įvertinti Klaipėdos uosto pietinio molo zonoje vykstančios smėlio pernašos ypatumus. Ši kranto atkarpa pasirinkta dėl:

- 1) plataus pritaikymo rekreacinei veiklai;
- 2) galimo tiesioginio ir netiesioginio antropogeninio poveikio kranto morfometriniams parametrams. Tiesioginis antropogeninis poveikis gali pasireikšti dėl intensyvaus pajūrio lankymo, netiesioginis – dėl hidrotechninių įrenginių (Klaipėdos uosto molų) rekonstrukcijos, atstatymo ar panaikinimo (Žilinskas, 1998);
- 3) galimos tiesioginės eolinių procesų įtakos sąnašų kiekiui Klaipėdos uosto vartuose dėl smėlio pernašos (perpustymo) iš kranto į Klaipėdos uosto įplaukos kanalą.

Metodai. 2016–2017 m. eolinė smėlio pernaša apskaičiuota Kuršių nerijos apsauginio paplūdimio kopagūbrio vakarinėje papėdėje, ties pietiniu Klaipėdos uosto molu (1 pav.) vykdyto BSNE (Big Spring Number Eight) eksperimentinio tyrimo ir teorinių eolinės smėlio pernašos skaičiavimų Bagnold, Kawamura, Owen, Lettau ir Lettau metodais (Udo, 2009; Sherman et al., 2013) pagrindu (1 lent.). Specialiai eksperimentiniam tyrimui buvo sukurtos ir sukonstruotos BSNE tipo smėlio gaudyklės (Mendez et al., 2011), kurių konstrukciją sudarė nuo 0 iki 35 cm ilgio mediniai stovai ir 22×22×27 medinės dėžutės, kurių kiekvienos krypties įpūtimo angos plotas 194,5 cm². Eksperimento trukmė – 5 savaitės (2017-03-17–2017-04-21), mėginių ėmimo intervalas – 1 savaitė. Gaudyklėmis surinkta 28 smėlio mėginiai, kurie buvo mechanškai sijojami kratytuvu. Naudotas 14-os sietų komplektas, išskiriantis šias frakcijas: 1,0–0,8; 0,8–0,63; 0,63–0,5; 0,5–0,4; 0,4–0,315; 0,315–0,25; 0,25–0,2; 0,2–0,16; 0,16–0,125; 0,125–0,1; 0,1–0,08; 0,08–0,063; 0,063–0,05; <0,05 mm. Išskirtos frakcijos buvo grupuojamos į granulimetrinius tipus:

labai smulkų (0,0625–0,125 mm), smulkų (0,125–0,25 mm), vidutinį (0,25–0,5 mm), stambų (0,5–1 mm) smėlį (Blott et al., 2001). Svėrimo būdu buvo nustatytas bendras pernešamo smėlio kiekis ir pernešamo smėlio kiekio dalelių dydžio pasiskirstymas 0,125 m, 0,35 m ir 0,5 m aukštyje nuo žemės paviršiaus.



1 pav. Tyrimų vieta.

1 lentelė

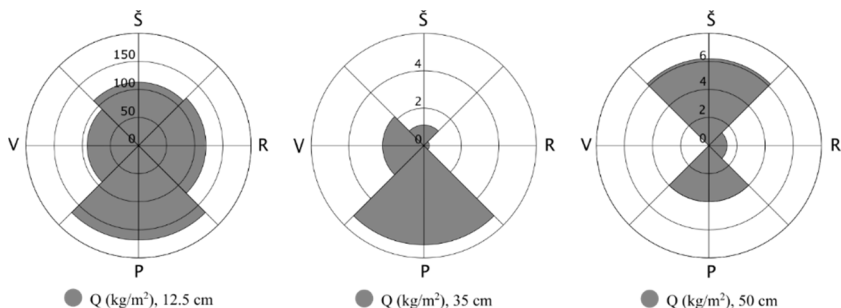
Teorinės smėlio pernašos (Q , kg/m^2) skaičiavimo metodai

Bagnold	$Q = C_b \left(\frac{d}{D} \right)^{0,5} \frac{\rho}{g} u_*^3$	Owen	$Q = \frac{\rho}{g} u_*^3 \left(1 - \frac{u_{*t}^2}{u_*^2} \right) (C_{01} + C_{02} \frac{w_s}{u_*})$
Kawamura	$Q = C_{kw} \frac{\rho}{g} (u_* - u_{*t})(u_* + u_{*t})^2$	Lettau ir Lettau	$Q = C_l \left(\frac{d}{D} \right)^{0,5} \frac{\rho}{g} (u_* - u_{*t}) u_*^2$
Empirinės konstantos priklausančios nuo smėlio rūšiavimo: $C_b = 1,8$, $C_{kw} = 2,78$, $C_{01} = 0,25$, $C_{02} = 0,33$ ir $C_{02} = 6,7$; D – standartinis smėlio dalelių skersmuo; d – vidutinis smėlio dalelių skersmuo; ρ – oro tankis; g – laisvojo kritimo pagreitis; u_* – dinaminis vėjo greitis; u_{*t} – trinties greičio ribinė reikšmė.			

2016–2017 m. eolinė smėlio pernaša skersiniame Smiltynės profilyje (Lp: (X:6179784; Y:317450)÷(X:6179784; Y:317520), LKS94) nustatyta Lettau ir Lettau (12,5 cm aukštyje) bei Owen (35 cm ir 50 cm aukščiuose) metodais (1 lent.), kurie remiantis teorinių smėlio pernašos metodų lyginamąja analize labiausiai atitiko praktinę smėlio pernašą Smiltynės paplūdimyje. Eolinės smėlio pernašos tyrimo rezultatų analizei panaudoti tyrimo laikotarpiu Klaipėdos meteorologijos stotyje (Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie

Aplinkos ministerijos) fiksuoti vėjo krypties ir greičio duomenys. Eolinė smėlio pernaša nustatyta įvertinus skersinio kranto profilio reljefo matavimų ir surinktų smėlio mėginių Pv, APKvp ir APKvš granulimetrinės sudėties duomenimis.

Rezultatai. BNSE eksperimento laikotarpiu (2017 m. kovo 17 d. balandžio 21 d.) Kuršių nerijos krante, ties pietiniu Klaipėdos uosto molu vidutinis vėjo greitis 2 m aukštyje buvo $2,48 \pm 1,25$ m/s, o vidutinis maksimalus greitis – $4,37 \pm 2,15$ m/s. Vyravo vakarų krypties vėjas, kurio vidutinis maksimalus greitis buvo $5,05 \pm 2,19$ m/s. Smėlio pernaša vyko 12,5 cm aukštyje ($91,4 \text{ kg/m}^2$) ir 35 cm aukštyje ($2,2 \text{ kg/m}^2$). Didžiausia smėlio pernaša 12,5 cm ir 35 cm aukštyje fiksuota pučiant pietų krypties vėjui ($4,28 \pm 1,92$ m/s) – $168,3 \text{ kg/m}^2$ ir $5,3 \text{ kg/m}^2$, 50 cm aukštyje – pučiant šiaurės krypties vėjui ($3,96 \pm 1,89$ m/s) $6,2 \text{ kg/m}^2$. Vyraujant šiaurės ($3,96 \pm 1,89$ m/s) ir rytų ($3,09 \pm 1,48$ m/s) krypties vėjui smėlio pernaša fiksuota visuose matuotuose aukščiuose (12,5 cm aukštyje – $112,8 \text{ kg/m}^2$ ir $120,0 \text{ kg/m}^2$, 35 cm – $1,1 \text{ kg/m}^2$ ir $0,3 \text{ kg/m}^2$, 50 cm – $6,2 \text{ kg/m}^2$ ir $1,3 \text{ kg/m}^2$). Suminė smėlio pernaša 12,5 cm aukštyje siekė $492,5 \text{ kg/m}^2$, 35 cm – $8,9 \text{ kg/m}^2$, 50 cm – $7,5 \text{ kg/m}^2$ (2 pav.), eksperimento rezultatai atitinka D. Jarmalavičiaus, G. Žilinsko ir V. Minkevičiaus atliktame darbe (2001) nustatytas vėjo sukeltos smėlio pernašos tendencijas, jog didėjant aukščiui eolinė smėlio pernaša mažėja.



2 pav. Eolinė smėlio pernaša $Q \text{ (kg/m}^2\text{)}$ skirtinguose aukščiuose.

Teoriniais metodais apskaičiuota, kad smėlio pernaša Bagnold metodu yra 440 kg/m^2 , Kawamura – 813 kg/m^2 , Owen – 84 kg/m^2 , Lettau ir Lettau – 1606 kg/m^2 . Gautas tiksliausias metodas 12,5 cm aukštyje – Lettau ir Lettau (skirtumas nuo praktinės smėlio pernašos – 14 %), kuris atitinka tarptautinių mokslinių darbų rezultatus (Udo, 2009; Sherman et al., 2013), jog Lettau ir Lettau metodas geriausiai atkartoja stebėtos pernašos kiekius. 35 cm ir 50 cm aukščiuose nustatytas tiksliausias metodas – Owen, kurio skirtumas nuo praktinės smėlio pernašos yra 218 % ir 270 %.

Įvertinus BNSE eksperimentinio tyrimo metu nustatytus skirtumus tarp praktinės ir teorinės smėlio pernašos, nustatyta, kad 2016–2017 m. laikotarpio teorinė smėlio pernaša kranto profilyje (0–50 cm aukščiuose) siekė 924280 kg/m²: 2016 m. – 440765 kg/m², 2017 m. – 483515 kg/m² (2 lent.). Didžiausia smėlio pernaša paplūdimio viduryje fiksuota 12,5 cm aukštyje, 2016 m. – 356610 kg/m², 2017 m. – 391617 kg/m². Apskaičiuota eolinė smėlio pernaša taip pat priklauso nuo kitų veiksnių, tokių kaip smėlio drėgnumas ir dalelių svoris, atmosferos slėgis ir kt., kurie nebuvo vertinami.

2 lentelė

2016–2017 m. eolinė smėlio pernaša (Q, kg/m²) skirtinguose aukščiuose, įvertinus BSNE eksperimentinio tyrimo metu nustatytas smėlio pernašos tendencijas

	2016 m.			2017 m.		
	12,5 cm	35 cm	50 cm	12,5 cm	35 cm	50 cm
Pv	356610	20950	28856	391617	22900	31438
APKvp	279	6698	25014	313	7314	27344
APKvš	414	537	1407	464	583	1542
Σ	440765			483515		

Išvados. Atlikus BSNE eksperimentinį tyrimą Kuršių nerijos krante, ties pietiniu Klaipėdos uosto molu, nustatyta, jog šioje teritorijoje akumuliaciniams procesams didelę įtaką turi eoliniai procesai. Eolinė smėlio pernaša 2017-03-17–2017-04-21 laikotarpiu vyraujant pietvakarių krypties ir 5,05±2,19 m/s stiprumo vėjui buvo 508,9 kg/m². Klaipėdos uosto pietinio molo link pernešta 271,2 kg/m² smėlio. Apskaičiuota eolinė smėlio pernaša 2016–2017 m. sudarė 924280 kg/m², 748227 kg/m² (80,95 %) smėlio pernešama paplūdimio viduriu, 12,5 cm aukštyje.

Literatūra

- Blott S. J., et al. 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Process. Landforms* 26, p. 1237–1248.
- Mendez M. J., et al. 2011. Field wind erosion measurements with Big Spring Number Eight (BSNE) and Modified Wilson and Cook (MWAC) samplers. *Geomorphology*, p. 1.
- Sherman D. J., et al. 2013. Recalibrating aeolian sand transport models. *Earth surface and processes and landforms* 38, p. 169–178.
- Udo K. 2009. New method for estimation of aeolian sand transport rate using ceramic sand flux sensor (UD-101). *Sensors (Basel)*, 9(11), p. 9058–9072.
- Žilinskas G. 1998. Kranto linijos dinamikos ypatumai Klaipėdos uosto poreikio zonoje. *Geografijos metraštis*, Nr. 31, p. 99–109.
- Žilinskas G., ir kt. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius: Geografijos institutas, p. 5–121.

NUOTOLINIŲ METODŲ TAIKYMAS NEMUNO ŽEMUPIO UŽLIEJAMOMS TERITORIJOMS KARTOGRAFUOTI

Gytis Juknevičius¹, Inga Dailidienė^{2,3}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Informatikos ir statistikos katedra, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda,

³ Lietuvos verslo kolegijos Informatikos katedra, Klaipėda

jukneg@gmail.com

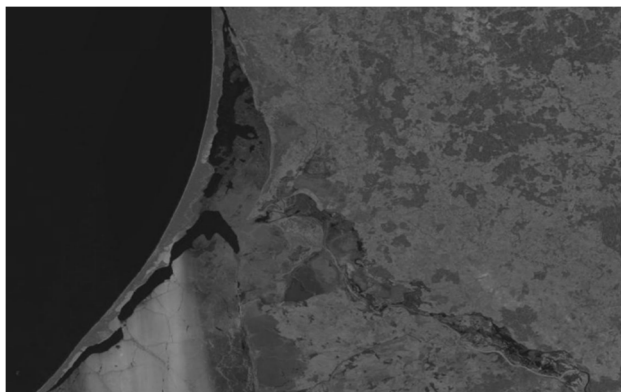
Šiame darbe nagrinėjamos Nemuno žemupio potvynių kartografavimo galimybės naudojant nuotolinius metodus, analizuojamas prižiūravimo ir neprižiūravimo žemės dangos klasifikavimo algoritmų tinkamumas bei tikslumas. Didžiausia pavojingų potvynių tikimybė susidaryti Lietuvoje yra Nemuno upės deltoje. Nemuno žemupyje per pavasario potvynį beveik kasmet užliejamas iki 30 tūkst. ha plotas. Užtvindomos ne tik pievos, bet ir keliai, dalis miestelių ir gyvenviečių. Potvynių monitoringui, prognozei ir tyrimams yra būtinos operatyvios stebėsenos sistemos, pritaikymas geoinformacinių ir nuotolinių metodų.

Potvyniai yra labiausiai niokojantys, dažnai pasitaikantys gamtos reiškiniai pasaulyje, be to, užliejamos teritorijos pasaulyje tampa vis aktualesne problema (Horton ir kt., 2013; Levermann ir kt., 2013). Dėl besikeičiančių klimato sąlygų ir su tuo susijusių reiškinių apsemiamą vis daugiau sausumos teritorijų. Sausumos upių žemupiuose užliejamos dažniausiai dėl upių potvynių bei kylančio globalaus vandenyno lygio, ekstremalių meteorologinių sąlygų. Dėl klimato kaitos kylantis vandens lygis ir potvyniai gali sukelti pavojų urbanizuotoms teritorijoms. Įvertinus klimato kaitos įtaką potvyniams Lietuvos Aplinkos apsaugos agentūra numatė, kad potvynių problemos Lietuvoje išliks aktualios ir ateityje. Nemuno žemupyje ir deltoje, kur potvynių susidarymo tikimybė yra didžiausia Lietuvoje, potvynių pavojus dėl vyraujančio lėkšto, žemo ir lygaus reljefo tik dar labiau padidės (Aplinkos..., 2013).

Palydovinės nuotraukos tinka užliejimams kartografuoti dėl aukštos erdvinės rezoliucijos, geresnio jautrumo ryškumui ir spalvoms (Acharya ir kt., 2016). Palydovinių nuotraukų panaudojimas užliejimams kartografuoti prasidėjo atsiradus Landsat „Thematic Mapper“ ir multispektrinių skanerių jutikliams, pažangiems labai aukštos rezoliucijos radiometrams, pažangiems kosminės terminės emisijos ir atspindžio radiometrams (ASTER), MODIS ir Landsat-7 jutikliams (Khan ir kt., 2011). Vienas didžiausių GIS privalumų

potvynių valdyme ir planavime yra tai, kad ši sistema sugeneruoja potvynių rizikos plotų vizualizacijas, kurios sukuria potencialą tolesnei gauto produkto analizei, tokio kaip užliejimų sukeltos žalos įvertinimas ir kt. (Pacifi ir kt., 2009).

Darbo pagrindinis tikslas yra palyginti Sentinel-2 ir Landsat-8 duomenimis sukurtų žemės dangos žemėlapių Nemuno žemupyje klasifikavimo tikslumą ir atrinkus tiksliausią algoritmą nustatyti užliejimų tendenciją 2014–2018 metų laikotarpiu. Nustatant užliejamų teritorijų kaitos tendenciją tiriamu laikotarpiu Nemuno žemupyje ir deltoje (1 pav.), pritaikyti pirmo lygio palydovinius duomenis ir kartografavimo metodus. Darbe indikuojami vandens telkiniai ir dinamiškai kintantis išsiliejęs vandens sluoksnis į upių slėnius ir Nemuno deltą, atliekama klasifikacija lyginant vaizdus ir skirtingą vertę turinčius nuotraukų pikselius GIS įrankių pagalba.

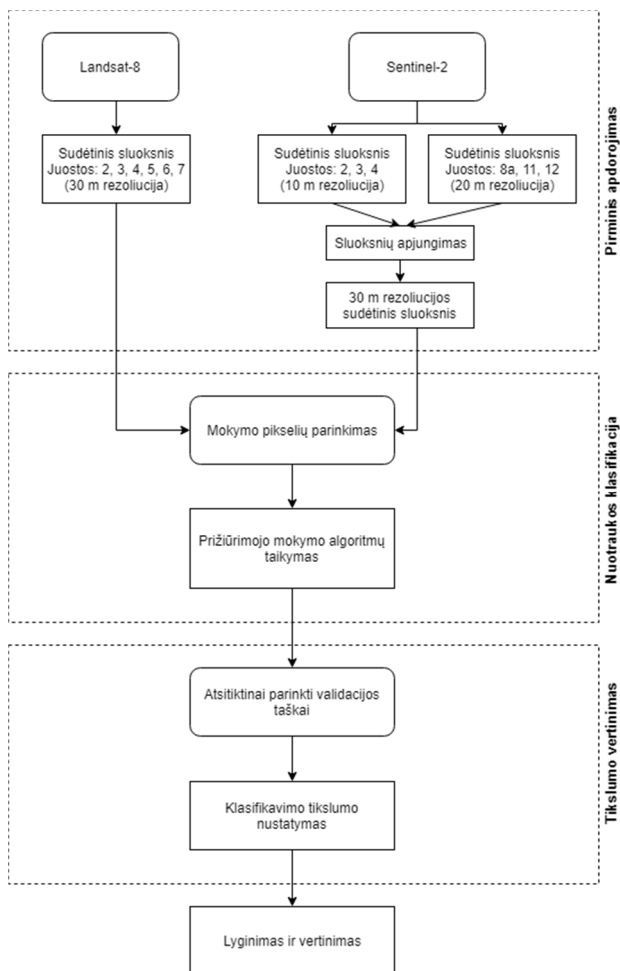


1 pav. Tyrimų objektas, Nemuno žemupys ir delta (Landsat-8 2018-03-28).

Priziūrimojo ir nepriziūrimojo klasifikavimo darbo eiga susideda iš 3 esminių etapų (2 pav.): pirminio palydovų nuotraukų apdorojimo, klasifikavimo ir tikslumo vertinimo. Abiem klasifikavimo atvejais išrenkamos reikiamos palydovinių nuotraukų spektrinės juostos, apjungiamos į sudėtinį sluoksnį ir suvienodinama rezoliucija tarp juostų. Antrajame priziūrimojo klasifikavimo etape renkami mokymo sluoksnių pikseliai reikalingi paleisti analizuojamiems algoritmams. Taikant ArcGIS ir QGIS GIS programines įrangos įrankius nepriziūrimajame klasifikavime parenkami klasteriai, klasių kiekis, minimalių klasių dydis ir intervalai.

Paskutiniame klasifikavimo etape atliktas tikslumo vertinimas. Gautas klasifikavimo rezultatas lyginamas su atsitiktinai, bet tolygiai kiekvienai žemėnaudai parinktais taškais, kur kiekvienam taškui priskirta tik viena

žemėnaudos grupė. Šie taškiniai sluoksniai paverčiami rastrais ir GIS programų paketuose esančiomis funkcijomis sulyginama, ar validacijos taško žemėnaudos klasė sutampa su suklasifikuota klase. Įvertinus tikslumą išrenkamas geriausias algoritmas pasitelkiant klaidų matricos lentelę. Algoritmai testuojami esant skirtingoms Žemės dangos sąlygomis – prieš potvynį, potvynio metu, potvynio metu kai yra sniego, potvyniui bepasibaigiant.



2 pav. Prižiūrimojo klasifikavimo darbo eigos schema.

Potvynių susidarymo tikimybė Nemuno deltoje yra didžiausia visoje Lietuvoje. Darbe pritaikyta užliejamų plotų įvertinimo ir jų kaitos tendencijų skaičiavimų metodika. Užliejamų plotų tendencijai nustatyti ir apskaičiuoti gali būti panaudotos palydovų nuotraukos ir jų duomenys prieš potvynį ir potvynio metu.

Literatūra

- Acharya T. D., Lee D. H., Yang I. T., et al. 2016. Identification of Water Bodies in a Landsat-8 OLI Image Using a J48 Decision Tree.
- Aplinkos apsaugos agentūra. 2013. Potvynių direktyvos įgyvendinimas. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=6d87deab-3ecc-412a-9b66-7fd6361f26ba>.
- Horton B. P., Rahmstorf S., Engelhart S. E., et al. 2013. Expert assessment of sea-level rise by AD 2100 and AD 2300. *Quaternary Science Reviews*.
- Khan I. S., et al. 2011. Satellite Remote Sensing and Hydrologic Modeling for Flood Inundation Mapping in Lake Victoria Basin: Implications for Hydrologic Prediction in Ungauged Basins.
- Levermann A., Clark P., Marzeion B., et al. 2013. The multimillennial sea-level commitment of global warming.
- Pacifici F., Chini M., Emery W. J. 2009. A neural network approach using multi-scale textural metrics from very high-resolution panchromatic imagery for urban land-use classification.

TRUMPO LAIKOTARPIO SĄNAŠŲ APYKAITA TARP PRIEŠKOPĖS, PAPLŪDIMIO IR JŪROS PRIEKRANTĖS

Viktoras Karaliūnas¹, Rasa Janušaitė¹, Linas Bevainis², Laurynas
Jukna²

¹ Gamtos tyrimų centras, Vilnius, ² Vilniaus universitetas, Vilnius
viktoras.karaliunas@gamtc.lt

Ivadas. Vykstant sąnašų apykaitai tarp prieškopės, paplūdimio ir jūros priekrantės smėlėtuose krantuose sukuriama grįžtamieji ryšiai, palaikantys kranto sistemos stabilumą. Kadangi šių procesų tyrimai reikalauja didelių laiko, įrangos ir žmogiškųjų išteklių investicijų, iki šiol Lietuvos Baltijos jūros kranto zonoje jie buvo atliekami tik fragmentiškai, dažniausiai apsiribojant tik vieno iš kranto geomorfologinių elementų (prieškopės, paplūdimio ar sėklių zonos) tyrimais. Siekiant užpildyti šią spragą ir pradėti kompleksiniai kranto zonos, kaip vientisos sistemos, geomorfologiniai tyrimai, apimantys priekrantę, paplūdimį bei prieškopę. Šių tyrimų tikslas – išanalizuoti įvairius trukmės (daugiamečius, sezoninius, atskiros audros) procesus, vykstančius skirtinguose kranto sistemos elementuose, įvertinti juos lemiančius veiksnius, o taip pat nustatyti ryšį tarp procesų, vykstančių priekrantėje ir pakrantėje skirtingomis hidrometeorologinėmis sąlygomis.

Metodai. Iškeltiems uždaviniams spręsti buvo pasirinktas jūros kranto poligonas pietinėje Nidos gyvenvietės dalyje, apimantis 320 m atkarpą išilgai kranto, o skersiniame profilyje – prieškopę, paplūdimį ir priekrantę iki 8 m gylio, t. y. apimančią sėklių zoną. Tyrimams pasirinkta kranto atkarpa mažai veikiama žmogaus, todėl galima teigti, kad didžiausi pokyčiai, vykstantys šiame kranto ruože, yra nulemti gamtinių veiksnių. Minėtų tyrimų specifiškumą sudaro tai, kad matavimai atliekami skirtingais prietaisais, o gauti rezultatai turi būti suvedami į vieningą sistemą. Sausuminėje kranto dalyje buvo vykdoma skersinė kranto niveliacija: pasirinkti devyni apie 20–30 m vienas nuo kito nutolę profiliai. Jūros priekrantės dugno matavimai buvo vykdomi daugiaspinduliniu sonaru (multi-beam sonar Humminbird SOLIX 15 SI GPS) dengiant visą poligono paviršių. Kadangi matavimai sonaru iki 0,5 m gylio nėra patikimi, šioje zonoje (apytikriai iki 1 m gylio) buvo atliekami matavimai daugiafunkciniu GPNS imtuvu (Topcon HiPer SR), leidžiančiu tiksliai nustatyti vietos koordinatas bei absoliutinį aukštį. GPNS imtuvu taip pat buvo atliekama paplūdimį bei prieškopę apimanti kranto sausuminės dalies niveliacija. Vėliau sonaru gauti duomenys buvo perskaičiuojami (*ReefMaster*, *ArcGis* programomis) prie Klaipėdos posto jūros lygio nulio ir sujungti su GPNS gautais duomenimis, tuo būdu gaunant vientisą priekrantės bei kranto

sausuminės dalies vaizdą. Kadangi geomorfologinės formos pasižymi didele kaita išilgai kranto, tai, atliekant matavimus atskiruose profiliuose ir interpoliuojant duomenis, gali nepavykti išvengti paklaidų. Dėl šios priežasties, bendrai situacijai identifikuoti buvo naudojamas dronas. Programos *Pix4Dcapture* dėka dronas DJI INSPIRE 1 skrenda nustatytame pastoviam aukštyje pagal iš anksto suplanuotą maršrutą ir optimaliai aprėpia tyrimų poligoną. Tai ypač svarbu kalbant apie povandeninę dalį iki 2 m gylio, kurioje priekrantinis sėklus pasižymi itin didele morfologine kaita išilgai kranto. Daugelyje vietų sėklus gali būti suardytas atplaišinių (protrūkio) srovių, todėl niveliuojant gali būti net nefiksuojamas. Dronu gauta nuotrauka leido tiksliau interpretuoti gautus rezultatus.

Lyginant gautus matavimų duomenis buvo apskaičiuoti smėlio tūrio pokyčiai (m^3 viename kranto metre). Tokiu būdu įvertintas erozinių ir akumuliacinių zonų pasiskirstymas bei bendras sąnašų biudžetas tiriamojoje kranto atkarpoje.

Pirminis tyrimas apėmė trumpalaikį laikotarpį. Kadangi tyrimus priekrantėje apriboja orai (matavimus galima atlikti tik ramiu oru), tyrimai buvo vykdomi nuo 2018 rugpjūčio 1 d. iki 2018 spalio 12 d. Pasirinktas matavimų laikas pasižymėjo ramiais orais, kuomet buvo palankios sąlygos atlikti matavimus priekrantėje. Tokiu būdu nustatyti geomorfologiniai kranto zonos pokyčiai atspindėjo maždaug dviejų mėnesių laikotarpį. Šiuo laikotarpiu praslinko keletas ciklonų, iš kurių pažymėtini du: 2018 rugsėjo 26 d. ir 2018 spalio 3 d. Pirmu atveju buvo užfiksuoti vakarų krypties vėjai, gūsiuose siekę iki 21–22 m/s greitį ir sukėlę patvanką iki 77 cm virš Klaipėdos posto vandens lygio nulinio. Antru atveju cikloną lydėjo vakarų krypties vėjai, gūsiuose siekę iki 21–24 m/s greitį. Šio ciklono metu jūros lygis pakilo iki 75 cm. Taigi, galima teigti, kad geomorfologinius kranto bei priekrantės pokyčius minėtu laikotarpiu ir nulėmė šie ciklonai.

Rezultatai. Analizuojant gautus rezultatus nustatyta, kad, praslinkus audroms, kranto linija atsitraukė sausumos link vidutiniškai 8–17 m. Kranto sausuminė dalis neteko vidutiniškai nuo 7 m^3/m iki 21 m^3/m smėlio kiekio. Didžiausi smėlio praradimai užfiksuoti paplūdimio apatinėje dalyje, tuo tarpu prieškopės papėdėje ir apatinėje šlaito dalyje vyko nedidelė smėlio akumuliacija. Čia užfiksuotas nedidelis (0,5–4,0 m^3/m) smėlio kiekio padidėjimas. Tyrimų poligono priekrantėje taip pat nustatytas bendras smėlio kiekio sumažėjimas vidutiniškai nuo 30 iki 120 m^3/m . Tačiau, kaip ir sausuminėje kranto dalyje, smėlio kiekio kaita nebuvo vienoda. Smėlio kiekio pokyčiai buvo netolygūs tiek skersai, tiek ir išilgai kranto. Nustatytos atskiros priekrantės zonos vietos su didesniais smėlio kiekio nuostoliais ir su padidėjusia smėlio akumuliacija. Šis smėlio kiekio kaitos pasiskirstymo

netolygumas siejamas su priekrantės sėklių deformacijomis bei jų padėties pokyčiais erdvėje. Šios deformacijos buvo didesnės arčiau kranto galutinio bangos sugožimo vietoje ir mažiausios – toliausiai nuo kranto esančio sėklaus vietoje, kur bangų poveikis dugnui buvo menkiausias.

Apibendrinimas. Apibendrinant tyrimų rezultatus galima teigti, kad audros metu vyksta intensyvus sąnašų persiskirstymas skersiniame kranto profilyje. Smėlis iš paplūdimio dėl bangų ir štorminės patvankos išnešamas į priekrantę. Tuo tarpu dėl eolinės veiklos dalis smėlio susikaupia prieškopės papėdėje bei apatinėje šlaito dalyje. Tokiu būdu padidėja prieškopės smėlio kiekis. Tuo tarpu smėlis, išneštas į sėklių zoną, veikiant bangoms ir srovėms persiskirstomas tiek skersai, tiek ir išilgai kranto. Stebint skersinio profilio deformacijas užfiksuota, kad smėlis persiskirstomas taip, kad padidėja priekrantinis sėklius. Tuo pat metu pagilėja tarpsėklis (tarp pirmo ir antro sėklaus). Taip pat pasikeičia antrojo ir trečiojo (skaičiuojant nuo kranto) sėklių padėtis. Antrasis sėklius šiek tiek pasislenka kranto link bei paaukštėja jo viršūnė, tuo tarpu trečiojo, įjūriausio, sėklaus padėtis kinta mažai, tačiau jis tampa lėkštesniu.

Nustatyti pokyčiai patvirtina faktą, kad audros metu vykstantys smėlio kaitos pokyčiai rodo kranto sistemos gebėjimą transformuotis, siekiant palaikyti sistemos stabilumą kintant išorinių veiksnių poveikio mastui. Susikaupęs smėlis prieškopėje tarnauja kaip smėlio atsargų rezervuaras, sumažinantis paplūdimio smėlio nuostolius ateinančios audros metu, tuo tarpu jūros priekrantės sėklių deformacija, padidinanti priekrantinių sėklių reljefingumą, nukreipta bangų slopinimo kryptimi. Tokiu būdu kranto smėlio persiskirstymas vyksta kranto morfologinius pokyčius lemiančių išorinių veiksnių slopinimo kryptimi.

Tyrimas taip pat parodė, kad pasirinktas gana atsitiktinis tyrimų poligonas nėra pilnai reprezentatyvus, kadangi neapėmė pilnos kranto litologinės celės. Šią išvadą verčia daryti tas faktas, kad tiek krante, tiek ir priekrantėje stebėtas neigiamas smėlio kiekio biudžetas. Lieka neaišku, kodėl nuplautas nuo kranto smėlis nepadidino priekrantės smėlio atsargų. Didžiausia tikimybė, kad jis buvo išneštas už tyrimo poligono ribų ir papildė greta esančio kranto ruožo paplūdimį ar sėklių zoną. Todėl ateityje reiktų koreguoti tyrimų poligoną, praplečiant jį iki kranto litologinės celės, kur vykstant smėlio apykaitai tarp priekrantės ir kranto bendras smėlio biudžetas liktų mažai pakitęs.

MORFOLITOLOGINIŲ IR GEOCHEMINIŲ ANOMALIJŲ PASISKIRSTYMO ANALIZĖ KURŠIŲ NERIJOS JŪROS KRANTO PAPLŪDIMYJE

**Dovilė Karlonienė¹, Donatas Pupienis^{1,2}, Aira Dubikaltienė¹,
Darius Jarmalavičius², Gintautas Žilinskas²**

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

Įvadas. Paplūdimys yra dinamiška aplinka, kurios sąnašų mineraloginei ir geocheminei sudėčiai daugiausia įtakos turi hidrometeorologiniai reiškiniai, vietos geologinė sandara ir antropogeniniai veiksniai (Gudelis, 1998; Vidinha ir kt., 2009). Siekiant užtikrinti saugią rekreacinę aplinką ir vykdyti efektyvų krantų tvarkymą yra svarbu įvertinti sąnašų kilmę ir jų kokybę (Saitoh et al., 2017). Be to, norint atlikti antropogeninio poveikio paplūdimiams vertinimą, svarbu nustatyti kokia yra tiriamos vietos geologinė sandara bei galima teršalų foninė koncentracija.

Kuršių nerijos jūros krantas yra bene labiausiai ištirtas vertinant smėlio sąnašų srautus, analizuojant morfolitologinius rodiklius: granulotmetrinę sudėtį, sunkiųjų mineralų koncentraciją ir kt. (Jarmalavičius ir kt., 2015, 2017). Ilgalaikių morfolitologinių tyrimų metu Kuršių nerijoje yra nustatyta, kad savo struktūra išsiskiria du kranto ruožai – Kopgalio ir pietinės Juodkrantės (Jarmalavičius ir kt., 2015). Šiaurinė Kuršių nerijos dalis – Kopgalis – išsiskiria plačiais, smulkiagrūdžio smėlio paplūdimiais, o piečiau Juodkrantės gyvenvietės 7 km kranto ruože (20–27 km nuo Kopgalio) dominuoja siauri stambiagrūdžio smėlio, praturtinto sunkiaisiais mineralais, paplūdimiai (Jarmalavičius ir kt., 2017; Pupienis ir kt., 2017). Tokios morfolitologinės anomalijos gali turėti įtakos cheminių mikro- bei makroelementų foninių koncentracijų pasiskirstymui jūros krante.

Šio tyrimo tikslas – nustatyti mikro- ir makroelementų pasiskirstymą Kuršių nerijos jūros krante bei įvertinti jų galimą sąsają su morfolitologinėmis anomalijomis.

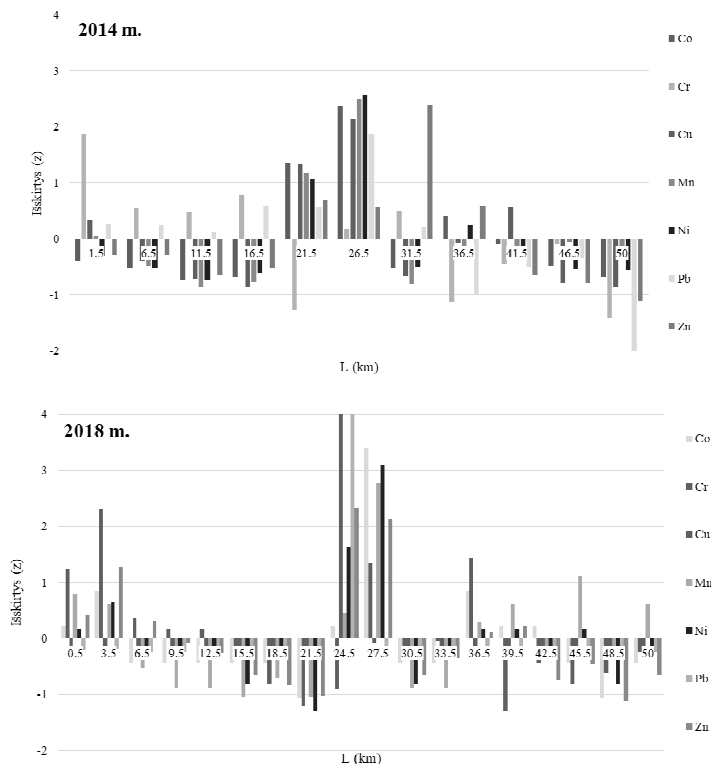
Metodai. Kuršių nerijos jūros kranto paplūdimių sudėtiniai paviršinio smėlio (iki 5 cm gylio) sąnašų mėginiai buvo imami 1 m² plote (voko principu) paplūdimio viduryje 2014 m. (kas 5 km) ir 2018 m. (kas 3 km). Mėginių geocheminė analizė (neiškiriant frakcijos) atlikta ICP – AES prietaisu (1:3 HCl ir HNO₃ ištraukoje), Vilniaus universiteto Chemijos instituto laboratorijoje (2014 m.) ir ICP – MS prietaisu (1:1 HCl ir HNO₃ ištraukoje) Bureau Veritas Commodities Canada Ltd (AcmeLab) laboratorijoje (2018 m.). Nustatyti šie

mikro- ir makroelementai: Al, Ca, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Fe, ir Mg. Mikro- ir makroelementų išskirtys buvo apskaičiuotos naudojant formulę:

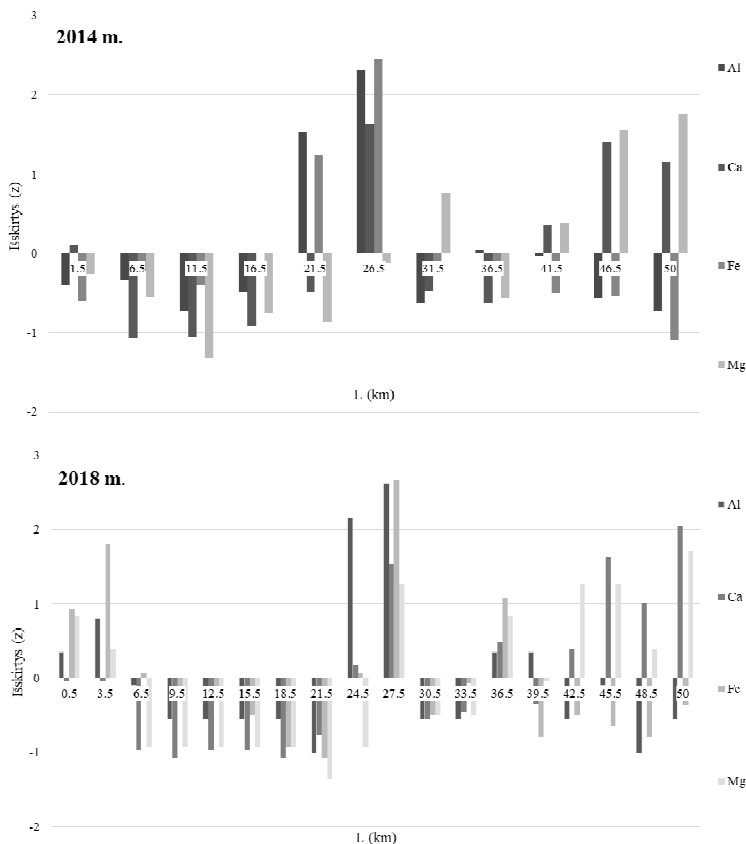
$$(X_i - \bar{X}) / \sigma = z$$

kur X_i – išmatuota reikšmė, $\bar{X}$ – vidurkis ir σ – standartinis nuokrypis. Anomaliomis reikšmėmis laikomos koncentracijos nepatenkančios į intervalą tarp $\bar{X} + 2\sigma$ ir $\bar{X} - 2\sigma$.

Rezultatai. Kuršių nerijos jūros kranto paplūdimyje 2014 m. mikroelementų išskirčių reikšmės didesnės nei $\pm 2\sigma$ nustatytos ties 26 km (visų, išskyrus Cr, Pb ir Zn) ir 31 km (Zn) (1 pav.). 2018 m. duomenimis labiausiai išsiskiria mikroelementų koncentracijos ties 24 km (Cu ir Pb) ir 27 km (visų, išskyrus Cu ir Pb). Pažymėtina, kad abejais tyrimų metais Cr koncentracijos išsiskiria arčiau Kopgalio (tarp 1 ir 3 km).



1 pav. Mikroelementų išskirčių pasiskirstymas Kuršių nerijos jūros kranto paplūdimyje nuo Kopgalio iki Rusijos–Lietuvos sienos.



2 pav. Makroelementų išskirčių pasiskirstymas Kuršių nerijos jūros kranto paplūdimyje nuo Kopgalio iki Rusijos–Lietuvos sienos.

2014 m. makroelementų išskirtys didesnės nei $\pm 2 \sigma$ užfiksuotos ties 26 km. Galima pažymėti, kad Mg ir Ca koncentracijos išsiskyrė ties 46 ir 50 Kuršių nerijos jūros kranto kilometrais (2 pav.). 2018 m. anomalios makroelementų išskirtys nustatytos ties 24 km (Al), 27 km (Al ir Fe), 45 km (Ca) ir 50 km (Ca) tyrimų vietose.

Rezultatų aptarimas. Apibendrinant gautus rezultatus galima teigti, kad didžiausios mikro- ir makroelementų koncentracijų anomalijos sutampa su morfolitologinės anomalijos vieta į pietus nuo Juodkrantės gyvenvietės (Kuršių nerijos jūros kranto ruožu ties 20–27 km) (Jarmalavičius ir kt., 2017). Šioje vietoje vyrauja stambiagrūdis smėlis, o stambioje frakcijoje yra didesnis

sunkiųjų mineralų kiekis, kas gali lemti didesnę mikro- ir makroelementų koncentraciją mėginyje (Salomons ir Förstner, 1984). Kuršių nerijos jūros pakrantės paplūdimiai taip pat yra praturtinti glaukonitu (žaliuoju smėliu), kilusiu iš neogeno-paleogeno nuosėdų Sambos pusiasalyje (Pupienis ir kt., 2017; Krek ir kt., 2018). Glaukonitas turi didelį adsorbcijos pajėgumą ir gali išlaikyti mikroelementus paviršinėse paplūdimio nuosėdose. Didžiausios glaukonito sankaupos, manoma, yra ties Kopgaliu, kur nustatytos padidėjusios mikro- ir makroelementų koncentracijos, tačiau jos reikšmingai neišsiskiria.

Išvados. Mikro- ir makroelementų pasiskirstymo analizė Kuršių nerijos jūros krante parodė, kad abiem tiriamaisiais laikotarpiais (2014 ir 2018 m.) savo geochemine sudėtimi išsiskiria piečiau Juodkrantės esančios paplūdimio sąnašos. Šią geocheminę anomaliją galima būtų laikyti natūralios kilmės, o jos atsiradimą būtent šioje kranto vietoje reikėtų sieti su vietos geologinės sandaros ypatumais.

Literatūra

- Gudelis V. 1998. Lietuvos įjūris ir pajūris. Vilnius, 442 p.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Žilinskas G., ir kt. 2015. Morfolitologinės anomalijos Kuršių nerijos jūriniam krante. *Geologija Geografija*, 1(1), 1–10.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Žilinskas G. 2017. Geologic framework as a factor controlling coastal morphometry and dynamics. Curonian Spit, Lithuania. *International Journal of Sediment Research*, 32, 597–603.
- Krek A., Krechik V., Danchenkov A., et al. 2018. Pollution of the sediments of the coastal zone of the Sambia Peninsula and the Curonian Spit (Southeastern Baltic Sea). *PeerJ*, 1–17.
- Pupienis D., Buynevich I., Ryabchuk D., et al. 2017. Spatial patterns in heavy-mineral concentrations along the Curonian Spit coast, south-eastern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Sci*, 195(5), 41–50.
- Saitoha Y., Tamurab T., Nakano T. 2017. Geochemical constraints on the sources of beach sand, southern Sendai Bay, northeast Japan. *Marine Geology*, 387, 97–107.
- Salomons W., Förstner U. 1984. *Metals in Hydrocycle*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 290 p.
- Vidinha J. M., Rocha F., Silva E., et al. 2009. Geochemical beach sediments studies – a contribution to a standard definition useful for public health. *J Coastal Res*, 56, 905–908.

NUOTOLINIŲ METODŲ TAIKYMAS ŽĄSIMS SVARBIŲ TERITORIJŲ NEMUNO DELTOJE VERTINIMUI

**Karolina Kaziukonytė, Rasa Morkūnė, Julius Morkūnas,
Artūras Razinkovas-Baziukas**

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

Įvadas. Nemuno delta svarbi tarptautiniu mastu kaip veisimosi, žiemojimo ir perėjimo vieta tūkstančiams vandens ir migruojančių paukščių, iš kurių daugelis rūšių yra nykstančios. Nemuno deltoje įsteigtas regioninis parkas patenka į NATURA 2000 teritorijų sąrašą kaip paukščių ir buveinių apsaugai svarbi teritorija. Nemuno deltos šlapžemės laikomos visuotinai reikšmingomis ir yra saugomos pagal Ramsar konvenciją. Potvynis Nemuno deltoje yra natūralus reiškinys, kuris veikia daugelį Nemuno deltos ekosisteminių paslaugų: reguliacinių (pvz., teršalų filtravimas, sugėrimas), aprūpinimo (pvz., žuvų ištekliai), kultūrinių (pvz., turizmas). Kelios iš jų yra siejamos su migruojančiais paukščiais (reguliacinė, kultūrinė).

Žąsų pavasarinės migracijos kelias driekiasi per Nemuno deltą, kur jos sustoja maitintis ir ilsėtis užtvindytose teritorijose. Pagrindinis šio darbo tikslas – įvertinti, kur Nemuno deltos teritorijoje maitinasi ir ilsisi palydoviniais siųstuvais sužymėtos baltakaktės žąsys (*Anser albifrons*), naudojant du skirtingus nuotolinių tyrimų metodus – sintetinės apertūros radaro nuotraukas ir GPS/GSM siųstuvais surinktus žąsų buvimo duomenis.

Metodai. Potvyniui identifikuoti panaudota žemės paviršiaus-vandens aptikimo analizė, kuriai buvo naudoti sintetinės apertūros radaro (angl. *Synthetic-aperture radar*, toliau – SAR) duomenys iš Sentinel-1 palydovo. SAR pagalba sudaryti vaizdai buvo pasirinkti kaip tinkami įvesties duomenys kranto linijai nustatyti dėl dažno praskriejimo virš tiriamos teritorijos, pasiekiamumo, nepriklausymo nuo oro sąlygų bei paros laiko. Radaro duomenys užlietiems plotams nustatyti buvo gauti kas 6 dienas nuo 2017 m. kovo 13 d. iki balandžio 24 d.

Dešimtys žąsų buvimo vietos Nemuno deltos regione buvo nustatytos naudojant GPS/GSM siųstuvus. Iš viso buvo identifikuota 5180 buvimo vietos taškų, fiksuoti vidutiniškai kas 15 minučių. Iš šių duomenų buvo atmesti skrydžio metu užfiksuoti taškai (14 % nuo visų taškų). Duomenys buvo analizuojami pagal plotų užliejimą bei žemėnaudos klases. Kadangi įprastai žąsims maitinimosi metas prasideda 30 minučių iki saulės patekėjimo ir baigiasi po saulės laidos (Owen, 1972; Ely, 1992), surinkti duomenys analizuoti atsižvelgiant į paros laiką.

Rezultatai ir aptarimas. Išanalizavus gautus baltakakčių žąsų buvimo duomenis buvo nustatytas laikotarpis su didžiausia žąsų gausa Nemuno deltoje pavasarinės migracijos metu. Žąsys šioje teritorijoje praleido nuo 1 iki 34 dienų; vienu metu daugiausiai buvo stebimos 7 žąsys. Buvo nustatytos žąsų maitinimosi ir ilsėjimosi vietos. Darbe nagrinėjamas žąsų pasirinkimas tarp skirtingų buveinių, potvynio išplitimo ir paros laiko.

Šis darbas pristato, kaip galima naudoti nuotolinių tyrimų metodus vandens paukščiams svarbiausioms teritorijoms įvertinti. Šį tyrimą galima papildyti hidrologiniu modeliu, kuris leistų analizuoti kiekvienos dienos potvynio išplitimą bei potvynio poveikį ekosisteminėms paslaugoms, įskaitant migruojančių vandens paukščių paplitimą teritorijoje.

Padėka. Darbas buvo iš dalies finansuotas H2020 ECOPOTENTIAL projekto (Nr. 641762) lėšomis.

Literatūra

- Haines-Young R., Potschin M.B. 2018. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. <https://cices.eu>.
- Ramsar Information Sheet. 2010. Ramsar Site: 629 – Nemunas Delta. <https://rsis Ramsar.org>.
- Owen M. 1972. Some Factors Affecting Food Intake and Selection in White-Fronted Geese. *Journal of Animal Ecology*. Vol. 41, no. 1, 79–92 p.
- Ely R. C. 1992. Time Allocation by Greater White-Fronted Geese: Influence of Diet, Energy Reserves and Predation. *The Condor*. 94:857–870 p.

PALANGOS KRANTO ZONOS ANTROPOGENINĖS APKROVOS YPATUMAI

**Loreta Kelpšaitė-Rimkienė^{1,2}, Olga Anne¹, Raimonda Faidušienė¹,
Lina Jakubelskienė¹**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų
institutas, Klaipėda

loreta.kelpsaite@jtmc.ku.lt

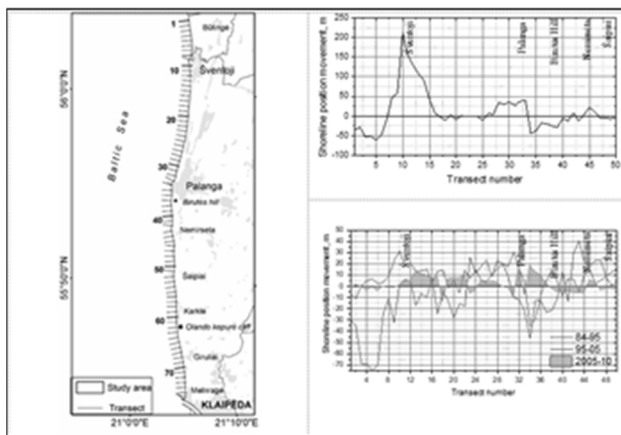
Įvadas. Kranto zona atlieka svarbų vaidmenį daugelio šalių ekonominiame, socialiniame ir politiniame vystyme. Yra įvertinta (Neumann et al., 2015), kad nuo 2000 m. iki 2030 m. kranto zonoje gyvenančių žmonių padaugės daugiau kaip 50 %, nuo 625 iki 880 milijonų. Tvarus kranto zonos valdymas yra vienas iš pagrindinių iššūkių su kuriais šiandien susiduria žmonija (Turner et al., 2015). Priekrantės zona yra sudėtinga socialinė ir ekonominė sistema, kuri yra veikiamą klimato kaitos, pvz., dažnėjančių audrų (Neumann et al., 2015, Soomere, 2015), kylančio jūros vandens lygio (Aretano et al., 2017, Dailidienė et al., 2011, Keevallik et al., 2014, Soomere 2016). Dažnai pagrindine kranto ardos priežastimi kartu su klimato kaita ir jūros lygio kilimu yra įvardijama priekrantės infrastruktūra ir įvairios rekreacinės veiklos (Aretano et al., 2017, Brown et al., 2002, Williams et al., 2018). Šiame darbe buvo įvertinti ilgalaikio ir trumpalaikio žmogaus poveikio pakrančių pokyčiams ypatumai.

Tyrimo metodika. Santykinai trumpas, atviras sklindančioms bangoms, smėlėtas Palangos pakrantės ruožas yra intensyviai lankomas poilsiautojų šiltuoju metų laiku (daugiau nei 100 000 lankytojų per sezoną) (Povilanskas et al., 2011). Darbe kokybiškai lyginama gamtinių ir socialinių veiksnių įtaka Palangos paplūdimiui istoriniame kontekste, vertinant jų teigiamą ir neigiamą poveikį krantui ir sociumui. Buvo analizuotas istorinis kranto linijos padėties kitimas, siekiant nustatyti paplūdimio raidą, veikiant klimato kaitos ir hidrotechninių statinių (Bagdanavičiūtė et al., 2012, Bagdanavičiūtė et al., 2015), lyginant su turistų srautų pokyčiais Palangos savivaldybės teritorijoje per paskutinį šimtmetį.

Rezultatai. Kranto linijos pokyčiai Palangoje pastačius pėsčiųjų tiltą gali būti stebimi nuo 1946 m. (Bagdanavičiūtė et al., 2012). Yra žinoma, kad iškart po Palangos tilto statybos 1880 m. paplūdimys paplatėjo 500 žingsnių (~ 400 m) iki 1910 m., o iki 1947 m. dar 100 m (Dubra, 2006). Pažymėtina, kad toje pačioje kranto zonoje gali būti vyraujančių akumuliacijos ir erozijos

procesų, kurie priklauso nuo pasirinkto laikotarpio hidrodinaminių sąlygų (Bagdanavičiūtė et al., 2012) (1 pav.).

Pakrantės aplinkos pokyčiai, paplūdimio pločio didėjimas, kopų tūrio padidėjimas sudaro palankias sąlygas Palangos infrastruktūrai plėtoti (Povilanskas et al., 2011). Dauguma turistų atvyksta iš Lietuvos, tačiau auga ir užsienio turistų iš Latvijos, Rusijos, Lenkijos, Švedijos, Norvegijos ir JK skaičius. 2007 m. „The Sunday Times“ Palangą įtraukė į vieną iš geriausių 100 vasaros atostogų vietų (Povilanskas et al., 2011). Per šimtmetį lankytojų skaičius išaugo nuo <10 000 per metus iki 100 000 lankytojų per metus. 2009–2016 m. lankytojų skaičius toliau auga. Augantis lankytojų skaičius sukelia papildomą poveikį pakrantės zonai, pvz., atliekos (Brown et al., 2002). Atliekamas jūrinių atliekų monitoringas (Haseler et al., 2017). Galima prognozuoti, kad didelė dalis Baltijos jūros pakrantėje esančių jūrinių atliekų yra antropogeninės kilmės dėl turizmo paplūdimyje (Haseler et al., 2017, Blažauskas et al., 2014, Schernewski et al., 2017).



1 pav. Pietrytinės Baltijos kranto linijos pokyčiai. Viršuje dešinėje kranto linijos pokyčiai 1947–2010, apačioje dešinėje: 1984–1995, 1995–2005, 2005–2010 (Bagdanavičiūtė et al., 2012).

Pažymėtina, kad cigarečių nuorūkos yra antroji arba labiausiai paplitusi tyrinėta medžiaga Palangos paplūdimiuose. Išskyrus suskaidytą plastiką ir stiklą didžioji dalis jūrinių atliekų susijusios su turizmu. Ši tendencija patvirtinama, kai vertinama atsižvelgiant į tikimybę, jog medžiagos kilmė yra iš konkretaus taršos šaltinio (Balčiūnas, 2017, RBR report, 2018). Labiausiai tikėtini taršos šaltiniai Palangos savivaldybėje varijuoja, tačiau turizmo/viešosios atliekos sudaro nuo 67 % Šventosios (pietinėje) dalyje iki

82 % Palangoje (Balčiūnas, 2017, RBR report, 2018). Artimoje aplinkoje esančios įvairios komercinės veiklos (pvz., pramoginė žvejyba prie kranto ir (arba) naftos terminalas) susijusios su pakrantėje randamomis atliekomis. Žvejybos vietų (Nemirsetoje, Palangoje) pakrantėse randamos virvės ir špagatai (mažesni nei < 1 cm). Pakrantės dalys prie Būtingės naftos terminalo užterštos dėl priekrantėje esančių objektų (Balčiūnas, 2017, RBR report, 2018).

Išvados. stiprus antropogeninis poveikis krantui ir poveikis Baltijos jūrai sukuria situaciją, kuomet jūrinės atliekos gali patekti į jūrą dėl kranto erozijos. Siekiant sumažinti jūrinės aplinkos taršą pagrindinis uždavinys yra žaliųjų technologijų taikymas. Tai galima pasiekti taikant daugiakriterinį požiūrį Palangos kranto zonos tvarumui vertinti, atsižvelgiant į socialinius – ekonominius ir hidrofizikinius rodiklius, taipogi ir pakrantės zonos užterštumą jūrinėmis atliekomis. Net jei ir hidrotechnikos statiniai yra laikomi pagrindine pakrančių erozijos priežastimi (Brown et al., 2002), ilgalaikėje perspektyvoje tam tikroje geografinėje vietovėje jie gali būti didžiulio pakrančių prieaugio priežastis. Palangos savivaldybėje pastačius nepralaidų pėsčiųjų tiltą, kuris tarnauja kaip bangolaužis, per 100 metų buvo akumuliuota 192 604 m² pakrantės zonos. Be to, dėl klimato kaitos susidaro ekstremalios hidrometeorologinės sąlygos, sukeliančios trumpalaikes kranto erozijas (Zhang et al., 2004). Trumpalaikės pakrančių erozijos, antropogeninis spaudimas ir kita sukelia konfliktines situacijas su skirtingais suinteresuotųjų šalių poreikiais ir tikslais (Prenzel et al., 2014). Siekiant išvengti socialinių konfliktinių situacijų, akivaizdžiausia yra taikyti socialinio poveikio vertinimo strategiją, pagrįstą moksliniais įrodymais, bet ne tik subjektyvia nuomone (García-Frapolli et al., 2018, Moon et al., 2014).

Padėka. Tyrimas atliktas ES Interreg-V-A Pietų Baltijos programos projekto RBR (Reviving Baltic Resilience), sutarties Nr. STHB 02.02.00-22-0092/16 lėšomis.

Literatūra

- Aretano R., et al. 2017. Coastal dynamics vs beach users attitudes and perceptions to enhance environmental conservation and management effectiveness. *Mar Pollut Bull*, p.142–155.
- Bagdanavičiūtė I., Kelpšaitė L., Daunys D. 2012. Long term shoreline changes of the Lithuanian Baltic Sea continental coast. In 2012 IEEE/OES Baltic International Symposium.
- Bagdanavičiūtė I., Kelpšaitė L., Soomere T. 2015. Multi-criteria evaluation approach to coastal vulnerability index development in micro-tidal low-lying areas. *Ocean & Coastal Management*. 104: p. 124–135.
- Bagdanavičiūtė I., Kelpšaitė L., Daunys D. 2012. Assessment of shoreline changes along the Lithuanian Baltic Sea coast during the period 1947–2010. *Baltica*. 25(2): p. 171–184.
- Balčiūnas A. 2017. Scale of marine litter pollution in Lithuania. Klaipėda University: Klaipėda.
- Blažauskas N., Balčiūnas A. 2014. Scale, origin and spatial distribution of marine litter pollution in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea. *Baltica*. 27(special): p. 39–44.

- Brown A. C., McLachlan A. 2002. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environmental Conservation*, 29(01).
- Dailidienė I., et al. 2011. Long term water level and surface temperature changes in the lagoons of the southern and eastern Baltic. *Oceanologia*. 53(Supplement 1): p. 293–308.
- Dubra V. 2006. Influence of hydrotechnical structures on the dynamics of sandy shores: The case of Palanga on the Baltic coast. *Baltica*. 19(1): p. 3–9.
- Garcia-Frapolli E., et al. 2018. Different Approaches Towards the Understanding of Socio-Environmental Conflicts in Protected Areas. *Sustainability*. 10(7).
- Haseler M., et al. 2017. Monitoring methods for large micro- and meso-litter and applications at Baltic beaches. *Journal of Coastal Conservation*. 22(1): p. 27–50.
- Keevallik S., Soomere T. 2014. Regime shifts in the surface-level average air flow over the gulf of Finland during 1981–2010. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*.
- Moon K., Blackman D. 2014. A Guide to Understanding Social Science Research for Natural Scientists. *Conservation Biology*. 28(5): p. 1167–1177.
- Neumann B., et al. 2015. Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding-a global assessment. *PLoS One*. 10(3): p. e0118571.
- Povilanskas R., Armaitienė A. 2011., Seaside resort-hinterland Nexus: Palanga, Lithuania. *Annals of Tourism Research*, 2011. 38(3): p. 1156–1177.
- Prenzel P. V., Vanclay F. 2014. How social impact assessment can contribute to conflict management. *Environmental Impact Assessment Review*. 45: p. 30–37.
- Soomere T. 2015. Extremes and decadal variations in the Baltic Sea wave conditions, in *Extreme Ocean Waves*. p. 107–140.
- Schernewski G., et al. 2017. Beach macro-litter monitoring on southern Baltic beaches: results, experiences and recommendations. *Journal of Coastal Conservation*. 22(1).
- Soomere T. 2016. Extremes and decadal variations of the northern Baltic Sea wave conditions, in *Extreme Ocean Waves*. p. 139–157.
- Turner R. K., et al. 2015. Conceptual Framework, in *Coastal Zones Ecosystem Services: From Science to Values and Decision Making*, R.K. Turner and M. Schaafsma, Editors. Springer International Publishing: Cham. p. 11–40.
- The EU South Baltic Programme 2014–2020 RBR (Interreg-V-A project, grant No. STHB 02.02.00-22-0092/16) project's report „Marine litter pollution at Palanga municipality territory”, 2018, Klaipėda.
- Williams A. T., et al. 2018. The management of coastal erosion. *Ocean & Coastal Management*. 156: p. 4–20.
- Zhang K., Douglas B. C., Leatherman S. P. 2004. Global Warming and Coastal Erosion. *Climatic Change*. 64(1): p. 41.

PICEA GENTIES AUGALŲ ĮVAIROVĖ KLAIPĖDOS UNIVERSITETO BOTANIKOS SODE

Asta Klimienė, Kristina Baltaragienė, Laura Normantė

Klaipėdos universiteto Botanikos sodas, Klaipėda

asta.klimiene@ku.lt

Įvadas. Pušinių – *Pinaceae* šeima yra didžiausia iš visų spygliuočių, ją sudaro 11 genčių ir apie 220 rūšių medžių, rečiau krūmų. Eglės – *Picea* gentyje priskaičiuojama 40 skirtingų rūšių visžalių medžių (<http://www.theplantlist.org/>). Eglė paplitusi vidutinio ir šiaurės pusrutulio regionuose, piečiau esančiuose kalnuose, borealiniuose miškuose. Lietuvoje savaime auga viena rūšis – paprastoji eglė – *Picea abies* (L.) H. Karst. Šios eglės natūralaus arealo paplitimo riba Šiauriniame Baltijos regione plyti netoli pietvakarinės Lietuvos sienos (Schmidt-Vogt, 1977). Tolstant nuo šiaurinės taigos į pietus, atitinkamai mažėja paprastosios eglės dalis medynuose. Švelnesnis jūrinis klimatas, kaip rodo kitų tyrėjų darbai, taip pat nėra palankus eglei, kuri kaip borealinė rūšis yra labiau prisitaikiusi prie vėsesnio klimato. (Dahl, 1998). Pagal fiziologinio streso teoriją bei dendrochronologinių tyrimų rezultatus, medžiai, augantys netoli savo geografinio paplitimo ribos, yra jautresni limituojančių veiksnių poveikiui (Eckstein, 1989). Daugelis autorių paprastosios eglės arealą skirsto į tris vienas nuo kito atsiskyrusius regionus: I – Alpių – Pietryčių Europos (Balkanų), II – Karpatų, III – Šiaurinį – Baltijos, kuriam priklauso ir Lietuvos eglynai (Dering, Lewandowski, 2009; Žemaitis, 2014). Šiauriniame – Baltijos regione būdinga eglės mažėjimo miško ekosistemose juosta, kuri literatūroje vadinama – “juosta be eglių”. Šios perskyros susiformavimą lėmė eglės migracija iš skirtingų ledynmečio prieglobsčio zonų (Latałowa, Knaap, 2006; Tollefsrud et al., 2008). Tai patvirtina genetinės struktūros tyrimai, rodantys, kad yra ženklūs skirtumai tarp Centrinės ir Pietinės Europos populiacijų (Tollefsrud et al., 2008; Dering, Lewandowski, 2009).

Eglė pasižymi geru augumu, gausiu derėjimu ir natūraliu atsikūrimu, gerai toleruoja biotinius ir abiotinius veiksnius (Modrzyński, 2007). Eglė jautri vėlyvosios pavasario ir ankstyvosios rudens šalnoms (Ellenberg, 1988). Sezoninis eglės perėjimas į ramybės laikotarpį, tuo pačiu ir atsparumas šalnoms, ir atvirkščiai, yra susiję su trisacharido rafinozės koncentracija ūgliuose ir šaknyse. Ramybės laikotarpiu šio sacharido koncentracija minėtose augalo dalyse būna didelė (Wiemken et al., 1996).

Metodika. Klaipėdos universiteto Botanikos sodas (KUBS) įkurtas 1993 metais. Vakarinėje Lietuvos ir Klaipėdos miesto šiaurinėje dalyje, Danės upės

slėnyje ir užima 9,3 ha žemės. Atstumas iki Baltijos jūros apie 3,5 km. Augalai kaupiami 4 skyriuose ir 3 ekspozicijose. KUBS eksponuojama apie 4000 taksonų augalų. Dendrologiniame skyriuje *Picea* genties augalų sukaupta 70 taksonų. Tyrimas buvo atliekamas analizuojant Index seminum leidinio ir duomenų bazės duomenis. Index seminum yra kasmetinis augalų sėklų duomenų katalogas, kurį sudarinėja botanikos sodai ir siunčia Tarptautiniam sėklų mainų tinklui.

Klimato veiksnių (oro temperatūros ir kritulių) vidutinių mėnesinių ir metinių parametrų duomenis pateikė Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, Klaipėdos skyrius. Analizuojami 2005–2018 metų duomenys. Lyginant dešimties metų iškritusių kritulių kiekius, mažiausias kritulių kiekis vidutiniškai buvo 2014 m. (48,5 mm), didžiausias 2017 m. (84,7 mm). Analizuojant vidutinės oro temperatūras, nustatyta, kad žemiausia oro temperatūra 2012 metais buvo $-6,5^{\circ}\text{C}$, aukščiausia – 2008 metais $+9,1^{\circ}\text{C}$. Vakarų Lietuvoje vidutinis oro drėgnumas yra apie 80 %. Mažiausias vidutinis drėgnumas buvo 2013 m. kovo mėn. 62,9 %, o didžiausias 2011 m. sausio mėn. 92,5 %.

Resultatai. 2003–2018 metais sėklos buvo užsakytos 65 karus, iš 19 Botanikos sodų ir arboretumų, viso 14 šalių. Daigios sėklos buvo atsiųstos iš 9 Botanikos sodų ir arboretumų (1 lentelė). Yra tik 5 eglės rūšys, sudygusios ir pasodintos į kolekciją: *Picea koyamai* Shiras; *Picea asperata* Mast.; *Picea wilsonii* Mast.; *Picea maximowiczii* Regel ex Mast. and *Picea koraiensis* Nakai. Užsakymai pasiskirsto: 3 – iš Lietuvos, 2 – iš Lenkijos ir 1 – Čekijos botanikos sodų ir arboretumų. Daugiausiai *Picea* genties sėklų buvo užsakyta iš Lietuvos botanikos sodų ir arboretumų – 24 kartus, iš kurių daigumas tik 20 %. Vokietijos, Latvijos ir Prancūzijos siųstos sėklos buvo nedaigios. Keletas sėjinukų buvo prarasta dėl žmogiškojo faktoriaus: sumaišyti pavadinimai, nepriežiūra ir grybinės ligos. Šiuo metu į kolekcija perkeltos 5 eglių rūšys (1 lentelė).

1 lentelė

Picea genties augalų sėklų užsakymai vykdant sėklų mainus Index seminum

Nr.	Augalo pavadinimas	Gavimo šalis	Sėklų užsakymo metai	Sėklų gavimas	Daigumas
1.	<i>Picea koyamae</i> Shiras.	Estija	2003	+	-
2.		Čekija	2005	+	+
3.		Lenkija	2008	+	+
4.	<i>Picea bicolor</i> (Maxim.) Mayr.	Vokietija	2007	+	-
5.	<i>Picea mariana</i> (Mill.) Britton	Estija	2003	+	-
6.	& et al.	Lietuva	2004	-	-
7.	<i>Picea jezoensis</i> (Siebold &	Lietuva	2004; 2010	+	-
8.	Zucc.) Carrière	Vokietija	2004	+	-

Jūros ir krantų tyrimai 2019. Konferencijos medžiaga

9.		Rusija	2011	+	-
10.	<i>Picea sitchensis</i> (Bong.)	Lietuva	2004; 2006	-	-
11.	Carrière	Ukraina	2016	-	-
12.		Vokietija	2012	+	-
13.	<i>Picea asperata</i> Mast.	Lietuva	2004; 2007; 2008; 2015	+	+
14.		Rusija	2008; 2011	+	+
15.	<i>Picea wilsonii</i> Mast.	Lietuva	2004; 2005; 2006; 2015	+	-
16.	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm.	Vokietija	2004	+	-
17.		Ukraina	2016	-	-
18.		Vokietija	2004	+	-
19.	<i>Picea koraiensis</i> Nakai	Ukraina	2016	-	-
20.		Estija	2012	+	+
21.	<i>Picea schrenkiana</i> Fisch. &	Rusija	2006	-	-
22.	C.A. Mey.	Baltarusija	2013	-	-
23.		Ukraina	2016	-	-
24.	<i>Picea likiangensis</i> (Franch.) E. Pritz.	Vokietija	2008	-	-
25.	<i>Picea purpurea</i> Mast.	Lenkija	2007	+	-
26.		Lietuva	2008	+	-
27.		Lietuva	2006; 2007; 2008; 2013	+	-
28.	<i>Picea engelmannii</i> Parry ex	Prancūzija	2015	+	-
29.	Engelm.	Ukraina	2016	-	-
30.		Latvija	2014	-	-
31.	<i>Picea obovate</i> Ledeb.	Ukraina	2016	-	-
32.	<i>Picea torano</i> (Siebold ex K.	Vokietija	2008	-	-
33.	Koch) Koehne	Gruzija	2013	-	-
34.	<i>Picea maximowiczii</i> Regel ex Mast.	Lenkija	2008	+	+
35.		Lietuva	2008; 2013; 2014; 2018	+	+
36.		Estija	2009	-	-
37.	<i>Picea rubens</i> Sarg.	Latvija	2010; 2017; 2018	+	-
38.		Kanada	2014	+	+
39.		Ukraina	2016	-	-
40.	<i>Picea ajanensis</i> Mast.	Rusija	2009	+	+
41.	<i>Picea smithiana</i> (Wall.)	Prancūzija	2012	+	-
42.	Boiss.	Gruzija	2013	-	-
43.	<i>Picea engelmannii</i> Parry ex Engelm. 'Glaucua'	Lietuva	2004	-	-
44.	<i>Picea brachytyla</i> var. <i>complanata</i> (Mast.) W. C. Cheng ex Rehd.	Latvija	2014	-	-
45.	<i>Picea abies</i> f. <i>palustris</i>	Lietuva	2007	+	+
46.	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm. "Nutans"	Latvija	2017	+	-
47.	<i>Picea pungens</i> "Argentea"	Rumunija	2016	+	+
48.	<i>Picea schrenkiana</i> var. <i>tianshanica</i> (Rupr.) W. C. Cheng & S.H. Fu.	Vokietija	2004	+	-

2018 m. duomenimis KUBS auga 18 rūšių eglių, 58 veislės ir iš viso 70 taksonų (2 lentelė). Iš sėklų išauginti augalai sudaro tik 25 %, kiti įsigyti sodinukais.

2 lentelė

KUBS *Picea* genties augalų pasiskirstymas pagal rūšis ir veisles

Eil. Nr.	Augalo pavadinimas	Pasodinta iš sėklų	Varietų skaičius	Rūšių skaičius
1	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.		22	1
2	<i>Picea alcoquiana</i> (Veitch ex Lindl.) Carr.			1
3	<i>Picea asperata</i> Mast.	2015		1
4	<i>Picea breweriana</i> S. Wats.			1
5	<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss.		11	1
6	<i>Picea glehnii</i> (Fr. Schmidt) Masrers	2008–2009		1
7	<i>Picea jezoensis</i> (Siebold et Zucc.) Carr.			1
8	<i>Picea koyamae</i> Shiras	2010–2012		1
9	<i>Picea montigena</i> Masters			1
10	<i>Picea mariana</i> (Mill.) B.S.P.		3	1
11	<i>Picea x marmorata</i> Boom			1
12	<i>Picea maximowiczii</i> Regel ex Masters	2012		1
13	<i>Picea obovata</i> Ledeb.		1	
14	<i>Picea omorica</i> (Pančić) Purk.		3	1
15	<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.		2	1
16	<i>Picea pungens</i> Engelm.		9	1
17	<i>Picea purpurea</i> Masters			1
18	<i>Picea retroflexa</i> Masters	2006–2008		1
19	<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière		1	
20	<i>Picea wilsonii</i> Masters	2012		1

KUBS nuo 1998 metų pradėjo platinti *Picea* genties augalų sėklas Index seminum. Nuo 1998 metų iki 2018 metų pasiūlyta į Index seminum 14 taksonų *Picea* genties sėklų.

Rezultatų aptarimas. *Picea* genties augalai yra svarbūs ne tik borealinės biogeografinės zonos ekosistemos, bet ir ekologine bei ūkine prasme žmonių poreikiams. Paprastoji eglė yra antra pagal svarbumą medžių rūšis Lietuvos miškuose. Remiantis 2017 m. Lietuvos miškų tarnybos duomenimis, miško žemės plotai užima 2189,6 tūkst. ha arba 33,5 % šalies teritorijos. Spygliuočiai miškai – 1145 ha, tame tarpe eglynai 429,5 ha. Jų plotas, palyginti su 2003 m., sumažėjo 15,8 tūkst. ha (www.amvmt.lt, 2017). Paprastoji eglė daugelio tyrėjų laikoma jautriausia klimato kaitai rūšimi tiek pietiniuose eglės regionuose, tiek ir šiauriniame regione (Yousefpour et al., 2010; Bradshaw et al., 2000). Manoma, jog svarbiausi klimato veiksniai, kurie veikia tiesiogiai eglės būklę yra vidutinė oro temperatūra, vegetacijos periodo kritulių kiekis, bei vėjo

greitis. Pasikeitusios klimatinės sąlygos tiesiogiai ir netiesiogiai turi įtakos eglės būklei, todėl tikėtinas biotinių ir abiotinių pažeidimų gausėjimas bei bendra medžių sveikatingumo depresija.

Išvados. Pagal klimatinės sąlygas KUBS yra *Picea* genties augalų augimo zonos paribyje. Vidutinis metinis kritulių kiekis čia svyruoja nuo 149 iki 86 mm, vidutinė metinė temperatūra nuo –8 iki 22 °C. Botanikos sode auga 70 taksonų eglės genties augalų, kurie priklauso 18 rūšių ir 52 varietetams. Sėklos buvo užsakytos iš 19 Botanikos sodų ar arboretumų, t. y. iš 16 šalių. Tačiau į kolekciją yra pasodinta tik iš Lietuvos, Kanados ir Rumunijos Botanikos sodų ar arboretumų gautos sėklos. Nuo 1998 m. ir KUBS išaugintų 14 taksonų eglių sėklos yra įtraukiamos į sėklų mainus.

Literatūra

- Bradshaw R. H. W., Holmqvist B. H., Cowling S. A., et al. 2000. The effects of climate change on the distribution and management of *Picea abies* in southern Scandinavia. *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 1992–1998.
- Dahl E. 1998. *The Phytogeography of Northern Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, 297 p.
- Dering M., Lewandowski A. 2009. Finding the meeting zone: where have the northern and southern ranges of Norway spruce overlapped? *Forest Ecology and Management*, 259, 229–235.
- Eckstein D. 1989. Qualitative assessment of past environmental changes. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 220–223. 56.
- Ellenberg H. 1988. *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 756.
- Latałowa M., Knaap W. O. 2006. Late Quaternary expansion of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in Europe according to pollen data. *Quaternary Science Reviews*, 25, 2780–2805.
- Schmidt-Vogt H. 1977. *Die Fichte Band I. Taxonomie–Verbreitung–Morphologie–Ökologie–Waldgesellschaften*. Hamburg and Berlin, 647 p. 182.
- Schmidt-Vogt H., 1986. *Die Fichte. Ein Handbuch in zwei Bänden. Bd. II/1. Hamburg und Berlin, Verlage Paul Parey*, 564 p. 183.
- Schroeder, L. M., 2003. Tree mortality by the bark beetle *Ips typographus* (L.) in stormdisturbed stands. *Integrated Pest Management*, 6, 169–175.
- Tollefsrud M. M., Kissling R., Gugerli F., et al. 2008. Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen. *Molecular Ecology*, 17, 4134–4150.
- Žemaitis P. Paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) H. Karst.) būklė ir pažeidžiamumas klimato kaitos sąlygomis. Doktoro disertacija Biomedicinos mokslų sritis, Ekologijos ir aplinkotyros mokslo kryptis (03B) Girionys, 2014
- Wiemken V., Ineichen K. 1993. Effect of temperature and photoperiod on the raffinose content of spruce roots. *Planta*, 190, 387–392.
- Yousefpour R., Hanewinkel M., Moguédec G. 2010. Evaluating the suitability of management strategies of pure Norway spruce forests in the black forest area of Southwest Germany for adaptation to or mitigation of climate change. *Environmental Management*, 45, 387–402.
- http://www.amvmt.lt/Images/Veikla/STAT/MiskuStatistika/2017/Metrastis_2017_CD.pdf
- <http://www.theplantlist.org>.

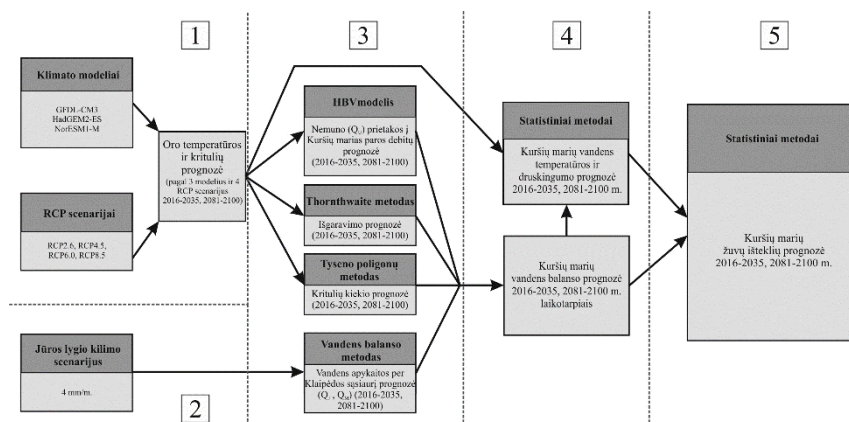
APLINKOS VEIKSNIŲ ĮTAKA KURŠIŲ MARIŲ ŽUVŲ BENDRIJOMS KLIMATO KAITOS KONTEKSTE

Jūratė Kriaučiūnienė¹, Eglė Jakubavičiūtė², Darius Jakimavičius¹,
Linus Ložys²

¹ Lietuvos energetikos institutas, Kaunas, ² Gamtos tyrimų centras, Vilnius
jurate.kriauciuniene@lei.lt

Ivadas. Tyrimų tikslas – nustatyti aplinkos veiksnių (vandens temperatūros ir druskingumo bei hidrologinio režimo) pokyčius ir prognozuoti jų įtaką Kuršių marių žuvų bendrijai pagal skirtingus klimato kaitos scenarijus. Tokio pobūdžio vertinimas Lietuvoje buvo atliktas pirmą kartą.

Metodika. Kuršių marių vandens balanso elementų (gėlo vandens prietakos į marias, prietakos iš marių į jūrą ir iš jūros į marias), vandens temperatūros (T_v) bei druskingumo (S_j) įtakos žuvų ištekliais nustatymo blokinė schema pateikta 1 pav.



1 pav. Aplinkos veiksnių įtakos Kuršių marių žuvų ištekliais vertinimo blokinė schema.

1 blokas. Vandens telkinių ištekliai yra klimato (kritulių ir oro temperatūros) „produktas“. Todėl prognozuojant vandens išteklis ateityje, modeliavimui naudotos artimosios (2016–2035 m.) ir tolimosios (2081–2100 m.) ateities vidutinės oro temperatūros (T_o) (°C) ir kritulių kiekio (P) (mm) paros eilutės, apskaičiuotos pagal 3 klimato modelius (GFDL-CM3, HadGEM2-ES, NorESM1-M) bei 4 RCP scenarijus (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ir RCP8.5).

2 blokas. Kuršių marių lygis prognozuotas pagal 1986–2005 m. duomenis įvertinus jūros lygio kilimo tendenciją baziniu laikotarpiu, pagal kurią vandens lygis mariose kyla 4 mm per metus.

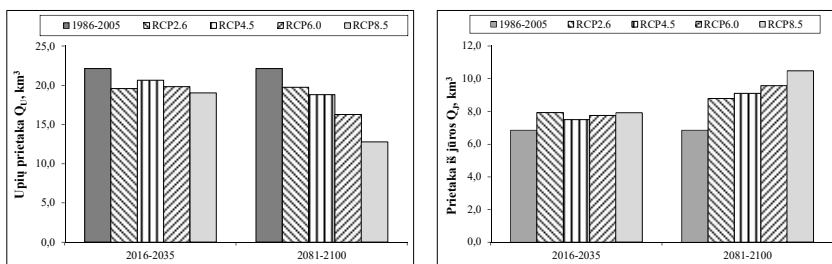
3 blokas. Nemuno baseino upių prietaka į Kuršių marias prognozuota sukuriant pagrindinių Nemuno intakų hidrologinius modelius. Modeliams kurti panaudoti paros debitai iš baseine esančių vandens matavimo stočių bei paros T_0 ir P duomenys iš greta esančių meteorologijos stočių. Panaudojant sukalibruotus hidrologinius modelius bei 3 klimato modelių ir 4 scenarijų išvesties duomenis, pateikiama paros žingsnio upių nuotėkio prognozė 2016–2035 ir 2081–2100 m. Vandens apykaita per Klaipėdos sąsiaurį (prietaka iš Baltijos jūros ir prietaka iš Kuršių marių) apskaičiuota naudojant vandens balanso metodą.

4 blokas. Kuršių marių vandens temperatūra (T_v) prognozuota sudarant statistinius ryšius tarp T_0 ir T_v . Panaudojus statistinius ryšius bei T_0 prognozę pagal visus klimato scenarijus, sudaryta Kuršių marių T_v prognozė ties Dreverna ir ties Atmata ateities laikotarpiams. Kuršių marių druskingumui ties Juodkrante prognozuoti panaudotas statistinis ryšys tarp druskingumo ties Juodkrante (S_j , ‰) ir prietakos iš Baltijos jūros (Q_j , km³) bei Nemuno prietakos (Q_u , km³) į marias santykio. Prognozuojant S_j naudoti trečiajame metodikos bloke gauti prognostiniai Q_j ir Q_u dydžiai ateities laikotarpiais.

5 blokas. Norint įvertinti klimato kaitos įtaką marių žuvims, analizuota 1947–2014 m. Kuršių marių 19 žuvų bendrijos struktūros rodiklių. Apskaičiuotos Pearson'o koreliacijos tarp rodiklių ir T_v bei S_j . Patikimų koreliacijų su marių vandens druskingumu (S_j) nenustatyta. Atrinkti tie žuvų rodikliai, kurių koreliacijos su T_v koeficientai $r > 0,4$, kai $p < 0,05$. Naudojant regresinės analizės metodą atlikta atrinktų žuvų rodiklių prognozė pagal T_v ir marių vandens balanso elementų kaitą ateityje.

Rezultatai. Norint įvertinti Kuršių marių žuvų gyvavimo sąlygas ateityje, svarbu žinoti Kuršių marių vandens balanso elementų bei vandens temperatūros bei druskingumo pokyčius pagal įvairius klimato scenarijus (Jakimavičius ir kt. 2018). Nustatyta, kad 2016–2035 m. pagal tiriamų scenarijų vidurkį gėlo vandens prietaka į marias (Q_u) vidutiniškai sumažės iki 19,7 km³ (10,8 %), o 2081–2100 m. – iki 16,9 km³ (23,6 %) lyginant su baziniu laikotarpiu, o prietaka iš jūros (Q_j) atitinkamai padidės iki 7,8 km³ (14,7 %), o 2081–2100 m. – iki 9,5 km³ (39,7 %) (2 pav.).

Vidutinė metinė marių T_v ties Dreverna 1986–2005 m. buvo 9,1 °C, o ties Atmata – 9,3 °C. Artimoje ateityje T_v kils nedaug (pagal RCP2.6 – 1,3 °C, o pagal RCP8.5 – 1,6 °C lyginant su 1986–2005 m.). Abiejose tyrimų vietose T_v pakils 1,4 °C. Prognozuojama, kad T_v žymiai kils tolimoje ateityje. Vidutinė metinė T_v mariose pagal RCP2.6 padidės 1,9 °C, o pagal RCP8.5 – 5,7 °C.



2 pav. Upių prietakos į Kuršių marios ir prietakos iš Baltijos jūros prognozė.

Artimoje ateityje vidutiniškai pagal visus klimato modelius ir scenarijus druskingumas bus 2,0 ‰ (didesnis 25,9% nei baziniu laikotarpiu). Prognozuojama, kad tolimoje ateityje S_j keisis nuo 2,1‰ (RCP2.6) iki 4,5 ‰ (RCP8.5). Toks žymus pokytis pagal RCP8.5 scenarijų galimas, jei Q_U sumažės nuo 22,1 iki 12,8 km³, o Q_j padidės nuo 6,8 iki 10,5 km³ per metus.

Skirtingų abiotinių aplinkos veiksnių poveikio Kuršių marių žuvų bendrijos struktūrai analizė parodė, kad bendrijos rūšinei ir funkciniai struktūrai reikšmingą poveikį daro vandens temperatūra ir Nemuno vandens nuotėkis. Pokyčius geriausiai atspindi lydekų, vėgelių ir stintelių (šaltavandenės), bei karpinių (šiltavandenės) žuvų dalies bendrijoje kaita. Dėl gyvenimo ciklo ir vidutinio amžiaus, kada žuvis pasiekia verslinį dydį, ypatumų, skirtingoms žuvų rūšims ar jų grupėms taikytas skirtingas laiko poslinkis: trumpaamžėms stintelėms taikytas vienerių metų poslinkis, lydekomis bei vėgėlėms – penkerių, karpinėms – aštuonerių metų poslinkis.

Žuvų bendrijų rodiklių prognozė atlikta artimos ir tolimos ateities laikotarpiams pagal visus scenarijus. Kuršių mariose jau artimiausiu laiku trumpo ciklo šaltavandenių, t. y., stintelių, gausumas sumažės labai stipriai. Pagal RCP2.6 scenarijų, tolimoje ateityje stintelės sudarys tik <0,01 % visos bendrijos.

Ilgą ciklo šaltavandenės žuvis (lydekos ir vėgėlės), nors ir neigiamai veikiamos kylančios T_v , artimoje ateityje išnykti neturėtų: pagal visų scenarijų vidurkį jų gausumas sumažės apie tris kartus. Tačiau tolimoje ateityje pagal RCP4.5 ir RCP6.0 scenarijus, prognozuojamas dar žymesnis gausumo mažėjimas, o pagal RCP8.5 scenarijų – net išnykimas. Karpinių žuvų gausumas nuosekliai didės pagal visus scenarijus.

Išvados. Kuršių marių T_v vidutiniškai kils 1,4–5,8 °C, o druskingumas sieks 2,0–5,0 ‰ (baziniu laikotarpiu buvo 1,6 ‰). Galimi druskingumo pokyčiai susiję su gėlo vandens prietakos mažėjimu ir druskingo vandens prietakos didėjimu. Vidutinės T_v kilimas ateityje sukels žymius pokyčius

marių žuvų bendrijoje. Pagal visus klimato scenarijus mažės šaltavandenių žuvų dalis bendrijoje, o amžiaus pabaigoje pagal RCP 8.5 scenarijų jos gali išnykti. Kylant T_v , bendrijoje dar labiau įsivyras šiltavandenės, ypač karpinės žuvis, daugės karšių. Kuršių marių žuvų bendrijos rodikliai bei vandens druskingumo kaita nekoreliuoja. Bendrijos rūšinei ir funkicinei struktūrai reikšmingą poveikį daro T_v ir Nemuno nuotėkis. Visų tirtų abiotinių veiksnių prognozuojamas pokytis (didėjanti T_v bei mažėjantis Nemuno nuotėkis 04–05 mėn.) yra nepalankus šaltavandenėms žuvims ir gali nulemti lydekų ir vėgėlių gausumo sumažėjimą ir stintelių išnykimą.

Padėka. Tyrimų rezultatai gauti vykdant LMT nacionalinės mokslo programos „Agro-, miško ir vandens ekosistemų tvarumas“ projektą „Klimato kaitos ir kitų abiotinių aplinkos veiksnių vandens ekosistemoms vertinimas“ (KLIM-EKO, SIT-11/2015). Dėkojame pagrindiniams projekto ekspertams prof. A. Bukančiui, dr. J. Kažiui, dr. T. Virbickui, dr. V. Kesminui, prof. A. Povilaičiui ir dr. D. Šarauskienei už indėlį į projekto rezultatus.

Literatūra

Jakimavičius D., Kriauciūnienė J., Šarauskienė D. 2018. Impact of climate change on the Curonian Lagoon water balance components, salinity and water temperature in the 21st century. *Oceanologia*, Vol. 60 (2018), p. 378–389.

OXIC AND ANOXIC BENTHIC FLUXES OF DISSOLVED FE, MN AND P IN A DYSTROPHIC LAGOON

**Marta Lauro¹, Jolita Petkuvienė¹, Gianmarco Giordani²,
Giorgio Rossato², Marco Bartoli^{1,2}**

¹ Marine Research Institute of Klaipėda University, Klaipėda, ² Department of
Chemistry, Life science and Environmental Sustainability, University of
Parma, Parma
marta.lauro@apc.ku.lt

Introduction: Iron (Fe) and manganese (Mn) are the most abundant redox active metals and are present in both oxidized (Fe III, Mn III, IV) and reduced (Fe II, Mn II) forms in freshwater and marine sediments, forming a wide range of minerals. Oxidized metals form amorphous, poorly ordered or crystalline oxides and hydroxides (Canfield, 2005). The amorphous pool can be easily reduced both microbially during dissimilatory processes or chemically (Thamdrup & Canfield, 1996). Metals reduction is relatively understudied compared to other dissimilatory processes but, depending on sediment composition, it can account for a high fraction of total organic carbon oxidation (Hyun et al., 2017). Recent works have investigated the interconnections of Fe and Mn cycles in sediments with other elements such as phosphorous (P). Fe hydroxides are known to adsorb P on their surface acting as a buffer and trapping it in the sediment, limiting internal recycling and eutrophication (Rozan et al., 2002). But, since those minerals are easily reduced, high organic loads and/or the occurrence of hypoxic conditions, can cause the release of soluble Fe^{2+} and P to the water column. Since Mn is a more efficient electron acceptor than Fe, Mn oxides are consumed before Fe during dissimilatory processes so high concentration of Mn in sediment can prevent Fe reduction and act as a buffer against P release (Giles et al., 2016). These processes can have a crucial role in the regulation of algal blooms in eutrophic estuaries. Identifying the hot-spots and hot-moments of metal reduction and P release from sediments can provide further understanding of the mechanisms regulating these dystrophic events. Internal P recycling lowers the N:P ratio in the water column and favours N-fixing phytoplankton species such as cyanobacteria which are responsible for hyperblooms during the summer season (Bartoli et al., 2018).

Methods: Internal P recycling and metals reduction have been investigated in 20 stations of the Lithuanian part of the Curonian lagoon: a shallow, non-tidal, oligohaline hypereutrophic system, the largest one in

Europe. Sampling sites were chosen covering different hydrodynamic and sediment-type zones of the Lithuanian side of the Curonian lagoon and including Cormorans' resting sites and hot-spots of algal blooms identified through remote sensing. 4 intact sediment cores (plexiglas tubes, internal diameter 8 cm, 30 cm height) have been sampled at each site during July-August 2018 at peak water temperatures using a hand corer or by diving, depending on water depth. Cores have been submerged in situ water and transported to the laboratory where incubation for fluxes calculation has been performed following the procedure described in Dalsgaard et al., 2000. Incubations were prolonged up to 24 hours to induce anoxia and water samples were collected at 4 time intervals to estimate oxic, hypoxic and anoxic fluxes, respectively. Water samples were acidified and stored in 12 ml glass exetainers for later analysis of dissolved Fe and Mn concentration by atomic adsorption spectroscopy at Parma University while PO_4^{3-} concentrations have been determined both by Skalar continuous flow analyzer san++ and spectrophotometrically by molybdate method (Grasshoff et al., 1983). 3 additional smaller cores (i. d. 5 cm) have been collected at each site for sediment features analysis.

Preliminary results and discussion: The shift from oxic to anoxic conditions caused an increase of PO_4^{3-} release from sediments in most of the stations with an average value of $6,2 \pm 2,7 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$ under normoxia, $11,7 \pm 4,1$ under hypoxia and $14,3 \pm 3,8$ under anoxia. This overlapped in many areas an increase of Fe fluxes ($9,4 \pm 5,1$, $15,9 \pm 7,4$ and $28,4 \pm 10,8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$ under normoxia, hypoxia and anoxia, respectively) with significant linear regression for hypoxic values ($R^2=0,86$; $p < 0,001$) and providing evidence that the increase in summer PO_4^{3-} internal load under oxygen shortage conditions is fueled by Fe oxides reduction. Mn fluxes were even higher and also increased under O_2 limitation ($54,1 \pm 15,6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$, $104,5 \pm 6,9$ and $186,5 \pm 22,2$ under normoxia, hypoxia and anoxia, respectively). Moreover, during anoxia, stations with higher Fe and P release were the ones with lower Mn fluxes confirming Mn buffering capacity. Mass budget calculations suggests that internal PO_4^{3-} recycling largely exceeds external P inputs and is therefore an important source of P for algal blooms.

Preliminary conclusions: our preliminary data show a good match between the increase of P and Fe efflux during hypoxia in many of the investigated stations suggesting an important role of Fe reduction in P internal recycling in Curonian lagoon. Higher Fe and P fluxes were registered at sites with fine- particle sediment and higher organic matter content. Mn buffering capacity was also confirmed.

Acknowledgments. Research was supported by the project PatCHY (No. S-MIP-17-11) funded by the Research Council of Lithuania.

References

- Bartoli M., Zilius M., Bresciani M., et al. 2018. Drivers of cyanobacterial blooms in a hypertrophic lagoon. *Frontiers in Marine Science*, 5, 434.
- Canfield D. E., Thamdrup B., Kristensen E. 2005. *Aquatic Geomicrobiology*. Academic Press.
- Dalsgaard T., et al. 2000. Protocol handbook for NICE—Nitrogen Cycling In Estuaries: A project under the EU research programme: Marine Science and Technology (MAST III). National Environmental Research Institute.
- Giles C. D., Isles P. D. F., Manley T., et al. 2016. The mobility of phosphorus, iron and manganese through the sediment–water continuum of a shallow eutrophic freshwater lake under stratified and mixed water-column conditions. *Biogeochemistry*, 127:15–34.
- Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. 1983. *Methods of seawater analysis*, 2nd ed. Berlin: Verlag Chemie.
- Hyun J. H., Kim S. H., Mok J. S., et al., 2017. Manganese and iron reduction dominate organic carbon oxidation in surface sediments of the deep Ulleung Basin, East Sea. *Biogeosciences*, 14:941–958.
- Rozan T. F., Taillefert M., Trouwborst R.E., et al. 2002. Iron-sulfur-phosphorus cycling in the sediments of a shallow coastal bay: Implications for sediment nutrient release and benthic macroalgal blooms. *Limnology and Oceanography*, 5.
- Thamdrup B., Canfield E. C. 1996. Pathways of carbon oxidation in continental margin sediments off central Chile. *Limnology and Oceanography*, 4:1629–1650.

ECOLOGICAL NETWORK ANALYSIS FOR PHOSPHORUS CYCLING IN THE CURONIAN LAGOON

**Monia Magri¹, Cristina Bondavalli¹, Marco Bartoli^{1,2},
Jolita Petkuvienė², Irma Vybernaitė-Lubienė², Diana Vaičiūtė²,
Evelina Grinienė², Rasa Morkūnė², Darius Daunys²,
Vaiva Stragauskaitė², Edgaras Ivanauskas², Petras Zemlys²,
Antonio Bodini¹**

¹ Department of Chemistry, Life Science and Environmental Sustainability,
University of Parma, Parma, ² Marine Research Institute of Klaipėda
University, Klaipėda
monia.magri@unipr.it

Introduction. Humans affect biogeochemical cycles and ecosystem functioning of coastal waters on a global scale. The nutrient enrichment due to livestock, to agricultural and aquaculture activities and to wastewater treatments often leads to algal blooms and anoxia events resulting in large biodiversity and economic losses (Galloway et al., 2008, Viaroli et al., 2008). The mechanisms that determine the onset and the magnitude of these phenomena are multiple, complex and interacting. The effective management requires an understanding of the processes that regulate nutrient cycling at the ecosystem scale, that can be achieved through the use of mass balance modelling and analysis (Christian et al., 2016). These models provide a whole system representation made possible by a group of algorithms collectively called Ecological Network Analysis (ENA) (Ulanowicz, 1987). The purpose of this project is to analyze, through the ENA, the phosphorus (P) cycle in the Curonian Lagoon, a hypereutrophic system characterized by recurring summer blooms of cyanobacteria (Zilius et al., 2014). The dominance of this group of primary producers is due to an imbalance in nutrient stoichiometry, with an excess of phosphorus relative to nitrogen, providing to nitrogen fixers organisms a competitive advantage. The excess of P is due to a combination of factors occurring in the summer, including sudden decrease of N:P stoichiometry in point sources nutrient inputs, higher P release from sediments due to hypoxia, higher P turnover due to large waterbirds colonies and higher P recycling by bivalves (Bartoli et al., 2018). All these factors will be taken into account and used to construct models of P cycling referred to different areas within the lagoon and to different seasons. Outputs from ENA will help

to identify the compartments and processes that are quantitatively more important as drivers of cyanobacteria blooms.

Methods. We will construct different networks for two areas of the Curonian Lagoon characterized by different P regeneration rates: the northern region characterized by sandy sediments and influenced by the Nemunas River inflow and by the water exchanges with the Baltic Sea, and the southern region, a confined area with muddy sediment and longer residence time (Petkuvienė et al., 2016). For each area will be constructed a spring and a summer model. For the networks construction all the biotic (species or group of species) and abiotic (P pools in the water column and into the sediments) ecosystem components will be identified. All the standing stocks and fluxes by which components exchange nutrients with one another and the outside environment will be quantified. The data necessary for the models construction will be derived from sampling activities and laboratory investigations. Residual information will be obtained from different works conducted over the last 20 years and from literature. Statistical evaluation on the data variability will be assessed by Monte Carlo simulation (Magri et al., 2018).

Results and Discussion. In the presentation matrix and flow chart of Ecological Network Analysis for the P cycling in the Curonian lagoon will be shown. The models construction will allow us to integrate and synthesize data from different sources and will provide an overview of the matter and flow distribution through the entire ecosystem. The application of the algorithms, which constitute the analysis, will allow quantifying the dependency of the cyanobacteria on different ecosystem compartments and processes, through direct and indirect relationship, clarifying the role of key groups like bivalves and waterbirds. The relative importance of imports compared to internal recycling will be assessed. The comparison between the different seasons will allow us to shed light on the mechanisms determining the shift from diatoms to cyanobacterial dominance, but also on the consequences of anoxia events. The comparison between the two different areas will allow us to evaluate and to compare their relative contribution to P regeneration. Whole system attributes characterizing the level of growth and development of the ecosystem will be provided and used for intra and inter system comparisons.

Network analysis provides powerful tools for the interpretation of nutrient cycling flow and for the understanding of how this affects the structure of the community. The outcome of this study will improve our understanding on the mechanisms regulating cyanobacterial blooms and on their consequences and will produce relevant management suggestions in order to reduce the occurrence of this phenomenon.

Acknowledgments. Research was supported by the project PatCHY (No. S-MIP-17-11) funded by the Research Council of Lithuania.

References

- Bartoli M., Zilius M., Bresciani M., et al. 2018. Drivers of cyanobacterial blooms in a hypertrophic lagoon. *Frontiers in Marine Science*, Nr. 5, 1–12 p.
- Christian R. R., Chamaco-Ibar V. F., Piehler M. F. et al. 2016. Improved understanding of nitrogen cycle through network models in coastal ecosystems. In: E. Wolanski and D. McLusky (chief eds.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. Amsterdam: Academic Press.
- Galloway J. N., Townsend A. R., Erisman J. W., et al. 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, Nr. 320, 889–892 p.
- Magri M., Benelli S., Bondavalli C., et al. 2018. Benthic N pathways in illuminated and bioturbated sediments studied with network analysis. *Limnology and Oceanography*, Nr. 63, S68–S84 p.
- Petkuvienė J., Zilius M., Lubiene I., et al. 2016. Phosphorus Cycling in a Freshwater Estuary Impacted by Cyanobacterial Blooms. *Estuaries and Coasts*, Nr. 39, 1386–1402 p.
- Ulanowicz R. E. 1987. NETWRK4: A package of computer algorithms to analyze ecological flow networks. University of Maryland, Chesapeake Bay Laboratory, Solomons, MD.
- Viaroli P., Bartoli M., Giordani G., et al. 2008. Community shifts, alternative stable states, biogeochemical controls and feedbacks in eutrophic coastal lagoons: a brief overview. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Nr. 18, S105–S117 p.
- Zilius M., Bartoli M., Bresciani M., et al. 2014. Feedback mechanisms between cyanobacterial blooms, transient hypoxia and benthic phosphorus regeneration in shallow coastal environments. *Estuaries and Coast*, Nr. 37, 680–694 p.

TRITIS IR VANDENS STABILŪS IZOTOPAI BALTIJOS JŪROJE 2016–2017 METAIS

**Jonas Mažeika¹, Rimantas Petrošius¹, Žana Skuratovič¹,
Olga Jefanova¹, Ričardas Paškauskas¹, Tonu Martma², Taavi
Liblik², Elena Ezhova³**

¹ Gamtos tyrimų centras, Vilnius, Lietuva, ² Talino technologijos
universitetas, Talinas, Estija, ³ Rusijos mokslų akademijos P. P. Širšovo
oceanologijos institutas, Maskva, Rusija
olga.jefanova@gamtc.lt

Ivadas. Radioaktyvus tričio izotopas (^3H) ir stabilūs izotopai deuteris (^2H) bei deguonis-18 (^{18}O), įeinantys į vandens molekulę, yra nuo seno naudojami kaip žymenys vandens ekosistemų procesų tyrimuose (Kaufman and Libby, 1954; Begemann and Libby, 1957).

Gamtinė ^3H koncentracija su atmosferos krituliais susijusiam paviršiniame vandenyje atitinka apie 10^{-18} tričio atomų vienam vandenilio atomui. Todėl hidrologiniuose tyrimuose ^3H koncentracija tradiciškai pateikiama tričio vienetais (TV). $1\text{TV} ([\text{T}]/[\text{H}]=10^{-18})$ atitinka ^3H savitąjį aktyvumą $0,188\text{ Bq/l}$ vandens. Vidutinis ^3H susidarymo atmosferoje greitis dėl kosmogeninių spindulių yra $0,2\text{ }^3\text{H}$ atomo/ cm^2/sek . Dėl šios priežasties vidutinė pusiausvyra tik gamtinės kilmės ^3H koncentracija žemynų krituliuose yra apie 5 TV (Craig and Lal, 1961). Netrukus po ^3H gamtiniam vandenyje atradimo (von Faltings and Harteck, 1950), šis izotopas pradėtas naudoti kaip žymuo vandens dinamikai vertinti, tame tarpe ir vandenyno vandens masių apykaitai nustatyti (Grosse et al., 1951; Kaufman and Libby, 1954; Begemann and Libby, 1957). Po atominio ginklo atmosferoje bandymų (1945–1962 m.) dėl šio antropogeninio poveikio ^3H koncentracija šiaurės pusrutulio atmosferoje ženkliai padidėjo, tačiau 1963 m. pasiektas ^3H koncentracijos krituliuose pikas (iki 5000 TV) ilgainiui mažėjo, nes didžiosios šalys 1963 m. Maskvoje pasirašė bandymų atmosferoje ir kitose aplinkose nutraukimo sutartį. XXI amžiuje ^3H koncentracija krituliuose jau artėja prie natūralaus lygio, nors yra šiek tiek didesnė ir mūsų platumoje siekia apie 10 TV (Jefanova et al., 2018). Dėl vandens masių ilgo apykaitos laiko su atmosfera bei sudėtingų sąmaišos procesų net ir paviršiniuose vandenynų horizontuose būdingos žemos ^3H koncentracijos, nes tritis su laiku gana greitai suskyla (tricio pusėjimo trukmė $T_{1/2}=12,32$ metų). Didžiausios ^3H koncentracijos šiaurės Atlanto paviršiniuose horizontuose yra šiek tiek mažesnės už 1 TV.

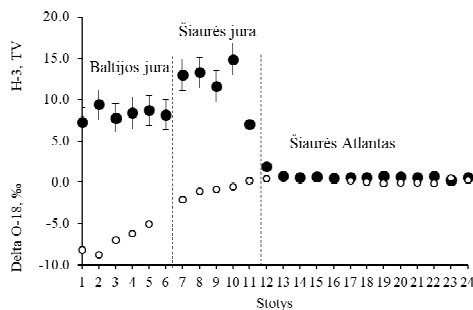
Vandenilio ir deguonies stabilųjų izotopų santykiai ($\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$) naudojami garavimui nuo vandens baseinų paviršiaus vertinti (Craig and

Gordon, 1965), skirtingai vandens masių kilmei bei jų formavimosi procesams ir proporcijoms paaiškinti (Fairbanks, 1982; Houghton and Fairbanks, 2001). Baltijos jūroje tokių tyrimų nėra daug (Ehhalt, 1968; Frohlich et al., 1988; Richter and Kowski, 1990). Šiame darbe pateikiami duomenys apie ^3H koncentraciją bei $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$ vertės Baltijos jūros bei susijusių objektų (kritulių, upių, įlankų, Atlanto vandenyno) vandenyje.

Mėginiai buvo renkami keletos mokomųjų ir tiriamųjų reisų metu: 2016 m. birželio–liepos mėn. – Klaipėdos universiteto burlaivio BRABANDER mokomasis tiriamasis reisas į Islandiją; 2016 m. spalio mėn. – Talino technologijos universiteto mokslinių tyrimų laivo SALME monitoringo reisas; 2017 m. birželio mėn. – mokslinių tyrimų laivo „AKADEMIKAS NIKOLAJUS STRACHOVAS“ 34 reisas; 2017 m. rugpjūčio mėn. – Klaipėdos universiteto burlaivio BRABANDER mokomasis tiriamasis reisas Ryga–Gdanskas–Klaipėda.

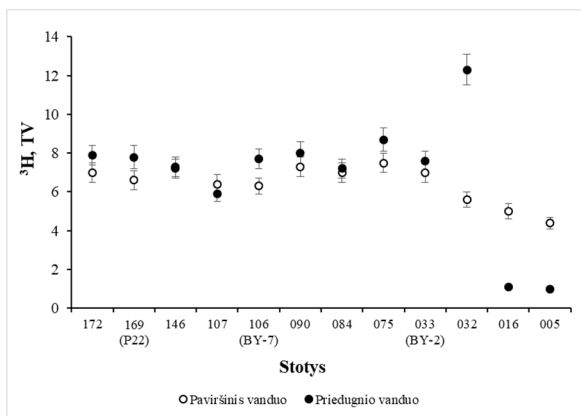
Metodai. ^3H buvo analizuotas skystų scintiliatorių spektrometrijos metodu (LSC) (Passo and Cook, 1994). Beta skilimų skaičius buvo matuotas prieš tai praturtintuose ^3H elektrolizės būdu vandens bandiniuose, sumaišius 12 ml scintiliacinio kokteilio ir 8 ml vandens. Savitasis ^3H aktyvumas vandenyje nustatytas naudojant skystų scinciliatorių spektrometrą „Quantulus-1220“. $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ir $^2\text{H}/^1\text{H}$ santykiai vandens bandiniuose buvo nustatomi kaip $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$ vertės, palygintos su tarptautiniu standartu V-SMOW (Coplen, 1996). Stabilių izotopų santykiai buvo nustatyti naudojant IRMS DELTA V Advantage arba Picarro L2120-i sistemas.

Rezultatai. Įvertintos ^3H ir stabilųjų izotopų variacijos Baltijoje 2016–2017 metais (1 pav.).



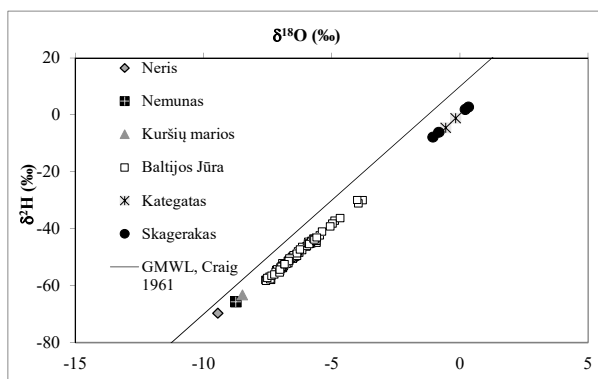
1 pav. ^3H koncentracija ir $\delta^{18}\text{O}$ vertės paviršinio vandens horizontuose Baltijos jūroje (stotys 1–3), Kategato sąsiauryje (stotys 4–6), Skagerako sąsiauryje (stotys 7–11), Šiaurės ir Norvegijos jūrose (stotys 11–24) 2016 m. vasarą.

Vidutinė ^3H koncentracija Baltijos jūroje buvo apie 8,2 TV, kai Rytų Baltijos regione vidutinė metinė ^3H koncentracija krituliuose siekė 10 TV. Šiek tiek didesnė ^3H koncentracija (12,3–14,9 TV) buvo nustatyta stotyje 032 (47 m) Kategato sąsiauryje bei kitose netoli esančiose stotyse Šiaurės jūroje (2 pav.).



2 pav. ^3H koncentracija paviršiniame ir priedugnio vandenyje Baltijos jūros pietvakarinėje dalyje 2017 m. birželio mėn.

Šis padidėjimas yra antropogeninio pobūdžio. Mažiausias ^3H aktyvumas buvo nustatytas paskutinėje Skagerako sąsiaurio stotyje paviršiniame ir priedugnio (196–215 m) vandens sluoksniuose. Tai rodo Baltijos jūros ir Atlanto vandenyno vandens masių sąmaišą.



3 pav. Stabiliųjų izotopų santykių ($\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$) vertės Baltijos jūros ir susijusių objektų vandenyje 2016–2017 m.

Kreigo (Craig, 1961) diagramoje (3 pav.) pavaizduotos Neries, Nemuno, Kuršių marių, Baltijos jūros ir kitų tirtų objektų vandens $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$ vertės.

Tirtuose vandens objektuose $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$ vertės svyravo plačiuose intervaluose: nuo $-9,4\text{ ‰}$ iki $+0,3\text{ ‰}$ ir nuo $-69,7\text{ ‰}$ iki $+2,7\text{ ‰}$, atitinkamai. Vandens izotopinės sudėties Baltijos jūroje kaita buvo gerokai mažesnė, o vidutinės $\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$ vertės yra $-6,4\text{ ‰}$ ir $-50,8\text{ ‰}$, atitinkamai. Diagramoje duomenys pasiskirstė išilgai maišymosi tarp dviejų komponentų linijos, t. y., tarp gėlo upių vandens su labiau neigiamomis delta vertėmis (panašios kaip kritulių) ir sūraus vandenyno vandens su labiau teigiamomis delta vertėmis.

Išvados. Gauti duomenys leido įvertinti bendruosius ^3H ir stabilųjų izotopų ($\delta^{18}\text{O}$ ir $\delta^2\text{H}$) pasiskirstymo Baltijos jūroje ypatumus, atsižvelgiant į pagrindinius okeanografinius veiksnius, susijusius su dideliu upių gėlo vandens pritekėjimu bei nereguliais sūraus vandens įtekėjimais pro Danų sąsiaurius. ^3H atveju pastebėtas ir antropogeninių šaltinių poveikis.

Literatūra

- Begemann F., Libby W. F. 1957. Continental water balance, ground water inventory and storage times, surface ocean mixing rates and world-wide water circulation patterns from cosmic-ray and bomb tritium. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 12, 277–296 p.
- Coplen T. 1996. New guidelines for reporting stable hydrogen, carbon and oxygen isotope-ratio data, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 60 (17), 3359–3360 p.
- Craig H., Gordon L. I. 1965. Deuterium and oxygen-18 variations in the ocean and the marine atmosphere. In E. Tongiorgi, ed. *Proceedings of a Conference on Stable Isotopes in Oceanographic Studies and Paleotemperatures*. Spoleto, Italy, 9–130 p.
- Craig H., Lal L. 1961. The production rate of natural tritium. *Tellus*, XIII, 85–105 p.
- Ehrlert D. E. 1968. On the deuterium-salinity relationship in the Baltic Sea. *Tellus*, 21:3, 429–435.
- Fairbanks R. G. 1982. The origin of continental shelf and slope water in the New York Bight and Gulf of Maine: Evidence from $\text{H}_2^{18}\text{O}/\text{H}_2^{16}\text{O}$ ratio measurements, *J. Geophys. Res.*, 87 (C8), 5796–5808 p.
- Frolich K., Grabczak J., Rozanski K. 1988. Deuterium and oxygen-18 in the Baltic Sea. *Chemical Geology Isotope Geoscience section*. 72(1), 77–83 p.
- Grosse A. V., Johnston W. M., Wolfgang R. L., Libby W. F. 1951. Tritium in Nature. *Science*, 113, 1–2 p.
- Houghton R. W., Fairbanks R. G. 2001. Water sources for Georges Bank. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 48, 95–114 p.
- Jefanova O., Mažeika J., Petrošius R., Skuratovič Ž. 2018. The distribution of tritium in aquatic environments, Lithuania. *Journal of Environmental Radioactivity* 188, 11–17 p.
- Kaufman S., Libby W. F. 1954. The natural distribution of tritium. *Phys. Rev.*, 93, 1337–1344 p.
- Richter W., Kowski P. 1990. Deuterium and Oxygen-18 in Surface Waters of GDR draining to the Baltic Sea. *Isotopenpraxis Isotopes in Environmental and Health Studies*. 26 (12), 569–573 p.
- Passo Ch. J., Cook G. T. 1994. *Handbook of Environmental Liquid Scintillation Spectrometry: A Compilation of Theory and Methods*. Packard Instrument Company, Meriden, CT U.S.A., 56–61 p.
- von Faltings V., Harteck P. 1950. Der Tritiumgehalt der Atmosphäre. *Zs. fuer Naturf.*, 5a, 438–439 p.

AR SUNKU MATYTI PO VANDENIU NARDANTIEMS PAUKŠČIAMS?

**Mindaugas Mitkus¹, Kozue Shiomi¹, Jumpei Okado²,
Yutaka Watanuki², Akinori Takahashi¹**

¹ Nacionalinis poliarinių tyrimų institutas, Tokijas, Japonija; ² Hokaido universitetas, Hakodate, Japonija
mindaugas.mitkus.lt@gmail.com

Vandens paukščiai, kurie gaudo grobį po vandeniu, susiduria su iššūkiais, kurie neegzistuoja ore. Priklausomai nuo mitybos būdo, skirtingų vandens paukščių regos sistemos turi įveikti optines problemas, susijusias su refleksija, refrakcija ar skirtinga optine aplinka po vandeniu. Aktyviai grobį po vandeniu gaudantys paukščiai turi ne tik gerai sufokusuoti vaizdą, bet ir prisitaikyti prie greitai kintančio šviesos kiekio ir spektrinės sudėties. Be to, dėl šviesos išsklaidymo ir absorbcijos vaizdo kontrastas tarp objektų ir aplinkos labai greitai mažėja, todėl geras kontrasto jautrumas yra labai svarbus nardantiems paukščiams. Kadangi šviesos kiekis po vandeniu priklauso nuo vandens skaidrumo, paros meto, debesuotumo, metų laiko ir geografinės vandens telkinio padėties, ne tik skirtingos tos pačios rūšies populiacijos, bet ir tie patys individai patiria nuolatinę apšviestumo sąlygų po vandeniu kaitą. Šiame pranešime bus nagrinėjami optiniai iššūkiai, su kuriais susiduria nardantys paukščiai, ir apžvelgti vandens paukščių regos tyrimai.

VANDENS PAUKŠČIŲ TYRIMAI FOSFORO CIKLUI KURŠIŲ MARIOSE VERTINTI

**Julius Morkūnas¹, Modestas Bružas¹, Mindaugas Dagys^{1,2},
Rasa Morkūnė¹, Jolita Petkuvienė¹, Marco Bartoli¹**

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

juliusmorkunas@gmail.com

Įvadas. Vandens paukščiai kaip reikšmingas vandens ekosistemos elementas maitindamiesi bei tušindamiesi prisideda prie maistmedžiagų apykaitos vandens ekosistemose (Otero et al., 2018). Kadangi Kuršių marios yra svarbios ne tik perintiems, bet ir migruojantiems bei besišeriantiems (plunksnas keičiantiems) paukščiams, nusprendėme įvertinti vandens paukščių gausumą, gausiausios rūšies elgsenos ypatumus bei paukščių įtaką fosforo apykaitai mariose.

Metodai. Darbe buvo tiriama didžiųjų kormoranų elgsena naudojant satelintinius siųstuvus, vandens paukščių gausumas ir pasiskirstymas Kuršių mariose vertintas atliekant vizualinius stebėjimus.

Dešimt didžiųjų kormorantų buvo pagauti „voratinkliniais“ tinklais šalia kolonijos Rusnės saloje (4 ind.) bei patrankine gaudykle poilsio vietose Kuršių nerijoje (6 ind., kurie perėjo Juodkrantės kolonijoje). Darbai atlikti pagal Aplinkos Apsaugos Agentūro leidimą (2018 m. vasario 26 d. Nr. 11). Paukščiams buvo pritvirtinti saulės energija pakraunami paukščių nuotolinio sekimo ~30 g sveriantys siųstuvai (OrniTrack-T30D), pritaikyti giliai nardantiems paukščiams. Siųstuvais buvo fiksuojama paukščių pozicija GPS tikslumu, o duomenys perduodami GSM (mobiliojo ryšio) tinklu. Siųstuvai fiksavo paukščių buvimo vietas nuo 5 iki 30 minučių intervalais, priklausomai nuo baterijos pasikrovimo lygio.

Vandens paukščių gausumo ir pasiskirstymo vizualiniai stebėjimai buvo atliekami balandžio–lapkričio mėnesiais apiplaukiant Kuršių marias laivu. Paukščių apskaitų duomenys buvo suvedami į ArcGIS aplikaciją. Paukščių gausumo ir pasiskirstymo duomenys buvo vertinti atsižvelgiant į jų ekologines grupes.

Rezultatai ir aptarimas. Nuo birželio iki spalio mėnesio sužymėti kormoranai laikėsi Kuršių mariose. Nustatyta, kad skirtingose kolonijose perintys paukščiai maitinasi skirtingose marių akvatorijose. Rusnės kolonijoje perintys didieji kormoranai naudojo pietinę Lietuvos Kuršių marių dalį, nuo Kuršių nerijos iki Rusnės salos. Juodkrantės kolonijoje perintys paukščiai mitybai naudojo šiaurinę Kuršių marių dalį ir Baltijos jūros priekrantę. Du iš

šešių sužymėtų Juodkrantės kolonijoje perinčių kormoranų dažnai maitinasi Baltijos jūroje ir tai skiriasi nuo tik mariose besimaitinančių Rusnėje perinčių kormoranų. Skirtinga didžiųjų kormoranų mitybos elgsena veikia fosforo ciklą, nes mariose besimaitinantys ir besiilsiantys paukščiai paspartina fosforo apykaitą mariose, tuo tarpu Baltijos jūroje besimaitinantys ir mariose besiilsiantys – įneša fosforo į marias.

Pasibaigus perėjimo sezonui ir jaunikliams palikus lizdus, kormoranai nebesugrįždavo į koloniją, bet tupėjimui rinkdavosi kitas vietas marių pakrantėse. Juodkrantės kolonijoje perėję kormoranai rinkosi tupyklą šalia marių netoli Juodkrantės miesto, o Rusnės kolonijoje perėję paukščiai dienojimo ir nakvynės vietas pasirinko ties Preila, Rusnės saloje, o vėliau šiauriau Juodkrantės miestelio. Nustatyta, kad pasibaigus perėjimo sezonui kormoranai laikosi prie pat marių ir daug daugiau tuština tiesiai į marių vandenį, taip transformuodami fosforą iš organinės dalies (žuvų biomasės) į labiau labilią formą prisideda prie fosforo ciklo mariose.

Vandens paukščių apskaitos atskleidė, kad Kuršių mariose dominuoja žuvlesiai ir visaėdžiai paukščiai. Žuvlesiai paukščiai dominuoja nuo balandžio iki rugpjūčio–rugsėjo mėnesių. Balandžio ir spalio mėnesiais gausiau buvo stebimos bentofagės paukščių rūšys.

Pasirinkti metodai (GPS/GSM siųstuvai pritvirtinti prie žuvlesių paukščių ir kasmėnesinės paukščių apskaitos Kuršių mariose) leido identifikuoti intensyviausiai paukščių naudojamas vietas Kuršių mariose, gausiausių paukščių, kurie galimai labiausiai veikia fosforo ciklą mariose, maitinimosi vietas ir judėjimo trajektorijas bei praleidžiamą laiką Kuršių mariose ir už jos ribų.

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

AR EGSIKTUOJA VANDENS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDA KURŠIŲ MARIOSE?

**Julius Morkūnas¹, Modestas Bružas¹, Petr Glazov²,
Julia Loshchagina²**

¹ Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius, ² Institute of Geography Russian
Academy of Sciences, Russia
juliusmorkunas@gmail.com

Įvadas. Atsitiktinis, netikslinis ir nepageidaujamas jūros paukščių ir kitų gyvūnų sugavimas reguliarios žvejybos metu yra vadinamas priegauda.

Apie 400 000 jūros paukščių kasmet pasaulyje žūva statomuosiuose žiauniniuose tinkluose, o Baltijos jūroje kasmet statomuose žiauniniuose tinklaičiuose žūsta apie 76 000 jūros paukščių (Žydelis et al., 2013). Nėra žinoma, koks šios problemos mastas yra Lietuvos ir Rusijos valstybėms priklausančiose Kuršių mariose.

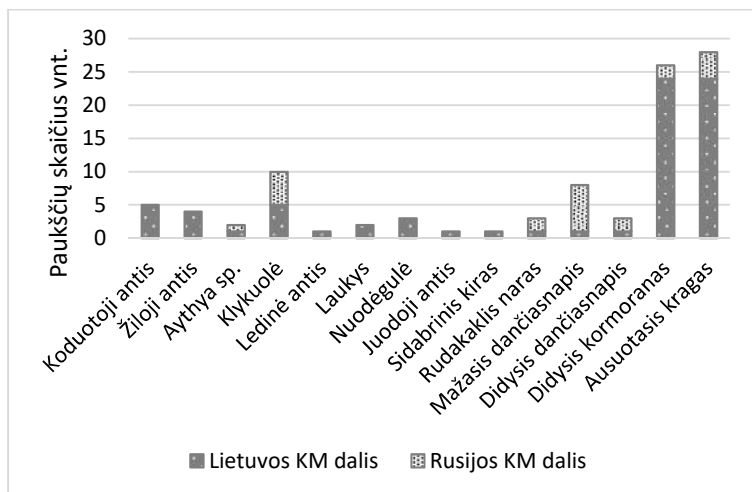
Šio tyrimo metu pirmą kartą vertinta vandens paukščių priegauda abiejose valstybėse. Pateikiami preliminarūs duomenys iš rudeninės žvejybos metu atlikto tyrimo.

Metodai. Lietuvos ornitologų draugija kartu su RSPB ir Birdlife International vykdo projektą „Paukščių priegaudos statomuosiuose žvejų tinkluose mažinimo sprendimai“. Vienas iš tikslų – įvertinti paukščių priegaudą visose Kuršių mariose.

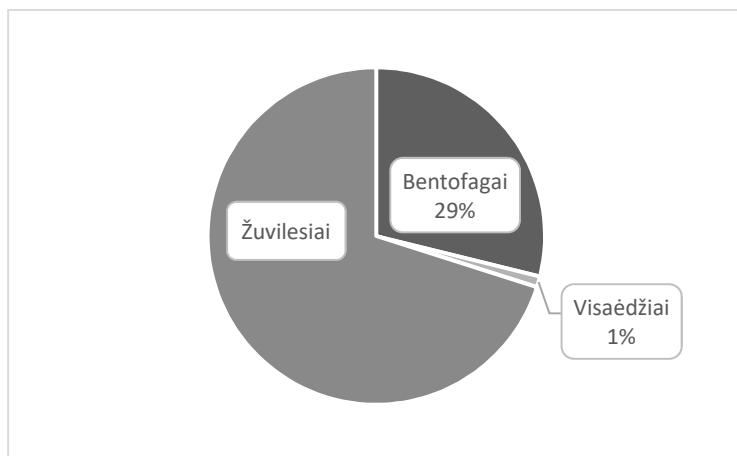
Bendradarbiaujant su Lietuvos ir Kaliningrado srities (Rusija) žvejais buvo renkami duomenys apie paukščių žūtis žvejybos įrankiuose. Informaciją apie priegaudą žvejai pradėjo rinkti rugsėjo mėnesį, duomenis apie priegaudą pildė į specialias formas. Lietuvoje informaciją apie priegaudą rinko 7 žvejai, Rusijoje – 5 žvejai.

Rezultatai. Per 2018 metus nuo rugsėjo iki sausio mėnesio Kuršių mariose į statomuosius žiauninius tinklaičius ir gaudykles pateko 97 paukščiai. Lietuvos Kuršių marių dalyje suskaičiuoti 74 paukščiai, Kaliningrado srities dalyje – 24 paukščiai (1 pav.) Didžiausia paukščių priegauda buvo registruojama spalio–lapkričio mėnesiais.

Daugiausiai žvejybos įrankiuose žuvo žuvilesiai paukščiai – 68 vnt. (2 pav.) Dažniausiai žvejybos įrankiuose žūdavo ausuotieji kragai (*Podiceps cristatus*) – 28 vnt. ir didieji kormoranai (*Phalacrocorax carbo*) – 26 vnt. (1 pav.). Iš bentofagų paukščių dažniausiai žūdavo klykuolės (*Bucephala clangula*) – 10 vnt. ir kuoduotosios antys (*Aythya fuligula*) – 5 vnt.



1 pav. 2018 metais rugsėjo–sausio mėnesiais Kuršių mariose žvejybiniuose įrankiuose sugautų paukščių rūšys ir jų skaičius (KM – Kuršių marios).



2 pav. 2018 metais rugsėjo–sausio mėnesiais Kuršių mariose žvejybiniuose įrankiuose sugautų paukščių pasiskirstymas pagal mitybines grupes.

Rezultatų aptarimas. Pirmą kartą tiek Lietuvos, tiek Rusijos valstybėms priklausančiose Kuršių mariose pradėtas paukščių prieгаudos vertinimas. Lietuvos teritorijoje paukščiai įkliūdavo tiek į statomus žiauninius tinklus, tiek į gaudykles. Gaudyklėse paukščių prieгаuda buvo mažesnė, nei tinkluose.

Dažniausiai sugaunamos paukščių rūšys yra reguliariai sutinkamos Kuršių mariose. Didieji kormoranai ir auosuotieji kragai yra perinčios rūšys Kuršių mariose, o klykuolės, kuoduotosios ir žilosios antys dažniau sutinkamos migracijos metu.

Išvados. Kuršių mariose tiek Lietuvos dalyje, tiek Rusijos dalyje egzistuoja vandens paukščių priegauda vykdomoje reguliarioje verslinėje žvejyboje. Paukščiams pavojingiausias laikotarpis yra rudens sezonas, kai pradedami naudoti žiauninai tinklai.

Literatūra

Žydelis R., Small C., French G. 2013. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. *Biological Conservation*. Vol. 162. 76–88.

INTERAKTYVI NUOMONIŲ DĖLIONĖ: EKOSISTEMINĖS PASLAUGOS NEMUNO DELTOJE

Rasa Morkūnė, Artūras Razinkovas-Baziukas

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

Įvadas. Ekosisteminės paslaugos nusako gamtos elementų ar procesų teikiamą tiesioginę ir netiesioginę naudą žmogui. Šis apibrėžimas taikomas įvairiose jūrinėse, tranzitinėse, gėlo vandens, pievų, miškų, pelkių, kalnų ekosistemose ir padeda materialiai bei nematerialiai įvertinti gamtos teikiamą naudą. Naudojant ekosisteminių paslaugų požiūrį vertinami ir neigiami veiksniai bei grėsmės ekosistemoms bei jų pokyčiai dėl antropogeninių veiklų ar klimato kaitos.

Metodika. Vienas iš ekosisteminių paslaugų vertinimo metodų, kuomet negalime tiesiogiai pamatuoti naudos, yra apklausos. Dažniausiai apklausų metodai taikomi socialiniuose moksluose, tuo tarpu gamtos moksluose plačiai naudojami įvairūs matavimų metodai. Šiame darbe apklausų metodas taikomas ekosisteminėms paslaugoms Nemuno deltos regioniniame parke įvertinti, tuos pačius klausimus užduodant ūkininkams, saugomos teritorijos darbuotojams, ornitologams bei mokslininkams. Nemuno deltos regioninis parkas yra unikalus dėl biotopų ir vykdomų veiklų įvairovės ir visiems išvardintiems subjektams suteikia atitinkamų ekosisteminių paslaugų, kurių vertinimas tarp grupių gali skirtis.

Rezultatai. Konferencijos metu bus skaitomas pranešimas, papildytas interaktyvia apklausa mokslininkams. Pasirinktas metodas visiems dalyviams suteiks galimybę iš karto pamatyti pateiktų atsakymų įvairovę ir pasiskirstymą pagal ekosisteminių paslaugų ir grėsmių svarbumo balus. Taip pat mokslininkų atsakymai bus palyginami su anksčiau apklaustų kitų grupių atsakymais. Pranešimas įvairių sričių mokslininkams suteiks nemažai informacijos apie ekosisteminės paslaugas bei leis patiems sudalyvauti konkrečios teritorijos ypatumų vertinime.

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

DINAMINIO LIETUVOS PRIEKRANTĖS MITYBOS TINKLO MODELIO APŽVALGA

**Rasa Morkūnė¹, Egidijus Bacevičius², Sabina Solovjova¹,
Romas Statkus³, Andrius Šiaulys¹, Georg Umgiesser¹**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda ³ Žuvininkystės tarnyba prie LR žemės ūkio ministerijos
rasa.morkune@apc.ku.lt

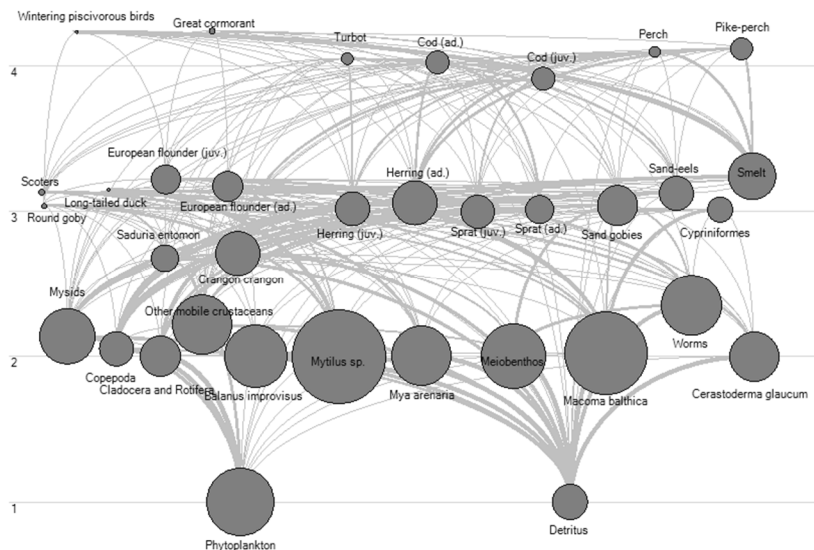
Įvadas. Baltijos jūros Lietuvos priekrantės mitybos tinklas yra kompleksinis dėl gėlo vandens iš Kuršių marių prietakos bei sezoninės žuvų ir paukščių rūšių kaitos šioje ekosistemoje. Paskutiniaisiais dešimtmečiais šioje ekosistemoje pasikeitė rūšių bendrija (naujos rūšys), sumažėjo žiemojančių nardančių ančių gausumas, buvo užfiksuoti vandens temperatūros, gėlo vandens nuotėkio pokyčiai, mažėjo fosforo prietaka, toliau vykdoma priekrantės žvejyba. Naudojant anksčiau surinktus biologinius duomenis bei taikant mitybos tinklų modeliavimo metodą, galima atkurti Lietuvos priekrantės mitybos tinklą bei sumodeliuoti žuvų bei vandens paukščių mitybos pokyčius per paskutinius 15 metų.

Metodika. Modelis sudarytas Lietuvos priekrantės zonai iki 20 m gylio. Jis apima 35 funkcinės grupės. Pirminiam statiniam modeliui naudojami 2000–2004 m., dinaminiam – 2005–2015 m. duomenys. Daugelis modelyje naudotų biomasių ir dietos parametrų bei verslinių žuvų sugavimų duomenys buvo surinkti pagal nacionalinio monitoringo programas, įvairių projektų metu ar iš asmeninės mokslininkų iniciatyvos. Fiziologiniai rūšių ar rūšių amžiaus grupių parametrai buvo surinkti iš kitų Baltijos jūros modelių arba kitos publikuotos medžiagos. Modeliui patikrinti atliktos Prebal procedūros. Dinaminiam modeliui naudojami vandens temperatūros duomenys bei modeliuoti Kuršių marių nuotėkio duomenys.

Rezultatai ir aptarimas. Sudarytas modelis apima fitoplanktono, dvi zooplanktono, dešimt makrozoobentos, 16 žuvų, keturias vandens paukščių, vieną meiozoobentos grupę bei detrito grupę. Aukščiausius plėšrūnus modelyje reprezentuoja perinčių ir žiemojančių žuvlesių paukščių grupės, uotai, suaugusios ir jaunos menkės, ešeriai bei storkiai (TL 3,9–4,2). Pirmą mitybinį lygmenį reprezentuoja fitoplanktonas ir detritas (pagal modelio sudarymo taisykles). Visi kiti organizmai patenka į antrą ir trečią lygmenis (1 pav.).

Pranešime bus apžvelgtos svarbiausios mitybos tinklo rūšys, tiesioginis ir netiesioginis vienu rūšių bei žvejybos poveikiai kitoms rūšims. Taip pat

dinaminio modelio pagalba pristatoma rūšių biomasių ir mitybos kaita bei tikrinama, kuris abiotinis parametras geriausiai padeda sumodeliuoti mitybinį tinklą 2005–2015 m. periodui.



1 pav. Mitybos tinklo modelio schema. Kairėje numeriai žymi mitybinius lygmenis. Apskritimų dydžiai atitinka grupių santykinės biomasės.

NUODĖGULĖS (*MELANITTA FUSCA*) AUDINIŲ ELEMENTINĖS SUDĖTIES ANALIZĖS REZULTATŲ PANAUDOJIMAS OPTIMALIOS MĖGINIO MASĖS PARINKIMUI

**Rasa Morkūnė¹, Sergej Suzdalev¹, Julius Morkūnas¹,
Ylenia Vernaci², Ričardas Taraškevičius¹**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Palermo
universitetas, Palermo, Italija
rasa.morkune@apc.ku.lt

Įvadas. Vienos iš dažniausių Baltijos jūroje žiemojančių jūros paukščių rūšių – nuodėgulių (*Melanitta fusca*) gausumas mažėja dėl nepalankių veiksnių jų perėjimo vietose ir žiemavietėse. Tarp labiausiai ištirtų ir žinomų neigiamų veiksnių žiemojimo vietose išskiriama atsitiktinė priegauda žvejybiniuose tinkluose, medžioklė, buveinių kokybės prastėjimas, bet pažymimas ir aplinkos užterštumas (Dagys, Hearn, 2018). Nors dėl užterštumo jūros paukščių žūtys fiksuotos po įvairaus masto naftos išsiliejimų, tikėtina, kad įvairių cheminių elementų koncentracijos paukščių audiniuose gali būti svarbiu veiksniumi individų ir populiacijos būklės kaitai.

Vienas iš svarbesnių cheminės objektų sudėties nustatymo veiksnių susijęs su galimybėmis naudoti skirtingos masės bandinius (iš vieno mėginio), tuo pačiu ištiriant kuo didesnę cheminių analizių skaičių. Šis aspektas itin aktualus nustatant skirtingų organizmų ir jų audinių cheminę sudėtį, kadangi analizei prieinamos medžiagos kiekis dažnai skiriasi. Šiame darbe atlikti nuodėgulės audinių elementinės sudėties analizės parengiamieji bandymai, pasirinkus skirtingas bandinių mases. Tyrimo tikslas – įvertinti nuodėgulės raumens ir kepenų elementinės kiekybinės analizės rezultatų neapibrėžtis skirtingos masės bandiniuose bei parinkti optimalią mėginio masę, kurios analizės rezultatai kinta mažiausiai.

Metodai. Tyrimams naudotas nuodėgulės individas (patinas), atsitiktinai pagautas žvejų tinklais 2018 m. gruodžio mėnesį Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje ties Smiltyne. Raumens ir kepenų mėginiai buvo imami naudojant keraminį peilį; mėginiai buvo išdžiovinami 60 °C bei išdeginti 230 °C temperatūrose. Sausi mėginiai buvo sutrinti porceliano grūstuvėje, tuomet mėginio masė buvo malama malūnu MM400 (2 min., esant 29 Hz), panaudojant iš cirkonio oksido pagamintas malimo talpas ir guolius. Iš sumaltos masės paimti trys iš dalies skirtingos masės bandiniai: 0,80 g, 0,98 g ir 1,25 g, kuriuos sumaišius su specialia rišančia medžiaga (vašku) buvo

pagaminti mišiniai. Kiekvieno mišinio vienalytiška homogeniška masė buvo suspaudžiama į 20 mm skersmens tabletes 15 tonų galios presu Retsch PP25. Tabletės buvo patalpinamos į jas prilaikančias plastikines talpas atviru dugnu ir, švitinant tablečių dugną rentgeno spinduliais iš apačios, rentgeno spindulių energijos dispersinės analizės spektrofotometru Spectro Xepos HE (SPECTRO Analytical Instruments GmbH, Kleve, Vokietija) buvo matuojamas cheminių elementų rentgeno fluorescencinės spinduliuotės intensyvumas (nerekalibruotas pagal SRM).

Analizės rezultatų neapibrėžtis apskaičiuota pasitelkus skirtingos masės bandinių keturių sub-bandinių (A, B, C, D) elementinės analizės rezultatus (raumens sub-bandiniai matuoti po 1 kartą, kepenų – po 2 kartus). Apskaičiuotas kiekvienos analitės vidurkinis kiekis (AV , mg/kg) ir standartinis nuokrypis (SD , mg/kg). Pasitelkus abi šias reikšmes, apskaičiuotas santykinis standartinis nuokrypis RSD , %: $RSD = SD \cdot 100 / AV$ (Environment Agency, 2019). Kritine RSD reikšme pasitelkta 7,5 % riba (iki jos reikšmė laikoma patikima). Rezerviniu (pagalbinio) intervalu kritinei ribai panaudotas – 7,5–15 % intervalas.

Rezultatų dalyje nagrinėjamos tik tos analitės, kurių bent viena bandinio masė pasižymi < 8 % RSD reikšme. Papildomu kriterijumi, pagrindžiant masės pasirinkimą, pasirinktas didžiausias analitės kiekis, tarpe trijų tiriamų masės bandinių, derantis su mažiausia RSD reikšme. Kaip turinčios informacinę-metodologinę vertę, rezultatuose parodytos ir tos analitės, kurių bent vienos masės RSD reikšmė patenka ir į 8–15 % intervalą.

Rezultatai ir aptarimas. Atlikus nuodėgūlės individo kepenų (K) tyrimus nustatyta, kad aibei, kurioje bet kuri iš trijų tirtų kepenų mėginio bandinių masių analičių RSD reikšmė neviršijo 7,5 % ribos, priklausė 11 elementų: Br, Se, Zn, Rb, Cu, Fe, P, S, K, Cl ir Ca (1 lentelė). Tai rodo, kad tiriant šių analičių kiekius bet kurios iš šių masių cheminės sudėties analizės rezultatų atsikartojamumas tenkino analizės kokybei keliamus reikalavimus (Environment Agency, 2019).

1,25 g medžiagos masė buvo naudingiausia, nustatant 16-os analičių (Br, Se, Zn, Rb, Cu, Fe, P, S, Al, K, Cl, Mn, Cd, Mg, Ta ir Zr) kiekius. 0,98 g medžiagos masė buvo naudinga tiriant 7-nių analičių (Zn, Rb, Fe, S, K, Na ir Pb) kiekius, o 0,80 g – Zn, Rb, Cu, Fe, K, Ca ir Sr kiekius. Tikslinga pažymėti, kad didesnis (bent 5 %) rentgeno fluorescencijos intensyvumas, 1 lentelėje pateikiamas kaip AV reikšmė, būdingas P, S, K, Cl, Ca, Mn, Cd ir Mg reikšmėms, kurios buvo pasiektos švitinant 1,25 g masės bandinius.

Nuodėgulės kepenų mėginio elementinės sudėties analizės rezultatai skirtingos masės bandiniuose. Elementų seka pateikta pagal elementų kiekio standartinį nuokrypį 1,25 g masės bandiniuose (didėjančia tvarka). Pilkai pažymėtos standartinio nuokrypio reikšmės esančios intervale nuo 0 iki 7,5%.

<i>Elementas</i>	<i>Br</i>	<i>Se</i>	<i>Zn</i>	<i>Rb</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Al</i>	<i>K</i>
Santykinis standartinis nuokrypis (RSD), %										
^a K 1,25	0,5	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	1,5	2,0	2,3	2,5
^a K 0,98	0,7	1,2	0,9	1,1	2,0	1,9	2,5	1,8	3,4	2,6
^a K 0,80	1,3	1,4	0,7	1,2	1,1	1,3	3,4	3,1	8,1	2,4
Kiekio vidutinė reikšmė (AV), mg kg ⁻¹										
K 1,25	32	13	88	12	15	3115	10521	8495	246	9455
K 0,98	32	13	89	12	15	3059	9929	7972	237	8995
K 0,80	32	13	90	12	16	3067	9850	7865	238	8848
<i>Elementas</i>	<i>Cl</i>	<i>Ca</i>	<i>Na</i>	<i>Mn</i>	<i>Cd</i>	<i>Mg</i>	<i>Ta</i>	<i>Zr</i>	<i>Pb</i>	<i>Sr</i>
Santykinis standartinis nuokrypis (RSD), %										
K 1,25	2,7	3,1	3,5	3,7	4,1	5,1	6,5	7,5	8,4	11
K 0,98	4,2	2,4	2,6	8,3	7,8	8,0	12,6		2,7	7,4
K 0,80	4,9	1,4	8,7	5,1	7,4	8,6	12,0	41	4,0	5,2
Kiekio vidutinė reikšmė (AV), mg kg ⁻¹										
K 1,25	4343	197	3108	11	5,0	563	2,0	1,11	1,3	1,2
K 0,98	4183	186	3008	10	4,9	537	2,0		1,3	1,2
K 0,80	4110	186	3093	10	4,8	541	1,9	1,29	1,4	1,4

^a bandinių paruošti panaudotos tiriamos medžiagos masė (svoris) – 1,25 g, 0,98 g, arba 0,80 g.

Tiriant raumens (R) bandinius, bet kokios masės bandinyje RSD reikšmei neviršijant 7,5 % buvo nustatyti 14 elementų kiekiai: Sr, Rb, Br, Fe, S, Zn, Cu, K, P, Al, Cl, Se, Ca, ir Mg (2 lentelė). 1,25 g medžiagos masė buvo naudingiausia, siekiant kiek įmanoma patikimiau nustatyti 18-os analičių, 0,98 g medžiagos masė tiriant 11-os analičių (Fe, Zn, K, Cl, Se, Ca, Ba, Na, Mg, Cs ir Yb) kiekius, o 0,80 g medžiagos masė – net 15-os analičių (Br, Fe, S, Zn, Cu, P, Al, Cl, Se, Ca, Y, Na, Mg, Ni ir Mn) kiekius. Santykinai didesnis (>5%) rentgeno fluorescencijos intensyvumas, 2 lentelėje pateikiamas kaip AV reikšmė buvo užfiksuotas švytinant 1,25 g medžiagos masės bandinius ir juose nustatant S, K, P, Al, Cl, Ca, Na ir Ni reikšmes.

Palyginus aptiktų elementų kiekius nuodėgulės kepenyse ir raumenyse, nustatyta, kad kepenys pasižymi daugiau kaip 5 kartus didesniais Fe, Mn ir Se kiekiais, 2 kartus didesniais – Pb, Cl ir Zn kiekiais, daugiau kaip 1,2 karto – Br, Na, Ca, Ni, Al ir Sr kiekiais (3 lentelė). Raumenys, atvirkščiai, turi daugiau kaip 2 kartus daugiau Mg, o K, Cu ir Th – nuo 1,2 iki 1,8 karto daugiau. Skirtingų masių bandiniuose tirtų elementų santykių reikšmės savo dydžiais yra panašios.

2 lentelė

Nuodėgulės raumens mėginio elementinės sudėties analizės rezultatai skirtingos masės bandiniuose. Elementų seka pateikta pagal elementų kiekio standartinį nuokrypį 1,25 g masės bandiniuose (didėjančia tvarka). Pilkai pažymėtos standartinio nuokrypio reikšmės esančios intervale nuo 0 iki 7,5 %.

Elementas	Sr	Th	Rb	Br	Fe	S	Zn	Cu	K	P	Al
Santykinis standartinis nuokrypis (RSD), %											
^a R 1,25	0,4	0,4	1,0	1,0	1,0	1,3	1,5	2,2	2,2	2,5	3,1
^a R 0,98	5,1	7,7	1,6	1,0	1,2	2,4	0,6	1,8	0,8	4,1	2,5
^a R 0,80	4,3	15,2	1,2	0,6	0,9	0,9	0,8	1,2	2,3	1,5	1,9
Kiekio vidutinė reikšmė (AV), mg kg ⁻¹											
R 1,25	1,0	0,80	10,4	17,0	385	9899	45	20	12023	10873	203
R 0,98	1,0	0,75	10,4	17,1	372	9474	45	20	11405	10333	190
R 0,80	1,4	0,85	10,5	17,3	374	8966	46	20	11093	9779	183
Elementas	Cl	Se	Ca	Ba	Y	Na	Mg	Ni	Cs	Yb	Mn
Santykinis standartinis nuokrypis (RSD), %											
R 1,25	3,1	3,6	4,0	5,3	5,7	6,4	6,8	7,8	10,4	10,6	11,2
R 0,98	3,2	2,1	3,5	5,8	18,2	5,9	5,2	3,9	3,7	5,3	12,2
R 0,80	3,5	1,9	3,0	34,6	3,2	7,7	4,8	2,4	25,9	8,9	6,3
Kiekio vidutinė reikšmė (AV), mg kg ⁻¹											
R 1,25	2206	2,0	150	38	0,9	2140	1256	3,2	18	2,5	1,6
R 0,98	2020	2,0	144	41	0,8	1962	1227	2,6	20	2,5	1,5
R 0,80	1959	2,1	135	30	1,6	1970	1194	2,5	13	2,2	1,5

^a bandiniui paruošti panaudotos tiriamos medžiagos masė (svoris) – 1,25 g, 0,98 g. arba 0,80 g.

3 lentelė

Nuodėgulės kepenų ir raumens cheminių elementų vidurkinių kiekių (RSD < 15%) santykiai.

Elementas	Fe	Mn	Se	Pb	Cl	Zn	Br	Na	Ca	Ni
^a 1,25: K/R	8,1	6,9	6,6	3,0	2,0	2,0	1,9	1,5	1,3	1,0
^a 0,98: K/R	8,2	6,5	6,7	3,1	2,1	2,0	1,9	1,5	1,3	
^a 0,80: K/R	8,2	6,8	6,5		2,1	2,0	1,9	1,6	1,4	1,5
RSD, %	0,9	3,0	1,7	2,7	3,3	0,7	0,4	4,0	3,7	29,9
AV, n3	8,2	6,7	6,6	3,0	2,0	2,0	1,9	1,5	1,3	1,3
Elementas	Al	Sr	Rb	P	S	K	Cu	Th	Mg	
1,25: K/R	1,2	1,2	1,1	0,97	0,86	0,79	0,76		0,45	
0,98: K/R	1,2	1,3	1,1	0,96	0,84	0,79	0,78	0,56	0,44	
0,80: K/R	1,3	1,1	1,1	1,01	0,88	0,80	0,77	0,59	0,45	
RSD, %	3,5	8,9	0,5	2,6	2,1	0,7	1,5	3,7	1,8	
AV, n3	1,3	1,2	1,1	0,98	0,86	0,79	0,77	0,57	0,45	

^a elementų kiekių nuodėgulės kepenyse ir raumenyje santykis, bandiniui paruošti panaudotos tiriamos medžiagos masė (svoris) – 1,25 g, 0,98 g. arba 0,80 g.

Išvados:

- Naudoti skirtingos masės nuodėgulės kepenų bei raumenų bandiniai padėjo išskirti mažiausia kaita pasižyminčius cheminius elementus: 1,25 g masės bandiniuose mažiausia kaita pasižymi Rb, Fe ir Cl kiekiai, 0,98 g masės – Zn, Fe, K ir Na kiekiai, 0,80 g masės – Fe, Zn, Cu ir Ca kiekiai.
- Švitinant 1,25 g masės nuodėgulės raumens ir kepenų bandinius santykinai didesnis rentgeno fluorescencijos intensyvumas (išreikštas kaip analizės kiekio vidutinė reišmė) buvo pasiektas juose nustatant svarbiausių mitybai makro-elementų S, P, K, Cl ir Ca kiekius.
- Palyginus aptiktų elementų kiekius ($RSD < 7,5\%$), nustatyta, kad nuodėgulės kepenys pasižymi didesnėmis Fe, Mn, Se, Pb, Cl, Zn, Br, Na, Ca, Ni, Al ir Sr sankaupomis, o raumenys – Mg, K, Cu ir Th kiekiais.

Šis darbas naudingas ne tik tolesniems jūros ančių tyrimams, bet ir platesniam mokslininkų ratui, siekiant atskleisti mėginio ruošimo metodiką bei skirtingų objektų cheminės sudėties tyrimų galimybes Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institute.

Literatūra

Dagys M., Hearn R. (compilers) 2018. International Single Species Action Plan for the Conservation of the Velvet Scoter (*Melanitta fusca*) Western Siberia & Northern Europe/NW Europe population. AEW Technical Series, Bonn, Germany. 36 p.
Environment Agency, 2019. Preiga per internet: www.mcerts.net.

VĖJŲ DINAMIKA, ŠTORMINGUMAS IR JO ĮTAKA KOPŲ RELJEFO FORMOMS

Judita Navašinskienė¹, Regina Morkūnaitė², Artūras Bautrėnas³

¹ Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, Klaipėda,

² Gamtos tyrimų centras, Vilnius, ³ Vilniaus universiteto Kartografijos ir
geoinformatikos katedra, Vilnius
judita.navasinskiene@meteo.lt

Įvadas. Vėjas – vienas iš svarbiausių orų ir klimato charakteristikų veikiančių šilumos bei drėgmės pasiskirstymą tarp paklotinio paviršiaus ir atmosferos. Su vėjo veikla susiję dauguma gamtos procesų ir reiškinių. Ypač didelės įtakos turi smarkūs vėjai, kurie sukelia dirvožemio eroziją, smėlio pustymus. Kritiniu vėjo greičiu, sukeliančiu defliaciją, nustatyta, yra > 5 m/s. Smėlio pustymas – pagrindinis geomorfologinis geodinamis procesas vykstantis Kuršių nerijoje. Vėjo sąveikai su paklotiniu paviršiumi būdingi kai kurie dėsningumai, kurių žinojimas palengvintų eolinio reljefo formų transformavimosi prognozę.

Metodai. Tyrimui naudoti 2003–2013 metų Klaipėdos meteorologinės stoties vėjo duomenys – vėjo kryptis, vidutinis vėjo greitis, vėjo greitis gūsiuose. Šiame darbe pateikta 2003, 2004, 2010, 2013, 2014, 2016 metų Avikalnio, Naglio, Parnidžio kopų reljefiniai pokyčiai pagal ortophoto planus ir LIDAR technologijas bei instrumentinius matavimus teodolitu Zeiss Elta R55 (2003, 2004 metais) ir Trimble GPS (2013–2016 metais). Per visas Kuršių nerijoje aukštas kopas padaryti skersiniai profiliai ir išmatuoti peraukštėjimai bei nupustyti smėlio kiekiai.

Rezultatai. Atlikus vyraujančios vėjo krypties ir smarkių vėjų pasiskirstymo analizę, matome kad 2003–2013 metų laikotarpyje vyravo pietryčių, pietvakarių ir vakarų (15 %) krypties vėjai, rečiausiai pūtė pietų ir šiaurės krypties vėjai. Vakarų ir pietvakarių vėjo vidutinis greitis buvo didžiausias – 5,1 m/s, šiaurės rytų vėjai silpniausi – 2,8 m/s.

Vėjo kryptiai didžiausią įtaką turi vyraujanti atmosferos cirkuliacija, todėl skirtingais metų laikais vyrauja skirtingos krypties vėjai. Žiemos sezonu vyravo pietryčių (22 %) krypties vėjai. Pavasarį vėjai nepastoviau ir silpniau, dažnesni buvo šiaurės vakarų krypties (17 %). Vasarą dažniausiai pūtė vakarų (20 %) vėjai. Rudens laikotarpiu pietryčių ir rytų krypties vėjai sudarė apie 20 %.

Klaipėdoje tiriamuoju laikotarpiu vidutiniškai per metus buvo 40 dienų su smarkesniais nei 15 m/s vėjais, o 2003 metais net 83 dienos. Dažniausiai jie pūtė sausio, spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesiais. Klaipėdoje vidutiniškai 10

dienų per metus vėjo greitis buvo didesnis nei 20 m/s. Smarkios audros, kai vėjas vėjas pasiekia 25 m/s ir daugiau siautė 11 kartų. Siaučiant audroms dažniausiai pūtė pietvakarių ir vakarų vėjai. Siaučiant smarkiai audrai būna daug nuostolių, išraunami medžiai, ardomi apsauginiai kopagūbriai.

2003–2013 metų laikotarpyje Kuršių nerijos kopų atkarpose (profiluose Naglio, Parnidžio, Avikalnio) atlikus reljefo aukščio instrumentinę fiksciją minėtais geodeziniais prietaisais nustatyti išraiškingi kopų pokyčiai. Tokiems procesams didžiausią įtaką turi stiprūs vyraujančios krypties vėjai šiltuoju laikotarpiu. Aktyvių kopų segmentai Kuršių nerijoje dabar aptinkami Juodkrantės–Pervalkos atkarpoje ir prie Nidos.

Parnidžio kopa nuo 2003 iki 2013 metų pajudėjo nuo pietvakarių apie 15 metrų, o nupustytas smėlis susikaupė rytinėje dalyje. Per 10 metų nupustyta apie 11,5 tūkst.m³. Kaip minėta vėjo dinamikos analizėje 2003–2013 m. periodu vakarų ir pietvakarių kryptių vėjų vidutinis greitis siekė 5,1 m/s, kuris kaip nustatyta, jau yra smilteles ir smėlio srautus (išpustymus) sukeliantis vėjas.

Išvados. Visus metus tiriamuoju laikotarpiu pajūryje vyravo vakarinių kryptių vėjai. Šiltuoju laikotarpiu dažniausiai pūtė šiaurės vakarų, vakarų kryptių vėjai.

Iš ortofoto duomenų matyti, kad pilkųjų Avikalnio kopų atkarpoje vyrauja vakarų–rytų krypties gūbriukai, defliaciniai slėniukai, o paviršius daugiau susiskaidęs 2010 metais nei 2003 metais.

Koreliacija tarp vyraujančių stiprių vėjų kryptių ir stambių formų (gūbriai, luomos, raguvos, griovos) pakrypimo pastebėta.

Vėjų stiprumas ir kryptis, formuojant kopų formų kryptis, yra įtakingiausia.

Literatūra

- Bukantis A. ir kt., 2001. Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje. GI, VU.
- Galvonaitė A. ir kt. 2007. Lietuvos klimatas. Vilnius. ARX Baltika.
- Klimato žinynas. Vėjas. 1996. Vilnius. LHMT.
- Morkūnaitė R., Baurėnas A., Česnulevičius A. 2017. The recent investigations and providences about active aeolian forms in Curonian Spit (Lithuania). Acta Geographica Silesiana, 11/1 (25), WNoZ UŚ, Sosnowiec.
- Morkūnaitė R., Karmaza B. 2006. Influence of wind velocities on sand accumulation in the Curonian spit. In.
- Navašinskienė J. 2003. Pajūrio klimatas. Klaipėda. LHMT.
- Nowaczyk B. (ed.). Morfologiczne i sedymentologiczne skutki działalności wiatru. Poznan.
- www.researchgate.net/publication/312921924_the_recent_investigations_and_providences_about_active_aeolian_forms_in_curonian_spit_lithuania [accessed Apr 10 2019].

PALYDOVINIŲ SINTETINĖS APERTŪROS RADARŲ PANAUDOJIMO POTENCIALAS KURŠIŲ MARIŲ LEDO REŽIMO STEBĖJIMAMS

Indrė Nikitina¹, Igor Kozlov^{1,2,3}, Inga Dailidienė^{1,4}

¹ Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ² Rusijos valstybinis hidrometeorologijos universitetas, Rusija, ³ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ⁴ Lietuvos verslo kolegija, Informatikos katedra, Klaipėda
indrenikitina@gmail.com

Santrauka. Darbe pritaikant palydovinių sintetinės apertūros radarų (SAR), Envisat ASAR ir Sentinel-1 duomenis tiriamas Kuršių marių ledo režimas, įvertinamas ledo plotų ir ledo sezonų trukmių susidarymas. Informacija apie ledo formavimosi, dreifo ir tirpimo sąlygas gali padėti išvengti nelaimingų atsitikimų ant Kuršių marių ledo, ypatingai poledinės žvejybos metu šaltuoju metų laikotarpiu. Lyginant Kuršių marių ledo dangos, užšalimo ir irimo datas su *in situ* duomenimis, buvo nustatyta, kad palydoviniai duomenys, apimantys pilnai Kuršių marias, leidžia užšalimą ir irimą nustatyti tiksliau.

Raktiniai žodžiai: Kuršių marios, ledo režimas, nuotolinių tyrimų taikymas.

Įvadas. Kuršių marios yra didžiausias gėlo vandens telkinys Lietuvos teritorijoje, turintis svarbią reikšmę šalies ūkiui kaip vandens kelias, rekreacijos zona, žvejybos rajonas (Rainys, 1978). Kuršių marių ledo režimo nuotoliniai stebėjimai yra labai svarbūs navigacijai, žvejybai bei klimato tyrimams. Kuršių mariose ledas pasirodo kiekvienais metais, tačiau pastovi jo dangos trukmė, storis, jo formavimosi ir tirpimo procesai priklausomai nuo žiemų atšiaurumo, esti nevienodi. Temperatūros eigos įtaką ledui gerai parodo neigiamų vidutinių paros temperatūrų suma (Žaromskis, 1996). Šiltėjant klimatui stebimos šiltos žiemos su teigiama oro temperatūra, dažnais atotirpiais ir dreifuojančiu, priklausomai nuo vyraujančių vėjų, ledu. Remiantis Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministerijos Pakrančių apsaugos rinktinės (toliau PAPER) paieškos ir gelbėjimo darbų vykdymo Kuršių mariose 2009–2016 m. duomenimis, šiuo laikotarpiu buvo organizuojama daugiau nei 68 žvejų ir civilių gelbėjimo operacijų ant Kuršių marių ledo. Poledinės žuklės mėgėjai, rizikuojantys žvejoti ant nepakankamai sutvirtėjusio ledo, ant atskilusių ledo lyčių, kelia didelių problemų ne tik žvejams, bet ir gelbėtojams. Kuršių marių ledo dangos stebėjimai ir jo tirpimo, galimo dreifo prognozės tampa vis aktualesnės saugios laivybos ir gamtosauuginės organizacijoms.

Sezoniškai ledu padengtiems regionams, pavyzdžiui, Baltijos jūrai ir Kuršių marioms reguliari informacija iš palydovinių jutiklių apie biologines (Bagdanavičiūtė ir kt., 2018) ir fizines sąlygas (Kozlov ir kt., 2014) yra naudinga jūrinėms operacijoms ir žvejybai.

Palydovinių sintetinės apertūros radarų pritaikymas ledo režmo tyrimams padėtų gauti tikslenę informaciją apie visų Kuršių marių ledus, kurių pietinė dalis priklauso Rusijos federacijai, o šiaurinė dalis – Lietuvos respublikai. Palydoviniai SAR matavimai suteikia galimybę gauti aukštos erdvinės rezoliucijos nuotraukas, svarbias, vertinant globalios klimato kaitos pasekmes nuolatos ar sezoniškai užšalančių vandenų regionams, įskaitant ir Kuršių marias.

SAR matavimai nėra jautrūs debesims ir skirtingiems atmosferiniams trikdžiams kaip optinio diapazono palydovai (Askne, Dierking, 2008). Atsižvelgiant į tai, šio darbo tikslas buvo nustatyti palydovinių sintetinės apertūros radarų (SAR) duomenų pritaikomumą Kuršių marių ledo režmo tyrimams.

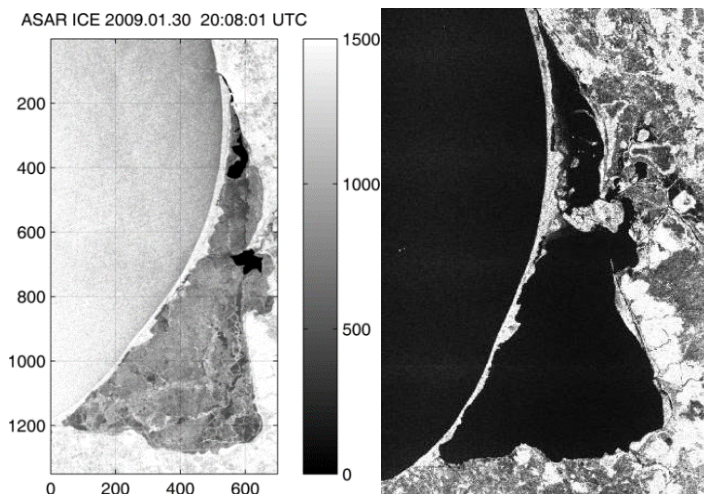
Metodika. Darbe panaudoti 2008–2011 m. laikotarpio SAR poliarinės orbitos palydovų Envisat ASAR (1 pav.) ir 2015–2016 m. Sentinel-1 duomenys (2 pav). Palydovinės nuotraukos buvo apdorojamos nustatant ledo dangos plotus Kuršių mariose. Nagrinėjant ledo išplitimo priklausomybę nuo vidutinės oro temperatūros ir vėjo krypties bei greičio, buvo panaudoti 2008–2011 m. ir 2015–2016 m. laikotarpio Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos Juodkrantės, Nidos, Ventės hidrometeorologinių stočių duomenys. Kuršių marių ledo režimas, oro temperatūra, vėjų dominavimas ir šalčio sumos buvo analizuotos tiriamu šalčio sezono laikotarpiu (nuo lapkričio iki balandžio mėnesio). Nustatant neigiamų temperatūrų šalčio sumų poveikį ledo susidarymui Kuršių mariose buvo panaudotos paros oro temperatūros vertės.

Darbe panaudotos palydovinės poliarinės orbitos palydovo Envisat ASAR nuotraukos buvo apdorotos naudojantis kompiuterine programa MATLAB, Sentinel-1 nuotraukos buvo apdorotos naudojantis Europos Kosmoso agentūros SNAP kompiuterine programa.

Rezultatai. Darbe pritaikant palydovinių sintetinės apertūros radarų (SAR), Envisat ASAR ir Sentinel-1 duomenis buvo tiriamas Kuršių marių ledo režimas, įvertinamas ledo plotų ir ledo sezonų trukmių susidarymas, naudojant atitinkamai 2008–2011 m. ir 2015–2016 m. laikotarpių duomenis.

Kuršių marioms atvėsus iki artimos užšalimui temperatūros, dažnų rudens štormų permaišytoje negilaus baseino vandens masėje esant neigiamai oro temperatūrai, ledas susidaro palyginus greitai, per 2–3 dienas.. Staigiai orui atšalus iki -10°C ir žemiau, jis gali susidaryti per parą. Ledo tirpimo pradžia paprastai siejama su atodėriais. Iš gautų tyrimo rezultatų buvo nustatyta, kad

kuo didesnė yra neigiamų oro temperatūrų šaltčio suma, tuo sparčiau storėja ledas ir stabiliau laikosi ledo plotai tiriamoje Kuršių marių akvatorijoje.



1 pav. Envisat ASAR 2009-01-30
palydovinė nuotrauka.

2 pav. Sentinel-1 palydovinė
nuotrauka, 2015-01-23.

Pastoviausia ledo plotų danga išsiskyrė 2009–2010 m. ledo sezonas, kurio metu ledas dengė apie 90 % Kuršių marių ploto (daugiau nei 1425 km²) ir stabiliai kaustė marias ledas 90 dienų. Šaltčio suma siekė $-639,6^{\circ}\text{C}$, – daugiausiai iš visų tirtų ledo sezonų.

Anksčiausiai tirtame laikotarpyje ledas susiformavo 2010–2011 m. sezonu (2010-11-26), kuris pasižymėjo taip pat ilgiausia trukme (132 dienos), kai šaltčio suma siekė $-606,4^{\circ}\text{C}$. Ilgą ledo sezono trukmę lėmė ankstyva pradžia ir staigus oro temperatūros atšalimas sezono pradžioje. Ledo sezono trukmė 2015–2016 m. buvo tik 51 diena. Sezono trumpą trukmę lėmė vėlyva sezono pradžia ir mažiausia sukaupta šaltčio suma $-217,1^{\circ}\text{C}$. Visuose analizuotuose ledo sezonuose, ilgiausia ledo trukmė buvo stebima ties Nemuno delta ir ties pietrytine Kuršių marių dalimi (90–130 dienų). Trumpiausia ledo sezono trukmė pasižymėjo Kuršių marių ruožai ties Smiltynė – Juodkrante (30–80 dienų). Klaipėdos sąsiauryje vyravo tik dreifuojantys ledai, nes pastoviai ledo dangai susidaryti trukdė intensyvi laivyba ir druskingesnių Baltijos jūros vandenų prietaka.

Tyrimo metu buvo pastebėta, jog vyraujantys pietryčių, pietvakarių rumbų vėjai lemia trumpesnę ledo sezono trukmę bei spartesnę ledo plotų

tirpimą. Ledo plotų augimo metu dažniausiai vyrauja šiaurės rytų arba rytų krypties vėjai.

Išvados. SAR radaro ir Sentinel-1 matavimų pagalba galima numatyti pavojingas ledo režimo sąlygas. Aukštos kokybės rezoliucijos palydovinės nuotraukos padeda nustatyti ledo plotą, storį bei išplitimą.

Analizuojant SAR pranašumus ir trūkumus, buvo pastebėta, jog dėl Sentinel-1 radaro didesnės rezoliucijos, gaunamų vaizdų kiekio bei didesnio kanalų kiekio, jis yra labiau tinkamas Kuršių marių ledo monitoringui. Tačiau reiktų pažymėti, jog detaliam monitoringui taip pat yra reikalingi *in situ* tyrimų duomenys, patikslinantys ir papildantys palydovinių radaro vaizdų duomenis. Lyginant Kuršių marių ledo dangos, užšalimo ir irimo datas su *in situ* duomenimis, buvo nustatyta, kad palydoviniai duomenys, apimantys pilnai Kuršių marias, leidžia užšalimą ir irimą nustatyti detaliau visų marių atžvilgiu. Tačiau SAR raiškos nepakanka užfiksuoti pirmines ledo formas, kurios pasirodo užšalimo pradžioje kaip ledo adatos ir ižas. Pasitelkiant SAR radarų pagalbą, galima iš anksto numatyti pavojingas ledo režimo sąlygas dreifuojant ir skeldėjant pastoviai ledo dangai, taip padedant išvengti nelaimingų atsitikimų ant Kuršių marių ledo.

Kuršių marių bendra ledo sezono trukmė, ledo ploto ir jo pasiskirstymo pasikeitimai tirtame laikotarpyje buvo skirtingi atskrais sezonais, priklausomai nuo šaltojo laikotarpio (lapkričio–balandžio mėn.) vidutinės oro temperatūros, šalčio sumų ir vėjų dominavimo. Ilgiausia ledo trukmė išsiskyrė centrinė marių dalis ties Nemuno delta bei pietrytinė Kuršių marių dalis. Trumpiausia ledo sezono trukmė buvo stebima ties Klaipėdos sąsiauriu bei mariose Smiltynės-Juodkrantės ruože, kur didelę įtaką ledo sezono trukmei sudaro druskingo ir šiltesnio žiemos metu vandens prietaka iš Baltijos jūros, gilus Klaipėdos sąsiauris ir intensyvi laivyba.

Literatūra

- Askne J., Dierking W. 2008. Sea Ice Monitoring in the Arctic and Baltic Sea Using SAR.
- Bagdanavičiūtė I., Umgieser G., Vaičiūtė D., et al. 2018. GIS-based multi-criteria site selection for zebra mussel cultivation: Addressing end-of-pipe remediation of an eutrophic coastal lagoon ecosystem. Science of the Total Environment. Vol. 634, p. 990–1003.
- Kozlov I., Dailidienė L., Korosov A., et al. 2014. MODIS-based sea surface temperature of the Baltic Sea Curonian Lagoon.
- Rainys A. 1978. Kuršių marių ir apymario klimatas. Kuršių marios I. Gamtinės sąlygos ir raida, Vilnius, p. 51–57.
- Žaromskis R. 1996. Okeanai, jūros, estuarijos. Vilnius, p. 291.

KRIOGENINIŲ TALPŲ ĮTAKA JŪRŲ UOSTO VILKIKO EIGUMUI

Lukas Norkevičius, Sergejus Lebedevas

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūrų
inžinerijos katedra, Klaipėda
L.Norkevicius@gmail.com

Įvadas. Baltijos jūros regione esančių uostų akvatorijų bei šalia įsikūrusių urbanistinių teritorijų oro tarša yra jautri ir labiausiai pažeidžiama kenksmingomis iš laivų vidaus degimo variklių išmetamosiomis dujomis (Madjidian at al., 2013). Įsigaliojus MARPOL 73/78 VI priedo paskutinei Tier III redakcijai, leistini kenksmingų emisijų normatyvai bus užtikrinami tik antrinėmis nemotorinėmis technologijomis arba jėgainių konversija eksploatacijai ekologiškomis kuro rūšimis (Peet, 2014). Viena iš alternatyvų – gamtinės dujos (GD). Šiuo metu yra palankios sąlygos panaudoti GD kaip ekologišką laivams skirtą kurą. Sparčiai vystoma suskystintų gamtinių dujų (SGD) infrastruktūra. Statomos ir eksploatuojamos SGD saugyklos (viena iš jų eksploatuojama Klaipėdoje – laivas “Independence”) tiek laivų tiek antžeminių saugyklų forma.

Atlikus Baltijos jūros regiono uostuose eksploatuojamų jūrų uostų vilkikų (toliau – JUV) statistikos analizę, kurios imtis 217 JUV, nustatyta:

- 1) 34 % visų JUV eksploatavimo trukmė siekia iki 19 metų;
- 2) pagal vilkimo galią – 19 % sudaro 31–40 t, 12 % sudaro 51–60 t;
- 3) vidaus degimo variklių naudojama kuro rūšis – dyzelinas;
- 4) nustatyta, kad daugėja jūrų uostuose eksploatuojamų JUV, kurių vilkimo galia 51–60 t, ilgis 27–31 m, plotis 8–12 m, grimzlė 4,25–6 m.

Atsižvelgiant į tai, kad JUV yra lėto nusidėvėjimo laivai, per metus vilkiko darbo laikas yra apie 2000 val. lyginant su linijiniais keltais, kurie dirba 24 val. per parą, 7 dienas per savaitę (Tirelli, 2015). Remiantis turimais statistiniais duomenimis galime teigti, kad apie 34 % Baltijos jūros regione eksploatuojamų JUV energetines jėgaines yra naudinga konvertuoti darbui SGD.

Suskystintos gamtinės dujos yra laikomos gerai nuo atmosferos poveikio izoliuotuose slėginiuose induose – kriogeninėse talpose. Dažniausiai kriogeninė talpa yra pagaminta iš metalo, turi dvigubą korpuso konstrukciją, kurioje yra izoliacija (gali būti vakuumas) (Seeli at al., 2016). Rezervuaro, kuris talpina 20 m³ suskystintų dujų, svoris gali siekti 8,2 t, o pripildytas kuro svoris padidėja iki 16,6 t. Eksploatuojamuose JUV projektavimo metu nebuvo numatyta, kad ant pagrindinio denio bus montuojamos kriogeninės talpos,

kurių bendras svoris su kuru gali sudaryti apie 33,2 t (Bashar at al., 2016). Būtina įvertinti atsiradusio papildomo svorio įtaką JUV jūrinėms savybėms, šiuo atveju eigumui – laivo savybei išvystyti reikiamą greitį tam eikvojanč kuo mažiau galios (Banta, 2015).

Eksperimento modeliavimas. Remiantis atliktos Baltijos jūros regiono JUV statistikos analizės duomenimis – parenkamas universalus JUV tenkinantis amžiaus ir galingumo kriterijus. Parinkto JUV geometriniai ir eksploataciniai duomenys pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė

Tiriamo JUV korpuso geometrinės charakteristikos

Ilgis, <i>m</i>	28,6
Plotis, <i>m</i>	10,4
Grimzlė, <i>m</i>	4,6
Vandentalpa, <i>t</i>	590,0
Eksploatacinis greitis, kt. (mazgai)	13,1
Traukimo galia, <i>t</i>	58,0

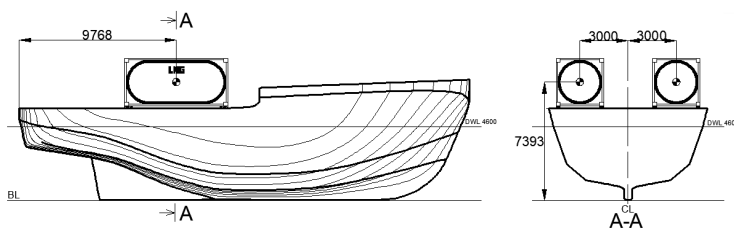
Atlikus kriogeninių talpų rinkos apžvalgą buvo įvertinta egzistuojančių rezervuarų talpa ir geometrinės charakteristikos. Rezervuarų dydis yra svarbi charakteristika dėl ribotos vietos ant pagrindinio JUV denio. Atsižvelgiant į rinkoje egzistuojančias kriogenines talpas buvo sumodeliuotas SGD rezervuaras, kurio pagrindinės charakteristikos pateikiamos 2 lentelėje.

2 lentelė

Kriogeninės talpos pagrindinės charakteristikos

Gabarininiai matmenys LxBxH, m	6,0 x 2,4 x 2,5
Tuščios taros svoris, <i>t</i>	8,2
SGD kuru užpildytos taros svoris, <i>t</i>	16,6

Naudojant specializuotą laivų korpusų projektavimo programą „Delftship“ dviem atvejais buvo sumodeliuota trimatė JUV geometrija be kriogeninių ir su kriogeninėmis talpomis. SGD rezervuarų išdėstymas laivo bazinių plokštumų atžvilgiu pateikiamas 1 pav.



1 pav. Kriogeninių talpų išdėstymas JUV bazinių plokštumų atžvilgiu.

Kriogeninės talpos išdėstytos nuo laivagalinio statmens iki taros svorio centro atstumu 9,7 m, nuo bazinės plokštumos iki taros svorio centro atstumu 7,3 m, nuo diametralinės plokštumos iki taros svorio centro atstumu 3 m.

Sumodeliavus pilnai užpildytas SGD kuru kriogenines talpas (2 vnt.)', kurių bendras svoris siekia 33,2 t, reikia įvertinti hidrostatinių charakteristikų pokytį (grimzlės, vandentalpos, suvilgyto paviršiaus ploto), kuris turi tiesioginę įtaką laivo eigumui. Skaičiavimai buvo atlikti naudojant skaičiuojamąją kompiuterinę programą „Autohydro“. Skaičiavimo rezultatai pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė

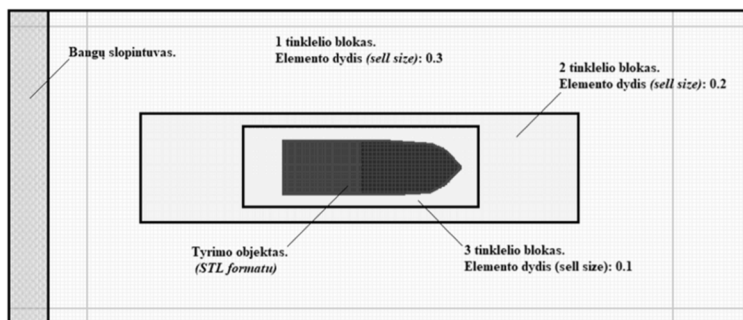
JUV hidrostatinių charakteristikų pokytis

Hidrostatinė charakteristika	Be SGD talpų	Su SGD talpomis	Pokytis
Grimzlė, m.	$d_{lp}=4,6$ $d_{lg}=4,6$	$d_{lp}=4,56$ $d_{lg}=4,92$	$d_{lp}=-0,04$ $d_{lg}=0,32$
Vandentalpa, t.	590	623,2	33,2
Suvilgyto pav. plotas, m ² .	332	339	7

d_{lp} – laivo grimzlė laivapriekyje, m., d_{lg} – laivo grimzlė laivagalyje, m.

Remiantis gautais skaičiavimų rezultatais ir vandens pasipriešinimo susidarymo teorija galime teigti, kad padidėjus suvilgytam paviršiaus plotui, vandens pasipriešinimas laivo korpuso judėjimui padidės (Zong, 2017).

Vandens pasipriešinimo pokyčio laivo korpuso judėjimui vertinimas buvo atliktas naudojant skaičiuojamosios skysčių dinamikos (SSD) programą „Flow3D“. Programos veikimas pagrįstas baigtinių skirtumų metodu. Laisvojo paviršiaus sekimui naudojamas TruVOF algoritmas (Cozzi, 2010). Trimatis laivo korpusas eksportuojamas į SSD programos palaikomą STL formato failą. Skaičiavimo rezultatų patikimumas, eksperimento laikas, kompiuterinių resursų kiekis priklauso nuo programoje sudaryto tinklelių bloko, kuris aproksimacijos principu suskaido trimatę laivo korpuso geometriją į atskiras dalis priklausomai nuo tinklelių tankumo (Flow Science, 2019). JUV vandens pasipriešinimui nustatyti SSD progamoje sudaromi 3 tinklelių blokai: 1 blokas – elemento dydis 0,3; 2 blokas – elemento dydis 0,2; 3 blokas – elemento dydis 0,1. Virtualaus eksperimento laikas $t=60$ s. Vandens srauto greitis lygus JUV eksploataciniam greičiui $v=6,73$ m/s. Skaičiavimai atliekami dviem atvejais: 1. JUV be kriogeninių talpų, 2. JUV su kriogeninėmis talpomis. Vizuali eksperimento erdvė pateikiama 2 pav.



2 pav. Virtualus eksperimentas programoje “Flow 3D”.

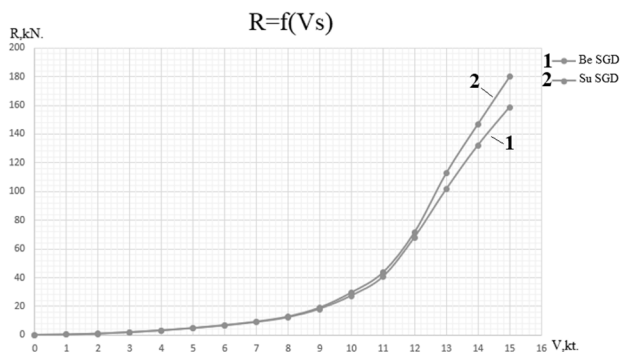
Matematinio modeliavimo rezultatai. Vertinant kriogeninių talpų įtaką JUV hidrostatinėms savybėms nustatyta, kad sumontuotos dvi kriogeninės talpos, kurių bendras svoris 33,2 t, padidino laivo suvilgyto paviršiaus plotą 2,12 %. Remiantis bendrąja vandens pasipriešinimo susidarymo teorija galime teigti, kad vandens pasipriešinimas padidės (Banta, 2015). Atlikto SSD eksperimento rezultatai (uosto akvatorijoje leistino greičio ir JUV eksploatacinio greičio) pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė

SSD eksperimento rezultatai

JUV greitis, kt. (mazgai)	Vandens pasipriešinimas kN , be SGD	Vandens pasipriešinimas kN , su SGD	Pokytis procentais, %
6,0	6,55	6,78	Padidėja 3,5
13,1	101,50	112,69	Padidėja 11,02

Eksperimento rezultatai grafiškai išraiška pateikiami 3 paveiksle.



3 pav. JUV vandens pasipriešinimo pokytis.

Remiantis gautais skaičiavimo rezultatais galima teigti, kad sumontuotos kriogeninės talpos daro neigiamą įtaką JUV eigumui. Vandens pasipriešinimas vilkikui plaukiant uosto akvatorijoje leistinu greičiu padidėja 3,5 %, JUV plaukiant eksploataciniu greičiu vandens pasipriešinimas padidėja 11,02 %.

Išvados

1. Remiantis Baltijos jūros uostuose eksploatuojamų JUV statistikos analize ir rinkoje egzistuojančių kriogeninių talpų apžvalga, naudojant specializuotas laivų korpusų modeliavimo programas sudarytas virtualus tyrimo objekto modelis – JUV be kriogeninių talpų ir JUV su kriogeninėmis talpomis.

2. Naudojant skaičiuojamąją kompiuterinę programą „*Autohydro*“ nustatytas JUV hidrostatinių charakteristikų pokytis ant pagrindinio denio sumontavus kriogenines talpas:

- grimzlės pokytis laivapriekyje – sumažėja 0,04 m; grimzlės pokytis laivagalėje – padidėja 0,32 m;
- JUV vandentalpa padidėja 33,2 t;
- suvilgyto paviršiaus plotas padidėja 7 m².

3. Naudojant SSD programą „*Flow 3D*“ buvo sudarytas ir atliktas virtualus eksperimentas vandens pasipriešinimo pokyčiui vertinti. Eksperimento metu gauti vandens pasipriešinimo pokyčio rezultatai:

- JUV vandens pasipriešinimas plaukiant 6 mazgų greičiu padidėja 3,5 %;
- JUV vandens pasipriešinimas plaukiant eksploataciniu 13,1 mazgų greičiu padidėja 11,02 %.

Literatūra

- Banta G. Ship Resistance, Naval institute, Annapolis, Maryland Menasha, WI.
- Bashar A., Kumar S., Koh N. 2016. Portable fuel tank – The application of a New Method of Bunkering for Small Scale Gas Fuelled Vessels.
- Cozzi O. 2010. Free surface flow simulation: correcting and benchmarking the ALE method in Code_Saturne, The University of Manchester.
- Flow Science [interaktyvus], žiūrėta 2019-03-02, Prieiga per internetą: <http://www.flow3d.com/home/resources/cfd-101>.
- International Convention for Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), Book III, re-vised edition.
- Madjidian J., Bjork S., Nilsson A., Halen T. 2013. Clean Baltic Sea Shipping, years of publication 2013.
- Peet G. 1992. The MARPOL Convention: implementation and effectiveness, International Journal of Coastal and Estuarine Law 7(4): 277–295.
- Seeli H., Dorapudi H., Satish P., Kumar S. 2016. Designing and Analysis of Cryogenic Storage Vessels, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 7, Issue 7.
- Tirelli G. 2015. Wartsila LNG Tugboat application, Helsinki.
- Zong D. 2017. An Introduction to Ship Hydrodynamics, Finland.

ŽMOGAUS VEIKLOS PĖDSAKAI AUKŠTUMALOS PELKĖS GYVENVIETĖJE

Jolita Petkuvienė¹, Diana Vaičiūtė¹, Irma Vybernaitė-Lubienė¹,
Tomas Rimkus², Algirdas Girininkas², Vladas Žulkus²

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Klaipėdos
universiteto Baltijos regiono istorijos ir archeologijos institutas, Klaipėda
jolita.petkuviene@apc.ku.lt

Įvadas. Žmogaus elgsena ir veikla nuo jo atsiradimo žemėje kito nuo pirmųjų rinkėjų ir medžiotojų iki aktyvių žemdirbių ir gyvulių augintojų. Toks žmogaus vystymasis paliko pėdsakus dirvožemyje, pakeisdamas jo cheminę sudėtį. Fosforas, kuris neturi dujinės formos, o jo virsmas vyksta litosferoje ir hidrosferoje, yra naudojamas archeologiniuose tyrimuose: archeologinėms vietoms nustatyti, archeologiniam kraštovaizdžiui identifikuoti bei priešistorės žmonių veikloms išskirti (Parnell et al., 2002; Pastor et al., 2016).

Projektui “ReCoast&People“ įgyvendinti suplanuotais tyrimais siekiama identifikuoti ir ištirti ankstyvojo holoceno žmonių paliktas gyvenvietes dabartinio Baltijos jūros vandens užlietuose kraštovaizdžiuose bei dabartinio kranto zonoje (Žulkus ir Girininkas 2014; Rimkus, 2019). 2018 m. pradėti pirmieji archeologiniai tyrimai kranto zonoje – Aukštumalos durpyne (Šilutės r.), kuriame nuo 2004 m. žinomos čia esančios ankstyvojo mezolito gyvenvietės. Tyrimų eigoje iš archeologinių plotų buvo paimti grunto mėginiai fosforo tyrimams, tad šio pranešimo tikslas yra panaudojant fosforą, kaip indikatorį, įvertinti žmogaus veiklos pėdsakus Aukštumalos akmens amžiaus gyvenvietėse.

Metodai. 2018 metų vasaros periodu buvo vykdomos ekspedicijos į Aukštumalos pelkę surinkti dirvožemio mėginiai. Dirvožemio mėginiai imti po archeologinių kasinėjimų iš 3 vietų, kuriose rasti žmogaus pėdsakai, bei vienos vietos, kurioje nebuvo rasti žmogaus veiklos pėdsakai. Dirvožemio mėginiai imti nuo paviršiaus (eliminavus humusinę sluoksnį) iki 35–54 cm gylio, kas antrą centimetrą. Mėginiai transportuoti į laboratoriją ir užšaldyti tolimesnei analizei.

Žmogaus paliktiems pėdsakams įvertinti buvo analizuotas laisvai prisijungęs ištirpęs neorganinis fosforas (DIP), bendras, neorganinis ir organinis fosforas (TP, IP ir OP, atitinkamai), pH ir organinės medžiagos kiekis bei anijonai (Cl⁻, F⁻). Laisvai prisijungusio DIP ir anijonų analizei buvo paimta 1 ml dirvožemio mėginio ir po 24 h ekstrakcijos distiliuotu vandeniu išmatuota jonų chromatografu (Methron). Dirvožemio pH nustatytas pH

matuokliu naudojant 2–3 ml dirvožemio, kuris 1 h buvo ekstrahuojamas distiliuotame vandenyje. Apie 0,2 g išdžiovinto ir deginto dirvožemio buvo naudota neorganiniam ir bendram fosforui nustatyti. 1M HCl veikiamas dirvožemis buvo laikomas 14 dienų ir po neutralizavimo matuojamas spektrometriniu metodu. Organinė medžiaga nustatyta naudojant dirvožemio svorio pokytį po deginimo.

Rezultatai. ReCoast&People projektas tai pirmasis projektas, kuriame bendradarbiauja Klaipėdos Universiteto Baltijos regiono istorijos ir archeologijos bei Jūros tyrimų institutų mokslininkai. Pirminiai tyrimai atlikti Aukštumalos pelkėje, kurioje buvo rasti akmens amžiaus gyvenviečių pėdsakai (archeologiniai radiniai). Numatomose gyvenviečių vietose ir kontrolėje (foninė vieta, kurioje nebuvo rasti žmogaus veiklos pėdsakai) buvo paimti vertikalūs dirvožemio mėginiai fosforo ir kitų analizių tyrimams.

2018 m. archeologiniai tyrimai vykdyti dvejose žinomose Aukštumalos akmens amžiaus gyvenvietėse (gyvenvietės I ir II), taip pat jų metu identifiukuota trečioji, iki šiol dar nežinota gyvenvietė. Visose gyvenvietėse aptikta iš titnago pagamintų medžioklės ir darbo įrankių (strėlių antgaliai, gremžtukai, rėžtukai, kirviai ir peiliai), taip pat granito, kvarco, smiltainio bei žėručio skaldos ir už jų pagamintų įrankių (strėlių antgaliai, gremžtukai, skaldytiniai, tinklų pasvarai). Remiantis aptiktų radinių tipologiniais-technologiniais kriterijais visos gyvenvietės datuojamos finalinio paleolito pabaiga–ankstyvojo mezolito pradžia, t. y. ankstyvojo preborealio laikotarpiu, ir skirtinos Svidrų kultūros titnago apdirbimo industrijai (Šatavičius, 2005). Visose gyvenvietėse radiniai koncentravosi apie 15–30 cm gylyje nuo žemės paviršiaus, gelsvo smulkios frakcijos smėlio sluoksnyje. Daugiausiai jų surasta I-oje gyvenvietėje (51 vnt.), II-oje 28 vnt, o III-ojoje 24 vnt.

Atlikus cheminių analizių analizes, rezultatai parodė, kad anijonų, pH ir OM koncentracijų/verčių vertikalus pasiskirstymas neišsiskyrė sluoksniuose, kuriose buvo rasti archeologiniai radiniai, todėl tolimesniame vertiniame nenaudojami. Tuo tarpu fosforo formų (OP, IP ir TP bei DIP) koncentracijos padidėjo II ir III gyvenvietės dirvožemio zonose, kuriose buvo rasti archeologiniai radiniai. Vidutiniškai DIP koncentracija radinių sluoksniuose padidėjo apie 1,5–2 karto (2,8–12,9 µg/ml) palyginus su žemesniais ar aukštesniais sluoksniais (1,3–6,4 µg/ml). Bendro fosforo koncentracija sluoksniuose, kuriuose rasti žmogaus veiklos pėdsakai, siekė 429–548 mg/kg, o tuo tarpu sluoksniuose virš ir po radinių zona, TP siekė 215–352 mg/kg. IV gyvenvietės vertikaliame profilyje TP pasiskirstė tolygiai su gyliu ir koncentracijos kito nuo 183 iki 296 mg/kg.

Rezultatų aptarimas. Žmogaus veiklos pėdsakai gali būti vertinami atliekant dirvožemio cheminės sudėties pokyčių tyrimus. Archeologiniuose

tyrimuose neretai naudojamas fosforas ir jo formos. Mūsų atlikti tyrimai parodė, kad archeologinių radinių vietose nustatytos TP ir OP padidėjusios koncentracijos radinių vietose indikuoja buvusią žmogaus veiklą. Atlikus tyrimus Aukštumalos pelkės gyvenvietės ir pritaikius kelių analizių analizes, fosforas atspindėjo archeologinių radinių vietas, ypač II ir III gyvenvietėse. Tačiau vertinant fosforo formas nustatyta, kad II gyvenvietėje padidėjo organinio fosforo, o III gyvenvietėje – neorganinio. Šis formų nevienodas pasiskirstymas reikalauja papildomų tyrimų.

Literatūra

- Pastor A., Gallelo G., Cervera M. L., et al. 2016. Mineral soil composition interfacing archaeology and chemistry. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 78, pp. 48–59.
- Parnell J. J., Terry R. E., Nelson Z. 2002. Soil chemical analysis applied as an interpretive tool for ancient human activities in Piedras Negras, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 29(4), pp. 379–404.
- Rimkus T. 2019. In search of Lithuanian coastal Mesolithic. Review of current data and the aims of an ongoing research project. *Fornvännen*, 114 (1), 1–11.
- Šatavičius E. 2005. Svidrų kultūra Lietuvoje. *Lietuvos archeologija*, 29, pp.133–170.
- Žulkus V., Girininkas A. 2014. Drowned Early Mesolithic landscapes on the Baltic Sea bed in the Lithuanian waters. *Journal of environmental science and engineering*, B 3, 274–289.

VĖJO ELEKTRINIŲ POVEIKIS MIGRUOJANTIEMS PAUKŠČIAMS PALANGOS PAJŪRIO ZONOJE

Algimantas Petraitis

Klaipėdos universitetas, Klaipėda
rasamorkune@gmail.com

Įvadas. Pastaraisiais dešimtmečiais intensyvėjant žmogaus ūkinei veiklai, gausėjant įvairiausiems statiniams, stebime antropogeninį tiesioginį ir netiesioginį poveikį ekosistemoms, tame tarpe ir sudėinei jų daliai – paukščiams. Intensyvėjant transporto srautams keliuose vis daugiau žūva paukščių ir kitų gyvūnų. Į įstiklintas daugiaaukščių pastatų sienas ir langus užsimuša gausybė migruojančių paukščių, ypač pajūrio miestuose – Palangoje, Klaipėdoje ir kt.

Vėjo elektrinės yra palyginti naujas „švarios“ energijos gaminimo būdas. Jis padeda išvengti aplinkos taršos, keliamos šiluminių jėgainių bei branduolinio kuro elektrinių. Pastarųjų avarijos kelia realią grėsmę ne tik gyvosios gamtos, bet ir žmogaus egzistencijai. Kita vertus, įsiterpdamos į kraštovaizdį siaurose kalnų perėjose, ypač sklandančių paukščių intensyvaus traukimo keliuose, vėjo elektrinės gali turėti tam tikrą neigiamą poveikį paukščiams. Tame tarpe ir mūsų pajūrio zonoje, Kretingos ir Šilutės rajonuose, įkurti vėjo elektrinių parkai patenka į šiaurės rytų Atlanto migracinį paukščių kelią. Akivaizdu, kad vėjo elektrinių poveikio paukščiams ir šikšnosparniams tyrimai ne mažiau aktualūs ir mūsų pajūryje.

Metodika. Darbe apžvelgiami 2010 m. pavasario ir 2012–2016 m. pavasario ir rudens sezonais žuvusių paukščių ir šikšnosparnių paieškų ir paukščių migracijos stebėjimų rezultatai. Darbai buvo atliekami Kretingos rajono 15 vėjo elektrinių parke bei prie vienos elektrinės Vydmantuose. Išamiau darbe apžvelgiami 2010 m., 2013–2014 m. pavasariinių ir 2014 m. rudeninių stebėjimų duomenys.

2010 m. pavasarį darbai vykdyti Kretingos rajono 30 MW galios 15 vėjo elektrinių parke. Jame elektrinės išsidėstę grupėmis 4–10 km atstumu nuo pajūrio urbanizuotame, dirbamų žemių, natūralių pievų, miško salų, melioracijos kanalų išvagotame kraštovaizdyje. Žuvusių dėl vėjo elektrinių veiklos poveikio paukščių ir šikšnosparnių paieškos vykdytos maršrutiniu metodu kas 3 dienas kovo 24 d.–gegužės 15 d. periodu, kasdien – balandžio 11–20 d. periodu. Vizualiniai paukščių migracijų stebėjimai vykdyti balandžio 11–20 d. pagal E. Kumari metodiką.

2012–2016 metų pavasario ir rudens sezonais paukščių traukimas buvo stebėtas Vydmantuose esančioje vėjo elektrinių teritorijoje ir jos prieigose 4

km į rytus nuo Palangos pajūrio. Vėjo elektrinė yra UAB “VARA” medienos perdirbimo kombinato pakraštyje apie 10 metrų nuo artimiausių pastatų. Ją supa atviras žemės ūkio naudmenų kraštovaizdis. Stacionariniai stebėjimai atlikti rytinėmis valandomis, kas antrą dieną pagal minėtą E. Kumari metodiką. Kiekvieną stebėjimų dieną vykdyti maršrutiniai stebėjimai 0,5–1 km spinduliu nuo vėjo elektrinės, norint išaiškinti migrantų sankaupas jų mitybos ir laikino poilsio vietose. Žuvusių paukščių ir šikšnosparnių paieškos vykdytos kiekvieną stebėjimų dieną iki 100 m spinduliu nuo vėjo elektrinės.

Rezultatai ir aptarimas. 2010 m. pavasario sezonu stebėtos 38 paukščių rūšys, priklausančios 8 būriams. Vandens komplekso paukščių stebėta 10 rūšių (pilkasis garnys, 3 gulbių, 2 žąsų, 3 kirų, 2 tilvikų rūšys, t. y. 26,3 % nuo bendro rūšių skaičiaus. Gausiausios buvo kirų rūšys (rudagalvis, paprastasis, sidabrinis). Sausumos komplekso paukščiams priklausė 28 rūšys, iš kurių gausiausias buvo žvirblinių būrys (20 rūšių). Dominavo varnėnai, kikiliai, dirviniai vieversiai. Vieversys yra būdingas atviro kultūrinio kraštovaizdžio paukštis, sutinkamas žiemkenčių želmenyse, natūraliose, kultūrinėse ganyklinėse pievose, arimuose. Kovo pabaigoje stebėti jų migruojantys būreliai (iki 30 ind.), kiti stebėti paukščiai buvo vietinės populiacijos atstovai.

Dėl vėjo elektrinių veiklos aptiktos dvi žuvusių paukščių rūšys – juodasis strazdas (suaugęs patinas) ir dirvinis vieversys (penki patinai). Juodasis strazdas – tipiškas naktinis migrantas, aptiktas Rūdaičių zonoje (Nr. 11). Aptikti vieversiai buvo nuo 12 iki 40 metrų atstumus nuo elektrinių, Rūdaičių ir Kvecių zonose. Tai greičiausiai vietinės populiacijos paukščiai, perintys artimoje vėjo elektrinių kaimynystėje, ražienose ir pievoje. Pavienės geltonosios startos ir pavieniai kalviukai neretai nusileidžia and elektrinių tvorelių, bet šių rūšių žuvusių paukščių neaptikta. Tirti parkai yra palyginti silpno pavasarinių migrant traukimo zonoje ir neveikia paukščių migracinio pobūdžio ir elgsenos.

2013 m. pavasarį užregistruota 50 paukščių rūšių (8 būrių atstovai). Vandens komplekso paukščių stebėta 14 rūšių, kurių tarpe skaičiumi dominavo rudagalvis, paprastasis ir sidabrinis kirai (574 arba 96,3 % visų paukščių). Antri gausumo požūriu buvo žasiniai paukščiai (želmeninė ir pilkoji žąsys, 39,6 % visų paukščių). Didžioji dalis vandens komplekso paukščių (88 %) stebėti balandžio antrą dekadą. Iš sausumos paukščių kiek gausiau traukė varniniai, varnėnai ir dirviniai vieversiai.

2014 m. pavasarį stebėtos 56 paukščių rūšys, priklausančios 9 būriams. Iš vandens paukščių stebėta 11 rūšių, sausumos – 45 rūšys. Tranzitinė paukščių migracija buvo palyginti silpna. Vandens paukščių tarpe gausiausiai traukė trys kirų rūšys ir pempė, sausumos – keršulis, kuosa ir varnėnas. Pažymėtina, kad 2014 m. pavasarį buvo ankstyvas dirvinio vieversio ir pempės (2.21), gulbių ir

baltojo gandro (3.27–28) traukimas po palyginti užtęsto šaltojo laikotarpio staigiai atšilus orams vasario III dekaadoje. Įdomu, jog upinių kirlikų pora nuo 4.19 laikėsi molingoje šlapioje dirvoje 20 m atstumu vėjo elektrinės.

2014 metų rudenį stebėta 12 rūšių vandens paukščių, priklausančių 4 būriams. Iš trijų žąsų rūšių gausiausiai traukė baltakaktė žąsis (nuo 10.01 iki 11.01): 50 m atstumus nuo elektrinės du jų būriai praskrido spalio 1 d. apie 500 m aukštyje. Intensyvus gervių traukimas stebėtas 9.15 nuo 11 iki 14 val. Tai sutapo su giedru šiltu oru (16–25 °C) ir pučiant pavėjiniam šiaurės rytų vėjui, 0,1–4 km atstumu nuo elektrinės.

Stebėtas palyginti gausus rudeninis pempių traukimas (nuo 10.08 iki 10.21). Pavieniai jų būriai (700–1000 ind.) stebėti arime, apie 3 km į pietvakarius nuo elektrinės. Apie 64% vandens paukščių sudarė trys įprastos kirų rūšys.

Įdomi pelėsakalio elgsena vėjo elektrinės atžvilgiu. Paukštis medžiojo virš ražienų lauko 300–500 m atstumu nuo elektrinės. Po to jis patraukė į šiaurės rytus 20–50 m aukštyje ir pakeliui tiesiog „pranėrė“ sveikutėlis pro elektrinės sparnus.

Migruojantys varniniai paukščiai (kovai, kuosas, varnos), sutikę kliūtį (elektrinės), apsuka ją iš šonų 100–200 metrų atstumu.

Tiek pavasarį, tiek rudenį vietinės populiacijos paukščius ir migrantus (pempė, kirai, varniniai, varnėnai, kiti žvirbliniai) pritraukia žemės ūkio naudmenose atliekami darbai, dažnai atliekami artimoje vėjo elektrinių kaimynystėje. Per šiuos tris stebėjimo sezonus žuvusių paukščių ir šikšnosparnių dėl vėjo elektrinės veiklos neaptikta.

GEOTERMINIO VANDENS PROCEDŪRŲ ĮTAKA PSICHOEMOCINEI BŪKLEI

**Lolita Rapolienė^{1,2}, Artūras Razbadauskas², Lina Gedrimė^{2,3},
Daiva Mockevičienė², Aelita Skarbalienė²**

¹ Jūrininkų sveikatos priežiūros centras, Klaipėda, ² Klaipėdos universitetas, Klaipėda, ³ Klaipėdos valstybinė kolegija, Klaipėda
lolita.rapoliene@inbox.lt

Įvadas. Stresas yra nuolatinis modernios civilizacijos palydovas, o aukšti streso lygiai, jei nesuvaldomi, sukelia rimtas sveikatos problemas ir blogina gyvenimo kokybę. Daugelyje pasaulio šalių vandens terapija plačiai taikoma pagerinti sveikatą ir išvaizdą, išsivaduoti nuo streso ar depresijos ar palengvinti ligų simptomus (Falagas ME, 2009). Vienas iš galimų mineralinio vandens šaltinių – iš gręžinių išgaunamas geoterminis vanduo. Tyrimo tikslas – nustatyti skirtingos vandens terapijos poveikį psichoemocinei būklei.

Metodai. Atlikta randomizuota kontroliuojama vienpusė akla paralelinių grupių intervencinė studija. 250 tiriamųjų suskirstyti į 5 grupes po 50 dalyvių: gydymo 20, 40 ir 60 g/l geoterminio vandens arba gėlo vandens procedūromis ir kontrolinę (be gydymo). Iš viso skirta 10 procedūrų 36 °C vandens vonių, kiekviena po 20 min. kasdien 2 savaites. Naudotas Na-Cl-Ca-Mg-SO₄ 108 g/l bendros mineralizacijos 36 °C, pH 6,07 geoterminis vanduo, praskiestas iki reikiamos mineralizacijos gėlu krano vandeniu. Poveikis psichoemocinei būklei matuotas DASS-21 skale (Lovibond, S.H., 1995), kuria vertintas poveikis depresijos, nerimo ir streso lygiui prieš ir po kurso bei po 1–3 mėnesių po procedūrų. Prieš ir po procedūrų kurso matuotas kortizolio kiekis kraujo serume.

Rezultatai. Streso, nerimo ir depresijos pirminiai ir periodu po procedūrų lygiai pateikti 1 lentelėje. Stebėtas padidintas (daugiau 14) pirminis streso, nerimo (daugiau 7) lygis visose vandens terapijos grupėse su didžiausiu stresu (17,6) ir nerimu (10,2) 20 g/l mineralizacijos grupėje. Padidintas depresijos lygis (daugiau 9) buvo tik 20 g/l grupėje.

Streso lygis visu tyrimo periodu buvo statistiškai reikšmingai sumažėjęs visose tyrimo grupėse. Nerimo lygis po procedūrų patikimai sumažėjo ir išliko 3 mėnesius visose vandens terapijos grupėse. Depresijos lygis po kurso patikimai sumažėjo visose tyrimo grupėse, bet išliko reikšmingai sumažėjęs tik geoterminio vandens grupėje.

Vertinant geoterminio vandens procedūrų poveikį stresui grupių viduje, nustatyta, kad po kurso stresas patikimai mažėjo visose grupėse atitinkamai 6,0; 5,3; 3,3; 4; 1,7 balais su stipriausiu efektu 20 g/l mineralizacijos grupėje.

Nerimo lygis grupėse atitinkamai mažėjo 3,0; 3,3; 2,7; 2,3; 1,5 balais su stipriausiu efektu 40 g/l mineralizacijos grupėje

Po 2 savaičių depresijos lygis grupėse sumažėjo 4,5; 3,1; 2,4; 2,9; 1,4 balais su stipriausiu antidepresiniu poveikiu 20 g/l grupėje.

1 lentelė

Streso, nerimo ir depresijos lygis grupėse

*	Grupė	Stresas, Vidurkis	Pokytis, p	Nerimas, Vidurkis	Pokytis, p	Depresija, Vidurkis	Pokytis, p	N
1	20 g/l	17,59		10,23		10,50		44
	40 g/l	15,28		8,62		8,72		39
	60 g/l	14,44		8,05		7,85		41
	Gėlas	15,17		8,69		7,66		29
	Kontrolė	11,21		6,79		5,36		28
2	20 g/l	11,59	,000	7,23	,000	6,00	,000	44
	40 g/l	9,95	,000	5,33	,001	5,59	,003	39
	60 g/l	11,12	,001	5,37	,000	5,42	,001	41
	Gėlas	11,17	,000	6,41	,001	4,76	,000	29
	Kontrolė	9,50	,018	5,29	,095	4,00	,049	28
3	20 g/l	10,36	,000	5,50	,000	6,59	,006	44
	40 g/l	7,44	,000	3,80	,000	4,21	,000	39
	60 g/l	8,63	,000	3,85	,000	5,46	,007	41
	Gėlas	9,52	,001	4,90	,007	5,59	,088	29
	Kontrolė	9,64	,028	3,43	,006	3,79	,052	28
4	20 g/l	10,55	,000	5,55	,000	6,41	,000	44
	40 g/l	7,13	,000	3,44	,000	4,82	,000	39
	60 g/l	8,68	,000	3,27	,000	5,61	,016	41
	Gėlas	9,24	,000	4,21	,000	4,28	,008	29
	Kontrolė	6,79	,000	2,79	,000	3,36	,052	28
5	20 g/l	11,18	,000	5,73	,000	6,50	,001	44
	40 g/l	6,56	,000	3,28	,000	4,62	,000	39
	60 g/l	8,10	,000	3,71	,000	4,83	,003	41
	Gėlas	10,14	,001	4,41	,002	5,79	,069	29
	Kontrolė	7,93	,003	3,57	,025	4,21	,255	28

*tyrimo periodai: 1 – prieš tyrimą, 2 – po procedūrų, 3 – po 1 mėn., 4 – po 2 mėn., 5 – po 3 mėn. po procedūrų.

Vertinant stipriausią ilgalaikį efektą stresui nustatyta, kad naudingiausias 40 g/l mineralizacijos vanduo (antistresinis efektas stiprėjo nuo 7,8 po 1 mėn. iki 8,7 po 3 mėn), nerimui – 40 g/l vanduo (nuo 4,8 iki 5,3), depresijai po 1 mėn. – 40 g/l, o vėliau panašiai efektyvios 20 ir 40 g/l mineralizacijos vandens procedūros. Gėlo vandens procedūros davė patikimai teigiamą poveikį stresui ir nerimui, dažniausiai mažesnę nei geoterminio vandens. Kontrolinėje grupėje

gauti mažiausi patikimi teigiami streso pokyčiai, sumažėjęs nerimas po 1–3 mėn., bet nereikšmingas efektas depresijai jau po 1 mėnesio.

Įvertinus streso, nerimo ir depresijos lygio pokyčių vidurkius tyrimo eigoje nustatyta, kad didžiausias vandens terapijos poveikis gautas stresui, mažiausias – depresijai. Iškart po procedūrų stipriausias efektas pasiektas po 20 g/l procedūrų; ilgiausiai išliekantį efektą davė 40 g/l vandens procedūros.

Atlikus viso tyrimo periodo rezultatų *pos hoc* analizę, reikšmingi streso, nerimo, depresijos poveikio skirtumai tarp grupių nenustatyti.

Kortizolio kiekis mažėjo 40 g/l ir gėlo vandens grupėse, bet reikšmingų kortizolio pokyčių nei vienoje grupėje negauta.

Rezultatų aptarimas. Tyrimo metu nustatyta, kad vandens terapija, nežiūrint mineralizacijos dydžio, turi patikimai teigiamą poveikį psichoemocinei būklei. Didžiausias vandens terapijos poveikis visoje tyrimo eigoje nustatytas stresui, mažiausias – depresijai. Stipriausią efektą stresui ir depresijai mažinti davė 20 g/l procedūros, didžiausią ilgiausiai trunkantį efektą – 40 g/l vandens procedūros. Iš vandens terapijos gėlo vandens patikimas poveikis buvo mažiausias, o depresijai – ir trumpiausias. Vertinant streso lygį, jis tapo normalus iškart po procedūrų ir išliko 3 mėnesius visose vandens terapijos grupėse. Nerimas po 2 savaičių sumažėjo iki normos visose vandens grupėse, išskyrus 20 g/l grupę (joje buvo didžiausias) ir išliko normos ribose visose vandens grupėse 3 mėnesius. Buvęs padidintas depresijos lygis 20 g/l grupėje susinormalizavo po gydymo kurso ir išliko 3 mėnesius.

Kontrolinėje grupėje streso ir depresijos pokyčiai buvo mažiausi, bet patikimi, bet neišliko poveikio depresijai. Teigiamiems pokyčiams galimai turėjo įtakos tyrimo laikas (vasaros sezonas ir atostogos).

Kadangi pirminiame matavime psichoemocinė būklė skyrėsi (blogiausia – 20 g/l grupėje, geriausia – kontrolinėje grupėje, galima daryti prielaidą, kad gydymas geoterminiu vandeniu geriausiai veikia turinčius didesnę būklės sutrikimą. Patikimo viso tyrimo bendro psichoemocinės būklės pokyčio tarp grupių nenustatyta. Statistiškai reikšmingo kortizolio pokyčio negauta.

Mokslininkų nustatytas poveikis hormonams, citokinams, oksidacinei / antioksidacinei sistemai, galimai stimuliuojama opioidų sekrecija, modifikuojami SERT receptoriai, gerėja afinitetas SERT (Baroni et al 2012). Įrodyta, kad, panašiai kaip meditacija, panardinimas į vandenį veikia ANS, mažėja simpatinė galia ir didėja nervo klajoklio poveikis (Bouvier CE et al 2013). O. Dubois pirmą kartą įrodė, kad balneoterapija yra efektyvi ir gerai toleruojama gydant generalizuotą nerimo sutrikimą: po 8 gydymo savaičių vidutinis pokytis pagal Hamiltono skalę buvo reikšmingai geresnis nei vaisto paroksetino grupėje; pokytis pagal depresijos skalę taip pat buvo didesnis balneoterapijos grupėje (Dubois et al, 2010). Įrodyta, kad 3 savaičių gydymas

„Lintong“ mineraliniu mažina įtampą, pyktį, nuovargį ir sumišimą, o didina aktyvias skales yra mažėjanti depresinės-prislėgtos nuotaikos skalė (Xu Li et al, 2013). Nustatyta, kad 12-os dienų balneoterapija davė patikimus teigiamus pokyčius nuotaikos, depresijos ir nerimo rodikliams sveikiems vyresniems žmonėms (Latorre-Román PÁ et al., 2015). Literatūroje nėra duomenų apie skirtingo mineralinio vandens poveikio organizmui palyginimą.

Deja, psichiatrijos srityje Spa medicina dar nėra pripažįstama (Dubois al, 2010). Reikia daugiau patikimų mokslinių įrodymų, kad balneoterapija yra efektyvi psichoemocinę būklę gerinanti priemonė.

Išvados

1. Vandens procedūros gerina psichoemocinę būklę iki 3 mėnesių, didžiausias teigiamas poveikis – stresui mažti.
2. Stipriausiai psichoemocinę būklę pagerina 20 g/l mineralizacijos vanduo, ilgiausiai – 40 g/l vanduo.

Literatūra

- Baroni S., Marazziti D., Concoli G., et al. 2012. Dell'osso M, Galassi A. Modulation of the platelet serotonin transporter by thermal balneotherapy: a study in healthy subjects. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* N. 16, 589–593.
- Bouvier CE., Lieber J., Solimene U., et al. 2013. *European Thermal Meeting*, Enghien-Bains.
- Dubois O., Salamon R., Germain Ch., et al. 2010. Balneotherapy versus paroxetine in the treatment of generalized anxiety disorder. *Complementary Therapies in Medicine*. N 18, 1–7.
- Falagas ME., Zarkadoulia E., Rafailidis PI. 2009. The therapeutic effect of balneotherapy: evaluation of the evidence from randomized controlled trials. *Meta-analysis*. *Int J Clin Pract* N 63:1068–1084.
- Latorre-Román PÁ., Rentero-Blanco M., Laredo-Aguilera JA., et al. 2015. F. Effect of a 12-day balneotherapy programme on pain, mood, sleep, and depression in healthy elderly people. *Psychogeriatrics*, N 15: 14–19. doi: 10.1111/psyg.12068.
- Lovibond S. H., Lovibond P. F. 1995. *Manual for the Depression Anxiety & Stress Scales*. (2 Ed.) Sydney: Psychology Foundation. <http://www2.psy.unsw.edu.au/groups/dass/over.htm>
- Xu Li., Runze Shi., Bing Wang, et al. 2013. Effect of 3 Weeks of Balneotherapy on Immunological Parameters, Trace Metal Elements, and Mood States in Pilots, *J. Phys. Ther. Sci.*;25: 51–54.

MIKROPLASTIKAS DUGNO NUOSĖDOSE: PIRMASIS ŽVILGSNIS Į TANKIO SEPARACIJOS METODĄ

Viktorija Sabaliauskaitė¹, Arūnas Balčiūnas¹,
Vaiva Stragauskaitė¹

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
viktorija.sabaliauskaitė@apc.ku.lt

Dirbtiniai polimerai (plastikai) tapo neatsiejama gyvenamosios aplinkos dalimi, palengvinę buitį. Dėl nepakankamo visuomenės švietimo aplinkosaugos klausimais bei atliekų tvarkymo sistemos spragų vis daugiau plastiko patenka į jūrinę aplinką. Mikrošiukšlių (< 5 mm dalelių) sudėties, kiekio ir erdvinio pasiskirstymo problema tampa vis aktualesne tema moksliniuose tyrimuose.

Mikrošiukšlės yra vienas ir pirminių Gerą Aplinkos Būklę (GAB), pagal Jūrų Strategijos Pagrindų Direktyvą (2008/56/EC), apibūdinančių kriterijų. Praėjus dešimtmečiui nuo JSPD priėmimo, vis dar nėra sutariama dėl GAB apibūdinančių slenkstinių verčių bei vienodų tyrimo metodų. Vykdomo BONUS MICROPOLL projekto, kurio tikslas įgyvendinti plataus spektro mikroplastikų (MP) tyrimus, taikant vieningą metodų sistemą, dėka pradėtos pirmos dugno nuosėdų studijos Lietuvoje.

Metodas ir rezultatai. Atliktas tyrimas pristato 2018 metų balandžio-spalio mėn. laikotarpiu surinktų Kuršių marių dugno paviršinių nuosėdų mėginių (N=55) analizės rezultatus. Analizės metu nustatytas mikrošiukšlių kiekis ir kategorija 20 g (sausos masės) nuosėdų bei įvertintas stebėsenos efektyvumas ir patikimumas. Mėginiuose esanti organinė medžiaga buvo šalinama naudojant 30% koncentracijos vandenilio peroksido (H₂O₂) tirpalą. Mikrošiukšlių dalelėms atskirti buvo taikytas tankio separacijos metodas (naudojant NaCl tirpalą) ir filtravimas (naudojant 300 μm ir 51 μm membrnų filtrus). Studijų patikimumui užtikrinti mėginys buvo tiriamas atliekant trigubus pakartojimus. Metodo patikimumas buvo vertinamas kontroliniais tyrimais: atžvelgiant į įdėtų ir rastų mikroplastiko vienetų skaičių (I metodas) ir masę (II metodas).

Visuose tirtuose mėginiuose buvo aptikta bent po vieną mikrošiukšlę. Mikroplastiko dalelės sudarė 7 % visų mikrošiukšlių, likę 93 % sudaro mikro plaušas. Nustatyta, kad tyrimo metodo paklaida yra ± 29,35 % (I metodas) ir 28,45 % (II metodas).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Taikomas laboratorinis Kuršių marių dugno nuosėdų taršos mikroplastiku analizės metodas yra tinkamas mikrošiukšlėms dugno nuosėdų sedimentuose aptikti. Tankio separacijos

metodo patikimumui užtikrinti būtina atlikti papildomus kontrolinius tyrimus, nustatant, kuriuose mėginio apdorojimo etapuose yra prarandama didžiausia dalis mikroplastiko šiukšlių. Didesnio tankio tirpalo (Natrio polivolframatas) panaudojimas vietoj druskos tirpalo sumažintų didesnio tankio dirbtinių polimerų junginių (pvz. PVC, PET ir kt.) praradimą.

Literatūra

- Jūrinių tyrimų konsorciumas. 2015. Lietuvos Baltijos jūros aplinkos apsaugos valdymo stiprinimas. Ataskaita. Priemonių programa pagal Jūrų strategijos pagrindų direktyvą 2008/56/EB, Klaipėda, 93 pp.
- Löder M. G. J., Gerdts G. 2015. Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics—A Critical Appraisal. *Marine Anthropogenic Litter*. p. 201–227.
- Besley A., Vijver M. G., Behrens P. 2017. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Marine Pollution Bulletin*. p. 77–83.

ASOCIJUOTŲ SU BESTUBURIAIS ŠEIMININKAIS MIKROORGANIZMŲ GENETINĖ ĮVAIROVĖ BEI FUNKCINĖ REIKŠMĖ KURŠIŲ MARIOSE

**Aurelija Samuilovienė¹, Anastasija Zaiko^{1,2,3},
Akvilė Knačauskaitė¹, Mindaugas Žilius¹**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Cawthron
institutas, Nelsonas, Naujoji Zelandija, ³ Oklando universitetas, Oklandas,
Naujoji Zelandija

aurelija.samuiloviene@jmtc.ku.lt

Estuarinėse sistemose, tokiose kaip Kuršių marios, svarbus azoto virsmus reguliuojantis veiksnys yra ekologinė sąveika tarp makrofaunos ir bakterijų. Yra žinoma, kad tiek N pertekliaus, tiek jo trūkumo sąlygose gyvenančiuose bestuburiuose egzistuoja gausi ir įvairi azotą transformuojančių bakterijų bendrija. Tačiau detalesnių žinių, susijusių su vidiniais bestuburių gyvūnų N virsmis estuarinėse ekosistemose, trūksta. Dažnai bakterijų bendrijos yra neidentifikuojamos, jų genetinis potencialas lieka nežinomas. Nors tikėtina, kad bestuburiai šeimininkai gali būti aktyvūs biogeocheminių N transformacijų reaktoriai, jų svarba ekosistemos funkcionavime lieka iš esmės nežinoma.

Tyrimo tikslas – identifikuoti bakterijas, asocijuotas su dugno bestuburiais – chironomidų lervomis (Diptera: *Chironomidae*), kurie yra gausi funkcinė grupė Kuršių mariose, bei nustatyti šių bakterijų aktyvumą nitrifikacijos ir nitritų redukcijos procesuose.

Tyrimo metu buvo imami trijų tipų mėginiai: anoksinės Kuršių marių dugno nuosėdos, dugno nuosėdos iš chironomido lervos urvelio ir chironomidų lervos. Siekiant nustatyti su chironomidų lervomis asocijuotų ir jų gyvenamojoje aplinkoje esančių mikroorganizmų bendrijos struktūrą buvo atliekamas mikroorganizmų 16S rRNR metabarkodavimas, tuo tarpu funkcinį genų, atsakingų už nitrifikacijos ir nitritų redukcijos procesus, gausumas ir aktyvumas buvo vertinamas realaus laiko PGR pagalba.

Tyrimo rezultatai atskleidė aiškius skirtumus tarp chironomido lervos ir jų gyvenamosios aplinkos mikrobiomų taksonominės sudėties. Funkcinių genų pasiskirstymas ir aktyvumas skyrėsi priklausomai nuo nuosėdų tipo ir chironomido lervos poveikio, susijusio su jo gyvenimo ir mitybos būdu. Funkcinių genų, susijusių su nitritų redukcija, gausumas buvo didesnis negu su nitrifikacija susijusių genų. Tačiau, santykinis su nitrifikacija susijusių genų aktyvumas buvo didesnis negu genų, susijusių su nitritų redukcija.

Šis tyrimas buvo atliekamas naudojantis projekto INBALANCE (No. 09.3.3-LMT-K-712-01-0069), finansuojamo pagal LMT Mokslininkų kvalifikacijos tobulinimo vykdant aukšto lygio MTEP projektus programą, lėšomis.

DEBESŲ KOMPIUTERIJA GRĮSTA NUOTOLINĖS E-SLAUGOS STEBĖJIMO SISTEMA

Tomas Silkinis, Violeta Bulbenkienė

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Informatikos ir statistikos katedra, Klaipėda
tomas@sinus.lt

Anotacija. Sukurta nuotolinė e-slaugos stebėjimo sistema pagrįsta debesų kompiuterija, leidžianti duomenis saugoti debesų serveryje. Sistema pritaikyta stebėti pagyvenusius žmonėms, lėtinėmis ligomis sergantiems bei reabilitaciją atliekantiems pacientams, ir tiems, kuriems reikia nuolatinės priežiūros. Sistema leidžia, sveikatos specialistams, bei pacientams peržiūrėti grafine forma pateikiamus surinktus fiziologinius parametrus, bei pateikia pacientui specialisto pastabas, diagnozę.

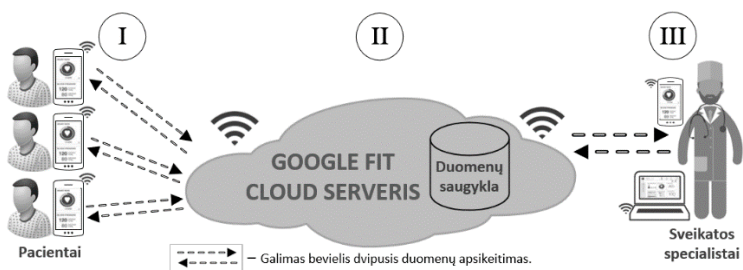
Įvadas. Didžioji dalis egzistuojančių sistemų, kuriomis stebima sveikata, yra prieinamos ligoninėse ir kitose gydymo įstaigose. Stebėjimas ir fiziologinių parametrų registravimas yra svarbi tyrimų dalis, todėl didėja susidomėjimas nuotolinės sveikatos priežiūros paslaugomis ir nešiojamais medicinos prietaisais, kuriuose yra jutikliai, tam, kad pacientų duomenys būtų nuolat stebimi ir perduodami priežiūros specialistui.

Tokių įrenginių, kaip nešiojami, bevieliai jutikliai, naudojimas plinta, jie leidžia pastoviai stebėti asmeninius sveikatos parametrus. Šie prietaisai gali įspėti gydytojus ir slaugytojus apie svarbius gyvybinių požymių pokyčius. Šiandien prietaisai stebi daugelio tipų pacientų elgesį ir sveikatos būklės parametrus (pvz., gliukozės monitorius, vaisiaus monitorius, kraujo spaudimo monitorius ir elektrokardiogramas) (Krishnan et al., 2019) ir seka, ar vaistai yra reguliariai vartojami (pvz., išmanieji dozatoriai) (Swaroop et al., 2019). Siekiant sumažinti sveikatos srities išlaidas ir pagerinti pacientų priežiūrą reikia išnaudoti interneto teikiamas galimybes (Witt et al., 2019).

Šio darbo tikslas sukurti nuotolinio stebėjimo e-slaugos sistemą, skirtą intensyviam, nuotoliniam individualiam arba grupiniam pacientų stebėjimui. Tai yra aktualu taikant šioms žmonių grupėms: pagyvenusius žmonėms, reabilitaciją atliekantiems, lėtinėmis ligomis sergantiems pacientams, ir tiems, kuriems reikia nuolatinės priežiūros.

Nuotolinės e-slaugos stebėjimo sistemos architektūra. Sukurta nuotolinė paciento stebėjimo bei duomenų rinkimo sistema (1 pav.), paremta namų bevielio ryšio infrastruktūra. Šią sistemą sudaro trys dalys: duomenų surinkimo ir siuntimo modulis (I), duomenų priėmimo ir saugojimo modulis (II), duomenų vizualizacijos modulis (III).

Nuotolinis pacientų stebėjimas yra ambulatorinė sveikatos priežiūra, leidžianti pacientui naudojantis mobiliuoju telefonu, surištu su medicinos prietaisu (I), atlikti įprastinį tyrimą ir siųsti registruojamus duomenis sveikatos priežiūros specialistui realiuoju laiku (III). Duomenys yra siunčiami į debesies pagrindu veikiančią platformą (II), naudojant specialią programinę įrangą, įdiegtą pacientui prie interneto prijungto išmaniojo telefono ar planšetinio kompiuterio. Paciento siunčiami duomenys yra saugomi debesų serveryje. Sveikatos priežiūros specialistas gali peržiūrėti duomenis kaip konkretų atvejį arba kaip tendenciją. Nuotolinio stebėjimo metodai leidžia šiems pacientams ir jų priežiūros specialistams atidžiai stebėti sveikatos būklę ir, jei reikia, įsikišti.



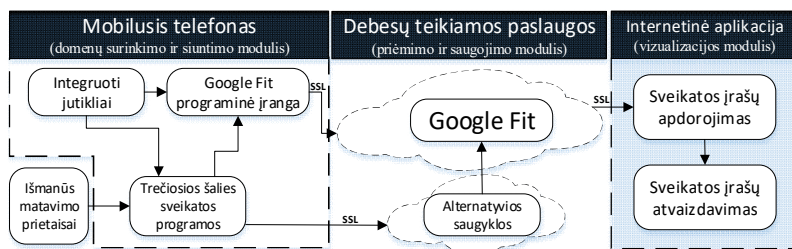
1 pav. Pacientų sveikatos stebėjimo ir jų įrašų rinkimo sistema.

Naudojamas „Google Fit“ debesų serveris leidžia saugoti ir tvarkyti visą kaupiamą informaciją apie sveikatą vienoje centrinėje vietoje. Ši paslauga nemokama. Norint pradėti naudoti yra reikalingas „Google“ naudotojo vardas ir slaptažodis. Tokia platformos strategija suteikia galimybę automatiškai importuoti pacientų įrašus, receptų istoriją ir bandymų rezultatus, bendrinti su kitų kompanijų teikiamomis paslaugomis.

Duomenų rinkimas. Šioje sistemoje mobilaus telefono pagrindinė funkcija yra surinkti bei perduoti sveikatos duomenis apie kiekvieną pacientą į „Google Fit“ debesų serverį. Duomenims surinkti yra naudojami mobiliajame įrenginyje esantys integruoti jutikliai bei prijungiami bevielieji išoriniai jutikliai. Naudojant nedidelius bevielius jutiklius (tokius kaip širdies ritmo, pulso, deguonies kraujyje matuoklius ir t. t.) ir išmanųjį telefoną su įdiegta specialiai tam pritaikyta programine įranga galima patogiai be trukdžių stebėti žmogaus fiziologinius parametrus, kol pacientas atlieka įprastus kasdienes veiksmus. Įprastai mobilieji įrenginiai visada yra su pacientu ir gali nuolat rinkti duomenis, kurie vėliau gali būtų apdoroti, bei pateikti analizuoti sveikatos specialistams.

Sistemoje surenkamų sveikatos duomenų tipai: valandinis, kasdienis, ir savaitinis žingsnių skaičius bei jų vidutinės vertės; valandinis, kasdienis, ir

savaitinis širdies ritmas bei jų vidutinės vertės; kūno temperatūros parodymai; deguonies kiekis kraujyje. Sistemos veikimo principas bei struktūra pateikiami 2 pav.



2 pav. Duomenų srauto judėjimas.

Duomenims surinkti galimi šie scenarijai: naudojant tik mobilųjį telefoną arba mobilųjį telefoną kartu su bevieliu išmaniuoju prietaisu. Pacientui turint tik mobilųjį telefoną, nenaudojant išorinių jutiklių, bus surenkamas gana ribotas duomenų rinkinys, ir tik laikotarpiais, kai asmuo turi telefoną su savimi. Keletą valandų per dieną, taip pat naktį, vidiniai išmaniojo telefono jutikliai nebus aktyvūs, todėl nebus renkami jokie veiklos duomenys.

Labiausiai tikėtinas atvejis kuomet pacientas, turės mobilųjį telefoną ir nešiojamą išmanųjį įrenginį. Jei šis asmuo įjungia GPS telefone arba GPS įmontuota į apyrankę/laikrodį treniruotės metu, tai bus galima matuoti vidutinį greitį, maksimalų greitį, aukščio skirtumus. Tokiam pacientui taip pat gali būti surenkama tikslesnė informacija apie fizinę būseną treniruotės metu. Šiam pacientui jau bus galima rinkti specifinius širdies ritmo, deguonies kiekio kraujyje, pulso parodymus, taip pat palyginti šiuos duomenis, analizuojant ar nėra viršijamos nustatytos normos. Surinktus stebimos tikslinės grupės duomenis galime palyginti su bendros grupės rezultatais (3 pav.).

Aplikacija, vizualizacijos modulis. Sukurta sistema suteikia slaugytojams, sveikatos specialistams realaus laiko informacinį skydelį, leidžiantį stebėti pacientus centralizuotai. Asmeniniai įspėjimai ir informacijos skydelis suteikia slaugytojams bei sveikatos specialistams galimybę stebėti paciento sveikatos fiziologinius parametrus ir, esant reikalui, imtis prevencinių veiksmų. Internetinė aplikacija yra sudėtingiausia šios sistemos dalis. Kadangi perduoti duomenys gali būti skirtingi, skirtingo išsamumo, taip pat gali būti skirtingų laikotarpių, todėl šie duomenys turi būti atitinkamai filtruojami bei apdorojami, prieš pateikiant sveikatos specialistui. Visi reikalingi sveikatos rodikliai yra perduodami realiu laiku (3 pav.).

Jūros ir krantų tyrimai 2019. Konferencijos medžiaga

ID	Vardas	Pavardė	Grupė	Fiziologiniai parametrai	Veiksmai
1	Tomas	Jonaitis	Admin		  
24	Tomas	Tom	Gdytojas		  
25	Simona	Greitai	Pacientas	 84BPM  36,6°C  96%  155CM  74KG	  
27	Vytautas	Joraitis	Pacientas	 84BPM  36,7°C  97%  165CM  79KG	  
28	Vaida	Adomienė	Pacientas	 99BPM  36,7°C  96%  164CM  69KG	  
29	Karolina	Kuperova	Pacientas	 97BPM  36,6°C  96%  176CM  83KG	  

3 pav. E-slaugos stebėjimo sistemos vartotojų langas.

Prieiga prie interneto svetainės yra prieinama pacientams ir įgaliotiems sveikatos priežiūros specialistams. Pacientai gali peržiūrėti savo duomenis grafine forma ir peržiūrėti sveikatos priežiūros specialisto pateiktas pastabas/diagnozes. Kvalifikuoti darbuotojai gali stebėti 24 valandas per parą pacientų fiziologinius duomenis ir įspėti, jei matavimai viršija pacientui nustatytas ribas. Saugumo užtikrinimas taip pat yra labai svarbus sistemos aspektas, ypač dirbant su sveikatos duomenimis. Todėl tarp sistemų perduodama informacija yra šifruojama naudojant kriptografinius šifravimo būdus. Sistemoje panaudotas „Secure Sockets Layer“ (SSL) protokolas saugumui užtikrinti. Komunikacijai užmegzti tarp sistemos naudotojų ir serverio yra naudojamos HTTP užklauskos, kurios yra šifruojamos panaudojant SSL ryšio kanalą.

Išvados. Siūlomą nuotolinę e-slaugos sistemą galima pritaikyti stebint reabilitaciją atliekančius, lėtinėmis ligomis sergančius, nuolatinės priežiūros reikalaujančius pacientus. Ji leidžia analizuoti didelį kiekį duomenų, gautų nuolat stebint pacientus realiuoju laiku, bei gauti fiziologinių rodiklių vidutinės paros ar savaitės vertes. Siūlomas modelis naudoja debesų saugojimo paslaugą, kuri yra greita, tiksli ir atspari klaidoms, pvz.: kai reikia stebėti pacientus, turinčius kraujo spaudimo sutrikimus ir prognozuoti jų sveikatos būklę labai tiksliai. Gebėjimas stebėti pacientus namuose leidžia sumažinti medicininės išlaidas ir suteikti didesnę laisvę pacientams atliekantiems reabilitacijos programą namuose.

Literatūra

- Krishnan S., Lokesh S., Ramya Devi M. 2019. An efficient Elman neural network classifier with cloud supported internet of things structure for health monitoring system. *Computer Networks*, Nr. 151, 201–210 p.
- Swaroop K. N., Chandu K., Gorrepotu R., et al. 2019. A health monitoring system for vital signs using IoT. *Internet of Things*, Nr. 5, 116–129 p.
- Witt D., Kellogg R., Snyder M., et al. 2019. Windows Into Human Health Through Wearables Data Analytics. *Current Opinion in Biomedical Engineering*. Nr. 9, 28–46 p.

PALEOBIOLOGIJA, MAKROEVOLIUCIJA IR MAKROEKOLOGIJA: ATEITIES SCENARIJŲ PAIEŠKA KELIAUJANT LAIKO IR ERDVĖS MASTELIUOSE

Andrej Spiridonov

Vilniaus universiteto Geomokslų institutas, Vilnius, Gamtos tyrimų centras,
Vilnius

andrej.spiridonov@gf.vu.lt

Ekologiniai ir evoliuciniai procesai pasižymi sudėtinga erdvine ir laikine struktūra. Dabartiniai lauko ir eksperimentiniai tyrimai rodo, kad kryptinga evoliucija veikia labai greitai, tuo tarpu paleontologiniai tyrimai rodo, kad didžiąją savo egzistavimo dalį rūšys egzistuoja morfologiniame sąstingyje. Kita vertus, simbiotinių sąveikų gausa dažnu atveju nurodo, kad rūšių populiacijos sudaro glaudžias bendrijas, tačiau paleontologiniuose laiko masteliuose matomas individualistinis rūšių atsakas į aplinkos pokyčius. Šių prieštaravimų supratimas reikalauja atsižvelgti į stebėjimo laiko ir erdvės mastelius. Hierarchinis požiūris leidžia išgryninti svarbiausius biotos atsiradimo, struktūros, funkcionavimo veiksnius. Stipri žmonių įtaka biotai prasidėjo dar prieš atsirandant civilizacijai. Dėl šios priežasties pilnam antropogeninių pokyčių įtakos ateities biotai atskleidimui reikalinga trumpalaikių ekologinių stebėjimų/modelių ir ilgalaikių paleontologinių įžvalgų sintezė.

Raktažodžiai: makroekologija, makroevoliucija, paleobiologija, ekosistemų sandara ir atsiradimas

Įvadas. Ekosistemų populiacinis ir biogeocheminis veikimas yra stipriai struktūrizuotas erdvėje ir laike. Dėl šios priežasties yra išskiriama viena (Tëmkin ir Eldredge, 2015), o kartais ir dvi (O'Neill ir kt., 1986) atskiros ekosistemų sandaros hierarchijos, viena iš kurių yra populiacijų-bendrijų hierarchija o kita yra lygiagreti medžiagų apykaitos vyksmų hierarchija. Tačiau iki šių dienų nėra sutariama koku būdu ekologinės bendrijos atsiranda bei palaiko savo tolimesnį egzistavimą bei koks iš tikrųjų yra jų hierarchiškumo laipsnis. Yra du kraštutiniai nariai šioje intelektinėje kovoje: Frederic Clements (1874–1945) šalininkai, tokie kaip Jared Diamond, mano, kad ekosistemos turi savirankos taisykles ir susidaro deterministinių biologinių dėsnių pasekmėje ir Henry A. Gleason (1882–1975) šalininkai, tokie kaip Daniel Simberloff, kurių manymų rūšių gausumas varijuoja erdvėje individualistiškai, o bendrijos yra viso labo epifenomeniniai (savaiminės reikšmės neturintys) reiškiniai – efemeriniai nuo aplinkos sąlygų priklausomi populiacijų rinkiniai (Gotelli ir Graves, 1996).

Bėgant laikui buvo suprasta, kad skirtingi, o kartais ir diametraliai priešingi, dėsningumai gali būti stebimi keičiant nagrinėjamos ir tiriamos ekosistemos/bendrijos erdvinį mastelį. Mažuose laiko ir erdvės masteliuose rūšių apyvartai ekosistemose didžiausią reikšmę gali turėti stochastinis individų gimstamumas ir mirtingumas bei imigracijos ir emigracijos procesai. Tuo tarpu pereinant į regioninius arba kontinentinius/jūrų baseinų mastelius, didžiausią reikšmę formuojant ekosistemų sandarą turi makroevoliuciniai rūšiadaros ir rūšių išnykimų procesai (Rosenzweig, 1995).

Kokie ekosistemų funkcionavimo ir sandaros stebėjimo laiko ir erdvės masteliai yra geriausi, norint adekvačiai suprasti bendrijų pokyčius ir sandarą? Kokių veiksnių yra nulemiami šie mastelių režiai? Motyvuota minėtais klausimais apie bendrijų atsiradimo būdinguosius laiko ir erdvės mastelius, visoje šioje bendrijų ir ekosistemų sandaros veiksnių išaiškinimo diskusijoje užgimė taip vadinama makroekologijos tyrimų programa (Brown, 1995). Jos pagrindinis tikslas yra emerđzentinių dėsningumų ekologinių bendrijų sandaroje paieška. Priimama tai, kad mažuose laiko ir erdvės masteliuose vykstantys bei sunkiai numatomi ekologiniai procesai didelių skaičių dėsnių dėka, turi konverguoti į statistinius dėsnius – panašiu būdu kaip molekulių kinetika, esant pakankamai dideliems sistemos masteliams, pereina į „idealių dujų“ dėsnius statistinėje mechanikoje ir termodinamikoje (Maurer, 1999). Ši tyrimų programa, pasitelkiant analizės šiuolaikinių bei išnykusių organizmų duomenis, patyrė didelę sėkmę aiškinantis makroskopinį rūšių „elgesį“–geografinių pasiskirstymų, išmirimų ir atsiradimų dinamiką, ir kaip ji priklauso nuo organizmų lygio (pvz. metabolizmo greitis) bei rūšies lygio (pvz. geografinis arealas) požymių (Miller ir Foote, 2009; Liow ir kt. 2008).

Makroekologinė tyrimų programa, kaip ir visos kitos apibrėžtos tyrimų programos, turi savo apribojimus. Koncentruojantis į nuo laiko nepriklausomų dėsnių paiešką, dažnai yra pamiršamas biologinės evoliucijos istoriškumas ir stiprus aplinkybiškumas. Pavyzdžiui, pats ryškiausias dabartinis makroekologinis ir biogeografinis dėsningumas – platuminis biologinės įvairovės gradientas, kuriam paaiškinti buvo iškeltos kelios dešimtys hipotezių – veikiausiai yra nepusiausviras bruožas, sukeltas santykinai „neseno“ ilgalaikio Žemės klimato pašaltėjimo neogeno ir kvartero perioduose (Stanley, 1979). Tai yra, aukštosiose platumose mes matome mažiau rūšių, dėl to, kad šios aplinkos atsirado žymiai vėliau nei tropinės ir dėl šios priežasties nespėjo įvykti pakankamas kiekis rūšiadarų. Taigi, norint pažinti šiuolaikines bei bet kurio kito laiko intervalo ekosistemas, turi būti taikomas daugiamastelinis (laike ir erdvėje) priėjimas.

Šiame straipsnyje bus aptarti du svarbūs aspektai ekosistemų sandaros ir atsiradimo klausimais: 1) laiko ir erdvės mastelių svarba suprantant biologinės

įvairovės atsiradimą ir pokyčių mechanizmus; 2) ekologinių ir paleobiologinių duomenų sintezė prognozuojant ir vertinant dabartinius ir ateities biotos pokyčius.

Bioįvairovės atsiradimo ir pokyčių priežastys – kelionė laiko ir erdvės masteliuose. Vienas iš pačių žinomiausių visų laikų evoliucinių biologų Ernst Mayr (1961) išskyrė dvi pakopas biologinio priežastingumo hierarchijoje. Fiziologinius vyksmus bei didžiąją dalį ekologinių sąveikų, tokių kaip plėšra, migracija, arba organizmų dauginimasis, jis pavadino konkrečiomis arba artimosiomis (angl. *proximate*) priežastimis. Joms jis priešpastatė tolimąsias arba galutines (angl. *ultimate*) priežastis, kurias suvokė kaip evoliucinius spaudimus – balansą tarp atrankos veiksnių, mutacijų ir genetinio dreifo. Pavyzdžiui, nagrinėjant paukščių migracijos klausimą, galima teigti, kad ji turi dvi (konkrečią ir galutinę) priežastis: 1) instinktais paremtas noras keliauti, tėvų ir kitų vienarūšių individų išmokinti keliai; bei 2) nepalankių aplinkos sąlygų atsiradimas protėvio arealo viduje, kuris praeityje nulėmė bimodalinį palikuonių geografinį arealą ir periodišką jo pasikeitimą vykstant sezoniniams pokyčiams (Louchart, 2008).

Faktiniai ir koncepciniai atradimai paleobiologijoje 8-ajame ir 9-ajame XX. a. dešimtmetyje (taip vadinama „Paleobiologinė revoliucija“ (Sepkoski ir Ruse, 2009)), tokie kaip, pavyzdžiui, rūšių morfologinis stabilumas laike ir aukštesnių atrankos lygių reikšmė ilgalaikėje evoliucijoje (Gould, 2002), privertė peržiūrėti Mayr'o dviejų lygmenų biologinio priežastingumo sistemą ir paprastą konkrečių vs. evoliucinių priežasčių dichotomiją. Buvo pastebėta, kad naujų rūšių atsiradimo morfologinės kryptys yra atsitiktinės ilgalaikių morfologinių tendų atžvilgiu, todėl turi veikti aukštesnio lygmens rūšių atranka, kuri ir sukuria ilgalaikį kryptingumą (Stanley, 1979; Jablonski, 2008). Iš kitos atranka pusės masiniai išmirimai dažnai anuliuoja arba pakeičia progreso kryptį (Alroy, 2010). Dėl šios priežasties S. J. Gould'as pateikė priežastingumo schemeje dar du evoliucinius lygmenis – įprastinės makroevoliucijos, kuri yra būdinga milijonų metų laiko masteliams, ir masinių išmirimų makroevolucinį režimą, kuris paveikia biotos vystymąsi kas kelias dešimtis milijonų metų (Gould, 1985). Kvartero periodo paleobotanikos ir paleoekologijos specialistas Keith Bennett (1997) argumentuoja, kad turētu būti įtrauktas dar vienas lygmuo, kuris atitinka ilgųjų Milankovičiaus astronominių ciklų trukmės intervalus – šimtus tūkstančių metų. Šie periodiniai pokyčiai klimato nulemia regioninio masto geografinius bendrijų „persimaišymus“ ir veikiausiai anuliuoja ilgalaikes koevoliucines adaptacijas, kurios gali susidaryti trumpesniuose laiko intervaluose. Taigi, nagrinėdami bet kurio konkretaus regiono biotą ir ekosistemų sandarą ir jos priežastis, mes

mažų mažiausiai turime atsižvelgti į penkis priežastingumo lygmenis, nes kiekvienas iš jų užduoda ribines sąlygas žemesnio lygmens dinamikai.

Paleobiologijos ir ekologijos sintezė – išsaugojimo paleobiologija.

Dabartinė antropogeninė veikla sukelia drastiškus klimatinius ir geomorfologinius pokyčius, o taip pat pokyčius ir gamtinėse bendrijose. Netgi šiuo metu atsirado stratigrafai, kurie argumentuoja, kad laikotarpis, kuris prasidėjo daugmaž nuo Pramoninės revoliucijos XIX a., turėtų būti atskirtas nuo holoceno, ir turi turėti atskirą antropoceno epochos pavadinimą (Zalasiewicz ir kt. 2008). Tačiau, kaip ir visada, iškyla klausimas – kur iš tikrųjų brėžti ribą, kada žmonės pradėjo turėti didelę įtaką biotai ir ekosistemų raidai, ir kaip mes galime paskaičiuoti tolimesnę žmonių įtaką ateities Žemės biotai?

Paleontologinio metraščio tyrimai rodo, kad žmonių (tikėtina ir ankstesnių *Homo* rūšių, o ne tik *sapiens*) poveikis buvo ganėtinai didelis, o kartais ir drastiškas, jau šimtus tūkstančių metų. Remiantis naujausiais vėlyvojo pleistoceno megafaunos atstovų išmirimų pasiskirstymu laike ir erdvėje tyrimais, matomas tamprus ryšys tarp mūsų rūšies atstovų plitimo po visą pasaulį bei stambių žinduolių išnykimų (Koch ir Barnosky, 2006). Taigi, modeliuojant stambių žinduolių ir su jais susijusių ekosistemų funkciją ir sandarą, mes turime turėti omeny, kad šiuo metu egzistuojame po-išmiriminėje nepusiausviroje ekosistemų sandaros stadijoje. Norėdami ieškoti „natūralios“ arba „atsparos taško“ ekosistemos būsenos mes turėtume keliauti nuo vieno iki 50 tūkstančių metų į praeitį (priklausomai nuo regiono).

Jūrinės ekosistemos, sedimentacinių dėsningumų ir geologinio metraščio savybių (mažo laiko spragų skaičiaus jūrinėse uolienose) dėka, yra puikiai reprezentuojamos paleontologiniame metraštyje. Mokslininkams norint palyginti šiuolaikinių ekosistemų būklę su jų ilgalaikėmis foninėmis reikšmėmis, atsirado nauja mokslo pakraipa, taip vadinama „išsaugojimo paleobiologija“. Kaip pavyzdį galima pateikti klasikinę Kowalewski ir kt. (2000) studiją. Joje autoriai, nagrinėdami šiuo metu Kolorado upės plačiuose akumuliuotų dvigeldžių moliuskų geldelių geologinį amžių, nustatė, koks turėjo būti pradinis populiacijų produktyvumas prieš atsirandant industriniam poveikiui. Jie įvertino pokyčių mastą – po užtvankos pastatymo nagrinėjamų moliuskų populiacijos sumažėjo net 94 %! Naudojantis paleontologiniu metraščiu galima nuspėti ir kur kas ilgesnes žmogaus sukulto poveikio pasekmes biotai. Vykstant intensyviai laivybai, į naujus regionus kartu su balastiniu vandeniu ir krovniais neišvengiamai plinta „egzotinės rūšys“. Dažniausiai yra akcentuojamas jų trumpalaikis ekologinis poveikis bendrijų produktyvumui ir biogeocheminiams ciklams. Tuo tarpu rūšių arealų pasikeitimas ir naujų taksonų atsiradimas duoto regiono biotoje neišvengiamai

turi turėti ir evoliucinių pasekmių. Inovatyviame tyrime, kuris apjungė rūšių arealų bei jų išmirimų ir atsiradimų (makroevoliucijos) dinamiką buvo nustatyta, kad vienas iš pagrindinių vėlyvojo devono (372 mln. metų prieš dabartį) masinio išmirimo priežasčių buvo kaip tik invazinių labai plačios aplinkos tolerancijos rūšių globalus išplitimas, kuris, kaip galvojama, stipriai sumažino lokalių endeminių rūšiadarų tikimybes, o tai, savo ruožtu, privedė prie ilgalaikio biotos rūšinio nuskurdimo (Stigall, 2010).

Klimato pokyčiai buvo svarbus veiksnys bioįvairovės apyvartos epizoduose, stipriausi iš kurių vadinami masiniais išmirimais. Manoma, kad dabartinė antropogeninių veiksnių sukelta biotinė krizė, evoliucionuos į kitokio tipo įvykį – taip vadinamą „masinį retumą“, kuomet anksčiau gausios rūšys neišnyksta o tampa labai retos ir funkciškai praradusios savo svarbą ekosistemose (Hull ir kt., 2015). Tokio tipo įvykiai yra uždokumentuoti ir giliojoje praeityje, pvz. šiuo metu manoma, kad taip vadinamas Muldės (Mulde event) įvykis (prieš 428 milijonus metų) kaip tik buvo tokios globalios konodontų (primityvių stuburinių) bendrijų būsenos pavyzdys (Spiridonov, 2017). Nagrinėdami „masinių retumų“ įvykių praeities analogus, mes galime suprasti kokios yra šių įvykių įvairovės, funkcijos, produktyvumo pokyčių ir biogeocheminių ciklų pasekmės jūrinėms ekosistemoms.

Išvados. Straipsnyje pateikti tik keli šiuolaikines ekologines problemas ir paleontologines prieigas siejantys pavyzdžiai. Tačiau yra didžiulis neišnaudotas potencialas holistiniam ekosistemų atsiradimo, sandaros bei tolimesnių pokyčių supratimui. Kuriant aiškinamuosius modelius bei analizės dizainą, reikia atsižvelgti į būdinguosius laiko intervalus (priežastingumo lygmenis). Geriausios strategijos turi apjungti šiuolaikinių sistemų veikimo principus bei paleontologiškai aptinkamus dėsningumus.

Padėka. Autorius dėkoja LMT (projekto numeris 09.3.3-LMT-K-712-02-0036) už finansinę paramą. Taip pat autorius nuoširdžiai dėkoja prof. Sergejui Oleninui už galimybę pristatyti šią studiją konferencijoje, skirtoje jūros ir krantų tyrimams.

Literatūra

- Alroy J. 2010. The shifting balance of diversity among major marine animal groups. *Science*, 329(5996), pp. 1191–1194.
- Bennett K. D. 1997. *Evolution and ecology: the pace of life*. Cambridge University Press. 260 p.
- Brown J. H. 1995. *Macroecology*. University of Chicago Press. 284 p.
- Gotelli N. J., Graves G. R. 1996. *Null models in ecology*. Washington and London. 388 p.
- Gould S. J. 1985. The paradox of the first tier: an agenda for paleobiology. *Paleobiology*, 11(1), pp. 2–12.
- Gould S. J. 2002. *The structure of evolutionary theory*. Harvard University Press. 1433 p.
- Hull P. M., Darroch S. A., Erwin D. H. 2015. Rarity in mass extinctions and the future of ecosystems. *Nature*, 528(7582), p. 345.

- Jablonski D. 2008. Species selection: theory and data. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, pp. 501–524.
- Koch P. L., Barnosky A. D. 2006. Late Quaternary extinctions: state of the debate. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, pp. 215–250.
- Kowalewski M., Serrano G. E. A., Flessa K. W., et al. 2000. Dead delta's former productivity: two trillion shells at the mouth of the Colorado River. *Geology*, 28(12), pp. 1059–1062.
- Liow L. H., Fortelius M., Bingham E., et al. 2008. Higher origination and extinction rates in larger mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(16), pp. 6097–6102.
- Louchart A. 2008. Emergence of long distance bird migrations: a new model integrating global climate changes. *Naturwissenschaften*, 95(12), pp. 1109–1119.
- Maurer B. A. 1999. *Untangling ecological complexity: the macroscopic perspective*. University of Chicago Press. 262 p.
- Mayr E. 1961. Cause and Effect in Biology. *Science*, 134(3489), pp. 1501–1506.
- Miller, A.I. and Foote, M., 2009. Epicontinental seas versus open-ocean settings: the kinetics of mass extinction and origination. *Science*, 326(5956), pp.1106–1109.
- O'Neill R. V., Deangelis D. L., Waide J. B., et al. 1986. *A hierarchical concept of ecosystems* (No. 23). Princeton University Press. 253 p.
- Rosenzweig M. L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press. 460 p.
- Sepkoski D., Ruse M. (eds.). 2009. *The paleobiological revolution: essays on the growth of modern paleontology*. University of Chicago Press. 580 p.
- Spiridonov A. 2017. Recurrence and cross recurrence plots reveal the onset of the Mulde event (Silurian) in the abundance data for Baltic conodonts. *The Journal of Geology*, 125(3), pp. 381–398.
- Stanley S. M. 1979. *Macroevolution: pattern and process*. Johns Hopkins University Press. 370 p.
- Stigall A. L. 2010. Invasive species and biodiversity crises: testing the link in the Late Devonian. *PLoS One*, 5(12), p. e15584.
- Tëmkin I., Eldredge N. 2015. Networks and hierarchies: Approaching complexity in evolutionary theory. In: *Macroevolution*, Springer, Cham, pp. 183–226.
- Zalasiewicz J., Williams M., Smith A., et al. 2008. Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today*, 18(2), pp.4–8.

ANKSTYVOJO ĮSPĖJIMO SISTEMA APIE KENKSMINGŲ VANDENS ORGANIZMŲ IR PATOGENŲ APTIKIMĄ BALTIJOS JŪROS REGIONE

Greta Srėbalienė, Aleksas Narščius, Sergej Olenin

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

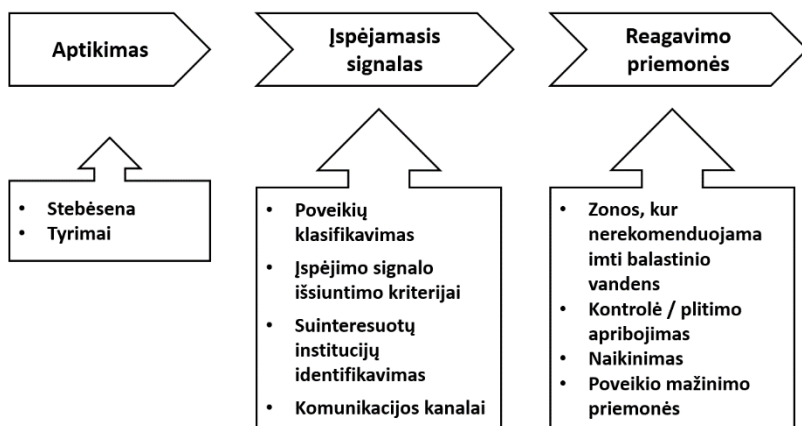
Įvadas. Laivyba yra pripažinta svarbiausiu kenksmingų vandens organizmų ir patogenų (KVOP) plitimo vektoriumi jūrų aplinkoje (IMO, 2007). KVOP gali daryti neigiamą įtaką žmonių sveikatai ir materialiam turtui, pavyzdžiui, akvakultūrai ir žuvininkystei, gali pakeisti jūros mitybos tinklų struktūrą bei natūralias buveines. Siekiant sumažinti ar galiausiai pašalinti riziką žmonių sveikatai, aplinkai, nuosavybei ir ištekliais, atsiradusią dėl KVOP, Tarptautinė jūrų organizacija priėmė Tarptautinę konvenciją dėl laivų balastinio vandens ir nuosėdų kontrolės ir valdymo (BVTK) (IMO, 2007). Kitas svarbus KVOP pernešimo vektorius yra laivų korpusų biologiniai apaugimai (angl. *biofouling*). Šiam vektoriui tarptautinė konvencija dar tik rengiama, o Baltijos jūros regione ketinama priimti laivų korpusų biologinių apaugimų valdymo koncepciją arba keldrodį (angl. *Proposal of a roadmap for harmonized biofouling management system in the Baltic sea Region*).

BVTK harmoningai įgyvendinti ir biologinių apaugimų valdymo koncepcijai sukurti yra vykdomas Baltijos jūros regiono INTERREG projektas COMPLETE (www.balticcomplete.com). Jo tikslas yra sukurti nuoseklią ir adaptyvią balastinių vandenių, o taip pat ir biologinių apaugų valdymo sistemą Baltijos jūros regione.

Vienas iš svarbiausių COMPLETE projekto uždavinių yra sukurti efektyvią Ankstyvojo įspėjimo sistemą (AĮS), kuri būtų taikoma KVOP Baltijos jūros regione aptikti. Tokia sistema padės laiku informuoti apie KVOP visas suinteresuotas HELCOM šalių institucijas, tarptautinę laivybos bendruomenę, laivų savininkus bei Baltijos jūros uostų administraciją. Šios sistemos kūrimas nėra trivialus uždavinys, nes reikalauja tiek ekologinių – biologinių, tiek administracinių, juridinių, socialinių žinių bei informacinių technologijų įgūdžių (Magaletti et al. 2018). Šiame pranešime pristatomi svarbiausi AĮS kūrimo principai ir jos įgyvendinimas Klaipėdos universitete sukurtoje informacinėje sistemoje AquaNIS (Olenin et al. 2014; AquaNIS 2019).

Ankstyvojo įspėjimo sistemos tikslas ir struktūra. Kuriamos sistemos tikslas yra laiku įspėti apie kritines biologines sąlygas, kai uostuose ir aplinkinėse akvatorijose atsiranda KVOP. Įspėjamąjį signalą turi gauti laivai

bei aplinkos ir sveikatos priežiūros institucijos. Laivai įspėjami, kad tam tikrose zonose negalima imti balastinio vandens dėl tikėtino KVOP patekimo į balastinius tankus. Aplinkos bei sveikatos priežiūros institucijos, gavusios pranešimą apie KVOP ar naujų svetimkraščių rūšių (SR) atsiradimą, turi įgyvendinti aplinkos būklės atstatymo priemonės. AİS schema apima tris tarpusavyje susijusius elementus: „KVOP aptikimą“, „Įspėjamąjį signalą“ ir „Reagavimo priemonės“ (1 pav.).



1 pav. Ankstyvojo įspėjimo sistemos, skirtos kenksmingų vandens organizmų ir patogenų aptikimui, schema (modifikuota pagal Magaletti et al. 2018).

Įgyvendinimas. Kuriant AİS, reikia nustatyti institucijas, atsakingas už KVOP ir SR aptikimą. Taip pat turi būti identifikuotos institucijos, kurios vykdo epizodinius ar reguliarius tyrimus jūrose ir priekrantėje bei gali aptikti naujas rūšis ar KVOP. Prie tokių institucijų priskirtinos tyrimų organizacijos, universitetai, gamtos stebėtojų bendruomenės (angl. *citizen science*), žvejų asociacijos, povandeninio nardymo klubai ir kt. Toliau būtina nustatyti, kam turi būti perduodama informacija apie KVOP ir SR aptikimą, ir kokios institucijos yra atsakingos už įspėjamojo signalo išsiuntimą.

Antras uždavinys – tai aptiktų rūšių klasifikavimas pagal jų daromus poveikius žmogaus sveikatai, ekonomikai ir aplinkai. Šis klasifikavimas reikalingas tam, kad būtų galima įvertinti keliamą riziką ir nustatyti ar yra potencialus pavojus ir būtina siųsti įspėjamąjį signalą. Jei rizika yra maža – priimtina (angl. *low acceptable risk*), tai signalo skleisti nereikia. Manoma, kad poveikis žmogaus sveikatai ir poveikis ekonomikai visada turėtų būti laikomas nepriimtina rizika (Olenin et al. 2016; Magaletti et al. 2018), o tokių HAOP ar

SR aptikimas neabejotinai turėtų sukelti įspėjimo signalą. Poveikis sveikatai apima bet kokią neigiamą įtaką žmogaus būklei, kuri gali būti sukeliamą toksinių, nuodingų ir nuodijančių (angl. *venomous*) organizmų ir patogenų. Poveikis ekonomikai apima neigiamus pokyčius žuvininkystėje ir akvakultūroje, tiesiogiai mažinant vandens išteklius arba netiesiogiai veikiant žvejybinius įrankius (pvz., dėl užkimšimo), hidrotechninę infrastruktūrą, turizmą, sumažinant paplūdimių naudojimą, pvz., dėl dumblių ar toksiškų medūzų atsiradimo.

Poveikis aplinkai gali atsirasti įvairiais lygmenimis (nuo rūšių iki buveinių ir ekosistemų), tačiau žymiai sunkiau yra nustatyti, kokiais atvejais reikia siųsti įspėjimo signalą. Kiekviena rūšis daro poveikį aplinkai, nes maitinasi, dauginasi, kvėpuoja, užima vietą erdvėje ir daro įtaką artimiausiai aplinkai. Dažnai naujų rūšių atsiradimas nekelia pavojaus nei žmonių sveikatai, nei ekonomikai. Tačiau kuriant AĮS yra būtina rasti aiškų atsakymą į klausimą: kokio masto poveikį laikyti nepageidautinu, t. y. keliančiu nepriimtina didelę riziką (angl. *high unacceptable risk*). Buvo siūloma (Magaletti et al. 2018) naudoti modifikuotą vandens invazinių rūšių poveikio aplinkai vertinimo sistemą, kuri leidžia nustatyti poveikio dydį, nuo ekstremalaus iki nereikšmingo (Olenin et al. 2007). Pagal šią sistemą COMPLETE projekte buvo sudarytas tikslinių rūšių (angl. *target species*) sąrašas, kuris bus taip pat naudojamas ir AĮS.

Trečias uždavinys yra susijęs su valdymo sprendimų priemonių ir atitinkamų priemonių įgyvendinimu. Suinteresuotos šalys turi turėti aiškią viziją, kokių priemonių reikia imtis esant vienam ar kitam KVOP aptikimo scenarijui. Pavyzdžiui, uosto administracija gali įspėti laivus neimti balastinio vandens tam tikrose zonose. Aplinkos valdininkai, įvertinę situaciją, gali priimti sprendimą apie nepageidautinų rūšių naikinimą. Akvakultūros savininkai turi būti įspėjami apie pavojų jų produkcijai dėl, pavyzdžiui, toksiškų planktoninių dumblių atsiradimo.

Techninis sprendimas. Techniniam AĮS realizavimui bus naudojama Klaipėdos universitete sukurta Vandens svetimkraščių ir kriptogeninių rūšių informacinė sistema AquaNIS (2019). Ši sistema, sukurta 2014 m. įgyvendinant BP7 VECTORS projekto veiklas, yra naujos kartos duomenų bazė, kurioje talpinama ir saugoma informacija apie jūrų, apysūrių ir pakrančių gėlųjų vandenų svetimkraštes rūšis, jų atplitimo įvykius, kilmės regionus, taksonomiją, biologines savybes, poveikius ir kt. duomenis iš Europos, Arkties, Rytų Azijos, Naujosios Zelandijos bei kitų jūrinių regionų. Joje kuriamas dar vienas funkcinis modulis AĮS (angl. „*Early Warning System*“), kuris bus įveiklintas atsiradus pavojaus signalui (2 pav.).



2 pav. Vandens svetimkraščių ir kriptogeninių rūšių informacinės sistemos AquaNIS titulinis lapas su Ankstyvojo įspėjimo sistemos moduliu.

Planuojama, kad įspėjimo sistema suveiks tuomet, kai į AquaNIS bus įvesti duomenys, rodantys, kad Baltijos jūros valstybėje buvo aptikta rūšis, įtraukta į tikslinių rūšių sąrašą. Tuomet pranešimai bus automatiškai siunčiami užregistruotiems vartotojams, t. y. suinteresuotoms organizacijoms, kurios atsakingos už KVOP aptikimą ir įspėjamojo signalo išsiuntimą.

Apibendrinimas. Kuriama AĮS turi būti įgyvendinta tiek nacionaliniame, tiek regioniniame lygmenyje. Įgyvendinimo sėkmė priklausys nuo efektyvaus ir nuolatinio duomenų srauto į informacinę sistemą AquaNIS ir bendradarbiavimo tarp visų Baltijos jūros valstybių. Ši sistema gali padėti spręsti aplinkos problemas, susijusias su BVTK įgyvendinimu Baltijos jūros regione.

Literatūra

- AquaNIS. Editorial Board, 2019. Information system on Aquatic Non-Indigenous and Cryptogenic Species. World Wide Web electronic publication. www.corpi.ku.lt/databases/aquanis. Version 2.36+. Accessed 2019-03-22.
- Magaletti E., Garaventa F., David M., et al. 2018. Developing and testing an early warning system for non indigenous species and ballast water management. *Journal of sea research*, 133, 100–111.
- Olenin S., Minchin D., Daunys D. 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. *Marine pollution bulletin*, 55(7–9), 379–394.
- Olenin S., Narščius A., Minchin D., et al. 2014. Making non-indigenous species information systems practical for management and useful for research: an aquatic perspective. *Biological Conservation*, 173, 98–107.
- Olenin S., Ojaveer H., Minchin D., Boelens R. 2016. Assessing exemptions under the ballast water management convention: preclude the Trojan horse. *Marine pollution bulletin*, 103(1–2), 84–92.

POLICIKLINIAI AROMATINIAI ANGLIAVANDENILIAI NEMUNO DELTOS DUGNO NUOSĖDOSE

**Rimutė Stakėnienė¹, Kęstutis Jokšas^{1,2},
Eva Raudonytė-Svirbutavičienė¹**

¹ Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius,

² Vilniaus universiteto Chemijos ir geomokslų fakultetas, Vilnius
rimute.stakeniene@gamt.lt

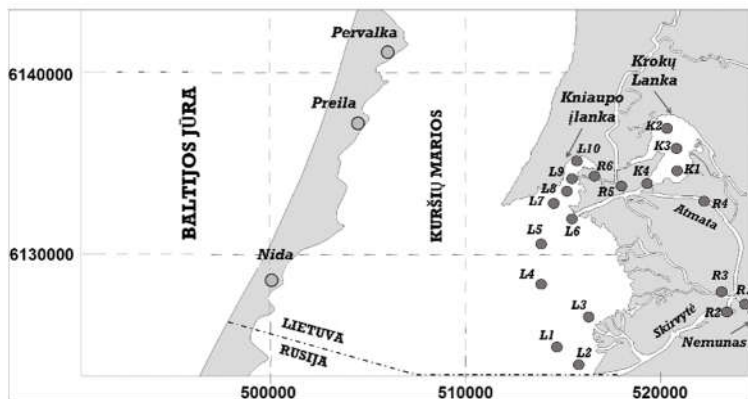
Įvadas. Su paviršiniu vandens nuotėkiu į upę patenka nešmenys iš viso baseino, taip pat upės krantų bei dugno mechaninės ir cheminės erozijos produktai, o kartu ir įvairūs teršalai. Nemunu į Kuršių marias kasmet patenka apie 342 000 t. nuosėdinės medžiagos (Jokšas et al., 2003; Blazchishin 1984). Upės sąnašos sąlygoja ir Nemuno deltos rajone plytinčio Krokų lankos ežero susidarymą. Nemuno avandeloje gausu ką tik iš upės atkeliavusios smulkiadispersinės medžiagos, kurios sedimentacijos aktyvumas būna gana didelis, tačiau hidrodinaminės sąlygos kauptis dugno nuosėdose – nepalankios (Galkus, Jokšas, 1997). Šioje akvatorijoje aptinkami ryškūs tiek nuosėdų granulimetrinės sudėties, tiek organinių ir neorganinių teršalų koncentracijų pokyčiai. Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA) – vieni iš labiausiai paplitusių organinių teršalų vandens telkiniuose. Jie tirti ir nemažomis koncentracijomis aptinkami šiaurinėje Kuršių marių dalyje, Klaipėdos uosto akvatorijoje bei Nemune. Darbo tikslas – atskleisti kokybinius ir kiekybinius PAA sudėties ypatumus dugno nuosėdose dar gana mažai tyrinėtame ir sedimentaciniu požiūriu aktyviame Nemuno deltos rajone bei parodyti galimus šių taršos medžiagų šaltinius.

Medžiaga ir metodika. Nemuno deltos rajone 2013–2014 m. tyrimams buvo paimta 20 mėginių iš paviršinio (0–3 cm) dugno nuosėdų sluoksnio (1 pav.) 10 dugno nuosėdų mėginių paimta Nemuno avandeloje, 4 mėginiai – Krokų lankos ežere, 4 – Nemuno atšakose, 2 – Minijskoje ir jos atšakoje. Mėginių paėmimo stotys buvo išdėstytos taip, kad atspindėtų skirtingas sedimentacines aplinkas bei galimą Nemuno upės srautų poveikį Kuršių marių dugno nuosėdoms.

Šešiolikos policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) (naftalenas – Nap, acenaftilenas – Ace, acenaftenas – Ace, fluorenas – Fl, fenantrenas – Phen, antracenas – Ant, fluorantenas – Flu, pirenas – Pyr, benzo(a)antracenas – BaA, chrizenas – Chr, benzo(b)fluorantenas – BbF, benzo(k)fluorantenas – BkF, benzo(a)pirenas – BaP, indeno(123-cd)pirenas – In, dibenzo(ah)antracenas – DbA, benzo(ghi)perilenas – BgP) kiekybinė ir

kokybinė analizė atlikta naudojant dujų chromatografijos sistemą su masių selektyviu detektoriumi GC–MS–QP 2010 (Shimadzu). Mėginiai tyrimui paruošti pagal Martinez et al. (2004) metodiką.

PAA šaltiniams (pirogeninis/petrogeninis) atskleisti panaudoti policiklinių aromatinių angliavandenilių diagnostiniai kriterijai (Budzinski et al., 1997; Yunker et al., 2002): mažos ir didelės molekulinės masės PAA santykis ($\Sigma\text{MPAA}/\Sigma\text{DPAA}$) bei atskirų PAA santykiai (Flu/(Flu+Pyr), In/(In+BgP), BaA/(BaA+Chr). Nuosėdų užterštumas (mažas-vidutinis-didelis-labai didelis) vertintas pagal plačiai naudojamą klasifikaciją, kuri apibrėžta PAA koncentracijomis atitinkamai 0–100, 100–1000, 1000–5000 ir > 5000 ng g⁻¹ (Baracat et al., 2011). Atskirų PAA koncentracijų nuosėdose potencialiam poveikiui atskleisti naudoti nuosėdų kokybės kriterijai TEL–PEL, kurie nurodo slenkstines PAA vertes, kurias viršijus neigiamo poveikio biotai tikimybė didėja (Macdonald et al, 1996). Nuosėdų toksiškumas analizuotas remiantis susikaupusių nuosėdose kancerogeninių ir potencialiai kancerogeninių PAA (BaA, BaP, BbF, BkF, Chr, DbA ir In) junginių koncentracijomis. Bendras toksiškumas apskaičiuotas pagal suminį benzo(a)pireno toksiškumo ekvivalentą (TEQ) (Annicchiarico et al., 2011).

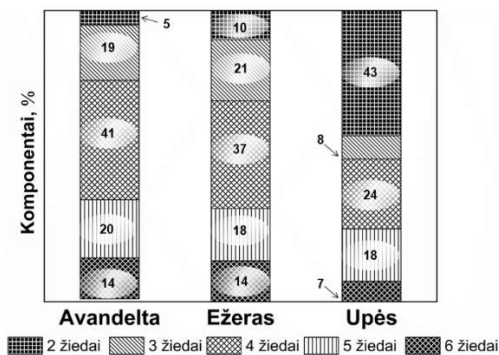


1 pav. Mėginių paėmimo stočių schema Nemuno deltoje bei avandeltroje.

Rezultatai ir jų aptarimas. PAA koncentracija Nemuno, Minijos, Kroku Lankos ežero ir Kuršių marių dugno nuosėdų paviršiniame sluoksnyje svyravo mažo ir vidutinio užterštumo lygio reikšmių ribose ir nekėlė ženklaus poveikio aplinkai. Atskirų PAA tarpe išsiskyrė naftalenas ir dibenzo(a,h)antracenas, kurių koncentracijos viršijo nuosėdų kokybės kriterijumi (TEL) apibrėžtas reikšmes. Smulkiagrūdėse, organinė medžiaga praturtintose dugno nuosėdose nustatytos aukštesnės PAA koncentracijos.

Uždaresnėse akvatorijose sulėtėję hidrodinaminiai procesai sudaro palankias sąlygas kauptis organiniams teršalams (Jokšas ir kt., 2003; Legorburu et al., 2014). Kniaupo įlankos gale (St. L10) nustatyta maksimali PAA vertė– 492 ng g⁻¹ s.s.v. (1 pav.). Krokų Lankos ežere angliavandenilių koncentracija dumblingose nuosėdose jau nesiekė 400 ng g⁻¹ s.s.v., o jų pasiskirstymas buvo gana monotoniškas. Nemuno upės atšakų smėlingos nuosėdos, lyginant jas su kitų sedimentacinių aplinkų panašios sudėties nuosėdomis, išsiskyrė neadekvačiai išaugusiomis PAA koncentracijomis.

Krokų Lankos ežere bei didžiojoje Kuršių marių avandeltos dalyje dugno nuosėdose (išskyrus arealus esančius prieš Nemuno žiotis) nustatytos Σ MPAA/ Σ DPAA rodiklio reikšmės buvo mažesnės už 1 ir gali būti sietinos su degimo produktų šaltinių vyravimu. Atskirų PAA junginių: Flu/Flu+Pyr (>0,4), BaA/(BaA+Chr) >0,35 ir In/(In+BgP) (>0,2) koncentracijų santykių vertės patvirtino jų pirogeninę kilmę. Tuo tarpu, ženklus mažesnės molekulinės masės PAA išaugimas (2 pav.) bei didesnės Σ MPAA/ Σ DPAA reikšmės Nemuno upės atšakose bei minėtuose avandeltos arealuose mariose siejamos su petrogeninių angliavandenilių šaltinių dominavimu. Hidrodinaminių sąlygų skirtumai barjerinėje upė-lagūna zonoje galėjo lemti PAA koncentracijų ir sudėties pokyčius. Be to, mažiau atsparių biodegradacijai ir daugiau lipofilinių lengvesniųjų PAA vyravimas dugno nuosėdose gali būti sietinas su šviežia bei pastovia tarša (Agarwal et al., 2009)



2 pav. 2–6 žiedų PAA pasiskirstymas (%) Nemuno avandeltos, Krokų lankos ežero bei Nemuno ir Minijos upių dugno nuosėdose.

Nustatytos bendros toksiškumo ekvivalento reikšmės TEQ (0.1–53 ng g⁻¹) buvo palyginamos su mažai užterštų akvatorijų nuosėdomis. Visose

sedimentacinėse zonose tarp potencialiai toksiškų PAA vyravo benzo(a)pirenas, sudarydamas 60–70 % bendro jų kiekio.

Išvados. Tirtose Nemuno deltos rajono dugno nuosėdose PAA koncentracija buvo maža ir vidutinio užterštumo lygio ir nekėlė ženklaus poveikio aplinkai. Sedimentacinių aplinkų pokyčiai bei taršos šaltinių pobūdis sąlygojo ryškius kiekybinius ir kokybinius PAA skirtumus Nemuno atšakose ir Nemuno avandeltos rajone. Rezultatai rodo, kad būtų tikslinga surinkti daugiau duomenų apie lengvųjų PAA pasiskirstymą, elgesį ir kilmę upių žiočių dugno nuosėdose.

Literatūra

- Agarwal T., Khillare P. S., Shridhar V. et al. 2009. Pattern, sources and toxic potential of PAHs in the agricultural soils of Delhi, India. *Journal of Hazardous Materials*, Nr. 163(2), 1033–1039 p.
- Annicchiarico C., Buonocore M., Cardellicchio N. et al. 2011. PCBs, PAHs and metal contamination and quality index in marine sediments of the Taranto Gulf. *Chemistry and Ecology*, Nr. 27, 21–32 p.
- Barakat A. O., Mostafa A., Wade T. L. et al. 2011. Distribution and characteristics of PAHs in sediments from the Mediterranean coastal environment of Egypt. *Marine Pollution Bulletin*, Nr. 62(9), 1969–1978 p.
- Blazchishin A. I. 1984. Main stages of the Baltic Sea history. In A. P. Lisitzin (Ed.), *History of geology and geochemistry of the Baltic Sea* (pp. 98–105). Moscow: Nauka.
- Budzinski H., Jones I., Bellocq J., et al. 1997. Evaluation of sediment contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in the Gironde estuary. *Marine Chemistry*, Nr. 58(1), 85–97 p.
- Galkus A., Jokšas K. 1997. Nuosėdinė medžiaga tranzitinėje akvasistemoje. Vilnius: Geografijos institutas. 198 p.
- Yunker M. B., Macdonald R. W., Vingarzan R., et al. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Organic Geochemistry*, Nr. 33(4), 489–515 p.
- Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. The only Lithuanian seaport and its environment. Vilnius: Institute of Geology and Geography.
- Legorburu I., Rodríguez J. G., Valencia V., et al. 2014. Sources and spatial distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in coastal sediments of the Basque Country (Bay of Biscay). *Chemistry and Ecology*, Nr. 30(8), 701–718 p.
- Macdonald D. D., Carr R. S., Calder F. D. et al. 1996. Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology*, Nr. 5(4), 253–278 p.
- Martínez E., Gros M., Lacorte S., Barcelo D. 2004. Simplified procedures for the analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in water, sediments and mussels. *Journal of Chromatography A*, 1047(2), 181–188 p.

NANO-SORBENTAI VANDENS VALYMO TECHNOLOGIJŲ PLĖTRAI

Sergej Šemčuk, Galina Lujanienė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius
sergej.semchuk@ftmc.lt

Įvadas. Žmogaus poveikis gamtai nuolat stebimas ir ieškoma būdų jį sumažinti. Mokslininkai tiria įvairių teršalų sklaidą aplinkoje, bei jų poveikį žmonėms ir ekosistemoms. Ypatingas dėmesys skiriamas vandens taršai dėl neatsiejamo jo vaidmens medžiagų judėjimo/ciklų gamtinėje aplinkoje ir svarbos visoms gyvoms būtybėms žemėje. Žmogaus ūkinė veikla įvairiose srityse (žemės ūkis, gamyba, transportas, žuvininkystė, branduolinė energetika ir nepakankamas nuotekų valymas) ir antropogeniniai veiksniai – pagrindiniai vandens taršos šaltiniai. Augantis švaraus vandens poreikis skatina jo valymo technologijų tobulinimą ir netradicinių vandens resursų, tokių kaip lietaus, antrinio panaudojimo arba jūros vandens, naudojimą (Qadir ir kt., 2007).

Unikali geografinė padėtis, mažas druskingumas, lėta ir sudėtinga vandens apykaita su Šiaurės jūra lemia Baltijos jūros labai mažą gebą savaiminiam išsivalymui, kuriam prireiktų apytiksliai 30–50 metų. Dabartinis Baltijos jūros taršos lygis nėra pakankamai mažas, kad ateityje jūros vanduo galėtų būti naudojamas buitiniams reikmėms, o unikali jūros fauna išliktų nepaveikta teršalais (HELCOM 2007, 2008).

Dažniausiai vandens valymo technologijos pagrįstos sorbcija. Metodai nuolat tobulinami, taikant modernesnius sorbentus, siekiant pašalinti su atrankumu susijusias problemas, padidinti efektyvumą ir pasiekti geresnius sorbcijos parametrus. Mūsų amžiuje didelis dėmesys skiriamas nano-dydžio sorbentų sintezei ir taikymui, tarp kurių anglies dariniai ir jos alotropai yra labiausiai tyrinėjami.

Viena iš perspektyviausių nano-medžiagų vandeniui valyti – grafeno oksidas (GO), tai stipriai oksiduotas grafito monolakštas, kurio paviršiuje po oksidacijos susiformuoja įvairios deguonį turinčios grupės, tokios kaip hidroksi (-OH), epoksi (-C-O-C-) ir karboksi (-COOH). Pagrindinės šios medžiagos savybės – cheminis inertiškumas ir patvarumas, didelis paviršiaus plotas su galimybe prijungti įvairius modifikatorius. Literatūroje galima surasti grafeno oksido ir įvairių sorbentų GO pagrindu, kurie panaudoti metalų sorbcijai (1 lentelė).

Šio darbo tikslas ištirti modernių nano-sorbentų, GO ir modifikuoto GO, potencialą sorbuoti metalo jonus iš skysčių, siekiant patobulinti vandens valymo technologijas.

Grafeno oksido ir jo pagrindu pagamintų sorbentų sorbcijos talpos įvairiems metalų jonams palyginimas

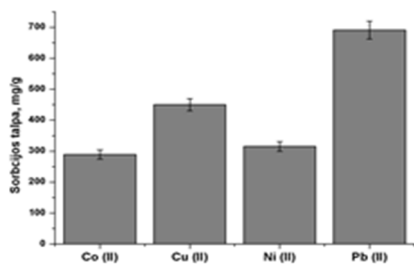
Sorbentas	Sorbuojama metalo ionas	Sorbcijos talpa, (mg/g)	Literatūros šaltinis
GO	Am(III)	8,5	Romanchuk ir kt., 2013
	Cd (II)	345	Sitko ir kt., 2013
	Cu(II)	294	
	Cu(II)	493	Li ir kt., 2014
	U(VI)	299	Li ir kt., 2012
	Pd(II)	98	Liu ir kt., 2012
	Au(III)	146	
γ -PGA-Fe ₃ O ₄ -GO- (o-MWCNTs)	Eu(III)	175	Sun ir kt., 2012
	Cu(II)	574	Wang ir kt., 2018
	Cd(II)	625	
	Ni(II)	384	
EDTA-GO	Pb(II)	479	Madadrang ir kt., 2012
TET-MRGO	Cu(II)	209	Chen ir kt., 2015
GO-ACF	U(VI)	298	Chen ir kt., 2013
Cs-GO (aerogelis)	Cu(II)	25	Yu ir kt., 2013
EDTA-MCS/GO	Cu(II)	207	Asif ir kt., 2017
CS-GO	Cr(VI)	104	Samuel ir kt., 2019
	Au(III)	1077	Liu ir kt., 2012
	Pd(II)	299	
	Pb(II)	100	He ir kt., 2011

Metodai. Radiochemijos laboratorijoje GO sintezė atlikta naudojant modifikuotą Hummer's metodą (Marcano ir kt., 2010). Panaudojus chemines reakcijas prie gauto grafeno oksido paviršiaus prijungti magnetitas, Berlyno mëlis ir chitozanas (Prakash ir kt., 2012, Xia-Wang ir kt. 2010, Hongjun ir kt. 2014, Heng ir kt., 2015). Susintetinti sorbentai charakterizuoti FTIR, RSD, RAMAN, SEM ir TEM.

Pagaminti sorbentai panaudoti atliekant sorbcijos eksperimentus su sunkiaisiais metalais ir radionuklidais ¹³⁴Cs (I), ²⁴¹Am (III) ir ^{239,241}Pu (IV,V). Naudoti tiriamų radionuklidų tirpalai, kurių koncentracijos [²³⁹Pu (IV)] = 1,0 · 10⁻⁹ mol/L ir [²⁴¹Pu (V), ²⁴¹Am (III)] = 3,0 · 10⁻¹¹ mol/L, kaip žymekliai pridėti ²⁴²Pu ir ²⁴³Am. Naudotų sorbentų koncentracija 1,0 g/L. Eksperimentai atlikti esant (21±1) °C temperatūrai ir sąlyčio trukmei 3 val. Gaminant sorbentus ir tirpalus naudoti chemiškai švarūs reagentai ir Milli-Q švarumo vanduo. Radionuklidų kiekio nustatymas atliktas su Alphaquattro α -spektrometru su silicio detektoriais.

Eksperimentuose su ¹³⁴Cs (I) naudotas 200,0 mg/L CsCl tirpalas prie kurio pridėtas ¹³⁴Cs kaip žymeklis. Mėginiai išmatuoti gama spektrometru. Naudotų sorbentų koncentracija – 1,0 g/L. Eksperimentai atlikti esant (21 ± 1)°C temperatūrai ir 3 val. sąlyčio trukmei.

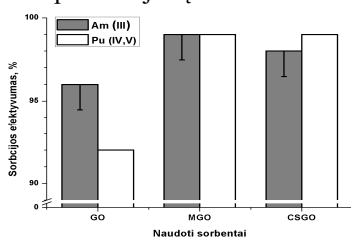
Rezultatai ir jų aptarimas. Laboratorijoje atlikti sorbcijos eksperimentai esant pradiniam pH nuo 2,0 iki 10,0 ir nustatytos optimalios pH vertės naudoti tirtus nano-sorbentus metalų (Co (II), Cu (II), Ni (II) ir Pb (II)), bei radionuklidų (Cs (I), Am (III) ir Pu (IV,V)) sorbcijai.



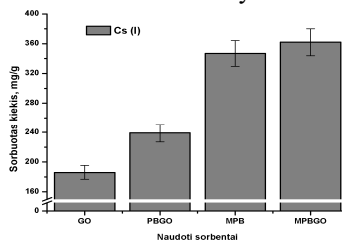
1 pav. Eksperimentiškai nustatytos grafeno oksido sorbcijos talpos Co (II), Cu (II), Ni (II) ir Pb (II) metalų jonams.

Nustatytos grafeno oksido sorbcijos talpos metalų jonams esant pradiniam pH=6,0±0,5 (1 pav.). Naudoto GO koncentracija 1,0 mg/ml, sąlyčio trukmė 3 val. Mūsų pagaminto GO sorbcijos talpa Co (II) sudaro 289±8 mg/g, Cu (II) – 450±11 mg/g, Ni (II) – 315±9 mg/g ir Pb (II) – 691±17 mg/g.

Naudojant magnetinį grafeno oksidą (MGO), chitozano grafeno oksidą (CSGO) ir GO atlikti sorbcijos eksperimentai su Am (III) ir Pu (IV,V). Esant pradiniam pH=6,0±0,5 visų tirtų nano-sorbentų sorbcijos efektyvumas viršijo 90 % (2 pav.). Iš tirtų sorbentų išsiskiria MGO, kurio sorbcijos efektyvumas sudaro 99,0±1,5 % americio ir plutonio radionuklidams. Kitas svarbus momentas, tai galimybė atskirti šį nano-sorbentą nuo valomosios terpės naudojant magnetą, o tai supaprastina šio sorbento panaudojimą nuotekoms arba užterštam vandeniui valyti.



2 pav. Grafeno oksido (GO), magnetinio grafeno oksido (MGO) ir chitozano grafeno oksido (CSGO) efektyvumas sorbuojant Am (III) ir Pu (IV,V).



3 pav. Berlyno mėlio grafeno oksido (PBGO), magnetinio Berlyno mėlio (MPB) ir magnetinio PBGO (MPBGO) efektyvumas sorbuojant Cs (I).

Eksperimentai su ^{134}Cs atlikti, esant skirtingam pradiniam pH – nuo 3,0 iki 10,0, nustatytas optimalus terpės rūgštingumas (pH=7,0±0,5) Cs (I) sorbcijai naudojant tirtus sorbentus. Nustatyta kiekvieno tirtu sorbento maksimali sorbcijos talpa Cs (I) katijonams (3 pav.).

Cs (I) sorbcijai iš vandens mėginių geriausiai tinka naudoti MPB ir MPBGO sorbentus, kurių sorbcijos talpa šiam katijonui sudaro atitinkamai 347 ± 16 mg/g ir 362 ± 14 mg/g. Papildomai atlikti Cs (I) sorbcijos eksperimentai, naudojant didelio druskingumo vandens ($I=0,7$ M) ir jūros vandens (iki 35 ‰) mėginius bei MPB ir MPBGO sorbentus. Cs (I) katijonų koncentracija 100 mg/L, pH=7, žymeklis ^{134}Cs , sąlyčio trukmė 24 val. Rezultatai parodė nežymų Cs (I) katijonų sorbcijos efektyvumo sumažėjimą ($95,9 \pm 2,6$ %) naudojant magnetinį Berlyno mëllo sorbentą, o magnetinis Berlyno mëllo grafeno oksido nano-sorbento sorbcijos efektyvumas siekė 100 %. MPB efektyvumo sumažėjimas susijęs su konkuruojančiais jonais.

Šis poveikis gerai žinomas, todėl panašių hidratacinių spindulių jonai, tokie kaip Cs^+ (3.25 Å) K^+ (3.3 Å) Na^+ (3.6 Å), gali konkuruoti dėl sorbcijos vietų (Conway ir kt., 1981). Todėl MPBGO nano-sorbentas pasižymi geresniu atrankumu, lyginant su MPB, Cs (I) katijonams ir gali efektyviai sorbuoti Cs (I) esant Na (I), K (I) ir kitiems jonams.

Išvados. Grafeno oksidas (GO) ir jo pagrindu susintetinti sorbentai CSGO, MGO ir MPBGO efektyviai šalina Co, Cu, Ni ir Pb metalų jonus ir radionuklidus iš užterštų terpių. Am (III) ir Pu (IV,V) radionuklidus geriausiai sorbavo MGO (sorbcijos efektyvumas sudaro $99,0 \pm 1,5$ %, esant pH=6,0±0,5), o Cs (I) – MPBGO (sorbcijos talpa – 362 ± 14 mg/g).

Literatūra

- Asif S., Waheed M., Kashif R., et al. 2017. RSC Adv. 7, 9764–9771.
 Chen J. H., Xing H.T., Sun X., et al. 2015. Appl. Surf. Sci. 356, 355–363.
 Chen S., Hong J., Yang H., et al. 2013. J. Env. Radioact. 126, 253–258.
 He Y. Q., Zhang N. N., Wang X. D. 2011. Chin. Chem. Lett. 22, 859–862.
 HELCOM, 2007. Baltic Sea Action Plan. Helsinki: HELCOM. p. 10.
 HELCOM, 2008. Baltic Sea Env. Proc. Publ. N 85.
 Heng Z., Tifeng J., Lexin Z., et al. 2015. SciChinaMater 58, 811–818.
 Hongjun Y., Lei S., Jiali Z., et al. 2014. J. Mater. Chem. A, 2, 326–332.
 Yu B., Xu J., Liu J. H., et al. 2013. J. Environ. Chem. Eng. 1, 1044–1050.
 Li X., Tang X. P., Fang Y. F. 2014. J. Mol. Liq. 199, 237–243.
 Li Z., Chen F., Yuan L., et al. 2012. Chem. Eng. J. 210, 539–546.
 Liu L., Li C., Bao C., et al. 2012. Talanta 93, 350–357.
 Madadrang C. J., Kim H. Y., Gao G., et al. 2012. ACS Appl. Mat. Interfaces 4, 1186–1193.
 Marcano D. C., Kosynkin D. V., Berlin J. M., et al. 2010. ACS Nano 4, 4806–4814.
 Prakash A., Chandra S., Bahadur D. 2012. Carbon 50, 4209–4219.
 Qadira M., Sharmab B. R., Bruggemana A., et al. 2007. Agricultural water management 87, 2–22.
 Romanchuk A. Y., Slesarev A. S., et al. 2013. Phys. Chem. Chem. Phys. 15, 2321–2327.
 Samuel M. S., Bhattacharya J., Raj S., et al. 2019. Int. J. Biol. Macromolecules 121, 285–292.
 Sitko R., Turek E., Zawisza B., et al. 2013. Dalton Trans. 42, 5682–5689.
 Sun Y., Wang Q., Chen C., et al. 2012. Environ. Sci. Technol. 46, 6020–6027.
 Wang L., Hu D., Kong X., et al. 2018. Chem. Eng. J. 346, 38–49.
 Xiao-Wang L., Zi-Jian Y., et al. 2010. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 81, 508–512.

ARKTIES DUGNO BUVEINIŲ STRUKTŪRA BESITRAUKIANČIO LEDYNO PAKRAŠTYJE

Andrius Šiaulys¹, Saulė Medelytė¹, Kajetan Deja², Darius Daunys¹

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Okeanografijos institutas, Lenkijos mokslų akademija, Sopotas
andrius.siaulys@jmtc.ku.lt

Ledynų tirpsmas ir atsitraukimas nuo kranto yra ryškiausias klimato atšilimo padarinys Europos Arktuje, Špicberгене. Jūros dugno erdvės gali atsilaisvinti nuo ledyno iki 500 m per metus greičiu ir pakrantės ledas, kuris ankščiau dengdavo krantus 7–9 mėnesius, dabar laikosi vos 2–3 mėnesius žiemos pabaigoje. Špicbergenų ledo tirpsmas sukelia naujų, ankščiau neprieinamų, buveinių atsiradimą. Stebimi pokyčiai apima biomasės ir biologinės įvairovės didėjimą bei sublitoralinių bendrijų prasiskverbimą į seklesnius vandenius, kur ankščiau ledo gremžimo poveikis buvo jas limituojantis veiksnys. Kita vertus, didėjantis ledyno tirpsmo vandens kiekis fjorduose didina suspenduotos neorganinės medžiagos koncentraciją bei gėlo vandens prietaką. Dėl to mažėja eufotinė zona, limituojanti makrofitų paplitimą, o itin didelis suspenduotos medžiagos kiekis neigiamai veikia filtruojančius sublitoralės bestuburius, kurie paprastai čia dominuoja.

Šio tyrimo tikslas – nustatyti sublitoralės dugno buveinių struktūrą besitraukiančio ledyno pakraštyje bei palyginti su buveinėmis kontroliniame rajone. Tyrimai vykdyti 2018 m. vasarą Hornsundo fjorde (Špicbergenas, Svalbardo salynas) dvejuose rajonuose: Burgerbukta (besitraukiančio ledyno zona) ir Adriabukta (kontrolinė zona). Dugno buveinės buvo filmuojamos “drop-down” tipo povandenine filmavimo sistema, o buveinių fiziniai ir biologiniai požymiai buvo analizuojami iš povandeninės filmuotos medžiagos sudarytų video mozaikų.

NAFTOTIEKIO VAMZDYNO PLIENO LIEKAMOJO RESURSO PLANAVIMAS

**Artūras Tadžijevas¹, Marius Gintalas¹, Jolanta Janutėnienė²,
Valentinas Kartašovas¹, Marius Vasylius¹, Deividas Šapalas¹,
Martynas Urbikas¹, Giedrius Šilas³**

¹ Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda, ² Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas, Klaipėda,

³ Klaipėdos valstybinė kolegija, Technologijų fakultetas, Klaipėda
marine.reliability@apc.ku.lt

Ivadas. Šiuolaikinėje pramonėje gaminio gyvavimo ciklo resurso planavimas yra neatsiejama gaminio kūrimo proceso dalis. Gaminio resurso planavimas apima ne tik žaliavos gavybą, produkto kūrimą, eksploatavimą ir utilizavimą ar perdirbimą, bet ir medžiagos nusidėvėjimą, eksploatacijos metu didėjančios netikėto suirimo tikimybės vertinimą. Inžinerinio projektavimo metu yra vertinama ar medžiaga, iš kurios gaminys bus gaminamas, turi patvarumo ribą, kokios nuolatinės ar ciklinės apkrovos gaminį veiks eksploatavimo metu, kokiose aplinkos sąlygose gaminys bus eksploatuojamas. Šiame rankraštyje aprašoma iš plieno pagaminto naftotiekio vamzdyno liekamojo resurso planavimo, vadovaujantis gautais tyrimo rezultatais, metodika. Plienai turi patvarumo ribą, ji nustatoma daugiaciklių mechaninių bandymų metu. Skirtingos paskirties, kokybės plienams patvarumo riba nustatoma skirtingu ciklų skaičiumi. Daugeliu atveju patvarumo riba svyruoja tarp 40 ir 65 % plieno takumo įtempių reikšmės, tačiau eksploataciniai įtempiai neretai didesni nei patvarumo riba, tokiais atvejais sunku planuoti gaminio eksploatavimo resursą. Be to, eksploatacijos metu laiku neatnaujinus antikorozinio padengimo, gaminio skerspjuvį mažina korozija, keičiantis norminei dokumentacijai, keičiasi gaminio eksploatacijos taisyklės. Kaip minėta, šiame straipsnyje yra nagrinėjama 20 metų eksploatuoto naftotiekio vamzdyno mechaninių savybių nuvertėjimas, veikiant medžiagą mažaciklėmis mechaninėmis apkrovomis. Nagrinėjami skirtinga apkrova apkrauti bandiniai su įtempių koncentratoriumi, dirbtinai įpjautu prieš bandant, dirbtinai įpjautu po bandymų ir be jo. Atlikus ciklinį apkrovimą atliekami stiprio tempiant bei smūginio tūsumo bandymai, nustatomas savybių nuvertėjimas, vadovaujantis šiais duomenimis, rengiamos rekomendacijos eksploatacijai, saugaus eksploatavimo periodo planavimui.

Mažaciklį mechaninį poveikį nagrinėjantys mokslininkai pagrindinį dėmesį fokusuoja į mikro plyšių formavimąsi, veikiant ciklinėms mechaninėms apkrovoms (Shi et al., 2018 a; Shi et al., 2018 b. Yang et al.,

2018), nors pavienių dislokacijų aptikimas medžiagos mikrostruktūroje yra labiau sėkmė, nei dėsningumas, nes SEM mikroskopu tenka peržiūrėti itin didelius plotus, mechanškai pašalinant daug bandinio sluoksnių. Todėl aišku, kad neskiriant pakankamai dėmesio mechaninių savybių nuvertėjimo tyrimams, sunku prognozuoti medžiagų savybių nuvertėjimą eksploatacijos metu, kiekvienu atveju tenka atlikti tyrimą.

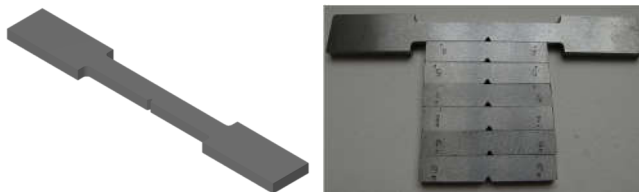
Tyrimo metodika. Tyrimų objektas – 20 metų eksploatuoto naftotiekio vamzdyno medžiaga Plienas 20 (GOST 1050-88). Deklaruojama ir bandymais nustatyta cheminė medžiagos sudėtis pateikta 1 lentelėje. Prieš vykdant mažaciklį apkrovimą būtina nustatyti eksploatuoto vamzdyno plieno realias mechanines savybes, kurių pagrindu bus vykdomi mažacikliai nuovargio bandymai. Tuo tikslu atlikti stiprio tempiant bandymai, o tikslioms bandinio darbinės dalies deformacijoms išmatuoti naudotas ekstensiometras. Taip pat atlikti smūginio tūsumo bandymai bei nustatyta reali cheminė plieno sudėtis.

1 lentelė

Cheminė tiriamo plieno sudėtis

Cheminis elementas	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	As	P	S
Standarte pateikta, %	0,17–0,24	0,35–0,65	0,17–0,37	Iki 0,25	Iki 0,25	Iki 0,25	Iki 0,08	Iki 0,035	Iki 0,04
Bandymais nustatyta, %	0,25	0,94	0,40	0,07	0,06	0,11	-	0,01	0,02

Mažaciklis varginimas atliktas apkrovomis, kurios sudarė 100, 80 ir 60 proc. takumo ribos, tirta 10 000 ciklų. Bandymo sąlygos: apkrova vienkryptė, nereversuojama (nuo 0 N iki nurodytos ribos), ciklo kontrolė, varginant bandinį mechanine apkrova, vykdoma jėgos kontrolė, nes taip vykdant bandymą varginimo metu apkrovos išlaikomos artimiausios užsibrėžtoms. Varginimo dažnis 1 Hz, varginimas atliekamas universalia elektromechanine 100 kN apkrovos bandymų mašina. Atlikus mažaciklį varginimą tempimu, atlikti pavargintų bandinių tempimo bandymai 12,5 mm/min tempimo apkrovos greičiu. Bandiniai gaminti iš vamzdžio sienelės plieno taip, kad išilginė vamzdžio kryptis sutaptų su tempimo apkrovos kryptimi. Taip pat, po mažaciklio mechaninio bandinio apkrovimo 100, 80 ir 60 proc. takumo ribos apkrovomis atliekamas smūginio tūsumo bandymas, bandiniams su V formos įpjova bei smūginio tūsumo bandiniams be V formos įpjovos, įpjaunant įpjovą po mažaciklio apkrovimo. Įtempių koncentratorius – V formos 2 mm gylio įpjova, viršūnės užapvalinimo spindulys 0,25 mm. Smūginio tūsumo bandymai bus atliekami 5,23 m/s pradinio greičio 300 J smūginio tūsumo nustatymo įrenginiu. Smūginio tūsumo bandinys su paplatintais galais ciklinei, vienkryptei (nereversinei) apkrovai, pateiktas 1 paveiksle.



1 pav. Smūginio tūsumo bandinys pritaikytas ciklinei tempimo apkrovai.

Bandymų rezultatai. Palyginimui 2 lentelėje yra pateiktos nevargintų bandinių tempimo bandymų metu nustatytos mechaninių savybių vidutinės reikšmės bei norminiuose dokumentuose reglamentuotos naftotiekio medžiagos reikšmės.

2 lentelė

Mechaninės vamzdyno plieno savybės

	Tamprumo modulis E , GPa	Takumo riba R_{eH} , MPa	Takumo aikštelės riba R_{eL} , MPa	Stiprumo riba R_m , MPa	Bendras pailgėjimas ties trūkimo riba A_t , %	Smūginis tūsumas, J/cm ²
Bandymais nustatyta	206,67	330,67	321	522,67	25,43	90,36
Standarte nurodomos mažiausios reikšmės	-	245	-	410	25	88

Palyginimui 3 lentelėje yra pateikti smūginio tūsumo bandinių, apkrautų cikline tempimo apkrova, esant bandiniams su įpjautu plyšiu bei smūginio tūsumo bandinių, apkrautų cikline tempimo apkrova, varginant bandinius be plyšio.

3 lentelė

Su plyšiu vargintų smūginio tūsumo bandinių suirimo energija

Ciklų skaičius 10000	Apkrovos dydis proc. nuo R_{eH}		
	100 %	80%	60%
Bandinių, vargintų su įtempių koncentratoriumi, smūginis tūsumas, J/cm ²	Bandiniai suiro ties 7000 – 8000 ciklais	80,78	100,62
Bandinių, vargintų be įtempių koncentratoriaus, smūginis tūsumas, J/cm ²	99,14	100,67	106,75

Tempimo bandinių, vargintu mechanine tempimo apkrova be dirbtinių įtempių koncentratorių, bandymų rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

Tempimo apkrova pavargintų bandinių mechaninės savybės

Apkrovos dydis nuo takumo ribos, %	Ciklų skaičius	Tamprumo modulis E , GPa	Takumo riba R_{eH} , MPa	Stiprumo riba R_m , MPa	Bendras pailgėjimas iki nutrūkimo A_t , %
60	10000	208	350	523	27,1
80		205	364	525	26,3
100		198	371	526	24,7

Išvados. Vertinant gautus bandymų rezultatus, savybėms nuvertėjus iki minimalių norminėje dokumentacijų nurodytų reikšmių laikoma, kad medžiaga nebegali būti eksploatuojama, nes vamzdynas, kaip visi technologiniai įrenginiai, yra projektuojamas vadovaujantis garantuotomis, standartuose nurodomomis mechaninėmis savybėmis.

Pastebėtina, kad didėjant apkrovos intensyvumui pasireiškia susikietinimo (*angl.* hardening) veiksnys t. y. didėja plieno takumo riba ir, atvirkščiai, mažėja santykinio linijinio pailgėjimo reikšmė. Reikšmė, gauta esant 100 % R_{eH} varginimo apkrovos intensyvumui, neatitinka standartizuotos plieno specifikacijos, t. y. mažiausia galima santykinio pailgėjimo reikšmė šiam plienui – 25 %, tokios medžiagos eksploatuoti nebegalima. Analizuojant smūginio tašumo reikšmes pastebėtina, kad įtempių koncentratorius itin suintensyvina medžiagos mikro pleišėjimą, to pasekoje net 80 % R_{eH} apkrova varginti bandiniai neatitinka standartizuotos plieno specifikacijos (plieno eksploatuoti nebegalima), kuri nurodo, kad mažiausia smūginio tašumo reikšmė šiam plienui yra 88 J/cm².

Literatūra

- Shi G., Gao X., Wang., et al. 2018 a. Mechanical properties and constitutive models of low yield point steels, Constr. Build. Mater. 175 (30). 570–587.
- Shi G., Gao Y., Wang X., et al. 2018 b. Energy-based low cycle fatigue analysis of low yield point steels. Journal of Constructional Steel Research. 150, 346–353.
- Yang L., Gao Y., Shi G., et al. 2018. Low cycle fatigue property and fracture behavior of low yield point steels, Constr. Build. Mater. 165 (20), 688–696.

DRONO IR SENTINEL-2 DUOMENŲ PANAUDOJIMAS KARTOGRAFUOJANT NENDRYNŲ PJOVIMO POVEIKĮ PLATELIŲ EŽERE

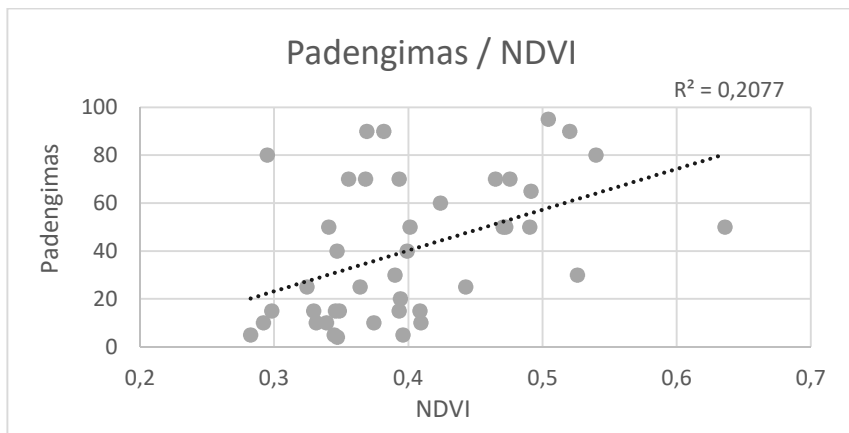
Edvinas Tiškus, Martynas Bučas, Vaiva Stragauskaitė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų institutas, Klaipėda
edvino.tiskaus@gmail.com

Paprastosios nendrės (*Phragmites australis*) yra plačiai Europoje paplitusi makrofitų rūšis druskinguose ir gėluose vandenyse, o jų stiebai atlieka svarbią ekologinę reikšmę, ypač dugnui stabilizuoti ir teršalams filtruoti. Nendrių biomasės šalinimas sumažina maistinių medžiagų koncentraciją eutrofikuotuose vandens telkiniuose.

Pagal trofiškumo parametrus Platelių ežeras atitinka mezotrofinį su oligotrofiškumo bruožais vandens telkinio tipą, dėl ko, tikėtina, tankėja ir plėtėja nendrynai. Nenuostabu, kad kaip viena iš ežero gamtotvarkos priemonių 2017–2019 metų periodu numatyti nendrynų pjovimo darbai. Nendrių stiebams kartografuoti prieš 2018 metų rugpjūčio mėnesio pjovimo darbus pasirinktos kelios vietos buvo dar kartą kartografuotos spalio mėnesį, po pjovimo darbų. Viena iš vietų buvo pasirinkta kaip kontrolė, kur nendrės nebuvo pjaunamos. Nendrės kartografuoti buvo naudotas DJI Phantom 4 advanced dronas su LEICA GPS imtuvu koordinatėms patikslinti. Naudojant fotogrametrijos metodus buvo sudarytos ortofoto mozaikos, kartu su virtualiais paviršiaus modeliais, vasaros ir rudens laikotarpiu, apskaičiuoti nendrių tūrio skirtumai (virš vandens), taip pat vidutinis jų tankis bei aukščiai. Kad būtų galima patikrinti viso ežero nendrių pokyčius iš Sentinel-2 palydovo buvo gautas normalizuotas augmenijos skirtumo indeksas (NDVI), kuris vėliau sukalibruotas su nendrių padengimu, įvertintu iš drono mozaikų. Buvo bandoma įvertinti automatinio klasifikavimo (maximum likelihood) algoritmo tikslumą atskti augaliją nuo vandens ir kitų aplinkos objektų (pvz., neapaugusi pakrantė), lyginant su ekspertiniu būdu nustatytomis teritorijomis.

Nustatyti reikšmingi nendrynų tūrio, aukščio ir plotų pokyčiai, kuriuose buvo atlikti pjovimo darbai. Nendrynų tūris tyrimo vietose sumažėjo 34 % (nuo 1930 m³ iki 664 m³), o vidutinis nendrių tankis sumažėjo nuo 5,2 iki 1,6 vnt. m⁻². NDVI dalinai atitiko iš drono mozaikų gautus nendrių plotus ir jų tankumą, taip pat gautas ryšys tarp NDVI ir nendrių padengimo (1 pav.). Tai rodo, kad palydovų duomenys gali būti naudojami nendrių tankumui ir paplitimui stebėti, vykdant Platelių ežero gamtotvarkos planus.



1 pav. Ryšys tarp nendrių padengimo įvertinto iš drono nuotraukų ir NDVI apskaičiuoto iš sentinel-2 palydovo duomenų.

Klasifikavimo algoritmo tikslumas atskiriant augaliją nuo vandens ir kitų objektų ortofoto vaizduose siekė 81 % prieš nendrių pjovimą ir 90 % po pjovimo.

MAGNETINIŲ NANO-SORBENTŲ TAIKYMAS SUNKIŲJŲ METALŲ ŠALINIMUI IŠ VANDENS MĖGINIŲ

Ieva Uogintė, Galina Lujanienė

Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius
ieva.uoginte@ftmc.lt

Įvadas. Baltijos jūra – viena jauniausių jūrų pasaulyje, turinti unikalias savybes, tokias kaip mažas sūrumas, nedidelis gylis bei dalinis užšalimas žiemą. Jos baseinas, šalia kurio gyvena apie 80–90 milijonų žmonių užima 1650000 km², o tai yra 4 kartus daugiau nei pačios jūros plotas. Tačiau tuo pačiu metu Baltijos jūros geografinė padėtis, uždarumas nuo Atlanto vandenyno ir lemia didžiulį užterštumą.

Toksinės medžiagos ir sunkieji metalai patenka į Baltijos jūrą per nuotekų valymo įrenginius, buitinių atliekų utilizavimo keliu, iš pramoninių įrenginių išmetamųjų dujų bei daugelio kitų šaltinių. Visi šie teršalai gali sukelti įvairių rūšių žalą jūros ekosistemai. Dėl lėtų degradacijos vyksmų daugelis jų kaupiasi vandens organizmuose ir įsijungia į maistines grandines arba nusėda dugno nuosėdose. Integruoto pavojingų medžiagų vertinimo rezultatai rodo, kad blogėjanti ekologinė būklė visose Baltijos jūros dalyse ir per pastaruosius kelis metus nepasikeitė (HELCOM et al. 2010).

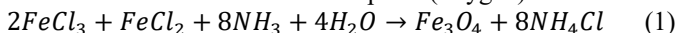
Sunkiųjų metalų pasiskirstymą lemia daug veiksnių: dugno nuosėdų tipas, mineralogija, organinių medžiagų kiekis, oksidacijos-redukcijos sąlygos vandenyje ir nuosėdose, vandens srovės, druskingumas ir t. t. (Švedijos EPA et al. 2000). Svarbiausi ir dažniausiai tiriami sunkieji metalai yra švinas, kadmis, varis, cinkas, gyvsidabris, nikelis ir arsenas (Leivuori et al. 2000, Švedijos EPA et al. 2000, HELCOM et al. 2010, Remeikaitė-Nikienė et al., 2018).

Pastaraisiais metais sunkiųjų metalų taršai mažinti būtent iš aplinkos vandeninių mėginių imti naudoti magnetiniai nano-sorbentai. Pagrindiniai jų privalumai yra greita sorbcija, didelis paviršiaus plotas bei patogus magnetinis atskyrimas. Wang susintetino ir pritaikė rodamino hidrazidu modifikuotas Fe₃O₄ sferas (Fe₃O₄-R₆G) selektyviam gyvsidabrio jonų aptikimui ir šalinimui iš įvairių aplinkos mėginių, tokių kaip vandentiekio, ežero ar upės vanduo. Jie nustatė, kad Hg²⁺ aptikimo riba yra 1,5*10⁻⁷ mol/L (Wang et al. 2012). Warner naudojo funkcionalizuotas Fe₃O₄ nanodaleles sunkiesiems metalams Kolumbijos upės vandens mėginiuose šalinti (Warner et al. 2010).

Šio darbo tikslas yra susintetinti ir įvertinti magnetinių nano-sorbentų (magnetito (M), magnetinio grafeno oksido (MGO), magnetinio Berlyno mėlio

(MPB) ir magnetinio Berlyno mëllo su grafeno oksidu (MPBGO)) panaudojimà sunkiesiems metalams (Cu(II), Co(II), Ni(II) ir Pb(II)) šalinti iš vandens męginių bei juos sukonzentruoti analitiniams tikslams.

Metodai. Magnetinių nano-sorbentų sintezė. Magnetiniai nano-sorbentai buvo sintetinami Valstybinio mokslinių tyrimų instituto Fizinių ir technologijos mokslų centro Radiochemijos laboratorijoje. Magnetito (M) nano-dalelės buvo susintetintos naudojant nusodinimo metodà, kurio metu maišant divalentės ir trivalentės geležies druskų vandenius tirpalus yra sulašinamas 1L 1mol/L amoniakinis tirpalas (1 lygtis):



Magnetinis grafeno oksidas (MGO) sintetinamas Fe(II) ir Fe(III) nusodinimo metu grafeno oksido aplinkoje šarminėmis sąlygomis. 0,1g grafeno oksido yra disperguojama 200 ml dejonizuoto vandens ir tuomet sulašinami 0,324 g (1,2 mmol) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, 0,167 g (0,6 mmol) $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ tirpalai. Magnetinis Berlyno mëlis (MPB) sintetinamas disperguojant 0,3 g magnetito 300 ml dejonizuoto vandens ultragarso vonelėje. Tuomet lėtai sulašinami 100 mL 56,8 mmol/L $FeCl_3$ ir 50 mL 42,6 mmol/L $K_3[Fe(CN)_6]$ druskų tirpalai. Gautas mišinys maišomas argono dujomis 1 valandà. Magnetinis Berlyno mëllo su grafeno oksidu (MPBGO) nano-sorbentas sintetinamas 2 stadijomis:

1. Susintetinamas magnetinis grafeno oksidas (MGO).

2. Magnetinio grafeno oksido paviršiuje nusodinamas Berlyno mëlis.

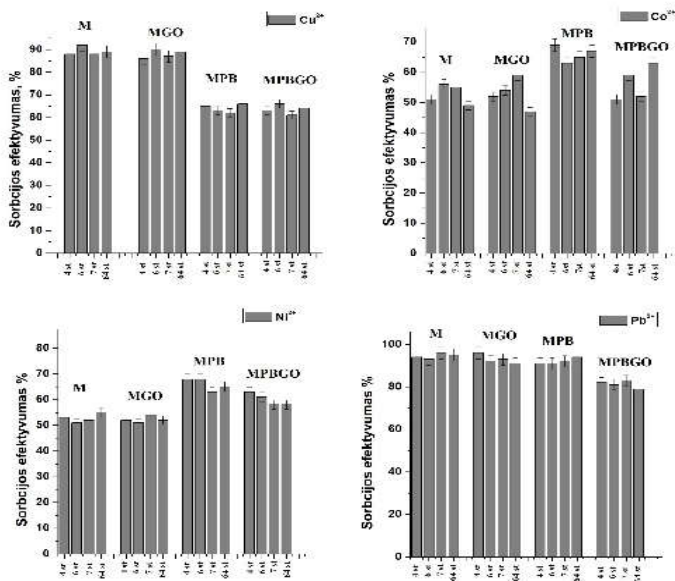
Sunkiųjų metalų šalinimas iš užteršto vandens. Susintetinti magnetiniai nano-sorbentai buvo panaudoti siekiant ištirti jų tinkamumą Cu(II), Co(II), Ni(II) ir Pb(II) iš vandens męginių šalinti. Be to, susintetinti sorbentai naudoti Cu(II), Co(II), Ni(II) ir Pb(II) metalams iš jūros vandens męginių koncentruoti. Jūros vanduo buvo imtas iš 4, 6, 7 ir 64 stočių (1 pav.). Eksperimente naudotas nano-sorbento kiekis yra 10 mg.

Rezultatai ir jų aptarimas. Magnetito (M), magnetinio grafeno oksido (MGO), magnetinio Berlyno mëllo (MPB) ir magnetinio Berlyno mëllo su grafeno oksidu (MPBGO) tinkamumo šalinti ir koncentruoti sunkiuosius metalus iš vandens męginių rezultatai pateikti 2 paveiksle. Sorbcijos talpa Cu(II), Co(II), Ni(II) ir Pb(II) kinta nuo 90 % iki 60 %. Nustatyta, kad naudojant M, MGO, MPB ir MPBGO nano-sorbentus Pb(II) šalinimas siekia 82–95 %, Co(II) – apie 50 %. Vario (Cu(II)) šalinimas priklausė nuo naudojamo sorbento. Magnetitas ir magnetinis grafeno oksidas pašalino apie 90% metalo jonų, tačiau sorbentuose su Berlyno mëllo efektyvumas sumažėjo iki 60 %. Panašūs pokyčiai pastebėti ir su Ni(II) jonais.



1 pav. Jūros vandens mėginių ėmimo vietos Baltijos jūroje.

Efektyvumo kritimas gali būti siejamas su pašaliniais jonais ištirpusiais jūros vandenyje, nes jame yra didelės K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} ir kitų jonų koncentracijos. Dėl panašaus hidratuoto jono spindulio šie jonai yra linkę konkuruoti dėl sorbcinių vietų Berlyno mëlto paviršiuje (K^+ (3.3 Å) Na^+ (3.6 Å) Pb^{2+} (4.02 Å) Ni^{2+} (4.04 Å) Ca^{2+} (4.1 Å) Cu^{2+} (4.19 Å) Co^{2+} (4.23 Å) Mg^{2+} (4.25 Å)).



2 pav. Sunkiųjų metalų sorbcija (%) iš Baltijos jūros vandens mėginių.

Išvados. Magnetiniai nano-sorbentai (magnetitas (M), magnetinis grafeno oksidas (MGO), magnetinis Berlyno mēlis (MPB) ir magnetinis Berlyno mēlis su grafeno oksidu (MPBGO)) gali būti panaudoti sunkiųjų metalų (Cu(II), Co(II), Ni(II) ir Pb(II)) šalinimui iš užteršto vandens ir metalų koncentravimui jūros vandens mėginiuose analitiniais tikslais. Sorbcijos efektyvumas viršija 50–90 % priklausomai nuo metalo ir sorbento. Jis gali būti padidintas iki 100 %, didinant naudojamo sorbento kiekį.

Literatūra

- HELCOM. 2010. Hazardous substances in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings, 120B, 116.
- Linnik P. M., Zubenko I. B. 2000. Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy metal compounds. Lakes & Reservoirs: Research and Management. 5, 11–21.
- Leivuori M. 2000. Distribution and accumulation of metals in sediments of the northern Baltic Sea. Finnish Institute of Marine Research, PhD thesis, Contributions. 9–43.
- Remeikaitė-Nikienė N., Garnaga-Butrė G., Lujanienė G. 2018. Distribution of metals and extent of contamination in sediments from the south-eastern Baltic Sea (Lithuanian zone). *Oceanologia* 60 (2), 193–206.
- Swedish EPA. 2000. Coasts and Seas. Environmental quality criteria. Swedish Environmental Protection Agency, Uppsala. 138.
- Wang L., Li J., Jiang Q., et al. 2012. Water soluble Fe₃O₄ nanoparticles with high solubility for removal of heavy-metal ions from waste water. *Dalton Transactions*. 41, 4544–4551.
- Warner C. L., Addleman R. S., Cinson A. D., et al. 2010. High-performance, superparamagnetic, nanoparticle-based heavy metal sorbents for removal of contaminants from natural waters. *ChemSusChem*. 3, 749–757.

ŠVENTOSIOS KRANTAS IR UOSTAS KAIP FATA MORGANĄ

Rimas Žaromskis

Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas, Lietuvos geografų draugija
rimas.zaromskis@cable.net.lt

Šventosios uostas šiandien tapo įvairių svarstymų ir ginčų bei su realybe prasilenkiančių, bet nemažai kainuojančių eksperimentų arena. Gana komplikuotoje uosto istorijoje racionaliausiais siekais išsiskyrė tik 1922–1943 m. laikotarpis, kai užbaigti pradėtas statybas sutrukdė tik išorės jėgos. Nežiūrint to, ir šiuo laikotarpiu buvo padaryta projektavimo klaidų, kurias, kaip nekeista, kartoja šiandienos projektuotojai. Šiame kontekste naudinga iš naujo pažvelgti į uosto istoriją ir jos kontekste vykusius kranto ir priekrantės pokyčius.

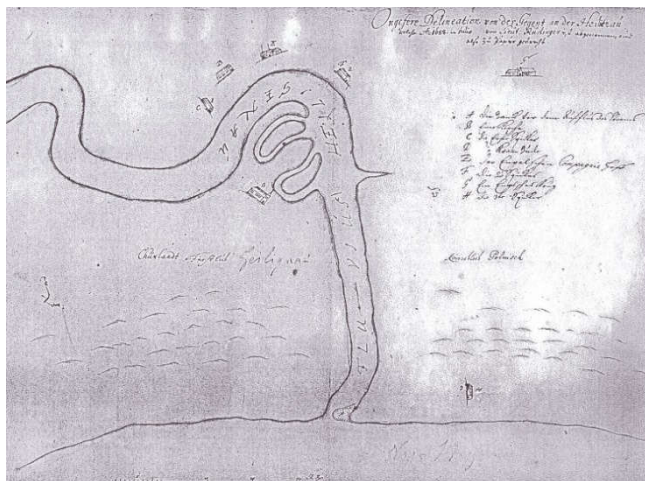
Šventosios uosto ir kranto pokyčių apžvalga parengta literatūros šaltinių ir betarpiškų autoriaus stebėjimų bei tyrimų, prasidėjusių 1967 m., pagrindu. Be to, buvo pasinaudota Kretingos muziejaus fondų foto medžiaga, už kurią autorius nuoširdžiai dėkoja muziejaus vadovybei bei darbuotojams. Darbe taip pat panaudota Lietuvos valstybės archyvo fondų bei privačių asmenų – E. Červinsko ir Š. Toliušio – rinkinių medžiaga.

Viduramžių epochoje ties dabartine gyvenviete į jūrą įsiliejo nedidelė, bet žemupyje gili upė. Į ją įplaukdavo žvejų ir prekeivių laiveliai, tačiau nemažai laivų šios uostavietės (neįrengto uosto) tikriausiai privengė, nes upės žiotyse susidarydavo aukšta smėlio sekluma. Nežiūrint to, šią vietą savo žemėlapiuose pažymėjo vokiečiai, olandai, švedai, anglai ir kiti to meto kartografs, vadindami Heilige Aa, Heyligaw, Heilig aa, ir panašiai. Matyt, pagal sąskambį šią gyvenvietę vietiniai kuršiai vadino tiesiog Elija.

XV–XVI amžiais Šventosios uostavietė buvo gana dažnai lankoma nedidelių prekybos laivų, o XVII amžiuje uosto įrengimu ėmė domėtis tiek vietiniai, tiek svetimšaliai. Valdant karaliui Jonui Sobieskiui 1679 m. anglų pirkkliai gavo privilegiją leidžiančią be mokesčių prekiauti ir gyventi Šventojoje 6 metus, bet už tai privalėjo įrengti uostą. Taip XVII a. pabaigoje atsirado uostas, ėmęs konkuruoti su kaimyniniais uostais ir net įsirengęs laivų statyklą. Prasidėjus Šiaurės karui, 1701 m. švedų kariuomenė sudegino pastatus bei įrenginius ir uostą užvertė akmenimis.

Abiejų tautų respublikos saulėlydyje, Lietuvą administruojant radikalaus ūkio pertvarkos entuziastui A. Tyzenhauzui, mokytas Žemaitijos bajoras F. Pilsudskis parengė visai naują uosto-tvirtovės projektą. Jis pirmą kartą rėmėsi ekonominiais skaičiavimais apie Žemaitijos potencialą eksportuoti

grūdus, linus, medieną ir manė uosto statybą greitai atsipirksiančią. Dėl finansinės pagalbos jis kreipėsi į daugelį vakarų šalių ir netgi į Rusijos carą Petrą I. Karaliui nuo valdžios nušalinus Tyzenhauzą, žlugo ir uosto statybos idėja.



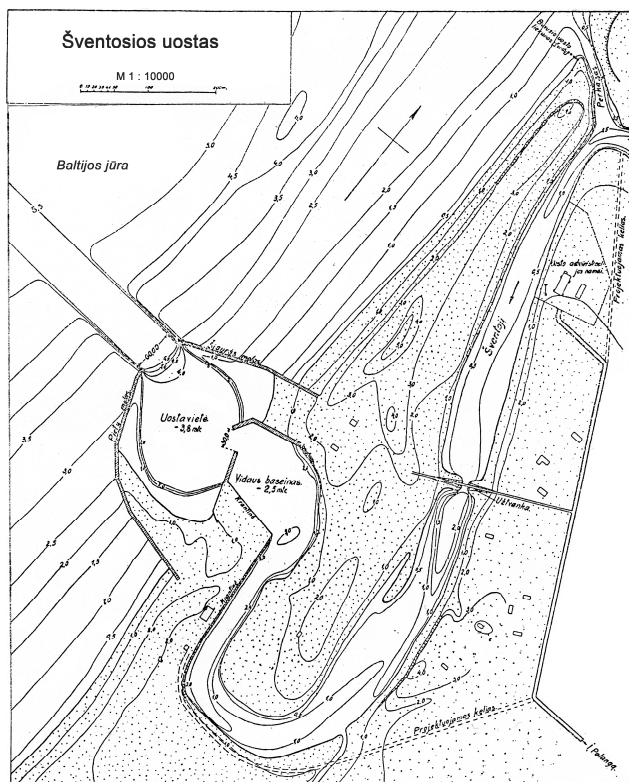
1 pav. 1688 m. leitenanto Riudingerio (Rudinger) parengtas Šventosios planas.

Lietuvai atgavus nepriklausomybę, vėl atgijo Šventosios uosto statybos idėja. Tarpininkaujant škotui Dž. J. Simpsonui, buvo susikeista teritorijomis su Latvija ir Lietuvai atiteko Palangos-Šventosios krantas. Buvo parengtas projektas trimis etapais pastatyti uostą Šventojoje. I-jame etape buvo numatyta pastatyti priekrantinės žvejybos uostą, išvedant molus į 3–3,5 m gylį, II-jame etape – atviros jūros žvejybos uostą su 5 m gyliu, o III-jame etape – jau komercinį uostą, išvedant molus į 7–8 m gylius. Pirmasis statybos etapas buvo pradėtas 1924 m. Pirmiausia buvo pastatyti molai, o iki 1928 m. upėje buvo įrengtos krantinės ir kiti būtini objektai.

Trumpi, iki 3–3,5 m išvesti molai tapo gera nešmenų gaudykle, bet per 13 egzistavimo metų neiššaukė ženklaus kranto linijos pokyčio. Kartu buvo konstatuota, kad priekrantės dugną ir paplūdimį ėmė dengti rupesnės nuosėdos.

1938 m., vadovaujant L. Ramanauskui, imtas įgyvendinti iš karto III-asis uosto statybos etapas. Greitai buvo statomas ilgas pietinis molas, įrenginėjami du vidiniai baseinai. 1940 m. pradėtas statyti ir šiaurinis molas, bet darbus nutraukė Lietuvoje prasidėjusi sumaištis po Sovietų sąjungos kariuomenės įvedimo. Vokiečių okupacijos metais vėl buvo tęsiami kai kurie vidinių baseinų įrengimo darbai, kuriems netrukdė okupacinė valdžia. Pasibaigus

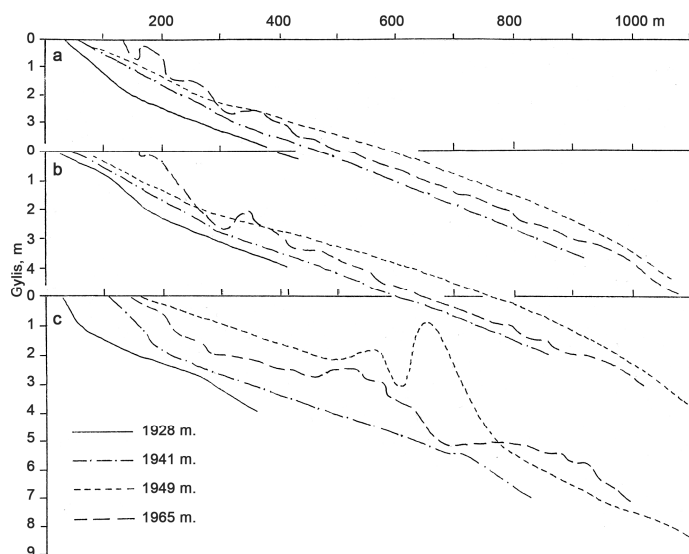
karui, uosto statyba nutrūko. Jame įsikūrė žuvininkystės ūkio laivai, buvo įrengtos remonto dirbtuvės, rūkykla, sandėliai ir kt., tačiau hidrotechniniai įrenginiai neprižiūrimi ėmė irti.



2 pav. Užbaigto Šventosios priekrantės žvejybos uosto planas (Merkys, 1934).

Pastacius ilgąjį pietinį molą, į šiaurę migruojantys nešmenys šį įrenginį apeidavo tik stiprių audrų metu, todėl piečiau uosto ir ties molu nuo 1939 m. iki 1965 m., t. y. per 26 metus, į jūros pusę kranto linija pasistūmė iki 230 m (Dolotov, Kirlys, Jurkevič, 1968). Piečiau uosto prasidėjo intensyvi arda, apėmusi kranto ruožą iki pat Latvijos. 1970 m. tyrimai parodė, kad kranto abrazija vis dar tęsiasi, bet tie Būtinge jau ima nusistovėti dinaminė pusiausvyra. Kranto arda ten pasireiškia tik ekstremalių audrų metu (Kirlys, 1973).

Lietuvai atgavus nepriklausomybę, vėl atgijo uosto atkūrimo klausimai. Buvo parengtas ne vienas projektas atkurti uostą be molų, įrengiant trumpus molus ir netgi statant gana didelį prekybos uostą. Vieną paskutiniųjų nedidelio uosto statybos projektų, skirtą žvejų laiveliams, jachtoms ar kitiems nedideliams laivams, pasiūlė Ispanijos specialistai. Šio projekto įgyvendinimas jau pradėtas valant ir gilinant esamus baseinus, atliekant kitus būtinus darbus. Kaip ir ankstesniais laikais, bandant išsiversti be molų, čia neapsieita be klaidų. Nežiūrint to, šis uosto atkūrimo etapas, atiduotas į Palangos savivaldybės rankas, tęsiasi.



3 pav. Jūros dugno reljefo kaita į pietus ir į šiaurę nuo Šventosios uosto 1928–1965 m. laikotarpiu. Matavimo profilių vietos: 290 m. į pietus nuo pietų molo (a) ir 85 m (b), o taip pat 400 m į šiaurę nuo šiaurinio molo pradžios (c). Sudaryta remiantis: Šimoliūnas, 1933; Dolotov, Kirlys, Jurkevič, 1968.

Jei šiandien Ispanijos specialistų paruoštą ir realiai statybai pritaikytą uosto projektą įgyvendintume, užuovėjinėje uosto pusėje vėl suaktyvėtų kranto abrazija. Kartu jis padėtų išsaugoti plačius paplūdimius ir smėlio išteklis tarp Ošupio ir Šventosios. Jei iš viso nieko nebūtų daroma, yrant ilgajam pietų molui piečiau jo esantys paplūdimiai patirtų degradaciją.

Literatūra

Dolotov J., Kirlys V., Jurkevič M. 1968. Apie kontūrų ir povandeninio šlaito pokyčius veikiant dirbtiniams įrenginiams. LTSR MA darbai, B serija, 1(52), 119–135

- Kirlys V. 1973. Pagrindiniai jūros dugno Šventosios miestelio priekrantės rajone morfologiniai ir litodinaminiai dėsningumai. LTSR MA darbai, B serija, 3(8), 159–169.
- Merkys V. Vandens keliai. Kaunas., 1934.
- Misiūnas R. J. 1977. The Šventoji Project: 18th Century Plans for a Lithuanian Port. Journal of Baltic Studies, 8(1), 28–51.
- Šimoliūnas J. Šventosios uostas. Kaunas, 1933.
- Šventosios valstybinio jūrų uosto atstatymo poveikio aplinkai vertinimo ataskaita. Darbo vadovas B. Gailiušis. Lietuvos energetikos institutas, 2011.
- Žaromskis R. Šventosios uostas. Vilnius, 1998.

Autorių sąrašas

Andrašunas V.	12	Grigaliūnienė S.	31
Anne O.	106	Grigolienė R.	45
Bacevičius E.	16, 136	Grininė E.	69, 122
Bagočius D.	19	Idzelytė R.	73
Balčiūnas A.	164	Ilginė R.	76
Baltaragienė K.	110	Ivanauskas E.	122
Baltranaitė E.	23	Jakimavičius D.	115
Bartoli M.	61, 119, 122, 130	Jakubavičiūtė E.	115
Bautrėnas A.	143	Jakubelskienė L.	106
Bevainis L.	97	Janušaitė R.	97
Bitinas A.	25, 42	Janutėnienė J.	31, 45, 191
Biveinytė V.	27	Jarmalavičius D.	100
Bodini A.	122	Jefanova O.	125
Bondavalli C.	122	Jokšas K.	182
Brandão J. C.	85	Jonika L.	81
Bružas M.	130, 132	Jonikaitė E.	85
Bučas M.	195	Jucė G.	89
Budraitis M.	42	Jukna L.	97
Bulbenkienė V.	168	Juknevičius G.	93
Dabees S.	31	Karaliūnas V.	53, 97
Dabulevičienė T.	35	Karlonienė D.	53, 100
Dagys M.	130	Kartašovas V.	31, 191
Dailidienė I.	35, 93, 145	Kataržytė M.	85
Dainys J.	38	Kaziukonytė K.	104
Damųšytė A.	42	Kelpšaitė-Rimkienė L.	89, 106
Daugevičius M.	45	Klimienė A.	76, 110
Daunys D.	122, 190	Knačauskaitė A.	166
Davydov O.	49	Kondrat V.	89
Deja K.	190	Kotovskij I.	49
Dubikaltienė A.	53, 100	Kozlov I.	35, 73, 145
Ezhova E.	125	Kregždys Ž.	57
Faidušienė R.	106	Kriaučiūnienė J.	115
Fedotova J.	57	Lauro M.	119
Gasiūnaitė Z. R.	65	Lebedevas S.	81, 149
Gečaitė I.	61	Lesutienė J.	69
Gedrimė L.	160	Liblik T.	125
Gintalas M.	191	Loshchagina J.	132
Giordani G.	119	Ložys L.	38, 115
Girininkas A.	154	Lujanienė G.	186, 197
Glazov P.	132	Magri M.	122
Gražulevičius G.	65	Martma T.	125

Mažeika J.	125	Skarbalienė A.	160
Medelytė S.	190	Skuratovič Ž.	125
Mitkus M.	129	Solovjova S.	136
Mockevičienė D.	160	Spiridonov A.	172
Morkūnaitė R.	143	Srėbalienė G.	178
Morkūnas J.	27, 65, 104, 130, 132, 138	Stakėnienė R.	182
Morkūnė R.	104, 122, 130, 135, 136, 138	Statkus R.	136
Narščius A.	19, 178	Stragauskaitė V.	122, 164, 195
Navašinskienė J.	143	Suzdalev S.	138
Nikitina I.	145	Šapalas D.	191
Norkevičius L.	149	Šemčuk S.	186
Normantė L.	110	Šiaulys A.	136, 190
Okado J.	129	Šilas G.	191
Olenin S.	178	Tadžijevs A.	31, 191
Paškauskas R.	125	Takahashi A.	129
Petkuvienė J.	61, 119, 122, 130, 154	Taraškevičius R.	138
Petraitis A.	157	Tiškus E.	195
Petrošius R.	125	Umgiesser G.	73, 136
Povilanskas R.	23	Uogintė I.	197
Pupienis D.	53, 100	Urbikas M.	191
Rapalis P.	81	Vaičiūtė D.	35, 61, 122, 154
Rapolienė L.	160	Vasylius M.	191
Rasuolė Gasiūnaitė Z.	69	Vernaci Y.	138
Raudonytė - Svirbutavičienė E.	182	Vybernaitė-Lubienė I.	122, 154
Razbadauskas A.	160	Vilčinska V.	53
Razinkovas-Baziukas A.	12, 16, 104, 135	Watanuki Y.	129
Rimkus T.	154	Zaiko A.	166
Rossato G.	119	Zemlys P.	122
Sabaliauskaitė V.	164	Žaromskis R.	201
Samuilovienė A.	166	Žilinskas G.	100
Shiomi K.	129	Žilius M.	166
Silkinis T.	168	Žulkus V.	154