



7-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų
konferencija

JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI - 2013

Konferencijos medžiaga

2013 balandžio 3-5
Klaipėdos universiteto Auditorijų ir konferencijų salės
kompleksas „Aula Magna“

Klaipėda, 2013

KONFERENCIJOS „JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2013“ ORGANIZATORIAI:



Asociacija „Baltijos slėnis“

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos
tyrimų ir planavimo institutas

MOKSLINIS KOMITETAS:

dr. Saulius Gulbinkas, doc. dr. Zita Gasiūnaitė, prof. dr. Inga Dailidienė,
prof. dr. Arūnas Andziulis, doc. dr. Albertas Bitinas, dr. Nerijus Blažauskas,
prof. dr. Darius Daunys, dr. Vasilij Djačkov, dr. Jūratė Lesutienė,
doc. dr. Rima Mickevičienė, prof. habil. dr. Sergej Olenin, doc. dr. Silva Pocyūtė,
prof. dr. Artūras Razinkovas-Baziukas, prof. habil. dr. Vytautas Smailys.

ORGANIZACINIS KOMITETAS:

dr. Viktorija Vaitkevičienė, Simona Mačiukaitė, Rosita Milerienė,
Ilona Minevičiūtė.

KONFERENCIJOS PRANEŠIMŲ MEDŽIAGĄ RECENZAVO:

Dr. Albertas Bitinas, Dr. Nerijus Blažauskas, Dr. Darius Daunys,
Dr. Zita Gasiūnaitė, Dr. Saulius Gulbinkas, Dr. Jūratė Lesutienė,
Dr. Rima Mickevičienė, Dr. Sergej Olenin.

LEIDINĮ REDAGAVO: Rosita Milerienė, Ilona Minevičiūtė.

LEIDINIO VIRŠELIS: Vitalija Gasiūnaitė.

Leidinyje pateikiama 7-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2013“, vykusios 2013 metų balandžio 3-5 dienomis, Klaipėdoje, pranešimų medžiaga. Konferencijos pranešimuose pristatomi jūros ir kranto zonos aplinkos tyrimai ir jūrinės technologijos, darnios jūrinės ekonomikos vystymo problemos ir jų sprendimo būdai.

Konferenciją, kuriai skirtas leidinys, organizuoja Asociacija „Baltijos slėnis“ ir Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas.

UDK 551.4(261.24)(474.5)(06)
Ju233

© Klaipėdos Universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas (KU BPATPI), 2013

ISBN 978-9986-31-379-3

KONFERENCIJOS RĖMĖJAI:



EX VII
expertus Vilnensis

 Linea libera

[HTTP://WWW.LINEALIBERA.LT/](http://www.linealibera.lt/)

 ARMGATE

[HTTP://WWW.ARMGATE.LT](http://www.armgate.lt)

 BIOTECHA
Biomedikos grupė

[HTTP://WWW.BIOTECHA.LT/](http://www.biotecha.lt/)

 EKSMA

[HTTP://WWW.EKSMA.EU/LT](http://www.eksma.eu/lt)

 LaboChema

[HTTP://WWW.LABOCHEMA.LT/](http://www.labochema.lt/)

„Perkin Elmer“ siūlomas naujas ir greitas įvairių junginių nustatymo būdas

P. Jurgutis, el. paštas: info@linealibera.lt

UAB „Linea Libera“, „Perkin Elmer“ atstovė Lietuvoje

Tikslas - vaistų, asmens priežiūros medžiagų ir pesticidų užterštumo vandenyje greitas nustatymas nenaudojant mėginio paruošimo.

Pesticidų, farmacinių ir asmens higienos preparatų greita apžvalga naudojant tiesioginės analizės masių spektrometrinę sistemą DSA – AxION 2 TOF

Šių medžiagų stebėjimas ir nustatymas aplinkos objektuose labai svarbus dėl jų neigiamo poveikio aplinkos gyvūnijai ir augmenijai, bei jų sukeltų sveikatos problemų žmonėms. Tradiciškai šių teršalų aptikimui naudojami dujų ir skysčių chromatografiniai metodai, tačiau jų tyrimai atima daug laiko ir sąnaudų.

Siūlomas naujai sukurtas tiesioginio mėginio analizės metodas, kai mėginys, jo papildomai neruošiant, matuojamas su laiko skrydžio tipo (TOF) masių spektrometru. Taip išvengiama galimų ekstrakcijos, derivatizacijos, valymo, koncentravimo, chromatografavimo ir kt. stadijų. Naudojant šį metodą galima labai greitai iširti teršalus iš įvairių vandens telkinių.

Šių junginių jautrumo riba (DL) svyruoja 1 – 10 µg/L koncentracijų intervale.



DSA – AxION 2 TOF spektrometras



Automatinis mėginių ėmiklis



Mėginių jonizavimas
DSA – AxION 2 TOF
sistemoje

1 pav. Tiesioginės analizės masių spektrometrinė sistema DSA – AxION 2 TOF

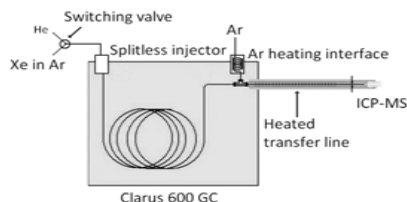
Sn junginių nustatymas jūros vandenyje

Tri-butil alavas (TBA) dažnai naudojamas laivų dažymui, nes jis greitai žudo įvairius jūros organizmus ir neleidžia jiems kauptis ant paviršiaus. Anksčiau šis junginys buvo plačiai taikomas medienos konservavimui bei kituose pramoniniuose procesuose. TBA iš dažų difunduoja į vandenį ir neigiamai veikia jūros organizmų populiacijas, kaupiasi juose ir per žuvis galiausiai pasiekia žmones.

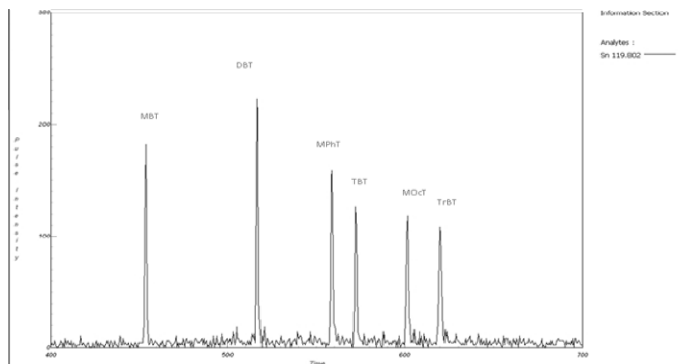
Tradicškai naudojamas dujų chromatografinis masių spektrometrinis metodas (GC-MS) nepakankamai jautrus matuoti alavo organinius junginius pagal europinius reikalavimus ir pasiekti < 0.2 ng/L koncentracijas (2pav.). Naujas dujų chromatografinis indukuotos plazmos masių spektrometrinis būdas (GC-ICP-MS) yra alternatyvi šio tyrimo metodika, galinti tenkinti ES standarto reikalavimus. Naudojant šį metodą galima tiksliai nustatyti labai mažus kiekius tri-butil alavo koncentracijas jūros vandenyje ir tenkinti ES metodo reikalavimus, tuo pačiu emisinės plazmos masių spektrometras yra geriausias instrumentas dideliu jautrumu matuoti mikro ir makro metalų kiekius ir jų izotopus įvairiuose objektuose.



Perkin Elmer GC-ICP-MS spektrometras



Perkin Elmer Clarus 600 mėginių jonizacijos schema




2 pav. naudojant GC-ICP-MS metodą išskiriamas ir atpažįstamas organinis alavas iki 10 ng/L koncentracijos. F. Abou-Shakra, G. Johnson; PerkinElmer, Inc., Shelton, CT USA

Laboratorinių tyrimų įranga

Bedradarbiaudami su stipriausiais pasaulio laboratorinės ir tyrimų įrangos gamintojais galime pasiūlyti ne tik pažangias technologijas, tačiau ir kvalifikuotą konsultacinę pagalbą, kurios patirtį sukaupėme eilę metų tobulindami personalo žinias ir praktinius sugebėjimus.

Pagrindinės veiklos kryptys:

- **Chromatografija.** Skysčių ir dujų  chromatografai (GC, HPLC, UFLC)
- **Masių spektrometrinė** įranga (GCMS, LCMS, LC-IT-TOF)
- **Spektroskopija.** Įvairiausios klasės spektroskopai (UV/VIS/NIR; FTIR)
- **Atominės absorbcijos spektrometrija** (AAS, GFA)
- **Bendrosios anglies ir azoto nustatymo įranga** (TOC, TN)
- **Medžiagų gryninimas.** Peperatyvinė chromatografija. „Flash“ chromatografija
- **Rentgeno analizės metodai. Rentgeno fluorescencija, rentgeno difrakcija** ir kt. Medžiagų elementinė bei struktūrinė analizė.
- **Elektroninė mikroskopija.** Nuo sudėtingiausių iki paprasto naudoti „table top“ elektrinio mikroskopo.
- Terminė analizė. Termogravimetrija, kalorimetrija.
- Visas spektras **naftos produktų** analizės įrangos.
- **Laboratoriniai baldai.**
- **Vandens gryninimo sistemos**
- **Ir kt.**



UAB "Armgate"
Kubiliaus g. 6-21, Vilnius, LT-08234, Lietuva
el. paštas: info@armgate.lt, internetinė svetainė: www.armgate.lt
tel. +370 5 278 95 73, fax. +370 278 95 72



Daugiau nei 10 metų Baltijos šalyse dirbanti Labochemia įmonių grupė yra viena didžiausių šios srities grupių regione, tiekianti itin aukštos kokybės cheminius reagentus, reikmenis, laboratorijų įrangą, baldus bei įgyvendinanti individualius laboratorijų įrengimo projektus.

Pirmoji grupės įmonė buvo įkurta Vilniuje 1997 metais. Šiandien Labochemia įmonių grupę sudaro keturios įmonės Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje.

„Labochemia LT“ siūlo labai platų laboratorinės įrangos asortimentą, kurį sudaro tik gerai žinomų ir pasaulyje pripažintų firmų gaminiai. Todėl mes siūlome tik itin kokybiškus ir patikimus produktus jūsų laboratorijai.

Įmonė taipogi vykdo įvairius projektus:

- Aplinkos oro monitoringo sistemos ir jų diegimas,
- Paviršinio ir gruntinio vandens parametrų stebėjimo įranga ir jos diegimas,
- Sistemų jūriniams tyrimams atlikti diegimas,
- Sistemų geležinkelio lokomotyvų užpylimo smėliu diegimas,
- Sandėliavimo talpos ir konteineriai,
- Vivariumų įranga gyvūnams ir kt.

„Labochemia LT“ UAB atstovauja Sigma-Aldrich įmonę - lyderį gyvosios gamtos mokslų ir aukštos technologijos srityse. Šios kompanijos biochemijos ir organinės chemijos produktai bei rinkiniai yra naudojami moksliniuose ir genominiuose tyrimuose, biotechnologijoje, vaistų kūrime, ligų diagnostikoje ir kaip pagrindiniai komponentai farmacijos ir kitose aukštos technologijos pramonėse.

Gerai išvystyta serviso tarnyba atlieka laboratorinės įrangos instaliavimo darbus, garantinę ir pogarantinę priežiūrą, apmoko bei konsultuoja vartotojus įrangos naudojimo klausimais. Klientams pageidaujant vykdoma reguliari profilaktinė įrangos priežiūra.

Serviso tarnybos specialistai nuolat tobulinasi įvairių laboratorinės įrangos gamintojų mokymo centruose, todėl gali greitai ir kvalifikuotai įdiegti bei prižiūrėti sudėtingiausią laboratorinę įrangą, pašalinti gedimus.

Mes siūlome:

- Jūsų įsigytos naujos įrangos instaliaciją, garantinę ir pogarantinę aptarnavimą;
- Jūsų turimos įrangos perkėlimą į kitą darbo vietą;
- Jūsų darbuotojų apmokymą dirbti su jiems nauja įranga;
- Savo pagalbą pradedant dirbti su Jums nauja metodika;

- Konsultavimą renkantis Jums optimaliausią įrangą ar jos komponentus;
 - Ilgalaikės serviso sutartis Jūsų turimos įrangos priežiūrai ir remontui.
- Mes galime Jums padėti prižiūrėdami ir remontuodami:
- Vandens kokybės matavimo įrangą;
 - Fizikinio – cheminio principo veikimo prietaisus;
 - Precizinės optikos prietaisus;
 - Spektrofotometrijos ir chromatografijos prietaisus;
 - Mechaninio veikimo prietaisus.

„Labochemia LT“ - patikimas Jūsų laboratorijos tiekėjas Baltijos šalyse

TURINYS

Olenin S., Gasiūnaitė Z., Gulbinskas S., Mickevičienė R. Sveikos jūros ir „mėlynosios“ ekonomikos link	15
Bacevičius E. Blyškūsis jūrvežys (<i>Saduria entomon</i> , Linnaeus, 1758) Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje Baltijos jūroje: išplitimas, populiacijos struktūra bei reikšmė žuvų mitybai	17
Bagdonas K., Nika N., Česnauskas V. Lydekų plėšrumo poveikis upinių nęgių <i>Lampetra fluviatilis</i> L. migraciniam ir žiemojimo mirtingumui Šventosios upėje	23
Balčiūnas A. Jūrinių šiukšlių neigiamo poveikio vertinimas Lietuvos kranto zonoje: esama situacija	27
Bitinas A., Damušytė A., Vaičiulytė S., Jurkin V. Pietryčių Baltijos vandens lygio kaita poledynmečiu: paleorekonstrukcijų sudarymo metodologiniai ypatumai	31
Bitinas A., Dobrotin N., Damušytė A., Michelevičius D. Kuršių nerijos kopų geologinė raida	36
Bykovas D., Drungilas D., Andziulis A., Venskus J. Jūrų tyrimų ir monitoringo sensorinės automatizuotos informacinės sistemos, skirtos išankstiniam ekologinių problemų identifikavimui, projektavimo koncepcija	39
Bručas D., Ragauskas U., Bajarūnas G., Berteška E., Kaizevičius A. Jūros bei priekrantės zonų stebėjimas bepiločių orlaivių pagalba	43
Bučas M. Baltijos jūros makrodumblių svarba formuojant zoobentos dugno bendrijas	47
Burškytė V., Anne O., Stasiškienė Ž. Jūrinės industrijos spaudimo gamtinei aplinkai valdymo galimybės	51
Dainys J., Jakubavičiūtė E., Pūtys Ž., Ložys L. Water salinity influence on perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.) growth	57
Depellegrin D., Blažauskas N. An integrated approach for socio – economic and ecological oil spill sensitivivity mapping	58
Djačkov V., Mickevičienė R., Paškauskas R., Šulčius S., Narušis E., Žapnickas T. Tvari savaeigė vidaus vandenų ekologijos tyrimų platforma ir hidroekologinių tyrimų galimybės	65

Dzemydienė D. Sprendimų paramos sistemos galimybės vertinti vandens taršos procesus	69
Eglynas T., Jusis M., Lenkauskas T. Gdanskio uosto krovinių srautų prognozavimo modelio kūrimas	73
Fedorovič J., Pupienis D., Jarmalavičius D., Žilinskas G. Granulimetrinės sudėties skirtumai eroziniuose ir akumuliaciniuose jūros kranto ruožuose	77
Fedotova J. Stintų (<i>Osmerus eperlanus</i> , L.) biologinių charakteristikų ir sezoninio paplitimo kaita Baltijos jūros Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje	81
Galkus A., Jokšas K., Stakėnienė R. Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų užterštumas sunkiaisiais metalais	86
Gerok D. Geofizinių metodų taikymas palaidotų struktūrų paieškoms Baltijos jūros Lietuvos kranto zonoje	91
Grecevičius P., Olšauskaitė - Urbonienė R., Jurkus E., Žilinskas G., Eidikonienė J. Žemyninio kranto pajūrio juostos paplūdimių darnios plėtos planavimo aspektai	95
Grininė E., Vaičiūtė D. Baltijos jūros Būtingės naftos terminalo akvatorijos aplinkos būklės vertinimas naudojant zooplanktono rodiklius	101
Jakimavičius D., Kriaučiūnienė J. Kuršių marių vandens balansas klimato kaitos sąlygomis XXI a.	105
Jasiulionis M., Balčiauskienė L., Balčiauskas L. Didžiųjų kormoranų (<i>Phalacrocorax carbo</i>) kolonijos poveikis smulkiųjų žinduolių bendrijai	111
Kataržytė M., Bučas M., Vaičiūtė D., Gyraitė G. Potenciali makrofitų sąnašų akumuliacija ir degradacija Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje	112
Kazlauskienė N., Svecevičius G., Kesminas V., Staponkus R., Marčiulionienė D. Permanentinės taršos poveikio vandens ekosistemai, naudojant ekotoksikologinių (eksperimentinių-gamtinių) ir hidrocheminių metodų kompleksą, tyrimas	117
Kelpšaitė L., Bagdanavičiūtė I. Bangų veikimo zona Lietuvos priekrantėje	126

Kybrancienė R. Plūdurlapių augalų bendrijų gausumas, įvairovė ir paplitimas Kuršių marių šiaurinėje dalyje	129	Baziukas A. Bendrojo ir ištirpusio neorganinio fosforo dinamika Kuršių marių nuosėdose	
Kregždys Ž., Statkus R., Špėgys M., Plauška K. Dugninių verslinių žuvų ligų įvairovė ir paplitimas Baltijos jūroje	131	Pilkaitytė R., Fiocca A., Ingrosso W., Basset A. Lagūnų planktoninių dumblių elektroninis atlasas	185
Kriaučiūnienė J. Suskystintų gamtinių dujų terminalų įtaka Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui	136	Pustelnikovas O., Šinkūnas P., Melešytė M., Rudnickaitė E. Cheminių elementų pasiskirstymas organogeninėse tarpledynmečių nuogulose klimato pokyčių fone	188
Kučinskienė A., Krevš A. Bakterinė sulfatų redukcija Kuršių marių dugno nuosėdose	139	Pustelnikovas O., Špokauskas A., Račkauskaitė J. Nuosėdinės medžiagos migracija ir mineralų kaita Kuršių marių sedimentaciniame baseine	196
Lenkauskas T., Gerasimov K., Tekutov J., Eglynas T. Gioteborgo uosto krovinių srautų prognozavimo modelio kūrimas	143	Pūtys Ž., Jakubavičiūtė E., Dainys J., Ložys L. Didžiųjų kormoranų ir verslinės žvejybos konkurencija Kuršių mariose	204
Lesutienė J., Gasiūnaitė Z.R., Razinkovas – Baziukas A., Morkūnė R. Stabiliųjų izotopų analizės taikymas mitybinės nišos ir mitybos tinklų tyrimuose	146	Rapalis P., Smailys V., Strazdauskienė R. Baltijos jūros uostų lyginamoji charakteristika pagal oro taršą iš apsilankančių laivų	207
Lujanienė G., Mažeika J., Petrošius R., Remeikaitė-Nikienė N., Barisevičiūtė R., Jokšas K., Garnaga G., Stankevičius A., Kulakauskaitė I., Šemčiuk S. Anglies ir plutonio izotopai Baltijos jūros ir Kuršių marių dugno nuosėdose	149	Raubienė R. Šakotausių ir irklakojų vėžiagyvių erdvinio pasiskirstymo dėsningumai Kuršių mariose	212
Mačiulis M. Pempės veisimosi Nemuno deltoje tyrimo duomenų preliminari analizė	156	Razinkovas - Baziukas A., Bartoli M., Ruginis T., Petkuvienė J., Pilkaitytė R., Lubienė I., Žilius M., de Wit R. Eutrofikacijos apraiškos Baltijos jūros tranzitiniuose vandenyse: tarp upių nuotekio ir klimato	215
Mickuvienė K., Kryževičius Ž., Žukauskaitė A. Naftos angliavandenilių pasiskirstymo jūros vandenyje tyrimai	160	Remeikaitė - Nikienė N., Lujanienė G., Barisevičiūtė R., Garnaga G., Stankevičius A. Baltijos jūros ir Kuršių marių (Lietuvos dalis) skendinčios organinės medžiagos charakteristikos: stabilųjų izotopų santykiai $\delta^{13}C$ ir $\delta^{15}N$	217
Minevičiūtė I., Gulbinskas S. Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų tipai	164	Ruginis T., Bartoli M., Petkuvienė J., Žilius M., Lubienė I., Razinkovas-Baziukas A. Invazinio moliusko <i>Dreissena polymorpha</i> įtaka maistmedžiagų transportui tarp dugno nuosėdų ir vandens mezotrofinio ežero litoralėje	222
Morkūnas J. Migruojančių gulbių (<i>Cygnus sp.</i>) ir žąsų (<i>Anser sp.</i>) gausumo dinamika Nemuno deltoje	167	Rukšėnienė V. Lietuvos Baltijos jūros druskingumo vertinimas: dviejų erdvinio prognozavimo metodų lyginamoji analizė	224
Narščius A., Olenin S. AquaNIS – įrankis svetimkraščių rūšių paplitimo globalioms tendencijoms stebėti	168	Smailys V., Bereišienė K., Daukšys V., Danasaitė E. AB “Smiltynės perkėla“ keltų oro taršos įvertinimas	231
Navašinskienė J. Smarkios audros pajūryje	172	Srėbalienė G., Zaiko A., Olenin S. Invazinės rūšys Kuršių mariose ir jų galima įtaka vandens kokybės parametrams	235
Nika N., Staponkus R., Balčiūnas A., Szulc M. „Tinklai – vaiduokliai“ Lietuvos priekrantėje: problemos mastas, poveikis ekosistemai ir sprendimo būdai	175		
Paldavičienė A., Zaiko A. Dvigeldžių filtratorių vaidmuo kaupiant cianotoksinius borealinėje priekrantės lagūnoje	178		
Petkuvienė J., Lubienė I., Žilius M., Semaškaitė A., Razinkovas-	182		

Stakėnienė R., Jokšas K., Galkus A., Raudonytė E., Laurikėnas A. Organinės medžiagos geocheminiai indikatoriai Klaipėdos uosto dugno nuosėdose	239	Adaptyvaus galimų incidentų prevencijos apsimokančio algoritmo kūrimas jūrų transporto eismo uoste stebėjimo sistemai	
Statkus R. Jūrinės žuvininkystės mokslas Lietuvoje: dabartis ir perspektyvos	245	Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G., Gulbinskas S., Bellafiore D. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model	313
Suzdalev S., Gulbinskas S. Teršiančių medžiagų pasiskirstymo dėsningumai Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdose	251	Žaromskis R. Ežios seklumos raidos ypatumai per paskutiniuosius 300 metų	317
Šaškov A., Schläppy M., Rzhanov Y. Sea bottom imagery automatic and manual analysis: comparative study	257	Žilinskas G., Pupienis D., Jarmalavičius D. Kranto linijos pokyčių ypatumai Šventosios uosto rajone 1910-2010 m.	324
Šečkus J., Piličiauskas G., Vaikutienė G. Kuršių nerijos raida vėlyvajame holocene (Nida, Lietuva)	262	Žiliukas A., Janutėnienė J., Mickevičienė R. Aplinkai draugiškų (žaliųjų) technologijų tyrimai ir taikymas jūrinių konstrukcijų ir energetinių sistemų tobulinimui	330
Šiaulys A. Lietuvos akvatorijos dugno buveinių biologinė valorizacija	267	Žilius M., Bartoli M., Ruginis T., Petkuvienė J., Kataržytė M., Lubienė I., de Wit R., Razinkovas-Baziukas A. Biogeocheminiai procesai bento-pelagialės sąveikos zonoje melsvabakterių žydėjimo metu	335
Švanys A., Eigemann F., Ivanauskaitė A., Crespo B.O., Paškauskas R., Grossart H., Hilt S. Alelopatinis vandens augalo <i>Myriophyllum spicatum</i> poveikis toksinėms ir netoksinėms <i>Microcystis aeruginosa</i> melsvabakterėms	272	Autorių sąrašas	338
Taraškevičius R., Iršėnaitė R., Motiejūnaitė J., Zinkutė R., Adamonytė G., Dagys M. Geocheminiai gradientai Juodkrantės kormoranų kolonijos pušų virtuolių medienoje	275	Konferencijos dalyvių 2012 m. vykdytų projektų sąrašas	341
Umgiesser G., Razinkovas-Baziukas A., Barisevičiūtė R., Baziukė D., Ertürk A., Gasiūnaitė J., Gulbinskas S., Lubienė I., Maračkinaite J., Petkuvienė J., Pilkaitytė R., Ruginis T., Zemlys P., Žilius M. CISOCUR - Numerical modelling of hydrodynamic circulation in the Curonian lagoon based on stable Carbon isotopes	281	Konferencijos dalyvių 2012 m. mokslinių publikacijų sąrašas	343
Vaičiūtė D., Bresciani M., Matta E. Radiometriniai matavimai Lietuvos Baltijoje: naujos galimybės taikant nuotolinius tyrimų metodus	285		
Vaikutienė G., Mažeika J., Martma T., Garbaras A., Barisevičiūtė R., Skipitytė R. Stabiliųjų izotopų ir titnagdumblių sudėties kaita – Kuršių marių dugno nuosėdų formavimosi aplinkos atspindys	291		
Valaitis E., Ivoškytė S., Keplšaitė L., Gulbinskas S. Smėlio tūrio pokyčiai Palangos paplūdimyje 2012 m.	296		
Valaitis E., Kelpšaitė L., Gulbinskas S. Ar galioja Bruno taisyklė Palangos kranto ruožui?	299		
Venskų J., Kurmis M., Dzemydienė D., Andziulis A., Limba T.	303		

SVEIKOS JŪROS IR „MĒLYNOSIOS“ EKONOMIKOS LINK

Jūros mokslo, kompleksiškai tyrinėjancio jūrų ir vandenynų geologines, fizines, chemines ir biologines savybes, gamtinius procesus bei žmogaus veiklos įtaką, vaidmuo šiuolaikinės visuomenės raidoje sparčiai auga. Mūsų šalyje jūrinio mokslo tradicijos dar nėra gilios, tačiau įvairūs iššūkiai – klimato kaita, intensyvi naujų gamtinių ir energijos išteklių paieška, didėjantis jūros aplinkos užterštumas, gamtinių buveinių nykimas – verčia vis daugiau dėmesio skirti jūrinio mokslo vystymui ir derinimui su jūrinės industrijos plėtra. Šiais klausimais Lietuva išipareigojusi vykdyti bendrą Europos sąjungos integruotą jūrų politiką (Jūros strategijos pagrindų direktyva, Jūrinių ir jūrininkystės mokslinių tyrimų strategija, Baltijos jūros regiono strategija ir kt.).

Dėl įvairių istorinių priežasčių mūsų šalis bene vėliausiai iš visų Baltijos jūrą supančių valstybių ištraukė į jūrinius tyrimus. Tačiau verta prisiminti, kad iš karto po Klaipėdos krašto prijungimo prie Lietuvos, tuometinė vyriausybė inicijavo tyrimus, kurie padėjo įvertinti jūrinius išteklius, uosto ūkio ir laivybos naudą šalies ekonominei plėtrai. Buvo kviečiami užsienio specialistai, į tyrimus aktyviai išitraukė ir Lietuvos mokslininkai. Nuo to laiko žinios apie jūrą ženkliai išaugo. Žymiai geriau suprantami sudėtingi jūroje vykstančių procesų funkcionavimo mechanizmai. Pagaliau suvokiame, kad nuo jūros aplinkos kokybės priklauso ir žmogaus gerovė bei veiklų sėkmė, kad sveika jūros aplinka yra vertingiausias turtas ir būtina gyvybės išlikimo sąlyga, užtikrinanti jūros išteklių naudojimo galimybes ne tik dabarties, bet ir ateities kartoms. Tačiau, augant visuomenės poreikiams, vien dabartinio jūros pažinimo neužtenka. Ilgalaikis darnus vystymasis negali užsitikrinti pats savaime, jam įgyvendinti būtinas nuolatinis mokslinių žinių atnaujinimas ir politinė valia.

Jūrinis mokslas, kaip ir visas šiuolaikinis mokslas, turi kelias tarpusavyje susijusias funkcijas: pažintinę, pasaulėžiūros formavimo, ekonominę, socialinę ir kultūrinę.

Esminė yra pažintinė funkcija. Tai naujų žinių apie jūrą, kaip sudėtingą vientisą gamtinį objektą, glaudžiais ryšiais susijusį su socialine ir ekonomine sistema, gavimas. Ši funkcija apima vandenynų ir jūrų geologinės sandaros ir raidos, hidrosferos ir atmosferos sąveikos procesų, gyvybės evoliucijos, jūrinę aplinką reguliuojančių veiksnių pažinimą. Jai tai pat priklauso ir jūrinių procesų bei reiškinių, jų sąveikos su antropogeniniais veiksniais supratimas, bendrųjų dėsningumų formulavimas ir panaudojimas reiškinių paaiškinimui, analizei bei prognozei. Tai fundamentiniai uždaviniai, kurių sprendimui būtina konsoliduoti mokslinį potencialą, stiprinti jūrinio mokslo infrastruktūrą ir didinti tarptautiškumą.

Su pažinimu glaudžiai susijusi pasaulėžiūros formavimo funkcija. Tai racionalus procesų ir reiškinių, vykstančių jūrų ir vandenynų aplinkoje, supratimas ir paaiškinimas, mokslo žiniomis pagrįstos pasaulėžiūros, kurios neatsiejama dalimi yra žinios apie jūrą, formavimas. Mūsų šalyje ši funkcija dar nepakankamai išvystyta. Daugumos Lietuvos gyventojų pasaulėžiūroje jūra kol kas yra gana periferinis suvokimo objektas.

Ekonominė funkcija apima mokslinių žinių panaudojimą naujų technologijų kūrimui ir jūros aplinkos valdymui, inovacijų diegimui gamybos procesuose ir mokslinėmis žiniomis pagrįstos „mėlynosios“ ekonomikos kūrimą. Novatoriškų, mokslu grįstų sprendimų žaliosios laivybos, modernių uostų ir jų infrastruktūros kūrimas būtinas Lietuvos tarptautinio konkurencingumo užtikrinimui. Aktuali yra jūrų transporto poveikio aplinkai mažinimo problema.

Socialinė funkcija - tai mokslinių žinių taikymas socialinio ir ekonominio vystymo programoms. Tokių programų prigimtis paprastai yra kompleksinė, jų kūrimas numato glaudų gamtos, technologinių, socialinių ir kitų mokslo sričių bendradarbiavimą.

Atlikdamas kultūrinę funkciją, jūrinis mokslas yra svarbus kaip žmonių švietimo ir auklėjimo veiksnys, savitas kultūros fenomenas. Mokslo pasiekimai veikia edukacinį procesą, jo metodus ir formas. Jūrinis mokslas turi ženkliai prisidėti prie Lietuvos visuomenės jūrinio identiteto formavimo ir šalies kultūrinės raidos. Neturi būti pamirštas ir marinistinis archeologinis, istorinis, dvasinės raiškos, etninis paveldas.

Taigi, jūrinio mokslo plėtra turi ne tik užtikrinti palankias sąlygas Lietuvos – kaip jūrinės valstybės – ekonominiam augimui, bet ir tenkinti socialinius poreikius, formuoti jūros dvasia alsuojančią visuomenę.

*Sergej Olenin, Zita Gasiūnaitė, Saulius Gulbinskas,
Rima Mickevičienė*

BLYŠKUSIS JŪRVĖŽYS (*SADURIA ENTOMON*, LINNAEUS, 1758) LIETUVOS IŠSKIRTINĖJE EKONOMINĖJE ZONOJE BALTIJOS JŪROJE: IŠPLITIMAS, POPULIACIJOS STRUKTŪRA BEI REIŠMĖ ŽUVŲ MITYBAI

Egidijus Bacevičius

*Žuvininkystės tarnybos prie Lietuvos respublikos Žemės ūkio ministerijos
Žuvininkystės ir mokslo skyrius; Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio
aplinkos tyrimų ir planavimų institutas, Klaipėda; ebacevicius@mail.lt*

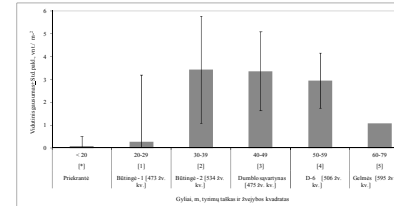
Blyškieji jūrvėžiai (neform. – jūrų tarakonai) (*Saduria (Mesidotea) entomon* L. (Isopoda: *Valvifera/Chaetiliidae*) yra stambiausi reliktiniai Baltijos jūros vėžiagyviai. Būdami ilgaamžiais ir sudarydami dideles santalkas, jie užima svarbią vietą jūros ekosistemoje. Ankstesniuose tyrimuose nustatytas jūrvėžių pasiskirstymas Gotlando ir Botnijos duburyje, ilgių sklaida (Nikitina et al., 1963; Järvekūlg, 1979; Olenin, 1992, 2000; Bubinas et al., 2003a; Bubinas et al., 2003b), skelbti rūšies išplitimą sąlygojančių fiziologinių prisitaikymų gyventi hipoksijos sąlygose tyrimai (Haahtela, 1990, ir kiti str. cit. šaltiniai); Kopacz et al., 1986; Leonardsson, 1986; Kristoffersson et al., 1990). Tačiau iki šiol yra menkai pažintas mažo ir vidutinio mastelio jūrvėžių pasiskirstymo netolydumas atskirose jūros vietose metų eigoje, stokojama žinių apie rūšies veisimąsi, nepakankamai įvertinta reikšmė dugno bendrijų mitybiniuose tinkluose.

Tyrimų medžiaga ir metodai

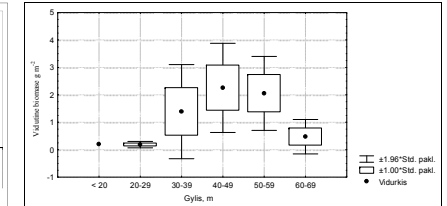
Tyrimui jūrvėžiai rinkti nuo 2001 iki 2013 m. (II mėn. imtinai). Naudotas specializuotas dugninis tralas TV3-520 dugninių žuvų gaudymui. Tralavimo trukmė 30 min. Kiekvieną metų ketvirtį, iš LIEZ šešių verslinių žuvų stebėsenos vietų (ICES žvejybos kvadratų). Analizei panaudota 80-ies tralinių imčių iš 10-69 m gylių duomenys. Jūrvėžiai iš Lietuvos priekrantės (ties Smiltyne, Koppaliu, Melnrage ir Šventąja) rinkti naudojant įvairiaakius valinius tinklaičius. Išmatuota 5100 jūrvėžių, iš jų 446-ios patelės. Kūnų ilgių sklaidos kreivei sudaryti panaudoti atskirais metais imties rajone sugautų gyvūnų kūno ilgių matavimai. Amžius metais nustatomas pagal kreivių viršūnes. Lygiagrečiai tirti sugautų įvairaus ilgio atlantinių (Baltijos) menkių (*Gadus morhua* L.), upinių plekšnių (*Platichthys flesus* L.), builių (*Myoxocephalus scorpius* L.), gyvavedžių vėgėlių (*Zoarces viviparus* L.), ciegorių (*Cyclopterus lumpus* L.), strimėlių (*Clupea harengus membras* L.) ir kt. žuvų skrandžio turiniai.

Išplitimas ir aplinkos veiksniai

Jūrvėžių aptikta 49 atvejų (62 %) visų tralinių imčių. Didesnėje LIEZ dalyje aptinkamos mažų ir vidutinių kiekių ir biomasių jūrvėžių santalkos (1-2 pav.). Didžiausios biomasės ir kiekiai buvo kovo, birželio mėn. gyliuose iš 40-50 m (atitinkamai 475 ir 506 žv. kv.), kur aptikimas 90 % ir 54% (n=11), gausumo vidurkis – 1,45±2,82 (Std. Pakl.) vnt. m⁻² ir biomasė – 1,70±5,721 (Std. Pakl.) g m⁻²; maksimumas – 10,79 vnt. m⁻² ir 17,78 g m⁻².



1 pav. Blyškiųjų jūrvėžių vidutinis gausumas (± Std. pakl.) iš atskirų gylių, pagal LIEZ žuvų stebėsenos taškus ir ICES žvejybos kvadratus.



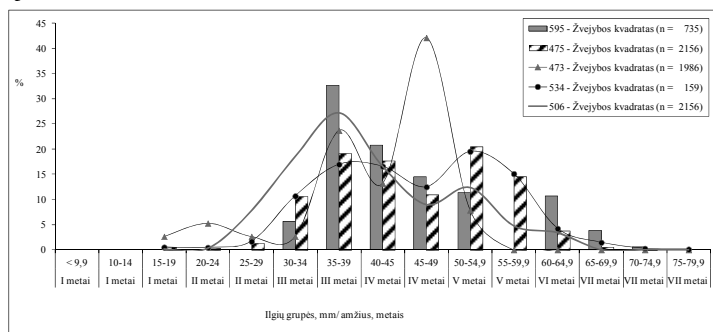
2 pav. Blyškiųjų jūrvėžių vidutinė biomasė iš skirtingų gylių.

Išskirtys stebėtos vasario-kovo mėn. 534-ame žv.kv., kur jūrvėžių aptikimas 75% (n=12), (vidurkis – 2,02 vnt. m⁻² ir 4,70 g m⁻², maksimumas 10,84 vnt. m⁻² ir 30,39 g m⁻²) Šiltuoju ir vėsiuoju metų laiku (I-II ir IV ketvirtį) 473-ame ir aplinkiniuose žvejybos kvadratuose (20-29 ir 30-39 m gyliuose) jūrvėžių aptikta 33 % imčių (n=12), biomasės vidurkis siekė 0,34 g m⁻², kiekis–0,29 vnt. m⁻². 506 žv. kvadrato jūrvėžių aptikta 54 % (n=11), vidurkis 2,83±8,52 (Std. Pakl.) g m⁻² ir gausumo vid. 2,66±97 (Std. Pakl.) vnt. m⁻². Priekrantėje (< 19,9 m) rudens-žiemos, pavasario laike, bei vasarą, po kildos (apvelingo) į tinklus įkliūdavo pavieniai vidutinio dydžio jūrvėžiai. Atsitiktinai ir negausiai jūrvėžių aptikta sužejojamų žuvų (upinių plekšnių, gyvavedžių vėgėlių, ciegorių, grundalo rubuilio ir kt.) skrandžiuose.

Kūno ilgių sklaida (populiacinė struktūra) ir lytinis dimorfizmas

Blyškiųjų jūrvėžių kūno ilgio (atitinkamai amžiaus metais grupių) sklaida tyrimų vietose parodyta 3 pav. Iš gylių (30) 40-49 (69) m sugauta < 30; 30-34,9, 35-39,9 ir 40-44,9 mm kūno ilgių grupių jūrvėžių, atitinkamai 1-5 (6) metų amžiaus kohortos. Priekrantėje ir 473, 441 439-ame žvejybos kvadrato (< 20, 20-29, 30-39 m gylis) aptikta tik ≥ 35-50(60) mm ilgio jūrvėžių. Ženkliai išsiskyrė 45-55 mm ilgio grupė (n=42%). Didesniuose ir sekiau esančiuose gyliuose aptinkamų jūrvėžių kūno ilgiai pagal statistinius testus patikimai reikšmingai nesiskyrė. Mažiausia patelė buvo 30 mm. Vidutinis patelių ilgis siekė 30-44,5 mm, svoris –1,68 g; patinų ilgis svyravo nuo 7 iki 80 mm, svoris –

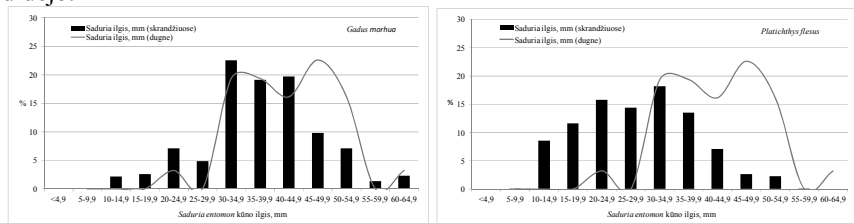
5,43 g; didžiausi buvo 80-85 mm, svėrė 7,5-7,6 g, atitinkamai 5-6 metų amžiaus, sudarė 2-3% bendro kiekio (3 pav.). Patinų 60-80 mm kūno ilgio aptikta 534, 475 ir 506 žv. kvadratuose, I metų pusmetį jie sudarė 30 % bendro jūrvežių imties kiekio.



3 pav. Blyškiųjų jūrvežių kūno ilgių (amžiaus) grupių sklaida (%) pagal ICES žvejybos kvadratus.

Jūrvežiai kaip žuvų maistas

Vidutinio ilgio jūrvežių retai ir negausiai aptinkama vidutinio ilgio menkių (≥ 30 cm ilgio) ir builių iš 534, 594, 506, 475 ir 473 žv. kvadratų. Žuvys (strimėlė ir bretlingis) sudaro iki 60 (80) % suaugusių ir vidutinio dydžio menkių, otų ir builių (15-25 cm ilgio) maisto derinio. Didelių žiočių šaltavandenės dugno ir priedugnio žuvys (suaugusios ir vidutinio ilgio menkės, suaugę ir pusiau suaugę builiai) vidutinis praryjamų jūrvežių ilgis 35 mm (Min-26; Max- 60) (4 pav.). Vidutinių žiočių dugninės žuvys (suaugusios upinės plekšnės (25-35 cm) ir atlanto menkių jaunikliai (< 30 cm), suaugusios gyvavedės vėgėlės (25-35 cm) ryja 30-40 mm ilgio jūrvežius. Mažų žiočių vandens storumės ir priedugnio žuvys (suaugusios strimėlės, perpelės, ciegoriai, bei kitų žuvų jaunikliai ir pusiau suaugėliai) išrenka \leq (15-25) mm jūrvežius. Didėjant žuvų kūno ilgiui išrenkamų jūrvežių kūno ilgių vidurkis nuosekliai didėjo.



4 pav. Priedugnio ir dugno žuvų išrenkamų ir aplinkoje aptinkamų blyškiųjų jūrvežių kūno ilgių sugretinimas.

Upinės plekšnės iš 20-40 m gylių pagrinde maitinasi Baltijos trupsnėmis (*Macoma balthica* L.) ir daugiašerėmis kirmėlėmis (*Halicryptus spinulosus* (Sieb.) ir *Hedyste diversicolor* (O.F. Müll.) sudaro iki 90 % maisto derinio biomasės). Visais metų laikais upinės plekšnės iš 40-59 m gylių (506, 594, 565 ir 535 žv. kvadratuose) mito jūrvežiais. Pagal biomasę jie sudarė ≥ 80 % viso maisto derinio, kartu prarydamos *Monoporeia affinis*/ *M. femorata* (5%) ir *Halicryptus spinulosus* (15%). II-IV mėn. iki 2 % builių ir atlantinių menkių praryjamų 30-45 mm ilgio jūrvežių buvo patelės su kiaušinėliais, upinių plekšnių šis kiekis siekė $\leq 0,3\%$.

Aptarimas

Priklausomai nuo dugnų ypatumų jūrvežių tyrimams taikomi keli imčių būdai (Haahtela, 1978). Tralinių imčių velkatinkliais metodo sąlygotumas yra tinklo maišas su 24 mm akimis, kuriuo nesugaunama < 20 mm jūrvežių. Tuo tarpu Van-Veen ir Petersen'o gruntosemiais sugaunami įvairaus ilgio (tame tarpe ir šiųmetukų) jūrvežių, tiksliau įvertinama biomasė ir gausumas, bet nepakanka duomenų ilgių sklaidai ir veisimosi eigai apibudinti. Aprašant jūrvežių iš tų pačių rajonų gausumo ir biomasės duomenis nenurodomi jūrvežių kūno ilgiai, dėl to, be papildomos informacijos, šie rodikliai, apskaičiuoti iš skirtingais įrenginiais sugauto vėžiagyvių kiekio, yra sunkiai sugretinami. Siekiant aprašyti jūrvežių populiacijos būklę, patartina taikyti kelis gaudymo būdus. Tyrime gaudant jūrvežius velkamaišiu atskleistas vidutinio-mažo mastelio erdvinis netolygumas metų laikais, priklausomybė nuo gylio ir nuosėdų rūšies. LIEZ didžiausias aptinkamumas, kiekiai ir biomasės iš 40-59 m gylių iki haloklino, aukščiau hipoksijos sluoksnio, įvairiagrūdžių smėlių, pelitinių (pilku) dumblių plotuose plotuose. Vandens temperatūra 4-5°C atitinka rūšies fiziologinį atskirų amžiaus tarpinių optimumą (Haahtela, 1990; Kristoffersson et al., 1990). Nustatyta aptinkamumo, gausumo, biomasės, jūrvežių populiacijos kūno ilgių ir amžiaus sklaida atitiko ankstesnius pietryčių Baltijos dugno bestuburių tyrimų rezultatus (Nikitina et al., 1963; Zmudzinski, 1978; Järvekülg, 1979; Leonardsson, 1986; Olenin, 1992, 2000; Bubinas et al., 2003b; Gusev, Urbanovich, 2004; Janas et al., 2004). Jūrvežių populiacijos būklę reikėtų vertinti iš 40-59 m gylių, kur aptinkamos pastovios, didžiausios biomasės (iki 10,58 g m⁻²) ir gausumo reikšmės, aptinkama įvairaus amžiaus abiejų lyčių atstovų. Žvejybos kvadratai 594, 475, 506 534 yra pagrindinės jūrvežių veisimosi vietos LIEZ, iš čia jaunikliai ir suaugėliai plinta į gretimus plotus. Šiuose gyliuose vyrauja minkštų nuosėdų (smulkiagrūdžio smėlio, pelitinių dumblių) plotai. Aptinkama gausi *Monoporeia affinis*-*M. femorata*-*Halicryptus spinulosus* bendrija su retomis *Macoma balthica* ir *Mytilus trossulus* tarpais (Järvekülg, 1979; Olenin, 2000; Bubinas, Vaitonis, 2003a; Gusev, Urbanovich, 2004; Gusev, 2010). Aplinkos temperatūra mažai kinta ir yra apie 6(4)° C; deguonies 4- \geq 6 ml/l (*Hipoxia*); druskingumas 7-7,5 ‰ (Kivivuori, Lagerspetz,

1990). Jūrvežiai yra paslankūs dideliais nuotoliais keliaujantis dugno bestuburių bendrijų dėmuo. Biomasių ir gausumo, bei stambių jūrvežių išplitimo vietos “klajojo”, tad išplitimas vertintinas kaip laikinos santalkos (“salomis”). Įvertinant biomasių sklaidą būtina atsižvelgti į gamtines ir dėl ūkinės veiklos susidarancias išskirtis. Jūrvežiai susitelkia tinklinės žvejybos (624, 507, 596 ir 566 žv. kv.), žuvų paruošos ir atliekų išmetimo vietose atviroje jūroje, kur gausu irstančių gyvūninės kilmės liekanų (amino rūgščių ir baltymų irimo darinių). Išpilamų uosto nuosėdų (dumblo, smėlio, morenos) sąvartyne (475 žv. kv., priekrantė). Didesniuose iš 59 m gylių jūrvežiai sugaunami retai ir negausiai, aptinkami už veisimosi plotų (nesugauta šiųmetukų ir patelių su ikrtais). Vidutiniuose (20-29 ir 30-39) gyliuose aptinkami kintantys, vidutinio dydžio kiekiai ir biomasės, 25-55 mm ilgio (2-4 m amžiaus) abiejų lyčių jūrvežių. Dėl išilusių paviršinių vandenų vasarą jūrvežiai atsitraukia į gelmes, žemiau temperatūros šuolio sluoksniu (termoklino), sugrįžta rudenį-žiema. Atsitiktinai ir negausiai >30-50 mm jūrvežių sugaunama priekrantėje šaltuoju metų laiku, aptinkami jų žuvų skrandžiuose, išplaunami bangų. Įvertinant jūrvežių gausumą regioniniame ar mažo mastelio lygmenyje, būtina atsižvelgti į atlanto menkių, builių ir upinių plekšnių pasiskirstymą bei maitinimosi ypatybes. Žiemą atlanto menkės atsitraukia į 50-79 m gylius, didesnė dalis neršiančių žuvų pavasarį – I vasaros pusėje plaukia į nerštavietes Bornholmo duburyje. Vasario-balandžio mėn. 10-45 m gyliuose susidaro priešnerštinių strimėlių ir didstinių santalkos. Vasarą-rudenį žuvų santalkų branduolį sudaro įvairaus amžiaus/ kūno ilgio atlantinės menkės ir upinės plekšnės. Rugsjūtį-lapkritį-gruodį, kai atvėsta paviršiaus vandenys, menkės laikosi sekliu, užplaukia į priekrantę. Upinių plekšnių didžiausios santalkos laikosi 28-40 m gyliuose (453, 473 žv. kv.). Atlanto menkės ir upinės plekšnės, builiai maitinasi visais metų laikais, kiek mažiau sekliuose šiltuoju metų laiku, žiemą bei dideliuose gyliuose (dugnines žuvis) o taip pat per nerštą. Fiziologinio optimumo temperatūra yra 6-8° C. Rūšiniai žuvų maitinimosi ypatumai sąlygojami dugno bendrijų sudėties ir maistinio derinio (maistagvių rūšių įvairovė, dydis ir kiekis) sudėtinių dalių. Santykis kinta žuvyse iš atskirų dugno bendrijų prieklausomai nuo metų laiko ir žuvų fiziologinės būklės (Mulicki, 1947; Leonardsson, 1988; Uzars, 1990, 1994; Ostrowski, 1997; Bubinas & Vaitonis, 2003a). Daugiausia jūrvežių suryjama didžiausių santalkų gyliuose (30-39 ir 40-49 m) ir priekrantėje – rudens, žiemos ir pavasario, mažiau–vasaros laike. Žiemą-pavasari menkių maisto derinyje vyrauja žuvis (strimėlės, brėtlingiai, didstintės, jaunos menkės), didesniuose nei 50 m daugiau kaip 80 % maisto derinio svorio sudaro mizidės (*Neomysis integer*). Vasarą suaugusių ir jaunų menkių santalkos stebimos 506, 596, 535, 475-ame ir aplinkiniuose žv. kvadratuose. Manoma, kad iš šių gylių daugiau išrenkama jūrvežių (Hahtela, 1975, 1990; Leonardsson et al., 1988). Rega besivadovaudami builiai pirmiausia persekioja ir ryja stambesnius jūrvežius.

Atlanto menkės ir builiai sunaikina daugiau stambesnių patelių, taip ribojamas jūrvežių populiacijos atsinaujinimo greitis. Vidutinio-didelio dydžio (15-25, 25-36 cm ilgio) upinės plekšnės > 30 mm ilgio jūrvežių patelių praryja mažiau, tačiau maitinasi išimtinai vienu-dviem metų amžiaus vėžiagyviais. Žvejybos kvadratuose 535, 594, 506 ir 475 jie sudaro iki 100 % maistinio derinio. Didžiažiočių žuvų – vidutinio dydžio ir didelių otų skrandžiuose jūrvežių neaptikta. Manoma, kad tai sąlygota erdvinio pasiskirstymo nesutapimų: otai yra šiltavandeniai, tuo tarpu jūrvežiai – šaltavandeniai, todėl jų išplitimo (maitinimosi) plotai nepersidengia. Jūrvežių kaip maistagvių svarba keitėsi atskirais Baltijos jūros aplinkos raidos tarpsniais (Uzars, 1994). Tačiau žinant dugno bestuburių bendrijų išplitimo netolygumą skirtingo gylio įvairių nuosėdų plotuose bei žuvų rūšinių mitybos ypatybių paslankumą, o taip pat atsižvelgiant į žuvų santalkų (sąlyginių žuvų bendrijų) kiekybinę ir kokybinę kaitą metų ir ilgesnio laikotarpio atkarpomis, minėti duomenys yra sunkiai interpretuojami. Jų pritaikomumas Baltijos aplinkos būklės pokyčiams apibūdinti vertintinas kaip ribotas.

Literatūra

- Bubinas A., Repečka M. 2003b. Distribution of zoobenthos in the bottom sediment of the near-shore zone of the Baltic Sea in Nida–Klaipėda stretch. *Acta Zoologica Lituanica*. 13(2): 125-134.
- Bubinas A., Vaitonis G. 2003a. The analysis of the structure, productivity, and distribution of zoobenthocenes in the Lithuanian economic zone of the Baltic Sea and the importance of some benthos species to fish diet. *Acta zoologica lituanica*. Vol. 13(2):114-124.
- Hahtela I. 1990. What do Baltic studies tell us about the isopod *Saduria entomon* (L.). *Ann. Zool. Fenn.* 27: 269-278.
- Järvekülg A. 1979. Bottom fauna of the eastern part of the Baltic Sea. Valgus, Tallinn: 1–382 (in Russian).
- Kopacz M., Wiktor Z. 1986. Some aspects of the biology of *Mesidothea entomon* in the Gulf of Gdansk. *Ophelia* suppl. 4: 111-118.
- Kristoffersson R., Kuosa P. L., 1990. Studies on the ecological physiology of *Saduria entomon*. *Ann. Zool. Fennici*. 27: 267.
- Leonardsson K., Bengtsson Å., Linnér J. 1988. Size-selective predation by fourhorn sculpin, *Myoxocephalus quadricornis* (L.) (Pisces) on *Mesidotea entomon* (L.) (Crustacea, Isopoda). *Hydrobiologia*. Volume 164, Number 3, 213-220.
- Mulicki Z. 1947. Odżywianie się storni (*Pleuronectes flesus* L.) w Zatoce Gdańskiej. *Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa*. 13: 221-259.
- Nikitina S.M., Spasskii N.N. 1963. Some observations on the biology of the marine isopod *Mesidothea entomon* and the mysids *Mysis myxta*, *Mysis oculata* var. *relicta* and *Neomysis vulgaris* in the southern Baltic Sea. (In Russian). *Atlant. Nauchno-Issl. Inst. Rybnogo Khozyaistva Okeanografii (AtlantNIRO), Kaliningrad*. 10: 64-78.
- Olenin S. 1992. Changes in a south-eastern Baltic soft-bottom community induced by dredged spoil dumping. *Proc. 12th Baltic Marine Biologist Symposium*. E. Bjornestad, L. Hagerman, K. Jensen (eds.), International Symposium Series, Fredensborg. 119-123.
- Olenin S. 2000. Occurrence of malacostraca glacial relicts in the eastern Gotland Basin of the Baltic Sea over the period 1981-1991. In E. Styczynska- Jurewicz (ed.), 2000, *Crustacea–relicts and rare species*. Crangon- issues of the marine Biology Centre in Gdynia. No. 4, p. 31-38.
- Uzars D. 1994. Feeding of cod (*Gadus morhua callarias* L.) in Central Baltic in relation to environmental changes. *ICES Marine Science Symposium*, 198: 612-623.

LYDEKŲ PLĖŠRUMO POVEIKIS UPINIŲ NĖGIŲ *LAMPETRA FLUVIATILIS* L. MIGRACINIAM IR ŽIEMOJIMO MIRTINGUMUI ŠVENTOSIOS UPĖJE

Kasparas Bagdonas¹, Nerijus Nika¹, Vainius Česnauskas²

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Biologijos katedra, Klaipėda; kasparas.bagdonas@gmail.com

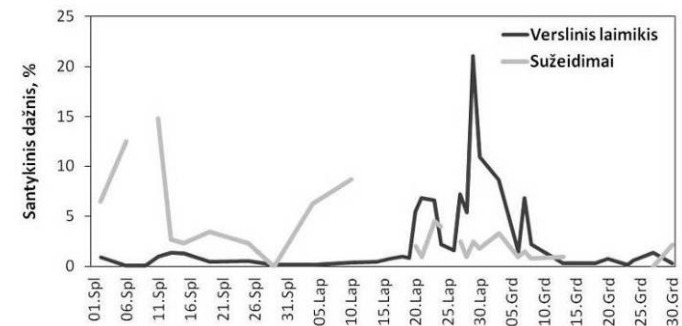
Vertingų praeivių diadrominių žuvų, tokių kaip nėgės, lašišos, šlakiai, unguniai ir kt., migracija tam tikrais jos tarpsniais yra susijusi su didele plėšrūnų (žuvų, paukščių ar žinduolių) rizika, pvz., migruojant per plėšrūnais gausias migracijos kelio atkarpas. Lydeka *Esox lucius* L. yra vienas iš pagrindinių Lietuvos ir kituose vidutinių platumų vidaus vandenyse ar nugėlintose jūros priekrantėse gyvenančių plėšrūnų. Būdamas opurtunistinis plėšrūnas, kuris gali labai efektyviai panaudoti laikinus aukų (maisto) pagausėjimus, yra dažnai laikoma pagrindine rūšimi, reguliuojančia kitų žuvų populiacijas upės ar ežero ekosistemose (Nilsson & Bronmark, 2000; Kekäläinen et al., 2007). Lydekos turi didelę įtaką migruojančių lašišų ir šlakų ritualių mirtingumui, žuvinimo efektyvumui ir potencialiai – lašišinių žuvų ištekliams (Jepsen et al., 1998; Kekäläinen et al., 2007; Sepulveda et al., 2013).

Tiesioginių tyrimų apie plėšrūnų poveikį Europoje saugomų upinių nėgių *Lampetra fluviatilis* L. populiacijoms nebuvo atlikta, tačiau yra žinoma, kad lydekų racione nėgės tam tikrais momentais gali būti svarbios (Kekäläinen et al., 2007; Sepulveda et al., 2013). Pakankamai gausi upinių nėgių populiacija sutinkama Šventosios upėje, kurios žemupyje rudeninės migracijos metu vykdoma jų verslinė žvejyba. Šventosios žiotyse taip pat sutinkama ir gausi lydekų populiacija, kuri gali turėti poveikį per upės žiotis migruojančioms žuvims. Vykdamas upinių nėgių migracijos tyrimus Šventosios upės žiotyse buvo pastebėta, kad tarp žvejų verslininkų gaudyklėse sugautų migruojančių individų pakankamai reikšminga ir pastovi jų dalis turi žymius sužeidimus, padarytus lydekų. Todėl šios studijos tikslas buvo įvertinti lydekų plėšrumo migruojančioms upinėms nėgėms mastą, bei nustatyti plėšrumo poveikį tiesioginiam mirtingumui bei žiemojimo mirtingumui dėl sužeidimų.

Tyrimas buvo vykdomas Šventosios upės žiotyse ir žemupyje 2011-2012 metais upinių nėgių rudeninės migracijos ir žiemojimo upėje iki neršto laikotarpiu. Rudeninė nėgių migracija ir sužeidimų dinamika buvo stebima 2011 spalio – gruodžio mėnesiais 4 verslinių nėginių gaudyklių pagalba. Per kiekvieną gaudyklę sugavimų tikrinimą buvo atliekama individų biologinė analizė ir nustatomas sužeidimų dažnis bei jų pobūdis. Tiesioginis upinių nėgių

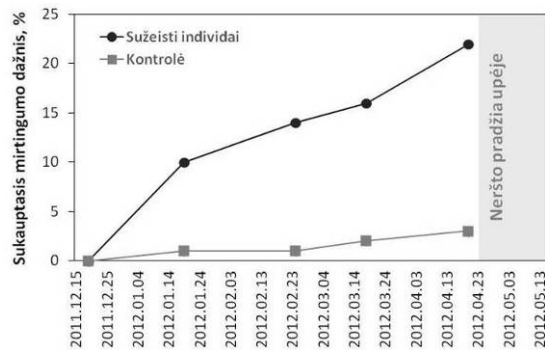
mirtingumas dėl lydekų plėšrumo šiame tyrime buvo siejamas su lydekų suėdamų individų dalimi, ir nustatomas atliekant standartinę lydekų skrandžio turinio analizę (Hyslop, 1980). Plėšrūnų skrandžio analizei buvo surinkti 45 lydekų (15-62 cm absoliutaus kūno ilgio individų) virškinamojo trakto mėginiai upės žiotyse ir dviejose stotyse žemiau Laukžemės užtvankos. Netiesioginis, su lydekų plėšrumu susijęs, nėgių žiemojimo mirtingumas buvo siejamas su chronišku mirtingumu dėl sužeidimų. Tam buvo vykdomas nėgių mirtingumo *in situ* eksperimentas upės žemupyje. Sužeistų individų (n=50) ir kontrolinė (n=100) upinių nėgių grupės buvo laikomos atskiruose 0,5 m³ tūrio eksperimentiniuose narvuose patalpintuose upės gelmėje nuo gruodžio iki gegužės mėnesio (iki upėje fiksuotos nėgių neršto pradžios). Mirtingumas abiejose grupėse buvo įvertintas (priklausomai nuo ledo dangos upėje) kas mėnesį per visą eksperimento trukmę.

Daugiausiai sužeistų individų tarp migruojančių upinių nėgių (net iki 15 %) stebėta migracijos pradžioje, kuomet migracija buvo santykinai neintensyvi (1 pav.). Upinių nėgių migracijos piko metu sužeidimų santykinis dažnis nukrito iki 1-3,3 %, ir tai gali būti susiję su sumažėjusiomis lydekų medžioklės ir sėkmingų atakų galimybėmis dėl vandens skaidrumo sumažėjimo (nėgių migracija buvo intensyviausia kada vandens lygis upėje buvo aukštas) ir su „atskiedimo“ efektu, kuomet kiekvienam atskiram būrio individui tikimybė tapti plėšrūno auka mažėja, didėjant būrio narių skaičiui. Nustatyta, kad lydekų sužalotos nėgės buvo mažesnės nei nesužalotos: 37,0±1,5 cm ir 37,9±0,7 cm atitinkamai (p<0,005, Mann–Whitney testas), tad tikėtina, jog lydekos renkasi grobį ne atsitiktinai. Optimalus lydekos aukos dydis paprastai sudaro 25-35% lydekos ilgio (Nilsson, Bronmark, 2000).



1 pav. Rudeninės upinių nėgių migracijos per Šventosios upės žiotis ir nuo lydekų patirtų sužeidimų dinamika 2011 metais. Migracijos intensyvumas išreikštas per santykinį verslinių nėginių gaudyklių laimikį, tenkantį vidutiniškai gaudyklei per dieną.

Atlikus 45 lydekų individų mitybos analizę, nustatyta, kad 30 lydekų skrandžiai buvo tušti (66,7%), o upinės nėgės aptiktos tik 9 % tirtų lydekų individų (aptiktos 4 upinės nėgės keturiose skirtingose lydekose). Ištyrus 15 užpildytų lydekų skrandžių, nustatyta, kad pagrindinę lydekų raciono dalį (60 %) sudarė ešeriai, o 21 % – upinės nėgės (70 % pagal bendrą aukų svorį). Lydekos, suėdusios nėges, buvo >45 cm ilgio ir visos pagautos Šventosios žiotyse. Preliminariai galima teigti, kad nėgės praryjamos tik didesnių kaip 45 cm ilgio lydekų ir sudaro didžiąją jų raciono dalį nėgių migracijos metu, nes beveik visi ešeriai buvo sumedžioti <40 cm ilgio lydekų. Tuo tarpu pagal lydekų žiočių pločio ir kūno ilgio alometrinę priklausomybę apskaičiuotas lydekų, kurios palieka sužeidimus ant nėgių, dydis neretai yra <40 cm. Akivaizdu, kad tokio dydžio plėšrūnėms vidutiniškai 37,9±2,8 cm ir 93,3±21,8 g siekiantys nėgių individai yra per didelis grobis. Šiuo atveju, lydekų agresyvaus elgesio prieš migruojančius nėgių reproduktorius priežastys yra neaiškios.



2 pav. Sužeistų ir sveikų (kontrolinės grupės) upinių nėgių individų mirtingumo dinamika nuo rudeninės migracijos per Šventosios žiotis pabaigos iki neršto pradžios.

Lydekų padaryti sužeidimai upinėms nėgėms lėmė akivaizdžiai didesni chronišką žiemojimo mirtingumą (2 pav.), kuomet eksperimentinėje grupėje iki neršto pradžios žuvo 22 % individų, o kontrolinėje grupėje žuvusių individų dalis siekė tik 3 %. Žiemojimo mirtingumas lemtas natūralių fiziologinių priežasčių buvo žemas ir stabilus per visą eksperimento laikotarpį, t.y. apie 1 % per mėnesį, tuo tarpu sužeidimai (atviros žaizdos) lėmė 7 kartus didesni sukaupiamą žiemojimo mirtingumą. Žymiausias jis buvo eksperimento pradžioje ir pavasarį (2 pav.), kas gali būti paaiškinama dėl sušilusio vandens (>10°C) suintensyvėjusiomis bakterinėmis, grybinėmis žaizdų infekcijomis. Tai gali būti svarbu klimato kaitos kontekste, kuomet esant aukštesnei žiemos temperatūrai chroniškas upinių nėgių žiemojimo mirtingumas dėl lydekų sužeidimų gali intensyvėti (turint omenyje, kad 2012 metų žiema buvo šalta – iki kovo vidurio vandens temperatūra buvo <2°C).

Padėka

Už galimybę naudoti tyrimui nėginių gaudyklių sugavimų medžiagą autoriai dėkoja Šventosios miestelio žvejams Antanui Valiukui, Gediminui Venckauskiui ir Jonui Putriui. Dalis šio tyrimo ir jo tolimesnė sąsą yra finansuojama Europos socialinio fondo agentūros pagal MTEP projektą „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“, Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019.

Literatūra

- Hyslop E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411-429.
- Jepsen N., Aarestrup K., Økland F. et al. 1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* 371/372: 347-353.
- Kekäläinen J., Niva T., Huuskonen H. 2007. Pike predation on hatchery-reared Atlantic salmon smolts in a northern Baltic river. *Ecology of Freshwater Fish* 17: 100-109.
- Nilsson P.A., Bronmark C. 2000. Prey vulnerability to a gape-size limited predator: behavioural and morphological impacts on northern pike piscivory. *Oikos* 88: 539-546.
- Sepulveda A.J., Rutz D.S., Ivey S.S. et al. 2013. Introduced northern pike predation on salmonids in southcentral Alaska. *Ecology of Freshwater Fish*, DOI:10.1111/eff.12024.

JŪRINIŲ ŠIUKŠLIŲ NEIGIAMO POVEIKIO VERTINIMAS LIETUVOS KRANTO ZONOJE: ESAMA SITUACIJA

Arūnas Balčiūnas

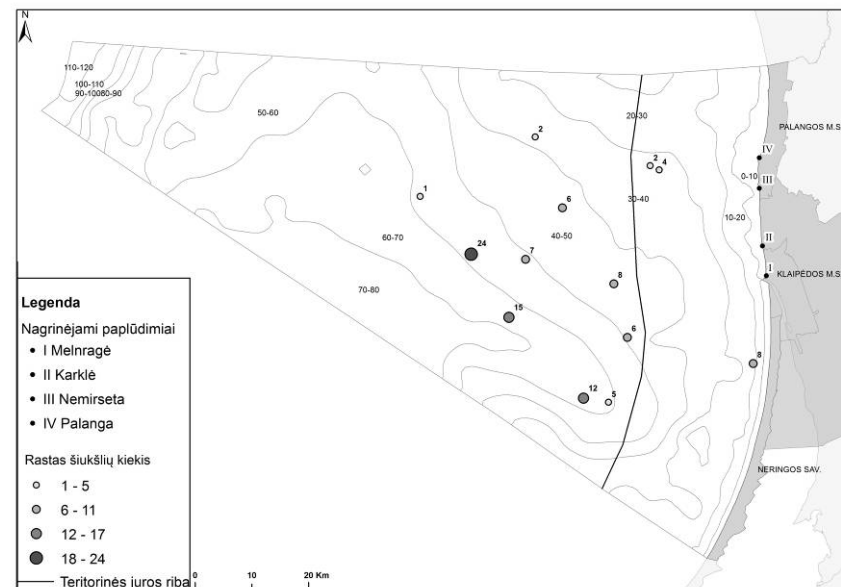
*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; arunas.balciunas@corpi.ku.lt*

Šiukšlės paplūdimiuose ir jūroje kenkia aplinkai, įtakoja ekonomiką bei neigiamai veikia estetinį priekrantės ir paplūdimių patrauklumą visame pasaulyje (Derraik, 2002; Barnes et al., 2009). Šių problemų kilmė yra siejama su prasta kietųjų atliekų tvarkymo sistema, intensyviu jūrinių išteklių naudojimu, bei dalies visuomenės nesuvokimu apie potencialias šiukšlinimo pasekmes (UNEP, 2009; Mehlhart et al., 2011). Dėl šių priežasčių Europos Komisija 2008 metais patvirtino Jūros Strategijos Pagrindų Direktyvą (toliau – JSPD), kur vienas iš vienuolikos kokybinių deskriptorių, apibūdinančių „gerą aplinkos būklę“ yra jūrą teršiančios šiukšlės. JSPD keliami siekiai iki 2020 metų Europos Sąjungos valstybėms pasiekti ar išlaikyti gerą jūros aplinkos būklę visuose Europos jūrų regionuose. Baltijos jūros regiono administracinis suskirstymas apsunkina vieningą geros aplinkos būklės siekimą, kadangi kiekviena valstybė turi atskirai suformuluoti geros ekologinės būklės kriterijus, įvertinti aplinkos būklę bei parengti veiksmingas šios būklės užtikrinimo programas.

Lietuvoje, kaip ir visame Baltijos jūros regione ar kituose Europos jūrų regionuose, informacijos, leidžiančios įvertinti jūrą teršiančių šiukšlių poveikį ekosistemai ir pajūrio ekonomikai trūksta. Šis darbas prisideda prie Lietuvos bandymo kiekybiškai įvertinti šiukšlinimo mastą paplūdimiuose ar Baltijos jūros akvatorijoje. Atlikta pirminė jūrinių šiukšlių inventorizacija paplūdimiuose bei atviroje jūroje naudojant HELCOM parengtas rekomendacijas.

Metodika. Tyrimai buvo atlikti Lietuvos Baltijos jūros akvatorijoje (jūros dugne) bei keturiuose paplūdimiuose (1 pav.). Į krantą išmestos ir paplūdimyje besikaupiančios šiukšlės buvo skaičiuojamos 2012 metų: sausio, kovo, gegužės, liepos bei spalio mėnesiais, 100 m ilgio bei nuo vandens linijos iki vegetacijos pradžios pločio atkarpose, žemyninėje Lietuvos Baltijos jūros pakrantės dalyje. Visos stebėtos šiukšlės buvo žymimos bei identifikuojamos vadovaujantis HELCOM rekomendacija 29/2 bei OSPAR gairėmis, skirtoms šiukšlių paplūdimyje monitoringui. Šiukšlės buvo rūšiuojamos į grupes, pagal medžiagą iš kurios pagamintos: plastikas, popierius, stiklas, guma, tekstilė, metalas, medis, keramika, sanitarinės ir medicinos atliekos, taip pat buvo išskiriama polistirolo grupė, atsižvelgiant į didelį stebėtų objektų skaičių.

Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos dugne esančios šiukšlės buvo renkamos naudojant TV3#520 dugninį tralą, naudojamą Tarptautiniuose Baltijos tralavimo tyrimuose (BITS). Tralavimai buvo atliekami 2012 gruodžio bei 2013 vasario mėnesiais, traluojuant 3 mazgų greičiu (5,556 km/h). Vadovaujantis BITS naudojama metodika (ICES, 2011) tralavimo laikas - 30 minučių nuo momento kai vertikalus tralo atsivėrimas yra stabilus esant pastoviam tralavimo greičiui bei įrangai liečiant jūros dugną. Sugautos šiukšlės buvo identifikuojamos pritaikant paplūdimyje besikaupiančių šiukšlių monitoringui naudojamą metodiką.

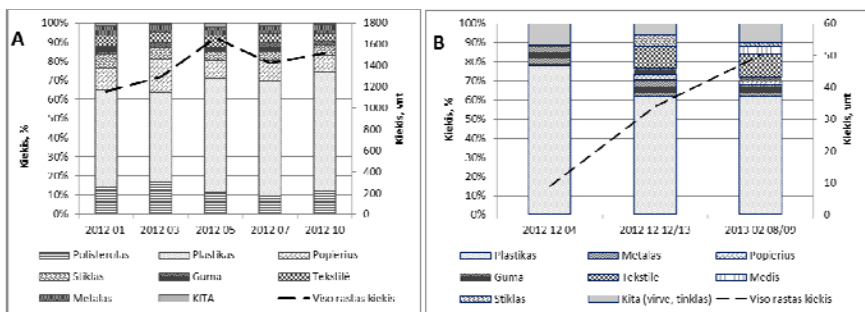


1 pav. Tyrimų vietos.

Rezultatai ir jų aptarimas. Atliktas jūrinių šiukšlių sudėties ir kiekio vertinimas (2 pav.) aiškiai rodo, jog dominuoja iš plastiko pagamintos šiukšlės. Žemyniniame Lietuvos Baltijos jūros krante nagrinėtuose paplūdimiuose plastikinės šiukšlės sudarė nuo 48 % kovą iki 63 % rastų vienetų spalį. Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos dugne rastų šiukšlių sudėtyje taip pat kaip ir paplūdimiuose dominavo plastikas, kuris sudarė 59 % rastų vienetų. Verta paminėti, jog daugiausiai šiukšlių buvo aptikta pietinėje Lietuvos akvatorijos dalyje, kur gylis siekė 50-60 m.

Vidutinis paplūdimiuose rastų šiukšlių kiekis yra apie 1400 vnt. Atskiruose paplūdimiuose aptiktų šiukšlių kiekis kinta nuo 161 iki 558 vnt., kas vidutiniškai

yra apie 347 vnt./100 m paplūdimio. Toks jūrą teršiančių šiukšlių kiekis atitinka Jungtinių Tautų aplinkosaugos programos (UNEP) metu nustatytus vidutiniškus šiukšlių paplūdimiuose kiekius būdingus Šiaurės jūros paplūdimiams ir yra dvigubai mažesnis nei Viduržemio jūros paplūdimiuose.



2 pav. Jūrinių šiukšlių sudėtis ir kiekis: A) paplūdimiuose, B) jūros dugne.

Dažniausiai sutinkamų šiukšlių paplūdimiuose kilmė pateikta 1 lentelėje. Neapibrėžtinės kilmės šiukšlės - < 50 cm dydžio plastikas, polistirolas ir cigarečių nuorūkos, yra labiausiai Lietuvos paplūdimius teršiančios šiukšlės. Didelis žemyninės kilmės ir su rekreacine veikla paplūdimiuose siejamų šiukšlių, tokių kaip įvairūs plastikiniai dangteliai, buteliai, puodeliai bei maisto pakuotės, kiekis siejamas su poilsiautojų kultūros ir/arba atliekų tvarkymo infrastruktūros stoka paplūdimiuose.

1 lentelė

Dažniausiai stebėtų šiukšlių paplūdimiuose kilmė

Kilmė	Veikla	Tipas	Dalis nuo visų rastų šiukšlių, %
Neapibrėžta kilmė		<50 cm dydžio plastikas	34,8 (1)
		Polistirolas (putplastis)	12,4 (2)
		Šukės	4,7 (5)
	Rūkymas	Cigarečių nuorūkos	10 (3)
Jūrinė kilmė	Žvejyba ir laivyba	Virvės	3,7 (6)
Žemyninė kilmė	Rekreacinė veikla	Plastikiniai dangteliai	5,3 (4)
		Maisto pakuotės	3,2 (7)
		Maišeliai	3,1 (8)
		Plastikiniai buteliai	2,9 (9)
		Puodeliai	2,5 (10)

Išanalizavus žuvininkystės tarnybos atliktų daugiamečių žuvų skrandžių turinio tyrimų duomenis identifiikuotos žuvų rūšys, kurioms galimas tiesioginis neigiamas poveikis dėl jūroje esančių šiukšlių. Tai gyvavedė vėgėlė (*Zoarces*

viviparus), karšis (*Abramis brama*), strimelė (*Clupea harengus*), builis (*Myoxocephalus scorpius*), upinė plekšnė (*Platichthys flesus*), otas (*Scophthalmus maximus*), Atlanto (Baltijos) menkė (*Gadus morhua*) ir Ledjūrio menkė (*Melanogammus eglefinus*). Šių rūšių žuvų skrandžiuose buvo aptikta maisto pakuotės liekanų, plastikinio maišelio atplaišių ar žvejybinio valo. Tuo tarpu kai kurioms bentosinėms rūšims poveikis gali būt ir teigiamas – sukuriama kietas substratas, slėptuvės nuo plėšrūnų (Katsanevakis et al., 2007). Tai midija (*Mytilus edulis*), jūros gilė (*Balanus improvisus*), jūros tarakonas (*Saduria entomon*) bei samangyvis (*Electra crustulenta*).

Atlikti tyrimai yra pagrindas JSPD nustatyto geros jūros aplinkos kokybės deskriptoriaus „jūrinės šiukšlės“ vertinimui. Tyrimai paplūdimyje – pagrindas siekiant nustatyti žmogaus poveikio gamtinei aplinkai ribines vertes.

Paminėtina, jog tyrimų, susijusių su Lietuvos Baltijos jūros akvatorijos dugne esančiomis šiukšlėmis, ankščiau nebuvo daryta, todėl esamo jūrą teršiančių šiukšlių kiekio ir galimo poveikio pradinis vertinimas yra būtinas kuriant jūrinės aplinkos monitoringo programą.

Literatūra

- Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil. Trans. R. Soc. B*364, 1985-1998.
- Derraik J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar. Pollut. Bull.* 44, 842-852.
- ICES. 2011. *Manula for the Baltic International TrawlSurvey*. Prieiga per internetą: http://datras.ices.dk/Documents/Manuals/Addendum_1_WGBIFS_BITS_Manual_2011.pdf.
- Katsanevakis S., Verriopoulos G., Nicolaidou A. et al. 2007. Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: A manipulative field experiment.
- Mehlhart G., Blepp M. 2011. Study on Land-sourced litter (LSL) in the marine environment. Prieiga per internetą: <http://www.oeko.de/oekodoc/1487/2012-058-en.pdf>.
- NMPDM. 2007: National Marine Debris Monitoring Program: Final Program Report, Data Analysis and Summary. Prepared for U.S. Environmental Protection Agency by Ocean Conservancy, Grant Number X83053401-02.
- OSPAR. 2010: Guideline for monitoring marine litter on the beaches in the OSPAR maritime area. OSPAR Commission, 2010 Agreement number 2010-02 ISBN 90 3631 973.
- Ryan P.G., Moore C.J., Van Franeker J.A. et al. 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 364. (doi: 10.1098/rstb. 2008.0207).
- UNEP. 2009: *Marine Litter: A Global Challenge*. Nairobi: UNEP 2009. 232 pp.

PIETRYČIŲ BALTIJOS VANDENS LYGIO KAITA POLEDYNMEČIU: PALEOREKONSTRUKCIJŲ SUDARYMO METODOLOGINIAI YPATUMAI

Albertas Bitinas^{1,3}, Aldona Damušytė^{2,1}, Simona Vaičiulytė³,
Viačeslav Jurkin¹

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius; ³Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; albertas.bitinas@corpi.ku.lt

Baltijos jūra geologiniu požiūriu yra labai jauna – jos užuomazgos atsirado tik priešpaskutiniojo (Būtėnų, Holsteinian) tarpledynmečio metu, o dabartinius bruožus ji įgavo tik vėlyvojo ledynmečio ir holoceno – dar įvardijamo kaip poledynmetis – laikotarpiu. Šio laikotarpio pradžioje galutinai sutirpo paskutiniojo apledėjimo ledyno, dengusio visą dabartinę jūros akvatoriją, skydas. Besiformuojantis Baltijos jūros baseinas minėtu laikotarpiu patyrė keletą ryškių kontraversiškų paleogeografinių sąlygų pokyčių. Tuos pokyčius atspindi kelerios Baltijos jūros raidos stadijos, įvardijamos kaip Baltijos ledyninis ežeras, Joldijos jūra, Anciliaus ežeras bei Litorinos ir Post-Litorinos jūros. Tyrejai, nagrinėjantys Baltijos jūros geologinę evoliuciją poledynmečiu, siekia rekonstruoti paleogeografines sąlygas įvairių jos raidos stadijų metu: nustatyti buvusių paleobaseinų vandens lygius, druskingumą, ryšį su Pasauliu vandenynu, transgresijų bei regresijų amplitudes, senųjų krantų kontūrus, ir pan. Tačiau bene svarbiausiu parametru, nulemiančiu baseino paleogeografinių sąlygų pokyčius, yra jo vandens lygio kaita. Nors faktinės informacijos šiuo klausimu pastoviai gausėja, tačiau Baltijos jūros vandens lygio dinamikos atkūrimas poledynmečiu, o atitinkamai – ir patikimų paleogeografinių rekonstrukcijų sudarymas, iki šiol vis dar lieka aktualių problemų rate.

Kol kas turima gana nedaug chronologinių duomenų (absoliutaus amžiaus datavimų) apie įvairių Baltijos jūros raidos stadijų baseinų nuosėdas, ypač iš dabartinės Pietryčių Baltijos akvatorijos, kuriais remiantis būtų galima patikimai atkurti paleogeografines sąlygas. Paleorekonstrukcijų sudarymą apsunkina dar ir tai, kad Pietryčių Baltijos regione keičiasi žemės plutos neotektoninių judesių ženklas – nuo glaciozostatinio kilimo šiaurinėje šio regiono dalyje iki grimzdimo – pietinėje (Gudelis, 1979; Harff et al., 2001; Harff & Meyer, 2011). Šios problemos sudėtingumą atspindi labai skirtingos, neretai prieštaraujančios viena kitai, baseinų vandens lygio paleorekonstrukcijos (santykinio jūros vandens lygio kaitos kreivės), įvairių autorių sudarytos Pietryčių Baltijos regionui (Kabailienė, 1999; Bitinas & Damušytė, 2004; Gelumauskaitė & Šečkus, 2005; Бадюкова, 2007; Gelumauskaitė, 2009; Damušytė, 2011).

Pastarųjų metų Lietuvos tyrėjų sudarytose kreivėse rodomas, atsižvelgiant į skirtingą neotektoninį režimą, santykinis paleobaseinų vandens lygio svyravimas atskirai pietinei, centrinei ir šiaurinei Baltijos jūros Lietuvos kranto zonos daliai (Gelumauskaitė, 2009; Damušytė, 2011). Vadovaujantis tokio pobūdžio kreivėmis buvo bandyta įvertinti neotektoninių judesių greitį bei amplitudes Baltijos jūros Lietuvos akvatorijoje ir priekrantėje, taip pat sumodeliuoti šių judesių mastą ir galimas pasekmes kranto zonai artimiausioje ateityje (Šečkus, 2009).

Manytume, kad norint patikimai rekonstruoti paleogeografines sąlygas Baltijoje jūros baseine poledynmečiu, reikia vadovautis ne kontraversiškomis santykinio vandens lygio kaitos kreivėmis, o atkurti būtent eustatinį vandens lygio režimą, buvusį šiame baseine. Tai, suprantama, yra kur kas sudėtingesnis uždavinys, tad privalu atsižvelgti į keletą svarbių veiksnių, tiek žinomų iš anksčiau, tiek ir paaiškėjusių paskiausiųjų Baltijos jūros bei jos lagūnų tyrimų metu.

1. Vertinant baseino vandens lygio eustatinius pokyčius, būtina atsižvelgti ir žemės plutos neotektoninius judesius poledynmečiu: glaciozostatinį kilimą, teritorijos grimzdimą bei svyruojamuosius žemės plutos blokų judesius. Šiuo tikslu, atsižvelgiant į patikimai identifikuotas senąsias baseinų terasas bei jose stebimas deformacijas, sukeltas svyruojamųjų žemės plutos blokų judesių (Šliaupa et al., 2005), sudarytas Baltijos jūros Lietuvos kranto zonos neotektoninio aktyvumo poledynmetyje modelis. Suprantama, kad šio modelio, sudaryto tiek iš turimos negausios faktinės informacijos, tiek interpoliuojant duomenis iš gretimų Lietuvai sričių, atskiros dalys yra daugiau ar mažiau hipotetinės, apytikrės. Vadovaujantis šiuo modeliu pabandyta atstatyti chronologinių reperių, pagal kuriuos rekonstruojama paleobaseino vandens lygio kaita, tikroji padėtis (absoliutūs aukštis) jų formavimosi momentu. Minėtais reperiais nagrinėjamu atveju yra gėlavandenių arba druskingų lagūnų bei ežerų nuosėdos, gėlavandeniai arba jūriniai moliuskai, durpės ir medžių liekanos, kurių amžius nustatytas absoliučios geochronologijos – dažniausiai radiokarboniniu (¹⁴C) bei optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) – metodais, o taip pat patikimai identifikuotos paleobaseinų terasos dabartiniame pajūryje. Sudarant paleogeografines rekonstrukcijas Pietryčių Baltijoje būtina atsižvelgti ir į analogiškus neotektoninių judesių greičius bei amplitudes Danijos sąsiaurių rajone ir Pietų Švedijoje, t.y. tuose regionuose, per kuriuos Baltijos jūros paleobaseinai jungdavosi su Pasauliniu vandenynu (Jensen et al., 2002; Yu et al., 2005; ir kt.).

2. Pastarųjų metų povandenių archeologinių tyrimų metu Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje buvo surastos puikiai išsilaikiusios (*in situ*) medžių kelmų bei kamienų liekanos. Kai kurių kelmų amžių nustačius radiokarboniniu (¹⁴C) metodu paaiškėjo, kad čia medžiai augo jau Joldijos jūros laikais (Bitinas ir kt.,

2004). Tad medžių kelmai yra ypač svarbūs paleogeografinių sąlygų rekonstravimo reperiai. Jie liudija, kad po to, kai minėti kelmai buvo apsemti, buvusių baseinų vandens lygis jau niekuomet nebebuvo nukritęs žemiau, nei kad šių medžių liekanų radimvietės. Kitu atveju, t.y. jei vandens lygis būtų nukritęs žemiau ir šios medžių liekanos būtų atsidūrusios sausumoje, mediena, esant oksidacinei aplinkai, būtų labai greitai suirusi.

3. Pastarojo dešimtmečio geochronologiniai tyrimai atskleidė, kad į Pietryčių Baltijos lagūnas (Kuršių, Vyslos) patekdavo bei tebepatenka didelis kiekis vandenyje ištirpusių senųjų karbonatų (t. y. karbonatų, kurie pateko į vandenį pastarajam cirkuliuojant per įvairaus amžiaus nuosėdas ar uolienas ir jas tirpinant). Šie karbonatai labai stipriai įtakoja radiokarboninio (^{14}C) datavimo rezultatus, t.y. juos „pasendina“ – veikia taip vadinamasis rezervuaro efektas. Datuojant atviros jūros ar vandenyno nuosėdas, šis efektas siekia tik keliasdešimt ar kelis šimtus metų, kurie įvedami kaip pataisa gautiems radiokarboninio datavimo rezultatams (Mangerud et al., 2006). Tuo tarpu Kuršių ir Vyslos lagūnose (mariose) rezervuaro efektas kinta labai plačiame intervale ir gali siekti du tūkstančius metų ir daugiau. Tai daro labai didelę įtaką datuojant tiek lagūninės kilmės karbonatus bei organogenines nuosėdas (taip vadinamąjį marių mergelį), tiek moliuskų kiautelius ar žuvų liekanas (Bitinas ir kt., spaudoje). Rekonstruojant jūros vandens lygio eustatinis pokyčius Pietryčių Baltijoje, tokio tipo nuosėdų radiokarboninio datavimo rezultatus būtina eliminuoti iš paleogeografinių rekonstrukcijų. Taigi, tiriant lagūnų nuosėdas, slūgsančias tiek po dabartinėmis mariomis, tiek ir po pastarąsias nuo jūros skiriančiomis nerijomis, belieka vadovautis tik smėlių datavimo optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu duomenimis (Bitinas et al., 2001), o taip pat paleobotaninių tyrimų rezultatais.

4. Iki šiolei sudarant Baltijos jūros santykinio vandens lygio kaitos kreives poledynmetyje jos dažniausiai nebuvo koreliuojamos su Pasaulinio vandenyno eustatinio vandens lygio kaitos kreivėmis. Tik nedaugelis Pietryčių Baltijos regiono tyrėjų bandė ieškoti šių sąsajų (Gelumbauskaitė & Šečkus, 2005), tačiau tarp jų pasiūlyto santykinio vandens lygio kaitos regioninio modelio ir Pasaulinio vandenyno eustatinio vandens lygio kreivės galima išžvelgti tam tikrų prieštaravimų. Manytume, kad Pasaulinio vandenyno ir Baltijos paleobasinų eustatinio vandens lygio kaitos kreivių tarpusavio sugretinimas paleogeografinėse rekonstrukcijose yra būtinas – tai turėtų būti efektyvus sudaromų paleorekonstrukcijų patikimumą kontroliuojantis veiksnys.

Autorių sudarytoje Pietryčių Baltijos eustatinio vandens lygio kaitos poledynmečiu kreivėje yra pabandyta atsižvelgti į visus aukščiau išvardintus veiksnys, o ypač į glaciozostatinių judesių amplitudes bei trukmę (Påsse & Andersson, 2005; Rosentau et al., 2012). Manytume, kad šio eustatinio vandens lygio kaitos modelio pagalba bus galima suprantamiau paaiškinti nuosėdų

susidarymą ir pasiskirstymą vienoje ar kitoje Pietryčių Baltijos dalyje, identifikuoti po vandeniu esančius ir patikimo chronologinio pagrindimo neturinčius senųjų baseinų krantus, taip pat padės geriau suvokti Kuršių nerijos formavimosi raidą. Tačiau sudarytoji kreivė kelia ir nemažai naujų klausimų, susijusių su Baltijos jūros raida poledynmečiu.

Tyrimai atlikti Klaipėdos universitete vykdant MTEP projektą „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ (KU projekto registracijos Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019).

Literatūra

- Bitinas A., Damušytė A., Hütt G. et al. 2001. Application of the OSL dating for stratigraphic correlation of Late Weichselian and Holocene sediments in the Lithuanian Maritime Region. *Quaternary Science Reviews*, No. 20, 767–772 p.
- Bitinas A., Žulkus V., Mažeika J. ir kt. 2004. Medžių liekanos Baltijos jūros dugne: pirmieji tyrimų rezultatai. *Geologija*, Nr. 43, 43–46 p.
- Bitinas A., Damušytė A. 2004. The Littorina Sea at the Lithuanian Maritime Region. *Polish Geological Institute Special Papers*, No. 11, 37–46 p.
- Bitinas A., Mažeika J., Damušytė A. et al. 2013. Effects of carbonates on radiocarbon dating in the Southeastern Baltic lagoons (In press).
- Damušytė A. 2011. Lietuvos pajūrio geologinė raida poledynmečiu. Daktaro disertacija, fiziniai mokslai, geologija (05 P). Vilnius.
- Gelumbauskaitė L.Ž., Šečkus J. 2005. Late Quaternary shore formations of the Baltic basins in the Lithuanian sector. *Geologija*, Nr. 52, 34–45 p.
- Gelumbauskaitė L.Ž. 2009. Character of sea level changes in the subsiding south – eastern Baltic Sea during Late Quaternary. *Baltica*, No. 22(1), 77–82 p.
- Gudelis V. 1979. Lithuania. In: *The Quaternary history of the Baltic*. Acta Universitatis Upsaliensis. Annum Quingentesimum Celebrantis 1, 159–173 p.
- Harff J., Frischbutter A., Lampe R. et al. 2001. Sea level changes in the Baltic Sea: Interrelation of climate and geological processes. In: L. C. Gerherd et al. (eds.), *Geological perspectives of global climate changes*, AAPG-Studies in geology, No. 47, 231–550 p.
- Harff J., Meyer M. 2011. Coastlines of the Baltic Sea – Zones of Competition Between Geological Processes and a Changing Climate: Examples from the Southern Baltic. In: J. Harff et al. (eds.), *The Baltic Sea Basin, Central and Eastern European 149 Development Studies (CEEDES)*, 149–164 p.
- Yu Sh-Y., Berglund B. E., Sandgren P. et al. 2005. Holocene palaeoecology along the Blekinge coast, SE Sweden, and implications for climate and sea-level changes. *Holocene*, No. 15, 2, 278–292 p.
- Jensen J. B., Petersen K. S., Konradi P. et al. 2002. Neotectonics, sea-level changes and biological evolution in the Fennoscandian Border Zone of the southern Kattegat Sea. *Boreas*, No. 31, 133–150 p.
- Kabailienė M. 1999. Water level changes in SE Baltic based on diatom stratigraphy of Late Glacial and Holocene deposits. *Geologija*, Nr. 29, 15–29 p.
- Mangerud J., Bondevik S., Gulliksen S. et al. 2006. Marine ^{14}C reservoir ages for 19th century whales and molluscs from the North Atlantic. *Quaternary Science Reviews*, No. 25 (23-24), 3228–3245 p.
- Påsse T., Andersson L. 2005. Shore-level displacement in Fennoscandia calculated from empirical data. *GFF*, No. 127, 253–268 p.
- Rosentau A., Harff J., Oja T. et al. 2012. Postglacial rebound and relative sea level changes in the Baltic Sea since the Littorina transgression. *Baltica*, Nr. 25 (2), 113–120 p.

- Šečkus J. 2009. Study of the South-Eastern Baltic Sea development applying geological modeling methods. Doctor dissertation, physical sciences, geology (05 P). Vilnius.
- Šliaupa S., Bitinas A., Zakarevičius A. 2005. Predictive Model of the Vertical Movements of the Earth's Surface: Implications for the Land Use of the Lithuanian Coastal Area. *Social Strategies*, No. 40, 221–235 p.
- Бадюкова Е. Н., Жиндарев Л. А., Лукьянова С. А. и др. 2007. Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории ее развития. *Океанология*, No. 47 (4), 594–604 с.

KURŠIŲ NERIJOS KOPŲ GEOLOGINĖ RAIDA

**Albertas Bitinas^{1,2}, Nikita Dobrotin¹, Aldona Damušytė^{3,1},
Dainius Michelevičius⁴**

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; ³Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius; ⁴Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakultetas, Vilnius; albertas.bitinas@corpi.ku.lt

2011-2012 metais Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institute (BPATPI) buvo vykdomas Lietuvos mokslo tarybos finansuotas projektas „Kuršių Nerijos kopų geologinė raida“ (KOPOS), kurio atsakinguoju vykdytoju buvo šio instituto vyresnysis mokslo darbuotojas dr. Albertas Bitinas (projekto registracijos Nr. MIP-11131).

Kuršių Nerija yra vienas unikaliausių Lietuvos kampelių tiek kultūrine, tiek geologine prasme. Geologiniu požiūriu – tai „gyvas“, iki šiol besiformuojantis darinys, kurio didžiąją dalį sudaro eolinės (vėjo sunešamos) nuogulos, pasižyminčios faziniu aktyvumu. Holoceno metu vyko aktyvių ir pasyvių (stabilių) kopų formavimosi laikotarpių (fazijų) kaita. Ramius tarpnius, kuomet kopų paviršių padengdavo augmenija ir susiformuodavo dirvožemio sluoksnis, periodiškai keisdavo eolinio aktyvumo laikotarpiai, kurių metu dirvožemiai buvo suardomi arba padengiami naujai supustomo smėlio sluoksniu. Taip susiformavo palaidoti dirvožemiai (paleodirvožemiai) – geologiniai sluoksniai, kurie tiek litologinėmis, tiek fizinėmis savybėmis ryškiai skiriasi nuo Kuršių Nerijos geologiniame pjūvyje dominuojančių eolinių smėlių.

Projekto darbų metu buvo tiriamas Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų masyvas, esantis tarp Juodkrantės ir Pervalkos. Tyrimų kompleksas, susidedantis iš modernių geofizinių ir geochronologinių tyrimo metodų, apėmė geofizinius lauko tyrimus georadaru (GPR), LIDAR duomenų panaudojimą, paleodirvožemių datavimą radiokarboniniu (¹⁴C) bei eolinių smėlių absoliutaus amžiaus nustatymą optiškai stimuliuotos liuminescencijos (IR-OSL) metodais, tai pat kopų reljefo įvairiais praeities laikotarpiais rekonstravimą.

Tyrimai georadaru parodė, kad paleodirvožemiai Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų masyve yra išlikę fragmentiškai, pagrindinai pietinėje šių kopų masyvo dalyje, vakariniame Didžiojo nerijos kopagūbrio šlaite. Vadovaujantis radiokarboninio (¹⁴C) datavimo duomenimis, išskirti 4 paleodirvožemių formavimosi periodai (generacijos): 1) 5800–4500 metų PD (prieš dabartį); 2) 3900–3100 metų PD; 3) 2600–2400 metų PD, ir 4) nuo 1900 metų PD iki mūsų dienų. Pastaroji, vėlyviausioji, generacija akivaizdžiai susideda iš kelių trumpesnių paleodirvožemių formavimosi periodų, tačiau jų pagrįstas išskyrimas būtų

įmanomas tik sukaupus daugiau geochronologinių tyrimų duomenų bei išsprendus kai kuriuos paleodirvožemių datavimo metodologinio pobūdžio klausimus.

Kopų reljefo ir marių krantų padėties paleogeografinių rekonstrukcijų, sudarytų įvairiems praeities laikotarpiams, analizė rodo, kad visais šiais laikotarpiais marių kranto linija buvo panašioje padėtyje – centrinėje Kuršių nerijos dalyje, apytikriai ten, kur yra dabartinis Didžiojo nerijos kopagūbrio vakarinis šlaitas. Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų masyvas eolinių procesų suaktyvėjimo laikotarpiais persistumdavo ir transformuodavosi gana nežymiai. Senieji Kuršių nerijos kopų masyvai, matomai, buvo daugiau ar mažiau tolygiai pasiskirstę visoje nerijos teritorijoje. Tik pastaruoju laikotarpiu, pradedant nuo XVI amžiaus iki dabar, kada Kuršių marių kranto linijos ir kopų persistūmimo masteliai pasiekė dešimtis ir šimtus metrų, įvyko eolinių darinių koncentravimasis rytiniame nerijos pakraštyje, kur ir susiformavo dabartinis Didysis nerijos kopagūbris.

Holoceno metu vykę miškų gaisrai, nors ir stimuliuodavo kopų ir jas dengusių senųjų dirvožemių destrukciją bei eolinių procesų suaktyvėjimą, nesudarė sąlygų didelių eolinių masyvų transformavimuisi ir aktyviai kopų migracijai. Senųjų eolinio aktyvumo fazių (t.y. buvusių iki XVI amžiaus) trukmė, skaičiuojant nuo defliacinių procesų išsivyravimo iki kopų judėjimo stabilizavimosi bei naujo dirvožemio formavimosi pradžios, buvo santykinai trumpa – neviršijo dviejų-trijų šimtų metų.

Sudarytos paleogeografinės rekonstrukcijos, rodančios senųjų kranto linijų padėtį ir kopų reljefo pobūdį, galėtų būti naudingos archeologams, planuojantiems tyrimus Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų masyve. Galima padaryti prielaidą, kad paleogeografinių sąlygų kaita, analogiška vykusiai Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų masyve, buvo būdinga ir kitoms Kuršių nerijos vietovėms su panašia geologine-geomorfologine sandara.

Planuojant tolimesnius Kuršių nerijos kopų tyrimus, būtina atkreipti dėmesį į paleodirvožemių radiokarboninio datavimo metodologines problemas, susijusias tiek su taikomais datavimo metodais, tiek ir su datuojamų objektų (medžiagos) pasirinkimu. Tuo tikslu galėtų būti atlikti kad ir nedidelės apimties, tačiau detalūs paleodirvožemių geochronologiniai tyrimai, sukoncentruoti keliuose atskiruose vertikaliuose paleodirvožemių profiliuose. Tik gavus šių tyrimų rezultatus ir atlikus, jais vadovaujantis, dar kelias dešimtims datavimų iš įvairių paleodirvožemio horizontų bei taip papildžius dabar turimą paleodirvožemių radiokarboninio datavimo duomenų masyvą, būtų galima patikimai išskirti visas paleodirvožemių generacijas, o jų formavimąsi pabandyti susieti su globaliais paleoklimato pokyčiais ar kitais tuo metu vykusiais gamtiniais procesais.

Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų masyve išlikę įvairaus amžiaus bei skirtingo išsivystymo laipsnio senieji palaidoti dirvožemiai yra puikus tyrimo poligonas aiškinantis smėlinių dirvožemių formavimosi ypatumus, čia vykstančius geocheminius procesus. Eolinių smėlių datavimas IR-OSL metodu pirmąsyk parodė, kad šio metodo, kuris labai plačiai taikomas datuojant eolines nuosėdas įvairiose pasaulio regionuose, rezultatus gali gana stipriai įtakoti ir iškreipti dirvodariniai procesai, t.y. cheminių elementų išplovimas ir pernešimas į gilesnius sluoksnius, kuris ypač laidžioje vandeniui tepėje (smėlyje) gali siekti kelerius metrus. Šio proceso analizė eoliniuose dariniuose ir jo poveikio įvertinimas IR-OSL datavimo rezultatams galėtų tapti nauja metodologiškai svarbia mokslinio tyrimo tema.

Projekto rezultatai mokslo visuomenei buvo pristatyti keliose tarptautinėse konferencijose, jų pagrindu parengta ir spaudai atiduota viena mokslinė publikacija: „Mirusiųjų (Pilkųjų) kopų Kuršių nerijoje evoliucijos rekonstravimas, Pietryčių Baltija“ (*„Reconstruction of the Dead (Grey) Dunes evolution in the Curonian Spit, Southeastern Baltic“*), autoriai – N. Dobrotin, A. Bitinas, D. Michelevičius, A. Damušytė, J. Mažeika. Dalis gautų ir dar neskelbtų tyrimo rezultatų, skirtų eolinių darinių paleodimnamikos klausimams nagrinėti, bus pristatyta 2013 metų rugpjūčio 26-30 d. d. Klaipėdos universitete vykstančiame tarptautiniame 9-ajame Baltijos jūros mokslo kongrese.

JŪRŲ TYRIMŲ IR MONITORINGO SENSORINĖS AUTOMATIZUOTOS INFORMACINĖS SISTEMOS SKIRTOS IŠANKSTINIAM EKOLOGINIŲ PROBLEMŲ IDENTIFIKAVIMUI PROJEKTAVIMO KONCEPCIJA

Denisas Bykovas¹, Darius Drungilas¹, Arūnas Andziulis²,
Julius Venskus¹

¹Klaipėdos universiteto Informatikos inžinerijos katedra, Klaipėda; ²Klaipėdos universiteto Mechatronikos mokslų institutas, Klaipėda; bykovas@bykovas.lt

Įvadas

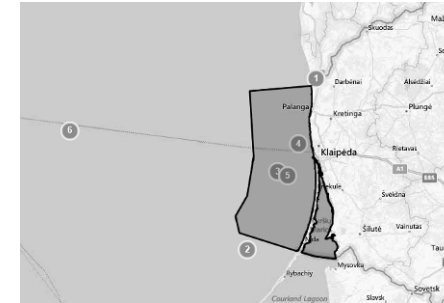
Baltijos jūros gyvybingos ekosistemos efektyviam monitoringui būtina vieninga informacinė sistema, kuri leistų realiu laiku stebėti ir prognozuoti akvatorijos užterštumo lygį, taptų patikimu informacijos šaltiniu sprendimus priimančioms įstaigoms. Patikima informacija apie jūros ekosistemos būseną gaunama kompleksinių ekspedicinių tyrimų metu. Tačiau tokie tyrimai nėra sistemingi - dažniausiai lokalūs ir reti. Šis tyrimas siūlo automatizuotos informacinės sistemos įdiegimą, kurios pagrindiniai elementai - autonominiai techniniai įrenginiai ir robototekniniai kompleksai. Darbo tikslas suformuluoti pagrindinius principus, reikalavimus bei uždavinius, kuriais remiantis gali būti atliekama jūrų tyrimų ir automatizuotos monitoringo sistemos koncepcijos sintezė, išplečiant jūrinio mokslo galimybes.

Automatizuotos monitoringo sistemos poreikio analizė

Upių baseinai iš kurių vanduo suteka į Kuršių marias sudaro apie 75 procentų Lietuvos teritorijos – tai labai eutrofikuoatas vandens telkinys, o Baltija vis dar laikoma viena labiausiai užterštų jūrų. Kuršių marios ir Baltijos jūra Lietuvai yra pagrindinis žuvų išteklių šaltinis. Jūros aplinkos būklė ir taršos lygis yra stebimas vykdant Lietuvos aplinkos monitoringo programą (LR Vyriausybė, 2011). Potencialūs taršos šaltiniai yra naftos platforma D-6, Būtingės naftos terminalas, grunto laidojimo jūros rajonai (dampingo) ir nuskandinto cheminio ginklo vieta (1 pav.).

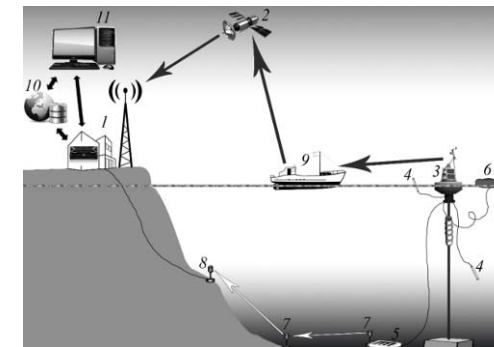
Lietuvoje jūrinėje dalyje atliekami meteorologiniai ir hidrologiniai stebėjimai. Vandens išteklių monitoringas, būdamas sudėtinė aplinkos monitoringo dalimi, apima paviršinio ir požeminio vandens monitoringų sistemas. Jis paremtas kiekybinių ir kokybinių rodiklių registravimu (LR aplinkos ministerija, 2009). Kokybiniai rodikliai - vandens temperatūra, pH, cheminė ir mikrobiologinė vandens sudėtis, nitratų kiekis vandenyje, naftos produktai vandens paviršiuje ir kt. matuojami specializuotų sensorių pagalba.

Šio darbo tikslas - automatizuotos informacinės sistemos įvaizdžio formavimas, plėtos principų kūrimas ir sprendžiamų problemų srities nustatymas.



1 pav. Projektuojamos monitoringo sistemos teritorija: 1 – Būtingės naftos terminalas, 2 – naftos platforma D6, 3 – D5 gręžiniu patvirtinta naftos struktūra, 4, 5 – dampingo zonos, 6 – nuskandinto cheminio ginklo rajonas.

Šiandienos povandeninės robototeknikos, jūrų tyrimų, ekologijos bei techninių informacinių sistemų inžinerijos technologijos leidžia įdiegti autonominius povandeninius aparatus, autonomines daugiafunkcines matavimo platformas, nuotolinius sensorius, autonomines duomenų kaupimo sistemas, hidroakustines informacijos duomenų perdavimo sistemas ir kt. (Chunchu, 2012). Paminėtos techninės priemonės gali tapti pagrindu kuriant sensorinę sistemą, užtikrinančią nuolatinį informacijos apie aplinkos (apimančią jūros akvatorijos povandeninę ir viršvandeninę aplinkas) sąlygas fiksavimą (2 pav.).



2 pav. Automatinės monitoringo sistemos projektavimo koncepcija: 1 – regioninis analitinis centras, 2 – palydovai, 3 – autonominis daugiafunkcinis modulis, 4 – autonominiai aplinkos kontrolės sensoriai, 5 – autonominis dugninis modulis, 6 – vandens paviršiaus stebėjimo sensorius, 7 – autonominis hidroakustinis retransliatorius, 8 – daugiafunkcinis kabelinio tipo modulis, 9 – ekspediciniai laivai, 10 – informacijos duomenų kaupimu centras, 11 – vartotojo terminalas.

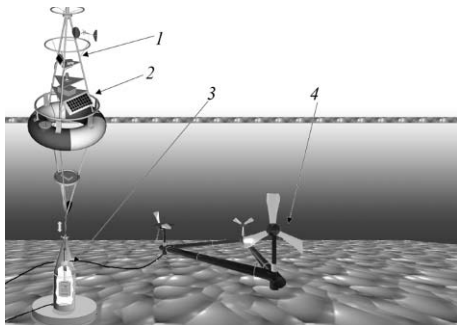
Automatizuotos jūros akvatorijos monitoringo sistemos koncepcija

Formuojant automatizuotos jūros akvatorijos monitoringo sistemos koncepciją galima išskirti pagrindinius reikalavimus bei uždavinius.

1. Užtikrinti pagrindinės informacijos apie Baltijos jūros ekologinę būklę tikslumą ir patikimumą. Šio uždavinio sprendimas – tolygus sensorių išdėstymas visoje Baltijos jūros akvatorijoje, kurie tarpusavyje sujungti bevieliais informacijos perdavimo kanalais bei autonominių duomenų kaupiklių, kurių maitinimas aprūpinamas panaudojant saulės ir jūros bangavimo energiją, įdiegimas. Pateiktos techninės priemonės užtikrina nuolatinį žmogaus poveikio aplinkai stebėjimą, naudojant informatyviausius rodiklius (sensorius) (Mingxing, 2009) visoje vandens stovymėje, paviršiuje ir virš vandens.

2. Informacijos apie fizinę jūrinės aplinkos būklę rinkimas, apibendrinimas ir atvaizdavimas. Šios užduoties sprendimui gali būti naudojami autonominiai daugiafunkciniai moduliai, sumontuoti judamose platformose arba stacionariai atliekantys hidroakustinius, magnetinio, elektros lauko, hidrodinamikos, temperatūros, radiacijos, jūros dugno geomorfologijos ir biologinių rodiklių pokyčių registraciją (Palazov, 2012). Čia būtina išskirti du pagrindinius šios užduoties atlikimo būdus: kompleksiniai jūrų vandens aplinkos būklės tyrimai, periodiškai vykdančios jūrinės ekspedicijos; ir informacijos rinkimas ir perdavimas iš autonominių daugiafunkcinių modulių tinklo sudaryto iš stacionarių įdiegtų ir mobilių sistemų.

3. Stacionarių autonominių modulių techninės būklės diagnostika bei ilgalaikių jūrų įrangos maitinimo ir įkrovimo elementų aptarnavimas. Autonominių sensorinių stočių veikimas gali būti užtikrintas panaudojant saulės, bangavimo bei jūrinių srovių energiją ir paverčiant ją elektros energija, kurios paskirstymas taip pat turi būti organizuojamas pagal autonominių modulių energijos poreikių bei atliekamų užduočių prioritetus (3 pav.).



3 pav. Autonominis automatizuotos jūros monitoringo sistemos sensorinis modulis: 1 – sensorių pajungimo modulis, 2 – saulės baterijos, 3 – jūros bangavimo energijos transformatorius, 4 - jūros srovių energijos transformatorius.

4. Stabilus veikimo ekstremaliomis sąlygomis užtikrinimas. Automatizuota monitoringo sistema turi visapusiškai išlaikyti funkcionalumą esant sudėtingoms gamtinėms sąlygoms.

5. Užtikrinti informacijos srautų, ateinančių iš skirtingų aplinkos ir jūros akvatorijos stebėjimo elementų ir informacijos centrų suderinamumą su projektuojamos sistemos vartotojo techninėmis priemonėmis. Šis informacijos srautų ir duomenų apjungimas daro prielaidas vieningos informacinės erdvės (sistemos) kūrimui panaudojant satelitines, GSM, GPRS (WenXiao Z, 2011) ir retranšliavimo radijo bangomis sistemas ir kt. (Palazov, 2012).

7. Personalo apmokymas: jūrų monitoringo automatizuotos informacinės sistemos veikimo patikrinimas specialių kompleksinių mokymų metu; sistemos vartotojų įgūdžių tobulinimas; jūrų monitoringo automatizuotos informacinės sistemos ir ją sudarančios techninės įrangos potencialo užtikrinimas.

8. Automatizuotos jūros ekosistemos monitoringo sistemos taikymas atliekant mokslinius tyrimus ir techninių priemonių bandymus.

Padėka

Autoriai dėkoja projektui Nr.VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019 „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ ir projektui LLIV-215 Nr. LV-LT/1.1/LLIV-215/2012/13 „JRTC Extension in Area of Development of Distributed Real-Time Signal Processing and Control Systems“ už paramą atliekant tyrimą.

Literatūra

- Chunhu L., Bin F. 2012. Development of a Compact Marine Environmental Monitoring Module Based on SMT32. Engineering and Technology (S-CET), 2012 Spring Congress Conference. Xian: IEEE.
- Hoang H., Dinh Q., Kyoung K. 2011. A study on wave energy harvesting using hydrostatic transmission. IEEE Conference Publications, 1600-1605 p.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. 2009. Įsakymas dėl ūkio subjektų aplinkos monitoringo nuostatų patvirtinimo. Vilnius: Žin., 2009, Nr. 113; 2011, Nr. 148.
- Lietuvos Respublikos Seimas. 1997. Lietuvos Respublikos jūros aplinkos apsaugos įstatymas. Vilnius: Žin., 1997, Nr. 108.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2011. Nutarimas dėl valstybinės aplinkos monitoringo 2011-2017 metų programos patvirtinimo. Vilnius: Žin., 2011, Nr. 34.
- Mingxing J., Zhongwen G., Feng H. et al. 2009. OceanSense: A practical wireless sensor network on the surface of the sea. PerCom: Pervasive Computing and Communications.
- Palazov A., Stefanov A., Marinova V. et al. 2012. Bulgarian National Operational Marine Observing System. Yeosu: IEEE OCEANS, 1-9 p.
- WenXiao Z., Guodong G., Guangyu M. et al. 2011. Study on the salinity auto-monitoring system based on GPRS. IEEE Conference Publications, 8593-8595 p.
- Xinag-Yao Z., Min-Shen L., Tzu-Shiang L. et al. 2011. Development of a self-sustainable autonomous environmental monitoring system. IEEE Conference Publications, 153-158 p.

JŪROS BEI PRIEKRANTĖS ZONŲ STEBĖJIMAS BEPILOČIŲ ORLAIVIŲ PAGALBA

Domantas Bručas¹, Ugnius Ragauskas², Gražvydas Bajarūnas³,
Eimantas Berteška⁴, Andrius Kaizevičius⁵

^{1,4}Vilniaus Gedimino technikos universiteto Kosmoso mokslo ir technologijų institutas, Vilnius; ^{2,3}Vilniaus Gedimino technikos universiteto Jono Žemaičio karo akademija, Vilnius; doibr@kmti.lt

Įvadas

Automatizuotų bepiločių skraidymo aparatų (BSA) tyrimai yra vykdomi pastaruosius du dešimtmečius, todėl egzistuoja didelis kiekis sukonstruotų bei naudojamų BSA. Pastaruoju metu dėl spartaus mechatroninių daviklių bei sistemų miniatiūrizavimo atsirado mikro mechatroninės automatizuotos skrydžio valdymo sistemos. Daugumas tokių BSA sistemų nuo seno yra naudojamos tik kariniams tikslams, panašių aparatų taikymas civiliams-komerciniams tikslams dėl griežtų nustatytų civilinių orlaivių skrydžių taisyklių yra labai ribotas (daugelyje išsivysčiusių šalių civilinių BSA skrydžiai yra draudžiami). Akivaizdu, kad civilinių komercinių BSA rinka yra labai plati – nuo greitesnio, lankstesnio ir pigesnio užduočių, kurios iki šiol buvo atliekamos įprastais orlaiviais iki visiškai naujų užduočių vykdymo. Būtina pastebėti, kad dėl sąlyginai mažos naudojamos įrangos masės ir kainos, minimizuoto žmonių įsikišimo į procesą, bei eksploatacijos pigumo, įmanoma pasiekti žymiai didesni BSA sistemos lankstumą naudojant juos komerciniais tikslais nei įprastų orlaivių atveju.

Nors šiuo metu egzistuoja gan daug sukurtų BSA sistemų, tačiau daugumas jų yra skirtos kariniams tikslams (nėra pritaikyti komerciniams poreikiams). Lietuvoje tokie skrydžiai nėra draudžiami, tačiau ir nėra reglamentuoti. Tai suteikia progą vystyti BSA sistemas.

Bandomosios platformos

Priekrantės bei kranto zonos stebėjimo tyrimų tikslais Kosmoso mokslo ir technologijų institute naudojami keli lengvųjų BSA sklandmenų tipai. Būtina pastebėti, kad visi BSA sklandmenys yra skirti panaudojimo bei tinkamiausios komponuotės tyrimo tikslams, todėl visi BSA sklandmenų tipai yra komerciškai prieinami, ir dažnai naudojami aviacijos modeliuotojų reikmėms. Naudojamų BSA tipų charakteristikos yra pateikiamos 1 lentelėje.

Dėl daug didesnio mažųjų BSA platformų (kaip X-5 tipo) lankstumo, tokie orlaiviai yra daug dažniau naudojami nedidelės apimties stebėjimo darbams atlikti. Mažą tipo orlaiviai gali nesunkiai būti paleidžiami „iš rankos“,

nusileisti praktiškai bet kurioje vietovėje (naudojant parašitą) bei, dėl naudojamo elektros variklio, yra kur kas tylėsniai nei didesnieji orlaiviai.

1 lentelė

Naudojamų BSA platformų tipai

Platformos/ charakteristikos	„Mugin“	EPP FPV	X-5
Ilgis	2,53 m	1,5 m	0,5 m
Sparnų mojis	3 m	1,8 m	1 m
Maksimali masė	25 kg	5 kg (įprastinė 4 kg)	2 kg (įprastinė 1,3 kg)
Naudingasis krovinys	iki 5 kg	0,5 – 0,7 kg;	iki 0,5 – 0,7 kg
Maksimalus greitis	150 km/h	70 km/h;	80 km/h
Kreiserinis greitis	90 km/h	45 km/h;	55 km/h
Skrydžio laikas	2 – 3 val.	30-45 min.	30-45 min
Bendras skrydžio atstumas	100-250 km	20-40 km;	30-50 km
Variklis	dvitaktis, dviejų cilindru	elektrinis	elektrinis
Valdymas	pilnai automatinis	pilnai automatinis	pilnai automatinis
Pakilimas	nuo pakilimo tako (asfaltas ar žolė)	iš rankos;	iš rankos;
Nusileidimas	pakilimo take (asfaltas ar žolė)	ant bet kokio lygaus paviršiaus	ant bet kokio lygaus paviršiaus, parašitu
Telemetrijos ir valdymo nuotolis: tiesioginis 430 MHz ryšys	50 km (garantuotas)	10 km (garantuotas)	10 km (garantuotas)
Žmonių reikalingų BSA eksploatuoti skaičius	2	1-2	1
Reikalinga orlaivio valdymo įranga	Nešiojamas kompiuteris su ryšio moduliui ir antena	Nešiojamas kompiuteris su ryšio moduliui ir antena	Nešiojamas kompiuteris su ryšio moduliui ir antena
Preliminari 1 komplekto kaina (be krovinių)	11 000 Lt	3 500 Lt	3 000 Lt

Palyginimui, „Mugin“ tipo platformos orlaiviai, nepaisant kur kas geresnių skrydžio parametrų šiuo metu yra naudojami kur kas rečiau, dėl eksploatacijos sudėtingumo, žemės infrastruktūros (kaip kilimo/tūpimo takai, galingos žemės stotys) bei aukštesnės aptarnaujančio personalo kvalifikacijos poreikio, yra naudojami daug rečiau. Tokiu būdu, remiantis eksploatacijos ir tyrimų patirtimi, galima teigti, kad operatyvioms, smulkioms stebėjimo užduotims atlikti mažosios (iki 5 kg) BSA platformos yra kur kas efektyvesnės nei didžiosios.

Naudojama stebėjimo įranga

Dėl griežtų radijo dažnių naudojimo taisyklių Lietuvoje tiesioginis vaizdo perdavimas iš BSA yra labai apsunkintas. Radijo dažniai, kuriais leistinas vaizdo signalo transliavimas (be ypatingų leidimų, tokie kaip 2,4 bei 5,8 GHz),

yra labai jautrūs oro drėgnumui, todėl jų pagalba įmanoma gauti kokybišką tiesioginį vaizdą tik esant geroms oro sąlygoms (nelyjant, nesningant, nesant rūko ir pan.). Dėl šios priežasties šiuo metu didžioji dauguma stebėjimo informacijos yra įrašoma į BSA esančias laikmenas bei po nusileidimo yra nukraunama į nešiojamą kompiuterį (Sužiedelytė-Visockienė ir kt., 2009).

Dabartiniu metu stebėjimui daugumoj naudojamos vizualiojo spektro foto kameros (12 Mpix skiriamosios gebos), užtikrinančios 3,5 cm žemės objektų skiriamąją gebą iš 200 m skrydžio aukščio. Gaunamos nuotraukos turi GPS pririšimą, todėl jas nesunku toliau apdoroti (Alshwabkeh, 2009).

Aplinkosauginiams tyrimams taip pat plačiai naudojamos artimojo infra raudonojo spektro foto kameros (NIR), iš kurių gautos medžiaga po atitinkamo apdorojimo išskiriamas augalų vegetacijos indeksas (NDVI). Šių kamerų pagalba įmanoma pakankamai tiksliai nustatyti augalų vegetacijos būklę ar augalų tipą. Šios spektro nuotraukos taip pat turi GPS pririšimą, kas leidžia jas pakankamai lengvai apdoroti (Carstensen, 2001).

Bandomieji skrydžiai pakrantėje

2012 metų spalio mėn. buvo vykdomi bandomieji skrydžiai Klaipėdos regione, su tikslu gauti preliminarūs duomenis apie BSA panaudojimo pajūryje galimybes (kranto ir priekrantės tyrimui). Kai kurie skrydžių rezultatai pateikiami 1 ir 2 pav.



1 pav. Skrydžių virš Klaipėdos pakrančių maršrutas.



2 pav. Skrydžių virš Klaipėdos pakrančių atskiras vaizdas.

Bandymų metu buvo vykdomi skrydžiai iki 5 km atstumu nuo paleidimo taško, kylant bei nusileidžiant pajūrio kopose. Žemės stebėjimas vykdymas iš 250 m aukščio. Stebėjimas iš tokio aukščio davė pakankamai gerus rezultatus, leido

pastebėti žmones bei žmonių pėdsakus pajūrio smėlyje. Būtina paminėti, kad dėl stipraus pajūrio vėjo bei terminių reiškinių, nedidelio BSA skrydis (buvo naudojamas EPP FPV) buvo labai apsunkintas ar net neįmanomas kai kuriose ruožuose, ypač virš Klaipėdos jūrų uosto vartų (Rysdyk, 2009). Dėl šios priežasties būsimiems bandymams numatoma naudoti orlaivius turinčius didesnę skridimo greitį, kadangi jie yra mažiau jautrūs vėjo įtakai (Yanushevsky, 2009). Vienas tokių orlaivių, galėtų būti šiuo metu bandomas X-5 tipo BSA. Taip pat bandymų metu iškilo netikėtų sunkumų dėl BSA nusileidimo – dėl laisvų, lygių aikštelių trūkumo, orlaivių nusileidimai buvo vykdomi ant pajūrio smėlio. Smėlio patekimas (slydimo per smėlį metu), neigiamai atsiliepia BSA įrangai. Dėl šios priežasties, dabartiniu metu bandomas nusileidimo parašytu būdas.

Išvados

- Bepiločiai orlaiviai gali būti sėkmingai taikomi operatyviam pakrantės ar priekrantės zonų stebėjimui;
- Dabartiniu metu naudojami BSA leidžia vykdyti skrydžius iki 10 km nuo pakrantės;
- Dėl naudojamų radijo dažnių ribojimo, įmanoma gauti tiesioginį vaizdą iš BSA tik geromis oro sąlygomis. Dėl šios priežasties pagrindiniai stebėjimo duomenys yra kaupiami atmintyje esančioje BSA;
- BSA panaudojimas pajūrio regione, dėl specifinių aplinkos sąlygų, reikalauja ypatingų techninių sprendimų.

Pranešimas paruoštas remiantis tyrimais atliktais VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019 “Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ projekto rėmuose.

Literatūra

- Alshwabkeh Y. 2009. A New True Ortho-Photo Methodology For complex archaeological application. University of Oxford, Archaeometry t 1111, Nr.10, p.14.
- Carstensen J.M. 2001. Image Analysis, Vision and Computer Graphics. 1st edition, Informatics and Mathematical Modeling. Technical University of Denmark.
- Rysdyk R. 2009. UAV Path Following for constant line-of-sight. 2nd AIAA .Unmanned Unlimited. Systems, Technologies, and Operations Aerospace, Land, and Sea Conference, Paper #6626, San-Diego, CA.
- Shariat M., Azizi A., Saadatseresht M. 2008. Analysis and the solutions for generating a true digital ortho photo in close range photogrammetry. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol XXXVII, Part B4, Beijing, p. 439-442.
- Sužiedelytė-Visockienė J., Bručas D. 2009. Influence of digital camera errors on the photogrammetric image processing. Geodezija ir kartografija. Vilnius: Technika, t. 35, Nr. 1, p. 29-33.
- Yanushevsky R. 2009. Missile Guidance. Lecture Notes, AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Chicago, IL.

BALTIJOS JŪROS MAKRODUMBLIŲ SVARBA FORMUOJANT ZOOBENTOSO DUGNO BENDRIJAS

Martynas Bučas

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; martynas@corpi.ku.lt

Įvadas

Buveines formuojantys organizmai arba buveinių inžinieriai (angl., “habitat engineers”, “ecosystem engineers”) - tai organizmai, kurie sukuria ar modifikuoja buveines, keičia fizinę gyvos ir negyvos medžiagos būseną ir, tokiu būdu, tiesiogiai ar netiesiogiai veikia resursų prieinamumą kitoms rūšims (Jones et al., 1994). Jūrinėje aplinkoje žinomaisi buveines formuojantys organizmai yra koralai, kolonijiniai dvigeldžių moliuskai bei makrofitų rūšys. Baltijos jūroje yra virš 440 makrofitų rūšių, tačiau įvardintos tik trys, kurios formuoja rūšimis turtingas buveines: jūrinis andras *Zostera marina* L. (Boström & Bonsdorff, 1997), pūslėtasis guveinis *Fucus vesiculosus* L. (Haage, 1975; Råberg & Kautsky, 2007) ir žaliaskarė maurarykštė *Cladophora glomerata* (Kraufvelin & Salovius, 2004). Dėl nepalankių sąlygų pietryčių Baltijos jūros priekrantėje nesutinkamos *Z. marina* ir *F. vesiculosus* augimvietės (Bučas, 2009), o dominuoja raudondumbliis šakotasis banguolis *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux. *F. lumbricalis* formuoja asociacijas su kitais raudondumbliais (Labanauskas, 2000), kurios yra žinomos kaip natūralios Baltijos strimelės nerštavietės (Olenin ir Labanauskas, 1994). Šio tyrimo tikslas yra palyginti inžinerinių epilitinių makrofitų rūšių ir šakotojo banguolio asocijuotą zoobentosą įvairovę bei gausumą bei nustatyti ar galima *F. lumbricalis* priskirti prie inžinerinių rūšių.

Medžiaga ir metodai

Buvo lyginami makrozoobentosos rūšinė sudėtis ir gausumas trijose makrodumblų suformuotose buveinėse: *F. vesiculosus* (Haage, 1975; Råberg & Kautsky, 2007), *C. glomerata* (Kraufvelin & Salovius, 2004) ir *F. lumbricalis* (Bučas, 2009). Mėginių ėmimas ir apdorojimas yra išsamiai aprašytas minėtose publikacijose. Bestuburių gausumas buvo perskaičiuotas 100 g makrodumblio sausos biomasės.

Trijų makrodumblų makrozoobentosos struktūra ir gausumas buvo lyginti pagal vidutinį rūšių (N) ir bendrą individų skaičių (S), Margalefo (d), Pielous (J'), Šenono (H') ir Simpsono (1-D) indeksus. Taip pat apskaičiuotas Bray-Curtis panašumo indeksas ir gauti daugiamačiai panašumo atstumai tikrinti permutacijomis paremta hipotezių tikrinimo statistika. Makrozoobentosos rūšių

santykinė svarba tarp makrodumblų įvertinta SIMPER analizės pagalba. Visi skaičiavimai atlikti PRIMER 6.1.13 programa (Clarke & Gorley, 2006).

Rezultatai ir aptarimas

Vidutinis makrozoobentosos rūšių ir individų skaičius buvo didžiausias *C. Glomerata* buveinėje, tačiau reikšmingai nesiskyrė nuo *F. vesiculosus* ir *F. lumbricalis* buveinių (1 lent.). Vidutinė makrozoobentosos rūšinė įvairovė pagal apskaičiuotus indeksus buvo mažiausia *C. Glomerata* buveinėje, tačiau reikšmingai nesiskyrė nuo *F. vesiculosus* ir *F. Lumbricalis* buveinių. Pastarieji dumbliai yra stambesni už *C. glomerata* bei dažnai apauga kitais epifitais, tokiu būdu dar padidindami trimates struktūras dugne, dėl ko, tikriausiai, bestuburių įvairovė juose didesnė ir tolydesnė.

1 lentelė

Trijų makrodumblų buveinių makrozoobentosos vidutinis (\pm SD) rūšių skaičius (N) ir individų skaičius 100 g dumblio sausos biomasės (S) bei įvairovės indeksai: Margalefo (d), Pielous (J'), Šenono (H') ir Simpsono (1-D)

Makrodumblio buveinė	N	S	d	J'	H'(ln)	1-D
<i>Cladophora glomerata</i>	18,0 \pm 4,2	7071,0 \pm 7953,5	2,0 \pm 0,1	0,4 \pm 0,1	1,2 \pm 0,5	0,5 \pm 0,2
<i>Fucus vesiculosus</i>	13,7 \pm 5,9	375,1 \pm 450,2	2,3 \pm 0,5	0,6 \pm 0,1	1,5 \pm 0,4	0,7 \pm 0,1
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	15,8 \pm 5,5	551,8 \pm 209,6	2,4 \pm 0,8	0,6 \pm 0,1	1,6 \pm 0,3	0,7 \pm 0,1

Pagal Bray-Curtis panašumo indeksą makrozoobentosos sudėtis ir gausumas skaičius trijose makrodumblų buveinėse reikšmingai skyrėsi tarp mėginių iš *C. glomerata* (R= 0.92, p= 0,03) ir *F. vesiculosus* bei *F. lumbricalis* (R= 1.00, p= 0,04), bet nesiskyrė tarp dviejų pastarųjų (R= 0.14, p= 0,08). Pagrindinės makrozoobentosos rūšys, kurios buvo rastos tik *C. Glomerata* buveinėje, priklausė *Insecta* ir *Entognatha* klasių atstovams (2 lent.). Tuose pačiuose mėginiuose buvo reikšmingai gausiau chironomidų, šoniplaukų ir lygiakojų vėžiagyvių. Gautus skirtumus galima paaiškinti tuo, kad *C. glomerata* augimvietės yra sekloje priekrantės dalyje, t. y. nuo kranto iki 4 m gylio, kur vanduo yra nugėlintas dėl nuotėkio iš kontinento, todėl tarp siūlinių žaliadumblų aptinkama didelė gėlavandenių bestuburių įvairovė ir gausumas.

F. vesiculosus augimvietės prasideda nuo 1 m gylio bei persidengia su *C. glomerata* buveine, todėl sekloje vietose paimtuose mėginiuose iš *F. vesiculosus* sutinkamos panašios gėlavandenės bestuburių rūšys. Iš kitos pusės, rudadumbliai dažniausiai dominuoja žemiau siūlinių žaliadumblų juostos iki 6 m gylio, todėl augimvietėse dominuoja jūrinės makrozoobentosos rūšys, tokios kaip *Hydrobia sp.*, *Mytilus edulis* L. ir *Theodoxus fluviatilis* L. (2 lent.).

F. lumbricalis augimvietė dažniausiai prasideda nuo 1 m ir tęsiasi iki 16-20 m gylio, bet dominuoja 3-9 m gylyje, todėl bestuburių rūšinė sudėtis joje yra

labai panaši į *F. vesiculosus* buveinės bendriją (2 lent.). Skirtingai nuo *F. vesiculosus* *F. lumbricalis* buveinėje aptiktos vandens erkės, vidutiniškai gausiau buvo midijų, šoniplaukų, lygiakojų vėžiagyvių (*Jaera albifrons* Leach), daugiašerių kirmelių ir dėlių. *F. vesiculosus* buveinėje pilvakojų moliuskų, chironomidų ir lygiakojų vėžiagyvių (*Idotea balthica* Pallas) gausumas buvo didesnis negu *F. lumbricalis* buveinėje.

2 lentelė

Makrozoobentosos rūšys, pagal kurias daugiausiai skyrėsi bestuburių rūšinė sudėtis ir jų vidutinis (\pm SD) gausumas 100 g dumblio sausos biomasės trijose makrodumblių buveinėse (pagal SIMPER analizės rezultatus)

Makrozoobentosos rūšis	<i>Cladophora glomerata</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Furcellaria lumbricalis</i>
<i>Palpomyia</i> sp.	19,3 \pm 22,3	0	0
<i>Deronectes depressus</i> Fab.	17,5 \pm 21,2	0	0
<i>Argulus foliaceus</i> L.	3,0 \pm 2,8	0	0
<i>Dytiscus caesus</i> Duftschmid	2,8 \pm 3,2	0	0
<i>Tabanus</i> sp.	1,5 \pm 1,4	0	0
<i>Mytilus edulis</i> L.	0	129,1 \pm 135,8	270,2 \pm 135,1
<i>Theodoxus fluviatilis</i> L.	0	85,5 \pm 133,9	11,4 \pm 5,2
<i>Hydrobia</i> sp.	0	22,0 \pm 43,1	14,9 \pm 14,5
<i>Piscicola geometra</i> L.	0	0,2 \pm 0,3	0,4 \pm 0,5
<i>Fabricia sabella</i> , Ehrenberg	0	0,1 \pm 0,2	5,6 \pm 6,0
<i>Gammarus</i> sp.	1690,5 \pm 791,3	34,5 \pm 41,7	64,5 \pm 57,6
<i>Chironomidae</i> undet.	3196,3 \pm 4520,2	24,9 \pm 49,2	5,5 \pm 8,1
<i>Idotea balthica</i> Pallas	840,3 \pm 964,8	22,2 \pm 28,7	4,9 \pm 6,5
<i>Jaera albifrons</i> Leach	567,4 \pm 714,3	5,2 \pm 5,6	30,1 \pm 21,5
<i>Hydrocarina</i> undet.	15,0 \pm 21,2	0	56,1 \pm 87,0

Skirtumus tarp rudadumblių ir raudondumblių bendrijų galima paaiškinti tuo, kad *F. vesiculosus* augimvietės yra dažniausiai apsaugotose nuo didelio bangų poveikio vietose (įlankose, archipelage), o patys dumblių sąžalynai yra gerokai didesni už raudondumblius, todėl čia nusėda santykinai daugiau organinės medžiagos ir dominuoja detritaėdžių bei augalėdžių bestuburių rūšys. Atvirose bangoms vietose, kur rudadumbliai yra reti arba jų iš viso nėra (kaip Lietuvos-Latvijos pietryčių priekrantėje), dominuoja raudondumblių augimvietės, kuriose prisitaikiusios prie aktyvios hidrodinamikos makrozoobentosos rūšys, tokios kaip midijos arba dvigeldžiai moliuskai. Kitus bestuburių rūšių skirtumus tarp makrodumblių, tikriausiai galėjo įtakoti gylis, druskingumas ir temperatūra. Taip pat tikėtina, kad ne atskiri makrodumblių gniužulai reikšmingai įtakoja makrozoobentosos rūšinę sudėtį bei gausumą, bet dugno padengimas makrodumbliais ir pasiskirstymas didesniame plote, kadangi tankiuose sąžalynuose gali būti sumažintas bangų ir/arba abrazinis smėlio poveikis arba didesnė tikimybė pasislėpti nuo plėšrūnų.

Išvados

Makrozoobentosos įvairovė *C. glomerata* augimvietėse reikšmingai skyrėsi nuo *F. vesiculosus* ir *F. lumbricalis* bendrijų, dėl nugėlinto vandens sekliosios priekrantės zonoje. Santykinai maži skirtumai tarp bestuburių įvairovės *F. vesiculosus* ir *F. lumbricalis* augimvietėse gali reikšti tai, kad dumblių gniužulų trimatės struktūros dugne yra svarbesnis veiksnys formuojant buveines bestuburiams, negu kitos inžinerinių rūšių savybės (pvz., gniužulo morfologija, aleopatija ir kt.). Šakotasis banguolis *F. lumbricalis* yra inžinerinė rūšis kaip ir pūslėtasis guveinis *F. vesiculosus* arba žaliaskarė maurarykštė *C. glomerata*. Daugiamečių raudondumblių augimvietės ypatingai yra svarbios atvirose bangoms priekrantėse, kur *F. vesiculosus* nebeformuoja sąžalynų arba išviso neauga.

Literatūra

- Boström C., Bonsdorff E. 1997. Community structure and spatial variation of benthic invertebrates associated with *Zostera marina* (L) beds in the northern Baltic Sea. J. Sea. Res., 37(1-2): 153-166.
- Bučas M. 2009. Distribution patterns and ecological role of the red alga *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux off the exposed Baltic sea coast of Lithuania. Doctoral dissertation of Biomedical sciences, Klaipėda University, Klaipėda, 128 p.
- Clarke K.R., Gorley R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth: 192 p.
- Haage P. 1975. Quantitative investigations of the Baltic Fucus belt macrofauna 2 Quantitative seasonal fluctuations In: Contr Asko Lab 9, University of Stockholm, 1-88.
- Jones C.G., Lawton J.H., Shachak M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. Oikos, 69, 373-386.
- Kraufvelin P., Salovius S. 2004. Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: Can *Cladophora glomerata* compensate for lost *Fucus vesiculosus*? Estuarine Coastal and Shelf Science, 61(2): 369-378.
- Olenin S., Labanuskas V. 1994. Lietuvos priekrantės povandeninių biotopų bei nerštaviečių kartografavimas. Žuvininkystė Lietuvoje, 1: 70-76.
- Labanuskas V. 2000. Jūros bentos makrofitų bendrijos Lietuvos priekrantėje. Botanica Lithuanica, 6(4): 403-413.
- Råberg S., Kautsky L. 2007. A comparative biodiversity study of the associated fauna of perennial fucoids and filamentous algae. Estuarine Coastal and Shelf Science, 73(1-2): 249-258.

JŪRINĖS INDUSTRIJOS SPAUDIMO GAMTINEI APLINKAI VALDYMO GALIMYBĖS

Vilma Burškytė¹, Olga Anne¹, Žaneta Stasiškienė²

¹Klaipėdos universitetas, Klaipėda; ²Kauno technologijos universitetas,
Kaunas; vilmaburskyte@yahoo.com

Anotacija

Darnaus vystymosi siekis įgauna vis didesnę reikšmę žmonijos gyvenime. Gyvenimas antropoceno epochoje sąlygoja tai, kad peržengėme visas gamtos asimiliacines savybes, o į poveikį aplinkai žiūrima tik per formaliojo vertinimo (reglamentuotą teisiniuose dokumentuose) prizmę, todėl būtina imtis ir papildomų prevencinių priemonių (Burskyte ir kt., 2012). Pasauliniame lygmenyje yra pripažįstama, kad jūrų uostai yra viena iš taršiausių industrijos sričių, tačiau greta poveikio aplinkai svarbos taip pat pripažįstama, kad tai sparčiausiai besivystanti pramonės šaka, kurios plėtra ateityje tik intensyvės, nes jūros keliai dar neperkrauti. Ne išimtis ir Klaipėdos uostas. Šiandien vis garsiau kalbama apie išorinę uosto plėtrą, tačiau per mažai dėmesio skiriama jūrinės industrijos spaudimo gamtinei aplinkai minimizavimui ar darnaus vystymosi principų užtikrinimui. Didėjantis dėmesys įmonių socialinei atsakomybei sąlygoja spaudimo gamtinei aplinkai mažinančių priemonių paiešką, kad ateityje netaptų svarbiu uosto plėtrą ribojančiu veiksniu, todėl šiame darbe analizuojamos spaudimo aplinkai valdymo galimybės.

Raktiniai žodžiai: jūrinė industrija, poveikis aplinkai, darnus vystymasis, aplinkosauginis valdymas, technologinės inovacijos.

Įvadas

XX amžiaus devintajame dešimtmetyje buvo daug diskutuota, kad reikia siekti ekonominio augimo nekeliant pavojaus gamtinei aplinkai, t.y. siekti darnaus vystymosi, tačiau taip pat buvo pripažinta, kad darnaus vystymosi strategijos įgyvendinimo tempai yra per lėti ir reikia pereiti nuo kalbų link darbų. 2012 metų Rio de Žaneire įvykusio forumo (RIO+20) metu buvo akcentuota institucinė darnios bei „žaliosios“ ekonomikos plėtros svarba, todėl ieškoma būdų kaip darnaus vystymosi tikslus integruoti į ūkinės veiklos lygmenį.

Jūrų uostai viena iš sparčiausiai besivystančių pramonės šakų, tiek Lietuvoje, tiek visame pasaulyje, tačiau intensyvus jūrų uosto vystymasis reiškia, kad didėja spaudimas gamtinei aplinkai. Ankstesnių tyrimų metu nustatyta, kad uosto raida nėra darni, t.y. pažeidžiama darnaus vystymosi triadės ekologinio stabilumo sąlyga (Burskyte ir kt., 2012). Tenka pripažinti, kad ilgą

laiką ekonominė jūrinės industrijos raida ir ekologinis veiksmingumas nesugebėjo vystytis tolygiai, todėl kyla grėsmė, kad intensyvus uosto vystymasis toliau mažins aplinkos kokybę ir pažeis gamtinės sistemos regeneracines savybes.

Uostų darnų vystymąsi galima apibrėžti kaip situaciją, kurioje uostas yra pajėgus įgyvendinti savo poreikius nekeliant pavojaus supančiai aplinkai (Nanopoulous et al., 2005). Tam, kad būtų išlaikyta darnaus vystymosi ekologinio stabilumo sąlyga egzistuoja nemažai galimybių (Burskyte et al., 2011), tai yra įvairios aplinkos apsaugos strategijos (Belous, 2005), tokios kaip vamzdžio galo technologijos, švaresnė gamyba, daugkartinio skatinimo naudojimas, technologinių inovacijų plėtra ir pan. Visos minėtosios strategijos siekia bendrų tikslų, t.y. sumažinti poveikį aplinkai, optimizuoti energijos naudojimą, efektyviai naudoti iškastinį kurą (Baroulaki et al., 2010, Matchiba, 2010). Jūrinės pramonės įmonėse plačiausiai taikomos aplinkos apsaugos vadybos sistemos ir technologinių inovacijų strategijos, todėl šio darbo pagrindinis tikslas įvertinti diegiamų aplinkosauginių priemonių jūrinėse kompanijose efektyvumą mažinant spaudimą gamtinei aplinkai.

Tyrimo objektas ir metodai

Tyrimui pasirinktas valstybinis Klaipėdos jūrų uostas, nes jis strategiškai svarbus tiek Lietuvai, tiek Europai, kadangi būtent šiame uoste susipina sausumos ir jūros keliai tarp Rytų ir Vakarų. Be to, nuo šio objekto labai priklauso uostamiesčio oro bei Klaipėdos sąsiaurio ir Baltijos jūros vandens kokybė.

Detalesnei aplinkosauginių priemonių efektyvumo analizei pasirinktos dvi stambiausios Klaipėdos uosto krovos kompanijos:

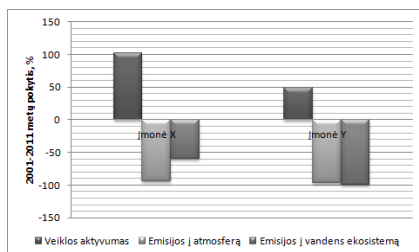
- **Įmonė X** – turi plačiausias krovos galimybes uoste ir yra aukšto technologinio lygio uosto įmonė. Įmonės aplinkosaugos strategija grįsta aplinkos apsaugos vadybos sistema ISO 14 001, kuri įmonėje buvo įdiegta 2002 metais.
- **Įmonė Y** – vienas iš pačių moderniausių terminalų Europoje, skirtas perkrauti skystuosius krovinius. Įmonės aplinkos apsaugos politika grįsta technologinių inovacijų plėtra sprendžiant aplinkosaugines problemas.

Tyrimas atliktas remiantis lyginamosios, loginės bei 2001–2011 metų laikotarpio aplinkosauginių duomenų analizės metodais.

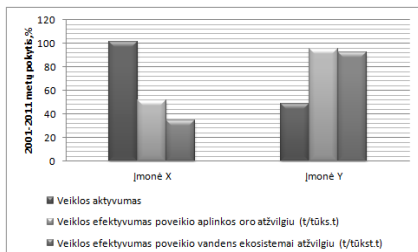
Įmonių aplinkosauginės situacijos lyginamoji analizė

Tiriamuoju laikotarpiu 2001–2011 metais įmonėse veiklos aktyvumas intensyviai augo, t.y. įmonėje X – veiklos intensyvumas išaugo 101,58%, o įmonėje Y – 48,65%. Vertinant įmonių poveikį aplinkos orui pastebėta, kad per

pastarąjį dešimtmetį buvo padaryta didelė pažanga ir emisijos į atmosferą iš tiriamųjų įmonių buvo sumažintos daugiau nei 90 % (X – 93,98%; Y – 96,47%), o išleidžiamų teršalų kiekis į vandens ekosistemas sumažėjo įmonėje X – 59,53%, o įmonėje Y – 99,31% (1 pav.).



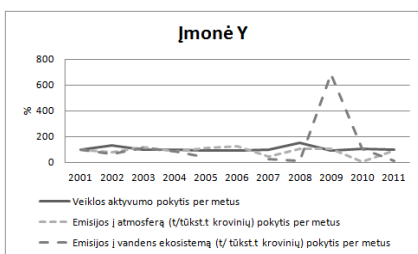
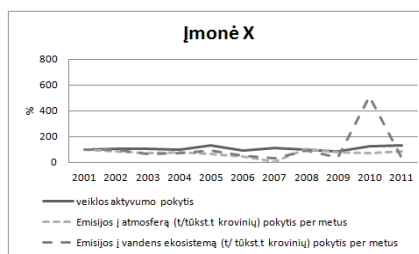
1 pav. Įmonių veiklos aktyvumo ir poveikio aplinkai pokytis 2001–2011 metų laikotarpiu.



2 pav. Įmonių veiklos aktyvumo ir efektyvumo pokytis 2001–2011 metų laikotarpiu.

Tyrimo metu taip pat buvo įvertintas įmonių veiklos efektyvumas, poveikio aplinkos orui ir vandens ekosistemas atžvilgiu ir nustatyta, kad per pastarąjį dešimtmetį poveikio aplinkos orui atžvilgiu įmonė X savo veiklą pagerino 51,28%, o įmonė Y – 94,97%. Vertinant įmonių veiklos efektyvumą poveikio vandens ekosistemoms atžvilgiu nustatyta, kad įmonė X pagerino savo veiklą 34,26%, o įmonė Y – 92,14% (2 pav.).

Vertinant įmonių veiklos efektyvumo didinimo tempus nustatyta, kad abiejose įmonėse, kurios vadovaujasi skirtingomis aplinkosauginėmis strategijomis, veiklos efektyvumo dinamika tiriamuoju laikotarpiu buvo panaši, t.y. abiejų įmonių veiklos efektyvumas poveikio aplinkos orui ir vandens ekosistemoms atžvilgiu reagavo panašiai į kitus veiksnius (bendrą šalies ekonominę situaciją, klimato sąlygas ir pan.) sąlygojančius įmonių aplinkosauginę situaciją (3 pav.).



3 pav. 2001–2011 metų laikotarpio įmonių veiklos ir veiklos efektyvumo (poveikio aplinkos orui ir vandens ekosistemai) dinamika.

Apibendrinant tiriamųjų įmonių aplinkosauginę situaciją galima pastebėti, kad įmonėje X veiklos aktyvumas augo 101,58%, o aplinkosauginė situacija pagerėjo 60,29%. Įmonėje Y veiklos aktyvumas tiriamuoju laikotarpiu išaugo 48,64%, o aplinkosauginė situacija gerėjo 74,97%.

Jūrinės pramonės spaudimo gamtinei aplinkai valdymo galimybių įvertinimas

Kaip jau minėjome, praktikoje labiausiai paplitusios yra dvi strategijos tai aplinkosauginės sistemos pagal ISO 14 001 standartą ir sistemos, grįstos technologinių inovacijų veikla. Abi nagrinėjamos sistemos yra pažangios ir padeda sumažinti ūkinės veiklos spaudimą gamtinei aplinkai. Aplinkosauginių strategijų lyginamoji analizė pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė

Aplinkosauginių strategijų lyginamoji analizė

Aspektai	Aplinkosauginė sistema pagal ISO 14 001	Technologinėmis inovacijomis grįsta aplinkosauginė sistema
Poveikis aplinkai	Per dešimtmetį galima pasiekti itin gerų rezultatų	Per dešimtmetį galima pasiekti itin gerų rezultatų
Tirtuoju atveju	Poveikis orui sumažėjo 94 % Poveikis vandens ekosistemai – 60%	Poveikis orui sumažėjo 97 % Poveikis vandens ekosistemai – 99%
Veiklos efektyvumas	Padidėja	Padidėja
Tirtuoju atveju	Poveikio orui atžvilgiu – 51 % Poveikio vandens ekosistemai – 34%	Poveikio orui atžvilgiu – 92 % Poveikio vandens ekosistemai – 95%
Jautrumas ekonominių veiksnių pokyčiams	Nejautri	Jautri
Tirtuoju atveju	Nepriklauso nuo šalies ekonominio augimo	Priklauso nuo šalies ekonominio augimo ($r=0.32$, $p<0.05$)
Šalutiniai veiksniai	Nėra	Kartais
Tirtuoju atveju	-	Nedarnių inovacijų atveju mažinant oro taršą vienais teršalais, kitų teršalų emisijos padidina apie 30 % (Rikošeto efektas)
Veiksmingumo rizika	Maža	Didelė

Atlikta įmonių aplinkosauginių sistemų analizė parodė, kad sistema pagal ISO 14 001 standartą yra pranašesnė už aplinkosauginę sistemą grindžiamą technologinių inovacijų plėtra. Nors abi tirtosios sistemos turėjo didelį efektą sprendžiant poveikio aplinkai problemas, bet sistema pagal ISO 14 001 standartą leidžia įmonei tolygiai išlaikyti veiklos efektyvumą, nėra jautri šalies ekonominei situacijai (pagal BVP), taip pat sistemai nėra būdingi šalutiniai neigiami veiksniai. O sistema grindžiama technologinių inovacijų plėtra yra savita veiklos efektyvumo šuoliais, kurie turi pikus inovacijų diegimo metu, taip

pat sistema jautri tiek įmonės, tiek šalies ekonominei situacijai, kadangi reikalingos didelės investicijos, be to dar pasižymi didele veiksmingumo rizika, kadangi įdiegtos nedarnios inovacijos gali sukelti rikošeto efektą, t.y. sprendžiant vieną problemą, sukeliama kitos problemos ir padidina energinių išteklių sąnaudas.

Apibendrinant galima teigti, kad abi tirtosios aplinkosauginės sistemos padeda sumažinti spaudimą gamtinei aplinkai ir iš esmės sprendžia poveikio aplinkai problemas, tačiau tik aplinkosauginė sistema pagal ISO 14 001 standartą atitinka darnaus vystymosi kriterijus ir užtikrina įmonių tolygų vystymąsi.

Be tirtųjų jūrinės pramonės spaudimo gamtinei aplinkai valdymo sistemų galimi ir kiti sprendimai, tokie kaip atsajos koncepcijos praktinis pritaikymas, būvio ciklo požiūriu grindžiamos sistemos, įmonių metabolizmo sistemos, tačiau minėtosios sistemos jūrinėje praktikoje sutinkamos retai ir reikia detalesnių mokslinių tyrimų jų efektyvumui nustatyti.

Išvados

- 2001–2011 metų laikotarpiu tiriamose įmonėse spaudimas aplinkai ženkliai sumažėjo: poveikis aplinkos orui 94 – 97 %, poveikis vandens ekosistemai – 60 – 99 %;
- Įmonėje, turinčioji aplinkos apsaugos sistemą pagal ISO 14 001 standartą, veiklos efektyvumo pokytis per tiriamąjį laikotarpį buvo 34–53 %, o įmonėje Y – 92–95 %.
- Įmonės X veiklos aktyvumas augo sparčiau nei gerėjo aplinkosauginė situacija (atitinkamai 101,58/60,29 %), o įmonėje Y – atvirkščiai (48,64/74,94 %), taigi kyla grėsmė, kad technologinėmis inovacijomis grįsta aplinkosauginė sistema ateityje gali tapti įmonės veiklą ribojančiu veiksniu.
- Jūrinės pramonės spaudimo gamtinei aplinkai valdymui yra tinkamos abi tirtosios sistemos, tačiau darnųjį vystymąsi užtikrina tik aplinkosauginė sistema pagal ISO 14 001 standartą;
- Be tirtųjų sistemų yra ir kitų sistemų galinčių suvaldyti poveikį aplinkai, tačiau jūrinės pramonės praktikoje jos dar nėra taikomos, todėl būtini tolimesni detalūs moksliniai tyrimai įvertinantys jų efektyvumą bei pritaikymo galimybes.

Literatūra

- Baroulaki E., Veshagh A. 2010. Eco-Innovation: Product Design and Innovation for the Environment. CIRP Conference on Life Cycle Engineering, pp. 17-22.
- Belous O. 2005. Lithuanian Business Environmental Management Based on Local Agenda 21 Principles. The Human Sustainable City: Challenges and perspectives from the Habitat Agenda. Ashgate. 145 p.

- Burškytė V., Belous O. 2012. Klaipėdos jūrų uosto aplinkos apsaugos sistemos analizė. Technologijos mokslo darbai Vakarų Lietuvoje, Vol. VIII, pp. 274-279.
- Burškytė V., Belous O. 2012b. Klaipėda Seaport Key Sustainability Points. IEEE/OES Baltic 2012 international Symposium, ISSN : 2150-6027, DOI 10.1109/BALTIC.2012.6249212.
- Burskyte V., Belous O., Stasiskiene Z. 2011. Sustainable development of deep-water seaport: the case of Lithuania. Environmental Science and Pollution Research International. Vol. 8 (5) : 716-26.
- Helstrom T. 2010. Dimensions of environmentally sustainable innovation: the structure of eco-innovation concepts. Sustainable Development. Vol. 15, pp. 148–159.
- Matchiba T. 2010. Eco-innovation for enabling resource efficiency and green growth: development of an analytical framework and preliminary analysis of industry and policy practices. International Economics and Economic Policy, pp 357–370.
- Nanopoulos A., Tselentis B.N., Woldridge D.S. 2005. Sustainable development of port operations: the role of research led education.

WATER SALINITY INFLUENCE ON PERCH (*PERCA FLUVIATILIS* L.) GROWTH

Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė, Žilvinas Pūtys, Linas Ložys

Nature Research Centre, Vilnius; dainys@eko.lt

There are two brackish water basins in Lithuania - the Baltic Sea and temporary northern part of the Curonian Lagoon during occasional brackish water inflows from the Baltic Sea. There has been noticeable increasing trend of brackish water inflows from the Baltic Sea to the Curonian Lagoon during the last two decades. According to some experts, stakeholders involved in fisheries sector, media and public opinion, inflow of seawater into the Lagoon may have negative effect on freshwater fish populations. However, the experimental study demonstrated that 3 and 6 ‰ water salinity has no negative impact on the growth of the Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) individuals from both the inland waters and the Curonian lagoon. Moreover, 3 and 6 ‰ water salinity has statistically significant ($p < 0,05$) positive effect on perch growth if ammonia is exposed in the water. Consequently, it could be concluded, that the cause of the temporal decrease of fish abundance in the Northern part of the Curonian Lagoon during inflows of marine water should not be associated with the water salinity.

AN INTEGRATED APPROACH FOR SOCIO – ECONOMIC AND ECOLOGICAL OIL SPILL SENSITIVITY MAPPING

Daniel Depellegrin, Nerijus Blažauskas

*Coastal Research and Planning Institute, Klaipėda University, Klaipėda
danny_green@hotmail.com*

Introduction

Since the 1980's the Lithuanian coastal area is threaten by major pollution risks from oil extraction, transportation and handling in harbours. The Klaipėda seaport gate, the Būtingė oil terminal and the *Kravtsovskoye* offshore oilfield D-6 in the Kaliningrad district (Russia) are a constant threat to coastal resources (Depellegrin et al., 2012).

The biggest oil spill in the Baltic Sea's trade history, the cargo tank *Globe Assimi*, took place in the Klaipėda port call in 1981. At Butingė (2005) an accident released 59 tons of crude oil. Other accidents happened in 1999 (3.4 tons), 2001 (48.2 and 3 tons), and in 2008 (6.5 tons) as reported in the response plan of Būtingė oil terminal (in 2009).

The Lithuanian coastal area facing the open sea is divided into two main parts: Curonian Spit (CS) in the south, and mainland coast (MC) in the north (Figure 1). The Curonian Spit is a narrow, sandy peninsula of over 99 kilometers length, separating the Curonian Lagoon from the open Baltic Sea. It is included into the UNESCO World Heritage list due to its valuable nature and cultural heritage. The northern part of the spit (52 km) belongs to Lithuania, and the southern one (46 km) – to Russia. The Curonian Spit is separated from the mainland by the Klaipėda strait, which serves as outlet for the Nemunas River and as seaport gate for Klaipėda city. The mainland coast of the Baltic Sea extends over a length of 46 km, from Klaipėda strait to the border of the Latvian Republic.

The aim of this research is to present an integrated impact assessment toolset for oil spill management in vulnerable areas of the Lithuanian coast.

Method

The dataset was developed upon the Environmental Management Atlas, a GIS-based database set up by L. Lazauskienė and G. Vaitkus in 1999 (Institute of Ecology, Vilnius): annual landings of eight major fish species in Klaipėda port, regional data on tourism at beaches, seabird abundance in autumn and winter season and marine ecosystems multiple functioning were included into a coastal GIS dataset. Seasonal variation of resources is only partly used in the

analysis, due to the incompleteness of GIS datasets (LSDT, 2007; Lazauskienė et al., 1999).

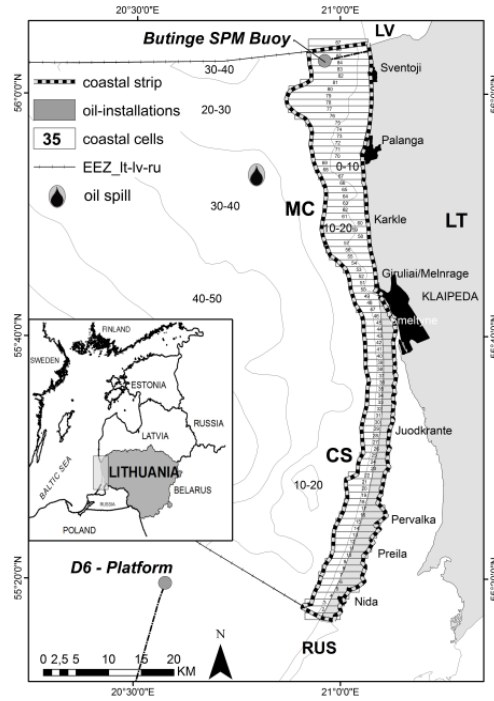


Fig. 1. Lithuanian coastal zone and existing oil installations.

Processing of the GIS dataset was performed on several steps: 1) development of a 87 coastal cell grid system, used as management unit for the model with 1 km width and length to the 20 m isobath (Figure 1), 2) calculation of overall sensitivity of Lithuanian coastal areas to oil spills, based on a archetypical ESI assessment procedures with resource specific, expert based indexing schemes, 3) identification of ecosystem services and functioning in coastal areas, application of economic models and econometric indicators and 4) integration of three-dimensional particle tracking tool for scenario-based monetary impact assessment.

Overall Environmental Sensitivity Index (OESI)

Oil spill sensitivity maps are an indicator for the oil persistence, depending on geomorphological characteristics like land inclination, substrate composition, degree of exposure to waves. Those features have a direct influence on oil

retention, natural clean up processes and socio economic and biological resources in the impacted area (Pincinato et al., 2009)

The OESI corresponds to the sum of all coastal resources assessed in a generic coastal grid cell (Depellegrin, D. and Blažauskas, 2012).

$$OESI = ESI_c + ESI_b + ESI_f + ESI_{se} \quad (1)$$

whereas, c corresponds to the coastal classification according to NOAA, b are biological resources, f is commercial fishery and se are socio-economic resources. Sensitivity rankings are divided into 4 scales: low, medium, high and very high (Figure 2).

Marine Ecosystem services assessment

The concept of ecosystem services refers to the benefits that humans derive from an ecosystem (Depellegrin et al., 2010; Costanza et al., 1997; MA, 2005). Those services include provisioning service, such as habitat/refugia ($ES_{h/r} = 7.9$ €/ha/y) and food production ($ES_{fp} = 91.6$ €/ha/y); regulating services, such as disturbance regulation ($ES_{dr} = 86.7$ €/ha/y) and biological control ($ES_{bc} = 37.4$ €/ha/y); supporting services, such as nutrient cycling ($ES_{nc} = 3,620$ €/ha/y) and nutrient cycling from submerged seagrass ($ES_{ncsg} = 18,720$ €/ha/y); and cultural services, such as recreational, spiritual, religious, and other non material benefits (de Groot et al., 2002)

In general, the value of ecosystem services can be structured according to their use by humans as direct use, indirect use, and non-use values. Direct-use values reflect services directly captured by economic markets and are standardized assessment techniques, such as direct market pricing methods (DMP). Indirect-use values are absent from exchange markets requiring indirect means of estimation such as: benefit transfer methods (BT) and travel costs (TC) estimations.

The total economic value (TEV) corresponds to the sum of all ecosystem services (Depellegrin et al. 2012):

$$TEV = E_{marine} + E_{tourism} + E_{birds} + E_{fishery} \quad (2)$$

whereas the economic value from marine ecosystems, E_{marine} , is the sum of single and multiple ecosystem (Olenin and Daunys, 2004; Olenin and Ducrotot, 2006)

$$E_{marine} = ES_{h/r} a_{h/r} + ES_{nc} a_{nc} + ES_{ncsg} a_{ncsg} + ES_{bc} a_{bc} + ES_{fp} a_{fp} + ES_{dr} a_{dr} \quad (3)$$

whereas ES is the ecosystem service provision and a , is the unit area (in ha) covered by a specific service.

The economic value from birds, E_{birds} is,

$$E_{birds} = n_{birds} uv_{birds} \quad (4)$$

uv is the bird species specific unit value, n is the bird abundance (individuals/km²). This indicator is expressed in €/bird and reflects bird wildlife

restoration costs occurred during major oil spills (Liu and Witz, 2009; French McCay et al., 2004).

The economic value from commercial fishery is

$$E_{fishery} = m_i vp \quad (5)$$

whereas m is the amount of fish species i caught (in kg) and vp is the vessel price for harvested fish species (€/kg).

The economic value from recreational services is

$$TC_{tourism} = n av_{exp} \quad (6)$$

whereas n is the number of trips per year performed to a recreational area and av_{exp} is the average expenditure per trip (€/trip) using regional tourism statistics.

Integrated damage cost model

The integrated oil spill damage cost model is integrative to the three-dimensional particle tracking tool named *Seatrack Web* and to any other oil spill tracking tool. Oil spill scenarios on the Lithuanian coastal zone were developed and used as input variables (Depellegrin et al., 2012; Ambjörn, 2007). Simulated oil spill scenarios were modeled for the mainland coast (MC). We assume a homogeneous distribution of oil masses on the impact area and no rebound of the oil slick on the coast.

Input variables were defined as follows:

- *oil volume*: (17,000 tons);
- *oil type*: medium – light – heavy;
- *oil weathering processes*: surface oil, shored oil, seabed, dispersed in water column, evaporation;
- *hydro meteorological conditions*: wind direction NW to SW, wind speed 6 m/s;
- *current speed*: 1 knot

The damage cost index DCI , for a generic scenario i , is composed by an economic weighting factor (Wf), based on the relative annual economic productivity of marine and socio economic assets present in a coastal zone. The oil mass distribution factor (ODF) is retrieved from *Seatrack Web* weathering module. It is a percentile value of oil masses distribution and weathering processes: $ODF_{evaporation}$, $ODF_{dispersed}$, $ODF_{surface}$, $ODF_{shoreline}$ and ODF_{seabed} . The spill volume modifier (SVM) is an oil spill volume dependent value referenced to international oil spill cleanup studies (Etkin, 2000).

$$DCI_i = Wf_i SVM_i ODF_i \quad (7)$$

The final output is a DCI matrix aggregates oil spill damage costs from tourism, marine, birds and commercial fishery relating to an annual lost revenue

from the service: $DCI_{tourism}$ is the no. of trips not made by tourists to certain recreational areas, DCI_{marine} is the lost or deteriorated ecosystem functioning, DCI_{birds} economic efforts required to restore impacted seabird populations and $DCI_{fishery}$ is the lost revenue from fishing industry due to temporary closure of fishing grounds by authorities.

Results

Lithuanian coastal areas have two prioritization areas, ranked as very high sensitive, in case of oil spills: 25 km of coastline from Nida to Juodkrantė, due to important biotope complexes, cod fish stocks, water birds density and recreational areas. On the mainland coast (MC), 28 km of coastal stripe between Karklė and Šventoji settlements follow this trend (Figure 2). Typical peaks are identified in proximity of recreational areas of Palanga.

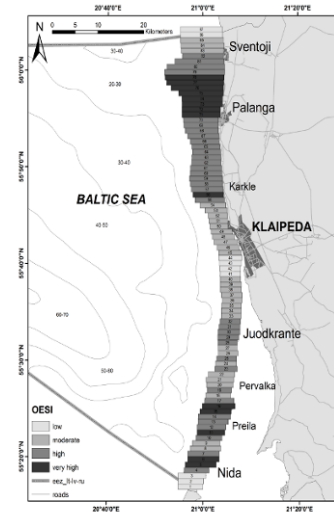


Fig. 2. Overall Environmental Sensitivity Index (OESI).

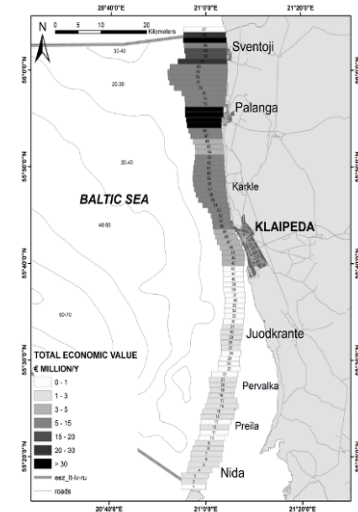


Fig 3. Total economic value (TEV) of ecosystem in Lithuanian Coastal areas services.

The most important biological and socio-economic resources are concentrated there: *Furcellaria lumbricalis* algal beds, herring spawning grounds, important commercial fish stocks, bird wintering areas, the most important seaside resort of Palanga, diverse nature reserves protected under national and international agreements.

The annual revenue from ecosystem services in Lithuanian coastal areas amounts to over €524 million/y (Figure 3). Among coastal resources the revenue is distributed in $E_{marine} = €307$ million/y, $E_{tourism} = €215.1$ million/y,

$E_{seabirds} = \text{€}1.1 \text{ million/y}$ and $E_{fishery} = \text{€}0.5 \text{ million/y}$ (Depellegrin and Blažauskas, 2012). Recreational service on the MC provide $\text{€}186.3 \text{ million/y}$ vs. $\text{€}28.7 \text{ million/y}$ on CS. The most profitable fishing grounds are Nida-Juodkrantė ($\text{€}0.04 \text{ million/y}$) and on the MC: Karklė ($\text{€}0.04 \text{ million/y}$), Palanga ($\text{€}0.2 \text{ million/y}$), and Šventoji ($\text{€}0.04 \text{ million/y}$). Marine ecosystem on CS produce $\text{€}45.2 \text{ million/y}$ vs. $\text{€}305.9 \text{ million/y}$ on MC.

Simulated damage costs hit about 30 km of vulnerable coastline on the Lithuanian mainland coast (Figure 4). Damage costs are distributed as follows: $\text{DCI}_{\text{tourism}} = \text{€}135.8 \text{ million/y}$, $\text{DCI}_{\text{marine}} = \text{€}74.4 \text{ million/y}$, $\text{DCI}_{\text{fishery}} = \text{€}0.05 \text{ million/y}$, $\text{DCI}_{\text{birds}} = \text{€}0.2 \text{ million/y}$.

In terms of damage costs, figure 4 evidences a typical peak in proximity of recreational areas impacted by the spill.

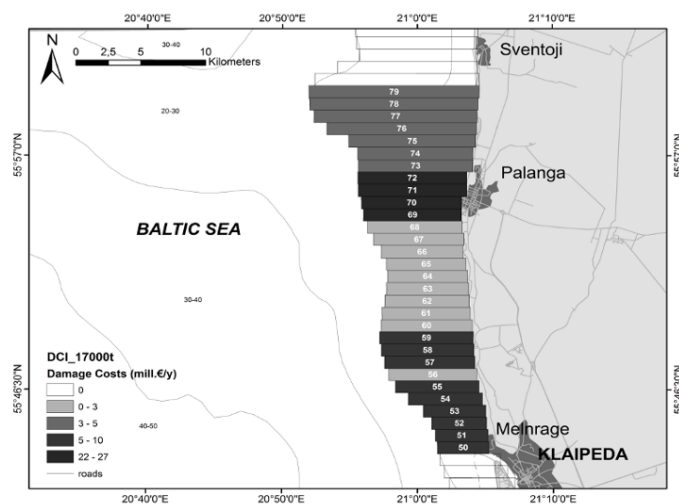


Fig. 4. Scenario based economic impact assessment model for the Lithuanian Mainland coast, based on a 17,000 tonnes heavy oil spill scenario.

The greatest economic losses, from $\text{€}22$ to $\text{€}27 \text{ million/y}$, were registered within 4 km of coastline corresponding to Palanga Sea resort, to the sensitive algal beds, fishing grounds of regional importance and over 1300 impacted seabirds.

Conclusions

The identification of ecosystem services is an essential task for management and planning of coastal areas. The assessment of service units is needed to define baseline ecosystem services, which are a reference level to monitor changes of ecosystem productivity in case of anthropogenic impact.

On European level, there is no harmonized ecosystem services damage cost framework for environmental and socio-economic damage cost assessment in oil spill. In particular ecosystem services such as nutrient cycling, biodiversity conservation, disturbance regulation or biological control are indirect use values, which consistently contribute to social welfare of coastal communities are not integrated into oil spill damage cost assessments.

In this research, the spatial representation of coastal resources based on single or multiple ecosystem services provides new insights on the spatial distribution of services, their local variability, their spatio-temporal relation and their protection priorities. The proposed modeling approach requires further calibration towards multivariate oil spill scenarios, additional oil types, meteorological forcing conditions, spill locations and were applicable, a comparison with past oil spill damage cost compensations.

Reference

- Ambjörn C. 2007. Seatrack Web, forecasts of oil spills, a new version. *Environmental Research, Engineering and Management*, 3(41), 60–66.
- Costanza R., D'Arge R., de Groot R. et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387:253–260.
- de Groot R.S.; Wilson M.A., Boumans R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393–408.
- Depellegrin D., Blažauskas N. 2012. Integrating ecosystem service values into oil spill impact assessment. *Journal of Coastal Research*, (in press). West Palm Beach (Florida).
- Depellegrin D., Blažauskas N., de Groot R. 2010. Mapping of sensitivity to oil spills in the Lithuanian Baltic Sea coast. *Baltica*, 23 (2), 91-100. Vilnius. ISSN 0067-3064.
- Etkin D.S. 2000. Worldwide analysis of marine oil spill clean up techniques. In: *Proceedings of the 23rd Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*. Vancouver, Canada: Environmental Protection Service. pp. 161–174.
- French-McCay D., Rowe J.J., Whittier N. et al. 2004. Estimation of potential impacts and natural resource damages of oil. *Journal of Hazardous Materials*, 107, 11–25.
- Lazauskiene L., Vaitkus G. 1999. Environmental atlas of sensitive to oil pollution environmental components. Lithuanian National Oil Spill Contingency Plan. Technical Documentation.
- Liu X., Wirtz K.W. 2009. The economy of oil spills: direct and indirect costs as a function of spill size. *Journal of Hazardous Materials*, 171, 471–477.
- LSDT (Lithuanian State Department of Tourism). 2007. Statistics 2006. http://www.travel.lt/index/php/lithuanian_tourism_statistic_2006/ (accessed 2011-10-10).
- MA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press. 1–47.
- Olenin S., Daunys D. 2004. Coastal typology based on biotope and community data: the Lithuanian case study. In: Schernewski, G. and Wielgat, M. (eds.), *Baltic Sea Typology: Coastline Reports*, 4, 65–83.
- Olenin S., Ducrottoy J-P. 2006. The concept of biotope in marine ecology and coastal management. *Marine Pollution Bulletin*, 53, 20–29.
- Pincinato F.L., Riedel P. S., Milanelli J.C.C. 2009. Modelling an expert GIS system based on knowledge to evaluate oil spill environmental sensitivity. *Ocean and Coastal Management* 52, 479–486.

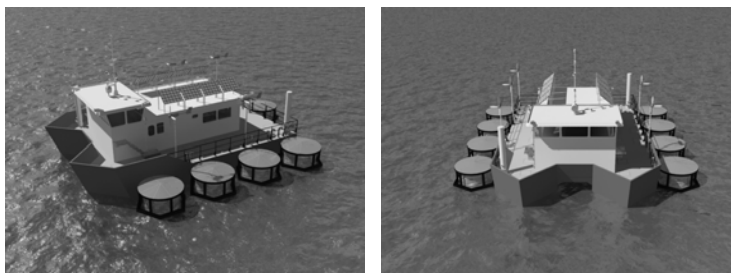
TVARI SAVAEIGĖ VIDAUS VANDENŲ EKSPERIMENTINĖS EKOLOGIJOS TYRIMŲ PLATFORMA IR HIDROEKOLOGINIŲ TYRIMŲ GALIMYBĖS

Vasilij Djačkov, Rima Mickevičienė, Ričardas Paškauskas, Sigitas Šulčius, Evaldas Narušis, Tomas Žapnickas

Klaipėdos universitetas, Klaipėda; vasilij.djackov@ku.lt

Klaipėdos universitete yra projektuojama tvari plaukiojanti ekologinių tyrimų laboratorija (1 pav.), skirta kontroliuojamiems eksperimentams (mezokosmuose) vidaus vandenų telkiniuose.

Šioje laboratorijoje taip pat bus atliekami atsinaujinančių energijos šaltinių pritaikomumo laivyboje tyrimai, maksimalios energijos, kurią galima gauti iš saulės spinduliuotės tyrimai ir kt. Ši laboratorija bus daugiavandė. Kuriant tvarios plaukiojančios laboratorijos koncepciją atsižvelgiama į naujausius techninius ir technologinius atsinaujinančių energijos šaltinių sprendinius, taip pat analizuojamos ir parenkamos pažangiausios konstrukcinės medžiagos bei apsaugos nuo biologinio užterštumo sprendimai, tenkinantys ekologiškumo ir draugiškumo aplinkai reikalavimus.



1 pav. Tvarios savaeigės vidaus vandenų eksperimentinės ekologijos platformos vizualizacija.

Laboratorija, įrengta ant plaukiojančios konstrukcijos, atliks mezokosmuose esančių eksperimentinių organizmų (virioplanktono, bakterioplanktono, fitoplanktono, zooplanktono, ichtioplanktono) kiekybinių ir kokybinių rodiklių kaitos stebėjimus realiu laiku. Viduje numatyta įranga, skirta greitiems gausumo, morfologiniams ar fiziologiniams tiriamųjų organizmų pokyčiams įvertinti. Be to, laboratorijoje bus nustatinėjamos mezokosmuose esančių biogenų koncentracijos bei jų kaita. Taip pat laboratorijoje bus atliekamas cheminis mėginių apdorojimas. Iš laboratorijos kompiuterio turėtų būti valdoma mezokosmų temperatūra ir apšviestumas bei renkama informacija

iš mezokosmuose esančių jutiklių. Projektas vykdomas Klaipėdos universiteto laivo inžinerijos katedros ir Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo instituto darbuotojų, dalyvaujant studentams. Svarbus projekto faktas – 2 egzistuojantys korpusai (13 t metalo konstrukcijos kiekvienas), kuriuos planuojama panaudoti ruošiant projektą bei statant laboratoriją (2 pav.).



2 pav. Egzistuojantys korpusai, kaip platformos projekto pagrindas.

Laboratoriją numatoma padaryti save aprūpinančia elektros energija. Energijai gaminti projektuojami vėjo generatoriai ir saulės baterijos, kurios kraus akumulatorius.

Vėjo energija – vienas ekonomiškiausių bei aplinkai draugiškiausių energijos šaltinių, kuri galima pritaikyti laivyboje. Elektros energijai gaminti yra naudojamos vėjo turbinos, kurios gali būti horizontaliosios ašies (HAWT) arba vertikaliosios ašies (VAWT). Nors HAWT yra didesnis naudingumo koeficientas negu VAWT, nuspręsta naudoti VAWT, dėl šių priežasčių (HelixWind):

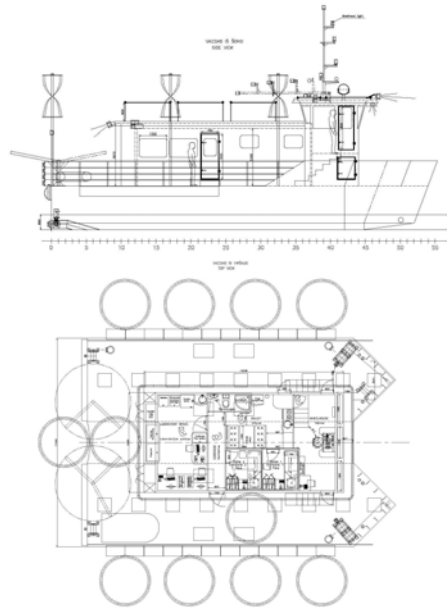
1. Mentės neprivalo būti orientuojamos tiesiai į vėją, jos yra suprojektuotos taip, kad gali išnaudoti bet kurios krypties vėją. Nereikia specialaus nukreipimo mechanizmo.
2. Didžiausia vėjo jėga visada patenka į mentės centrą, kur jo stiprumas yra išnaudojamas mažiau.
3. VAWT yra mažiau jautri vėjo krypties pokyčiams ir turbulencijai.

Laboratorijoje planuojama panaudoti ir fotogalvaninės saulės energijos gavybos polikristalinius silicio elementus (Kniel, NASA) dėl mažo jų efektyvumo skirtumo nuo monokristalinių silicio elementų bei gerokai mažesnės kainos (3 pav.).

Vienas iš galimų būdų apsirūpinti energija ir sumažinti neigiamą energijos gamybos poveikį aplinkai yra vandenilio energetika, su kuria siejami kuro elementai. Atsirado galimybės juos pritaikyti ir plaukiojančiuose objektuose (Lietuvos energetikos konsultantų ...; The hydrogen journal...). Alternatyvios energijos šaltiniai, kombinuojami su kuro elementų sistema, gali užtikrinti pastovų plaukiojančios laboratorijos elektros prietaisų ir įrengimų veikimą.

Projektuojamos laboratorijos saugumui aprūpinti tuo atveju, jei alternatyvios energijos šaltiniai dirbs nepastoviai dėl nepalankių oro sąlygų, numatomi biokurą naudojančios generatoriai (Bradley et al., 2009). Suskystintų

gamtinių dujų panaudojimo galimybė atmesta dėl itin žemos šių dujų skystėjimo temperatūros (-172°C), kuriai nuolatos palaikyti laive tektų įrengti brangią ir daug sveriančią kriogeninę įrangą bei atitinkamai izoliuoti saugojimo patalpas.



3 pav. Tvarios savaeigės vidaus vandenų ekologinių tyrimų laboratorijos bendras išdėstymas.

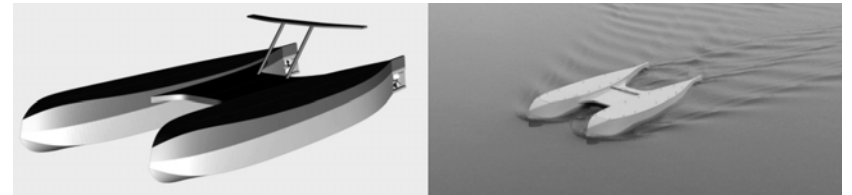
Statant laboratoriją planuojama panaudoti kuo daugiau ekologiškų medžiagų. Parinkus reikiamus atsparumo ugniai, garso nepralaidumo bei ekologiškumo reikalavimus atitinkančias izoliacines medžiagas reikia nepamiršti, jog ir apdailos medžiagos privalo būti ekologiškos.

Kartu su platforma galima naudoti autonominį plaukiojantį įrenginį, kuris papildytų eksperimentinių tyrimų įvairovę, atlikdamas užduotis autonominiame režime (Dyachkov et al., 2011).

Pastatytas autonominis plaukiojantis įrenginys yra skirtas atlikti batimetrinius matavimus ar kitas užduotis prieš tai jį užprogramuojant, t.y. operatoriui paruošiant suplanuoto darbo rajono duomenis ir juos užkraunant į įrenginio procesorių. Tada įrenginys yra aktyvuojamas ir nuleidžiamas į vandenį. Paruoštas ir aktyvuotas įrenginys vyksta į suprogramuotą rajoną ir atlieka numatytas užduotis. Atlikus užduotis, įrenginys grįžta į pradžios tašką arba kitą suprogramuotoje užduotyje numatyta vietą. Surinkti matavimų duomenys iš įrenginio perkraunami į nešiojamas laikmenas ir toliau

panaudojami pagal paskirtį. Padėties ir techninės būklės stebėjimui įrenginys turi bevielį ryšį su kranto operatoriumi. Priartėjus prie kranto ar iškilus kitokio pobūdžio poreikiui, ši sistema leis operatoriui perimti valdymą.

Šiuo metu įrenginyje yra bandomas autonominio plaukimo režimais, diegiama hidrografinių duomenų surinkimo ir įrašymo sistema, testuojami įrenginio autonomiškumo, eigumo ir manevringumo parametrai. Sukurtas įrenginys yra nedidelių gabaritų ir vandentalpos, galintis gabenti apie 10 kg naudingo svorio. Taip pat yra kuriamas didesnės vandentalpos (virš 100 kg naudingo svorio) ir galingumo autonominis plaukiojantis įrenginys, kurio pritaikymo galimybės bus žymiai platesnės.



4 pav. Autonominio plaukiojančio įrenginio vizualizacija ir bandymai.

Tvarios savaeigės vidaus vandenų ekologinių tyrimų laboratorijos projekto įgyvendinimas leis žymiai praplatinti ekologinių tyrimų ir aplinkos stebėjimo galimybes, įdiegti naujoviškus laivų projektavimo principus ir laivų statybos medžiagas, įdiegti ir ateityje tobulinti alternatyvios energijos aprūpinimo išmaniają sistemą.

Literatūra

- Bradley D., Diesenreiter F., Wild M., Tromborg E. 2009. World biofuel maritime shipping study [interaktyvus]. Prieiga internetu: <http://www.bioenergytrade.org/downloads/worldbiofuelmaritimeshippingstudyjuly120092df.pdf>.
- Dyachkov V., Mickeviciene R., Sulcius S. et al. 2011. Conceptual Design of ECO Research Floating Self-propelled Laboratory. Transport Means: Proceedings of 15th International Conference. ISSN 1822-296X. Kaunas, Technologija, p. 174-176.
- Dyachkov V., Zhapnickas T., Narusis E. 2011. Conceptual Design of Unmanned Bathymetry Survey Vehicle. Transport Means: Proceedings of 15th International Conference. Kaunas: Technologija, p. 207-210.
- HelixWind. [žiūrėta 2011 liepos 26 d.]. Prieiga internetu: <http://www.helixwind.com/en/whyHelixWorks.php>.
- Kniel G. NASA. How do photovoltaics work [interaktyvus]. Prieiga internetu: <http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/>.
- Lietuvos energetikos konsultantų asocijacija, „Kuro elementai“ [žiūrėta 2011 gegužės 26]. Prieiga internetu: http://www.leka.lt/index.php?content=pages&lng=lt&page_id=31&news_id=42.
- The hydrogen journal, „GL study: marine auxiliary power could all be run on fuel cells“ [žiūrėta 2011 gegužės 26]. Prieiga internetu: <http://www.h2journal.com/displaynews.php?NewsID=520>.

SPRENDIMŲ PARAMOS SISTEMOS GALIMYBĖS VERTINTI VANDENS TARŠOS PROCESUS

Dalė Dzemydienė

Mykolo Romerio universitetas, Vilnius; daledz@mruni.eu

Įvadas

Priimant sprendimus vertinant vandens išteklius ir tvarkant nutekamuosius vandenius svarbu tiksliai įvertinti bendrą ekologinę situaciją, kuri yra neatsiejama nuo konkretaus regiono problemų, įmonių daromos taršos ir daugelio kitų faktorių. Biologinių gamtos komponentų išsaugojimas yra kompleksinis uždavinys, priklausantis nuo laiko, be to dažnai išeina už vienos šalies teritorijos ribų. Darnaus vystymosi principai, kuriais siekiama išsaugoti biologinę įvairovę ir sveiką aplinką žmogui turėtų griežčiau būti labiau akcentuojami ir kontroliuojami išduodant leidimus vykdyti tam tikrą veiklą, kuri potencialiai gali daryti įtaką aplinkai.

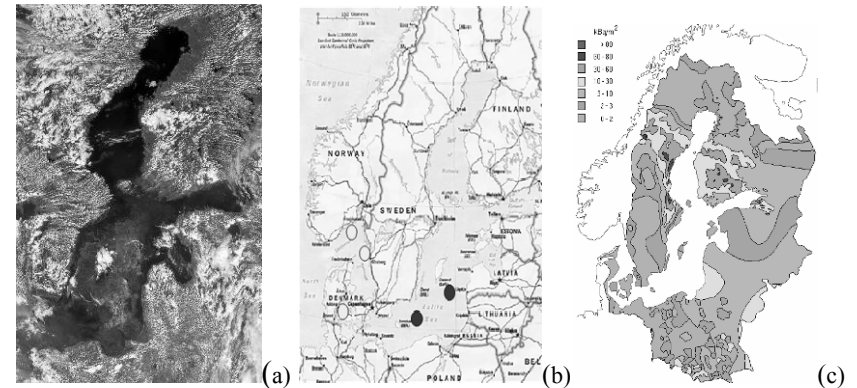
Šalys gyvenančios Baltijos jūros regione yra įsipareigojusios laikytis darnaus vystymo principų, vykdyti Darbotvarkės 21 keliamus tikslus (Agenda Baltic 21, 2003). Vandens kokybės vertinimas ir valdymas yra viena iš svarbiausių problemų, susijusių su aplinka ir žmogaus sveikata (Dzemydienė & Makeliūnas, 2011; Karnegy & Fillion, 2005). Vandens kokybės vertinimas yra stipriai diferencijuotas pagal jo rūšį. Atskirai nagrinėjamas požeminis, jūrinis, gėlas ir paviršinis vanduo ir nuotekos (Mysiak ir kt., 2005; Rajasekaram & Nandalal, 2005). Duomenys saugomi skirtingose duomenų bazėse su skirtinga specializacija ir struktūra. Saugomų duomenų kiekiai reikalauja naujų daugia-dimensinių duomenų saugyklų infrastruktūros palaikymo, tinkamų repozitorijų valdymo, koordinavimo metodų, operatyvių internetinių paslaugų perduodant žinias užtikrinimo.

Šio darbo tikslas – pasiūlyti daugia-komponentinę intelektualią sprendimų paramos sistemą (ISPS) skirtą vandens ekologinės būklės vertinimui. Aprašomi kai kurie šios sistemos komponentai, kurių pagalba atliekamas operatyvus aplinkos vertinimas. ISPS yra grindžiama tinkama informacinių sistemų organizuoja ir duomenų saugyklų darbu. Sistemos darbo metu vertinami pasiūlymai, kokiais būdais analizuoti aplinkos būklę, modeliuoti, prognozuoti sudėtingas situacijas, tokiu būdu suteikiama pagalba priimant tinkamą sprendimą.

Vandens užterštumo vertinimo sudėtingumas

Baltijos jūroje vandens cirkuliacija ir atsinaujinimas yra labai lėtas. Skagerako ir Kategato sąsiauriai, tiltai siejantys Danijai priklausančias salas, bei

Oresundo tiltas su Švedija apriboja vandens srauto apykaitą, dėl to susidaro nepageidaujamos nitratų ir kitų kenksmingų medžiagų koncentracijos, susiformuoja palankios sąlygos intensyvesniam ir ilgesniam fitoplanktono žydėjimui, pažeidžiant ekosistemos pusiausvyrą (1 pav. a). Pagal 6-ojo Baltijos jūros NVO Forumo duomenis (2006 m. spalio 5-7 d., Stokholmas, Švedija) dėl radioaktyviųjų medžiagų koncentracijos, Baltijos jūra paskelbta viena radioaktyviausių pasaulyje. Manoma, kad pagrindiniai veiksniai įtakoję šiuos pokyčius tai Černobylio avarija, (1 pav. c), jūroje palaidoto antrojo pasaulinio karo ginklų irimo produktai (1 pav. b). Be to, jūrinei aplinkai pavojingos ir statomos bei planuojamos panaudoto branduolinio kuro saugyklos Suomijos ir Švedijos krante.



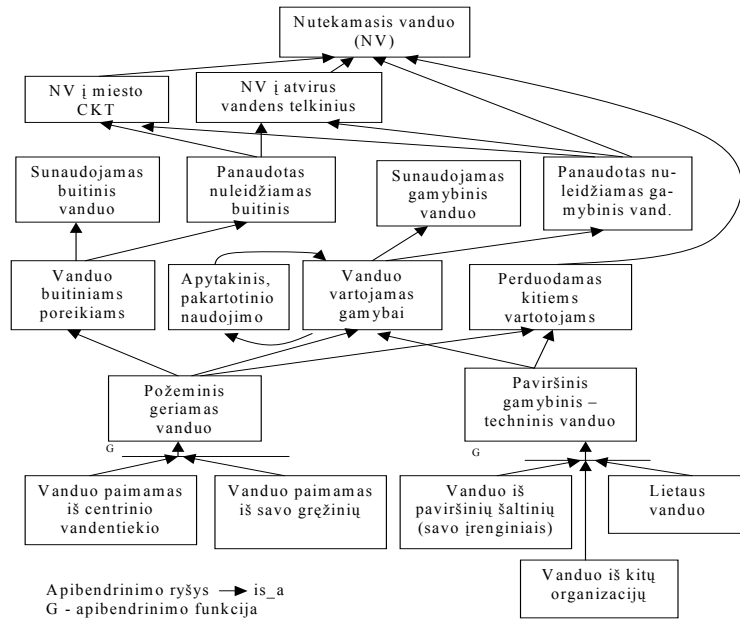
1 pav. a: Žydinčio toksiško fitoplanktono Baltijos jūroje vaizdas; b: Nuskaudinto antrojo pasaulinio karo ginklų vietos; c: Radioaktyviojo Cr-137 išmesto į atmosferą po Černobylio atominės elektrinės avarijos 1986 m. pasiskirstymas Baltijos jūros regione.

Nors negalime įtakoti istorinių įvykių padarytos žalos, bet galime reguliuoti dabartinius taršos procesus, kontroliuoti radioaktyviųjų atliekų tvarkymo ir saugojimo procesą.

Sprendimų paramos sistemos architektūriniai sprendimai

Nagrinėjant įvairių įmonių galimą taršą, kuri priklauso nuo vykdomos ūkinės veiklos, keliamas tikslas sukurti efektyvią informacinę infrastruktūrą - ekologinės situacijos stebėjimo sistemą. Sistemos architektūrą sudaro atskiros posistemės vertinančios: atmosferinę ir vandens telkinių taršą bei susidarančias atliekas. Pirmame etape buvo ruošiama informacinė bazė integruojanti ekspertų-ekologų žinias. Antrame etape buvo kuriama sistema leidžianti įvertinti įmonių daromą ekologinę žalą panaudojant reikiamą informaciją ir pateikiant argumentuotus problemos sprendimų variantus. Sistema leido efektyviau spręsti suderinimo, leidimų išdavimo, baudų išskaičiavimo klausimus.

Įvertinant įmonėje susidariusią situaciją, naudojamos skirtingos informacijos šaltinių grupės, t.y. parametrai, išreiškiantys išorines, kintančias laike sąlygas: $D_{1,i}$ - požeminio vandens išteklių charakteristikos; $DVA_{2,i}$ - objekte naudojamo vandens pirminės apskaitos duomenys (2 pav.).



2 pav. Naudojamo vandens pasiskirstymo modelis.

Visa informacija apie daromą taršą, susijusi su objekto teritorine padėtimi – t.y. objekto situaciniame plane nustatytos apsaugos zonos ribos ir geografinė padėtis; teritorijos apsaugos laipsniu (skirtingai vertinant teritoriją kaip draustinį, poilsio zoną, gyvenvietę ar pan.); foninio teritorijos užterštumo lygiu. Objekto veiklą atspindintys vidiniai sistemos parametrai, sudaro antrąją parametru grupę: $D_{3,i}$ - objekte naudojamų pirminių žaliavų/medžiagų ir iš jų susidarantių kenksmingų medžiagų (KM) patekimas į vandenį (pagal medžiagų pasiskirstymo balanso duomenis); $D_{4,i}$ - atliekamų nutekamojo vandens (NV) analizių duomenys; $D_{5,i}$ - NV kontrolinio patikrinimo duomenys; $D_{6,i}$ - esamos ir planuojamos priemonės objekto vandens išteklių racionaliam naudojimui ir apsaugai nuo teršimo; $D_{7,i}$ - vandens baseino foninis užterštumas.

Naudojami normatyviniai dokumentai: $N_{1,i}$ - leidimas-sutartis vandens naudojimui apibrėžianti tiekimo ir kanalizavimo centralizuotais komunaliniais tinklais sąlygas; $N_{2,i}$ - kenksmingų medžiagų DLK ir kitų vandens savybes

nurodančių komponentų normatyvai nutekamajame vandenyje į atvirus vandens telkinius, naudojamus žuvininkystei, pramoniniams, buitiniams poreikiams, į vandenvietes, naudojamas gėrimo tikslams, į biologinius valymo įrenginius; $N_{3,i}$ - leidimas nutekamojo vandens išleidimui;

Kenksmingų medžiagų pasiskirstymas atliekamas ekspertiniu vertinimu atsižvelgiant į medžiagų panaudojimo gamybiniame procese ciklą įskaitant ir išmetimą į aplinką. Taršos pobūdis ir galimos rizikos buvo modeliuojamos naudojant imitacinius modelius, kurie leido nustatyti galimas būsenas ir įvykius, kurie sąlygoja būsenų pasikeitimus.

Išvados

Pasiūlytos ISPS priemonės leidžia efektyviau ir objektyviau atlikti įmonių veiklos analizę, įvertinant gamybos proceso ir taršos sklaidos bei transformacijos dinamiką. Tuo pačiu, apibrėžiant reikalingus analizei parametrus, jų tarpusavio ryšį bei įvertinant galimą priimamų sprendimų poveikį. Siektinas tikslas - kad įmonių veikla būtų grindžiama atsakomybės ir efektyvumo skatinimo priemonėmis, atkreipiant dar didesnę dėmesį į darnaus vystymosi principus.

Literatūra

- Baltic 21. 2003. Report 2000-2002: Towards Sustainable Development in the Baltic Sea Region. Baltic 21. Series No. 1. Poland, Drukarnia. MISIURO.
- Dzemydiene D., Maskeliunas S. 2011. Development of Multi-Componential Decision Support System in Dynamically Changing Application Domain of Environment Protection, Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges From Current to Future. Chiang Jao (Ed.). InTech, 405-422
- Karnegy B.W., Filion Y.R. 2005. Linking Health Concepts in the Assessment and Evaluation of Water Distribution Systems // Bulletin of Science, Technology & Society. 25 (3): 247-253.
- Mysiak J., Giupponi C., Rosato P. 2005 Towards the Development of a Decision Support System for Water Resource Management // Environmental Modelling & Software. 20(2): 203-214.
- Rajasekaram V., Nandalal K.D.W. 2005 Decision Support System for Reservoir Water Management Conflict Resolution, Journal of Water Resources Planning and Management-ASCE. 131(6): 410-419.

GDANSKO UOSTO KROVINIŲ SRAUTŲ PROGNOZAVIMO MODELIO KŪRIMAS

Tomas Eglynas^{1,2,3}, Mindaugas Jusis¹, Tomas Lenkauskas^{1,2}

¹Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Informatikos inžinerijos katedra, Klaipėda; ²Klaipėdos universiteto Mechatronikos mokslų institutas, Klaipėda; ³Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos katedra, Vilnius; tmse@inbox.lt

Įvadas

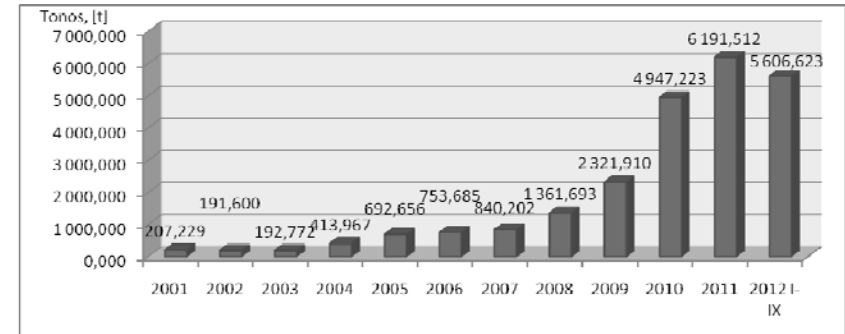
Europa kaip regionas yra palanki vystyti laivybą, kadangi čia yra ilgi laivybos keliai, kurie tęsiasi nuo Baltijos iki Viduržemio ir Juodosios jūros (Notteboom, 2010; Cullinane et al., 2006; Michalska et al., 2010; Tolle, 2008). Europos uostų sistema yra vienyte, nes joje yra nemažai ne tik didelių, bet ir lygiaverčių mažesnių ir vidutinio dydžio uostų. Daugelyje Europos uostų kraunami įvairių tipų kroviniai (Veenstra et al., 2011; Keat, 2003; Radke et al., 2008). Unikalus Europos uostų tipų bei dydžių derinys ir didelis ekonominis potencialas formuoja uostų hierarchijas bei konkurencingus regionus. Siekiant prognozuoti uosto subjekto ar atskiro terminalo įvairių rodiklių pokyčius, atliekama nuolat kintančių sąlygų analizė (Van den Berg et al., 2011; Monios, 2011; Zhy, 2011), kuri padeda suvokti konkurencingumo lygį ir rasti veiklos optimizavimo būdus šioje ūkio šakoje.

Atsižvelgiant į kitų mokslininkų (Michalska et al., 2010; Keat, 2003; Tolle, 2008; Radke et al., 2008; Van den Berg et al., 2011) nagrinėjamas problematikas, šiame tyrime bandoma prognozuoti krovinių srautus viename iš Lenkijos uostų – Gdanske, kuris savotiškai yra panašus į Klaipėdos uostą. Taip pat siekiama įvertinti šio uosto pajėgumus Europos mastu, kas turėtų padėti išryškinti bendrąsias uosto plėtros tendencijas.

Konteinerių perkrovimo statistika

Šiame skyriuje analizuojami Gdansko uosto konteinerių pervežimo statistiniai duomenys. Gdansko uosto konteinerių perkrovimo rezultatai pateikti 1 paveiksle (konteinerių perkrovimai pavaizduoti tonomis, o ne TEU matavimo vienetais kaip priimta Europos sąjungos standartuose).

Kadangi Gdansko uostas yra palankioje geografinėje padėtyje, kurioje ganėtinai neblogai išvystyta visa krovinių pervežimui reikalinga infrastruktūra, 2007 m. Maersko Linija paskelbė, jog nuo 2008 m. gruodžio 1 d. savo veiklą perkels iš Gdynėje įsikūrusio Lenkijos BCT terminalo, į naujai pastatytą gliavandenį konteinerių terminalą Gdansko uoste.



1 pav. Konteinerių krova Gdansko uoste 2001 - 2012 metais (tonomis).

Taip nutiko dėl to, kad ilgą laiką glaudžiai bendradarbiavusi Maersko krovinių linijos kompanija pradėjo ieškoti kokybiškesnių krovinių pervežimo galimybių. Todėl, pradedant 2008 m., sparčiai padidėjo konteinerių perkrovimų Gdansko uoste (1 pav.).

Konteinerių perkrovimų prognozavimas

Šiame skyriuje Gdansko uosto konteinerinių krovinių perkrovimai ateinantiems 18 metų prognozuojami taikant daugiakriterinį prognozavimo metodą. Daugiakriterinio prognozavimo atveju, bendrą lygtį galima užrašyti taip (Paulauskas, 2011):

$$Q_T = (Q_0' + B \cdot T) \cdot M \quad (1)$$

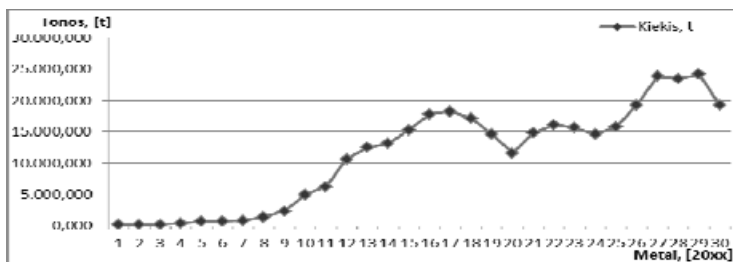
čia: Q_T – konteinerinių krovinių srautas t laikotarpiu, Q_0' – srautas paskutiniame turimame statistiniame taške, B – prognozavimo koeficientas, kuris yra gaunamas remiantis statistiniais duomenimis, T – prognozavimo periodas, M – daugiakriterio prognozavimo koeficientas.

Šis daugiakriterinio prognozavimo koeficientas gali būti apskaičiuotas naudojantis žemiau pateikta formule (Paulauskas, 2011):

$$M = \sum (K_M \cdot F_M) \quad (2)$$

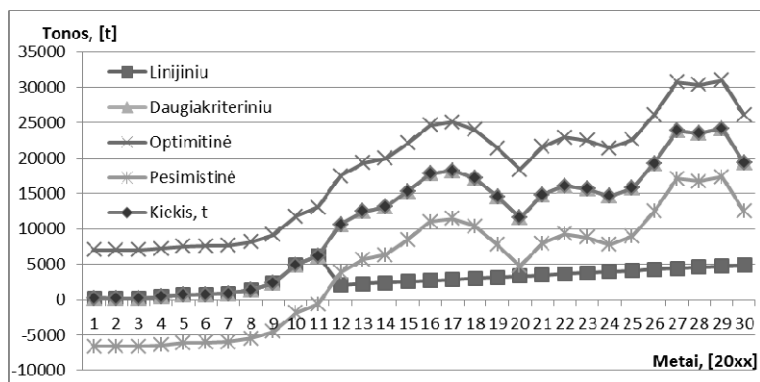
čia: K_M – yra anksčiau išvardintų veiksnių, kurie gali būti taikomi prognozuojamu atveju, svorio koeficientai, kurių bendra suma turi būti lygi vienetui, F_M – santykiniai veiksniai, kurie Q_0' taške yra lygūs vienetui.

Veiksnių svoriai gali būti nustatyti taikant ekspertinį metodą kiekvienam iš veiksnių galinčių daryti įtaką konteinerinių krovinių pervežimams. Konteineriniams kroviniams taip pat gali turėti įtakos ekonominiai bei politiniai veiksniai, infrastruktūra bei aplinkinių šalių ekonominė situacija (Paulauskas, 2011). Daugiakriterinio metodo prognozavimo rezultatai pateikti 2 paveiksle.



2 pav. Prognozavimo rezultatai taikant daugiakriterinį metodą.

Žemiau pateiktame paveiksle (3 pav.) pavaizduota linijinio ir daugiakriterinio metodo prognozės bei pateikta optimistinė ir pesimistinė prognozė.



3 pav. Bendri prognozavimo rezultatai.

Pateiktos prognozės rodo, kad Gdanskio konteinerių perkrovimo pajėgumai nuo 2011 m. gali išaugti net keletą kartų. Uosto internetinėje svetainėje bei nagrinėjamuose straipsniuose teigiama, kad Gdanskio uosto konteinerių bei kitų krovinių perkrovimo skaičius gali padidėti net iki septynių kartų.

Sprendžiant pagal daugiakriterinę konteinerių perkrovimo prognozę, galima teigti, kad konteinerinių krovinių perkrovimai, pastačius naują logistikos centrą, turėtų išaugti apie penkis kartus, o po visiško projekto užbaigimo pokytis turėtų būti didesnis net šešis kartus lyginant su 2011 m.

Išvados

Daugiakriteriniu metodu atlikta Gdanskio uosto konteinerinių krovinių perkrovimo prognozė parodė, kad konteinerinių krovinių perkrovimo tendencijos išlieka augančios: lyginant su 2011 m. konteinerių perkrovimai

Gdanskio uoste iki 2030 m. turėtų išaugti net šešis kartus, o optimistinės prognozės atveju - iki septynių kartų.

Padėka

Autoriai dėkoja projektui Nr. VP1 - 3.1 - ŠMM - 08 - K - 01 - 019 „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ už paramą atliekant tyrimą.

Literatūra

- Cullinane K., Song D.W. 2006. Estimating the relative efficiency of European container ports: a stochastic frontier analysis. *Port Economics Research in Transportation Economics*, Volume 16, p. 85–115.
- Ying H., Yijun J. 2011. Discussion on Green Port Construction of Tianjin Port. *Energy Procedia*, Vol.11, p. 4059–4064.
- Keat P. 2003. Fallen heroes: explaining the failure of the Gdansk shipyard, and the successful early reform strategies in Szczecin and Gdynia. *Communist and Post-Communist Studies* 36, p. 209–230.
- Michalska M. et al. 2010. Bioaerosols on Tri-city (Gdańsk-Sopot-Gdynia) beaches. *International Maritime Health*, 61(1), p. 41–43.
- Monios J. 2011. The role of inland terminal development in the hinterland access strategies of Spanish ports. *Research in Transportation Economics*, Vol. 33, Issue 1, p. 59–66.
- Notteboom T.E. 1997. Concentration and load centre development in the European container port system. *Journal of Transport Geography*, 5(2), p. 99–115.
- Notteboom T.E. 2010. Concentration and the formation of multi-port gateway regions in the European container port system: an update. *Journal of Transport Geography* 18, p. 567–583.
- Paulauskas V. 2011. Optimalus uostas. KU leidykla. 320 p.
- Radke B. et al. 2008. The content of butyl- and phenyltin derivatives in the sediment from the Port of Gdansk. *Chemosphere*, 73(3), p. 407–414.
- Tolle A. 2008. City profile Gdan'sk. *Cities* 25 (2008) p. 107–119.
- Van den Berg R., De Langen P.W. 2011. Hinterland strategies of port authorities: A case study of the port of Barcelona. *Research in Transportation Economics*, Volume 33, Issue 1, p. 6-14.
- Veenstra A., Notteboom T. 2011. The development of the Yangtze River container port system. *Journal of Transport Geography*, No. 19, p. 772–781.
- Zhu D. 2011. Speeding up The Construction and Rebuilding of Port in Coastal Cities. *Procedia Engineering*, Vol. 21, p. 333–336.

GRANULIOMETRINĖS SUDĖTIES SKIRTUMAI EROZINIUOSE IR AKUMULIACINIUOSE JŪROS KRANTO RUOŽUOSE

Julija Fedorovič¹, Donatas Pupienis¹, Darius Jarmalavičius²,
Gintautas Žilinskas²

¹ Vilniaus universitetas, Vilnius; ² Gamtos tyrimų centro Geologijos ir
geografijos institutas, Vilnius; julijafed@inbox.lt

Jūros kranto zonoje nepaliaujamai vyksta smėlio apykaita tarp priekrantės ir kranto. Pagrindiniai jūros krantą formuojantys dinaminiai veiksniai yra bangos (Gudelis ir kt. 1957), srovės (Kirllys, 1965) ir vėjas (Гуделис и др., 1963; Klimavičienė, 1964; Jarmalavičius ir kt., 2001), kurie perneša nešmenis ir keičia kranto ir priekrantės reljefą (Trimonis, 2005). Dėl skirtingų veiksnių poveikio, kranto linijos konfigūracijos, pakrantės ir priekrantės geologinės sandaros ir hidrotechninių statinių sukeliama efekto nuolat vyksta smėlio diferenciacija (Jarmalavičius ir kt., 2001). Baltijos jūros Lietuvos kranto smėlio granulometrinė sudėtis aktyviai tirta nuo XX amžiaus vidurio iki 8-ojo dešimtmečio V. Gudelio, S. Michaliukaitės (1959), V. Ulsto (1965), A. Linčiaus ir A. Uginčius (1970), R. Stauskaitės (1974) ir kt.

Metodika

2011 m. rugpjūčio 3-5 d.d. Kuršių nerijos jūros krante buvo renkami paviršiniai smėlio mėginiai. Mėginiai imti kas 500 m iš paplūdimio vidurio, apsauginio paplūdimio kopagūbrio (toliau APK) papėdės ir vakarinio šlaito paviršinio sąnašų sluoksnio. Šiame darbe analizuojama granulometrinė sudėtis kaita Kuršių nerijos akumuliaciniame ir eroziniame kranto ruožuose. Akumuliacinis ir erozinis kranto ruožai (7 km ilgio), Kuršių nerijoje buvo išskirti remiantis daugiametėmis jūros kranto linijos kaitos tendencijomis (Pupienis ir kt., 2012). Atsižvelgiant į daugiames kranto linijos kaitos tendencijas akumuliacinis kranto ruožas išskirtas nuo 30 iki 37 km, o erozinis – nuo 42 iki 49 km (atstumas matuotas nuo Klaipėdos uosto pietinio molo).

Smėlio mėginių granulometrinė analizė atlikta sijojimo metodu. Smėlis buvo sijojamas elektriniu kratytuvu „Fritsch Analyse 3 Spartan Pulverisette 0“, naudojant 11 sietų komplektą. Analizės metu buvo išskirtos >1,6; 1,6-1; 1-0,63; 0,63-0,4; 0,4-0,315; 0,315-0,2; 0,2-0,16; 0,16-0,1; 0,1-0,063; 0,063-0,05 ir <0,05 mm granulometrinės frakcijos. Granulometrinei analizei naudoti 100 g sveriantys smėlio mėginiai, kurie sijoti 15 min. Išsijojus mėginius, kiekviena frakcija buvo sveriamas elektroninėmis svarstyklėmis, kurių tikslumas – 0,001 g. Kiekvienos frakcijos svoris buvo paskaičiuotas procentais.

Išsamesnė smėlio granulometrinės sudėties analizė atlikta apskaičiuojant statistinius rodiklius. Statistiniai rodikliai buvo apskaičiuoti GRADISTAT 8.0 programa, taikant geometrinį momentų metodą (Blott, 2010). Darbe analizuojami aritmetinis grūdelių dydžio vidurkis M ; rūšiuotumo koeficientas S_o (arba standartinis nuokrypis), kuris rodo mėginio vienalytiškumą, t. y. smėlio savybė telktis vienoje frakcijoje vykstant diferenciacijai; asimetrijos koeficientas S_k , kuris leidžia įvertinti grūdelių dydžio išsidėstymą aritmetinio vidurkio ir medianos atžvilgiu. Taip pat buvo apskaičiuotas ekscesas K , kuris parodo grūdelių dydžio pasiskirstymo kreivės „aštrumo laipsnį“. Detalesnis rodiklių reikšmių paaiškinimas pateikiamas 1 lentelėje.

1 lentelė

Granulometrinės analizės statistinių rodiklių (S_o , S_k , K) reikšmės
(Blott, 2010)

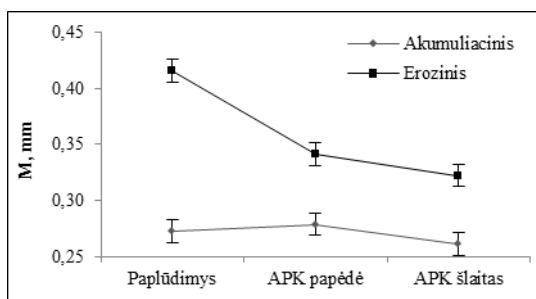
Rūšiuotumas, (S_o)		Asimetrija, (S_k)		Ekscesas, (K)	
Labai geras	< 1,27	Labai teigiama	< -1,30	Labai plokščia kreivė	< 1,70
Geras	1,27–1,41	Teigiama	-1,30 – -0,43	Plokščia kreivė	1,70–2,55
Vidutiniškai geras	1,41–1,62	Simetrija	-0,43 – +0,43	Normali kreivė	2,55–3,70
Vidutinis	1,62–2,00	Neigiama	+0,43 – +1,30	Aštraviršūnė kreivė	3,70–7,40
Blogas	2,00–4,00	Labai neigiama	> +1,30	Labai aštraviršūnė kreivė	> 7,40
Labai blogas	4,00–16,00				
Itin blogas	> 16,00				

Rezultatai

Kuršių nerijos krante vyrauja smulkiagrūdis ir vidutingrūdis smėlis, vidutinis grūdelio dydis lygus 0,29 mm, tačiau akumuliaciniame ir eroziniame ruože smėlio granulometrinė sudėtis skiriasi. Vidutinis grūdelių dydis skiriasi 0,08 mm. Pasirinktame akumuliaciniame kranto ruože vidutinis grūdelių dydis lygus 0,27 mm, o eroziniame – 0,36 mm (1 pav.). Didžiausi vidutinio grūdelių dydžio skirtumai nustatyti mėginiuose paimtuose paplūdimio viduryje. Akumuliacinio kranto ruože paplūdimio viduryje vidutinis smėlio dalelių dydis yra 0,27 mm, tuo tarpu eroziniame kranto ruože $M=0,42$ mm. Atlikti tyrimai parodė, kad eroziniame kranto ruože paplūdimio viduryje smėlio vidutinis dalelių dydis kinta labiau, negu akumuliaciniame kranto ruože (1 pav.).

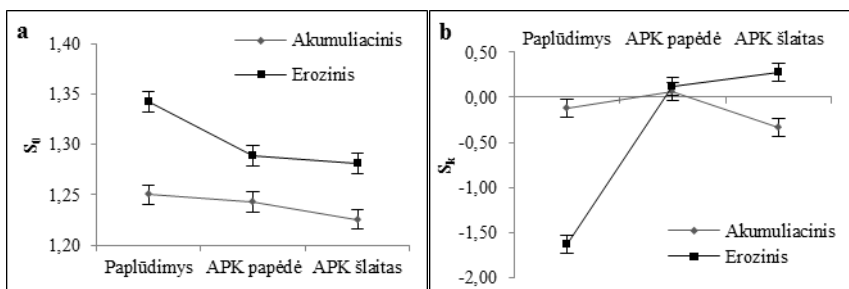
Mažiausi grūdelių dydžio skirtumai yra APK papėdėje ir šlaite. Smulkiausias smėlis aptinkamas APK šlaite, akumuliaciniame kranto ruože $M=0,26$ mm, o eroziniame kranto ruože $M=0,32$ mm.

Palyginus sekančius statistinius rodiklius nustatyta, kad akumuliaciniame kranto ruože vyrauja smulkesnis, bet labai gerai rūšiuotas smėlis.



1 pav. Vidutinis smėlio grūdelių dydis M (mm) Kuršių nerijos akumuliaciniame ir eroziniame kranto ruože.

Rūšiutumo koeficientas akumuliaciniame kranto ruože mažai kinta. Tuo tarpu eroziniame kranto ruože geriau rūšiuojamas smėlis yra APK šlaite negu paplūdimio viduryje (2a pav.).



2 pav. Smėlio rūšiutumo S_0 (a) ir asimetrijos koeficiento S_k (b) kaita Kuršių nerijos akumuliaciniame ir eroziniame kranto ruože.

Smėlio dalelių dydžio pasiskirstymas vidurkio atžvilgiu tiek akumuliaciniame, tiek eroziniame kranto ruože APK papėdėje ir šlaite yra simetriškas, S_k reikšmės kinta -0,43 – 0,43 intervale (2b pav.). Didžiausi asimetrijos koeficiento skirtumai nustatyti smėlio mėginiuose paimtuose iš paplūdimio vidurio. Akumuliaciniame kranto ruože smėlio dalelių pasiskirstymas vidurkio atžvilgiu yra simetriškas (-0,12), tuo tarpu eroziniame kranto ruože nustatyta labai teigiama asimetrija, kai $S_k = -1,63$. Didesnės S_k koeficiento reikšmės nustatytos eroziniame kranto ruože ir yra sietinos su stambesnės frakcijos atsiradimu.

Didesnės eksceso koeficiento reikšmės nustatytos kopagūbrio šlaite, o mažesnės – paplūdimyje. Akumuliaciniame kranto ruože jos kinta atitinkamai nuo 7,05 iki 16,46, o eroziniame – atitinkamai nuo 4,28 iki 29,15. Šios

koeficiento reikšmės parodo, kad kumuliatyvinė kreivė yra labai aštriviršūnė, todėl galima teigti, kad čia vyrauja vienos frakcijos smėlio dalelės.

Apibendrinus granulimetrinės sudėties statistinius rodiklius galima teigti, kad eroziniame kranto ruože, kur aplinka yra dinamiška, vyrauja stambesnės, prasčiau rūšiuotos ir turinčios teigiamą asimetriją smėlio dalelės. Be to, jų sudėtis yra gana kaiti. Tuo tarpu akumuliaciniame kranto ruože, kur aplinka nėra tokia dinamiška, paplūdimių formuojančio smėlio dalelės yra smulkesnės, geriau rūšiuotos ir simetriškai pasiskirsčiusios vidurkio atžvilgiu, o jų sudėtis yra mažiau kaiti erdvėje.

Literatūra

- Blott S.J. 2010. GRADISTAT 8.0. UK.
- Gudelis V., Jakevičiūtė S., Micheliukaitė E. 1957. Keletas pastabų dėl gožos srauto dinamikos seklios priekrantės jūros paplūdimio sąlygomis. Lietuvos TSR mokslų akademijos darbai, Serija B, 4.
- Gudelis V., Michaliukaitė E. 1959. Kuršių nerijos dabartinių eolinių smėlių litologijos ir eolodinaminės diferenciacijos klausimu. Geografijos metraštis, II, 235-564.
- Jarmalavičius D., Minkevičius V., Žilinskas G. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius: Geografijos institutas.
- Kirlys V. 1965. Klausimu dėl skersinio nešmenų pernešimo plūsmo sraute sekloje smėlingoje jūros priekrantėje. Lietuvos TSR mokslų akademijos darbai. Serija B, 3 (42), 215-230.
- Klimavičienė V.K. 1964. Lietuvos paviršinių kvarterinių smėlių pagrindinių genetinių tipų palyginamoji litologinė charakteristika (I. Granulometrinė analizė). Lietuvos TSR mokslų akademijos darbai, Serija B, 4 (39), 165-184.
- Linčius A., Uginčius A. 1970. Baltijos jūros kranto zonos smėlis tarp Kopgalio ir Juodkrantės (Litologinė charakteristika). Lietuvos kvarterinių naudingųjų iškasenų geologijos klausimai. Lietuvos geologijos mokslinio tyrimo instituto darbai, 19, 7-24.
- Pupienis D., Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2012. Baltijos jūros kranto linijos dinamikos tendencijos 1910–2012 m. Mokslas Gamtos mokslų fakultete, 7, 141-152.
- Stauskaitė R. 1974. Kai kurie duomenys apie Pietrytinės Baltijos jūros paplūdimio sandarą ir jo nuogulų litologinę sudėtį. Geografinis metraštis, XIII, 201-215.
- Trimonis E. 2005. Sedimentologija. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Ulst V.G. 1965. Differentiation of coastal sand by shape of grains. Baltica, 2, 167-180.
- Гуделис В., Минкявичюс В. 1963. Литодинамические спектры ветропесчанного потока приморских дон Литвы (Куршо Нерия). Baltica, 1, 211-227.

STINTŲ (*OSMERUS EPERLANUS*, L.) BIOLOGINIŲ CHARAKTERISTIŲ IR SEZONINIO PAPLITIMO KAITA BALTIJOS JŪROS LIETUVOS IŠSKIRTINĖJE EKONOMINĖJE ZONOJE

Jelena Fedotova

*Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos
Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius, Klaipėda; jelena.fedotova@zuv.lt*

Vis didėja antropogeninės veiklos įtaka jūrinei aplinkai. Pastaraisiais metais Lietuvos Respublikoje žymus dėmesys skiriamas kompleksiniams žuvininkystės tyrimams. Turimos žinios apie abiotinių faktorių įtaką žuvų gyvybiniams ciklams leistų numatyti nerštinių migracijų laiką bei prognozuoti žuvų išteklius bei žvejybos sąlygas.

Lietuvoje gyvena dvi stintų formos. Praeivės stintos, vadinamos didstintėmis, paplitusios Baltijos jūroje ir neršiančios Nemuno žemupyje bei Kuršių mariose gyvenanti – Kuršių marių stintelė. Stintų biologija ir ekologija gerai ištirta Kuršių mariose bei į jas įtekančiose upėse (Mištautaitė, 1972; Švagždys, 1998; Gaigalas, 2001), tuo tarpu apie jūrinį šių žuvų gyvenimo ciklo periodą duomenų yra labai mažai (Statkus, 1998; Repečka, 2002).

Darbo tikslas – išanalizuoti stintų biologinių charakteristikų sezoninę kaitą Baltijos jūros LIEZ 2011-2012 m.

Medžiaga ir metodika

Žuvų mėginiai gaunami iš Baltijos jūros LIEZ mokslinių laimikių sužvejojtų tralais bei tinklais. Nustatytos stintų pagrindinės biologinės charakteristikos: ilgis, svoris, lytis. Žuvų amžius nustatomas pagal otolitus, naudojantis standartinėmis metodikomis (Fetter et al., 1991; Grigiel et al., 2001, Правдин, 1966), o lytis ir brandos stadijos - vadovaujantis praktiniu vadovu (Алексеев, Алексеева, 1996).

Priklausomybė tarp žuvų ilgio ir svorio buvo išreikšta pagal formulę: $W = aL^b$, kur W - žuvies kūno svoris, g; L - kūno ilgis, cm; a bei b - koeficientai. Stintų augimo parametrai apskaičiuojami naudojant Bertalanfio lygtis: $L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$ (ilgiui) ir $W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$ (svoriui), kur L_∞ ir W_∞ stintų augimo ilgio ir svorio teorinė riba (Hoendorf, 1966). T. Fultono imitimo koeficientas (QF), kuris rodo žuvies svorio ir kūno ilgio santykį, apskaičiuotas pagal formulę: $CF = (W \cdot 100) / L^3$, kur W - žuvies kūno svoris, g, o L - žuvies kūno ilgis, cm.

Rezultatai ir jų aptarimas

Pagal savo gyvenimo būdą (taip vadinamas, arktinės-jūrinės faunos kompleksas) stintos prisitaikė gyventi dugniniuose vandens sluoksniuose, kur vandens temperatūra yra 2-4°C. Todėl Baltijos jūroje LIEZ stintos paplitusios ne vien tik priekrantėje, bet ir kur kas didesniuose 60-80 m. gyliuose.

Stintos lytiškai subręsta 2-3 m., kada jų kūno ilgis pasiekia 12-14 cm. Visų ištirtų stintų kūno ilgis svyravo nuo 5 iki 23 cm (vidutiniškai – 14,6±4,1 cm), o svoris – nuo 7 iki 75,2 g (vidutiniškai – 22,0±8,8 g). Tyrimo metu tralo laimikiuose buvo sugautos įvairaus amžiaus žuvis, kurių gausumas metų eigoje kito. Pagrindinės biologinės charakteristikos nurodytos 1 lentelėje. Atliktų tyrimų analizė parodė, kad metų eigoje visuose tralavimuose nemažą dalį (30-60%) sudaro nesubrędę individai (1 pav.).

1 lentelė

Stintų, sugautų tralais ir tinklais, pagrindinės biologinės charakteristikos

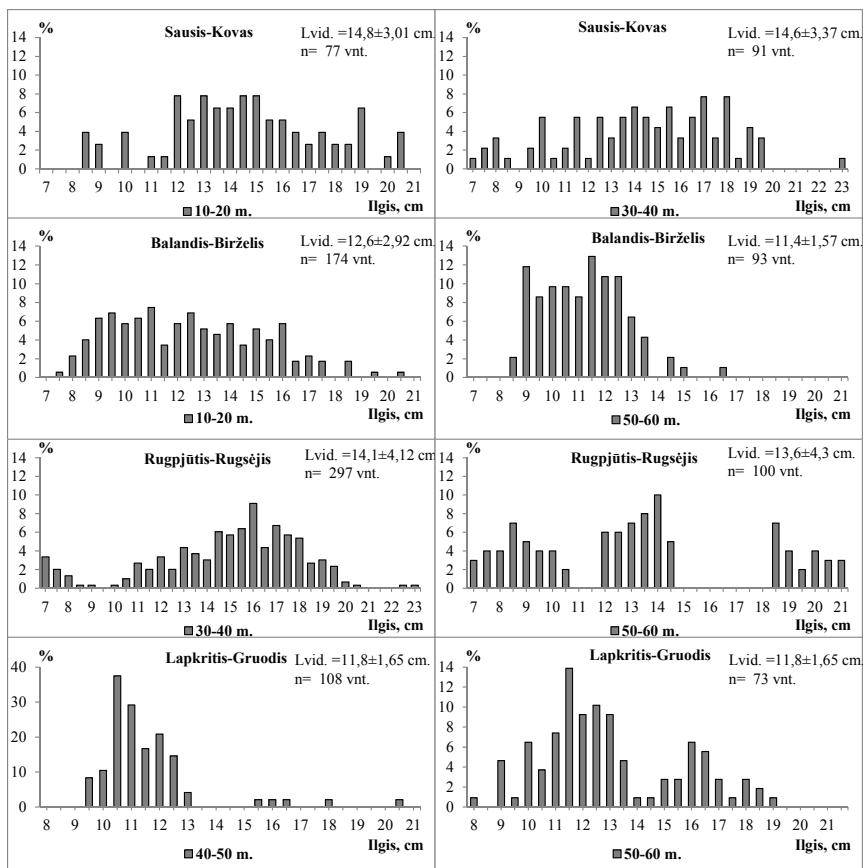
Tyrimų rajonai	Parametrai	Amžius, metai							Vidurkis
		0	1	2	3	4	5	6	
Atvira jūra	Amžiaus sudėtis, %	8,1	30,6	40,3	15,8	3,0	1,4	0,7	
	Vidutinis ilgis, cm	10,2±1,85	11±2,14	13,9±2,66	16,1±2,31	18,3±1,86	20±1,37	20±1,0	13,3±3,31
	Vidutinis svoris, g	6,3±3,02	7,9±5,37	16,7±9,48	24,5±11,08	35,2±11,67	46,9±9,57	45±8,52	15,6±11,84
Priekrantė	Amžiaus sudėtis, %		8,3	18,2	31,0	26,5	14,7	1,3	
	Vidutinis ilgis, cm		10,6±1,06	13,5±3,32	18,8±2,42	20,2±1,99	22±1,86	23,1±3,4	17,7±4,21
	Vidutinis svoris, g		7±2,28	15,8±11,57	33,4±13,99	50,1±15,01	64,4±16,59	75,2±30,04	37,5±22,97

Remiantis atliktais tyrimais nustatyta žuvų ilgio ir svorio priklausomybė: $W=0,0032L^{3,2}$. Gauti Bertalanfio lygčių linijinio stintos augimo parametrai:

$$L_t = 23,48(1 - e^{-0,4(t+0,36)}) - \text{ilgiui}; W_t = 79,41(1 - e^{-0,41(t+0,36)})^{3,21} - \text{svoriui};$$

Lyginant su ankstesniais duomenimis (Statkus, 1998) paaiškėjo, kad per 15 metų žymiai sumažėjo stintų augimo tempas, jų vidutinio ilgio bei svorio rodikliai, taip pat ir augimo parametrai (L_t , W_t).

1996-1997 m. duomenimis buvo gauti parametrai: $L_t=25,74$; $W_t=105,94$. Šie rezultatai taip pat rodo, kad per 15 metų asimptotinis ilgis sumažėjo 8,8%, o svoris – 25%. Mūsų nuomone, stintų augimo tempo sumažėjimą įtakojo pablogėjusi mitybinė bazė.



1 pav. Stintų, sugautų jūroje moksliniuose laimikiuose 2011-2012 m. ilgio struktūra pagal sezonus.

Mūsų duomenimis stintų pasiskirstymas jūroje netolygus ir priklauso nuo sezono bei gylio. Po neršto stintų lytinių produktų gonados atsistato ir vėl pasiekia 3 brandos stadiją vasaros pabaigoje arba rudens pradžioje, kuri išlieka iki vasario-kovo mėn. (2 lentelė).

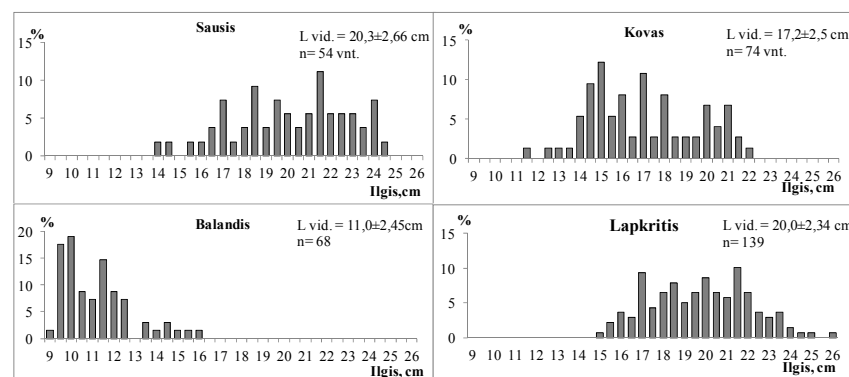
Gonadų brandos stadijos įtakoja stintų pasiskirstymą. Po neršto žuvys intensyviai maitinasi jūroje. Tuo metu jaunesnės žuvys (1-2 m. amžiaus, 10,3-15,9 cm ilgio ir 6,4-17,7g svorio) laikosi mažesniuose gyliuose.

Vasaros pabaigoje didžiausios sankaupos užfiksuotos 30-60 m gylyje. Taip pat stebimas būrių formavimasis pagal ilgio grupes į jauniklių ir subrendusių individų grupes.

Ištirtų stintų gonadų brandos stadijos metų eigoje

Mėnuo	Gonadų brandos stadijos					
	Juv.	2	3	4	5	6
Rugsėjis	17,2	27,0	54,3			1,5
Spalis	21,3	13,9	62,0	2,8		
Lapkritis	12,7	7,1	49,1	31,1		
Sausis			37,0	63,0		
Vasaris	7,8	4,2	82,0	6,0		
Kovas	0,0	0,0	24,3	75,7		
Balandis	8,2	1,8	31,0	40,9	18,1	
Gegužė	22,7	65,0		0,6		11,7
Liepa		25,0				75,0

Lapkričio-gruodžio mėn. stintos pradeda ruoštis nerštui ir laikosi būriais arčiau jūros kranto, o jūroje lieka nesubrendę ir vėliau neršiantys individai (1, 2 pav.).



2 pav. Stintų, sugautų tinklais priekrantėje 2011-2012 m. ilgio struktūra pagal sezonus.

Mūsų analizė rodo, kad tyrimo metu patelių buvo daugiau nei patinų (lyčių santykis 1,53:1). Skrandžio užpildymo analizė parodė, kad antroje metų pusėje stintos pradeda aktyviai maitintis. 28% ištirtų stintų buvo su pilnais skrandžiais, dėl to ėmimo koeficientas turėjo nedidelę reikšmę ir beveik nepasikeitė (3 lentelė).

Išvados

1. Per pastaruosius dvejus metus stintų populiacijoje atviroje jūroje vyravo 1-3 metų amžiaus (86,7%), o priekrantėje– 2-5 metų amžiaus (90,4%) individai.
2. Stintų pasiskirstymas jūroje netolygus ir priklauso nuo sezono bei gylio.

KLAIPĖDOS ŠAŠIAURIO DUGNO NUOSĖDŲ UŽTERŠTUMAS SUNKIAISIAIS METALAIS

Arūnas Galkus, Kęstutis Jokšas, Rimutė Stakėnienė

*Gamtos tyrimų centro, Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius;
galkus@geo.lt*

3. Patelių ir patinų santykis buvo 1,53:1.
4. Fultono įmitimo koeficientas kito nuo 0,49 iki 0,59. Žuvys intensyviau maitinosi antroje metų pusėje.
5. Linijinio augimo parametrai Bertalanfio lygtyse lygūs: $L_{\infty} = 23,48$, $W_{\infty} = 79,41$; $K = 0,4$; $t_{\infty} = -0,4$.
6. Norint išsamiau parodyti stintų gyvenimo ciklą, bei jų pasiskirstymo vietas (Baltijos jūroje, Kuršių mariose ir Nemuno žemupyje) metų eigoje, reikalinga tęsti toliau tyrimus kartu su kitomis Lietuvos mokslinėmis institucijomis.

3 lentelė

Stintų, ištirtų 2011-2012 m., procentinė sudėtis pagal skrandžio užpildymą

Mėnuo	Skrandžio užpildymas, balai					Fultono koeficientas
	0	1	2	3	4	
Sausis	94,4	1,9		1,9	1,9	0,59
Vasaris	39,9	4,2	10,1	6,5	39,3	0,59
Kovas	86,5	2,7	2,7	2,7	5,4	0,53
Balandis	80,8	1,2	4,7	1,7	11,6	0,56
Gegužė	20,9	3,7	19,0	7,4	49,1	0,49
Rugsėjis	58,2	3,7	11,0	4,8	22,3	0,54
Spalis	24,1	0,9	11,1	15,7	48,1	0,57
Lapkritis	54,7	0,9	9,4	4,7	30,2	0,58
Vidurkis	53,9	2,6	9,9	5,6	28,0	0,55

Literatūra

- Fetter M. 1990. Guide for the use of Baltic sprat and Herring otoliths in fisheries studies / M. Fetter, B. Groth, D. Kestner, M. Wyshinski // Fischerei Forschung, Index-Nr.31720. 42 pp.
- Gaigalas K. 2001. Kuršių marių baseino žuvis ir žvejyba. Klaipėda: Egle.369 pp.
- Grygiel W. 2001. Manual for sampling of the Baltic Sea commercial fisheries / W. Grygiel, E. Aro, H. Degel, P. Ernst, H. Müller et al. // EU project 98/024. – 26 pp.
- Hohendorf K. Eine Discussion der Bertalanffy, 1966. – Functionen und ihre anwendung zur Charakterisierung des Wasktums von Fischen // Kieler Meer. Forch. – 22, №1. - P. 70 – 97
- Mištautaitė V. 1972. Lietuvos vandenų stintos morfoekologinis kintamumas. Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai, C serija, Vilnius.
- Repečka R. 2002. Praeivusių žuvų gausumo kaita. Žuvininkystė Lietuvoje IV, Vilnius, 145-172.
- Statkus R. 1998. Didstinčių (Osmerus eperlanus L.) ekologijos ypatumai ir verslas Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje. Žuvininkystė Lietuvoje, III (I knyga), Vilnius, 115-124.
- Švagždys A. 1998. Stintų gausumo kaitos priklausomybė nuo aplinkos veiksnių poveikio Žuvininkystė Lietuvoje, III (I knyga), Vilnius, 189-199.
- 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, – 73с.
- Правдин И. Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть. 376 с.

Reziumė

Klaipėdos sąsiauryje 2008-2010 m. tarpsniu surinktų 98 paviršinių dugno nuosėdų mėginių granulimetrinių ir cheminių tyrimų pagrindu analizuojamas dugno nuosėdų užterštumas sunkiaisiais metalais Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Cd ir Hg. Skirtingos sudėties dugno nuosėdų taršos sunkiaisiais metalais intensyvumas įvertinamas panaudojant Nemerovo taršos indeksą, leidžiantį atspindėti kiekvieno metalo ir suminių grupės metalų užterštuminį poveikį gamtinei aplinkai.

Įvadas

Klaipėdos sąsiauriu į Baltijos jūrą srūva vanduo ir nuosėdinė medžiaga iš plataus Kuršių marių baseino. Sąsiaurio rytiniame krante yra išikūręs potencialus teršalų šaltinis - Klaipėdos uostas (Jokšas ir kt., 2003). Visa tai lemia, kad ant Klaipėdos sąsiaurio dugno nuolat kaupiasi įvairiais teršalais praturtinta nuosėdinė medžiaga. Dėl Klaipėdos sąsiaurio gilavimo vyksta ir priešingos krypties procesas: nuosėdinė medžiaga nuolat iškasama ir pašalinama (Galkus ir kt., 2012). Sunkieji metalai (daugiau negu 5 kartus sunkesni už vandenį) visuotinai pripažįstami ypač pavojingais teršalais dėl jų tvarumo aplinkoje, toksiškumo ir dalyvavimo gyvųjų organizmų mitybos procesuose (Kishe et al., 2003; Andrews et al., 2004). Į gamtinio vandens telkinius patekusių sunkiųjų metalų didžioji dalis po daugelio sudėtingų biogeocheminių virsmų nusėda ant dugno ir įsitvirtina dugno nuosėdose (Katz et al., 1981). Dugno nuosėdose sunkiųjų metalų spektro ir kiekių kaita nėra tokia greita kaip vandenyje, todėl santykinai didesnio stabilumo būsenoje esančių sunkiųjų metalų tyrimas įgalina nustatyti vandens baseino užterštumo sunkiaisiais metalais integralinius ypatumus tam tikram laiko tarpsniui (Pekey et al., 2004; Nasr ir kt., 2006). Šiame darbe analizuojama Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų užterštumo sunkiaisiais metalais (Zn, Cr, Cd, Ni, Cu, Pb, Hg) būklė 2008-2010 metais.

Medžiaga ir metodika

Užterštumo sunkiaisiais metalais laipsnis įvertintas paviršinių dugno nuosėdų (0-10 cm) 98 mėginių analitinių tyrimų duomenimis. Mėginiai surinkti Klaipėdos sąsiauryje nuo Kiaulės nugaros salos iki Baltijos jūros priekrantės ties sąsiaurio žiotimis. Tyrimų rajonas neapėmė uosto pusiau uždarytų akvatorijų:

lokalių uostelių ir įlankų. Gruntas iš sąsiaurio dugno buvo paimtas Van Veen'o tipo prietaisu. Granulimetrinė mėginių analizė atlikta tradiciniu metodu (Petelin, 1967), atsižvelgiant į Lietuvoje naudojamus standartus (Gaigalas, 1995; LAND 46A-2002). Smulkiagrūdės dumblo konsistencijos nuosėdos buvo analizuojamos pipetiniu metodu (Folk, 1974). Dugno nuosėdose esančių metalų Zn, Cr, Cd, Ni, Cu, Hg ir Pb koncentracijos nustatytos ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) metodu (Loring et al., 1992; Montaser, 1998). Organinės anglies koncentracijos nustatytos oksidacijos aukštoje temperatūroje metodu (Tiessen et al., 1993).

Dugno nuosėdų užterštumo įvertinimui reikėjo pasirinkti tam tikrą bazinę ribą, kurią viršijančios sunkiųjų metalų koncentracijos demonstruotų didesnę ar mažesnę užterštumo laipsnį. Tokia riba dažnai pasirenkama maksimali leidžiama koncentracija (MLK). Kadangi Lietuvoje taikomuose standartuose MLK smėliui ir dumbliui ryškiai skiriasi, o Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų žymią dalį sudaro įvairūs smėlio ir dumblo mišiniai, pasirinkome norvegų klasifikaciją, kuri remiasi ne granulimetriniais nuosėdų ypatumais, o teršalų poveikiu vandens organizmams ir žmonių sveikatai (Bakke et al., 2010). Šioje klasifikacijoje nurodomas ribines foninėms koncentracijoms reikšmes šiame darbe laikome lygias MLK. MLK pagrindu apskaičiavome Nemerovo taršos indeksą, pritaikytą gruntams (PI) (Guozhang et al., 2006), kuris gali atspindėti ne tik kiekvieno metalo, tačiau ir jų bendro užterštuminio poveikio aplinkai laipsnį.

Kiekvieno metalo (i) poveikis aplinkai (PI_i) įvertintas kaip santykis tarp išmatuotos koncentracijos (K_i) ir MLK reikšmės (L_i): PI_i = K_i/L_i. Bendras visiems sunkiesiems metalams taršos indeksas PI kiekvienam ištirtam dugno nuosėdų mėginiui apskaičiuotas pagal formulę (Gouzhang et al., 2006):

$$PI = \sqrt{\frac{[AVG(PI_i)]^2 + [MAX(PI_i)]^2}{2}}$$

Taršos tam tikru sunkiuoju metalu (PI_i) arba jų visuma (PI) dydis nustatomas pagal apskaičiuotas indekso reikšmes: PI(PI_i) ≤ 0,7 – švarios nuosėdos; 0,7 < PI(PI_i) ≤ 1 – nuosėdoms iškilusi užterštumo grėsmė; 1 < PI(PI_i) ≤ 2 – silpnai užterštos nuosėdos; 2 < PI(PI_i) ≤ 3 – vidutiniškai užterštos nuosėdos; PI(PI_i) > 3 – stipriai užterštos nuosėdos (Fang et al., 2003; Guozhang et al., 2006).

Erdvinė PI(PI_i) reikšmių struktūra išanalizuota sudarius jų pasiskirstymo Klaipėdos sąsiauryje kartoschemas. Tarpusavio ryšiai tarp nuosėdų užterštumo sunkiaisiais metalais ir jų granulinės sudėties bei prisotinimo organine anglimi nustatyti apskaičiuojant Pirsono koreliacijos koeficientus (Čertko, 1987; Kruopis, 1993).

Tyrimo rezultatai

Apibendrinus granulimetrinių tyrimų rezultatus, Klaipėdos sąsiauryje buvo išskirti šie dugno nuosėdų tipai (moreninis gruntas nustatytas pagal vizualinį mėginių įvertinimą): vidutigrūdis smėlis (0,5-0,25 mm >50%); smulkiagrūdis smėlis (0,25-0,1 mm >50%); itin smulkiagrūdis smėlis (0,1-0,063 mm >50%); aleuritingas smėlis (<0,063 mm 10-30 %); aleuritinis smėlis (<0,063 mm 30-50 %); smėlinis dumbblas (2-0,063 mm 30-50 %); aleuritinis dumbblas (0,063-0,002 mm 50-70 %; <0,063 mm >70 %).

Uosto vartų atkarpoje didžiausi dugno plotai yra padengti smulkiagrūdžiu smėliu, o jūroje netoli uosto vartų aptinkami dar smulkiagrūdiškesnių nuosėdų arealai. Didesni smulkiagrūdės medžiagos kiekiai ant dugno nusėda giliau sąsiauryje, kur nuosėdos jau pradeda dumbliėti. Į pietus nuo Danės upės žiočių rytinėje Klaipėdos sąsiaurio pusėje susiformuoja ištisinė dumblo zona, kuri toliau tęsiasi per visą uostą. Šioje zonoje vyrauja smėlinis dumbblas, tačiau yra ir lokalių aleuritinio dumblo arealų. Vakarinėje sąsiaurio pusėje prie pat kranto vyrauja smulkiagrūdis smėlis, kurį farvaterio link keičia aleuritingas smėlis, o labiau į pietus – aleuritinis smėlis. Pietinėje uosto akvatorijos atkarpoje smulkiagrūdžio smėlio arealas išsiplečia per visą Klaipėdos sąsiaurį, tam tikrose vietose smėlis tampa vidutigrūdžiu. Atsižvelgdami į skirtingų tipų nuosėdų užimamą dugno plotus suvidurkinome granulimetrinių analizių duomenis ir nustatėme, kad „vidutinis“ Klaipėdos uosto dumblo nuosėdų tipas yra smėlinis dumbblas, o smėlio nuosėdų – aleuritingas smėlis. Organinės anglies kiekis įvairios sudėties smėlio nuosėdose vidutiniškai sudaro 1 %, dumblo nuosėdose – 4 %. Didžiausios visų analizuotų sunkiųjų metalų koncentracijos yra dumble, smėlyje jos mažesnės, o minimalios koncentracijos išmatuotos morenoje. Aleuritiniame dumble vidurkinės Cu (25,18 mg/kg), Pb (25,87 mg/kg), Zn (134,8 mg/kg) ir Ni (13,07 mg/kg) koncentracijos yra didesnės, negu smėliniame dumble, o Cr, Cd ir Hg atvejais didesnės koncentracijos nustatytos būtent smėliniame dumble: atitinkamai 31,73 mg/kg, 0,87 mg/kg ir 0,08 mg/kg. C_{org} kiekiai abiejų tipų dumblose praktiškai identiški: 3,96 % (smėlinis dumbblas) ir 3,99 % (aleuritinis dumbblas). Smėlio nuosėdose visų tirtų sunkiųjų metalų koncentracijos dėsningai didėja eilėje: vidutigrūdis smėlis, smulkiagrūdis smėlis, aleuritingas smėlis, aleuritinis smėlis. Šioje eilėje vidurkinis C_{org} kiekis išauga nuo 0,67 % iki 2,96 %, Cu koncentracija padidėja nuo 2,30 iki 19,06 mg/kg, Pb – 12,50-20,56 mg/kg, Zn – 19,00-66,32 mg/kg, Ni – 2,60-10,62 mg/kg, Cr – 6,70-27,78 mg/kg, Cd – 0,30-0,76 mg/kg, Hg – <0,01-0,06 mg/kg. Į šią eilę neįsikomponuoja tik už uosto vartų atviroje Baltijos jūroje esantis itin smulkiagrūdis smėlis, kuriame ir C_{org} (0,22 %), ir daugumos sunkiųjų metalų koncentracijos (išskyrus Cr – 9,3 mg/kg ir Ni – 3,0 mg/kg) yra dar mažesnės, negu uosto vidutigrūdžio smėlio mėginiuose.

Apskaičiavus koreliacijos koeficientus, beveik visiems sunkiesiems metalams (išskyrus Hg) nustatyta stipri priklausomybė ir nuo frakcijos <0,063 mm kiekio, ir nuo C_{org} kiekio (Galkus ir kt., 2012).

Dauguma mūsų apskaičiuotų PI_i reikšmių padidėja smulkiagrūdėse dumblo nuosėdose. Vidurkinės PI_{Ni} , PI_{Cu} , PI_{Pb} ir PI_{Zn} reikšmės labiausiai išauga aleuritiniame dumble, PI_{Cr} , PI_{Hg} ir PI_{Cd} – smėliniame dumble. PI_{Cd} reikšmės yra pačios didžiausios ir nei vienam nuosėdų tipui nenukrenta žemiau 1. Pagal PI reikšmių pasiskirstymą Klaipėdos uosto dugno nuosėdose nustatyta, kad nuosėdos, kurioms iškilusi užterštumo grėsmė ($0,7 < PI \leq 1$), dengia dugną abiejose uosto vartų pusėse, pietiniame uosto paribyje ties Kiaulės nugaros sala ir siauroje vakarinės priekrantės juostoje. Nuo šios dar santykinai švarių nuosėdų zonos link rytiniame sąsiaurio krante esančių uosto krantinių dugno nuosėdų užterštumo rodiklio reikšmės nuosekliai auga nuo $1 < PI \leq 2$ (silpnas užterštumas) iki $2 < PI \leq 3$ (vidutinis užterštumas), tam tikruose arealuose pasiekdamas stipriai užterštų nuosėdų lygmenį ($PI > 3$). Klaipėdos uosto akvatorijos kraštinėse šiaurinėje ir pietinėje dalyse vidurkinė dugno nuosėdoms PI reikšmė lygi 0,87, o vidinėje uosto dalyje – 1,90. Šia linkme visų atskirų sunkiųjų metalų poveikį aplinkai nusakančios taršos indeksų vidurkinės reikšmės išauga: PI_{Cd} – 2,2 karto, PI_{Pb} – 2,4, PI_{Cr} – 2,8, PI_{Ni} – 3,0, PI_{Zn} – 5,3, PI_{Hg} – 5,7, PI_{Cu} – 11,7 karto. Nors PI_{Cd} reikšmė išauga mažiausiai, ji išlieka aukšta ne tik vidinėje (2,63), bet ribinėse (1,2) uosto dalyse.

PI_i vidurkinės reikšmės, kaip ir sunkiųjų metalų koncentracijos, priklauso nuo dugno nuosėdų sudėties ir turi tendenciją augti eilėje morena-smėlis-dumblas (Galkus ir kt., 2012). Iš kitos pusės, šių rodiklių reikšmės turi tendenciją padidėti netoli uosto krantinių ir pusiau uždarytų uostelių, iš kur sklinda labiausiai užterštas vanduo (Stakeniene et al. 2011). Klaipėdos sąsiaurio atveju abu minėti veiksniai kartu nulemia, kad didžiausios integralinio PI reikšmės nustatytos vidinėje uosto dalyje, kur pagilintuose arealuose nusėda daug smulkiagrūdės ir organika prisotintos medžiagos, o sunkieji metalai turi galimybę lengvai ten patekti ne tik iš Kuršių Marių, bet ir iš labiausiai technogenizuotų ir intensyviai laivuojamų uosto vietų. Nors visiškai švarių nuosėdų ($PI \leq 0,7$) Klaipėdos sąsiauryje nenustatyta, uosto akvatorijos ribinėse su Baltijos jūra ir Kuršių mariomis atkarpose ir siauroje vakarinės priekrantės juostoje vidurkinis dugno nuosėdų užterštumo sunkiaisiais metalais lygis yra akivaizdžiai mažesnis, negu vidinėje dalyje, glaudžiausiai susijusioje su Klaipėdos uostu. Pagal atskirų taršos faktorių (PI_i) įtaką vidinės dalies integraliniam rodikliui (PI) sunkieji metalai išsidėsto šia eile: $Cd > Pb > Zn > Cu > Cr > Hg > Ni$. Vidinę dalį juosiančioje santykinai švaresnėje sąsiaurio dalyje ši eilė atrodo taip: $Cd > Pb > Cr > Ni > Zn > Hg > Cu$. Pagal sunkiųjų metalų įtaką dugno nuosėdų užterštumui itin ryškūs lokalūs taršos šaltiniai Klaipėdos uoste neidentifikuojami.

Išvados

1. Dugno nuosėdų formavimosi Klaipėdos sąsiauryje dėsningumai lemia, kad labiausiai linkusios sorbuoti sunkiuosius metalus smulkiagrūdės ir praturtintos organika dumblo nuosėdos klostosi gilesnėje rytinėje Klaipėdos sąsiaurio pusėje, arčiau potencialios taršos šaltinių Klaipėdos uoste.

2. Vidutiniškai ir stipriai užterštų dugno nuosėdų arealai koncentruojasi rytinėje sąsiaurio dalyje, esančioje arčiausiai Klaipėdos uosto krantinių ir lokalių uostelių.

3. Labiausiai užterštose Klaipėdos sąsiaurio paviršinėse dugno nuosėdose susikaupę sunkieji metalai pagal neigiamo poveikio gamtinei aplinkai laipsnį išsidėsto šia eile: $Cd > Pb > Zn > Cu > Cr > Hg > Ni$.

Literatūra

- Andrews S., Sutherland R.A. 2004. Cu, Pb and Zn contamination in Nuuanu watershed, Oahu, Hawaii. *Science of the Total Environment*, 324 : 173-182.
- Folk R.L. 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Austin: Tx: Hemphill Publishing Co.
- Gaigalas A. 1995. Klastinių nuogulų ir uolienų granulometrinė klasifikacija. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- LAND 46A-2002. Grunto kasimo jūrų ir jūrų uostų akvatorijose iškastų gruntų tvarkymo taisyklės. Valstybės žinios, 139-5521.
- Galkus A., Jokšas K., Stakėnienė R. ir kt. 2012. Heavy metal contamination of harbor bottom sediments. *Pol. J. Environ. Stud.* 21(6), 1583-1594.
- Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. The Only Lithuanian Seaport and its Environment. Vilnius: Institute of Geology and Geography.
- Katz A., Kaplan I.R. 1981. Heavy metals in coastal sediments of Southern California: A critical review and synthesis. *Mar. Chem.*, 10, 261-299.
- Kishe M.A., Machiwa J.F. 2003. Distribution of heavy metals in sediments of Mwanza Gulf of Lake Victoria, Tanzania. *Environment International*, 28, 619- 625.
- Loring D.H., Rantala R.T. 1992. Manual for the Geochemical Analysis of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter, *Earth Science Reviews*, 32, 235-263.
- Montaser A. (Ed.). 1998. *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*. New York:WILEY-VCH.
- Nasr S.M., Okbah M.A., Kasem S.M. 2006. Environmental assessment of heavy metal pollution in bottom sediments of Aden Port, Yemen. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 1(1), 99-109.
- Pekey H., Karakas D., Ayberk S. et al. 2004. Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 946-953.
- Petelin V.P. 1967. Granulometricheskij analiz morskikh donnykh osadkov [Jūros dugno nuosėdų granulometrinė analizė]. Moskva: Nauka. (Rusų k.)
- Tiessen H., Moir J.O. 1993. Total and organic carbon. Carter, M.E. (Ed.), *Soil Sampling and Methods of Analysis*. Ann Arbor: Lewis Publishers, 187-211.
- Chertko N.K. 1987. *Matematicheskie metody v fizicheskoj geografii* [Matematiniai metodai fizinėje geografijoje] Minsk: Agropromizdat. (Rusų k.)
- Kruopis J. 1993. *Matematinė statistika*. Vilnius: Mokslas.
- Stakėnienė R., Galkus A., Jokšas K. 2011. Pollution of Klaipėda Port Waters, *Polish J. of Environ. Stud.*, Vol. 20, No. 2, 445-459.

GEOFIZINIŲ METODŲ TAIKYMAS PALAIDOTŲ STRUKTŪRŲ PAIEŠKOMS BALTIJOS JŪROS LIETUVOS KRANTO ZONOJE

Dmitrij Gerok

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; dmitrij.gerok@corpi.ku.lt*

Baltijos jūros Lietuvos kranto zonoje, ypač jos šiaurinėje dalyje, yra paplitę paleoįrėžiai – neigiamos geologinės struktūros (palaidoti slėniai), neretai įsirėžę į prekartero uolienas ir užpildytos įvairios genezės ledyninėmis nuogulomis bei nuosėdomis (Šliaupa, 1997). Šitos struktūros dažniausiai kerta kreidos, jūros ir triaso nuogulas, o pačios giliausios įsirėžia į viršutinio permio uolienas.

Geologiniu požiūriu paleoįrėžiai yra įdomūs mokslinio tyrimo objektai – ledyno skydo ir jo tirpsmo vandens dinamikos indikatoriai. Be to, šios palaidotos struktūros yra svarbios ir praktiniu požiūriu: paleoįrėžiai neretai panaudojami kaip geros kokybės gėlo geriamo vandens rezervuarai, tačiau, būdami hidrogeologiniais „langais“ jungiančiais skirtingus vandeninguosius sluoksnius, jie taip pat gali būti ir požeminio vandens taršos arterijomis. Planuojant stambesnių inžinerinę objektų statybą ar eksploatuojant kai kurias naudingąsias iškasenas taip pat tenka atkreipti dėmesį į paleoįrėžių paplitimą.

Paleoįrėžių kilmės klausimas iki šiol yra diskutuojamas. Yra keletas nuomonių dėl paleoįrėžių genezės, bet dvi iš jų vyrauja mokslinėse diskusijose. Dalis tyrėjų (Baltrūnas, 1997; Šliaupa, 1997, 2004; Vaher et al., 2010) mano, kad šios palaidotos formos yra senųjų upių, egzistavusių iki kvartero periodo ar tarpledynmečiais, slėniai. Tuo tarpu kiti tyrėjai (Piotrowski, 1994; Boulton et al., 1995; Bitinas, 1999, 2011; Satkūnas, 2000) paleoįrėžių atsiradimą aiškina vandens erozija vykstant katastrofinėms didelės ledo tirpsmo vandens masės iškrovoms su aukštu hidrostatiniu slėgiu iš po ledyno skydo.

Tačiau sprendžiant paleoįrėžių kilmės klausimą, pirmiausia būtina žinoti jų morfologiją bei geologinę sandarą. Šiuo metu dauguma turimos informacijos apie paleoįrėžius Baltijos jūros Lietuvos pakrantėje yra gauta gręžinių pagalba bei interpoliuojant pastaruosius duomenis. Tik nedidelė dalis informacijos gauta geofizinių tyrimų dėka: panaudojus elektros žvalgybą – zondavimą nusistovinto lauko (ZNL) metodu (Bitinas ir kt. 1993), o taip pat magnetometrinius ir gravimetrinius tyrimus. Geofizinių tyrimų rezultatai leidžia ne tik detaliau nustatyti paleoįrėžių paplitimą plote, bet ir spręsti apie jų morfologiją bei vidinę sandarą. Tuo tarpu Baltijos jūros Lietuvos akvatorijoje didžioji dalis turimos geofizinės informacijos yra gauta nepertraukiamu

seisminiu profiliavimu (NSP), kurio tyrimo gylis siekia iki 150 metrų, tad čia geofizinių duomenų interpretacija ir palaidotų geologinių struktūrų išaiškinimas yra labiau komplikuoatas.

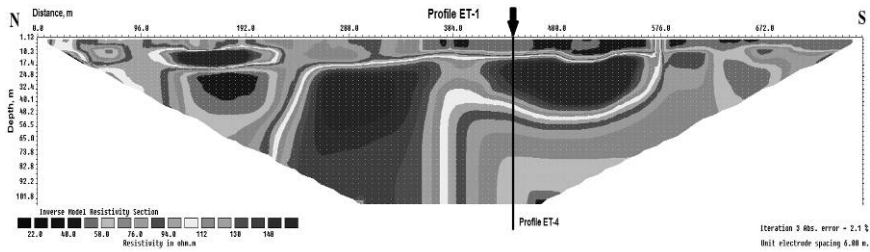
2012 metais, siekiant išaiškinti paleoįrėžių paieškų galimybes naudojant skirtingus geofizinius metodus ir jų kompleksavimą, buvo atlikti geofiziniai tyrimai Baltijos pakrantėje, Šventosios-Palangos ruože (1-3 pav.). Tyrimų kompleksą sudarė profiliavimas elektrinės tomografijos metodu (2 profiliai po 768 metrų, bendras ilgis – 1536 metrų) ir sekioji seismozvalgyba naudojant 5 kg kūjį kaip seisminių bangų skleidėją (4 profiliai, bendras ilgis – 6530 metrų).

Elektrinės tomografijos metodu buvo gauti geoelektriniai pjūviai, kuriuose buvo aptikti paleoįrėžio fragmentai. Pateiktame pavyzdyje gerai matosi paleoįrėžio šlaitas ir dalis paties paleoįrėžio (1 pav.). Tačiau šis metodas turi apribojimą – juo galima tirti žemės gelmes tik iki 100 metrų gylio. Numanomas paleoįrėžis gali siekti ir 200 ar 250 metrų gylį, tad naudojant tik pastarąjį vieną metodą paleoįrėžis gali būti ir neužfiksuotas, jeigu, pavyzdžiui, tyrimų profilis eina išilgai paleoįrėžio centrinės dalies. Tačiau elektrinės tomografijos metodas labai efektyviai padeda nustatyti paleoįrėžių šlaitus ar išaiškinti kitas negiliai esančias geologines struktūras.

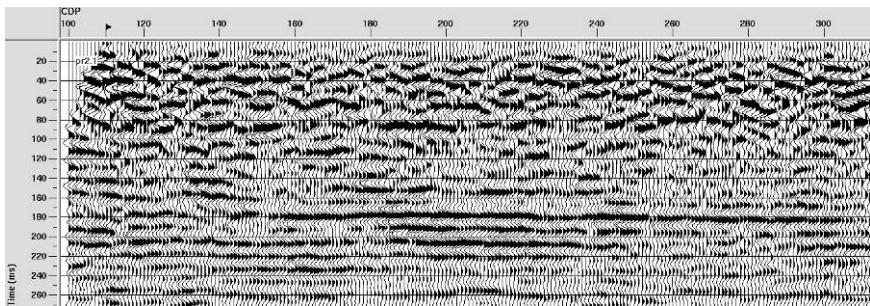
Sekioji seismozvalgyba ne visur pasiteisino dėl nepalankių seisminio signalo sužadinimo sąlygų (t.y. dėl paviršiuje slūgsančių durpių), o taip pat ir dėl sudėtingų (geologiniu požiūriu) paleoįrėžio formų. Nepaisant to, atlikti tyrimai parodė, kad sekliosios seismozvalgybos pagalba galima aptikti iki 250 metrų gylio siekiančius paleoįrėžius (2 ir 3 pav.). Tačiau efektyviausius rezultatus galima gauti kartu su seismozvalgyba panaudojant ir elektrinės tomografijos metodą – tik jų kompleksinis taikymas leidžia patikimai aptikti palaidotą struktūrą bei nustatyti jos paplitimą ir formą.

Lauko geofiziniai tyrimai bus tęsiami toliau ir 2013 metais. Juos užbaigus, planuojama apibendrinti gautųjų bei visų ligšiolinių geologinių ir geofizinių tyrimų, vykdytų tiek sausumoje, tiek ir jūroje, duomenis – atlikti jų kompleksinį interpretavimą. Gauti kokybiškai nauji duomenys leis, manytume, patikimiau spręsti ir apie paleoįrėžių kilmę.

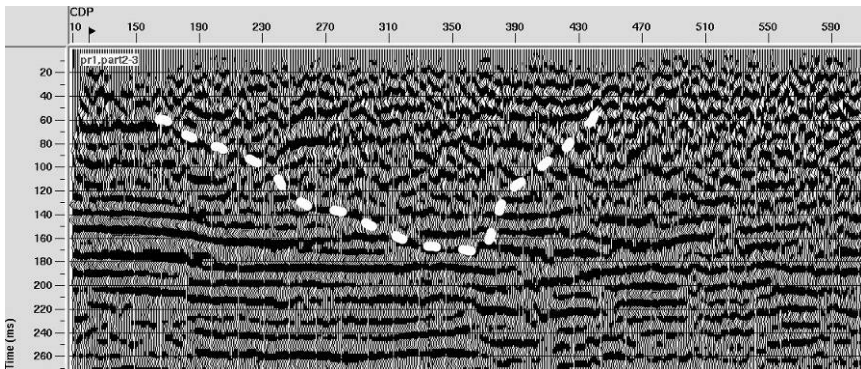
Tyrimai atlikti Klaipėdos universitete vykdant projektą „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ Nr.VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019 (MTEP), projekto trukmė – 2012-2015 metai.



1 pav. Geoelektrinis pjūvis. Centrinėje dalyje matomas beveik vertikaliai nyrantis paleoįrėžio šlaitas (rodykle pažymėta vertikali linija), kairėje pjūvio dalyje esančios tamsios spalvos parodo kokios yra paleoįrėžį užpildančių kvartero darinių elektrinės varžos. Virš pjūvio esantys skaičiai rodo horizontalų atstumą (metrai).



2 pav. Seisminis pjūvis per kvartero storumę ir horizontaliai slūgsančius prekvartero darinius (pjūvyje paleoįrėžis neaptiktas). Skaičiai horizontalioje skalėje – CDP (angl. *central depth point*) taškų numeriai (atstumas tarp taškų 2,5 m), vertikalioje skalėje – seisminio signalo sklaidimo laikas (milisekundės).



3 pav. Seisminis pjūvis su numanomu paleoįrėžiu. Paleoįrėžio kontūras parodytas šviesia linija.

Literatūra

- Baltrūnas V. 1997. Pasaulinio vandenyno lygio svyravimas kvartero metu ir jo reikšmė paleoįrėžių susidarymui Lietuvoje. *Geologija*, Nr. 22, p. 56-60.
- Bitinas A., Kadūnas K., Damušytė A. ir kt. 1993. Geologinių tyrimų Būtingės naftos terminal rezervuarų parko statinių ataskaita. Rankraštis Lietuvos geologijos tarnybos Geologijos fonde.
- Bitinas A. 1999. Paleoįrėžių genėzė. *Geologijos akiračiai*, Nr. 1, p. 24-34.
- Bitinas A. 2011. Paskutinis ledynmetis Rytinės Baltijos regione. Monografija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
- Boulton G.S., Caban P.E., Gijssels van K. 1995. Groundwater flow beneath ice sheets: part I – large scale patterns. *Quaternary Science Reviews*, No. 14, p. 545-562.
- Piotrowski J.A. 1994. Tunnel-valley formation in the northwest Germany – geology, mechanisms of formation and subglacial bed conditions for the Bornhöved tunnel valley. *Sedimentary Geology*, No. 89, p. 107-141.
- Satkūnas J. 2000. Paleoįrėžių formavimasis kontinentinių apledėjimų aplinkoje – Rytų Lietuvos atvejis. *Geologija*, Nr. 31, p. 52-65.
- Šliaupa A. 1997. The sub-quaternary relief of Lithuania and of adjacent territories. *Litosfera*, No. 1, p. 46-57.
- Šliaupa A. 2004. Priekvartero uolienų paviršius. Kn.: V. Baltrūnas (red.). Lietuvos Žemės gelmių raida ir išteklių. Vilnius: Petro ofsetas, p. 254-258.
- Vaher R., Miidel A., Raukas A. et al. 2010. Ancient buried valleys in the city of Tallin and adjacent areas. *Estonian Journal of Earth Sciences*, No. 59(1), p. 37-48.

ŽEMYNINIO KRANTO PAJŪRIO JUOSTOS PAPLŪDIMIŲ DARNIOS PLĖTROS PLANAVIMO ASPEKTAI

Petras Grecevičius¹, Ramunė Olšauskaitė - Urbonienė¹,
Egidijus Jurkus¹, Gintautas Žilinskas², Jolita Eidikonienė²

¹Klaipėdos Universiteto Kraštovaizdžio architektūros ir aplinkos planavimo
katedra, Klaipėda, ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius

Ivadas

Jūros paplūdimių darnios plėtros tyrimais intensyviai susidomėta tik XX a. pabaigoje, kai sparčiai augant antropogeninei jūros kranto zonos apkrovai bei (dėl klimato kaitos) intensyvėjant krantų erozijos procesams, jūrų krantuose ėmė sparčiai mažėti poilsiaivimui tinkamos erdvės plotai (Pearce, 1986; UNEP, 1996; Ruyck et al., 1997; Yepes, 1998; Mac Leod et al., 2005; Mill, 2007). Šios problemos aktualios ir Lietuvos pajūriui, o ypač žemyninio kranto kurortams, kuriuose per pastarąjį ketvirtį amžiaus ne tik keletą kartų padidėjo lankytojų skaičius (Eidikonienė ir kt., 2011a., 2011b; Žilinskas ir kt., 2012), bet ir ženkliai didėjo urbanizuotų teritorijų plotai. Todėl pribrendo laikas parengti rekreacijos planą Lietuvos pajūrio juostos žemyninės dalies paplūdimiams, kuris padėtų užtikrinti subalansuotą paplūdimių naudojimą, sudarytų sąlygas visuomenei naudotis pajūrio juostos rekreaciniais ištekliais ir išsaugoti Lietuvoje unikalų žemyninio pajūrio kraštovaizdį. Šis darbas skirtas rekreacinio darnios plėtros paplūdimių plano rengimo uždavinių, prioritetų ir principų analizei.

Rekreacinio plano uždaviniai:

1. Numatyti poilsio pajūrio paplūdimiuose organizavimo kryptis ir prioritetus: detalizuojant Pajūrio juostos žemyninės dalies tvarkymo specialiojo plano sprendinius, nustatyti paplūdimių naudojimo ir tvarkymo prioritetus, rekreacinių išteklių bei kraštovaizdžio apsaugos ir tvarkymo reglamentus bei priemones.

2. Numatyti viešosios turizmo ir poilsio infrastruktūros formavimo pajūrio kraštovaizdyje principus, apibrėžti viešosios rekreacinės infrastruktūros tinklo struktūrą numatant visuomenės lankymui ir poilsiui skirtos infrastruktūros objektų išdėstymo vietas, jų naudojimo bei tvarkymo priemones ir reikalavimus.

3. Saugant pajūrio kraštovaizdį, rekreacijos išteklius ir užtikrinant darnų teritorijos vystymą, patenkinti visuomenės poreikius ir suderinti valstybės interesus plėtojant turizmo ir poilsio paslaugas pajūrio juostoje.

4. Detalizuoti ūkinės veiklos pajūrio juostos paplūdimiuose reguliavimo reglamentus ir priemones.

Teisinė bazė

Pajūrio juostos žemyninės dalies paplūdimių rekreacinis planas turi būti rengiamas vadovaujantis: Teritorijų planavimo įstatymo, Pajūrio juostos įstatymo, Saugomų teritorijų įstatymo, Turizmo įstatymo, Jūros aplinkos apsaugos įstatymo nuostatomis, Pajūrio juostos žemyninės dalies tvarkymo specialiuoju planu, Turizmo ir rekreacijos schemų ir planų rengimo taisyklėmis, Jūros krantų apsaugos ir naudojimo nuostatais, Pajūrio juostos tvarkymo programa 2008-2013 m., patvirtintų higienos normų reikalavimais, HELCOM konvencija, Europos Sąjungos Integruoto pakrančių zonų valdymo rekomendacija ir kitų teisės aktų reikalavimais.

Paplūdimių naudojimo ir tvarkymo prioritetai

Pajūrio juostos žemyninės dalies paplūdimių plėtros plano koncepcijos sprendinius sąlygoja esami gamtos ir kultūros ištekliai, dabartinis jų naudojimas, esama infrastruktūra bei jos plėtros galimybės ir kiti interesai (uosto plėtros, gamtosauginiai ir kt.). Rengiant plano koncepciją išskirti šie tyrimų prioritetai:

1. *Skirtingų teritorijų tvarkymo zonų išskyrimas*, atsižvelgiant į kiekvienos teritorijos (kurortinės, gamtosauginės ar rekreacinės) prioritetus. Gamtosauginėse teritorijose planuotinos aplinkai mažą poveikį darančios ekstensyvios veiklos, rekreacinėje Klaipėdos miesto teritorija planuotina atsižvelgiant tiek į vietos gyventojų bei miesto svečių rekreacinius poreikius, tiek ir į Klaipėdos uosto plėtros bei kitus uostamiesčio ūkinius poreikius, o Palangos miesto paplūdimių tvarkymas orientuotas į kurortinio patrauklumo didinimą.

2. *Efektyvus gamtos ir kultūros išteklių naudojimas*, planuojant veiklas paplūdimiuose būtina atsižvelgti į gamtinius elementus ir aplinkos specifiką, užtikrinant paplūdimių integralumą ir tvarumą, kartu užtikrinant kultūros paveldo objektų apsaugą bei juos pritaikant rekreacinių veiklų vystymui.

3. *Rekreacinių poreikių įvairovės užtikrinimas*, t.y. planuojant teritoriją turi būti atsižvelgiama į interesų ir poreikių paplūdimiams įvairovę bei numatomos priemonės probleminių ir konfliktinių situacijų mažinimui. Išskirtinos tokios skirtingo naudojimo paplūdimiuose teritorijos: bendro naudojimo pliažai; specializuoti vyrų ir moterų pliažai; nudistų pliažai; neįgaliųjų pliažai; pliažų ruožai pritaikyti vaikų rekreacijai; pliažai skirti lankytojams su naminiais gyvūnais; jodinėjimui skirti paplūdimiai; ekstremalių pramogų paplūdimiai; motorizuotų pramogų paplūdimiai; mėgėjiškos žūklės organizavimo vietos. Atkreiptinas dėmesys, kad kai kurios veiklos gali būti tarpusavyje derinamos, o kai kurias būtina atskirti.

Paplūdimių erdvinio vystymo principai

Pajūrio juostos žemyninės dalies paplūdimiuose siūloma išskirti šias paplūdimių tvarkymo zonas:

1. Konservacinės paskirties zonos:
 - a. Reguluojamos apsaugos (rezervaciniai smėlynai) tvarkymo zona – kuriai priskirtina ypatingos vertės natūralūs gamtiniai kompleksai, reprezentuojantys svarbiausius šalies pajūrio biocenozijų tipus. Šioje zonoje būtų ribojama veikla, nesusijusi su gamtinės aplinkos tvarkymu bei priežiūra (ypač atkreiptinas dėmesys į krantotvarkos priemonių planavimą ir įgyvendinimą), taip pat būtų leidžiama atlikti mokslinius tyrimus ir stebėjimus, vykdyti monitoringą, inventorizuoti saugomus kompleksus, objektus, įrengti mokomuosius takus, lankytis mokomaisiais ir pažintiniais tikslais.
 - b. Gamtos ir kultūros paveldo objektų tvarkymo zona – taip gamtos ir kultūros paveldo objektų apsauginės teritorijos, skirtos palaikyti tradicines (įprastas) naudojimo formas, užtikrinančias nustatytosios vertės išsaugojimą, ir gerinti šių vertybių eksponavimo sąlygas. Atskirais atvejais siekiant apsaugoti objektus nuo sunaikinimo, gali būti nustatomos ir griežtos apsaugos kultūros paveldo objektų tvarkymo zona.
2. Rekreacinės paskirties zonos:
 - a. Subnatūralios rekreacinės aplinkos zonos išskiriamos neurbanizuotose teritorijose. Jose būtų leidžiama įrengti poilsiavietes, sustojimo aikšteles ir maudykles, būtų formuojama tik minimali rekreacinė infrastruktūra, išsaugant gamtinę aplinką, natūralų kraštovaizdį, taip pat būtų draudžiama statyti pastatus, žaloti ir naikinti rekreacinę įrangą, trukdyti ilsėtis.
 - b. Urbanizuotos rekreacinės aplinkos zonos išskiriamos rekreacijos plėtros centruose. Šiose zonose būtų kuriama intensyviai lankymui pritaikyta aplinka, rekreacinė inžinerinė infrastruktūra, įrengiami paplūdimio rekreacijai reikalingi multifunkciniai centrai, gelbėjimo stotys, sanitariniai higieniniai įrenginiai (tualetai, dušai ir pan.), kitokių stacionarių rekreacinių statinių kompleksai, rekreaciniais interesais gali būti keičiamas gamtinės aplinkos pobūdis.
3. Komunikacinės-inžinerinės paskirties zonos – tai paplūdimiuose išskirtų susisiekimo koridorių ir inžinerinės infrastruktūros objektų sklypai (žvejybiniai privažiavimai prie jūros, uostelių ir prieplaukų teritorijos ir pan.). Šios teritorijos tvarkomos pagal atliekamų funkcijų, technologijų ir reikiamos infrastruktūros kūrimo reikalavimus; esamų objektų veikla turi būti derinama su gamtosauginiais teritorijos interesais ir griežtai kontroliuojama.

Konservacinės paskirties paplūdimių naudojimo ir tvarkymo principai

Konservacinės paskirties paplūdimiuose išskirtini gamtosauginiai ir kultūros paveldo apsaugos prioritetai bei natūralių gamtos ir kultūros elementų apsauga. Rekreacijos ir turizmo plėtra šiose teritorijose galima tik tiek, kiek tai nekenkia šios teritorijos vystymo tikslams.

Konservacinės paskirties paplūdimiams priskirtinos dviejų tipų teritorijos:

1– teritorijos kurioms yra suteiktas specialus gamtosauginis statusas, kuriose yra saugomi vertingi gamtiniai kompleksai, juose ženkliai ribojama bet kokia kita išskyrus gamtosauginę veikla. Analizuojamoje teritorijoje išskirtinas Pajūrio regioninio parko Plazės gamtinis rezervatas.

2 – teritorijos kurioms priskiriami paplūdimio ruožai patenkantys į gamtos ir kultūros objektų paveldo apsaugos zonas. Šios zonos yra nustatomos atsižvelgiant į saugomos teritorijos statusą, o jose ribojama bet kokia veikla galinti pakenkti objekto būklei bei mažinanti jo eksponavimo galimybes. Pagal saugomų objektų pobūdį, gali būti gamtos arba kultūros paveldo objektų apsaugos zonos. Kiekviena iš šių zonų turi būti formuojamos skirtingai, pagal saugomų objektų pobūdį.

Atlikus papildomus identifikuotų objektų tyrimus bei nustačius naujus objektų vertės požymius galimi papildomi rekreacinės ar kitos veiklos ribojimai. Taip pat vertingiausiems objektams rekomenduojama parengti jų tvarkymo planus ir kitus naudojimo dokumentus: Olandų kepurės kalno skardis; Kukuliškių baterija („Memmel - nord“), Nuskendusio laivo vieta, Karklės kapinės.

Rekreacinės paskirties paplūdimių naudojimo ir tvarkymo principai

Rekreacinės paskirties paplūdimiuose (tai dauguma analizuojamoje teritorijoje esančių paplūdimių) vystomos įvairios rekreacinės veiklos. Šie paplūdimiai yra tiek specializuoto, tiek ir bendro naudojimo. Galima išskirti du šių paplūdimių tipus: urbanizuotos rekreacinės paskirties ir subnatūralios (neurbanizuotos) rekreacinės paskirties paplūdimius.

Siekiant sudaryti sąlygas poilsiautojų aptarnavimo kokybei ir užtikrinti rekreacinių paslaugų įvairovę paplūdimiuose, intensyviausio naudojimo vietose siūloma išskirti urbanizuotos rekreacinės aplinkos paplūdimių teritorijas. Tai padės išvengti teisinių dviprasmybių ir konfliktinių situacijų. Šios teritorijos būtų išskirtos vietose kur įrenginėjami multifunkciniai aptarnavimo centrai, įvairūs maitinimo paviljonai, gelbėjimo stotys ir pan. Išskiriama atsižvelgiant į šiuo metu esamą teritorijų naudojimą bei parengtus savivaldybių prekybos paviljonų, tualetų ir kitų infrastruktūros objektų išdėstymo planus.

Šios vietos išskiriamos: Melnragėje, Melnragėje II, Giruliuose, Palangoje prie tilto, Šventojoje prie pagrindinių įėjimų į pliažus.

Prie subnatūralios (neurbanizuojamos) rekreacinės aplinkos paplūdimių priskiriame bendro ir specializuoto naudojimo pliažus. Bendro naudojimo pliažus siūloma skirstyti į mažo, vidutinio ir didelio naudojimo, o specializuotus - į vyrų, moterų ir nudistų bei neįgaliųjų, pliažus skirtus lankytojams su naminiiais gyvūnais, paplūdimius skirtus jodinėjimui, ekstremalių pramogų mėgėjams, motorizuotų pramogų ir mėgėjiškos žūklės organizavimui.

Visų rekreacinės paskirties paplūdimių tvarkymui yra taikomi ir bendrieji reikalavimai (Dėl Lietuvos higienos normos HN 92:2007 “ paplūdimiai ir jų maudyklos“ tvirtinimo) paplūdimių priežiūrai, tai :

- prieš maudymosi sezoną visi paplūdimiuose esantys statiniai turi būti suremontuoti ir juose atlikta profilaktinė dezinfekcija, dezinfekcija bei deratizacija;
- kasdien, uždarius paplūdimius, turi būti surenkamos šiukšlės, išvalyti, išplauti dezinfekuojančiais tirpalais persirengimo pavidlonai, kabinos, rūbinės, tualetai;
- paplūdimių viršutinis smėlio sluoksnis, ne mažiau kaip 0,1 m gylio, turi būti išvalomas bei išpurenamas (mechaniniu arba rankiniu būdu) ne rečiau kaip kartą per savaitę;
- paplūdimių maudyklų dugnas turi būti valomas nuo šiukšlių, stiklo, dumblių ne rečiau kaip vieną kartą per mėnesį, o jūroje - ir po audrų. Susiformavusias dugno duobes būtina pažymėti, pvz., spalvotais plūdurais;
- paplūdimių maudyklos turi būti atitinkamai pažymėtos, o jūroje po audrų ir patikslintos. Maudyklose neturi būti vandens sūkurlių, duobių.

Komunikacinės – inžinerinės paskirties paplūdimių naudojimo ir tvarkymo principai

Vienas iš paplūdimių tvarkymo ir pritaikymo rekreacijai ir turizmui svarbiausių uždavinių yra išvažiavimo bei įrangos išvežimo sistemos užtikrinimas. Tokie išvažiavimai būtini efektyviam ir operatyviam paplūdimių tvarkymui, krantotvarkos priemonių įgyvendinimui bei rekreacinių galimybių pajūryje didinimui. Tokiu būdu siūloma, kur įmanoma, įrengti tokius išvažiavimus paplūdimiuose. Taip pat šioms teritorijoms priskirtinos uostelių, prieplaukų ar kitokių įrenginių, skirtų įvairių vandens transporto priemonių privežimo, išplaukimo į jūrą (slipai, valgumai), aptarnavimo ir priežiūros (elingai, iškrovimo ir sandėliavimo įrenginiai ir pan.) infrastruktūros objektų įrengimo teritorijos. Tokioms zonoms taip pat siūloma priskirti ir paplūdimio ruožus, kuriuose priekrantės zonose organizuojamos motorizuotos pramogos bei mėgėjiškai žūklei jūroje reikalingi komunikaciniai koridoriai. Prie šių zonų būtina priskirti ir gretimas teritorijas, kuriose dėl saugumo reikalavimų negali būti vystoma kitokios rekreacinės veiklos formos.

Atkreiptinas dėmesys, kad planuojant tokio tipo teritorijas paplūdimiuose, reikia įvertinti ne tik paplūdimio erdvinę plėtrą bei atsižvelgti į viso pajūrio transporto organizavimo sistemą, bet ir iš to kylančias problemas. Būtina numatyti automobilių privažiavimo, parkavimo tikslus kiekybinius, kokybinius ir erdvinio išsidėstymo rodiklius. Turi būti suplanuoti aiškūs transporto judėjimo maršrutai, kurie neitų per apgyvendintas teritorijas, siaurais miško keliukais bei šalia apgyvendinimo ir maitinimo įstaigų, o būtų nuo jų nutolę.

Literatūra

- De Ruyck M.C., Soares A.G., McLachlan A. 1997. Social Carrying Capacity as a Management Tool for Sandy Beaches. *J. Coast. Res.* 13(3): 822-830.
- Eidikonienė J., Žilinskas G. 2011a. Poilsiautojų srauto sklaida Šventosios rekreacinėje zonoje. *Geografija* 47(2).
- Eidikonienė J., Žilinskas G. 2011b. Poilsiautojų srauto sklaida Klaipėdos rekreacinėje zonoje. *Geografija* 47(1): 30-38.
- MacLeod M., Cooper J.A.G. 2005. Carrying Capacity in Coastal Areas. *Encyclopedia of Coastal Science.* (Ed.) M. Schwartz.
- Mill R. Ch. 2007. Resorts: Management and operation. John Willey & Sons.
- Pearce D.G., Kirk R.M. 1986. Carrying Capacity For Coastal Tourism. *Industry and Environment.* 9(1): 3-7.
- UNEP. 1996. Guidelines for Integrated Planning and Management of Coastal and Marine Areas in the Wider Caribbean Region. *UNEP Caribbean Environment Programme*, Kingston.
- Yepes V. 1998. Planificación e Gestión Turística de Playas. Cedex, Madrid.
- Žilinskas G., Eidikonienė J. 2012. Poilsiautojų srauto sklaida Palangos rekreacinėje zonoje. *Geografija* 48(1): 55-66.

BALTIJOS JŪROS BŪTINGĖS NAFTOS TERMINALO AKVATORIJOS APLINKOS BŪKLĖS VERTINIMAS NAUDOJANT ZOOPLANKTONO RODIKLIUS

Evelina Grinienė, Diana Vaičiūtė

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; evelina@corpi.ku.lt

Ivadas

ES Jūros Strategijos Pagrindų Direktyvoje (JSPD), kurios pagrindinis tikslas –geros Europos jūrų būklės užtikrinimas, mitybos tinklai yra vienas iš vienuolikos geros aplinkos būklės (GAB) kokybinių aprašų (deskriptorių). Ši deskriptorių sudaro šeši GAB rodikliai, iš kurių du siejasi su zooplanktonu: irklakojų vėžiagyvių (Copepoda) ir mikrofaugų (šakotausių vėžiagyvių, verpečių, nauplijų) biomasė (arba santykinė biomasė). Irklakojų vėžiagyvių biomasė (CB) buvo pasirinkta kaip planktofaugų žuvų mitybos sąlygų indikatorius: kuo didesnė absoliuti ar santykinė irklakojų vėžiagyvių biomasė, tuo geresnės mitybos sąlygos žuvims. Šio rodiklio GAB slenkstinė riba yra aukštesnė negu 54 % santykinė irklakojų vėžiagyvių biomasė giliose (30-60 m) priekrantės vandenyse ir aukštesnė negu 57 % – sekliuose (<30 m) priekrantės vandenyse. Mikrofaugų biomasė (MB) pasirinkta kaip eutrofikacijos pasekmių mitybos tinkle rodiklis. Didėjant eutrofikacijai išsivysto smulkus zooplanktonas, sumažėja energijos perdavimo efektyvumas pelaginėje mitybos grandinėje. Gera aplinkos būklė yra kai santykinė mikrofaugų biomasė yra žemesnė negu 46 ir 49 % atitinkamai giliai ir sekliose priekrantės vandenyse (Olenin ir kt., 2012). Šių rodiklių ribos, apibrėžiančios GAB, buvo nustatytos remiantis daugiamečiais (2000-2010 m.) valstybinio monitoringo duomenimis (JTD).

Darbo tikslas – įvertinti Būtingės naftos terminalo akvatorijos aplinkos būklę naudojant esamus zooplanktono rodiklius bei pritaikyti naują integruotą zooplanktono vidutinio dydžio rodiklį priekrantės aplinkos būklei įvertinti.

Tyrimų medžiaga ir metodai

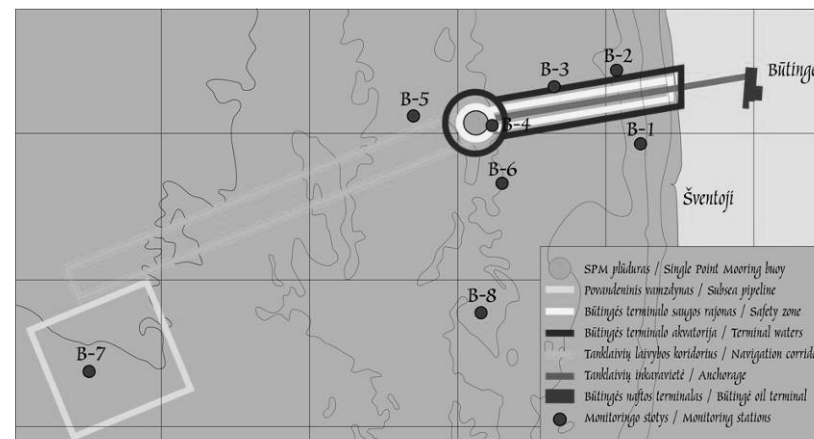
Zooplanktono indikatorių analizei naudoti 2011 m. rugsėjo 6 d. ir 2012 m. rugpjūčio 16 d. Būtingės naftos terminalo monitoringo duomenys. Zooplanktono mėginiai tyrimams buvo paimti 8 stotyse: prie SPM plūduru (B-4 st.), ties Palangos m. nutekamųjų vandenių išleistuvu (B-3 st.), Šventosios upės poveikio zonoje (B-1 st.), jūros priekrantėje prie Lietuvos – Latvijos sienos (B-2 st.), už SPM plūduru, prie Lietuvos – Latvijos sienos (B-5 st.), tankerių inkaravietėje (B-7 st.) ir foninėse stotyse (B-6, B-8 st.) (pav.1). Pagal JTD (Jūrinių tyrimų departamentas) vandenių klasifikaciją visos tyrimų stotys gali būti

priskirtos priekrantės vandeniems, nes gylis stotyse varijuoja nuo 10 iki 28 m. (vidutinis gylis 18.8 ± 3.3 m.).

Integruoti zooplanktono mėginiai buvo imami planktoniniu tinklu, kurio akutės dydis 80 μ m, angos diametras 28 cm. Mėginiai buvo fiksuojami 4 % formaldehido tirpalu.

Zooplanktono mėginių analizė buvo atliekama pagal HELCOM rekomendacijas (HELCOM, 2005) ir LAND 55-2003. Gėlavandenių vėžiagyvių biomasė (šlapias svoris) nustatytas naudojant alometrines kūno ilgio ir svorio priklausomybę (Salazkin ir kt., 1984). Verpečių biomasė apskaičiuota naudojant izomerinio augimo lygtį (Salazkin ir kt., 1984). Jūrinių irklakojų vėžiagyvių biomasė apskaičiuota naudojant kūno tūrio ir dydžių linijinių rodiklių priklausomybes (Svetlicnij, 1983).

Analizei taip pat buvo panaudoti integruoti paviršinio sluoksnio iki 10 m chlorofilo *a* koncentracijos ir fitoplanktono duomenys.

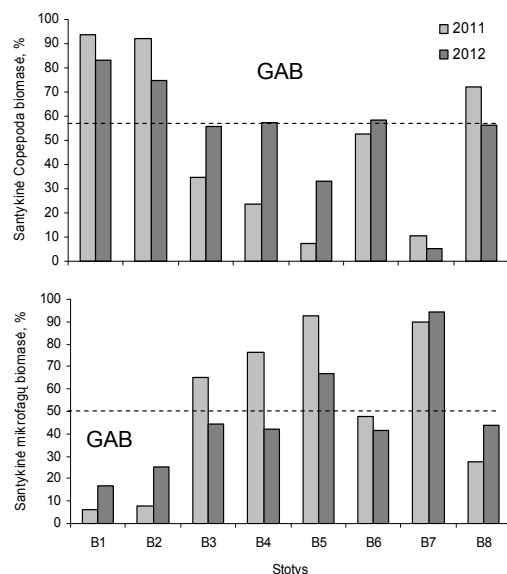


1 pav. Būtingės naftos terminalo jūrinės dalies monitoringo stotys.

Rezultatai ir jų aptarimas

Vidutinė santykinė irklakojų vėžiagyvių biomasė Būtingės naftos terminalo akvatorijoje 2011 m. siekė 43%, 2012 m. - 53%, t. y. žemiau slenkstinės GAB reikšmės, o vidutinė mikrofaugų biomasė svyravo apie GAB ribą, 2011 m. viršijo 52% - 2012 m. - 47% buvo žemiau GAB ribos. 2011 ir 2012 m. vasaros sezono metu Būtingės naftos terminalo akvatorijoje stotyse B1, B2, B6 ir B8 santykinė irklakojų vėžiagyvių biomasė buvo artima arba viršijo GAB slenkstinę reikšmę (57%) ir atitinkamai mikrofaugų santykinė biomasė sudarė mažiau negu 49%, kas rodo gerą aplinkos būklę šiose stotyse (2 pav.). Stotyse B7 ir B5 Copepoda santykinė biomasės reikšmės buvo žemiau

slenkstinės GAB ribos, o mikrofaugų santykinė biomasė sudarė nuo 67 iki 94% (daugiau negu 49%). Likusiose stotyse B3 ir B4 zooplanktono rodiklių reikšmės ženkliai skyrėsi tarp metų: buvo artimos arba didesnės už slenkstinę GAB ribą 2012 m. vasarą bei mažesnės 2011 m. (2 pav.).

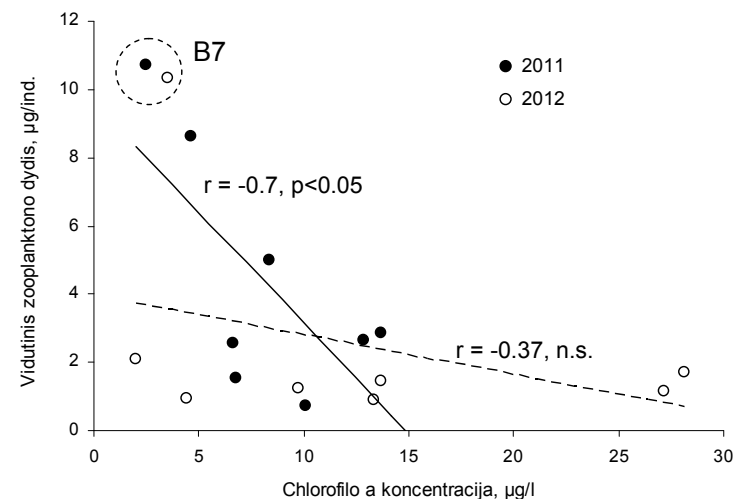


2 pav. Santykinė zooplanktono irklakojų vėžiagyvių ir mikrofaugų biomasė Būtingės akvatorijos monitoringo stotyse 2011 ir 2012 m. Geros aplinkos būklės (GAB) ribą žymi punktyrinė linija.

Atlikus koreliacinę analizę buvo gautas statistiškai patikimas teigiamas ryšys tarp CB% ir chlorofilo *a* koncentracijos bei melsvabakterių biomasės (1 lentelė). Šis rodiklis turėtų rodyti neigiamą eutrofikacijos poveikį t.y. didėjant chlorofilo *a* koncentracijai turėtų išaugti smulkių zooplanktono mikrofaugų biomasė, o stambių irklakojų vėžiagyvių biomasė turėtų mažėti (HELCOM CORESET report, 2011). Šis prieštaravimas aiškintinas tuo, jog sekliuose priekrantės vandenyse dėl didelio bangų poveikio Copepoda grupėje vyravo smulkūs, nesubrendę (kopepodinės stadijos) irklakojų vėžiagyvių atstovai, kurių gausumą teigiamai veikia didelė smulkaus fitoplanktono koncentracija. Stotyse B1, B2, B6 ir B8, kur buvo nustatyta didžiausia irklakojų vėžiagyvių biomasė, jie sudarė nuo 50 iki 75% bendros Copepoda biomasės.

Atsižvelgiant į seklios priekrantės specifinę zooplanktono struktūrą buvo apskaičiuotas integruotas zooplanktono rodiklis - vidutinis zooplanktono dydis (santykis tarp bendros biomasės ir gausumo, $\mu\text{g}/\text{ind.}$) (HELCOM CORESET

report, 2012). Nustatytas stiprus neigiamas ryšys tarp vidutinio zooplanktono dydžio ir chlorofilo *a* koncentracijos 2011 m., panaši tendencija išliko ir 2012 m., tačiau gautas vidutinio stiprumo ryšys buvo statiškai nepatikimas (1 lentelė). Abiem atvejais išskirtį sudarė B7 giliavandenė, toliausiai nuo kranto nutolusi stotis (3 pav.), kurioje vasaros sezono zooplanktono biomasė vidutiniškai nuo 10 iki 180 kartų didesnė, nei kitose stotyse, čia vyrauja išskirtinai šakotaūsių vėžiagyviai (*Eubosmina maritima*).



3 pav. Ryšys tarp vidutinio zooplanktono dydžio ($\mu\text{g}/\text{ind.}$) ir chlorofilo *a* koncentracijos ($\mu\text{g}/\text{l}$) Būtingės naftos terminalo monitoringo stotyse 2011 ir 2012 m. vasaros sezono metu.

1 lentelė

Zooplanktono indikatorių ryšys su aplinkos faktoriais (reikšmės Pirsono koreliacijos koeficientai r , * $p < 0,05$, n.s.-statistiškai nereikšmingas)

Zooplanktono rodiklis	Chlorofilo <i>a</i> ($\mu\text{g}/\text{l}$) koncentracija		Melsvabakterių biomasė (mg/l)	
	2011	2012	2011	2012
Irklakojų vėžiagyvių santykinė biomasė (%)	0,79*	0,8*	0,9*	0,6 n.s.
Zooplanktono mikrofaugų santykinė biomasė (%)	-0,79*	-0,8*	-0,9*	-0,6 n.s.
Vidutinis zooplanktono dydis ($\mu\text{g}/\text{ind.}$)	-0,7*	-0,37 n.s.	-0,53 n.s.	-0,23 n.s.

Išvados

1) 2011 ir 2012 m. vasaros sezono vidutinės santykinės irklakojų vėžiagyvių biomasės reikšmės Būtingės akvatorijoje yra žemesnės nei numatytos GAB reikšmės, tačiau pusėje iš tirtų stočių (4) kopepodų santykinė biomasė per tyrimų laikotarpį buvo didesnė arba artima GAB reikšmei.

2) Santykinės irklakojų vėžiagyvių ir mikrofaugų biomasės indikatorių pritaikomumas Lietuvos Baltijos jūros priekrantės vandenims, yra diskutuotinas, todėl kad priekrantės vandenyse vasaros sezono metu vyrauja smulkūs irklakojų vėžiagyvių kopepodinės stadijos individai, kurie savo dydžiu prilygsta mikrofaugams, ir potencialiai atlieka panašų vaidmenį mitybos grandinėje.

3) Vidutinis zooplanktono dydis galėtų būti taikomas kaip papildomas ar alternatyvus rodiklis integruojantis abu CB ir MB rodiklius, bei geriau atspindintis pelaginio mitybinio tinklo struktūrą hidrodinamiškai aktyvioje priekrantės zonoje. Tačiau statiškai patikimas stiprus neigiamas ryšys tarp vidutinio zooplanktono dydžio ir chlorofilo *a* koncentracijos buvo gautas tik 2011 m. Reikalingi tolimesni tyrimai šio rodiklio pritaikomumo įvertinimui bei jo ryšio su aplinkos faktoriais nustatymui priekrantės vandenyse.

Padėka

Akcinės bendrovės „Orlen Lietuva“ Būtingės naftos terminalo aplinkos monitoringas 2012 m.

Literatūra

- HELCOM CORESET report. 2011. Core indicators and background documentation.
HELCOM CORESET report. 2012. Zooplankton size and abundance.
HELCOM. 2005. Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM, Part C. (<http://sea.helcom.fi/Monas/CombineManual2/PartC/CFrame.htm>).
LAND 55:2003. Zooplanktono tyrimo metodika paviršinio vandens telkiniuose.
Olenin S., Daunys D., Bučas M., Bagdanavičiūtė I. (sudarytojai). 2012. Lietuvos Baltijos jūros aplinkos būklė: preliminarus vertinimas. Lietuvos Baltijos jūros aplinkos apsaugos valdymo stiprinimo dokumentų parengimas. Klaipėdos universiteto leidykla.
Salazkin A.A., Ivanova M.B., Ogorodnikova V.A. 1984. Methodical recommendations on collection and treatment of materials during hydrobiological studies in fresh water bodies: zooplankton and its production. State Research Institute of Lake and River Fisheries, Leningrad (in Russian).
Svetlichnij L.S. 1983. Plankton copepods biomass determination based on the linear relationship between coefficients of volume and size of the body. Ecology of the sea 15: 46-58 (in Russian).

KURŠIŲ MARIŲ VANDENS BALANSAS KLIMATO KAITOS SĄLYGOMIS XXI A.

Darius Jakimavičius, Jūratė Kriaučiuonienė

Lietuvos energetikos instituto Hidrologijos laboratorija, Kaunas;
darius.j@mail.lei.lt

Įvadas

Kuršių marios yra sąlyginai gėlas vandens telkinys. Druskingumas mariose kinta nuo 2,5‰ Klaipėdos sąsiauryje iki 0,1‰ ties Nida (Dailidienė ir Davulienė, 2008). Pastaruoju metu dažnai kalbama apie klimato kaitos įtaką fiziniams geografiniams veiksniams. Keičiantis vandens apytakai per Klaipėdos sąsiaurį, keičiasi ir visų marių druskingumas, o tai gali turėti įtakos marių ekosistemai. Dėl klimato kaitos kinta upių nuotėkis, kyla Pasaulinio vandenyno lygis. Visi šie pokyčiai reikšmingi ir Kuršių marių vandens balansui. Mokslininkai, analizuodami vandens apykaitos tarp Baltijos jūros ir Kuršių marių pokyčius, akcentuoja uosto, kuris įkurtas Klaipėdos sąsiauryje tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros, veiklos įtaką, tačiau iki šiol nėra mokslinių darbų apie apykaitos kaitą XXI a. dėl gamtinių procesų. Todėl kyla klausimas – kaip keičiantis klimatui gali pasikeisti Kuršių marių vandens balansas XXI amžiuje?

Darbo tikslas – remiantis prognostiniais klimato kaitos duomenimis parengti Kuršių marių vandens balanso elementų prognozę XXI a.

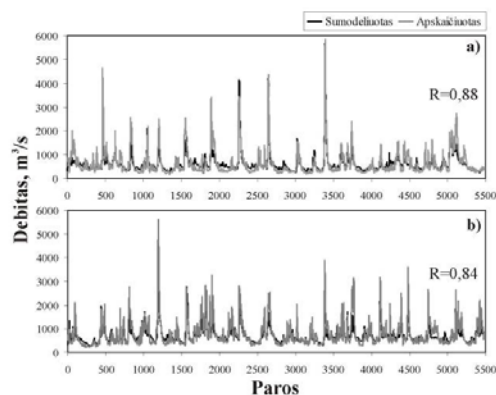
Naudoti duomenys ir metodika

Skaičiuojant XX a. Kuršių marių vandens balansą panaudota hidrometeorologinė informacija klimato normos laikotarpiu (1961–1990 m.) bei prognostiniai oro temperatūros ir kritulių duomenys pagal ECHAM5 ir HadCM3 globalius klimato kaitos modelius bei A2, A1B ir B1 emisijų scenarijus. Nemuno prietaka į Kuršių marias buvo sumodeliuota HBV modeliu. Nemuno hidrologiniam modeliui sudaryti panaudoti paros debitai iš 10 vandens matavimo stočių (VMS) bei paros krituliai ir oro temperatūros iš 14 meteorologinių stočių (MS) klimato normos laikotarpiu bei prognostiniai oro temperatūros ir kritulių duomenys nuotėkiui modeliuoti. Skaičiuojant kritulių kiekį, iškristusį ant Kuršių marių vandens paviršiaus bei išgaravimą iš Kuršių marių, naudoti tie patys prognostiniai duomenys, kaip ir upių prietakai modeliuoti. Vandens apykaitai per Klaipėdos sąsiaurį įvertinti reikalingi marių vandens lygio duomenys. Šie duomenys buvo paruošti naudojant klimato normos laikotarpio marių lygį ties Juodkrante ir įvertinus vandens lygio kilimą per 1961–1990 m. laikotarpį (t.y. 4,02 mm/metus). XX a. Kuršių marių vandens balansas skaičiuotas pagal lygtį (Gailiūšis et al., 1992):

$$(Q_U + P - Z) + (Q_I - Q_M) = \Delta V, \quad (1)$$

čia Q_U – upių prietaka į Kuršių marias, km^3 , P – krituliai ant Kuršių marių paviršiaus, km^3 , Z – išgaravimas iš Kuršių marių, km^3 , Q_I – vandens prietaka iš Baltijos jūros į Kuršių marias, km^3 , Q_M – vandens nuotėkis iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, km^3 , ΔV – Kuršių marių tūrio pokytis, km^3 .

Upių prietaka į Kuršių marias modeliuota HBV modeliu, kuris buvo kalibruotas ir validuotas pagal klimato normos laikotarpio duomenis (1 pav., a ir 1 pav., b). Nustatyti aukšti koreliacijos koeficientai tarp sumodeliuoto ir apskaičiuoto upių debito. Todėl Nemuno hidrologinis modelis yra paruoštas upių prietakai į Kuršių marias modeliuoti XXI a. Naudojant Nemuno hidrologinį modelį bei 2 globalių klimato kaitos modelių (ECHAM5, HadCM3) pagal 3 emisijų scenarijus (A2, A1B, B1) išvesties duomenis, sumodeliuota Nemuno prietaka į Kuršių marias 2011–2040 m., 2041–2070 m. ir 2071–2100 m. laikotarpiais.



1 pav. Sumodeliuoto ir apskaičiuoto Nemuno debito palyginimas: a) modelio kalibravimo laikotarpiu (1961–1975 m.) ir b) modelio validavimo laikotarpiu (1976–1990 m.).

Krituliai ir išgaravimas yra vieni iš pačių mažiausių vandens balanso elementų. Šie elementai yra priešingų ženklų ir vienas kitą iš dalies kompensuoja. Jiems įvertinti taip pat naudoti dviejų klimato kaitos modelių pagal tris emisijų scenarijus išvesties duomenys. Kritulių kiekis, iškrentantis ant Kuršių marių vandens paviršiaus, įvertintas naudojant Klaipėdos, Nidos ir Ventės MS kritulių duomenis. Pagal Tyseno poligonų metodą buvo apskaičiuota, kokią marių dalį reprezentuoja kiekviena iš šių MS. Nustatyta, kad Klaipėdos MS atspindi 4,3% marių ploto, Ventės MS – 20,4% ir Nidos MS – 75,3%. Išgaravimas iš Kuršių marių apskaičiuotas pagal Nidos MS duomenis taikant Thornthwaite lygtį (Thornthwaite, 1948). Šis skaičiavimo metodas pradėtas taikyti gana anksti, tačiau išsamūs pastarojo meto tyrimai parodė, kad

išgaravimas, apskaičiuotas pagal Thornthwaite lygtį, yra artimas išmatuotam ir gali būti taikomas moksliniuose tyrimuose (Nemčauskas ir Pocienė, 2000; Lu *et al.* 2005). Vandens apykaitos per Klaipėdos sąsiaurį skaičiavimams naudotas paros vidutinis marių vandens lygis bei upių prietaka. Pagal vandens lygio duomenis apskaičiavome lygio pokytį tarp gretimų parų (ΔH). Pagal tūrio pokytį (ΔV) ir marių vandens paviršiaus plotą galime apskaičiuoti marių tūrio pokytį, išreikštą debitu (m^3/s). Apykaitos debitai tarp jūros ir marių yra apskaičiuoti iš tūrio pokyčio atėmus suminę upių prietaką. Jei debitas neigiamas – vanduo teka iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, o jei teigiamas – vanduo teka iš Baltijos jūros į Kuršių marias.

Kuršių marių vandens balanso elementų kaita XXI amžiuje

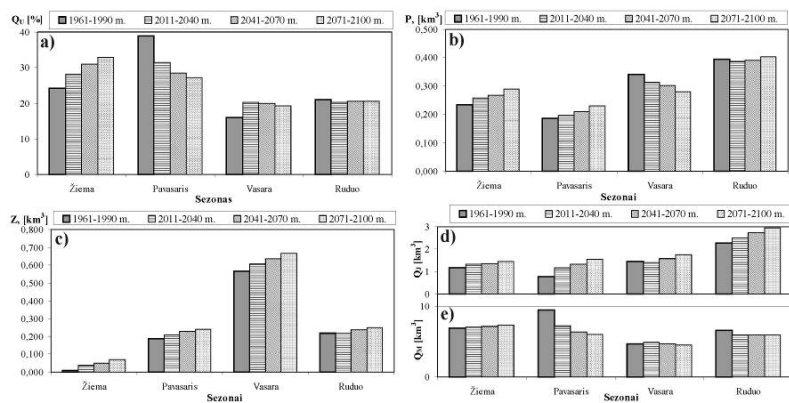
Upių prietakos (Q_U), kritulių (P) ir išgaravimo (Z) prognozės rezultatai paremti ECHAM5 ir HadCM3 globalių klimato kaitos modelių duomenų pagal A2, A1B ir B1 emisijų scenarijų vidurkiu. Vidutinės metinės Kuršių marių vandens elementų reikšmės klimato normos ir 2011–2040, 2041–2070 ir 2071–2100 m. laikotarpiais yra pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Kuršių marių vandens balanso elementų kaita klimato normos laikotarpiu bei XXI amžiuje

Laikotarpis	Vandens balanso elementai							Didžiausia leistina paklaida
	Q_U	Q_M	Q_I	P	Z	ΔV	Paklaida	
1961–1990	22,084	27,467	5,658	1,157	1,052	0,018	0,380	1,123
2011–2040	18,883	24,996	6,399	1,155	1,075	0,015	0,351	0,572
2041–2070	17,372	24,042	6,972	1,172	1,152	0,012	0,309	0,632
2071–2100	16,236	23,708	7,708	1,201	1,228	0,018	0,190	0,699

Išanalizavę upių prietakos pasiskirstymą atskirais sezonais (2 pav., a) nustatėme, kad žiemos sezono upių prietaka klimato normos laikotarpiu vidutiniškai sudarė 24,2 % metinio kiekio, 2011–2040 m. – 28,0 %, 2041–2070 m. 30,9 % ir 2071–2100 m. – 32,9 %. Pavasario sezono upių prietaka klimato normos laikotarpiu buvo 38,8 %, 2011–2040 m. 34,4 %, 2041–2070 m. – 28,5 % ir 2071–2100 m. 27,2 % metinio kiekio. Vasaros sezonais klimato normos laikotarpio upių prietaka į marias buvo 15,9–16,0 %, o 2011–2100 m. – 19,3–20,0 % metinio kiekio. Rudens sezonu tiek klimato normos laikotarpiu, tiek ir 2011–2100 m. upių prietaka kito labai mažai ir vidutiniškai sudarė 21% metinio kiekio. Remiantis šiais duomenimis prieita prie išvados, kad nuotėkio skirtumai tarp žiemos ir pavasario sezonų mažės. Vasaros sezono upių prietaka nežymiai didės, o rudens sezono – nesikeis.



2 pav. Kuršių marių vandens balanso elementų kaita XXI a.: a) upių prietaka (Q_U), b) krituliai (P), c) išgaravimas (Z), d) prietaka iš Baltijos jūros į Kuršių marias (Q_I), e) nuotėkis iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (Q_M) klimato normos ir 2011-2040, 2041-2070 ir 2071-2100 m. laikotarpiais.

Žiemos ir pavasario sezonų kritulių kiekis didės (atitinkamai 23,5% ir), vasaros sezono – mažės (21,8%), rudens sezono kritulių kiekis bus artimas klimato normos laikotarpiui (didesnis 1,7%). Išgaravimas yra mažiausias vandens balanso išlaidų elementas. Klimato normos laikotarpiu vidutiniškai per metus išgaruodavo 1,052 km³ vandens. Pagal šešių emisijų scenarijų vidurkį nustatyta, kad išgaravimas iš Kuršių marių didės visais tiriamais sezonais per 2011–2100 m. laikotarpį. Apskaičiuota, kad vidutiniškai per 2011–2040 m. iš Kuršių marių išgaruos 1,075 km³, 2041–2070 m. – 1,152 km³ ir 2071–2100 m. – 1,228 km³ vandens per metus (2 pav., c). Lyginant 2071–2100 m. su klimato normos laikotarpiu, didžiausi išgaravimo skirtumai nustatyti žiemos sezonu ir gerokai mažesni pavasario, vasaros bei rudens sezonais. Vandens apykaitą per Klaipėdos sąsiaurį apibūdina prietaka iš Baltijos jūros į Kuršių marias (Q_I) ir nuotėkis iš Kuršių marių į Baltijos jūrą (Q_M). Prognozuojama, kad XXI a. prietaka iš jūros didės visais sezonais lyginant su klimato normos laikotarpiu (2 pav., d). Analizuojant metinę prietaką iš jūros nustatyta, kad 2011–2040 m. ji vidutiniškai sieks 6,399 km³/m., 2041–2070 m. – 6,972 km³/m., o 2071–2100 m. gali siekti 7,708 km³/m. Lyginant su klimato normos laikotarpiu, prietaka iš jūros į marias bus atitinkamai didesnė: 13,0 %, 18,4 % ir 36,2 %. Nuotėkis iš marių XXI a. pabaigoje pavasario ir rudens sezonais bus mažesnis negu klimato normos laikotarpiu (atitinkamai 14,2%, ir 10,7%). Vasaros sezonu nuotėkis yra artimas normai (mažesnis tik 2,8%) ir žiemos sezonu didesnis nei norma – 5,3% (2 pav., e). Vidutinis metinis nuotėkis iš marių palaipsniui mažės: 2011–2040 m. – 24,996 km³/m., 2041–2070 m. – 24,042 km³/m., o 2071–2100 m. – 23,708

km³/m. Lyginant su klimato normos laikotarpiu nuotėkis bus mažesnis: 2011–2040 m. – 9 %, 2041–2070 m. – 12,5%, 2071–2100 m. – 13,7 %.

Išvados

1. Išanalizavus gautus rezultatus nustatyta, kad upių prietaka į Kuršių marias XXI a. pabaigoje bus mažesnė iki 26,5% lyginant su klimato normos laikotarpiu. Vertinant upių prietaką, išreikštą % nuo metinio kiekio, nustatytas nuotėkio persiskirstymas tarp sezonų. Žiemos sezono prietaka padidės 8,7 %, o pavasario sumažės 11,7%. Vasaros prietaka didės nežymiai – 3,4%, o rudens sezonu bus artima klimato normos laikotarpio prietakai.

2. Kritulių kiekis, iškrentantis ant Kuršių marių vandens paviršiaus per XXI a., padidės nežymiai – 3,7%, o išgaravimas nuo marių paviršiaus padidės 25,1%. Didėjantis išgaravimas sietinas su kylančia oro temperatūra, kuri XXI a. paskutiniuoju trisdešimtmečiu Nidos MS vidutiniškai pakils 6,2°C (nuo -0,2°C iki 6,0°C) lyginant su klimato normos laikotarpiu.

3. XXI a. pabaigoje prietaka iš Baltijos jūros į Kuršių marias padidės 36,2%, o nuotėkis iš Kuršių marių į Baltijos jūrą sumažės 13,7% lyginant su klimato normos laikotarpiu. Apžvelgus vandens apykaitos tarp Baltijos jūros ir Kuršių marių rezultatus galima teigti, kad besikeičiantis klimatas ir kylantis jūros lygis turės mažesnės įtakos nuotėkiui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, tačiau turės lemiamos reikšmės prietakai iš Baltijos jūros į Kuršių marias didėjimui.

Padėka

Pateikti rezultatai yra VP1-3.1-ŠMM-08-K priemonės „Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros veiklų vykdymas pagal nacionalinių kompleksinių programų tematikas“ projekto „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ (Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019) dalis.

Literatūra

- Dailidienė I., Davulienė L. 2008. Salinity trend and variation in the Baltic Sea near the Lithuanian coast and in the Curonian Lagoon in 1984-2005. *Journal of Marine Systems*, Elsevier, ISSN 0924-7963, Vol. 74: 20–29.
- Gailiūšis B., Kovalenkovičienė M., Jurgelėnaitė A. 1992. Kuršių marių vandens balansas, *Energetika* 2, p. 67–73.
- Lu J. ir kt. 2005. A Comparison of Six Potential Evapotranspiration Methods for Regional Use in the Southeastern United States. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 31(6), p. 612–633.
- Nemčauskas R., Pocienė A. 2000. Estimation of evapotranspiration methods by soil moisture capacity. *Environmental Research, Engineering and Management*, No. 2(12), p. 26–33.
- Thornthwaite C.W. 1948. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, Vol. 38, No. 1, p. 55–94.

DIDŽIŲJŲ KORMORANŲ (PHALACROCORAX CARBO) KOLONIJOS POVEIKIS SMULKIŲJŲ ŽINDUOLIŲ BENDRIJAI

Marius Jasiulionis, Laima Balčiauskienė, Linas Balčiauskas

Gamtos tyrimų centras, Vilnius; mjasiulionis@eko.lt

Teritorijoje, kurią užima didžiausia Lietuvoje didžiojo kormorano (*Phalacrocorax carbo sinensis*) kolonija buvo tyrinėjama smulkiųjų žinduolių įvairovė, santykinis gausumas ir biologiniai rodikliai. Šių paukščių paveikta 13,6 ha vieta, kurioje priskaičiuojama 3800 kormoranų lizdų, yra Kuršių nerijos nacionaliniame parke, netoli Juodkrantės gyvenvietės. Tyrimo tikslas buvo sužinoti ar kormoranų kolonijos buvimas daro įtaką smulkiųjų žinduolių bendrijai. Tyrimo vieta buvo suskirstyta į 5 poveikio zonas: I – kontrolinė (jokios kormoranų veiklos), II – pradinio (trumpalaikio) poveikio (t.y. vieta, į kurią kolonija plečiasi), III – ilgalaikio kolonijos poveikio zona (šioje zonoje yra didžiausia kormoranų lizdų koncentracija), IV – ankstesnio poveikio zona, kuri praeityje buvo aktyviai užimta, V – ekotonas tarp II arba III zonų bei aplinkinio miško, kuriame nebuvo kormoranų veiklos. Smulkieji žinduoliai buvo gaudomi standartine metodika mušamaisiais spąstais. Iš viso 2011 metų rugsėjo–spalio mėnesiais ir 2012 metų gegužės–lapkričio mėnesiais buvo paspęsta 51 spąstų linija (3300 spąstų parų). Nustatyta, kad šioje teritorijoje smulkiųjų žinduolių bendrijos įvairovė buvo nedidelė. Dominavo geltonkaklės pelės (*Apodemus flavicollis*) – 73,1 % iš visų sugautų individų, rudieji pelėnai (*Myodes glareolus*) buvo sudominantai – 22,2 %. Kitų penkių kolonijos teritorijoje ir jos ekotone, sugautų rūšių individų – paprastųjų kirstukų (*Sorex araneus*), kirstukų-nykštukų (*S. minutus*), pievinių (*Microtus agrestis*) ir pelkinių (*M. oeconomus*) pelėnų bei pelių mažylių (*Micromys minutus*) proporcijos sudarė 0,6–1,6 %. Trumpalaikio ir ilgalaikio poveikio zonose stebimas didžiausias neigiamas poveikis smulkiųjų žinduolių bendrijai – gyvena tik 3–4 rūšių žvėreliai, Šenono $H = 0,55–1,10$. Ekotone užregistruotos tik dvi smulkiųjų žinduolių rūšys ($H = 0,91$). Didžiausia smulkiųjų žinduolių įvairovė kontrolinėje bei ankstesnio poveikio zonose, čia pagauta po 5 rūšis ($H = 1,11–1,16$). Santykinis smulkiųjų žinduolių gausumas kormoranų kolonijos ir kontrolinėje zonose patikimai skyrėsi (ANOVA, $F_{46,4} = 3,08$, $p = 0,025$). Mažiausias santykinis gausumas buvo kontrolinėje, pradinio poveikio ir ilgalaikės veiklos zonose. Tose vietose, kur kormoranai jau nebeperi, gausumas atsistatė. Panašaus tyrimo, kuriame būtų nagrinėjama perteklinio natrio, fosforo ir kitų maistmedžiagų kiekio įtaka pelėnų, pelėnų ir kirstukų įvairovei, biologijai bei ekologijai nėra. Gauta medžiaga papildė žinias apie šiuos žvėrelius ir didžiųjų kormoranų poveikio aplinkai kompleksinio vertinimo galimybes. Tyrimą finansavo LMT Nacionalinės mokslo programos „Lietuvos ekosistemos: klimato kaita ir žmogaus poveikis“ projektas, sutarties Nr. lek-03/2012.

POTENCIALI MAKROFITŲ ŠAŅAŠŲ AKUMULIACIJA IR DEGRADACIJA BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRAntĖJE

Marija Kataržytė^{1,2}, Martynas Bučas¹, Diana Vaičiūtė¹,
Greta Gyraitė²

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Ekologijos katedra, Klaipėda; marija@corpi.ku.lt

Natūrali organinė medžiaga, tokia kaip makrofitai bei antropogeninės kilmės jūros šiukšlės, yra akumuliuojama pakrantėje ir sudaro paplūdimio šaņas. Paplūdimio šaņas, ypatingai organinės kilmės, problema yra kompleksinė ir kontraversiška. Pavyzdžiui, daugiamečių makrofitobentos rūšių akumuliacija indikuoja gerą aplinkos būklę, tuo tarpu oportunistinių siūlinių dumblių išmetimai rodo neigiamus eutrofikacijos procesus. Kadangi pajamos iš turizmo yra vienas iš pagrindinių pajamų šaltinių pajūrio regionuose, paplūdimio šaņas šalinimui skiriamos sąlyginai didelės lėšos, todėl šaņas valdymas yra ekologiškai ir ekonomiškai svarbus. Baltijos jūros regiono šalyse, tokiose kaip Vokietija, Lenkija ar Estija, kuriose panašios jūros aplinkos sąlygos, organinės kilmės (makrofitų, fitoplanktono) šaņas tyrimams, monitoringui ir tvarkymui skiriamas ypatingas dėmesys (Kersen et al. 2007; Filipkowska et al. 2009; Mossbauer et al. 2012).

Lietuvos pakrantė yra 99 km ir beveik pusė jos yra naudojama rekreaciniams paplūdimiams, tačiau informacija apie Lietuvos priekrantėje besikaupiančias paplūdimio šaņas yra fragmentiška. Pirmieji ir detalieji moksliniai stebėjimai apima 1930-1970 metų laikotarpį (Blinova, 1971; Kireeva, 1960), o apie šiuo metu vykstančius išmetimus ir jų mastą mokslinės informacijos nėra, todėl galima remtis tik asmeniniais poilsiautojų, pajūryje gyvenančių žmonių ir šiuos tyrimus pradėjusių mokslininkų pastebėjimais.

Paprastai paplūdimio šaņas akumuliacija krante priklauso nuo stiprių į kranto pusę pučiančių vėjų, kranto šlaito, didelės saulės radiacijos (Kersen et al. 2007; Filipkowska et al. 2009; Mossbauer et al. 2012). Lietuvos priekrantės zonoje būtų galima išskirti sekančius veiksnius galinčius lemti šaņas atsiradimą:

i) hidrodinaminiai procesai. Lietuvos Baltijos jūros priekrantė vyrauja vakarų krypties vėjai, taip pat paskutiniu laikotarpiu stebimi dažnesni štorminiai vėjai (Kelpšaitė et al. 2013), kurių generuojamos bangos dažnai nuplėšia makrofitus nuo substratų.

ii) ledonešis iš Kuršių marių pavasario metu, kurių metu atnešami makrofitai.

iii) makrofitų gyvenimo ciklo kaita dėl sezoninių procesų. Rudens sezono metu daugumos makrofitų apmirusios dalys gali atitrūkti nuo substrato ir būti plukdomos vandens masių.

iiii) vandens „žydėjimą“ sukeltantys fitoplanktono dumbliai.

Paplūdimio sąnašų sudėtis ir kiekiai labiausiai priklauso nuo to, koks pirminės produkcijos kiekis pagaminamas ir kokia yra makrofitų rūšinė sudėtis priekrantėje esančiose jūros buveinėse. Nors detali Lietuvos paplūdimiuose išmetamų makrofitų rūšinė sudėtis ir netyrinėta, tačiau galima daryti prielaidą, kad pagrindiniai paplūdimio sąnašų šaltiniai bus Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje augantis makrofitobentosas (1 lentelė).

1 lentelė

Dugno floros įvairovė Baltijoje ties Lietuvos krantais

Skyrius	Klasė	Rūšis
Rhodophyta	Bangiophyceae	<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh 1824
Rhodophyta	Bangiophyceae	<i>Chroodactylon ornatum</i> (C. Agardh) Basson 1979
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge 1900
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini 1841
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Hudson) J.V. Lamouroux 1813
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Polyides rotundus</i> (Hudson) Greville 1830
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Coccolytus truncatus</i> (Pallas) M.J. Wynne & J.N. Heine 1992
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Harveyella mirabilis</i> (Reinsch) F. Schmitz & Reinke in Reinke 1889
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Polysiphonia fucoides</i> (Hudson) Greville 1824
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Polysiphonia fibrillosa</i> (Dillwyn) Sprengel 1827
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Aglaothamnion roseum</i> (Roth) Maggs & L'Hardy-Halos 1993
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Ceramium tenuicorne</i> (Kützting) Waern 1949
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Ceramium virgatum</i> Roth 1797
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Rhodomela confervoides</i> (Hudson) P.C. Silva 1952
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Hudson) Greville 1830
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Pylaiella littoralis</i> (Linnaeus) Kjellman
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye 1819
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Ralfsia verrucosa</i> (Areschoug) Areschoug in Fries 1845
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Sphacelaria arctica</i> Harvey 1858
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Sphacelaria plumigera</i> Holmes ex Hauck 1884
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützting 1843
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützting 1843
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus 1753
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Ulva prolifera</i> O.F. Müller in Oeder 1778
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Ulothrix subflaccida</i> Wille 1901
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Areschoug 1866
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey 1849
Charophyta	Charophyceae	<i>Spirogyra</i> sp.
Charophyta	Charophyceae	<i>Zygnema</i> sp.

Didžiausius paplūdimių sąnašų kiekius, ypatingai pavasario ir rudens laikotarpiu, kai stebimi stiprūs štormai, sudaro dominuojantis raudondumblis

šakotasis banguolis (*Furcellaria lumbricalis*). Įvairiuose gyliuose sutinkami makrodumbliai *Hildenbrandia rubra*, *Pseudolithoderma extensum* ir *Pseudolithoderma subextensum*, tačiau šie dumbliai formuoti sąnašų negali, nes yra priskiriami žievinį gniužulą turintiems dumbliams, kurie sunkiai atplyšta nuo substrato.

Lietuvos Baltijos jūros paplūdimiuose yra aptinkami ir iš kitų Baltijos jūros regionų srovių pagalba atnešami makrofitobentos organizmai. Sąnašų sudėtyje aptinkamas rudadumblis pūslėtasis guveinis (*Fucus vesiculosus*) kartu su obligatiniu epifitu *Elachista fucicola*, rudadumblis *Chorda filum* bei jūrinis andras (*Zostera marina*). Dugno stebėjimų duomenimis šie makrofitai Lietuvos Baltijoje nebuvo aptikti, todėl galima manyti, jog šios rūšys srovių pagalba yra atnešamos iš kitų Baltijos jūros regionų.

Paplūdimių sąnašose taip pat gali būti aptinkami iš Kuršių marios bei Nemuno baseino atnešti makrofitai. Kuršių marių pakrantėse auga *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Nuphar luteum*, be to yra aptinkami žaliadumbliai *Cladophora* spp. ir maurabragainių klasės dumbliai (Sinkevičienė, 2004, Žaromskis, 2002). Kuršių marių augalai į paplūdimius dažniausiai gali būti atnešami srovių pagalba rudenį, kuomet vyraujantys štorminiai vėjai juos išrauna arba pavasarį ledonešio metu, pavyzdžiui daugiamečiai *Phragmites australis*, pučiant pietų vėjui, paprastai sunešami į Melnragės paplūdimius.

Be to paplūdimio sąnašas gali formuoti ir intensyviai besivystantys Baltijos jūros arba Kuršių marių fitoplanktono organizmai (1 pav.). Vasaros metu iš marių išneštas „žydintis“ vanduo bangų yra suplakamas į pakrantę. Kokie fitoplanktono organizmai formuoja šias sąnašas vėlgi priklauso nuo vyraujančių rūšių, tačiau dažniausiai tai yra vasarą vandens „žydėjimą“ sukeliančios *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis* spp. ir kitos melsvabakterių rūšys (Vaičiūtė, asmeninis pastebėjimas).



© M. Bučas



© D. Vaičiūtė

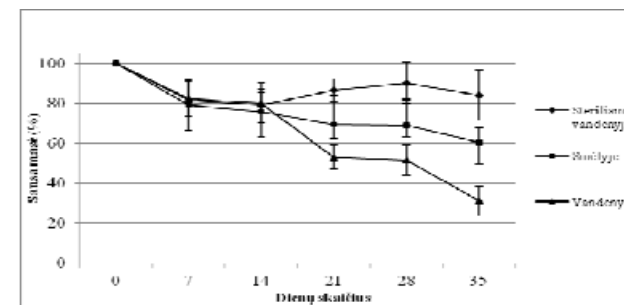
1 pav. Paplūdimio sąnašos, kurias formuoja makrofitai (kairėje) ir fitoplanktonas (dešinėje).

Kokie makrofitų kiekiai išmetami į Lietuvos paplūdimius įvertinti sudėtinga. Remiantis istoriniais tyrimų duomenimis yra žinoma, kad išmetamų dumblių masė siekdavo iki 30 000 tonų (Blinova, 1971, Kireeva, 1960). Pagal Palangos paplūdimius tvarkančios įmonės žiniasklaidai pateiktą informaciją per rekreacinį sezoną išvežama nuo 50 iki 200 kub. metrų dumbliais užteršto smėlio. 2010 metų rugsėjo pradžioje ties Palanga stebėtas masinis makrofitų (tikėtina, kad *F. lumbricalis*) išmetimas, anot UAB „Palangos komunalininkas“ direktoriaus pavaduotojo S. Šepučio, per savaitę iš čia buvo išvežta netoli 500 tonų šių sąnašų. Dideli sąnašų kiekiai fiksuojami ir kaimyninėse Baltijos jūros regiono šalyse: nustatyta, kad per vieną valandą Lenkijoje į paplūdimį (4,5 km ilgio ir 50 m pločio) gali būti prinešama nuo 220 iki 440 tonų makrodumblių (sausą masę) (Filipkowska et al. 2009), o Vokietijoje per metus (720 km ilgio ruože) iki 4900 t (sausos masės) (Mossbauer et al. 2012).

Skaičiuojama, kad į krantą gali būti išmetama iki 20% per metus vandenyje pagaminamos pirminės makrofitų produkcijos (Ochieng et al. 1999; Kersen et al. 2007). Įvertinus, kad Lietuvos pajūryje yra daugmaž apie 8500 t biomasės *Furcellaria lumbricalis*, galima daryti prielaidą, kad į krantą per metus gali būti išmesta iki 1700 tonų vien šių dumblių.

Dalis atneštų sąnašų paprastai kaupiasi vandenyje arti kranto ir veikiamos bangų būna resuspenduojamos, kita dalis veikiamos mažesnės energijos bangų per laiką gali būti pernešamos į sausumą (Mossbauer et al. 2012). Preliminarūs tyrimai Girulių paplūdimyje liepos-rugpjūčio mėn. parodė, kad didžiausia *Furcellaria lumbricalis* sausą masę kranto zonoje buvo susikaupus 25-40 metrų nuo vandens juostos. Pajūrio regionuose, kuriuose makrofitų produkcija vandenyje yra palyginus didelė, sąnašos gali būti vienas pagrindiniu organinės medžiagos, azoto ir fosforo šaltinis. Tiek vandenyje arti kranto, tiek krante sąnašos yra veikiamos vėjo ir saulės, įvairios medžiagos yra išplaunamos, prasideda skaidymas (Ochieng et al., 1999). Eksperimento *ex situ* sąlygomis metu nustatėme, kad *Furcellaria lumbricalis* per mėnesio laikotarpį vidutiniškai gali prarasti 40-60 % nuo pradinės masės, priklausomai nuo to, kur, sausumoje ar vandenyje, vyksta irimo (ardymo) procesai (2 pav.).

Yra nustatyta, kad *Furcellaria lumbricalis* sudaro 28-35% anglies nuo sausos masės, be to tai azoto turtingas (1,1-4,8 % sausos masės) dumblis (Bird et al., 1991). Iki 80% makrodumblių maistmedžiagų gali būti atpalaiduojamos per keletą dienų (Nedzarek ir Rakusa-Suszczewski, 2004), todėl netgi jei tvarkant paplūdimius dumbliai yra pašalinami, per gana trumpą laikotarpį atpalaiduotos medžiagos gali reikšmingai prisidėti prie paplūdimio ekosistemos maistmedžiagų apykaitos. Taip pat susikaupusios krante sąnašos paprastai naudojamos kaip trąša arba kompostas žemės ūkyje. Iš kitos pusės, dėl dumblių degradacijos, ypatingai vasaros laiku gali blogėti vandens kokybė, prasidėti anoksija (Filipkowska et al., 2009).



2 pav. *Furcellaria lumbricalis* sausos masės kitimas skaidymo eksperimento metu *ex situ* sąlygomis, eksperimento trukmė 35 dienos.

Atsižvelgiant į ekologinę ir ekonominę paplūdimio sąnašų svarbą, ypatingai pajūrio zonos rekreacinėms teritorijoms, būtų reikalingi detalesni tyrimai. Pirmiausia būtų reikalingi sezoniniai tyrimai, kurių metu būtų paplūdimio sąnašos būtų matuojamos ir stebimos Lietuvos pajūryje. Turint pradinę informaciją apie sukaupiamus organinės kilmės sąnašų kiekis, būtų galima įvertinti jų svarbą organinės medžiagos ir maisto medžiagų cikle.

Literatūra

- Bučas M., Daunys D., Olenin S. 2009. Recent distribution and stock assessment of the red alga *Furcellaria lumbricalis* on an exposed Baltic Sea coast: combined use of field survey and modelling methods. *Oceanologia* 51(3): 1-19.
- Bird C.J., Saunders G.W., McLachlan J. 1991. Biology of *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) Lamouroux (Rhodophyta: Gigartinales), a commercial carrageenophyte. *J. Appl. Phycol.*, 3, 61-81.
- Blinova E.I. 1971. Size and dynamics of casted *Furcellaria lumbricalis* ashore in the Baltic Sea. *Rybovodstvo* 7, 10-11 (in Russian).
- Filipkowska A., Lubecki L., Szymczak-Zyla M. et al. 2009. Factors Affecting the Occurrence of Algae on the Sopot Beach (Baltic Sea). *Oceanologia* 51 (2): 233-262.
- Kelpšaitė L., Dailidienė I. 2013. Influence of Wind Wave Climate Change on Coastal Processes in the Eastern Baltic Sea. *Journal of Coastal Research*, 220-224.
- Kersen P., Martin G. 2007. Annual Biomass Loss of the Loose-lying Red Algal Community via Macroalgal Beach Casts in the Väinameri Area, NE Baltic Sea. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol* 56 (4): 278-289.
- Kireeva M. 1960. Quantitative estimation of seaweed discharges in the Baltic Sea. *Trudi WNIRO* 42, 206-209 (in Russian).
- Mossbauer M., Haller I., Dahlke S., Schernewski G. 2012. "Management of Stranded Eelgrass and Macroalgae Along the German Baltic Coastline. *Ocean & Coastal Management* 57 (March): 1-9.
- Nedzarek A., Rakusa-Suszczewski S. 2004. Decomposition of Macroalgae and the Release of Nutrient in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Bioscience*: 26-35.
- Ochieng C.A., Erfemeijer P.L.A. 1999. Accumulation of Seagrass Beach Cast Along the Kenyan Coast: a Quantitative Assessment." *Aquatic Botany* 65 (1): 221-238.
- Sinkevičienė Z. 2004. Charophyta of the Curonian Lagoon. *Botanica Lithuanica* 10(1): 33-57.
- Žaromskis R. 2002. Macrophytes of the Curonian Lagoon and lithodynamic conditions of their habitats, *Geography* 38(2), Vilnius ISSN 1392-1096: 35-41.

PERMANENTINĖS TARŠOS POVEIKIO VANDENS EKOSISTEMAI, NAUDOJANT EKOTOKSIKOLOGINIŲ (EKSPERIMENTINIŲ-GAMTINIŲ) IR HIDROCHEMINIŲ METODŲ KOMPLEKSĄ, TYRIMAS

Nijolė Kazlauskienė, Gintaras Svecevičius, Vytautas Kesminas,
Robertas Staponkus, Danutė Marčiulionienė

Gamtos tyrimų centras, Vilnius; kazlauskiene.nijole@gmail.com

Įvadas

Viena iš aktualių šiandienos aplinkosauginių problemų, keliančių grėsmę aplinkai – atliekų tvarkymas, sąvartynai, filtrato susidarymas ir valymas. Daugelis Lietuvos sąvartynų neatitinka sąvartynų ir sąvartynų eksploatavimo reikalavimų, nustatytų Europos Sąjungos direktyvose. Veikiančių ir jau uždarytų sąvartynų filtratas gali kelti didelį pavojų gruntiniams ir paviršiniams vandenims (gyviems organizmams, vandens ekologiškai būklei) dėl tokių prižasčių kaip didelis organinės medžiagos kiekis, sunkieji metalai, biogeninės medžiagos (Kaunelienė, 2002; Gudaitytė, 2009).

1997 m. atlikti hidrocheminiai tyrimai parodė, kad Kairių sąvartynas beveik neteršia požeminio vandens. Pagrindinė Kairių sąvartyno ekologinė problema – paviršinė teršiančių medžiagų nuoplova į vandens telkinius. (<http://www.siauliai.lt/.../view.php?...savartynas...Kairi%F8>).

2002 m. gegužės 21 d. sugriuvus sąvartyno apsauginiam pylimui į aplinką ištekėjo milžiniškas kiekis (apie 50 000m³) filtrato, kuris pateko į Švedės tvenkinį, susigėrė į gruntinius vandenius (<http://www.balsas.lt/naujiena/399820/savivaldybe-su-pirtininkais-sukele-ekologine-katastrofa/2>). Lietuvos Ekologijos, Botanikos institutų, Vilniaus universiteto mokslininkai biotestavimo metodais, naudojant biotestų kompleksą (bakterijas, augalus, žuvis ontogenezėje), įvertino Kairių sąvartyno filtrato, melioracijos kanalų, Švedės tvenkinio vandens užterštumo laipsnį. Visiems tirtiems test-objektams toksiškiausias buvo filtratas. Tirtų melioracijos kanalų vandens toksiškumas buvo charakterizuojamas kaip „ypatingai toksiškas“, o Švedės tvenkinio vanduo buvo „slenkstiniai toksiškas“ (Kazlauskienė ir kt. 2004; Vosylienė ir kt., 2004; Svecevičius, 2004; Kazlauskienė et al., 2012a).

Įgyvendinant Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos lėšomis finansuojamą projektą „Šiaulių regiono atliekų tvarkymo sistemos sukūrimas“ 2010 m. rugpjūčio 3 d. komisija pripažino, kad Šiaulių regiono Kairių sąvartyno uždarymo II etapas tenkina nustatytus reikalavimus ir jis yra tinkamas naudoti (<http://www.sratc.lt...>) Įgyvendinti projektai). Tačiau palyginus Kairių sąvartyne atliktus tyrimus su atliktais Suomijoje (Kaunelienė ir Mačiulytė, 2003),

nustatyta, kad Kairių sąvartyno filtratas yra labai užterštas sunkiaisiais metalais. Esantys filtrate persistentiniai (ilgaamžiai) teršalai yra patys pavojingiausi, nes jie migruoja ekosistemose ir kaupiasi organizmuose (Bernes, 1998). Persistentinių teršalų grupei priskiriami ir sunkieji metalai (SM). Dideli sunkiųjų metalų kiekiai Kairių sąvartyno filtrate sąlygojo ilgus metus čia deponuojamos odos apdirbimo pramoninės atliekos (Kaunelienė ir Mačiulytė, 2003). Tyrimais nustatytos medžiagos, teršiančios sąvartyno filtratą, buvo suskirstytos į tris pagrindines grupes, t.y. neorganiniai junginiai, organinės ir biogeninės medžiagos (http://europa.eu/success50/html/story_58_lt.html). Iš neorganinių junginių (metalų ir nemetalų) sąvartynų filtrate randami: Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Fe, Mn, Ni, Ca⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Cl⁻, S²⁻, NH₄⁺, HCO₃⁻ (Gudaitytė, 2009). Taip pat nustatyta, kad Kairių sąvartyno filtrate yra pavojingų organinių teršalų. FTIR spektrofotometru filtrate aptikti keturių tipų organiniai junginiai iš kurių trys yra pavojingi aplinkai (Stankaitis ir kt., 2009). Ginkūnų tvenkinio ekologinė būklė, vertinamą pagal bendrojo azoto (Nb) ir bendrojo fosforo (Pb) vidutinę metų koncentraciją, priskirtina vidutinės ekologinės būklės klasei (<http://www.matl.lt/Src/vanduo2011atask.pdf>). Organinių medžiagų, azoto ir fosforo junginių bei chloridų koncentracija melioracijos kanale, neviršijo didžiausių leistinų koncentracijų, nustatytų nuotekoms, išleidžiamoms į gamtinę aplinką. Tačiau melioracijos kanale ties įtekėjimu į Ginkūnų tvenkinį nitritų, nitratų ir bendrojo azoto koncentracijos buvo 1,5-2 kartus didesnės, o chloridų 2 kartus lyginant jas su foninėmis vertėmis, gautomis melioracijos kanale aukščiau sąvartyno (<http://www.matl.lt/Src/vanduo2011atask.pdf>).

Siekiant iširti persistentinių teršalų, esančių nuotekose, poveikį vandens ekosistemai, Gamtos tyrimų centro mokslininkų grupė vykdo LMT finansuojamą projektą „Persistentinių teršalų poveikio vandens ekosistemai kompleksiniai tyrimai ir modeliavimas“ (2012-2014). 2012 m. atliktas I projekto etapas, kurio tikslas buvo iširti permanentinės taršos poveikį vandens test-ekosistemai (TE) naudojant ekotoksiologinių (eksperimentinių-gamtinių) ir hidrocheminių tyrimo metodų kompleksą ir nustatyti toksiškumo laipsnio gradientą test-ekosistemoje.

Tyrimo objektas ir metodai

Test-ekosistema (TE): Kairių sąvartyno regiono vandens ekosistema, mėginių surinkimo stotys ir jų koordinatės (WGS): Kairių sąvartyno filtratų rezervuaras (F stotis - 55° 55' 46.74", 23° 23' 28.4"), melioracijos kanalai (0-nė - 55° 55' 46.87", 23° 23' 24.64", 1-a - 55° 55' 55.44", 23° 22' 39.15" stotys), Ginkūnų (Švedės) tvenkinys (2-a - 55° 55' 53.83", 23° 22' 22.04", 3-ia - 55° 56' 26.57", 23° 22' 12.62", 4-ta - 55° 56' 46.75", 23° 22' 9.7" stotys), ištekančio iš tvenkinio Švedės upelis (5-ta - 55° 56' 47.57", 23° 22' 27" stotis).

Kairių sąvartyno regiono vandens ekosistemos (TE) fizikinė-cheminė charakteristika: lauko sąlygomis buvo išmatuotos bazinės vandens fizikinės-cheminės charakteristikos (ištirpusio O₂ koncentracija, pH, laidumas ir druskingumas) naudojant nešiojamą multimetą WTW Multi 340i/SET (Vokietija). Vandens mėginių analitinė analizė atlikta laboratorijoje „Vandens tyrimai“: bendroji cheminė analizė – anijonai: Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻ (LST ISO 9963-1), CO₃²⁻, NO₂⁻, NO₃⁻ (LST EN ISO 10304); katijonai: Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺ (pagal LST EN ISO 14911); pH (potenciometrijos metodu); permanganatinis skaičius (mg O/l) (pagal LST EN ISO 8467); savitasis elektros laidis (μS/cm 25°C) (pagal LST EN 27888); bendras, karbonatinis ir nekarbonatinis kietumas (mg-ekv./l); ištirpusių medžiagų suma bei CO₂ (pusiausvyrinis). Sunkiųjų metalų analizė (Cu, Zn, Ni, Cr, Pb, Cd) atlikta atominės absorbcijos spektrofotometrija, naudojant grafinę krosnį (pagal ISO: 15586:2003). Gyvsidabrio (Hg) analizė atlikta pagal ISO 1483:2000.

Eksperimentinis tyrimas (biotestavimas): tyrimai atlikti Gamtos tyrimų centro Eksperimentinėje akvariuminėje 2012 m. birželio-spalio mėn. Kairių sąvartyno filtrato (F stotis), melioracijos kanalų (0-nė, 1-a stotis), Ginkūnų (Švedės) tvenkinio (2-a, 3-ia, 4-ta stotis) ir ištekančio iš tvenkinio Švedės upelio (5-a stotis) vandenių mėginiai buvo paimti 2012-05-25; 2012-08-07, 2012-10-10; melioracijos kanalų (0-nė, 1-a stotis).

Testai: trumpalaikis testas – žuvų ekspresyvos elgsenos reakcijų testas, trukmė iki 2 val., tiriamos ekspresyvos elgsenos reakcijos: aptikimo, lokomotorinis aktyvumas (spontaninis, vengimo reakcija), respiratorinė elgsena (žiaunų ventilacija, žiaunų išvalymo reakcija) ir įvertinamas gamtinių ir nutekamųjų vandenių toksiškumo laipsnis bei apskaičiuojamos jų numatomos neveikliosios koncentracijos žuvims; **ūminis testas** – trukmė 24-96 val., apskaičiuojamos medianinės letalinės koncentracijos 96 val. LC50, %; **chroninis (ilgalaikis) testas** – trukmė nuo 96 val. ir ilgiau, nustatomos didžiausia neveiklioji (DNK), mažiausia veiklioji (MVK) koncentracijos visiems tirtiems test-parametrams (mirtingumui, fiziologiniams rodikliams, augimui, elgsenos reakcijoms, ritimosi ir vystymosi parametrams, išsigimimams, kūno deformacijoms).

Test-objektas: vaivorykštinis upėtakis *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) ontogenezeje. Testams buvo naudojamos dirbtinai išveistos (Simno žuvininkystės ūkyje) 10 parų amžiaus, 1,563 ± 0,06 g kūno masės (Q) lervos su trynio maišeliu ir 9-10 cm ilgio (L), 9-11 g kūno masės (Q) jaunikliai (šiųmetukai).

Tyrimo metodika: vaivorykštinio upėtakio lervos atvežtos iš ūkio patalpinamos į inkubacinį šaldytuvą, kur palaikoma pastovi optimali rūšiai temperatūra 9,5 ± 0,5° C ir nėra apšvietimo (pagal ISO 12890:1999; LST ISO 7346-2:1999). Bandymai su jaunikliais buvo atliekami specialiai

sukonstruotame testavimo aparate (Svecevičius, 2005). Kontrolei ir skiedimui buvo naudojamas artezinis vanduo, kurio pagrindinės charakteristikos buvo šios: vandens temperatūra siekė 9,5 ± 0,5° C, pH svyravo 7,9–8,1 ribose, ištirpęs deguonis sudarė 9-10 mg/l, kietumas siekė 284 (271–296) mg/l (pagal CaCO₃), šarmingumas apie 200 (190–210) mg/l (pagal CaCO₃), o ištirpusi organinė anglis neviršijo analitinės nustatymo ribos (< 0,3 mg/l).

Test-parametrai: lervų - mirtingumas (%), vidutinė kūno masė (mg), bendra 10 individų kūno masė (mg), širdies susitraukimų dažnis (krt/min), kvėpavimo dažnis (krt/min), integruoti rodikliai: santykinis kūno masės padidėjimas (%), elgseninės reakcijos [reakcija į išorinius dirgiklius (%), išėjimas iš lizdo (%)] (Kazlauskienė ir kt. 1999; Kazlauskienė *et al.*, 2012b). Jauniklių – pirminės reakcijos latentinis periodas, lokomotorinis aktyvumas (balų sistema), respiratorinės reakcijos: žiaunų ventilacijos dažnis (krt/min; reversinio kvėpavimo (“kosėjimo”) dažnis (krt/min) (Svecevičius, 2005).

Statistinė analizė: gauti duomenys buvo apdorojami statistiškai, naudojant programas STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA) ir GraphPad Instat™ 2.04 (GraphPad Software, San Diego, California, USA). Skirtumai nuo kontrolės buvo apskaičiuojami pagal Student'o (*t*) ir Mann-Whitney (*U*) parametrinį ir neparametrinį kriterijus.

Nuotekų toksiškumo klasifikacija: (pagal jautriausią nespecifinę elgsenos reakciją atitinkančią standartinio (referentinio) testo LC 50 dalį) (Svecevičius, 2005): > 1 – ypatingai aukšto toksiškumo (ūminis letalinis poveikis: per 96 val. žūsta daugiau nei 50 % individų); >0,5 < 1 – aukšto toksiškumo (ūminis letalinis poveikis: per 96 val. žūsta 25- 50 % individų); >0,1 < 0,5 – vidutinio toksiškumo (ūminis letalinis poveikis: per 96 val. žūsta iki 25 % individų); >0,01 < 0,1 – žemo toksiškumo (mirtingumo nėra – subletaliniai efektai – chroninis toksiškumas); < 0,01 – netoksiškos (neveikiančių koncentracijų zona).

Gamtinis tyrimas (bioindikacija): buvo žvejojama visose tyrimo stotyse (0-nė, 1-a, 2-a, 3-ia, 4-ta, 5-a stotis), kurių koordinatės: melioracijos kanalas (0-nė Stotis) N 55° 55.785' E 23° 23.404' N 55° 55.804' E 23° 23.346'; (1-a stotis) N 55° 55.925' E 23° 22.681' N 55° 55.919' E 23° 22.784'. Ginkūnų (Švedės) tvenkinys (2-a stotis) N 55° 56.082' E 23° 22.200' N 55° 56.065' E 23° 22.304'; (3-a stotis) N 55° 56.517' E 23° 22.212' N 55° 56.568' E 23° 22.373'; (4-a stotis) N 55° 56.682' E 23° 22.333' N 55° 56.716' E 23° 22.223'. Švedės upelis (5-a stotis) N 55° 56.866' E 23° 22.497' N 55° 56.810' E 23° 22.498. Tvenkinyje kiekvienoje stotyje po 1 kartą žvejota selektyviniais ir statomais tinklais.

Elektrožūklės metodas: elektrožūklei naudojamas aparatas, kurio elektros srovės galingumas vandenyje iki 3000 W, elektrinių impulsų dažnis iki 120 Hz. Žuvų tyrimus upėse atliekant elektrožūklės būdu, pasirenkamos nuo 20 iki 150 m ilgio upių atkarpos (Junge, Libosvasky, 1965). Naudojant elektrožūklės metodą įvairaus dydžio upėse ir skirtinguose biotopuose visais atvejais yra

atsižvelgiama į CEN (2003) standartus (angl. Water quality– Sampling of fish with electricity. European Committee for Standardization, EN 14011). Visos žvejybos metu sugautos žuvys buvo suskirstomos ilgio grupėmis, po to suskaičiuojamos ir pasveriamos (nustatomas bendras laimikio svoris ir sugautų žuvų skaičius). Iš kiekvienos ilgio grupės imama po 10 žuvų. Kiekviena šių žuvų pasveriami (q) ir išmatuojami ilgiai (L) ir (l). Žuvų rūšys suskirstytos į ekologines grupes laikantis Europos žuvų rūšių klasifikacijos lentelės (Virbickas, Kesminas, 2007). Apskaičiuojami žuvų gausumas N (ind./ha) ir biomasė B (kg/ha). Pagal vieno apgaudymo duomenis žuvų rūšies gausumas ir biomasė apskaičiuojami: ploto vienetui - ind./ha ir kg/ha (Arbačiauskas, 2009).

Atrankinių statomų tinklų metodas: žuvų rūšinės sudėties tvenkinyje duomenys, gausumo ir biomasės įvertinimui buvo surinkti pagal standartizuotą metodiką, taikomą ežerų ichtiofaunos tyrimams: žvejota skirtingo aktyvumo selektyviniais statomais tinklais, kurių ilgis 40 m, tinklo akies diametras (kinta kas 5 metrai tinklo daliai) 14, 18, 22, 25, 30, 40, 50, 60 mm, taip pat 2 statomais tinklais 50 mm aktyvumo ir 60 m ilgio. Bendra sugautų žuvų ichtiologinė analizė buvo atliekama pagal visuotinai taikomus metodus (Правдин, 1966). Nustatyti žuvų ilgiai (L, l), masė (Q), amžius (T), lytis. Speciali analizė – gausumas (N), amžiaus klasės (AK), populiacijų amžinė (K) bei matmeninė (K1) struktūros – atlikta pagal Thoresson (1993) metodiką. Teorinis žuvų bendrijoje skaičius (N) ir biomasė (B) perskaičiuoti ploto vienetui (vnt./ha ir kg/ha) (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas, 2005). Amžiaus nustatymui buvo naudojami žuvų žvynai (Правдин, 1966, Thoresson, 1993). Charakterizuojant kuojos ir ešerio populiacijų būvį, augimo tempai buvo įvertinti pagal Lietuvos ežerams nustatytas šių rūšių augimo tempų grupes (Lietuvos ežerų hidrobiologiniai tyrimai, 1975; Stakėnas, 2007).

Gauti rezultatai ir jų aptarimas

TE Kairių sąvartyno regiono vandens ekosistemos fizikinė-cheminė charakteristika. Vandens mėginių analitinės analizės rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Sunkiųjų metalų koncentracijos tirtuose vandenyse (µg/l)

Vandens mėginių ėmimo stotys	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Kairių sąvartyno filtrato rezervuaras (F stotis)	<0,3	620	2	100	3	76	0,16
Melioracijos kanalas (0-nė st.)	<0,3	4	1	4	<1	<40	<0,1
Melioracijos kanalas (1-a stotis)	<0,3	2	2	2	<1	<40	<0,1
Ginkūnų tvenkinys (2-a stotis)	<0,3	2	2	2	<1	<40	<0,1
Ginkūnų tvenkinys (3-ia stotis)	<0,3	<1	<1	<2	<1	<40	<0,1
Ginkūnų tvenkinys (4-a stotis)	<0,3	<1	<1	<2	<1	<40	<0,1
Švedės upelis ištekantis iš tvenkinio (5-a stotis)	<0,3	<1	<1	<2	<1	<40	<0,1

Analitinis tyrimas parodė, kad buvo ryškūs daugelio vandens mėginių fizikinių ir cheminių parametrų tarp stočių skirtumai. Ištirpusio deguonies koncentracija svyravo nuo 2,4 iki 11,6 mg/l, pH - 6,78-8,45, laidumas - 620-1300 µm/cm, druskingumo 0-0,5 ir amonio svyravo 0,08-5,73 mg/l.

Didesnės sunkiųjų metalų (Cu, Ni ir Cr) koncentracijos buvo nustatytos tik melioracijos kanale (stotis Nr. 0 ir 1) ir svyravo nuo 1 iki 4 µg/l (1 lentelė).

Didžiausios sunkiųjų metalų (Cu, Ni, Zn ir Cr) koncentracijos buvo nustatytos Kairių sąvartyno filtrate (1 lentelė).

Ekspirimentinis tyrimas (biotestavimas): Ištyrus Kairių sąvartyno melioracijos kanalo (1-a st.), Ginkūnų tvenkinio (2-a, 3-ia, 4-a stotys) ir ištekančio iš tvenkinio Švedės upelio (5-a stotis) vandenų poveikį vaivorykštinio upėtakio (*Oncorhynchus mykiss*) lervų mirtingumui, augimui, kvėpavimui ir elgsenai priklausomai nuo ekspozicijos trukmės ir koncentracijos nustatyta, kad Kairių sąvartyno melioracijos kanalo (1-a stotis) ir Ginkūnų tvenkinio (2-a stotis) vandenys yra toksiški vaivorykštinio upėtakio lervoms (tik 2-4 kartus praskiesti vandenys nebuvo toksiški lervų tirtiems rodikliams), o Ginkūnų tvenkinio (3-ia, 4-ta stotys) ir ištekančio iš tvenkinio Švedės upelio (5-a stotis) vandenys nebuvo toksiški vaivorykštinio upėtakio lervoms. Ištyrus Kairių sąvartyno veikiamos hidroekosistemos (melioracijos kanalų, Švedės upelio ir Ginkūnų tvenkinio) vandens mėginių (0-ė-5-a stotys) toksiškumo laipsnis pagal vaivorykštinio upėtakio jauniklių ekspresyviais elgsenos reakcijas (pirminė reakcija, lokomotorinis aktyvumas, respiratorinės reakcijos) nustatyta, kad stipriausiai bandymo žuvys reagavo į 0-nės stoties mėginio vandenį: lokomotorinis aktyvumas padidėjo 4,6 karto, žiaunų ventilacijos dažnis išaugo 1,2 karto, o „kosėjimo“ dažnis padidėjo net 6,7 karto. Į 1-os ir 2-os stočių vandens mėginius bandymo žuvys reagavo ganėtinai panašiai: lokomotorinis aktyvumas padidėjo 1,5–2,5 karto, žiaunų ventilacijos dažnis išaugo tik 1,1 karto, o „kosėjimo“ dažnis padidėjo iki 2,8 – 2,9 karto. Į 3-ios, 4-os ir 5-os stoties vandenį bandymo žuvys reagavo taip pat labai panašiai, tiksliai žymiai silpniau: lokomotorinis aktyvumas padidėjo 1,1–1,3 karto, „kosėjimo“ dažnis išaugo tik 1,1–1,2 karto, o žiaunų ventilacijos dažnis nepakito. Pastebima ryški riba tarp stipriai veikiančių mėginių vandens (0-nė, 1-a ir 2-a stotys) ir silpnai veikiančių vandenų (3-ia, 4-a ir 5-a stotys). Skirstant tirtas vaivorykštinio upėtakio elgsenos reakcijas pagal jų jautrumą, pirmoje vietoje yra reversinio kvėpavimo („kosėjimo“) dažnis, antroje – lokomotorinis aktyvumas. Žiaunų ventilacijos dažnis ir pirminės reakcijos latentinis periodas mažiausiai jautrus rodikliai. „Kosėjimo“ dažnį reikėtų pripažinti jautriausia nespecifine elgsenos reakcija, labiausiai tinkančia duotų vandenų toksikologiniams tyrimams. Siekiant charakterizuoti tiriamus vandenį toksikologiškai, gauti elgsenos reakcijų rezultatai buvo palyginti su standartinio (referentinio) testo „daugių“ koncentracijų (0,01 96 val. LC50) duomenimis (Svecevičius, 2004). Švedės

upelio vandens mėginys ties Kairių sąvartyno filtrato rezervuaru (0-nė stotis) „saugi“ koncentracija buvo viršyta 860, 1-os ir 2-os stočių vandens mėginiuose ši koncentracija buvo viršyta 260–280 kartų, mažiausiai toksiški buvo vandens mėginiai iš paties Ginkūnų tvenkinio ir ties Švedės upelio ištėkėjimu iš jo (3-5 stotys) („saugi“ koncentracija buvo viršyta 1,5–2,3 kartų). Tirtų vandens mėginių toksiškumas yra charakterizuojamas taip: 0-nės stoties kaip „aukšto toksiškumo“, 1-os ir 2-os stočių kaip „vidutiniškai toksiškas“, o 3-ios 4-os ir 5-os stočių kaip „žemo toksiškumo“. Biotestavimo duomenų pagrindu nustatytas toksiškumo laipsnio gradientas tarp stočių:

$$0\text{-ė} > 1\text{-a} = 2\text{-a} > 3\text{-ia} > 4\text{-a} = 5\text{-a}.$$

Gamtinis tyrimas (bioindikacija): eksperimentinės žvejybos metu tyrimo stotyse buvo sugautos 10-ties rūšių žuvis, priklausančios 3 šeimoms: lydekinių (lydeka), karpinių (kuoja, saulažuvė, karšis, lynas, raudė, sidabrinis ir auksinis karosai), ešerinių (ešerys, pūgžlys). Tolstant nuo taršos šaltinio žuvų įvairovė didėjo (0 st. – 2 rūšys; I st. – 4 rūšys, 2, 3, 4 stotyse – 9 rūšys, 5 st. – 4 rūšys). Nustatyta bendra žuvų biomasė Ginkūnų (Švedės) tvenkinyje buvo labai aukšta ir kito gana plačiose ribose nuo 155,3 iki 327,6 kg/ha. Tvenkinyje gyveno evribiontinės ir pakankamai atsparios taršai žuvų rūšys (lydeka, kuoja, karšis, raudė, lynas, sidabrinis ir auksinis karosas, ešerys ir pūgžlys), kurios yra prisitaikiusios prie ekstremalių ekologinių sąlygų. Aukštą žuvų produktyvumą apsprendė geros mitybinės ir neršto sąlygos. Tvenkinyje pastoviai yra vykdoma mėgėjiška žvejyba, tačiau žvejai mėgėjai, kai kurių žuvų rūšių pvz. lynų, didesnių kuojų ir ešerių neišgaudo, todėl bendras žuvų gausumas ir biomasė buvo pakankamai aukšta lyginant su kitais vandens tvenkiniais (Kesminas ir Virbickas, 1999). Kaip matyti iš tyrimo rezultatų, melioracijos grioviuose (0-nė, 1-a stotys) ir Švedės upelyje (5-a stotis) vyravo limnofilinės, euribiontinės žuvų rūšys (kuoja, ešerys, sidabrinis karosas, saulažuvė, pasitaiko lydeka), visai nesugauta tipinių reofilinių žuvų rūšių, kurios paprastai charakterizuoja natūralių, neužterštų upelių ichtiofauną.

Apibendrinus gautus rezultatus galima teigti, kad Kairių sąvartynas vis dar išlieka rimtu permanentinės taršos šaltiniu, nežiūrint to, kad jis yra jau uždarytas. Sąvartyno filtratas vis dar yra ypatingai toksiškos nuotekos, kurios filtracijos keliu per pralaidžius gruntuos iš izoliuotų rezervuarų gali patekti į melioracijos kanalus, iš kur toliau keliauti į Ginkūnų (Švedės) tvenkinį.

Padėka: Šis darbas buvo finansuojamas Lietuvos Mokslo Tarybos, Projektas Nr. MIP-038/2012.

Literatūra

Arbačiauskas K. (red.). 2009. Gyvūnijos monitoringo metodai. Vilnius.
 Bernes C. 1998. Persistent organic pollutants. A Swedish view of an international problem. Swedish Environmental Agency, Monitor 16.

Gudaitytė R. 2009. Lapių sąvartyno filtrato toksiškumo vertinimas biotestais. Magistro baigiamasis darbas. Vytauto Didžiojo Universitetas.
 Junge Ch.O., Libosvasky J. 1965. Effects of size selectivity on population estimates based on successive removals with electrofishing gears. Zool. Listy, No 14, 171–178 p.
 Hydrobiological research in the Baltic countries. 1999. Part I Rivers and Lakes. Institute of ecology, 1-397 p., Vilnius.
<http://www.balsas.lt/naujiena/399820/savivaldybe-su-pirtininkais-sukele-ekologine-katastrofa/2>
http://europa.eu/success50/html/story_58_lt.html
<http://www.siauliai.lt/.../view.php?...savartynas...Kairi%F8>
<http://www.matl.lt/Src/vanduo2011atask.pdf>
<http://www.sratc.lt> > ... >gyvendinti projektai
 Kazlauskienė N., Svecevičius G., Vosylienė M.Z. 1999. The use of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a test-object for evaluation of the water quality polluted with heavy metal. In: Metals in the Environment: an integrated approach, ed. by D. Lovejoy, 231-234 p. Vilnius.
 Kazlauskienė N., Vosylienė M. Z., Marčiulionienė D. et al. 2004. Kairių sąvartyno filtrato ir melioracijos griovių vandens (po avarijos) toksiškumo įvertinimas biologiniais metodais. Vandens telkinių apsauga ir valdymas. Straipsnių rinkinys, 100-109 p., Kaunas.
 Kazlauskienė N., Svecevičius G., Vosylienė M.Z. et al. 2012a. Toxicological assessment of water bodies polluted by landfill leachate after accidental spill. EPPH International Conference on Environmental Pollution and Public Health May 17-20, 2012, 722-726 p., Shanghai, China. <http://www.icbbe.org/epph2012>
 Kazlauskienė N., Svecevičius G., Marčiulionienė D. et al. 2012b. The Effect of Persistent Pollutants on Aquatic Ecosystem: A Complex Study. Baltic International Symposium (BAL TIC), 2012 IEEE/OES 2012, 1 - 6 IEEE Conference Publications.
 Kaunelienė V., Gelažienė V. 2002. Sunkiųjų metalų migracija į karklų žilvičių (*Salix viminalis*), naudojamų sąvartyno filtrato valymui, audinius. 2002. Kauno technologijos universitetas, Inžinerinės ekologijos katedra, Aplinkosaugos valdymo ir technologijų centras, 8 p., Kaunas.
 Kaunelienė V., Mačiulytė L. 2003. Sunkiųjų metalų kaupimasis karklų žilvičių (*Salix viminalis*), laistomų sąvartyno filtratu, audiniuose. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, Vol. 3, No 25, 62-70 p.
 Kesminas V., Virbickas T. 1999. Fish species diversity and productivity. Hydrobiological Research in the Baltic Countries. Part I. Rivers and Lakes. Institute of Ecology, Lithuania, 66-102 p.
 Lietuvos ežerų hidrobiologiniai tyrimai. 1975, 301 p. Vilnius.
 Lietuvos respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl žuvų išteklių tyrimų metodikos patvirtinimo, 2005 m. spalio 20 d. Nr. D1-501, Vilnius.
 Marčiulionienė D., Montvydienė D. 2004. Dugno nuosėdų ir dirvožemio toksiškumo įvertinimas Kairių sąvartyno filtratui išsiliejus į aplinką. Vandens telkinių apsauga ir valymas, Straipsnių rinkinys, 143-147 p., Kaunas.
 Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 376 с.
 Stakėnas S. 2007. Valstybinės reikšmės vandens telkinių svarbiausių žuvų rūšių augimo klasifikacija žuviniais tikslais. Mokslinė ataskaita. Lietuvos Hidrobiologų draugija, 1-56 p., Vilnius.
 Stankaitis A., Tričys V., Kazanavičius K. 2009. Kairių sąvartyno filtrato tyrimas FTIR spektrofotometru, Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas, Jaunųjų mokslininkų darbai, Vol. 3, No 24, 24-26 p.
 Svecevičius G. 2004. Kairių sąvartyno filtrato ir avarijos metu juo užterštų aplinkinio regiono telkinių vandens toksiškumo laipsnio nustatymas pagal vaivorykštinio upėtakio *Oncorhynchus mykiss* elgsenos reakcijas. Vandens Telkinių Apsauga ir Valdymas. Straipsnių Rinkinys, 208-213 p., Kaunas.
 Svecevičius G. 2005. Behavioral responses of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to sublethal toxicity of a model mixture of heavy metals. Bull Environ Contam Toxicol, Vol. 74, 845-852 p.

- Šiaulienė I., Motiekaitytė V., Marčiulionienė D. et al. 2004. Application of biotests for toxicity evaluation of leachate and toxic tolerant vegetation processes in exploited landfill. Vandens telkinių apsauga ir valymas. Straipsnių rinkinys, 194-198 p., Kaunas.
- Thoreson G. 1993. Guidelines for coastal monitoring – fishery biology – Kustrapport 1, 1-35 p.
- Virbickas T., Kesminas V. 2007. Development of fish-based assessment method for the ecological status of rivers in the Baltic region. Fisheries management and ecology. Vol. 14, No 6, 531–539 p..
- Vosyliienė M.Z., Kazlauskienė N. 2004. Švedės tvenkinio vandens (po Kairių savartyno filtrato išsiliejimo į aplinką) poveikio žuvims įvertinimas. Vandens telkinių apsauga ir valymas. Straipsnių rinkinys, 219-222 p., Kaunas.
- Water quality– Sampling of fish with electricity. European Committee for Standardization, EN 14011.

BANGŲ VEIKIMO ZONA LIETUVOS PRIEKRAVĖJE

Loreta Kelpšaitė^{1,2}, Ingrida Bagdanavičiūtė^{1,2}

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda;* ²*Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; loreta@corpi.ku.lt*

Pasauliniame vandenyne procesai, įtakojantys vandens stulpo maišymąsi, yra atmosferos srautų judėjimas, srovės, paviršinės bangos, potvyniai ir atoslūgiai bei jų tarpusavio sąveika. Šių procesų mechanizmų supratimas yra reikšmingas įvairių biologinių, cheminių procesų, atkylos, patvankų, kranto ardos, nešmenų transportui ir kt. tolimesnėms studijoms. Banginių procesų studijavimas yra labai sudėtingas ir brangiai kainuojantis procesas. Bangų režimo atkūrimui yra sukurta eilė modelių, vieni jų yra skirti bangų atkūrimui atviruose vandenyse (pvz. WAM modelis), kiti skirti įvertinti bangų transformacijas artėjant prie kranto (pvz. SWAN).

Bangų parametrų Lietuvos priekravėje vertinimui buvo pasitelktas SWAN (Simulating Waves Nearshore) trečios kartos, atviros prieigos bangų modelis. SWAN modelis yra grindžiamas bangų balanso lygtimi, savyje išsaugojęs bangų generavimo, sklaidos, bangų tarpusavio sąveiką iš WAM giliavandens bangų modelio (Komen et al., 1994). Modelis sukurtas Delfto Technologiniame Universitete ir yra prieinamas (<http://www.swan.tudelft.nl>). Šiandien, tai plačiausiai naudojamas priekravės bangų modelis. Modeliavimui buvo pasirinkta 15 scenarijų: esant PV, V, ŠV krypčių 10, 12, 20, 25 ir 30 m/s greičių vėjams. Bangos, sklisdamos virš nuožulnaus seklėjančio dugno kranto link, keičia savo pagrindinius parametrus. Bangos transformacija prasideda ties bangų deformacijos jūrine riba, kur gylis lygus pusei bangos ilgio (Massel, 1999). Tenkinant šią sąlygą, bangos bazė pradeda sąveikauti su dugnu, keičiasi bangų sukkelto vandens dalelių judėjimo orbitinės trajektorijos, iš orbitinių jos tampa elipsoidinėmis, o prie dugno lieka tik horizontalios dalelių judėjimo trajektorijos. Dėl bangų sąveikos su dugnu, tuo pačiu vyksta bangų pernešamos energijos sklaida. V. Gudelis (1998) įvardina Lietuvos priekravę kaip jūros dalį nuo kranto linijos iki tos gilumos, kurioje bangos bei priedugninės vandens srovės dar aktyviai veikia jūros dugną, t.y. 20-25 m gylio. Tačiau, vertinant bangų poveikio gylį, remiantis vizualiai stebėtų bangų aukščiais, gautos reikšmės neviršijo 10 m gylio (Kelpšaitė, 2008).

Bangų modeliavimo rezultatai be tradicinių bangų parametrų, kaip bangos aukštis ir periodas, taip pat pateikia bangų ilgus bei priedugninių srovių vertes. Iš šių duomenų galime nustatyti, kokiomis meteorologinėmis sąlygomis ties 20 m izobata bangos aktyviai veikia visą vandens stulpą bei dugną.

Pučiant ŠV krypties vėjams, vandens stulpas pilnai išmaišomas iki 19 m gilumos (bangos ilgis 38 m, atitinkamai veikimo gylis - 19 m) (1 lentelė). Tai lemia didžiausias išsibangavimo atstumas, kuris atitinkamai iš vakarų yra trumpesnis ir trumpiausias iš pietvakarių krypties, dėl kranto konfigūracijos ir ekspozicijos.

1 lentelė

Bangos ilgis (m) ties 20 m izobata

Vėjo kryptis	Vėjo greitis				
	10 m/s	15 m/s	20 m/s	25 m/s	30 m/s
ŠV	16	24	31	38	45
V	14	22	28	35	41
PV	12	18	23	29	35

Trumpesnis išsibangavimo kelias, iš PV, bei seklesnė išsibangavimo zona, neleidžia susiformuoti ilgoms bangoms, esant maksimaliam 30 m/s PV vėjui. Kai V ir ŠV krypties vėjai sukelia bangas, kurių ilgis yra virš 40 m ir visas vandens stulpas iki 20 m gylio yra išmaišomas, banga jau sąveikauja su dugnu, vyksta bangų energijos disipacija, galima stebėti pavienių bangų lūžį atvirame vandenyje.

Nors Lietuvos priekrantę pasiekia bangos, kurios geba išjudinti vandens stulpą pakankamai giliai (bangos sąveika su dugnu prasideda iki 20 m izobatos), tačiau šios bangos nėra aukštos. Giliame vandenyje (iki bangos sąveikos su dugnu) esant 10 m/s greičiui bangos aukštis pučiant ŠV, V ir PV vėjams tesiekia 1 m. Atitinkamai 15 m/s vėjas sukelia bangas iki 2 m, o 20÷25 m/s vėjas sukelia ~3 m aukščio bangas. Ir tik 30 m/s vėjas generuoja iki 4 m bangas (2 lentelė). Stiprėjant vėjui, ryškėja išsibangavimo atstumo įtaka bangų aukščiui, taip PV krypties vėjo sukeltos bangos, esant stipresniems nei 20 m/s vėjams, yra beveik 1 m žemesnės, nei atitinkamos ŠV ir V vėjų sukeltos bangos.

2 lentelė

Vidutinis/maksimalus bangos aukštis (m) ties 20 m izobata

Vėjo kryptis	Vėjo greitis				
	10 m/s	15 m/s	20 m/s	25 m/s	30 m/s
ŠV	0,85/1	1,4/1,8	1,97/2,55	2,5/3,3	3/4
V	0,7/1	1,2/1,8	1,7/2,56	2,19/3,3	2,65/4
PV	0,5/0,9	0,77/1,3	1,16/ 2	1,5/2,6	1,8/ 3,1

Šios, palyginti, neaukštos ilgos bangos, sukelia priedugninių vandens masių judėjimą (3 lentelė). Pagal S. Massel (1999) priedugninės srovės, kurių greitis <0,05 m/s yra įvardinamos kaip labai mažos, o priedugninės srovės, kurių greitis <0,1 m/s jau dalyvauja dugno nešmenų perklostyme (Jonson et al., 2005). Taigi, jau esant 15 m/s vėjui ir tik 1,2-1,8 m aukščio bangoms, 20 m gylyje jau jaučiamas bangų sukeltų vandens masių judėjimas (3 lentelė) ir galima nešmenų

pernaša. Stiprėjant vėjui, atitinkamai didėja bangų poveikis visam vandens stulpui, vyksta pilnas vandens maišymasis.

3 lentelė

Bangų sukeltas vandens dalelių greitis (m/s) ties 20 m izobata

Vėjo kryptis	Vėjo greitis				
	10 m/s	15 m/s	20 m/s	25 m/s	30 m/s
ŠV	0,035	0,122	0,243	0,39	0,56
V	0,043	0,137	0,26	0,41	0,57
PV	0,021	0,077	0,157	0,25	0,36

Iki 2012 metų Lietuvos priekrantėje vyraujančių vėjų analizei buvo naudojami žemyninių meteorologinių stočių duomenys, kurie nepilnai atvaizduodavo virš Baltijos jūra ties Lietuvos priekrante vyraujančią realią vėjų greičių ir krypties situaciją. Palangoje instaliavus automatinę vandens kokybės stebėjimo sistemą, atsirado galimybė įvertinti tiesiogiai jūroje vyraujančių vėjų charakteristikas.

Literatūra

- Gudelis V. 1998. Lietuvos jūris ir pajūris. Lietuvos Mokslas : Vilnius, 444 p.
- Jönsson A., Danielsson Å., Rahm L. 2005. Bottom type distribution based on wave friction velocity in the Baltic Sea Continental Shelf Research, 25(3), 419-435.
- Jones E.M., Kämpf J., Fernandes M. 2012. Characterisation of the wave field and associated risk of sediment resuspension in a coastal aquaculture zone. Ocean and Coastal Management 69(2012) 16-26.
- Kelpšaitė L. 2008. Bangų veikimo zonos gylio nustatymas ties Lietuvos priekrante. Jūros ir krantų tyrimai 2008.
- Massel S.R. 1999. Fluid Mechanics for Marine Ecologists. Springer-Verlag : Berlin, 565 p.

PLŪDURLAPIŲ AUGALŲ BENDRIJŲ GAUSUMAS, ĮVAIROVĖ IR PAPLITIMAS KURŠIŲ MARIŲ ŠIAURINĖJE DALYJE

Raimonda Kybrancienė

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; raimonda@corpi.ku.lt

Plūdurlapės augalų bendrijos yra įprastos ir dažnai dominuojančios lėtos tėkmės, eutrofikuojuose, drumstuose vandens telkiniuose (Maltus ir kt., 1990). Makrofitų (tame tarpe ir plūdurlapių) tyrimai Kuršių mariose yra gana atsitiktiniai tiek laiko, tiek erdvės atžvilgiu. Pirmieji apžvalginius bendrijų ir rūšių tyrimus atliko Minkevičius ir Pipinis (1959). Vėlesnių autorių darbai (Jurgilaitė, 1998; Plokštienė, 2002; Sinkevičienė, 1999) taip pat buvo floristinio pobūdžio. Labiau išvystyta augalija (tiek bendrijų, tiek rūšine įvairove bei užimamu plotu) yra rytiniame marių krante. Bendrijos su *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus* užima didžiausias teritorijas tiek rytiniame, tiek vakariniame krantuose (Jurgilaitė, 1998; Minkevičius ir Pipinis, 1959). Tuo tarpu bendrijos su plūdurlapiais augalais yra paplitusios lokaliai ir užima nedideles teritorijas. Plūdurlapių bendrijas formuoja *Nuphar lutea* bei *Nymphoides peltata*. Bendrijos su *N. peltata* yra retos ir paplitusios tik vakarinėje Lietuvos dalyje. Šios bendrijos įrašytos į Lietuvos raudonąją knygą (Balevičienė ir kt., 2000).

Metodai. Tyrimai buvo atliekami šiaurinėje Kuršių marių dalyje. Darbo tikslas yra nustatyti bendrijų su plūdurlapiais augalais paplitimą dabartiniu metu bei įvertinti rūšinius pokyčius bendrijų struktūroje per 1959 – 2012 m. laikotarpį. Bendrijų užimami plotai buvo nustatyti naudojant ortofotonuotraukas ir taikant GIS metodus. Ilgamečiai pokyčiai buvo vertinami atliekant augalų bendrijų duomenų analizę trijuose laikotarpiuose: 1959, 1995-1997 ir 2011-2012 metais. Vykdamas bendrijų aprašymus buvo taikyta standartinė metodika, vertinimui taikant Braun-Blanquet skalę. Siekiant įvertinti biologinės įvairovės skirtumus bendrijose įvairiais laikotarpiais, buvo taikomas Shannon indeksas (H).

Rezultatai. Kuršių marių šiaurinėje dalyje buvo aptiktos penkios plūdurlapių augalų rūšys: paprastoji lūgnė (*Nuphar lutea*), vandeninė plaumuonė (*Nymphoides peltata*) ir mažaziedė bei baltoji vandens lelijos (*Nymphaea candida*, *N. alba*), plūduriuojančioji plūdė (*Potamogeton natans*). Marių šiaurinėje dalyje tik dvi plūdurlapės rūšys (*N. lutea*, *N. peltata*) formuoja bendrijas: lūgnynus (*Nupharetum lutei*) ir plaumuonynus (*Nymphoidetum peltatae*). Nedideliuose gyliuose *N. lutea* bei *N. peltata* auga ežerinio meldo bendrijose (*Scirpeyum lacustris*). *Nymphaea candida* dažniausiai auga

lūgnynuose, bet bendrijų nesudaro. Kitos plūdurlapės rūšys aptinkamos pavieniui.

Bendrijos su plūdurlapių augalų rūšimis rytinėje marių pakrantėje viso užima apie 322 ha plotą. Gausiausiai auga Kniaupo įlankoje. Lūgnynai užima apie 167 ha, lūgnynai, kuriuose auga ir reta rūšis – vandeninė plaumuonė, užima apie 10 ha, plaumuonynai apie 7 ha ploto. Ežerinio meldo bendrijos su plūdurlapiais augalais užima apie 138 ha ploto. Vakariniam marių krante ties Nida aptiktas vos 10 m² užimantis plaumuonynas, ties Pervalka randami pavieniai vandeninės plaumuonės ir paprastosios lūgnės augalai.

Bendrijų su plūdurlapiais augalais augimo gylis svyruoja nuo 0,10 iki 2 metrų. Šiose bendrijose, apimant visus laikotarpius, buvo užfiksuotos 34 makrofitų rūšys. Didžiausia biologinė įvairovė visose trijose bendrijose su plūdurlapiais augalais nustatyta 1959 metais. Ypatingai išsiskyrė lūgnynai (H=2,8) pažymėtina, kad tuo metu juose augo *Charophyta* rūšys (*Tolypellopsis stelligera*, *Chara sp.*), kurios vėlesniais metais nebeaptinkamos. Lyginant 1995-97 ir 2011-12 metų laikotarpius, mažiausi pokyčiai stebimi plaumuonynuose; Shannon indeksai atitinkamai H=0,64 ir H=0,61. Tais pačiais laikotarpiais lūgnynuose pokyčiai didesni, atitinkamai H=0,4 ir H=0,9. 2011-2012 metais lūgnynuose fiksuota gausiai auganti *Ceratophyllum demersum*.

Sudėtinga korektiškai vertinti ilgalaikius pokyčius bendrijos, nes istoriniai duomenys yra fragmentiški, negausūs, skirtingų laikotarpių bendrijų aprašymai nesutampa erdvėje. Nepaisant to, galima teigti, kad charakteringos, plūdurlapių augalų bendrijas formuojančios rūšys visais laikotarpiais išlieka to paties pastovumo laipsnio ir aprašymams būdingas panašus gausumas: *Nuphar lutea* - V³⁻⁵ *Nymphoides peltata* V²⁻⁵. Taip pat pastebėta, kad išnyksta eutrofikacijai jautrios rūšys (*Tolypellopsis stelligera*, *Chara sp.*), o tolerantiškų rūšių (*Ceratophyllum demersum*) gausėja.

Literatūra

- Balevičienė J., Balevičius A., Grigaitė O. ir kt. 2000. Lietuvos raudonoji knyga. Augalų bendrijos. Jurgilaitė D. 1998. Kuršių marių šiaurinės dalies makrofitų tyrimai.- Kuršių marių ir Baltijos jūros aplinkos būklė (AM JTC informacinis leidinys). P-157-169. Klaipėda.
- Kent M., Coker P. 1999. Vegetation description and analysis. A practical approach. Belhaven press. London, 44 – 46.
- Malthus T.J., Best E.P.H., Dekker A.G. 1990. An assessment of the importance of emergent and floating-leaved macrophytes to trophic status in the Loosdrecht lakes (The Netherlands). Hydrobiologia 191 : 257-263.
- Minkevičius A., Pipinis J. 1959: Kuršių marių floros ir augalijos apžvalga – Kuršių marios 109- 135. Vilnius.
- Plokštienė D. 2002. Kuršių marių augalijos vystymasis ir kaita. Jūra ir aplinka., 2(7): 33-41.
- Sinkevičienė Z. 1999. Vandeninės plaumuonės (*Nymphoides peltata*(S.G.Gmelin) O.Kuntze) bei jos bendrijų paplitimas ir būklė Lietuvoje. – Botanica Lithuanica., 5(3): 219-226.

DUGNINIŲ VERSLINIŲ ŽUVŲ LIGŲ ĮVAIROVĖ IR PAPLITIMAS BALTIJOS JŪROJE

Žilvinas Kregždys, Romas Statkus, Marijus Špėgys, Kęstas Plauška

Žuvininkystės tarnybos prie Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministerijos
Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius, Klaipėda; zzilvis@gmail.com

Bakterinės ligos yra geras populiacijos reguliavimo veiksnys, ypač aukščiausios mitybos grandies plėšrūnams. Per ilgą evoliucijos laikotarpį žuvys įgavo didesnę atsparumą ligų sukėlėjams, o jų ligų daroma žala pasidarė minimali. Tačiau, pakitus kai kuriems aplinkos ar organizmo veiksniams, ši pusiausvyra suyra. Ligoti individai aptinkami vis dažniau. Lietuvos išskirtinės ekonominės zonos (LIEZ) vandenyse limfocysčiu pagrindu pažeidžiamos upinės plekšnės. Ligos sukėlėjas – DNR turintis virusas. Parazituodamas odos ląstelių paviršinio sluoksnio viduje, sukelia jų nepalaujamą augimą (hipertrofiją). Hipertrofuotos ląstelės praranda dalijimosi savybę, tačiau nenustoja augti, ko pasėkoje sprogstą ir virusas patenka į vandenį. Limfocysčiu užsikrečiama tiesioginio kontakto tarp išskirto į vandenį viruso ir jautrios jam žuvies metu, todėl ligotų žuvų išmetimas už borto skatina šios ligos plitimą (Dethlefsen, 1984).

Pagrindinis opaligės požymis – apvalios formos atvirų žaizdų susidarymas. Liga pasireiškia ūmiu uždegimu su daline dengiamųjų audinių nekroze. Opaligės dažniausias sukėlėjas – bakterija *Aeromonas salmonicida* (Cipriano ir Bullock, 2001). Didėjant vandens temperatūrai didėja sergamumas opalige (Mellergaard ir Nielsen, 1996).

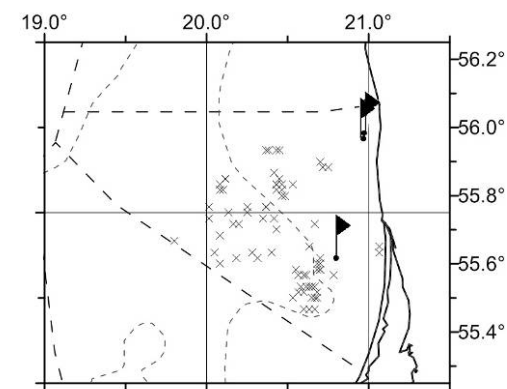
Pelekų erozijos sukėlėjai – *Aeromonas*, *Pseudomonas* ir *Vihrio* genčių bakterijos. Nedidelis pelekų audinių netekimas yra pagrindinis šios ligos požymis. Skeleto, ypač stuburo, deformacijos būdingos daugumai žuvų rūšių. Jos atsiranda embrioninėje arba lervinėje žuvies vystymosi stadijoje dėl įvairių cheminių medžiagų poveikio. Šiam procesui didelės įtakos turi ir kalcio stoka aukščiau minėtų vystymosi stadijų metu (Vethaak ir Jol, 1996).

Darbo tikslas: nustatyti dugninių žuvų ligas, ištirti dugninių žuvų ligų pasiskirstymą ir rasti žuvų ligų priklausomybę nuo antropogeninių faktorių.

Metodai

Darbai jūroje vykdomi MŽTG „Darius“ naudojant dugninį tralą TV3-520, kuriame įmontuotas 10 mm akytumo įdėklas. Tralo žiočių vertikalus atsidarymo aukštis yra 2,5 m, horizontalus - 14,5 m. Taip pat buvo naudojami 20, 38, 45, 50, 55, 60 ir 70 mm akies dydžio žiauniniai tinklaičiai. Biologinė laimikių analizė buvo atliekama pagal standartinius metodus (Thoresson, 1993).

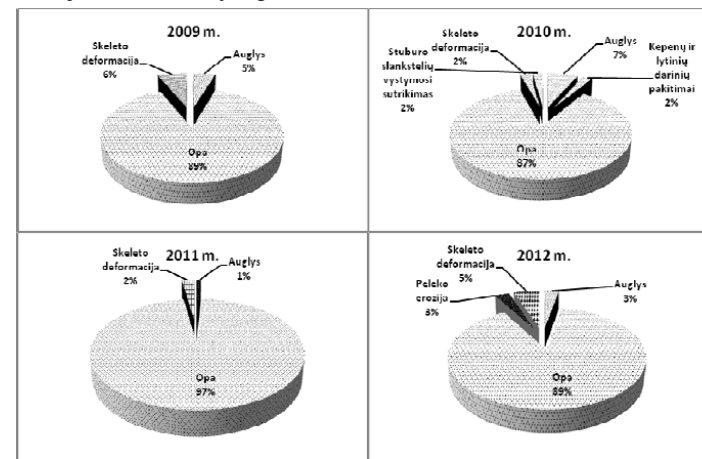
Atrinktos sergančios žuvys atrinktos iš viso sugavimo traluojant. Išmatuojamas jų ilgis, nustatomas svoris, lytis ir branda (Piščikas, 2000). Ligos rūšis buvo nustatoma pagal Tarptautinės jūrų tyrimų tarybos (TJTT) darbo grupės ataskaitoje pateiktą metodiką (WKFD, 2005).



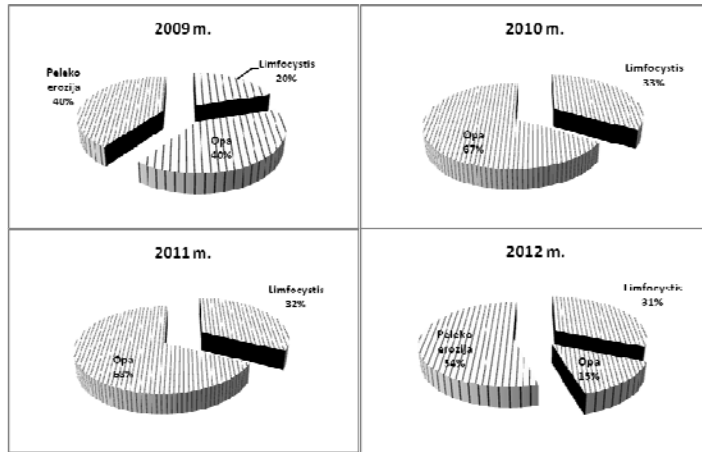
1 pav. Mėginių paėmimo vietos Baltijos jūros LIEZ.

Rezultatai

Per visą tyrimų laikotarpį buvo nustatytos šešios išorinės menkių ligos (2 pav.) 409 menkės individams. Didelę dalį, apie 90 % susirgimų sudarė odos liga opaligė. Skeleto deformacijas galima išskirti į dvi rūšis: galvos ir stuburo deformacijas. Atitinkamai šios skeleto deformacijos sudarė 77 ir 23 procentus. Peleko erozija buvo nustatyta penkiems menkių individams.

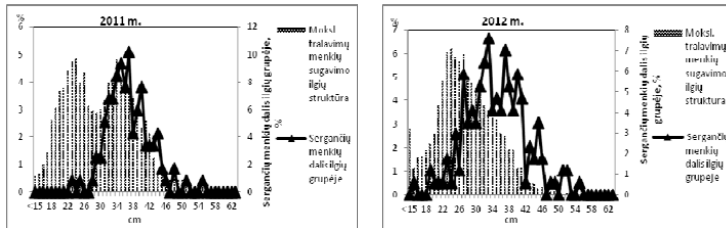


2 pav. Menkių ligų pasiskirstymas 2009-2012 m.



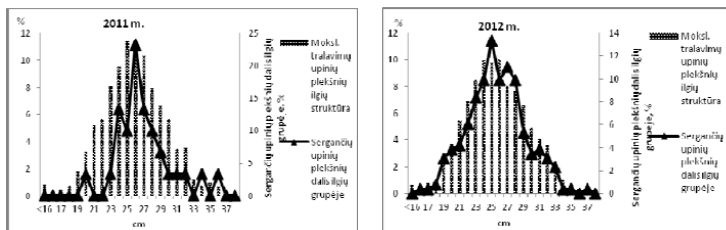
3 pav. Upinių plekšnių ligų pasiskirstymas 2009-2012 m.

Upinėms plekšnėms buvo nustatytos trijų rūšių išorinės ligos (3 pav.) 302 individams. Kaip ir menkių atveju labiausiai vyraujanti patologija - odos opaligė. Apie 20-30 proc. sudarė susirgimas limfocystis. 2012 m. pagausėjo pelekų erozijos susirgimų.



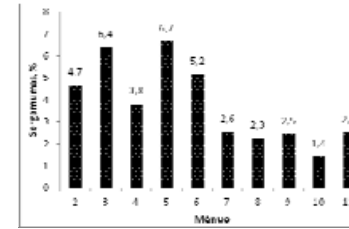
4 pav. Sergančių menkių pasiskirstymas pagal ilgius 2011-2012 m.

Iš 4 paveiksle pateikiamų rezultatų galima matyti, kad dažniausiai menkės serga nuo 32 iki 37 cm ilgio grupėje.

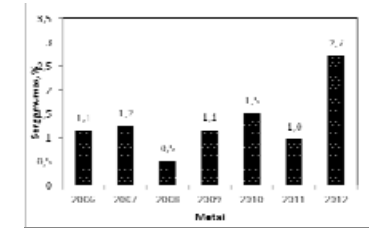


5 pav. Sergančių upinių plekšnių pasiskirstymas pagal ilgius 2011-2012 m.

Daugiausiai sergančių upinių plekšnių buvo nustatyta 24-28 cm ilgio grupėje. (5 pav.).

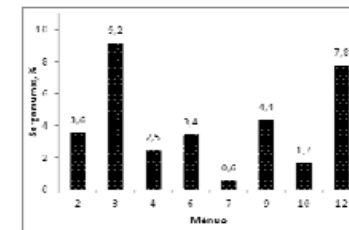


6 pav. 2009-2012 m. menkių vidutinio sergamumo pasiskirstymas pagal mėnesius.

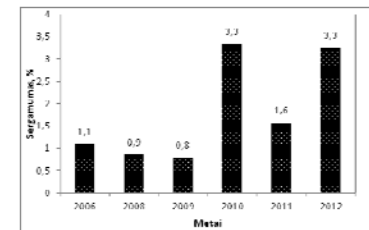


7 pav. Menkių sergamumas opalige 2006-2012 m. laikotarpiu.

Tirtuoju laikotarpiu didžiausias sergamumas nustatytas pirmame pusmetyje (6 pav.). Menkių sergamumas opalige, tirtuoju laikotarpiu didėjo (7 pav.).

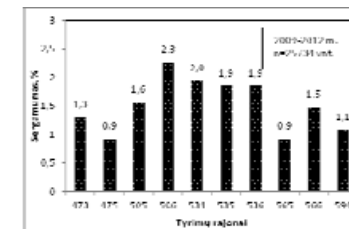


8 pav. Upinių plekšnių vidutinio sergamumo pasiskirstymas pagal mėnesius

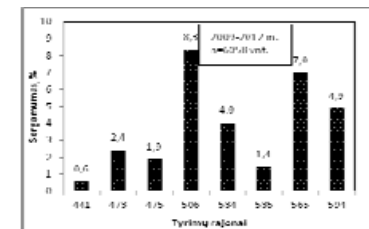


9 pav. Upinių plekšnių sergamumas limfocystičiu 2006-2012 m.

Upinių plekšnių sergamumas limfocystičiu paskutiniais metais ženkliai padidėjo (9 pav.).



10 pav. Menkių sergamumas (%), tyrimų rajonuose



11 pav. Upinių plekšnių sergamumas (%), tyrimų rajonuose

Pagal Dethlefsen (1984), Vethaak ir Jol (1996) žuvų sergamumui turi įtakos žvejybos intensyvumas. Palyginus 10 ir 11 paveikslus matyti, kad sergamumas padidėjęs tuose tyrimų rajonuose, kuriuose ypač daug traluojama.

Išvados

1. Tyrimo laikotarpiu buvo nustatyta šešios menkių ligos ir trys upinių plekšnių ligos.
2. Dugninės žuvys dažniausiai serga opalige. Menkėse tai pasitaiko 90 % visų ligų atvejų. Kiek rečiau menkėse pasitaikė stuburo ir galvos deformacijų ir peleko erozijų. Upinės plekšnės be opaligės taip pat sirgo limfocystičiu (20-30 %) ir peleko erozija (40-50 %).
3. Dažniausiai menkės serga nuo 32 iki 37 cm ilgio grupėje, o upinės plekšnės- 24-28 cm ilgio grupėje.
4. Didžiausias menkių sergamumas užfiksuotas 2009-2012 m. laikotarpio pirmame pusmetyje. Tai siejasi su didžiausiu menkių gausumu.
5. Didžiausias menkių ir upinių plekšnių sergamumas 506, 534, 565, 594 rajonuose, kuriuose vyksta intensyvi žvejyba. Tai siejasi su didžiausiu dugninių verslinių žuvų gausumu.

Padėka. Dėkojame žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriaus darbuotojams renkant duomenis.

Literatūra

- Cipriano R.C., Bullock G.L. 2001. Furunculosis And Other Diseases Caused By Aeromonas salmonicida // Fish Disease Leaflet 66. U.S. Department of the Interior.
- Dethlefsen V. 1984. Diseases in North Sea fishes // Helgolander Meeresunters. N. 37,- P. 353-374.
- Mellergaard S., Nielsen E. 1996. Epidemiology of X-cell gill disease in common dab Limanda limanda // Diseases of aquatck organisms. N. 25. – P. 107-116.
- Piščikas V. 2000. Baltijos jūros Lietuvos ekonominės zonos verslinių žuvų sergamumas bei su juo susijusių nuostolių verslinei žūkliai analizė ir įvertinimas. Lietuvos žuvininkystės laboratorijos ataskaita. Klaipėda. 59 p.
- Thoresson G. Guidelines for coastal monitoring (Fishery biology).-Kustrapport, 1993-36p.
- Vethaak A.D., Jol J.G. 1996. Diseases of flounder Platichthys flesus in Dutch coastal and estuarine waters, with particular reference to environmental stress factors. I. Epizootiology of gross lesions // Diseases of aquatck organisms. N 26,- P. 81-97.

SUSKYSTINTŲ GAMTINIŲ DUJŲ TERMINALŲ ĮTAKA KLAIPĖDOS SAŠIAURIO HIDRODINAMINIAM REŽIMUI

Jūratė Kriaučiūnienė

Lietuvos energetikos institutas, Kaunas; hydro@mail.lei.lt

Norint išsaugoti Lietuvos energetinę nepriklausomybę, Klaipėdos sąsiauryje planuojama įrengti suskystintų gamtinių dujų (SGD) terminalą. Šiuo metu projektuojamas SGD terminalas prie Kiaulės nugaros. Tuo tikslu bus atlikti Klaipėdos sąsiaurio gilavimo darbai ruošiant SGD transportavimo laivų apsisukimo vietą (14,5 gylis) ir terminalo vietą (16 m gylis). Bet kuri antropogeninė veikla uoste turi įtakos Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui (sąsiaurio pralaidumui ir tėkmės struktūrai), kurio pokyčiai turės įtakos Kuršių marių vandens balansui (Jakimavičius ir Kovalenkoviene, 2011) ir marių ekosistemos gyvavimo sąlygoms. Lietuvos energetikos instituto mokslininkai atliko SGD terminalo įrengimo prie Kiaulės nugaros poveikio Klaipėdos sąsiaurio hidrodinamikai vertinimą. Šie rezultatai yra paskelbti ataskaitoje „Suskystintų gamtinių dujų importo terminalo ir su juo susijusios infrastruktūros objektų statybos ir veiklos poveikio aplinkai vertinimas“ (SWECO LIETUVA, 2012). Nustatyta, kad SGD terminalo prie Kiaulės nugaros įrengimas sumažins Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą iki 1,0 – 1,5%. Šis pokytis yra palankus Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens apykaitos procesams, suintensyvėjusiems dėl Klaipėdos jūrų uosto gilavimo. Nustatyti tėkmės struktūros pokyčiai Klaipėdos sąsiauryje dėl SGD terminalo pasireiškia vidutinių tėkmės greičių prieaugiu akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto ir prie sąsiaurio krantinių. Tačiau Kuršių nerijos priekrantėje (20 – 30 m nuo kranto) tėkmės greičių pokyčiai įrengus SGD terminalą yra labai maži ir siekia vos 1- 7%.

Taip pat buvo svarstoma galimybė įrengti SGD terminalą Smeltės pusiasalyje arba Kiaulės nugaros Rytų protakoje. Tuo tikslu buvo įvertinti Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminio režimo pokyčiai šioms alternatyvoms:

„0“ alternatyva – dabartinė sąsiaurio būklė (įvertintas šiuo metu vykdomas sąsiaurio farvaterio gilavimas iki 14,5 m gylio bei planuojamas kitas SGD terminalas prie Kiaulės nugaros);

„1“ alternatyva – atlikti sąsiaurio gilavimo darbai ruošiant SGD transportavimo laivų apsisukimo vietą (14,5 gylis) Smeltės pusiasalyje ir įrengtas SGD terminalas prie krantinės Nr. 147;

„2“ alternatyva – atlikti gilavimo darbai (14,5 m) Kiaulės nugaros rytų protakoje ir įrengtas SGD terminalas prie krantinės Nr. 152.

Šioms trims alternatyvoms paruošti Klaipėdos sąsiaurio ir Kuršių marių šiaurinės dalies batimetriniai planai, kuriuos naudojant buvo atliktas hidrodinaminis modeliavimas.

Tiriant SGD terminalo poveikį Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminiam režimui, naudojome skaitmeninių modelių sistemos MIKE 21 hidrodinaminį modelį HD, sukurtą Danijos hidraulikos institute (MIKE 21 ..., 2005). Tai dvimatis netolygiai kintančios tėkmės modelis, kuriuo apskaičiuojami vandens lygio svyravimai, debito pokyčiai ir tėkmės greičių pasiskirstymas modeliuojamoje vandens telkinio akvatorijoje.

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai nustatyti lyginant dabartinę Klaipėdos sąsiaurio būklę („0“ alternatyva) su planuojama būkle („1“ ir „2“ alternatyvos). Suskaičiuoti Klaipėdos sąsiaurio debitai visoms alternatyvoms, kai tėkmė teka iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Pasirinkti trys lygio skirtumai Δh tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros (0,13 m, 0,33 m, ir 0,80 m). Esant šiems lygio skirtumams sąsiauriu atitinkamai tekės 1620, 2650 ir 4410 m³/s debitai pagal „0“ alternatyvą. Kai tekės priešingos krypties tėkmė iš Baltijos jūros į Kuršių marias, o lygio skirtumai yra 0,18 m ir 0,80 m, tai pagal „0“ alternatyvą sąsiauriu tekės 1765 ir 3220 m³/s debitai.

1 lentelėje pateiktas Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas.

1 lentelė

Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimas (skaitiklyje – sąsiaurio pralaidumas m³/s, vardiklyje – pralaidumo padidėjimas %, palyginus su „0“ alternatyva)

Alternatyvos	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Kuršių marių ir Baltijos jūros lygių skirtumas		
	0,13 m	0,33 m	0,80 m
„0“	1620	2650	4410
„1“	<u>1624</u>	<u>2657</u>	<u>4420</u>
	0,2	0,2	0,2
„2“	<u>1651</u>	<u>2708</u>	<u>4500</u>
	1,9	2,0	2,0
	Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas, kai Baltijos jūros ir Kuršių marių lygių skirtumas		
	0,18 m	0,80 m	
„0“	1765	3220	
„1“	<u>1764</u>	<u>3218</u>	
	0,0	0,0	
„2“	<u>1793</u>	<u>3269</u>	
	1,6	1,5	

Klaipėdos sąsiaurio gilinimas įrengiant SGD terminalą Smeltės pusiasalyje („1“ alternatyva) labai nežymiai padidintų sąsiaurio pralaidumą (iki 0,2% tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir 0% tekant tėkmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias) lyginant su „0“ alternatyva. Įrengus SGD terminalą Kiaulės nugaros rytų protakoje („2“ alternatyva), Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas padidėtų 1,9 – 2,0% tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir 1,5 – 1,6% tekant tėkmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, lyginant su „0“ alternatyva.

Įrengtas SGD terminalas Kiaulės nugaros Rytų protakoje padidintų Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą, todėl pasirenkant šią alternatyvą reikėtų taikyti sąsiaurio pralaidumo prieaugio kompensavimo priemonę.

Klaipėdos sąsiaurio tėkmių struktūros sumodeliuotos visoms alternatyvoms, tekant 1620, 2650 ir 4410 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei 1765 ir 3220 m³/s debitui iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą, SGD terminalas Smeltės pusiasalyje („1“ alternatyva) pakeis tėkmės struktūrą artimoje terminalui akvatorijoje – tėkmės greičiai padidės tarp numatomų terminalų. Įrengiant terminalą pagal „2“ alternatyvą, tėkmės greičiai padidės Rytų protakoje prie Kiaulės nugaros ir nežymiai sumažės Kiaulės Nugaros Vakarų protakoje.

Tekant tėkmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, nustatyti maži tėkmės greičių pokyčiai lyginant SGD terminalo įrengimą pagal „1“ alternatyvą su „0“ alternatyva. Tėkmės greičiai sumažės Kiaulės nugaros Rytų protakoje lyginant „2“ alternatyvą su „0“ alternatyva.

Išvados

1. Suskystintų gamtinių dujų terminalo Smeltės pusiasalyje („1“ alternatyva) įrengimas labai nežymiai (iki 0,2%) padidins Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą. Įrengus SGD terminalą Kiaulės nugaros rytų protakoje, Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas padidės 1,5-2,0%. Šis pralaidumo pokytis nėra palankus Kuršių marių ekosistemai, nes didesnis druskingo vandens kiekis pateks iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Terminalo įrengimo „2“ alternatyva yra nepriimtina, nes reikalauja labai brangių Klaipėdos sąsiaurio padidėjusio pralaidumo kompensavimo priemonių, kurios sudarytų papildomas kliūtis tėkmės kelyje (sąsiaurio siaurimas, uosto pirsų įrengimas).

2. Įrengus SGD terminalą pagal „1“ ir „2“ alternatyvas, tėkmės struktūros pokyčiai nedidins Kuršių nerijos kranto povandeninio šlaito erozijos pavojaus didelių potvynių metu.

Literatūra

- Jakimavičius D., Kovalenkoviėnė M. 2011. Long-term water balance of the Curonian Lagoon in the context of anthropogenic factors and climate change. *Baltica*. ISSN 0067-3064. Vol. 24, no. 1 (2011), p. 45-53.
- MIKE-21. Coastal Hydraulics and Oceanography. User Guide. Danish Hydraulic Institute. 2005 188 p.
- Suskystintų gamtinių dujų importo terminalo ir su juo susijusios infrastruktūros objektų statybos ir veiklos poveikio aplinkai vertinimas. SWECO LIETUVA, 2012.

BAKTERINĖ SULFATŲ REDUKCIJA KURŠIŲ MARIŲ DUGNO NUOSĖDOSE

Alė Kučinskienė^{1,2}, Alina Krevš¹

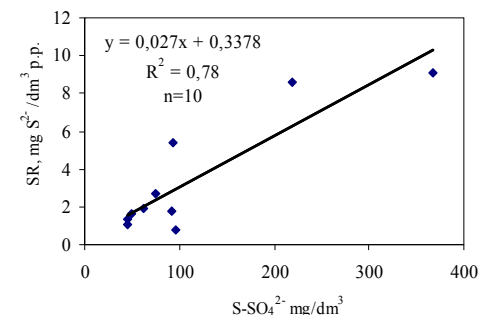
¹ Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas, Vilnius; ²Lietuvos edukologijos universitetas, Vilnius; ale.kucinskiene@gmail.com

Nepaisant sumažėjusios biogeninės apkrovos praeito šimtmečio pabaigoje Kuršių marios išlieka didelio produktyvumo vandens telkinys, kuriame vasaros–rudens periodu vyksta intensyvus melsvabakterių vystymasis, sukeldamas vandens „žydėjimą“. Žinoma, kad nedidelio gylio nestratifikuotuose vandens telkiniuose, dugno nuosėdos gali būti svarbus ekosistemos komponentas, įtakojančias telkinio produktyvumą. Dugno nuosėdose kaupiasi organinės ir neorganinės kilmės medžiagos ir ten vyksta sudėtingi biogeocheminiai procesai, kurių pobūdis priklauso nuo nuosėdų struktūros. Šių procesų metu į vandenį išsiskiria įvairios cheminės medžiagos, kurios gali būti antrinio teršimo šaltinis ekosistemai ir ypač nedidelio gylio vandens telkiniams. Organinių junginių mineralizacijoje, priklausomai nuo abiotinių aplinkos sąlygų, dalyvauja aerobiniai ir anaerobiniai mikroorganizmai. Sulfatų redukuojančios bakterijos (SRB), naudodamos organines medžiagas kaip elektronų donorus, o sulfatus – kaip elektronų akceptorius, vykdo „sulfatinį kvėpavimą“. Šių specifinių anaerobinių bakterijų gyvybinės veiklos metu į aplinką išsiskiria toksiškas daugumai vandens organizmų metabolizmo produktas – sieros vandenilis. Esant pakankamai sulfatų koncentracijai, būtent organinių medžiagų kiekis ir ypač mažo molekulinio svorio organinių rūgščių kaupimasis dugno nuosėdose skatina SRB vystymąsi bei bakterinio sieros vandenilio susidarymo (sulfatų redukcijos proceso - SRP) intensyvumą.

Šiame darbe pristatomi apibendrinti bakterinės sulfatų redukcijos Kuršių marių (Lietuvos akvatorijos) skirtingo tipo dugno nuosėdose tyrimų rezultatai, įvertinant šio proceso intensyvumo priklausomybę nuo abiotinės aplinkos ir nuo dugno nuosėdų tipo. Vandens ir paviršinio dugno nuosėdų sluoksnio (0–5 cm) hidrocheminiai ir mikrobiologiniai tyrimai buvo atliekami priekrantės ir atvirų marių stotyse 1985, 1987, 1992–1994, 2001–2003, 2006 ir iš dalies 2011 metais.

Daugiamėčiai Klaipėdos miesto akvatorijos (nuo Celiuliozės kartono kombinato iki Kiaulės nugara salos pietinės dalies) tyrimai parodė, kad labiausiai teršiamuose sekliose zonose (6–8 m), kur dėl aktyvios vandens cirkuliacijos priedugniniuose vandens sluoksniuose nesusiformuoja anaerobinės sąlygos, sulfatų redukcija dumblo tipo dugno nuosėdose vyko ypač intensyviai, siekdama iki 9,1 mg S²⁻ per parą (p.p), o sieros vandenilio ir sulfidų koncentracija sudarė iki 1120 mg/dm³ (1 lentelė).

Sulfatų redukcijos intensyvumą įtakojo tiek organinių medžiagų kiekis (intensyvaus antropogeninio poveikio lokalinėse akumuliacinėse vietose C_{org} kiekis siekė 23 %), tiek ir su jūros vandens prietaka patekę sulfatai (1 pav.). Būtent tokios hidrometeorologinės sąlygos buvo stebėtos 1994 m. liepos mėn., kada, esant aukštai priedugnio temperatūrai, gausus organinių medžiagų kiekis bei, dėl jūrinio vandens prietakos, padidėjusi sulfatų koncentracija iki 367,8 mg/dm³ Celiuliozės kartono kombinato zonoje sulfatų redukciją suintensyvino iki 9,1 mg S²⁻ per parą.



1 pav. Priklausomybė tarp sulfatų kiekio ir sulfatų redukcijos intensyvumo marių Klaipėdos m. akvatorijos dugno nuosėdose.

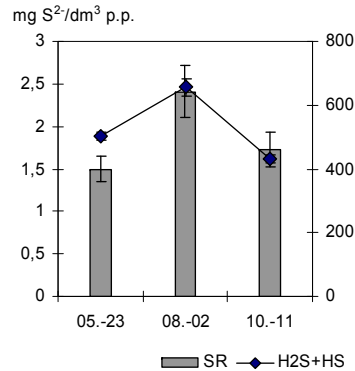
Centrinėje Kuršių marių dalyje vyrauja smėlio tipo ir smėlio su dumbliu ir/ar dreisenų (*Dreissena polymorpha*) drūzomis bei moliuskais dugno nuosėdos, kurių daugelis biogeocheminių parametrų tarpusavyje skiriasi. Tyrimai parodė ryškia sulfatų redukcijos proceso intensyvumo priklausomybę nuo dugno nuosėdų struktūros. Skirtingose centrinės Kuršių marių dalies zonose SRP intensyvumas svyravo nuo 0,002 iki 2,4 mg S²⁻/dm³ p.p. (1 lentelė).

1 lentelė

Sulfatų redukcijos proceso (SRP) bei sulfatų (S/SO₄²⁻), organinės anglies (C_{org.}), sieros vandenilio ir sulfidų (H₂S+HS) koncentracijų svyravimai Kuršių marių dugno nuosėdose

Kuršių marių zonos (Lietuvos akvatorija)	S/SO ₄ ²⁻ , mg/dm ³	C _{org.} , %	SRP, mg S ²⁻ /dm ³ p.p.	H ₂ S+HS, mg/dm ³
1.Klaipėdos miesto poveikio zona				
<i>Dumblings nuosėdos</i>	44,8-367,8	3,4-22,8	1,09-9,1	304,8-1120
2.Centrinė dalis				
<i>Smėlio ir/ar su dumblo priemaišomis dugno nuosėdos</i>	11-50,7	0,1-3,6	0-0,9	0-144
<i>Nuosėdos su dreisenos drūzomis ar moliuskais</i>	7-52,7	0,2-4,3	0,002-1,0	0-296
<i>Dumblings nuosėdos</i>	28,3-72,7	3,8-11,0	0,34-2,4	168-656

Priekrantinių zonų dumblingose dugno nuosėdose sulfatų redukcija vyko vidutiniškai 17 kartų sparčiau, negu smėlio tipo dugno nuosėdose ir buvo apie 2 kartus intensyvesnė, lyginant su smėlingomis su dumbliu ir/ar dreisenų drūzomis dugno nuosėdomis. Vasaros laikotarpiu sulfatų redukcijos intensyvumą šių zonų dugno nuosėdose įtakėjo ir aukšta priedugninio vandens temperatūra (21–22 °C), kuri yra optimali sulfatus redukuojančių bakterijų vystymuisi (2 pav.).



2 pav. Sulfatų redukcijos (SR) procesų intensyvumas bei sieros vandenilio ir sulfidų (H₂S+HS) kiekiai marių vakarinės priekrantės dugno nuosėdose 2006 m. skirtingais vegetacijos laikotarpiais.

Būtina pažymėti, kad nuo dugno nuosėdų tipo taip pat priklauso ir organinių medžiagų kiekis, struktūra bei jų mineralizacijos pobūdis, o tai savo ruožtu įtakoja ir SRP intensyvumą. Vegetacijos sezono metu smėlio tipo dugno nuosėdose vyravo aerobiniai organinių medžiagų mineralizacijos procesai. Nedidelė organinių medžiagų koncentracija bei aerobinių procesų vyravimas smėlinguose dugno nuosėdose lėmė silpną SRP. Tačiau biotopuose, kur dugną dengė tanki dreisenų populiacija, kuri savo ruožtu izoliavo dugno nuosėdas nuo deguonies patekimo iš priedugnio bei intensyviai jį naudojo kvėpavimo proceso metu, susidarė palankios sąlygos anaerobiniams mikroorganizmams vystytis. Šiuose biotopuose vyravo anaerobiniai organinių medžiagų mineralizacijos procesai, vidutiniškai sudarydami apie 65% nuo bendros mineralizacijos.

Sulfatų redukcijos metu išsiskyrusio toksiško bentosiniams organizmams sieros vandenilio ir sulfidų koncentracija centrinės marių dalies dugno nuosėdose svyravo nuo 16 iki 656 mg/dm³. Kai kuriais atvejais smėlio tipo dugno nuosėdose šio junginio nebuvo rasta. Didžiausi sulfidų kiekiai koreliavo su sparčiausiu SRP vyksmu dumblingose biotopuose, kur, priklausomai nuo hidrologinių sąlygų, gali susiformuoti anaerobinės sąlygos, stabdančios greitą sieros vandenilio oksidaciją. Seklių tranzitinių marių zonų prisotintame deguonimi priedugniniame vandens sluoksnyje vyksta sparti išsiskyrusio iš

dugno nuosėdų sieros vandenilio oksidacija. Pažymėtina, kad dreisenomis padengtuose nuosėdose sieros vandenilio ir sulfidų koncentracija (iki 296 mg/dm³) buvo 2 kartus didesnė nei jos reikšmės smėlingose nuosėdose (iki 144 mg/dm³) ir su dreisenų drūzomis (iki 128 mg/dm³).

Taigi stiprų antropogeninį poveikį patiriančiose santykinai negiliose marių zonose suintensyvėja sulfatų redukcija, didėja sieros vandenilio koncentracija, o tai neigiamai veikia priedugnio ir dugno nuosėdų biotą. Be to, yra žinoma, kad skaidant organines medžiagas anaerobinėmis sąlygomis ypač didėja fosforo reasimiliacija, kas savo ruožtu gali skatinti antrinės eutrofikacijos procesus, ypač zonose su dideliais lengvai skaidomų organinių medžiagų kiekiais dugno nuosėdose.

GIOTEBORGO UOSTO KROVINIŲ SRAUTŲ PROGNOZAVIMO MODELIO KŪRIMAS

**Tomas Lenkauskas^{1,2}, Konstantin Gerasimov^{1,2}, Jurij Tekutov^{1,2},
Tomas Eglynas^{1,2,3}**

¹Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Informatikos inžinerijos katedra, Klaipėda; ²Klaipėdos universiteto Mechatronikos mokslų institutas, Klaipėda; ³Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos katedra, Vilnius; tomas.lenkauskas@gmail.com

Vakarinė Baltijos jūros dalis, ypač Skandinavijos pakrantės, pasižymi intensyvia laivyba. Švedijoje gaminama produkcija yra eksportuojama į daugelį pasaulio valstybių (Bergqvist et al., 2009, 2010; Bergqvist, 2012). Tuo pačiu Švedija importuoja daug kitose šalyse pagamintos produkcijos ir žaliavų. Pervežimams naudojama laivyba. Didžiausias jos uostas yra Gioteborgo mieste. Siekiant sėkmingai plėtoti uostų veiklas, sudaromos krovinių srautų prognozės, pagal kurias planuojama uostų ir aplink juos reikalinga infrastruktūra. Vienų svarbiausių pervežamų krovinių - konteinerių (Paulauskas, 2011) – krovos prognozei taikomas linijinis metodas. Prieš atliekant prognozę iš oficialių šaltinių (Baltic Maritime, 2006, <http://portofgothenburg.com>) surinkti duomenys apie konteinerių krovą Gioteborgo uoste 1980 – 2011 metais. Taip pat apskaičiuotas krovos pokytis procentais kiekvienais metais (1 lentelė).

1 lentelė

Konteinerių krova

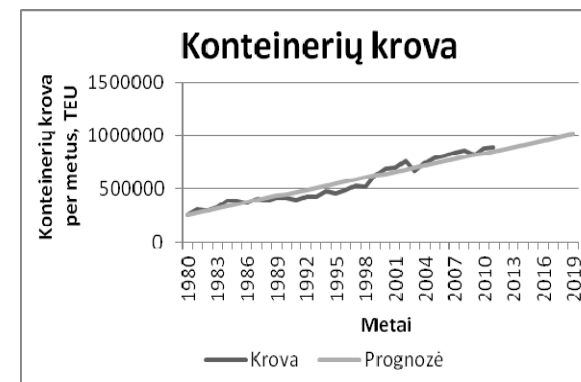
Krova, TEU	Pokytis, %	Metai	Krova, TEU	Pokytis, %
260958	0,00	1996	488436	6,00
306838	17,58	1997	530529	8,62
299966	-2,24	1998	520000	-1,98
324230	8,09	1999	624179	20,03
389471	20,12	2000	685000	9,74
387431	-0,52	2001	698000	1,90
370450	-4,38	2002	756000	8,31
412180	11,26	2003	666000	-11,90
389214	-5,57	2004	736000	10,51
412477	5,98	2005	788000	7,07
421956	2,30	2006	812000	3,05
400584	-5,06	2007	841000	3,57
429599	7,24	2008	863000	2,62
426372	-0,75	2009	817615	-5,26
476516	11,76	2010	879611	7,58
460782	-3,30	2011	886781	0,82

Taikant linijinį metodą pagal 1 lentelėje pateiktus duomenis buvo sudaryta prognozė. Skaičiavimų duomenys pateikti 2 lentelėje ir 1 paveiksle. Galima teigti, kad linijinė prognozė ir reali uosto krova beveik sutampa.

2 lentelė

Konteinerių krovos linijinė prognozė

Metai	Krova	Prognozė	Metai	Krova	Prognozė
1980	260958	260958	2000	685000	643258
1981	306838	280073	2001	698000	662373
1982	299966	299188	2002	756000	681488
1983	324230	318303	2003	666000	700603
1984	389471	337418	2004	736000	719718
1985	387431	356533	2005	788000	738833
1986	370450	375648	2006	812000	757948
1987	412180	394763	2007	841000	777063
1988	389214	413878	2008	863000	796178
1989	412477	432993	2009	817615	815293
1990	421956	452108	2010	879611	834408
1991	400584	471223	2011	886781	853523
1992	429599	490338	2012	-	872638
1993	426372	509453	2013	-	891753
1994	476516	528568	2014	-	910868
1995	460782	547683	2015	-	929983
1996	488436	566798	2016	-	949098
1997	530529	585913	2017	-	968213
1998	520000	605028	2018	-	987328
1999	624179	624143	2019	-	1006443



1 pav. Konteinerių krovos linijinė prognozė.

Bendram konteinerių krovos tikslumui įvertinti apskaičiuota vidutinė paklaida yra $\approx 7,7\%$.

Išvados

Atlikus Goteborgo uosto konteinerių krovos linijinę prognozę, galima teigti, kad, naudojant linijinį metodą, pavyko gana tiksliai (vidutinė paklaida $\approx 7,7\%$) apskaičiuoti konteinerių krovos tendencijas. Tai nėra pats geriausias prognozavimo metodas, tačiau juo remiantis galima sudaryti preliminarias uosto veiklos prognozes.

Atsižvelgiant į uosto krovos tendencijas ir sudarytą linijinę prognozę, galima teigti, kad konteinerių krova Goteborgo uoste auga ir iki 2019 m. gali išaugti apytiksliai iki 1000000 TEU.

Padėka

Autoriai dėkoja projektui Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019 „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“ už paramą atliekant tyrimą.

Literatūra

- Baltic Maritime Outlook 2006. The Institute of Shipping Analysis. Göteborg, Sweden.
- Bergqvist R. 2012. Hinterland logistics and global supply chains. In D. -W. Song, & P. Panayides (Eds.), Maritime logistics — Logistics management of shipping and ports.
- Bergqvist R., Falkemark G., Woxenius J. 2010. Establishing intermodal terminals. International Journal of World Review of Intermodal Transportation Research (WRITR), vol. 3, p. 285–302.
- Bergqvist R., Woxenius J. 2009. The Development of Hinterland Transport by Rail – The Story of Scandinavia and the Port of Gothenburg. In: The International Business Research Conference, Jacksonville, Florida, 13–14 February.
- Bergqvist R., Zuesongdham P. 2010. Intermodal Freight Transport – Infrastructure and Technology. BAS Publishing, Gothenburg.
- Oficiali Goteborgo uosto interneto svetainė <<http://www.portofgothenburg.com/>> [žiūrėta 2012–12–05].
- Paulauskas V. 2011. Optimalus uostas. KU leidykla. 320 p.

STABILIUJŲ IZOTOPŲ ANALIZĖS TAIKYMAS MITYBINĖS NIŠOS IR MITYBINIŲ TINKLŲ TYRIMUOSE

**Jūratė Lesutienė, Zita Rasuolė Gasiūnaitė, Artūras Razinkovas -
Baziukas, Rasa Morkūnė**

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; jurate@corpi.ku.lt*

Stabiliųjų izotopų (SI, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ bei $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) santykis organizmų audiniuose išlieka toks pat kaip ir jų maiste. Todėl šiuo metodu galima nustatyti potencialius maisto šaltinius bei jų proporciją dietoje, įvertinti mitybos variaciją tarp individų populiacijoje, tarp keleto rūšių bendrijoje, ar net visų bendrijos komponentų poslinkius izotopinėje erdvėje. Pagrindinės kryptys, kuriose naudojama SIA yra 1) mitybos tinklų analizė ir 2) mitybinės (izotopinės) nišos tyrimai.

Mitybos tinklai

SIA jau tapo vienu iš standartinių metodų identifikuojant organinės medžiagos šaltinius palaikančius priekrantės bei estuarijų ekosistemų mitybos tinklus, kurie pasižymi itin didele šių šaltinių įvairove (Pasquaud ir kt., 2007; Bouillon ir kt., 2011). Tačiau uždavinys nėra paprastas hidrodinamiškai aktyviose sistemose su kintama šaltinių izotopine sudėtimi (Cloern ir kt., 2002; Atwood ir kt., 2012).

SIA pastaraisiais metais taikome Kuršių marių bei Baltijos jūros priekrantės mitybinio tinklo rekonstrukcijai t.y. pagrindinių organinės medžiagos šaltinių nustatymui bei mitybos lygmenų apskaičiavimui. Dėl Nemuno nuotėkio kaitos kinta ir alochtoninės organinės medžiagos patenkančios į Kuršių marias balansas, tuo pačiu kečiasi mitybos sąlygos suspenduotos organinės medžiagos vartotojams. Dėl to, rekonstruojant mitybos tinklo struktūrą susiduriame su laiko, per kurį integruojama izotopų žymė, skirtumais įvairiuose organizmuose problema, bei su tuo susijusia didele variacija žemesniuose mitybos lygmenyse. Šio atvejo analizė prisideda vystant *baseline* (angl.) (2 trofinio lygmens) nustatymo metodus eutrofinėse priekrantės ekosistemose pasižyminčiose didele N_2 - fiksuojančių melsvabakterių koncentracija (dėl kurių $\delta^{15}\text{N}$ reikšmės teoriškai gali pasiekti 0‰ t.y. prilygti atmosferinio azoto izotopinei sudėčiai), bei jų gausumo sezoniniais svyravimais. Dalis tyrimo rezultatų jau yra panaudota lyginamuosiuose tyrimuose įgyvendinant MARBEF projektą. Mitybinės grandinės ilgio ir bioįvairovės klausimai nagrinėjami Sokołowski ir kt. (2012) straipsnyje.

Kitas svarbus mitybos tinklų tyrimų aspektas – tai invazinių rūšių vaidmuo mitybos tinkle. Šiuo metu tęsiami tyrimai Lietuvos nacionalinės mokslo programos rėmuose siejasi tiek su atskirų rūšių (juodažiočio grundalo *Neogobius melanostomus*, mėlynžnyplės krevetės *Palaemon elegans*) mitybinės funkcijos įvertinimu Kuršių marių ir Baltijos jūros priekrantės ekosistemose, tiek ir su viso tinklo komponentų topologijos poslinkiais izotopinėje erdvėje. SIA padėjo atskleisti mėlynžnyplės krevetės mitybos ypatumus, būtent plėšrios mitybos dominavimą, bei tai, jog didžioji dalis asimiliuoto maisto siejasi su fitoplanktono, o ne litoralės makrofitų grandimis. Panaudojant SIA kartu su Gamtos tyrimų centro specialistais nustatėme, su kokiomis žuvų rūšimis galėtų konkuruoti juodažiočiai grundalai Kuršių mariose.

Mitybinės nišos tyrimai

Ekologinės nišos parametrų nustatymui neseniai pradėtas naudoti stabilųjų izotopų metodas (Bearhop ir kt., 2004; Newsome ir kt., 2007). Metodas sparčiai vystomas toliau (Quevedo ir kt., 2009; Flaherty ir kt., 2010; Jackson ir kt., 2011; Syveranta ir kt., 2013) bei sėkmingai taikomas sprendžiant įvairius aplinkosauginius klausimus tokius kaip pavyzdžiui invazinių ir vietinių rūšių sąveika (Olsson ir kt., 2009; Syveranta ir kt., 2010).

Jau esame atlikę plačiausiai Lietuvos vandenyse paplitusių invazinių aukštesniųjų vėžiagyvių (kietasparvės šoniplaukos *Pontogammarus robustoides*, ežerinės mizidės *Paramysis lacustris*, mėlynžnyplės krevetės *Palaemon elegans* ir rainuotojo vėžio *Orconectes limosus*) bei vietinių ekologiškai ekvivalentiškų rūšių vėžiagyvių izotopinės nišos persidengimo tyrimus. Gauti rezultatai parodė, kad nišų persidengimo laipsnis koreliuoja su rūšių koegzistavimo laiku. Labiausiai persidengia plačiažnyplio vėžio bei invazinio rainuotojo vėžio izotopinės nišos, tai iš dalies paaiškina jų greitą išstūmimą.

Vienu iš reikšmingiausių mokslinių pasiekimų vėžiagyvių invazyvumo dėsningumą tyrimuose laikome atrastas mitybos ir kūno elementinės sudėties (C:N:P stochiometrijos) plastiškumo sąsajas su invazijų sėkmingumu skirtingo trofiškumo sistemose (Arbačiauskas ir kt., spaudoje). Šie tyrimai toliau tęsiami, siekiant įrodyti, kad šis plastiškumas lemia adaptacijos laipsnį. Medžiaga tyrimui renkama įvairaus sudėtingumo sistemose (ežeruose, lagūnoje, limanuose) tiek motininiame (Juodosios jūros baseine) tiek invaziniame arealuose.

Išvados

SIA panaudojimo sritys gali būti labai įvairios: nuo teorinės ekologijos, iki aplinkosauginių problemų priežasčių paieškos. Tačiau palyginti nesudėtinga metodika turėtų būti taikoma atsižvelgiant į jos trūkumus, o keliami ekologiniai klausimai adekvatūs metodo specifikai, ypač dinamiškose priekrantės

ekosistemose. Būtinios sąlygos: 1) reikšmingi izotopinės sudėties skirtumai tarp analizuojamų šaltinių, 2) žinios apie laiką per kurį yra integruojama maisto objektų izotopinė žymė organizme.

Literatūra

- Arbačiauskas K., Lesutienė J., Gasiūnaitė Z.R. 2013. Feeding strategies and elemental composition in Ponto Caspian peracaridans from contrasting environments: can stoichiometric plasticity promote invasion success? *Freshwater Biology* (spaudoje).
- Atwood T.B., Wiegner T.N., MacKenzie R.A. 2012. Effects of hydrological forcing on the structure of a tropical estuarine food web. *Oikos* 121: 277-289.
- Bouillon S, Connolly R.M., Gillikin D.P. 2011. Use of Stable Isotopes to Understand Food Webs and Ecosystem Functioning in Estuaries. In: Wolanski E and McLusky DS (eds.) *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, Vol 7, pp. 143–173. Waltham: Academic Press.
- Cloern J.E., Canuel E.A., Harris D. 2002. Stable carbon and nitrogen isotope composition of aquatic and terrestrial plants of the San Francisco Bay estuarine system. *Limnology and Oceanography* 47, 713-729.
- Jackson A.L., Inger R., Parnell A.C., Bearhop S. 2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER – Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology*, 80: 595–602.
- Bearhop S., Adams C.E., Waldrons S. et al. 2004. Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology* 73: 1007-1012.
- Flaherty E.A., Ben-David M. 2010. Overlap and partitioning of the ecological and isotopic niches. *Oikos* 119: 1409–1416, 2010.
- Newsome S.D., del Rio C. M., Bearhop S., Phillips D.L. 2007. A niche for isotopic ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (8) : 429 – 436.
- Olsson K., Stenroth P., Nyström P., Granéli W. 2009. Invasions and niche width: does niche width of an introduced crayfish differ from a native crayfish? *Freshwater Biology* 54: 1731–1740.
- Pasquaud S., Lobry J., Elie P. 2007. Facing the necessity of describing estuarine ecosystems: a review of food web ecology study techniques. *Hydrobiologia* 588: 159-172.
- Quevedo M., Svanbäck R.C., Eklöv V.P. 2009. Intrapopulation niche partitioning in a generalist predator limits food web connectivity. *Ecology*, 90(8): 2263–2274.
- Syväranta J., Lensu A., Marjomäki T. J., Oksanen S., Jones R.I. 2013. An Empirical Evaluation of the Utility of Convex Hull and Standard Ellipse Areas for Assessing Population Niche Widths from Stable Isotope Data. *PLoS ONE* 8(2): e56094. doi:10.1371/journal.pone.0056094.
- Sokolowski A., Wołowicz M., Asmus H. et al. 2012. Is benthic food web structure related to diversity of marine macrobenthic communities? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 108, Page: 76-86.

ANGLIES IR PLUTONIO IZOTOPAI BALTIJOS JŪROS IR KURŠIŲ MARIŲ DUGNO NUOSĖDOSE

Galina Lujanienė¹, Jonas Mažeika², Rimantas Petrošius²,
Nijolė Remeikaitė-Nikienė^{1,3}, Rūta Barisevičiūtė¹, Kęstutis Jokšas²,
Galina Garnaga³, Algirdas Stankevičius³, Ieva Kulakauskaitė¹,
Sergej Šemčiuk¹

¹Valstybinio mokslinių tyrimų instituto Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius; ²Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius; ³Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda; lujaniene@ar.fi.lt

Santrauka

Apibendrinti ^{239,240}Pu aktyvumų (2001-2012) bei stabilių ir radioanglies izotopų (2011-2012) koncentracijų matavimų dugno nuosėdų (bendros organinės anglies ir lipidų frakcijų) mėginiuose, surinktuose Baltijos jūroje ir Kuršių mariose rezultatai. Gauti rezultatai rodo, kad Pu izotopų sąveika su dugno nuosėdų dalelėmis sudėtinga, tačiau aktyvumo koncentracijos gerai koreliuoja su bendros organinės anglies kiekiu. $\delta^{13}\text{C}$ Baltijos jūros dugno nuosėdose kito nuo $-28.4 \pm 0,2 \text{ ‰}$ iki $-21.3 \pm 0,1 \text{ ‰}$, vidutinė vertė $-24.4 \pm 0,2 \text{ ‰}$. Kuršių mariose išmatuotos mažesnės vertės – nuo $-30,8 \pm 0,1 \text{ ‰}$ iki $-28,9 \pm 0,1 \text{ ‰}$, vidutinė vertė $-30.1 \pm 0,1 \text{ ‰}$. Radioanglies savitasis aktyvumas kito nuo $66 \pm 2 \text{ pMC}$ iki $100 \pm 3 \text{ pMC}$ (100 pMC atitinka ¹⁴C lygį iki branduolinių sprogdinimų pradžios, kai ¹⁴C savitasis aktyvumas buvo 226 Bq/kg C. Didžiausia vertė išmatuota Baltijos jūros R7 stotyje, o mažiausia 64-je stotyje.

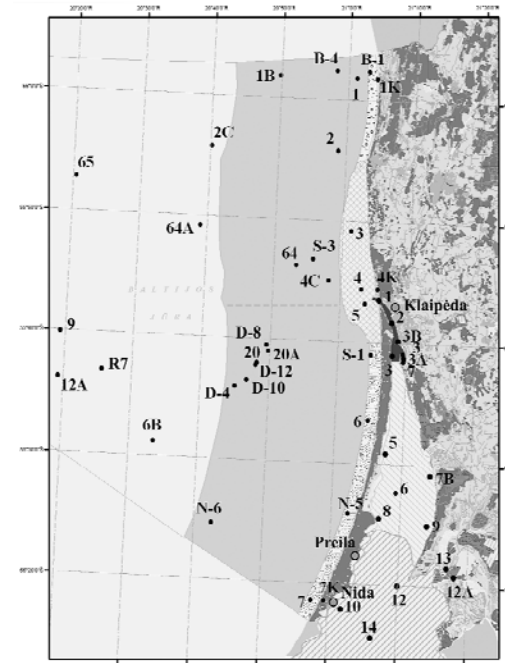
Įvadas

Dauguma jūrų aplinkos apsaugos problemų sukelia žemės ūkio biogeniniai elementai, valymo įrenginių nuotekos, sunkieji metalai bei patvariųjų organinių junginių srautai iš atsitiktinių naftos išsiliejimų. Baltijos jūra, kaip ir kiti vandens rezervuarai, buvo užteršta radionuklidais, dėl globalinių iškritų branduolinio ginklo bandymų metu (HELCOM, 1995). Dabartiniu metu pagrindiniai radionuklidų šaltiniai yra upių vandens prietaka, branduolinės energetikos ir atliekų ir perdirbimo įmonių nuotekos, o, taip pat, įvairių avarijų, pvz., Černobylio AE avarijos pasekmės (Livingston & Povinec, 2002). Nors radionuklidų natūraliai esančių bei dirbtinai įterptų į aplinką koncentracijos paprastai būna mažos, šiuolaikiniai didelio jautrumo analizės metodai leidžia juos ir jų izotopus naudoti kaip žymes įvairiems vyksmams gamtoje tirti (Povinec et al., 2008). Radionuklidų taikymai įvairaus masto reiškinų analizei

tirti reikalauja gero išmanymo apie jų aktyvumo koncentracijų ir izotopų santykių pokyčius bei supratimo apie skirtingų šaltinių indėlį formuojant izotopinius santykius būdingus tiriamai vietai. Todėl, šio tyrimo tikslas buvo gauti duomenis apie Pu ir anglies izotopų pasiskirstymą Lietuvos ekonominės zonos Kuršių marių ir Baltijos jūros dugno nuosėdose.

Tyrimų medžiagos surinkimas, analizė ir matavimai

Dugno nuosėdų ėminiai buvo imami 1997 – 2011 metais Valstybinės aplinkos stebėsenos rėmuose ir kitų mokslinių tyrimų metu (1 pav.). Tyrimų rajono ir mėginių ėmimo detalus aprašymas pateiktas ankstyvesnėse publikacijose (Lujanienė et al., 2006; Remeikaitė-Nikienė et al., 2011).



1 pav. Tyrimų rajonas Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje.

Pu izotopų matavimams atlikti dugno nuosėdose ir suspenduotose medžiagose mėginiai buvo deginami 550°C, tirpinami koncentruotose rūgštyse (HNO₃, HCl, HF ir HClO₄). Pu izotopų atskyrimui buvo taikoma TOPO/cikloheksano ekstrakcija ir radiocheminis valymas naudojant UTEVA, TRU ir TEVA dervas (100-150 μm). ²⁴²Pu naudotas kaip vidinis standartas atskyrimo procedūroje. Naudoti metodai užtikrino Pu matavimų tikslumą

geresnį nei $\pm 7\%$ (2σ lygiui). Po valymo Pu izotopai buvo nusodinti ant nerūdijančio plieno diskų ir alfa-aktyvumai matuoti naudojant „Silena“ alfa-spektrometrinę sistemą su pasyvuotų implantuotų jonų silicio detektoriais (450 mm² aktyvus plotas) (AMETEK, Oak Ridge, Tenn, JAV). Pu izotopų analizės tikslumas ir patikimumas buvo tikrinami naudojant etalonus ir pamatines medžiagas TATENA-135, NIST SRM Nr. 4350B ir 4357, o, taip pat, dalyvaujant palyginamuose matavimuose, kuriuos organizavo Riso Nacionalinė laboratorija, Danija, bei kompetencijos tikrinimo testuose, kuriuos organizavo Nacionalinė Fizikos Laboratorija, JK bei TATENA.

Lipidų frakcijai atskirti dugno nuosėdų mėginiai išdžiovinami, smulkinami ir homogenizuojami, tuomet perkeliama į stiklinius centrifuginius mėgintuvėlius. Bendras lipidų kiekis ekstrahuojamas ultragarsu iš dugno nuosėdų naudojant patobulintą Bligh-Dyer metodą (Sturt et al., 2004; Schubotz et al., 2011). Mėginiai veikiami vienafaziu dichlormetano, metanolio ir fosfatinio buferio (pH 7.4) mišiniu (1:2:0,8). Ekstrakcija kartojama 3 kartus. Paskutiniuose dvejuose ekstrakcijos etapuose fosfatinis buferis keičiamas į trichloracto rūgšties buferį (50g/L, pH 2). Po kiekvienos ekstrakcijos gauti tirpalai sujungiami, plaunami 3 kartus su dejonizuotu MilliQ vandeniu. Bendra lipidų frakcija švelniai išgarinama azoto srautu vandens vonioje 37° C ir laikoma -20° C iki tolimesnės analizės.

Anglies stabilių izotopų matavimai buvo atlikti stabilių izotopų masių spektrometru (IRMS) *ThermoFinnigan DeltaPlus Advantage* su prie jo prijungtu elementiniu analizatoriumi *Thermo Electron Corporation FlashEA 1112*. Mėginiai talpinami į alavo kapsules (sidabrinės kapsulės naudojamos suspenduotos medžiagos ant GF/F filtrų bandiniams) ir deginami elementinio analizatoriaus oksidacinėje krosnelėje 1020°C temperatūroje papildomai į krosnelę tiekiant deguonį. Vėliau, helio nešamos susidariusios dujos patenka į redukcinę krosnelę, o iš jos į chromatografinę kolonėlę *PoraPlot*, kurioje dujos atskiriamos. Vanduo iš bandinio pašalinamas magnio perchloratu (Mg(ClO₄)₂). Iš chromatografinės kolonėlės dujos patenka į stabilių izotopų santykių masių spektrometrą (IRMS).

Matavimų rezultatų interpretacijai naudojamas δ apibrėžimas, kuris parodo izotopų santykio skirtumą promilėmis lyginant su tarptautiniu standartu:

$$\delta X = \left[\frac{R_b}{R_{std}} - 1 \right] \times 10^3, \text{ ‰}$$

čia: δX - $\delta^{13}\text{C}$, R_b – bandinio, o R_{std} – standarto $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Tarptautiniu mastu pripažintas anglies izotopinio santykio standartas - karbonatų darinys, *Vienna Pee Dee Belemnite* (V-PDB). Jo $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0,0112372 \pm 0,0000090$. Bandinio izotopų santykis matuojamas žinomo izotopinio santykio kalibracinių dujų – CO₂ atžvilgiu. Jų izotopinis santykis buvo nustatytas naudojant IAEA

platinamus standartus IAEA-600 (kofeinas) bei BCR-657 (gliukozė) su žinomomis izotopų santykio vertėmis. Matavimų patikimumui užtikrinti, kas 5 – 6 bandinio mėginį buvo matuojami pasverti žinomo izotopinio santykio, o taip pat ir anglies procentinės sudėties standartų mėginiai. Standartų anglies izotopinio santykių matavimų vidutinis kvadratinis nuokrypis (*standard deviation*) 0,07 ‰, matavimų rezultatų pakartojamumas (*repeatability*) varijuoja 0,15 ‰ intervale.

Anglies-14 (¹⁴C) savitasis aktyvumas nustatytas skystų scintiliatorių analizatoriumi TriCarb 3170 TR/SL. Mėginio analizė apima kelias stadijas: 1) pradinis fizinis ir cheminis bandinių apdorojimas, veikiant juos HCl ir siekiant pašalinti pašalines medžiagas bei karbonatus, 2) benzeno sintezė: ličio (Li₂C₂) karbido gavimas, taikant vienos arba dviejų pakopų pirolizės procesą nerūdijančio plieno reaktoriuje; acetileno (C₂H₂) gavimas; benzeno (C₆H₆) sintezė, panaudojant specialius katalizatorius (V₂O₅); 3) ¹⁴C savitojo aktyvumo matavimas; rezultatų ir jų paklaidų skaičiavimas.

Siekiant paruošti ¹⁴C matavimo formą benzeno pavidalu, ličio karbidas specialiaje nerūdijančio plieno reaktoriuje išgaunamas vakuuminės pirolizės metodu, termiškai dviem stadijom apdorojant anglies turinčio bandinio medžiagą bedeguoninėje aplinkoje. Tame pačiame reaktoriuje su ličio karbidu, hermetiškai sujungus jį su benzeno sintezės sistema, vakuume, su suskystintu azotu suaktyvinus kriogeninę gaudyklę C₂H₂ išgavimui, patiekiamas distiliuotas vanduo ir vyksta reakcija. Gautas acetilenas išgryninamas su chromo-sieros rūgšties mišiniu. ¹⁴C tūrinis aktyvumas tiriamuose objektuose įvertinimas skystų scintiliatorių beta spektrometrijos metodu. Matavimo trukmė – nuo keliolikos valandų iki 1 savaitės (priklauso nuo mėginio aktyvumo ir masės, beta spektrometro ir skystų scintiliatorių bei priedų jautrio, foninės spinduliuotės bei siekiamo tikslumo). Matavimo tikslumo užtikrinimui naudojamas ¹⁴C NIST standartas, be to, dalyvaujama tarptautiniuose palyginimo eksperimentuose, organizuojamuose Glazgo Universiteto (TIRI, FIRI, VIRI).

Rezultatai ir jų aptarimas

^{239,240}Pu aktyvumai kito nuo $0,023 \pm 0,002$ iki $4,3 \pm 0,4$ Bq/kg (vidutinė vertė 0,98). Didžiausios Pu vertės išmatuotos mėginiuose, surinktuose Nemuno upės senvagės rajone (R7, 9 ir 12A stotys) Baltijos jūroje ir stotyse prie Nidos Kuršių mariose, kur vyrauja smulkiadispersinės, praturtintos organika dugno nuosėdos (1 pav.). Plutonio izotopų ²³⁸Pu/^{239,240}Pu aktyvumo santykių kaita nuo 0,018 iki 0,30 (vidutinė vertė 0,092) rodo Černobylio kilmės izotopų buvimą analizuotuose mėginiuose. Didesni ²³⁸Pu/^{239,240}Pu aktyvumo santykiai, atitinkantys Černobylio kilmės plutonio izotopus, aptikti Kuršių marių stotyse, Baltijos jūros priekrantės zonoje, pvz., stotyse 4, 6, 7, o, taip pat, dampingo ir Nemuno upės senvagės stotyse. Tuo tarpu atviros jūros vandenyse (pvz., 6B, N-6, 64A ir 65 stotys)

vyravo globalinių iškritų plutonio izotopai. Plutonio izotopų matavimai skandinaviose dalelėse, surinkose Baltijos jūros priekrantės zonoje ir Klaipėdos sąsiauryje, taip pat parodė Černobylio kilmės plutonio izotopų kaitą. Černobylinio plutonio indėlis, įvertintas naudojant paprastus skaičiavimus (Hirose ir Sugimura, 1990), sudarė 5-38 %. Didžiausias Černobylinio plutonio kiekis aptiktas 0,2-1 μm smulkia-dispersinio dydžio dalelėse, surinkose Klaipėdos sąsiauryje 2011-2012 metais, o mažiausias – Kuršių marių planktono mėginiuose (Lujanienė et al., 2013, spaudoje). Stebėti elgsenos pokyčiai rodo skirtingą migracijos pobūdį priklausomai nuo plutonio izotopų kilmės (Černobylio arba globalių iškritų). Greitesnė migracija Černobylio plutonio su upių vandenimis į Baltijos jūrą buvo stebėta Lenkijoje, o į Juodąją jūrą Ukrainoje (Skwarzec et al., 2011; Ketterer et al., 2010; Matisoff et al., 2011).

Dalelių atsakingų už Pu sklaidą prigimtis šiuo metu nevisai suprantama. Nuosekliosios ekstrakcijos tyrimai rodo, kad plutonio sąveika su kieta faze (pvz., karbonatais, organika, geležies oksidais) ekosistemose priklauso nuo konkrečių vietos sąlygų (Lujanienė et al., 2013; Strumińska-Parulska et al., 2012). Aplinkoje plutonis gali egzistuoti 5 skirtingose oksidacijos būviuose, Pu(III)³⁺, Pu(IV)⁴⁺, Pu(V)O₂²⁺, Pu(VI)O₂²⁺ ir Pu(VII)O₄⁻. PuO₄⁻ nėra stabilus natūralioje aplinkoje, o oksidacinėmis sąlygomis Pu(III) greitai oksiduojasi į Pu(IV). Manoma, kad pagrindiniai valentiniai plutonio būviai jūros vandenyje oksidacinėmis sąlygomis – Pu(IV), Pu(V) (Hirose, Aoyama, 2002; Choppin, 2006). Mūsų tyrimai parodė, kad Baltijos jūros vandenyje Pu(IV) ir Pu(V) greitai sorbuojasi ant dugno nuosėdų dalelių – sorbcijos kinetiniai koeficientai 0,37±1,38 x10⁻⁴ min⁻¹ ir 1,24±7,78 x10⁻⁴ min⁻¹, atitinkamai (Lujanienė et al., 2013). Pu(V) sorbcijos mechanizmas siejamas su greita Pu(V) redukcija (reakcijos greitis ≤ 2,33·10⁻³s⁻¹) humuso medžiagomis ir/arba Fe(II) iki Pu(IV) ir, dalinai, iki Pu (III). Po redukcijos buvo stebėta Pu izotopų jonų mainų ir paviršiaus kompleksų sąveika su įvairiais dugno nuosėdų sandais bei jų lėtas įsiskverbimas į Fe mineralų kristalines struktūras. Duomenys, gauti laboratorinių ir lauko eksperimentų metu parodė, kad humuso medžiagos, karbonatai ir geležies oksidai vaidina svarbų vaidmenį Pu izotopų sorbcijos ir nuotėkio vyksmuose jūrinėje aplinkoje. Stebėta gera ^{239,240}Pu aktyvumo koncentracijų dugno nuosėdose koreliacija su bendra organine anglimi (BOA) (R = 0,98).

Priešingai gerai aktinoidų aktyvumų koreliacijai su organikos kiekiu dugno nuosėdose, stebėta jų silpna koreliacija (r = 0,53), su skandinavine organine anglimi (SOA) ir silpna neigiama koreliacija (r = -0,50) su ištirpusia organine anglimi (IOA) jūros vandenyje. Nepaisant to, Pu aktyvumai skandinavijoje medžiagoje gerai koreliavo su SOA/IOA santykiu (R = 0,89). Tai gali būti aiškinama Pu izotopų konkuruojančiomis reakcijomis su organinėmis medžiagomis esančiomis skandinavinių dalelių paviršiuje, oksidacijos-redukcijos

reakcijomis bei tirpių kompleksų sudarymų jūros vandenyje. Taigi Pu sąveika su dugno nuosėdų dalelėmis gana sudėtinga, tačiau gera jo aktyvumo koncentracijų koreliacija su bendra organine anglimi leidžia manyti, kad Pu izotopai gali būti naudingi vertinant organinių medžiagų sklaidą jūrinėje aplinkoje.

Stabilios ir radio anglies izotopai plačiai naudojami organinių medžiagų apibūdinimui ir anglies ciklui jūrinėje aplinkoje tirti. Stabilių ir radio anglies izotopų matavimai, atlikti 3 cm paviršinių dugno nuosėdų, surinktų Baltijos jūros ir Kuršių marių stotyse, bendros organinės anglies frakcijoje (rezultatai pateikti kaip δ¹³C, ‰ ir ¹⁴C savitasis aktyvumas, palyginus su šiuolaikinės anglies standartais, išreiškiamas procentais, sutarta žymėti pMC (percent of Modern Carbon). δ¹³C Baltijos jūros dugno nuosėdose kito nuo -28,1 ± 0,2 ‰ iki -21,3 ± 0,1 ‰, vidutinė vertė -24,4 ‰. Tai sutampa su anksčiau paskelbtais rezultatais (Voss et al., 2005). Kuršių mariose išmatuotos mažesnės vertės – nuo -30,8 ± 0,1 ‰ iki -28,9 ± 0,1 ‰, vidutinė vertė -30,1 ‰. Lenkijos mokslininkų publikuoti rezultatai rodo, kad paviršinėse < 10 cm dugno nuosėdose δ¹³C vertės kito nuo -24,4 ‰ iki -21,3 ‰, tačiau dugno nuosėdose > 20 cm gylyje δ¹³C vertės kito nuo -26,36 ‰ iki -24,63 ‰ (Szczepańska et al., 2012). Manoma, kad iki 83% organinių medžiagų patenka į Baltijos jūrą su upių nuotėkiu (Kuliński, Pempkowiak, 2012), o dugno nuosėdose terigeninės anglies indėlis kito nuo 40,8 iki 72,7% (Szczepańska et al., 2012). Radioanglies šiuolaikinė frakcija (radioanglis įterpta po branduolinio ginklo bandymų), išmatuota dugno nuosėdų bendros organinės anglies frakcijoje, kito nuo 66 ± 2 pMC iki 100 ± 3 pMC. Didžiausia vertė išmatuota Baltijos jūros R7 stotyje, o mažiausia 64-je stotyje, kur, dėl erozijos ir maišymosi, gilesnių sluoksnių, o, tuo pačiu, senesnių pagal amžių dugno nuosėdų dalelės patenka į paviršinį sluoksnį.

Baltijos jūros ir Kuršių marių dugno nuosėdų bendros lipidų frakcijos δ¹³C vertės paklaidų ribose buvo artimos BOA δ¹³C vertėms. Tačiau aptikti žymūs šiuolaikinės radioanglies frakcijos verčių skirtumai BOA lyginant su δ¹³C vertėmis lipiduose, išskirtuose iš Baltijos jūros dugno nuosėdų. Nors radioanglies aktyvumų skirtumai BOA ir konkrečių junginių frakcijose, datuojant dugno nuosėdas buvo stebimi ir anksčiau (Uchida et al., 2001), norint išsiaiškinti tikrąsias priežastys reikalingi papildomi tyrimai.

Padėka. Autoriai dėkoja Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento ir Fizinių ir technologijos mokslų centro darbuotojams už pagalbą imant ir analizuojant mėginius.

Autoriai taip pat dėkingi Lietuvos mokslų tarybai už finansinę paramą (sutarties Nr. MIP-080/2012).

Literatūra

Choppin G.R. 2006. Actinide speciation in aquatic systems. Mar. Chem. 99, 83–92.

- HELCOM. 1995. Radioactivity in the Baltic Sea 1984-1991. Baltic Sea Environment Proceedings, 61, Helsinki Commission, Helsinki, Finland.
- Hirose K., Aoyama M. 2002. Chemical speciation of plutonium in seawater. *Anal. Bioanal. Chem.* 372, 418–420.
- Hirose K., Sugimura Y. 1990. Plutonium isotopes in the surface air in Japan: effect of Chernobyl accident. *J. Radioanal. Nucl. Chem. Articles.* 138, 127-138.
- Ketterer M.E., Gulin S.B., MacLellan G.D., Hartsock W.J. 2010. Fluvial transport of chernobyl plutonium (Pu) to the Black Sea: evidence from 240Pu/239Pu atom ratios in Danube Delta sediments. *Open Chem Biomed Methods J.* 3, 197–201.
- Kuliński K., Pempkowiak J. 2012. Carbon cycling in the Baltic Sea Springer-Verlag Berlin Heidelberg p. 129.
- Lujanienė G., Jokšas K., Šilobritienė B., Morkūnienė R. 2006. Physical and chemical characteristics of 137Cs in the Baltic Sea. *Radioactivity in the environment* 8, 165-179.
- Lujanienė G. 2011. Determination of Pu, Am and Cm in environmental samples. *International symposium on isotopes in hydrology, marine ecosystems, and climate change studies* : Monaco, March 27-April 1, 2011, Proceedings IAEA (spaudoje).
- Lujanienė G., Remeikaitė-Nikienė N., Garnaga G. et al. 2013. Cs, Am and Pu isotopes in the Curonian Lagoon and Baltic Sea. (spaudoje).
- Lujanienė G., Beneš P., Štamberg K. et al. 2013. Pu and Am sorption to the Baltic Sea bottom sediments. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry.* 295, 1957-1967.
- Matisoff G., Ketterer M.E., Rosen K. et al. 2011. Downward migration of Chernobyl-derived radionuclides in soils in Poland and Sweden. *Appl Geochem;* 26, 105–115.
- Povinec P.P., Betti M., Jull A.J.T., Vojtyla P. 2008. New isotope technologies for environmental physics. *Acta Phys. Slovaca* 58, 1-154.
- Remeikaitė-Nikienė N., Lujanienė G., Garnaga G. et al. 2012. Distribution of trace elements and radionuclides in the Curonian Lagoon and the Baltic Sea. 2012 IEEE/OES (BALTIC): Baltic international symposium : May 8-11, 2012, Klaipėda, Lithuania. IEEE, 1-12.
- Schubotz F., Lipp J.S., Elvert M. et al. 2011. Petroleum degradation and associated microbial signatures at the Chapopote asphalt volcano, Southern Gulf of Mexico. *Geochim. Cosmochim. Acta,* 75, 4377–4398.
- Skwarzec B., Jahnz-Bielawska A., Struminska-Parulska D. 2011. The inflow of ²³⁸Pu and ^{239,240}Pu from the Vistula River catchment area to the Baltic Sea. *J. Environ Radioact.* 102, 728-734.
- Strumińska-Parulska D., Skwarzec B., Pawlukowska M. 2012. Plutonium fractionation in southern Baltic Sea sediments. *Isot. Environ. Health. St.* 48, 526–361.
- Sturt H.F., Summons R.E., Smith K. et al. 2004. Intact polar membrane lipids in prokaryotes and sediments deciphered by high-performance liquid chromatography electrospray ionization multistage mass spectrometry – new biomarkers for biogeochemistry and microbial ecology. *Rapid. Commun. Mass. Spectrom.* 18, 617–628.
- Szczepańska A., Zaborska A., Maciejewska A. et al. 2012. Distribution and origin of organic matter in the Baltic Sea sediments dated with ²¹⁰Pb and ¹³⁷Cs. *Geochronometria* 39, 1–9.
- Uchida M., Shibata Y., Kawamura K. et al. 2001. Compound-specific radiocarbon ages of fatty acids in marine sediments from the Western North Pacific. *Radiocarbon* 43, 949–956.
- Voss M., Liskow I., Pastuszak M. et al. 2005. Riverine discharge into a coastal bay: A stable isotope study in the Gulf of Gdan'sk, Baltic Sea. *Journal of Marine Systems* 57, 127– 145.

PEMPĖS VEISIMOSI NEMUNO DELTOJE TYRIMO DUOMENŲ PRELIMINARI ANALIZĖ

Mindaugas Mačiulis

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; mindaugasmaciulis@yahoo.com*

Pempės pasaulinės populiacijos pagrindinė dalis koncentruojasi Europoje. Čia ji priskiriama rūšims, turinčioms nepalankų apsaugos statusą. Vien tik 1990-2008 metų laikotarpiu išnyko 30 % europinės populiacijos (Vorisek, 2008). Tarp Europinės svarbos rūšių paukščių (SPEC) pempė turi pažeidžiamos rūšies (2 kategorijos) statusą.

Europos upių ir pajūrio užliejamose pievose peri didžiausia lizdų koncentracija pasižyminčios pempių vietinės populiacijos. Nuo seno didelių upių užliejamos pievos yra šios rūšies formavimosi istorinės buveinės. Nemuno deltos užliejamos pievos svarbiausia pempių perėjimo vieta Lietuvoje (Kurlavičius, 2006). Čia peri 1500-2000 porų (Jusys ir kt., 1999) iš bendro 18000-20000 porų skaičiaus šalyje (Kurlavičius ir Raudonikis, 2001). Užliejamų pievų tipo buveinės Europoje tapo retomis dėl upių tiesinimo, potvynių reguliavimo ir pievų melioravimo. Todėl dabar didžioji populiacijos dalis peri jau ne natūraliose, o agrokraštovaizdžio buveinėse, kurios yra sausesnės lyginant su užliejamų pievų buveinėmis.

Jei pasaulio klimatas šils ir toliau, prognozuojamas dirvos drėgmės mažėjimas (Stonevičius ir kt., 2008). Pastaroji koreliuoja su dirvos bestuburių gyvūnų gausa ir mitybos prienamumu - svarbiu pempių mitybinių komponentu (Huntley ir kt., 2007). Tilvikų ir kitų pelkių bei seklių vandenų paukščių rūšių sausesnės, smulkesnės buveinės nukentės labiau nei šlapesnės ir didesnės (Smart, Gill, 2003; Glick, 2005). Todėl, klimatui kintant pagal prognozuojamą scenarijų, didelių upių ir pajūrio sezoniskai užliejamų pievų, svarba pempės ekologijai didės. Pavasarinių potvynių pradžios, apimties ir trukmės nepastovumas, sąlygoja atitinkamą užliejamose pievose perinčių pempių perėjimo elgesio įvairovę. Tokia situacija yra patogi tirti adaptacinius mechanizmus rūšiai reaguojant į klimato kaitą. Kadangi klimatui kintant prognozuojamas hidrometeorologinių sąlygų nepastovumas didėjimas (Rimkus, 2007; Rimkus ir kt., 2007) tai tokių tyrimų aktualumas taip pat turės didelę reikšmę.

Naudojant 2006-2007 metais surinktus duomenis, tirta, kaip kinta pempių veisimosi fenologija ir gausa priklausomai nuo oro temperatūros, ir potvynio lygio. Iš viso kontroliuota 111 lizdų (86,5 % nuo bendro 133 perėjusių porų skaičiaus). Lauko darbai (lizdų paieška, jų aplinkos įvertinimas lizdų kontrolė) trukdavo nuo kovo pabaigos iki gegužės pabaigos.

Nemuno deltos pievose perinčioms pempėms būdinga didelė koncentracija palyginti mažame plote. Todėl beveik visi rasti lizdai buvo sukrauti kolonijose. Tuo tarpu dauguma užsienio autorių nurodo, jog šis rodiklis svyruoja tarp 46-61% (Cramp ir Simmons, 1983), nors pempės perėjo panašaus dydžio kolonijose, kurios susikūrė pagal pagrindines aplinkos charakteristikas panašiose buveinėse. 2006-2007 metais vidutinis kolonijos skaitlingumas svyravo nuo $12 \pm 1,4$ iki $14,6 \pm 3,5$ poros ir laikytinas dideliu, atsižvelgiant į dažniausią nurodomą (<10 porų) dydį (European Union management 2009-2011. Lapwing, 2009). Kolonijos tarpusavyje buvo izoliuotos ir atskirtos plačiais plotais be lizdų. Tai gali reikšti, kad nepaisant užliejamų pievų santykinio biotopinio homogeniškumo, perinčios poros renkasi tam tikras mikrobuveines. Tačiau vietų su lizdais ir be lizdų biotopinės charakteristikos 2006-2007 metais nebuvo lygintos. Tai bus padaryta analizuojant 2010-2013 m. duomenis disertacinio darbo baigiamajame etape.

Lizdų, kuriuose išsiriti bent vienas kiaušinis, procentas buvo labai aukštas. Dviejų metų laikotarpiu iširtos 12 kolonijų. Dvejuose kolonijose jaunikliai išsiriti visuose lizduose (100%), keturiose - 85-90%, trijose - apie 70 % ir vienoje virš 50%. Dvi kolonijos buvo sunaikintos: deginant pernykštę žolę ir netoliese apsigyvenus usūrinių šunų šeimai. Todėl, sudėjus žuvusius ir pakartotinus lizdus, sėkmingų dečių dalis kolonijose buvo santykinai nedidelė - atitinkamai, 46 ir 30%. Tai aukšti veisimosi sėkmės rodikliai, lyginant su Europos daugumos šalių vidurkiu - 60%, (Trolliet, 2000). Juo labiau kad lizdų žuvimas žolinio tipo buveinėse yra aukštesnis nei dirbamuose laukuose (Galbraith, 1988; Shrub, 1990).

Šiltesnį 2007 metų pavasarį pempės parskrido anksčiau nei šaltesnį 2006 metais. Tačiau parskridimo datos neturėjo patikimo ryšio su kiaušinių dėjimo pradžia, o dėjimo pradžios ryšys su oro temperatūromis (laikotarpiu tarp parskridimo ir kiaušinių dėjimo pradžios) taip pat buvo neaiškus. Tačiau kovo mėnesio vidutinė oro temperatūra patikimai koreliavo su kiaušinių dėjimo laikotarpio pradžia ir pikų (Spirmeno koreliacinė analizė: $R = -0,94$, $P < 0,05$). Pažymėtina, kad kiaušinių dėjimo pabaigos datos liko nekintančios nepriklausomai nuo kas metai kintančios dėjimo pradžios.

2006 metais potvynio pikas sutapo su pempių kiaušinių dėjimo pagrindiniu laikotarpiu balandžio mėnesį. O 2007 metais potvynio pikas buvo priešlīdziniu laikotarpiu (kovo mėnesį). Todėl greičiausiai dėl šių priežasčių 2006 metais pempių lizdai buvo arčiau vandens nei 2007 metais (vidurkis \pm SD: $16,75 \pm 7,21$ vs $32,95 \pm 18,96$; Mann-Whitney test: $z = -4,78$, $p < 0,0001$). Tačiau veisimosi fenologijos aiškios priklausomybės nuo potvynio neaptikta. Pempės galėjo pradėti dėti ir prieš ir per potvynio piką. Galima teigti tik tai, kad kolonijos kūrėsi netoli vandens ir poros užimdavo vandens apsuptas saleles. Rezultatai atskleidė veisimosi fenologijos ryšį su potvynio parametrais sudėtingumą. Jie

atitinka ir kitų tyrimų rezultatų kontraversiškumą, kai potvynio nauda ar žala pempėms priklausydavo nuo konkrečių vietinių sąlygų (Ausden ir kt., 2001; Kubelka ir kt., 2012).

Tyrimo rezultatai leidžia daryti išvadą, kad Nemuno deltoje pempės turi geras veisimosi sąlygas lyginant su kitose Lietuvos ir Europos panašiose vietose perinčiomis vietinėmis populiacijomis. Kadangi dauguma Europos vietinių perinčių populiacijų atskirose buveinėse negali natūraliai išsilaikyti (Galbraith, 1988; Baines, 1990; Christen, 2007; Sattler, 2009), upių ir pajūrio užliejamos pievos gali tapti rūšies dispersijos centrais.

Darbe pateikiami rezultatai turėtų būti vertinami, kaip preliminarūs. Jis skirtas eilei prielaidų, suformuotų apžvelgiant literatūrą apie pempių veisimosi ekologiją (ypač užliejamose pievose), patikrinti. Darbo rezultatai padės patikslinti disertacinio darbo tikslą ir uždavinius. Būtina atlikti detalesnę ir labiau kompleksinę turimų duomenų analizę ir tyrimų planavimą, įtraukiant daugiau veisimosi aplinkos kintamųjų, susiejant hidrometeorologinius parametrus ne tik su veisimosi fenologijos bet ir su gausos ir veisimosi sėkmės rodikliais. Tai bus daroma naudojant daugialypės regresijos ir multivariacinės statistikos metodus 2010-2013 m. duomenų analizei.

Literatūra

- Ausden M., Sutherland W.J., James R. 2001. The effects of flooding lowland wet grassland on soil macroinvertebrate prey of breeding wading birds. *Journal of Applied Ecology*, 38: 320-338.
- Baines D. 1990. The Roles of Predation, Food and Agricultural Practice in Determining the Breeding Success of the Lapwing *Vanellus vanellus* on Upland Grasslands. *Journal of Animal Ecology*, 59:3: 915-929.
- Christen W. 2007. Bestandsentwicklung und Durchzug des Kiebitzes *Vanellus vanellus* in der Aareebene bei Solothurn. *Der Ornithologische Beobachter*, 104 (3): 173-188.
- Cramp S., Simmons K.E.L. (eds.). 1983. The birds of the Western Palearctic. Vol. III. - Oxford University Press, Oxford, UK.
- European Union Management plan 2009-2011. Lapwing *Vanellus vanellus*. Technical report 2009-033.
- Galbraith H. 1988. Effects of agriculture on the breeding ecology of Lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of applied ecology*, 25: 487-503.
- Glic P. 2005. Waterfowler's Guide to Global Warming, Washington DC: National Wildlife Federation.
- Huntley B., Green R.E., Collingham Y.C., Willis S.G. 2007. A climatic atlas of European breeding birds. Lynx Edicions, Ingoprint, S.A, Barcelona.
- Jusys V., Mačiulis M., Mečionis R. ir kt. 1999. Klaipėdos krašto perinčių paukščių atlasas. Vilnius. Daigai.
- Kubelka V., Zamečnik V., Šalek M.E. 2012. The ploughed field is the most important breeding habitat for the Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in the Czech Republic. BOU Proceedings - Ecosystem services: do we need birds? <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/ecosystem-services/poster/kubelka-et-al.pdf>.
- Kurlavičius P. 2006. Lietuvos perinčių paukščių atlasas. Kaunas, Lututė.
- Kurlavičius P., Raudonikis L. 2001. Lietuvos vietinių perinčių populiacijų gausa 1999-2001 metais. Lietuvos ornitofaunistinė komisija. CICONIA, 9:92-97.
- Rimkus E. 2007. Klimato kaitos prognozės. Globali aplinkos kaita. Red. E. Rimkus, S. Sinkevičius.

- Vilnius : Vilniaus Universitetas, 107-132.
- Rimkus E., Kažys J., Junevičiūtė J. et al. 2007. Lithuania's climate forecast for 21st century. *Geografija*, 43(2): 37-47.
- Sattler T., Rey E., Schmid H. 2009. Distribution and population development of the Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in Switzerland 2005-2008 - Verbreitung und Populationsentwicklung des Kiebitzes *Vanellus vanellus* in der Schweiz 2005-2008 (in German with English summary). *Der Ornithologische Beobachter*, 106: 263 – 274.
- Smart J., Gill J. 2003. Climate change and potential impact on breeding waders in UK. *Wader Study Group Bulletin*, 100: 80-85.
- Shrubbs M. 1990. Effects of agricultural change on nesting Lapwing (*Vanellus vanellus*) in England and Wales, *Bird study*, 37:115-127.
- Stonevičius E., Štaras A., Valiuškevičius G. 2008. Soil humidity forecast for 21st century according to different scenarios of global circulation models. *Geografija*, 44(1): 17-25.
- Trolliet B. 2000. European Union Management Plan for the lapwing: *Vanellus vanellus*. - European Commission. DGXI, Contract 97/162/3040/DEB/D2.
- Vorisek P. 2004. Population trends of European common birds 2003. Pan-European Common bird Monitoring. - Internet publication: [http://www.birdlife.cz/wpimages/other/ETrends\(2\)2003.pdf](http://www.birdlife.cz/wpimages/other/ETrends(2)2003.pdf).

NAFTOS ANGLIAVANDENILIŲ PASISKIRSTYMO JŪROS VANDENYJE TYRIMAI

Kristina Mickuvienė, Žilvinas Kryževičius, Audronė Žukauskaitė

*Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakultetas, Klaipėda;
kristina.mickuviene@gmail.com*

Anotacija

Su nafta susijusiuose aplinkos tyrimuose yra labai svarbu nustatyti galimus išsiliejusios naftos migracijos kelius. Naftos išsiliejimų tyrimai rodo, kad fizikiniai, cheminiai, biologiniai procesai, kurie priklauso nuo naftos savybių, yra veikiami hidrodinaminių, meteorologinių ir aplinkos sąlygų, kurie įtakoja išsiliejusios naftos transportavimą ir likimą jūros aplinkoje. Šio darbo tikslas iširti, kaip vyksta naftos angliavandenių pasiskirstymas jūros vandenyje, eliminavus tokius hidrodinaminius, meteorologinius veiksnius kaip vėjas, srovės, bangavimas, UV spinduliuotė.

Įvadas

Naftos išsiliejimai, atsitiktiniai ar dėl žmogaus veiklos, yra pagrindinis jūros ekosistemų taršos šaltinis. Daugelis naftos komponentų yra toksiniai, kancerogeniniai, mutageniniai. Kai kurios naftos frakcijos gali sukelti chronišką ūmų toksikologinį efektą, kuris gali pakeisti populiacijų dinamiką, gali sutrikdyti natūralių bendruomenių ekosistemose sąveiką ir struktūrą. Į jūros aplinką patekę angliavandeniai gali būti natūralios (pirolizė, diagenėzė, biosintezė, natūralūs išsiliejimai) ar antropogeninės (pramonės, miesto nuotekos, jūros transportas, naftos gavyba, perdirbimas) kilmės. Angliavandeniai į jūros vandenį patenka sausos (aerozoliai), šlapios (lietūs) atmosferos ir paviršinės pernašos būdu; upėmis, miesto/pramonės nuotekomis. Vandens sistemoje angliavandeniai egzistuoja laisvai ištirpusioje fazėje, asocijuoti ištirpusios organinės medžiagos fazėje, asocijuoti suspenduotų kietųjų dalelių medžiagos fazėje, asocijuoti nuosėdų fazėje. Angliavandenių pasiskirstymas tarp šių fazių yra kontroliuojamas individualių angliavandenių fizikinių/cheminių savybių (tirpumo, garų slėgio, sorbcijos koeficiento), taip pat kiekvienos fazės savybių. Suspenduotos organinės ir neorganinės dalelės yra svarbūs teršalų transportavimo ir pasiskirstymo vandens ekosistemose vektoriai.

Išsipylosios naftos būseną priklauso nuo vyraujančių sąlygų (temperatūros, jūros būsenos, srovių) ir nuo naftos cheminės sudėties. Išsiliejusi nafta yra veikiami fizikinių, cheminių, biologinių dūlėjimo procesų, tai skatina jos pasiskirstymą, tiek biotinėje, tiek abiotinėje jūros terpėje, ar jos degradaciją. Svarbiausi dūlėjimo procesai: sklidimas, garavimas, tirpumas, dispersijų

susidarymas, emulsijų formavimas, fotocheminė oksidacija, biodegradacija, adsorbicija ant suspenduotų kietųjų dalelių ir sedimentacija.

Šio darbo tikslas nustatyti jūros vandens temperatūros įtaką naftos angliavandenilių pasiskirstymui vandens stovymėje *in vitro* sąlygomis. T.y. nustatyti kaip vyksta angliavandenilių pasiskirstymas neveikiant tokiems meteorologiniams, hidrodinaminiais veiksniais kaip vėjas, srovės, bangavimas, UV spinduliuotė, kurie natūraliomis aplinkos sąlygomis paspartina angliavandenilių pasiskirstymą jūros vandenyje.

Medžiagos ir tyrimo metodai

Tyrimams atlikti buvo suprojektuotas ir pagamintas eksperimentinis stendas. Eksperimentinį stendą sudaro 8 polivinilchlorido cilindrai. Kiekvienas polivinilchlorido cilindras yra 1,1 m ilgio ir 0,2 m diametro. Cilindrai buvo modifikuoti, panaudojant infuzines sistemas taip, kad vandens mėginius būtų galima paimti trijuose skirtinguose vandens sluoksniuose, t.y. paviršiniame vandens sluoksnyje, viduriniame ir priedugnio vandens sluoksniuose.

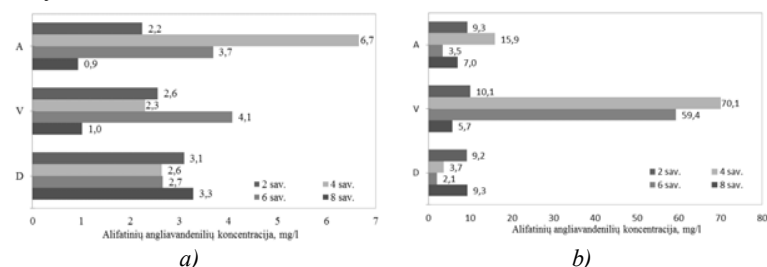
Eksperimentui atlikti buvo naudojamas Baltijos jūros paplūdimio smėlis, jūros vanduo, žaliavinė nafta iš grėžinio Kretinga-9, Kretingos telkinys. Žaliavinė nafta savo savybėmis artima Šiaurės jūroje esančio Brent telkinio naftai - šviesi, lengva, besierė. Eksperimentas buvo atliekamas 8 savaites. Tyrimams mėginiai buvo imami po 2, 4, 6, 8 savaičių. Mėginiai buvo imami iš 3 skirtingų vandens stovymės sluoksnių: 1 (A) – paviršinio vandens sluoksnio po plėvele (~ 5 cm nuo žaliavinės naftos plėvelės); 2 (V) – vidurinio sluoksnio (~ 42 cm nuo smėlio paviršiaus); 3 (D)– priedugninio vandens sluoksnio (~ 5 cm nuo smėlio paviršiaus). Naftos angliavandenilių koncentracija buvo nustatoma naudojant dujų chromatografą Shimadzu GC-2010. Chromatografinė kolonėlė: Rxi®-1ms, Crossbond® 100% dimethyl polysiloxane, 20 metrų ilgio, 0,18 mm skersmens, 0,18 um df. Temperatūra buvo nustatyta nuo 55 iki 300°C, 10°C per minutę greičiu, ir buvo palaikoma 300°C 15 minučių. Nešančios dujos – helis (0,99 ml/min). Detektoriaus temperatūra 320°C.

Tyrimams buvo imama po 50 ml vandens mėginio, kuris buvo 3 karus ekstrahuojamas 20 ml heksano ir dichlormetano mišiniu (1:2). Surinkti ekstraktai buvo praleidžiami pro analitiškai švarų bevandenį natrio sulfatą. Sukoncentruotas ekstraktas praleidžiamas pro aliuminio:silikagelio (2:3 v/v) chromatografinę kolonėlę. Alifatiniai angliavandeniliai išplaunami 5 ml n-heksanu. Alifatinė frakcija sukoncentruojama rotaciniu garintuvu iki 1 ml ir saugoma 4°C temperatūroje iki analizės.

Rezultatų aptarimas

Kadangi mūsų vykdomo eksperimento mėginiai nebuvo filtruojami, tai koncentracijos nurodo ištirpusių ir suspenduotų dalelių angliavandenilių sumas.

Jūros vandenyje (1 pav. (a)), esant 15°C temperatūrai, didžiausi alifatiniai angliavandenilių koncentracijos pokyčiai stebimi viršutiniame sluoksnyje. Praėjus keturiom savaitėm viršutiniame sluoksnyje angliavandenilių koncentracija siekia 6,7 mg/l. Galima teigti, kad angliavandeniliai iš naftos plėvelės pateko į ištirpusią ir/ar suspenduotų dalelių fazes. Kadangi eksperimentas vyko esant stabiliom sąlygom, t.y. nebuvo maišymo, angliavandenilių sėdimas į gilesnius sluoksnius vyksta sąlyginai lėtai. Pastebėta, kad po dviejų savaičių priedugnyje esanti koncentracija didesnė nei viršutiniame sluoksnyje. Tai gali būti angliavandenilių resuspensijos iš dugno nuosėdų padarinys.



1 pav. Naftos angliavandenilių pasiskirstymas natūraliame jūros vandenyje, esant 15°C (a) ir 25°C (b) (A – viršutinis, V – vidurinis, D – priedugnio vandens sluoksniai)

Jūros vandenyje (1 pav. (b)), esant 25°C temperatūrai, paviršiniame sluoksnyje didelės angliavandenilių koncentracijos (9,30 mg/l) stebimos jau po antros savaitės. Aukštesnės temperatūros sąlygoja didesnę angliavandenilių tirpumą vandenyje. Esant 15°C temperatūrai, po ketvirtos savaitės paviršiniame sluoksnyje angliavandenilių koncentracija padidėja (15,9 mg/l). Viduriniame vandens sluoksnyje, praėjus keturiom savaitėm, stebimas staigus angliavandenilių koncentracijos padidėjimas (70,1 mg/l). Tai galėjo lemti vandens sluoksnių maišymasis dėl temperatūrų skirtumų apatiniame ir viršutiniame vandens sluoksniuose. Gauti duomenys atitinka kitų autorių rezultatus, kurie nustatė, kad esant aukštesnei temperatūrai, vyksta angliavandenilių desorbicija iš suspenduotos dalelių medžiagos, todėl didėja angliavandenilių koncentracija ištirpusioje fazėje.

Išvados:

1. Pasiskirstymo procesai, neveikiant tokiems hidrodinaminiais, meteorologiniams veiksniais kaip vėjas, srovės, bangavimas, UV spinduliuotė, vyksta pakankamai intensyviai. Jūros vandens stovymėje, esant 15°C temperatūrai, po aštuonių savaičių priedugnio sluoksnyje alifatiniai angliavandeniliai koncentracija siekia 3,28 mg/l.

2. Didelės alifatinių angliavandenilių koncentracijos paviršiniame vandens sluoksnyje esant aukštesnėms temperatūrom (25°C) stebimos jau po dviejų savaitių (9,30 mg/l), aukštesnė temperatūra galėjo sąlygoti didesnę angliavandenilių tirpumą. Tačiau po aštuonių savaitių priedugnio sluoksnyje angliavandenilių koncentracija padidėjusi nežymiai (9,33 mg/l), nes aukštesnė temperatūra atitinkamai skatina spartesnę biodegradaciją.

Eksperimento tyrimai remiami projekto „Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra“. Tema: „Aplinkai draugiškų („žaliųjų“) technologijų tyrimai ir taikymas jūrinių konstrukcijų ir energetinių sistemų tobulinimui“, Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programa, Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019.

Literatūra

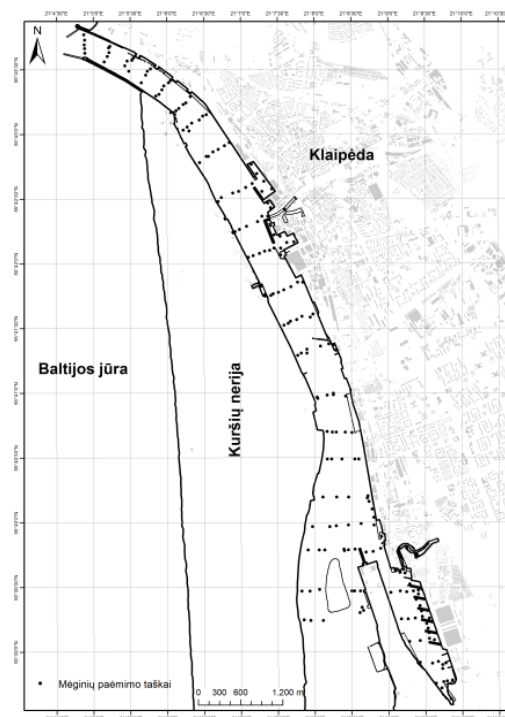
- Bejarano A.C., Michel J. 2010. Large-scale risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in shoreline sediments from Saudi Arabia: environmental legacy after twelve years of the Gulf war oil spill, *Environ. Pollut.* 158. 2010. 1561–1569.
- Guigue C. et al. 2011. Occurrence and distribution of hydrocarbons in the surface microlayer and subsurface water from the urban coastal marine area off Marseilles, Northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.*
- Yu-Ling et al. 2001. Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in seawater from the Western Taiwan Strait, China. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.03.008>.
- Page D.S. et al. 2002. A holistic approach to hydrocarbon source allocation in the subtidal sediments of Prince, William Sound, Alaska, Embayments. In: *Proceedings of the 25th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar*, Environment Canada, Ottawa, pp. 547–563.
- Payne J.R., Clayton Jr., Kirstein B.E. 2003. Oil/suspended particulate material interactions and sedimentation. *Spill Sci. Technol. Bull.* 8, 201–221.
- Sh Z. et al. 2007. Partitioning and source diagnostics of polycyclic aromatic hydrocarbons in rivers in Tianjin, China. *Environmental Pollution* 146, 492-500.
- Wang Z., Stout S.A. 2009. *Oil Spill Environmental Forensics: Fingerprinting and Source Identification*. Elsevier, Inc., Amsterdam.

KLAIPĖDOS ŠĄSIAURIO DUGNO NUOSĖDŲ TIPAI

Ilona Minevičiūtė, Saulius Gulbinskas

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; ilona@corpi.ku.lt*

Klaipėdos sąsiauris – gamtinė sistema, jungianti Kuršių marias su Baltijos jūra. Tai technologškai pakeista ir keičiama akvatorija, kurios rytinėje dalyje yra pusiau uždari Klaipėdos uosto baseinai, krantinės ir pirsai, vakarinėje – Kuršių nerijos krantinė. Sąsiauryje nuolat vyksta intensyvi ne tik vandens, bet ir nuosėdinės medžiagos apykaita tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros, turinti ryškų sezoninį pobūdį (Dubra ir Dubra, 1998, Gailiušis et al., 1996 ir kt.).



1 pav. Mėginių ėmimo stotys.

Sąsiaurio sedimentacinę aplinką stipriai veikia ne tik gamtinių procesų sukelti nuolatiniai hidrodinaminių sąlygų pokyčiai, bet ir aktyvi ūkinė veikla - dugno gilimo ir valymo darbai. Taigi, tiek dėl gamtinių, tiek ir dėl

technogeninių veiksnių, keičiasi sąsiaurio dugne nusėdančių nuosėdų sudėtis, o tuo pačiu ir dugno nuosėdų tipų pasiskirstymo dėsniumai. Uosto gruntu sudėtis yra nagrinėjama įvairiais aspektais (Galkus ir Jokšas, 1997; Lapinskienė et al., 2002 ir kt.), dažniausiai akcentuojant jų užterštumo problemą ar grunto kasimo bei tvarkymo galimybes. Detalus dugno nuosėdų tyrimai, apimančius visą uosto akvatoriją, paskutinį kartą buvo atlikti ir sudaryta dugno nuosėdų pasiskirstymo schema 1998 m. (Trimonis ir Gulbinskas, 2000), t.y. prieš 15 metų. Per šį laikotarpį įvairiose sąsiaurio vietose buvo padidintas projektinis gylis, turėjęs įtakos akumuliacinių, tranzitinių ir erozinių sedimentacijos zonų (Gulbinskas, 1997, 1999) išsidėstymui.

Siekiant ištirti esamus Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų pasiskirstymo dėsningumus ir sudėtį, 2012 m. spalio – lapkričio mėnesiais, buvo atlikti dugno tyrimai. Dugno tyrimų stotys buvo išdėstytos 25 profiliuose ir visuose sąsiaurio uosteliuose bei įlankose (1 pav.). Iš viso paimti ir išanalizuoti 197 dugno nuosėdų mėginiai. Dugno nuosėdų mėginiai surinkti vykdam projektą „Darnus užteršto grunto tvarkymas Baltijos jūros regione“ (SMOCS). Granulimetrinė dugno nuosėdų analizė atlikta lazerinės sklaidos metodu, naudojant lazerinį dalelių analizatorių Analysette 22 MicroTec Plus, Fritsch. Pagal atliktos granulimetrinės analizės rezultatus, dugno nuosėdos suskirstytos į tipus, vadovaujantis normatyviniame dokumente LAND 46A-2002 pateikta klasifikacija. Klaipėdos sąsiauryje nustatyti šie nuosėdų tipai: aleuritinis dumblas, smėlingas dumblas, aleuritinis smėlis, aleuritingas smėlis, smulkus smėlis, vidutinis smėlis. Taip pat aptiktas žvirgždingas smėlis ir smėlingas žvirgždas (šių tipų nėra LAND 46A-2002 klasifikacijoje) bei ankstesniu geologiniu laikotarpiu susiformavusi morena.

Aleuritinis dumblas labiausiai paplitęs rytinėje sąsiaurio dalyje ir Malkų įlankoje, kur dugno nuosėdoms kauptis yra ramiausios sedimentacinės sąlygos. Aleuritinis dumblas taip pat nedideliais arealais kaupiasi ir sąsiaurio farvateryje.

Smėlingas dumblas aptinkamas beveik visame sąsiaurio plote, tačiau jo arealų dydis - ribotas. Didesnės jo sankaupos, besiribojančios su smulkaus bei aleuritingo smėlio ir aleuritinio dumblo paplitimo plotais, randamos šiaurinėje sąsiaurio dalyje, tarp Senosios perkėlos ir uosto vartų.

Aleuritinio ir aleuritingo smėlio taip pat galima aptikti beveik visame sąsiauryje: pietinėje sąsiaurio dalyje tarp marių protakų ir Malkų įlankos, vakarinėje sąsiaurio dalyje ir ties uosto vartais.

Smulkus ir vidutinis smėlis yra būdingas vakarinei ir rytinei protakai, Kiaulės nugaros ir uosto vartų rajonams, t.y. šie nuosėdų tipai klostosi tranzitinėse zonose.

Žvirgždingo smėlio, smėlingo žvirgždo ir atsidengusios morenos arealai randami vakarinėje protakoje ir centrinės sąsiaurio dalies farvateryje, ten kur pasireiškia intensyviausi hidrodinaminiai procesai ir vyksta dugno ardymas.

Įvertinus dugno nuosėdų sudėtį ir granulimetrinių tipų pasiskirstymą, galima teigti, kad Klaipėdos sąsiauryje vyraujantys nuosėdų tipai yra aleuritinis ir smėlingas dumblas. Skirtingų sedimentacinių aplinkų sąlyčio zonose, sąlyginai nedideliuose dugno plotuose, nuosėdų sudėties kaita vyksta labai greitai ir klostosi labai skirtingos nuosėdos – nuo smėlingo žvirgždo iki aleuritinio dumblo.

Literatūra

- Dubra J., Dubra V. 1998. Jūrinių vandenų patvankos Klaipėdos sąsiauriu. – Kuršių marių ir Baltijos jūros aplinkos būklė. – Klaipėda, 39–48.
- Gailiūšis B., Kovalenkoviėnė M., Kriaučiūnienė J. 1996. Hidrologiniai Klaipėdos uosto plėtros aspektai. – Energetika, 3, 73–79.
- Galkus A., Jokšas K. 1997. Nuosėdinė medžiaga tranzitinėje akvasistemoje. – Vilnius, Geografijos institutas, 198.
- Lapinskienė A., Pustelnikovas O., Želvytė D. 2002. Subalansuota Klaipėdos uosto plėtra. – Klaipėda, Klaipėdos universiteto leidykla, 192.
- Gulbinskas S. 1997. Environmental geology problems of the Klaipėda Strait. – The 5th marine geological conference: Abstracts, excursion guides, 128–131.
- Gulbinskas S. 1999. Antropogeninė apkrova ir geologiniai procesai Baltijos jūroje. Geomokslai, Lietuvos mokslas, 23, 338–355.
- Grunto kasimo jūrų ir jūrų uostų akvatorijose bei iškastų gruntų tvarkymo taisyklės LAND 46–2002, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. vasario 26 d. įsakymu Nr. 77
- Trimonis E., Gulbinskas S. 2000. Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdos. Geologija, 30, 20-27.

MIGRUOJANČIŲ GULBIŲ (*CYGNUS SP.*) IR ŽĄSŲ (*ANSER SP.*) GAUSUMO DINAMIKA NEMUNO DELTOJE

Julius Morkūnas

Gamtos tyrimų centro Ekologijos institutas, Vilnius,
juliusmorkunas@gmail.com

Nemuno deltoje - svarbiausioje pajūrio teritorijoje Lietuvoje pavasarį migruojantiems žąsiniais paukščiams (*Anseriformes*) - pavasariniai potvyniai suformuoja itin geras sąlygas migruojančių gulbių ir žąsų poilsiui ir maitinimuisi.

Pavasarių gulbių ir žąsų migracijų metu Nemuno delta yra viena iš svarbiausių apsistojimo vietų šiems paukščiams, kurie užliejamose pievose užsibūna nuo kelių dienų iki kelių savaitių. Analizuojant 2011-2012 metų stebėjimų duomenis, Nemuno deltos teritorijoje ir aplinkinėse vietovėse buvo identifikuota 12 svarbiausių teritorijų, kur buvo registruojama nuo 1500 iki 17000 žąsų ir nuo 250 iki 1300 gulbių. Daugiausiai žąsų registruota Sausgalvių, Rupkalvių ir Minijos apylinkėse, gulbių didžiausios sankaupos - Sausgalvių, Šyšos ir Rupkalvių apylinkėse. Baltakaktės žąsys (*Anser albifrons*) sudarė iki 95 procentų visų registruotų žąsų, o gulgės giesmininkės (*Cygnus cygnus*) - apie 74 procentų visų gulbių; vien jų sankaupų dydis Nemuno deltos regione buvo apie 43000 baltakakčių žąsų ir 3700 gulbių giesmininkių.

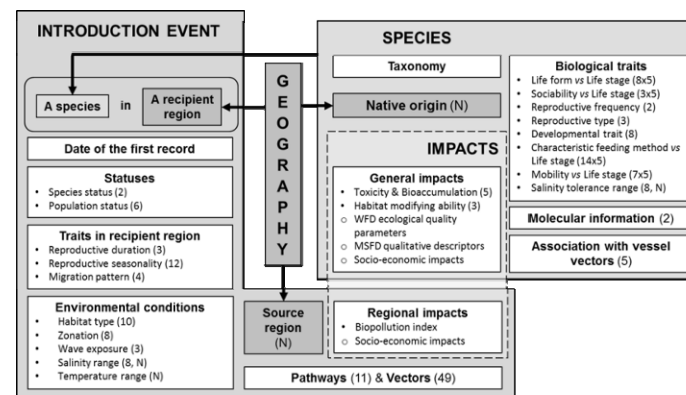
Žąsų sankaupų pikas yra pirmoji balandžio dekada, gulbių giesmininkių - kovo III ir balandžio I dekados. Mažųjų gulbių didžiausios sankaupos buvo registruojamos kovo paskutinę dekadą. 2012 metais buvo registruotos rekordinės mažosios gulgės sankaupos, siekusios iki 1200 individų deltoje. Nemuno deltoje mažesnėmis sankaupomis buvo registruotos ir pilkosios (*Anser anser*) (iki 500 individų), želmeninės (*Anser fabalis*) (3700 individų), ir baltaskruostės berniklės (*Branta leucopsis*) (800 individų). Tik pavieniui ar nedideliais pulkeliais buvo registruojama kanadinių berniklių (*Branta canadensis*), trumpasnapių (*Anser brachyrhynchus*), mažųjų žąsų (*Anser erythropus*), rudakaklių (*Branta ruficollis*) ir paprastųjų berniklių (*Branta bernicla*).

AQUANIS – ĮRANKIS SVETIMKRAŠČIŲ RŪŠIŲ PAPLITIMO GLOBALIOMS TENDENCIJOMS STEBĖTI

Aleksas Narščius, Sergej Olenin

Klaipėdos Universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; aleksas@corpi.ku.lt

AquaNIS (angl. k. *Information System on Aquatic Non-Indigenous Species*) yra informacinė sistema, skirta duomenų apie vandens svetimkraštes ir kriptogenines rūšis standartizavimui, kaupimui, analizei bei pateikimui vartotojams, visų pirma, tyrėjams ir aplinkosaugos vadybininkams. Šiame kontekste svetimkraštės rūšys (SR) – tai yra rūšys, kurios atsirado naujuose regionuose, nutolusiuose nuo jų kilmės arealų dėl tikslingų ar netikslingų žmogaus veiksmų (*sensu* Olenin et al., 2010). Kriptogeninės rūšys (KR) yra tokios, kurių kilmė negali būti tiksliai apibrėžta kaip vietinė arba svetimkraštė (*sensu* Carlton, 1996). AquaNIS susideda iš keturių pagrindinių duomenų blokų: „Atplaitimo įvykiai“, „Rūšys“, „Geografija“ ir „Poveikiai“ (1 pav.).



1 pav. AquaNIS duomenų bazė yra sudaryta iš dviejų pagrindinių („Atplaitimo įvykiai“ ir „Rūšys“, angl.: „Introduction event“ ir „Species“, atitinkamai, pagalbinio („Geografija“, angl. „Geography“) ir kompozicinio („Poveikiai“, angl. „Impacts“) duomenų blokų.

Kiekvienas blokas turi jam būdingus atributus. Skliausteliuose nurodytas galimas skaičius atributų reikšmių. Kai kuriems atributams reikšmės įvedamos matricos pavidalu (pvz. 8x5).

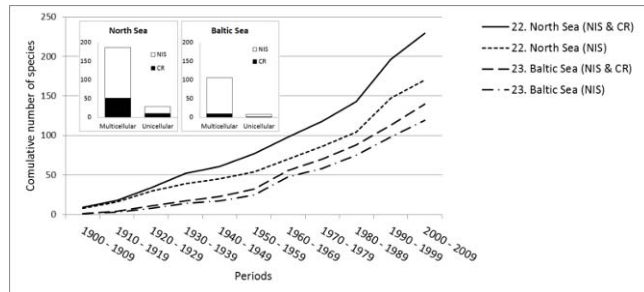
Duomenų blokas „Rūšys“ kaupia duomenis apie rūšių taksonomiją, biologines savybes, natūralaus paplitimo arealus, galimus poveikius aplinkai ir žmonių gerovei. „Atplaitimo įvykiai“ registruoja duomenis apie rūšių atplaitimus į geografinius regionus (šalis ar mažesnes jų vietas): atplaitimo metai, keliai ir

vektoriai, rūšies ir populiacijos statusas, regiono ypatumai, rūšies savybės šiame regione bei daromi poveikiai. Šiame elemente taip pat yra nurodomos vietovės, iš kurių atplito rūšys – tai leidžia identifikuoti antrinių atplitimų šaltinius. Siekiant palengvinti ir standartizuoti geografinių duomenų taikymą, yra naudojamas pagalbinis blokas „Geografija“, kuris yra organizuotas hierarchinių būdu: Okeanas - Okeano regionas - Didelė jūrų ekosistema (angl. *Large Marine Ecosystem* (sensu Sherman and Duda, 1999) - Šalies pakrantė - Uostai ir kitos vietovės. Kitas blokas „Poveikiai“ yra kompozicinis, apimantis duomenis apie bendrus ir regioninius rūšių daromus poveikius, kurie saugomi „Rūšys“ ir „Atplitimo įvykiai“ duomenų blokuose.

Šio darbo tikslas yra pademonstruoti sukurtos sistemos ir ekspertų sukauptų duomenų pridėtinę vertę analizuojant biologinių invazijų problemas globaliu kontekstu.

Sukauptais svetimkraščių rūšių skaičius

„Sukauptais svetimkraščių rūšių skaičius Europoje nuo 1900 metų“ yra vienas svarbiausių biologinės įvairovės indikatorių (European Environment Agency, 2007). Pritaikius šį indikatorių Šiaurės ir Baltijos jūroms (2 pav.), matome kad abiem regionams yra būdingas didėjantis sukauptais SR ir KR skaičius.

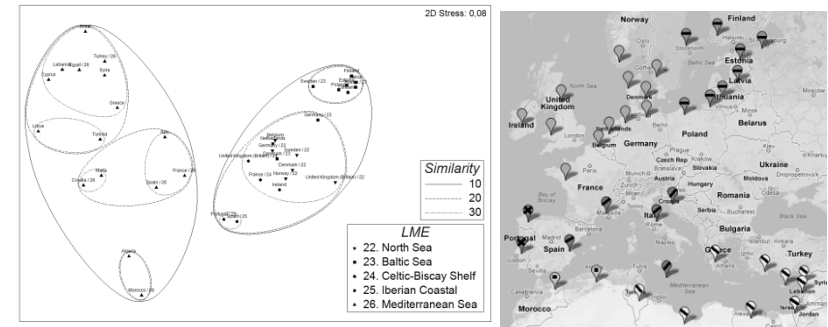


2 pav. Sukauptais svetimkraščių (NIS) ir kriptogeninių (CR) rūšių skaičius Šiaurės ir Baltijos jūrose nuo 1900 metų. Skirtumas tarp daugialąsčių ir vienialąsčių rūšių aptikimų šiuose regionuose yra pavaizduotas histogramose.

Šiaurės jūroje yra aptikta daugiau SR bei KR nei Baltijos jūroje. Tikėtina, kad kriptogeninių rūšių Baltijos jūroje yra mažiau nei Šiaurės jūroje dėl to, kad naujas rūšis lengviau aptikti ir identifikuoti regione, kuris pasižymi mažesne rūšių įvairove. Taip pat pastebėta, kad abiejuose regionuose yra daugiau duomenų apie daugialąstes rūšis, nei vienialąstes. Pastaruosius yra žymiai sunkiau aptikti, ir jų tyrimai prasidėjo gerokai vėliau nei daugialąsčių (Carlton, 2009).

Biogeografiniai svetimkraščių rūšių regionai

Rūšių biologinės savybės ir geografinių regionų aplinkos sąlygos yra svarbūs faktoriai, lemiantys svetimkraščių rūšių plitimą. Nors dažnai visi šie faktoriai nėra žinomi, tačiau manoma, kad biogeografinius regionus galima identifikuoti taikant duomenis apie svetimkraščių rūšių aptikimus skirtingose šalyse (Paini et al., 2011). Šiai analizei buvo panaudoti duomenys apie svetimkraščių rūšių aptikimą skirtingose šalyse. Pritaikius statistinę analizę buvo nustatyti statistiškai reikšmingai atskirti klasteriai (3 pav.). Ši analizė parodė, kad tirtuose regionuose formuojasi saviti svetimkraščių rūšių kompleksai, kurių sudėtis priklauso nuo regionų aplinkos savybių.

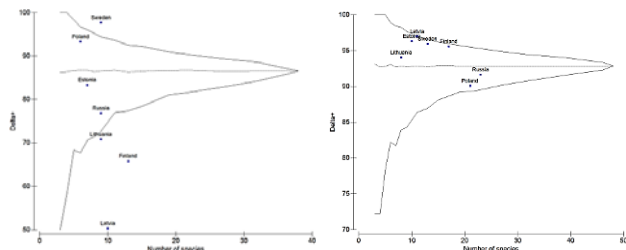


3 pav. Biogeografiniai regionai pagal svetimkraščių rūšių aptikimus skirtingose šalyse. Kairėje – MDS analizės klasteriai; dešinėje – jų pavaizdavimas žemėlapyje.

Baltijos jūros regiono svetimkraščių rūšių homogeniškumas

Taksonominio panašumo analizė leidžia įvertinti vieno regiono panašumą kitam pagal bendrą rūšių sąrašą, kai žinoma jų taksonomija (gentis-šeima-eilė-klasė-tipas) (Warwick et al., 1995). Ši analizė buvo atlikta šalims (Estija, Latvija, Lenkija, Lietuva, Rusija, Suomija, Švedija), kurios patenka į Baltijos jūros klasterį (3 pav.), dviem skirtingiems laiko periodais: 1950-1979 ir 1980-2009 (4 pav.). Gauti rezultatai parodo, kad 1950-1979 metais Lenkijos, Estijos ir Rusijos SR kompleksai yra labiausiai artimi visos Baltijos jūros SR kompozicijai. Tačiau jau 1980-2009 metais kiekvienai šaliai yra būdingas SR rinkinys, kuris statistiškai reikšmingai nesiskiria nuo bendro regiono SR derinio. Yra akivaizdu, kad Baltijos jūros regiono SR homogeniškumas didėja skirtingų šalių atžvilgiu. Tikėtina, kad tokią tendenciją formuoja padidėję transporto srautai, suintensyvėjusi prekyba bei žmonių migracija tarp šalių.

Apibendrinant, galima sakyti, kad AquaNIS sudaro galimybę atlikti biologinių invazijų tyrimus įvairiais aspektais. Nors šiuo metu nėra sukaupta pakankamai duomenų visiems atributams, tačiau yra sukurta sistema tokiems duomenims kaupti.



4 pav. Taksonominio panašumo analizė Baltijos jūros šalims 1950-1979 (kairė) ir 1980-2009 (dešinė) periodams. Periodui 1950-1979 Suomija, Latvija, Švedija ir Lietuva nepatenka į 95% pasikliautino intervalo ribas.

Ateityje tai leis atlikti analizes pagal daugelį kriterijų, pavyzdžiui, ištirti svarbiausius rūšių atplėtimo kelius ir vektorius, nustatyti ryšį tarp skirtingų regionų ypatumų ir SR biologinių savybių ir pan.

Literatūra

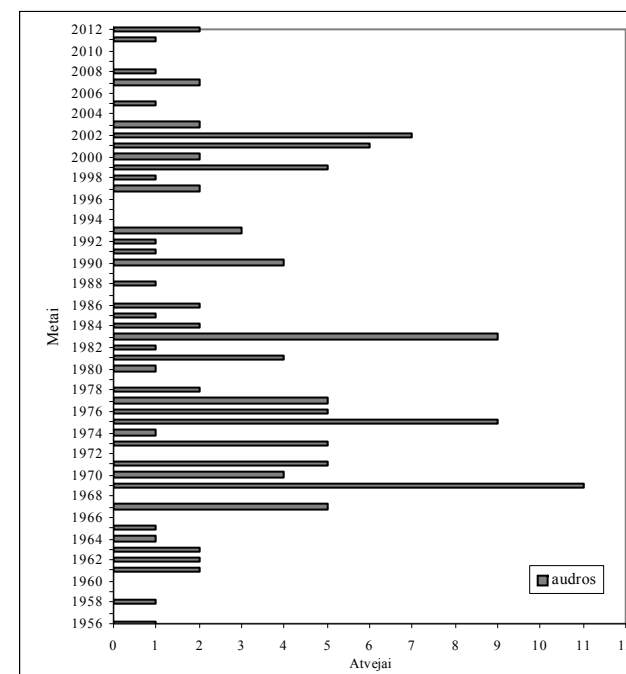
- Carlton J.T. 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, 77(6), pp. 1653-1655.
- Carlton J.T. 2009. Deep invasion ecology and the assembly of communities in historical time. In: Rilov G., Crooks J. (Eds.), *Biological Invasions in marine ecosystems: Ecological, management and geographic perspectives*. Ecological Studies 204. Springer: Heidelberg, Germany, pp. 16–56
- European Environment Agency. 2007. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. EEA Technical report No 11/2007. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Olenin S., Alemany F., Cardoso C. et al. 2010. Marine Strategy Framework Directive - Task Group 2 Report. Non-indigenous species. EUR 24342 EN. ISBN 978-92-79-15655-7. ISSN 1018-5593. DOI 10.2788/87092. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 44 pp
- Paini D., Bianchi F., Northfield T. et al. 2011. Predicting Invasive Fungal Pathogens Using Invasive Pest Assemblages: Testing Model Predictions in a Virtual World. *PLoS ONE*, Edited by Chaoyang Xue, vol. 6, issue 10, p. e25695.
- Sherman K., Duda A.M. 1999. An ecosystem approach to global assessment and management of coastal waters. *Marine Ecology Progress Series* 190, pp. 271-287.
- Warwick R., Clarke K. 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129, 301–305.

SMARKIOS AUDROS PAJŪRYJE

Judita Navašinskienė

Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos Jūrinių prognozių skyrius, Klaipėda;
Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos fakulteto Geofizinių mokslų
katedra, Klaipėda; judita.navasinskiene@meteo.lt

Smarki audra, tai reiškiny, kai vėjo stiprumas pagal Boforto skalę siekia 10 balų, o vėjo greitis 25-29 m/s (Galvonaitė, 2007). Siaučiant smarkiai audrai būna daug nuostolių, išraunami medžiai, nukenčia elektros linijos, ardomos apsauginės kopos, griaujami pastatai. Tokių audrų Klaipėdoje 1956-2012 metais buvo 124, vidutiniškai dvi per metus. Smarkios audros pasitaikė ne kiekvienais metais. Per visą (57 metų) analizuojamą laikotarpį smarkios audros buvo fiksuotos 41 metus (1 pav.).



1 pav. Smarkios audros Klaipėdoje 1956-2012 m.

Daugiametėje eigoje išryškėjo smarkių audrų svyravimo bangos. Audringi buvo 1967-1983 ir 1997-2003 laikotarpiai - vidutiniškai keturios smarkios

audros per metus. Neramūs ir labai audringi buvo 1969 metai, kai smarkios audros siautė net 11 kartų. Retesnės buvo 1956-1966 m. ir 1984-1996 m. laikotarpiais. Nuo 2004 metų smarkios audros taip pat retėja – stebėti 1-2 atvejai per metus.

Smarkios audros dažnesnės šaltuoju laikotarpiu, ypač žiemos (59 atvejai) ir rudens (50 atvejų) mėnesiais. Šiltuoju laikotarpiu smarkios audros (išskyrus spalio mėnesį) retas reiškinys, balandį stebėtas vienas atvejis, liepą – 2, rugpjūtį – 4, rugsėjį – 6 atvejai. Smarkiųjų audrų 1956-2012 m. nepasitaikė gegužės ir birželio mėnesiais.

60% smarkiųjų audrų truko tik vieną dieną, 36% - dvi dienas, 4% - tai susilpnėdama, tai sustiprėdama audra siautė tris dienas. Tai 1969 lapkričio 1-3 d., 1970 m. spalio 31 - lapkričio 2 d., 1977 m. rugsėjo 30 - spalio 2 d. ir kt. audros.

1956-2012 m. laikotarpiu užregistruotos audros truko nuo 5 min. iki 28 val. dažnesnės buvo 3-12 val. trukmės smarkios audros (1 lentelė). Vėjas >25 m/s ilgiausiai pūtė vasario mėnesį – 27 val. 50 min.

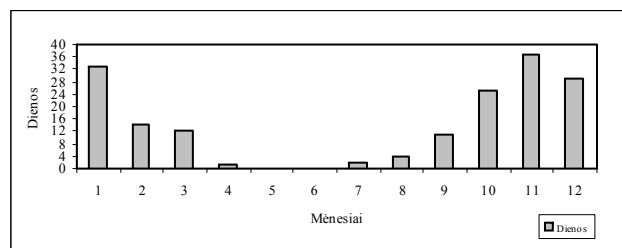
Smarkiųjų audrų metų dažniausiai pūtė PV, V, VPV ir ŠV kryptių vėjai, kitų kryptių vėjai smarkios audros metu retesni.

1 lentelė

Smarkiųjų audrų trukmė (val.) gradacijomis. Klaipėda 1956-2012 m.

Rodiklis	Trukmė, val. (nuo-iki)				
	<3	3-6	6-12	12-24	24-48
Atvejai	26	35	36	27	1
Pasikartojimas %	21	28	29	22	1

1956-2012 metų laikotarpiu Klaipėdoje buvo užfiksuotos 167 dienos su smarkesniais nei 25 m/s vėjais, vidutiniškai 3 dienos per metus. Dažniausiai tokių dienų stebėta lapkričio (37 d.) ir sausio (33 d.) mėnesiais, mažiausiai balandžio – 1 diena, liepą – 2 d. ir rugpjūtį – 4 dienos (2 pav.). Daugiausiai tokių dienų net 7 per mėnesį užfiksuotos 1969 m. lapkritį ir 1975 m. gruodį.



2 pav. Dienų, kai pučia smarkus (>25 m/s) vėjas, skaičius įvairiais mėnesiais 1956-2012 m. Klaipėda.

Škvalas – staigus, trumpalaikis vėjo sustiprėjimas, kurio metu keičiasi vėjo kryptis. Vėjo greitis škvalo metu dažnai siekia 20-30 ir daugiau metrų per sekundę. Škvalo metu vyksta sūkuringas oro judėjimas debesyse ir po debesimis. Škvalo metu išverčiami ir laužomi medžiai, nutraukiami elektros laidai, išguldomi pasėliai, sutrikdomas transporto eismas. Kadangi škvalai praeina siauru ruožu, tai meteorologijos stotys užregistruoja tik 5-10% škvalų (Klimato žinynas, 2000 m.).

1956-2012 metais Klaipėdoje užregistruoti tik 3 škvalo atvejai, 2002 m. liepos mėnesį ir 2012 metų liepos ir rugpjūčio mėnesiais. Vėjo greičio maksimumas škvalo metu išmatuotas 2012 m rugpjūčio 6 d. – 39 m/s. Škvalų trukmė buvo nuo 5 iki 30 min. Patys didžiausi vėjo greičiai buvo pasiekti pučiant P, PV krypties vėjams. Škvalai fiksuoti popietinėmis 15-19 valandomis.

Literatūra

- Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D. ir kt. 2007. Lietuvos klimatas. Vilnius.
 Klimato žinynas. Stichiniai meteorologiniai reiškiniai 1961-1995 m. 2000. LHMT, Vilnius.
 Klimato žinynas. Vėjas. 1997. LHMT : Vilnius.
 Navašinskienė J. 2003. Pajūrio klimatas. Klaipėda

“TINKLAI - VAIDUOKLIAI” LIETUVOS PRIEKRAVĖJE: PROBLEMAS MASTAS, POVEIKIS EKOSISTEMAI IR SPRENDIMO BŪDAI

Nerijus Nika^{1,2}, Robertas Staponkus², Arūnas Balčiūnas¹,
Marek Szulc³

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Lietuvos gamtos fondas, Vilnius; ³Maritime University of Szczecin, Szczecin, Poland; nerijus@corpi.ku.lt

Tinklai-vauduokliai (*angl.* ghost nets) ar vaiduoklinė žvejyba (*angl.* ghost fishing) – tai pamesti ar palikti be priežiūros žvejybos įrankiai (tinklai, gaudyklės, ūdos, tralai), kurie ir toliau funkcionuoja gaudydami žuvis ar kitus gyvūnus (moliuskus, vėžiagyvius, vėžlius, paukščius, žinduolius) (Matsuoka et al., 2005; Brown ir Macfadyen, 2007). Remiantis mokslinėmis studijomis, pamestų tinklų gaudymo efektyvumas per pirmus tris mėnesius sumažėja iki 20 %, po 27 mėnesių jis vis dar siekia apie 6% pirminio tinklų žvejybos efektyvumo (Kasperek ir Prędki, 2011). Pamesta žvejybos įranga gali kelti grėsmę laivybos, narų saugumui, arba paprasčiausiai tampa jūrine šiukšle. Dar 1970-1980 metais pripažinta, kad vaiduoklinė žvejyba yra rimta ekologinė problema vandenyno ir jūrų šelfo zonoje (Matsuoka et al., 2005), tačiau iki šiol dažnai trūksta duomenų apie šio reiškinio mastą ir pasekmes. Dėl intensyvios priekrantinės žvejybos pamesta žvejybinė įranga yra paplitęs reiškinys ir Baltijos jūroje (Tschernij ir Larsson, 2004; Kasperek ir Prędki, 2011).

2012 metais Lietuvos gamtos fondas kartu su Pasaulio gamtos fondo (WWF) Lenkijos atstovybe įgyvendino projektą „Collecting Ghost Nets in the Baltic Sea“, kurio metu iš šalims priklausančių teritorinių vandenų Baltijos jūroje buvo traukiama pamesta žvejybinė įranga (WWF Lenkijos atstovybė 2011 metais savo priekrantėje vykdė analogišką pilotinę studiją). Projektą finansavo Švedijoje įsteigtas fondas „Baltic Sea 2020“. Remiantis Lenkijos pilotinės studijos rezultatais, buvo nustatytas šio projekto tikslas: ištraukti 20 tonų pamestos žvejybos įrangos, gulinčios jūros dugne arba ant laivų nuolaužų ir kitų kliuvinių: 14 tonų Lenkijos vandenyse ir 6 tonas Lietuvos vandenyse.

Pamestos žvejybinės įrangos kiekio įvertinimas ir surinkimas buvo vykdomas trimis etapais: nuskendusius laivų liekanos ir kiti potencialūs kliuviniai žvejybos įrangai (iki 37 m gylio) buvo apžiūrimi nuotoliniu būdu valdomu povandeniniu robotu (Remote Operated Vehicle arba ROV) arba narų pagalba ir atrinkti labiausiai padengti tinklais ir/ar tralais, kuriuos vėliau pašalina narai. Dugno valymas nuo pamestos žvejybinės įrangos buvo atliekamas traluoju dugną (iki 20 m gylio) specialiomis „šukomis“ intensyviausios priekrantės žvejybos baruose.

ROV ir narų pagalba buvo apžiūreta 10 potencialių kliuvinių žvejybos įrangai, daugiausiai - tai laivų nuolaužos, taip pat dideli akmenys ir morenos luitai. Tik ant trijų laivų nuolaužų ties Juodkrante 25-35 m gylyje fiksuota pamestos žvejybinės įrangos, kurią 100 % sudarė nutraukti tralai. Narai nuo šių trijų laivų nuolaužų ištraukė 1,1 tonos (šlapio svorio) tralų ir jų dalių. Taip pat buvo apžiūreta ir valyta pietinio ir šiaurinio Klaipėdos uosto vartų molų jūrinė pusė, tačiau, priešingai nei tikėtasi, šie potencialiai pamestus žvejybos įrankius ir kitas šiukšles akumuliuojantys objektai buvo sąlyginai „švarūs“: rasta ir ištraukta tik kelios dešimtys kilogramų tinklų medžiagos. Šukuojant jūros dugną priekrantės baruose ties Klaipėda, kur lyginant su visa Lietuvos priekrante yra vykdoma santykinai intensyvi žvejyba, taip pat rasta nedaug pamestos žvejybinės įrangos – tik apie 260 kg, pagrįdė – monofilamentiniai ir kitokie sintetiniai statomieji tinklai ir jų dalys.

Būtent statomieji tinklai, kuriais pagrįdė ir vykdoma žvejyba priekrantėje, turi didžiausią potencialą daryti žalą žuvims ir kitiems gyvūnams. Visgi projekto metu iš jūros pašalintuose tinkluose ir traluose, žuvies ir jų liekanų neaptikta. Tuo tarpu nuo laivų nuolaužų pašalinti tralai buvo gausiai apaugę midijomis ir jūrų gilėmis, tad smėlėto dugno teritorijose santykinai didelio paviršiaus ploto žvejybos įrankiai gali būti reikšmingi dugno gyvūnų bendrijų formavimuisi.

Apibendrintai galima pasakyti, kad iškelti projekto tikslai Lietuvos priekrantei nebuvo visiškai įgyvendinti, kadangi surinkta tik apie trečdalis numatyto surinkti pamestos žvejybinės įrangos kiekio. Palyginimui, Lenkijos priekrantėje 2011 metais pilotinio projekto metu surinktos 6,1 tonos pamestos žvejybinės įrangos, o 2012 metais – net 20 tonų (18,2 t – traluoju ir 1,8 t – nuo nuskendusius laivų). Surinktos pamestos žvejybinės įrangos kiekio skirtumai galimai yra susiję su darbo sąnaudų skirtumais (Lenkijoje buvo dirbama apie 63 dienas, Lietuvoje – 22), projekto vykdytojų įgyta patirtimi įgyvendinant pilotinę studiją Lenkijoje 2011 metais. Tačiau labai tikėtina, kad „tinklų-vauduoklių“ reiškinio mastas Lietuvos priekrantėje yra mažesnis nei buvo tikėtasi, ir nei yra Lenkijoje. Tikslinis žvejybinės įrangos kiekis pilotinei Lietuvos studijai buvo nustatytas tiesiogiai ekstrapoliuojant Lenkijos projekto rezultatus Lietuvos priekrantei, nežinant situacijos Lietuvos priekrantėje. Tuo tarpu Lenkijos priekrantėje žvejybos statomaisiais įrankiais intensyvumas yra vienas didžiausių Baltijos jūroje; Lenkijos teritoriniuose vandenyse yra daug kartų daugiau nuskendusius kliuvinių traukiamiesiems žvejybos įrankiams (Lietuvoje nuvalytiems laivams teko 267 kg/laive pamestos žvejybinės įrangos, o Lenkijai – 440 kg/laive).

Nustatytas faktinis metinis pametamų žvejybos įrankių kiekis Lietuvos priekrantėje yra apie 60 km bendro ilgio. Tuo tarpu apie 83 % šio, dėl audrų, srovių ar kitų priežasčių prarandamų tinklų, kiekio susigražina patys žvejai. Likęs metinis bendras priekrantei tenkantis tinklų kiekis yra apie 10 km. Dėl

intensyvios hidrodinaminės aplinkos (bangavimas ir srovės) priekrantėje rudenį ir žiemą (kuomet tinklai ir yra dažniausiai prarandami) likę žvejų prarasti tinklai, labai tikėtina, yra nunešami, suveliami ir akumuliuojami ant dugne esančių kliuvinių tam tikrose vietose. Dėl Lietuvos atviros priekrantės specifikos prarastos žvejybinės įrangos poveikis žuvims ir kitiems gyvūnams yra natūraliai minimizuojamas ir tikėtinas tik trumpalaikėje perspektyvoje, kol tinklas išlaiko savo darbinę trimatę struktūrą (esant ramesniems orams arba didesniuose gyliuose).

Plačiau prieinamos navigacijos priemonės ir tikslėjančios orų prognozės leidžia žvejams efektyviau išvengti žvejybos įrankių praradimo, o praradus – efektyvesnio susigrąžinimo. Projekto metu taip pat buvo sukurta interaktyvi duomenų bazė apie esamus kliuvinius jūros dugne Lietuvos ir Lenkijos vandenyse (<http://sieciwidma.wwf.pl/index.php>), kur galima pasitikslinti esamų kliuvinių ir pažymėti ir naujai aptiktų pozicijas.

Literatūra

- Tschernij V., Larsson P.O. 2003. Ghost fishing by lost cod gill nets in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 64: 151-162.
- Matsuoka T., Nakashima T., Nagasawa N. 2005. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science* 71: 691-702.
- Brown J., Macfadyen G. 2007. Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. *Marine Policy* 31: 488-504.
- Kasperek S., Pręcki P. 2011. Ecological effects of ghost net retrieval in the Baltic Sea. Pilot Project: Collecting Ghost Nets. Final Report. WWF Poland.

DVIGELDŽIŲ FILTRATORIŲ VAIDMUO KAUPIANT CIANOTOKSINUS BOREALINĖJE PRIEKRANTĖS LAGŪNOJE

Aistė Paldavičienė, Anastasija Zaiko

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; aiste@corpi.ku.lt*

Įvadas

Fitoplanktono “žydėjimai” pastaruoju metu yra viena aktualiausių ekologinių problemų eutrofinėse vandens ekosistemose. Dėl natūralios ir antropogeninės įtakos didėja biogeninių medžiagų prietaka į hidroekosistemas, to pasėkoje ženkliai padidėja fitoplanktono (ypač melsvabakterių) gausumas ir biomasė (Sutcliffe and Jones, 1992). Melsvabakterės – plačiai paplitę prokariotiniai organizmai, pasižymintys morfologijos, fiziologijos ir metabolizmo įvairove. Daugumos jų temperatūrinis optimumas yra aukštesnis nei eukariotinių dumblių, todėl melsvabakterių dominavimas siejamas su vasaros sezonu, kai dėl ypač didelės jų gausos pakinta vandens kokybė: sumažėja vandens skaidrumas bei deguonies kiekis, lašelėms suirus į aplinką išsiskiria antriniai metabolitai (cianotoksinai). Šiems reiškiniams skiriama daug mokslinio dėmesio, nes toksiniai cianobakterijų žydėjimai gali turėti neigiamą (kartais net letalų) poveikį gyviesiems organizmams, tarp jų ir žmogui (Funari et al., 2008; Jonasson et al., 2010).

Dvigeldžiai moliuskai-filtratoriai, dėl jų fiziologinių mitybos ypatumų yra ypač svarbūs toksinų bioakumuliacijai ir transportui į kitus mitybos lygmenis. Maitindamiesi mikrodumbliais jie kaupia savo audiniuose pavojingus junginius, kurie vėliau per mitybinę grandinę patenka žuvims, paukščiams, žmonėms (Tagmouti-Talha et al., 1996). Tačiau iki šiol trūksta empirinių duomenų apie cianotoksinų akumuliacijos ypatumus moliuskuose. Tai gali būti siejama su tuo, kad daugiausiai dėmesio skiriama toksinų akumuliacijai jūrinėse rūšyse, skirtose tiesioginiam žmogaus vartojimui, tuo tarpu melsvabakterės ir jomis mintantys filtratoriai daugiausia yra gėlavandeniai organizmai.

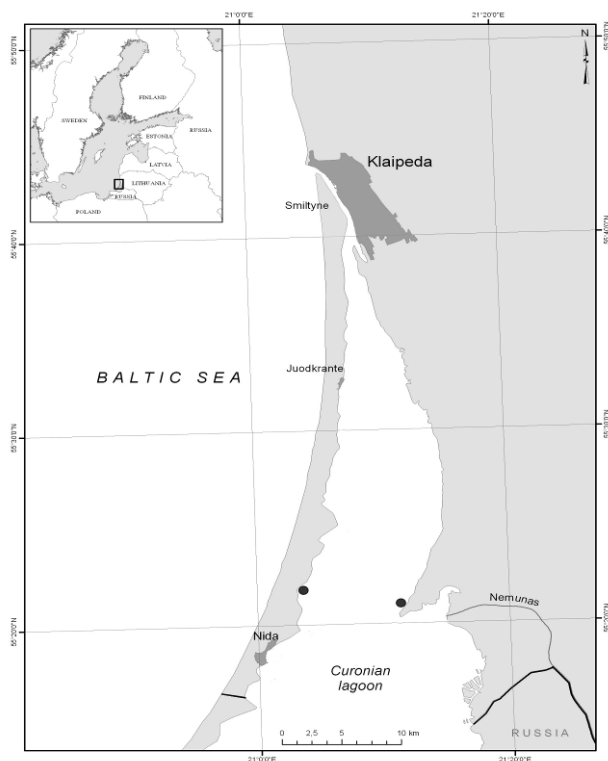
Šio tyrimo tikslas buvo išanalizuoti mikrocistino akumuliacijos ypatumus plačiai paplitusiuose dvigeldžiuose moliuskuose *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), kurie yra žinomi skirtingose gėlavandenyse ekosistemose kaip galingi filtratoriai (Karatajev ir kt., 1994; Vanderploeg et al., 2002).

Medžiaga ir metodika

Dreisenos (*Dreissena polymorpha*) moliuskų mėginiai buvo surinkti 2006-ais, 2007-ais ir 2008-ais metais, birželio ir rugsėjo mėnesiais. Moliuskų drūzos

iš centrinės Kuršių marių dalies rytinės ir vakarinės (1 pav.) priekrančių (iki 1,5 m gylio) buvo transportuojamos į laboratoriją, kur pavieniai individai buvo suskirstyti pagal dydžius į 3 grupes (< 10mm, 10-30mm ir >30mm ilgio) ir užšaldyti prie -20°C iki tolimesnės analizės. Viso buvo surinkti ir išanalizuoti 108 dreisenos moliuskų individai.

Mikrocistino koncentracija minkštuosiuose moliuskų audiniuose buvo nustatoma imunofermeniniu ELISA ir baltymų fosfatazės inhibicijos (PPIA) metodais. Tai yra jautriausi imunoanalizės metodai, plačiai naudojami siekiant nustatyti cianotoksinų koncentracijas augaluose, gyvūnuose bei dugno nuosėduose (Nicholson et al., 2007; Adamovsky et al., 2007).



1 pav. Moliuskų mėginių rinkimo vietos Kuršių mariose.

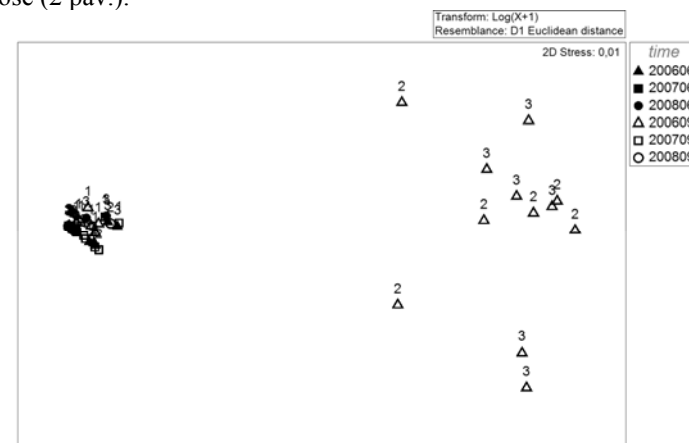
Skirtingais analizės metodais (ELISA ir PPIA) gauti mikrocistino koncentracijos rezultatai buvo palyginti panaudojant neparimetrinį priklausomų imčių testą (Wilcoxon signed rank test).

Siekiant nustatyti skirtingų faktorių (mėginių paėmimo laiko, vietos ir moliuskų dydžių) poveikį cianotoksinų koncentracijoms audiniuose, buvo atlikta neparimetrinė PERMANOVA analizė, panaudojus PRIMER 6 & PERMANOVA statistinį paketą.

Rezultatai ir aptarimas

Nustatant mikrocistino koncentracijas moliuskų audiniuose ELISA testu, reikšmės varijavo tarp 0 ir 139 µg/g (sausio svorio). Taikant PPIA metodą, reikšmės svyravo tarp 0 ir 284,139 µg/g. Tačiau rezultatų, gautų skirtingais analizės metodais, palyginimas neparodė reikšmingų skirtumų ($W=1.13$, $p=0.26$). Žinant, kad kartais ELISA testas gali duoti neteisingus teigiamus rezultatus (Mazur-Marzec et al., 2006) ir siekiant išvengti nepageidaujamo paklaidų, tolimesnėje daugiafaktorinėje analizėje buvo naudojami abiem metodais gautos reikšmės.

Remiantis PERMANOVA analizės rezultatais, mikrocistino koncentracijos moliuskuose reikšmingai nesiskyrė tarp dviejų mėginių paėmimo stočių (Pseudo-F=2,19, $p=0,132$). Tačiau kiti faktoriai – laikas ir moliuskų dydžiai turėjo reikšmingos įtakos aptiktoms mikrocistino koncentracijoms (Pseudo-F=393,01, $p=0,001$ ir Pseudo-F=83,74, $p=0,001$ atitinkamai). Daugiausiai išsiskyrė 2006 metų rugsėjo mėnesį surinktų mėginių reikšmės, kai buvo aptiktos didžiausios mikrocistino koncentracijos didesniuose (>10 mm ilgio) moliuskuose (2 pav.).



2 pav. Bedimensinės panašumo analizės (non-metric MDS) grafikas, parodantis mikrocistino koncentracijos skirtumus 3-jų dydžių grupių (< 10mm, 10-30mm ir >30mm ilgio) moliuskų, surinktų 2006-ą birželį; 2006-ą rugsėjį; 2007-ą birželį; 2007-ą rugsėjį; 2008-ą birželį; 2008-ą rugsėjį).

Tokie rezultatai gali būti siejami su toksinių melsvabakterių žydėjimu (dominuojant *Microcystis aeruginosa*), užfiksuotą 2006-ųjų metų vasarą. Tuo tarpu, 2007-taisiais dominuojant *Planktothrix agardhii* toksinų aptikta tik keletoje mėginių (Paldavičienė et al., 2009), o 2008-taisiais dominuojant *Aphanizomenon-flos aquae* toksinų aptikta nebuvo (neskelbti duomenys). Didėsni moliuskai paprastai pasižymi intensyvesne filtracija (Karatajev and Burlakova 1994), palyginus su jaunais, naujai nusėdusiais individualais. Tam tikros nežymios mikrocinostino koncentracijos, aptiktos moliuskų audiniuose sekančiais metais, tikriausiai susijusios su toksinių junginių patvarumu tiek pačiuose moliuskuose, tiek dugno nuosėdose, iš kurių galėjo būti resuspenduojami aktyvios Kuršių marių hidrodinamikos sąlygomis.

Išvados

Šio tyrimo rezultatai parodo dreisenos moliuskų potencialią indikatorinę reikšmę, nustatant toksinius cianobakterijų žydėjimus eutrofiniuose vandenyse, bei bioakumuliacinės gebos sąsają su populiacijos amžinę struktūrą. Taip pat dreisenos turi būti vertinamos kaip svarbus cianotoksinų perdavimo į aukštesnius trofinius lygmenis vektorius.

Literatūra

- Adamovsky O., Kopp R., Hilscherova K. et al. 2007. Microcystin kinetics (bioaccumulation, elimination) and biochemical responses in common carp and silver carp exposed to toxic cyanobacterial blooms. *Environmental Toxicology and Chemistry* 26: 2687-2693.
- Funari E., Testai E. 2008. Human Health Risk Assessment Related to Cyanotoxins Exposure. *Critical Reviews in Toxicology* 38: 97-125.
- Jonasson S., Eriksson J., Berntzon L. et al. 2010. Transfer of a cyanobacterial neurotoxin within a temperate aquatic ecosystem suggests pathways for human exposure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 17(20): 9252-9257.
- Karatajev A.Y., Burlakova L.E. 1994. Filtration rates. In: Starobogatov JI (ed) *Freshwater zebra mussel Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae): systematics, ecology, practical meaning. Nauka, Moscow: 109–120 (in Russian).
- Mazur-Marzec H., Tymińska A., Szafranek J. et al. 2007. Accumulation of Nodularin in Sediments, Mussels, and Fish from the Gulf of Gdańsk, Southern Baltic Sea. *Environmental Toxicology* 10: 101-111.
- Nicholson B., Papageorgiou J., Humpage A.E. et al. 2007. Determination and Significance of Emerging Algal Toxins (Cyanotoxins). USA. 102-110.
- Paldavičienė A., Mazur-Marzec H., Razinkovas A. 2009. Toxic cyanobacteria blooms in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon. *Oceanologia*. 51(2): 203-216.
- Sutcliffe D.W., Jones J.G. 1992. Eutrophication: Research and Application to Water Supply. *Freshwater Biological Association, Ambleside*. 217 p.
- Tagmouti-Talha F., Chafak H., Fellat-Zarrouk K. et al. 1996. Detection of toxins in bivalves on the Moroccan coasts. In: Yasumoto T, Oshima Y, Fukuyo Y. (Eds.), *Harmful and Toxic Algal Blooms*. IOC of UNESCO, Paris. 85–87.
- Vanderploeg H.A., Nalepa T. F., Jude D. J. et al. 2002. Dispersal and emerging ecological impacts of Ponto-Caspian species in the Laurentian Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1209–1228.

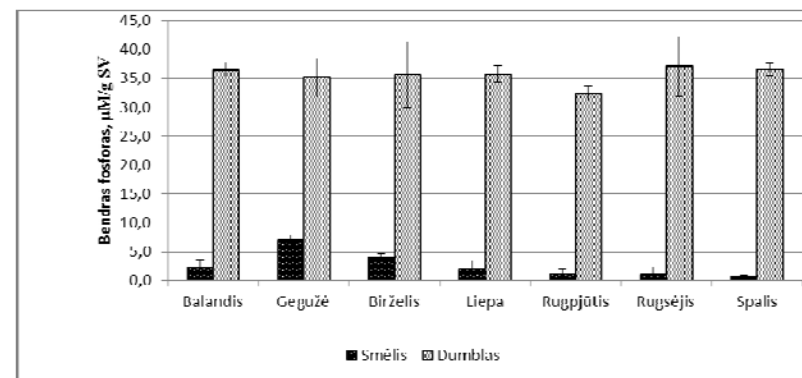
BENDROJO IR IŠTIRPUSIO NEORGANINIO FOSFORO DINAMIKA KURŠIŲ MARIŲ NUOSĖDOSE

Jolita Petkuvienė, Irma Lubienė, Mindaugas Žilius,
Airė Semaškaitė, Artūras Razinkovas-Baziukas

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; jolita.petkuviene@corpi.ku.lt*

Į Kuršių marias kaip tarpinio tipo vandens telkinį patenka dideli kiekiai dalelinio ir ištirpusio fosforo. Nemunas atplukdo apie 3000 tonų fosforo per metus (Razinkovas ir kt. 2010). Dalis fosforo su Nemuno vandens nešmenimis nukeliauja į Baltijos jūrą, tačiau kita dalis cirkuliuoja marių ribose (Christian et al. 2008), nusėda ir yra sulaikomos Kuršių marių nuosėdose.

Bendras fosforas buvo analizuojamas 2011 metais dviejų tipų nuosėdose: dumblyje ir smėlyje. Mėginiai imti iš dviejų centimetrų paviršinio nuosėdų sluoksnio. Nustatyta, kad bendras fosforas (TP) skirtingo tipo marių nuosėdose svyruoja nuo 0,65±0,05 iki 40,62±0,09 μM P/g sauso nuosėdų svorio (SV) (1 pav.).



1 pav. Bendras fosforas skirtingose Kuršių marių nuosėdose.

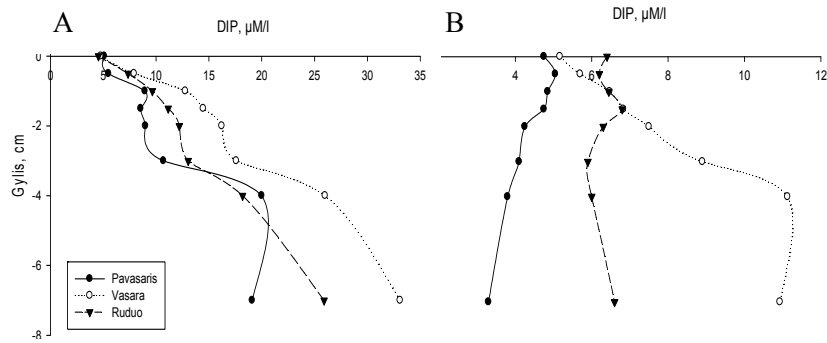
Didžiausi bendrojo fosforo kiekiai nustatyti dumblyngame marių regione, kur priklausomai nuo sezono bendras fosforas kito nuo 30,89±0,53 iki 40,62±0,09 μM P/g SV. Šiose nuosėdose paviršiniame sluoksnyje (0-1 cm) balandžio, rugsėjo ir spalio mėnesiais aptinkamos aukščiausios TP koncentracijos, atitinkamai 39,77±1,7; 40,62±0,09; 39,65±1,45 μM P/g SV. Vasaros sezonu pirmajame sluoksnyje fosforo sumažėja, o tuo tarpu antrajame sluoksnyje (1-2 cm) bendrojo fosforo koncentracijos didėja. Neorganinio fosforo tyrimai parodė, kad dumblyngose nuosėdose iš neorganinio fosforo

formų (IP) dominuoja redoksui jautrios, kurios sudaro apie 50% IP, o su gyliu didėja vietiniai mineralai (J. Petkuvienės nepublikuoti duomenys).

Smėlingose nuosėdose nustatytos 9 kartus mažesnės bendrojo fosforo koncentracijos ($0,65 \pm 0,05$ iki $7,25 \pm 0,97 \mu\text{M P/g SV}$) nei dumblingose nuosėdose. Šiose nuosėdose didžiausi fosforo kiekiai nustatyti gegužės ($7,25 \pm 0,97 \mu\text{M P/g SV}$) ir birželio ($4,58 \pm 0,23 \mu\text{M P/g SV}$) mėnesiais. Mažiausios koncentracijos fiksuojamos rudens sezonu.

Kuršių marių dumblingose nuosėdose TP koncentracijų reikšmės yra artimos Baltijos jūros nuosėdose nustatytoms reikšmėms, t.y. $23\text{--}56 \mu\text{M P/g SV}$ (Mort ir kt., 2010; Viktorsson ir kt., 2012). Neorganinio fosforo formos taip pat atitinka Baltijos jūroje nustatytas formas, kur apie 40 % sudaro redoksui jautrios formos (Mort et al., 2010).

Analizuojant ištirpusio neorganinio fosforo (DIP) pasiskirstymą nuosėdose matyti (2 pav.), kad dumblingose nuosėdose ($13,9 \pm 5 \mu\text{M/l}$) DIP koncentracijos du kartus didesnės nei smėlingose nuosėdose ($6,4 \pm 2,4 \mu\text{M/l}$).



2 pav. Ištirpusio neorganinio fosforo kaita poriniame vandenyje: A - dumblė, B – smėlyje.

Dumblingose nuosėdose DIP koncentracija visais sezonais su gyliu didėja vidutiniškai nuo $4,8 \pm 0,7$ iki $22,1 \pm 6,7 \mu\text{M/l}$. Didžiausios koncentracijos nustatytos vasaros sezonu. Smėlingos nuosėdos pasižymi didesne DIP koncentracijos kaita. Pavasarį DIP koncentracijos su gyliu mažėjo $4,6 \pm 1,6$ iki $2,2 \pm 1,2 \mu\text{M/l}$, o rudens sezonu DIP koncentracija kito nežymiai ($5,5\text{--}7 \mu\text{M/l}$). Vasaros metu DIP koncentracija didėjo su gyliu ir 4-7 cm gylyje pasiekė didžiausią koncentraciją ($11,1 \mu\text{M/l}$) nustatoma smėlingose nuosėdose.

Baltijos jūroje DIP kiekiai nustatomi daug didesnėmis koncentracijomis, pavyzdžiui, BS1 Baltijos jūros stotyje tarp Danijos ir Švedijos nustatomos iki $50 \mu\text{M/l}$ DIP pirmuosiuose 10 cm. Kaip ir Kuršių mariose tirtose vietose, taip ir minėtoje Baltijos jūroje DIP koncentracija su gyliu didėja ir gali pasiekti iki $150 \mu\text{M/l}$ ir daugiau.

Šie tyrimai atlikti vykdant AMBER projektą (BONUS ERA-NET PLUS, Nr. 31V-1).

Literatūra

- Ferrarin C., Razinkovas A., Gulbinskas S. et al. 2008. Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia* 611, 133–146p.
- Mort H.P., Slomp C.P., Gustafsson B.G. et al. 2010. Phosphorus recycling and burial in Baltic Sea sediments with contrasting redox conditions. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 74, 1350–1362p.
- Razinkovas A., Žilius M., Paškauskas R. ir kt.. 2010. Nitrogen balance in the Curonian lagoon of the Baltic Sea revised. BONUS – Annual Conference 2010, Vilnius/Lithuania. 19-21.01.2010.
- Viktorsson L., Ekeröth N., Nilsson M. et al. 2012. Phosphorus recycling in sediments of the Central Baltic Sea. *Biogeosciences Discuss* 9, 15459 – 15500p.

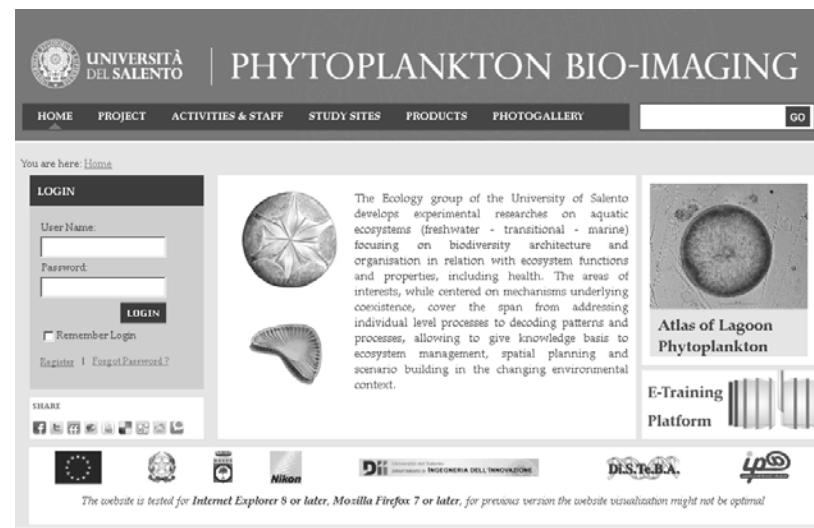
LAGŪNŲ PLANKTONINIŲ DUMBLIŲ ELEKTRONINIS ATLASAS

Renata Pilkaitytė¹, Annita Fiocca², William Ingrosso²,
Alberto Basset²

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Salento universiteto Ekologijos laboratorija, Italija;
renata@corpi.ku.lt

Tranzitinės vandenų ekosistemos (pvz. upės žiotys, lagūnos, priekrantės ežerai) yra akvatorija, apimanti tiek gėlus upės žiočių vandenį, tiek druskėtus / sūrius jūros vandenį. Tokioje ekotoninėje teritorijoje galima sutikti tiek gėlavandenius, tiek sūriavandenius organizmus. Kita vertus, tranzitinėms ir priekrantės vandenų ekosistemoms tenka apie 60 % visos biosferos populiacijos metabolizmo produktų, nes tokia populiacijos dalis gyvena palei pakrantę, todėl jie susiduria su didele ekosistemos sutrikdymo ir ekologinio blogėjimo būkle. Todėl tokioms teritorijoms yra labai svarbu tinkamai parengtas monitoringo planas. Neseniai ES reglamentas (Dekretas 152/99 ir jo modifikacijos, *Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC)*) nustatė didelę reikšmę monitoringo planų, susijusių su tokių ekosistemų ekologinės būklės klasifikavimo nustatymo gairių teikimu. Monitoringo programoje yra svarbu tinkamai parinkti ekologinės būklės įvertinimo kriterijai. Vienas iš kriterijų yra fitoplanktonas, kuris yra efektyvus, patikimas ir paprastai taikomas, tačiau dažnai problema iškyla dėl taksonominio rūšių identifikavimo. Salento universitetas jau daug metų yra įtrauktas į ne-taksonominių kriterijų paiešką, tokių, kaip fitoplanktono morfologinės ir dydžių charakteristikos, kurios gali būti nustatomos tiek individualiu lygiu (biotūris, paviršiaus plotas ar paviršiaus ploto ir tūrio santykis), tiek bendrijos lygiu (organizmų dydžių pasiskirstymas lyginant su gausumu). Vienas iš tokių projektų yra Fitoplanktono biovaizdų sukūrimo projektas (Phytoplankton Bioimaging project), o viena iš projekto užduočių yra sukurti Lagūnų planktoninių dumblių elektroninį atlasą nano- ir mikrofitoplanktono grupių, ypač sutinkamų tranzitinėse ir priekrantės Viduržemio jūros ir Atlanto ekoregionuose (1 pav.). Projektas yra finansuojamas Europos sąjungos, Italijos vyriausybės, Nikon kompanijos, Salento universiteto ir kt. Projektas startavo 2010 metais, jame yra įtraukti ne tik vietiniai specialistai, bet ir specialistai iš įvairių regionų, tam, kad kuo tiksliau pateiktų reikiamą informaciją.

Atlaso sukūrimui buvo sudarytas tranzitinių ir jūrų priekrančių fitoplanktono rūšių sąrašas iš įvairių pasaulio vietų.



1 pav. Projekto „Fitoplanktono biovaizdų sukūrimas“ titulinis puslapis.

Remiantis jau esamomis duomenų bazėmis ir analizuojant fitoplanktono mėginius yra aprašyta virš 1050 rūšių, suskirstytų į 11 klasių (1 lentelė).

1 lentelė

Procentinis fitoplanktono klasių sąrašas, įtrauktas į atlaso duomenų bazę

Klasė	%	Klasė	%
Bacillariophyceae	44,1	Haptophyta incerta sedis	1,0
Bicosea	0,1	Klebsormidiophyceae	0,1
Chlorophyceae	5,3	Pavlovophyceae	0,1
Chrysophyceae	1,0	Prasinophyceae	0,2
Cyanophyceae	8,1	Prymnesiophyceae	2,7
Dictyochophyceae	1,4	Synurophyceae	0,4
Dinophyceae	26,4	Trebouxiophyceae	3,6
Ebriophyceae	0,3	Ulvophyceae	0,1
Euglenophyceae	1,6	Zygnematophyceae	1,4
Eustigmatophyceae	0,1		

Kadangi atlasas yra orientuotas į lagūnų ir jūrų priekrantes, kur dažniausiai yra sutinkamos sūriavandenės, jūrinės rūšys, tai ir atlatse daugiausiai rūšių yra įtrauktos iš titnagdumblių ir dinofitinių dumblių klasių. Tačiau šis sąrašas nėra galutinis, todėl ir projektui pasibaigus bus nuolatos papildomas įtraukiant naujas sutiktas rūšis.

Elektroniniame lagūnų fitoplanktono atlase yra pateikta svarbiausia rūšiai / genčiai apibūdinti reikalinga informacija: morfologinės charakteristikos, dydžių duomenys, panašios rūšys, dumblių paplitimas, jų toksiškumas, poilsio stadijos, jeigu yra – yra pateikiami sinonimai. Taip pat yra pateikiamas terminų žodynas, bibliografinės nuorodos platesniam žinių igijimui. Be šių pagrindinių aspektų, taip pat yra pateikta kiekvienos rūšies / genties geometrinė forma, kuri yra svarbi paviršiaus ploto ir biotūrio skaičiavimams. Remiantis vien tik morfologiniu aprašymu kartais būna sunku apibūdinti vieną ar kitą rūšį, todėl kiekvieną aprašymą iliustruoja šalia pateiktos dumblių – visos ląstelės ir / ar charakteringų vietų, kurios yra svarbios rūšies apibūdinimui, nuotraukos. Vienas iš Lagūnų fitoplanktono atlaso sudarymo rėmėjų yra Nikon kompanija, kuri suteikė galimybę naudotis jų mikroskopu ir fotografuoti dumblius. Pasibaigus šiam projektui yra planuojama laisva šio elektroninio atlaso prieiga.

CHEMINIŲ ELEMENTŲ PASISKIRSTYMAS ORGANOGENINĖSE TARPLEDYNMEČIŲ NUOGULOSE KLIMATO POKYČIŲ FONE

**Olegas Pustelnikovas¹, Petras Šinkūnas², Monika Melešytė²,
Eugenija Rudnickaitė²**

¹Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; ²Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto Geologijos ir mineralogijos katedra, Vilnius; olegas.pustelnikovas@gmail.com

Įvadas

Cheminių elementų pasiskirstymas nuogulose yra sąlygojamas litologine jų sudėtimi, kuri priklauso nuo sedimentacijos aplinkos pokyčių susijusių su klimato kaita. Ši kaita yra sąlygojama lokalių ar globalių veiksnių. Klimato šiltėjimas ar šaltėjimas akivaizdžiai įtakoja organinės medžiagos (OM) kiekio pokyčius sedimentacinio laikotarpio bėgyje. Jo didėjimas atspindi šiltesnio, o mažėjimas (ar OM nebuvimas) – šaltesnio ar net atšiauraus klimato tarpsnius. Šiuos tarpsnius fiksuoja analogiškas floros ir faunos pasiskirstymas skirtingos litologinės sudėties nuosėdinėse uolienose, ežerų - pelkių bei jūrinėse nuosėdose (Damušytė, 2011; Gaigalas, 2004; Gaigalas ir Uchman, 2004; Gaigalas ir Molodkov, 2002; Gaigalas et al., 2005; Sanko ir Gaigalas, 2004; Sanko et al., 2010; Kabailienė, 2006; Trimonis et al., 2008; Wojciechowski, 2007).

Antra vertus, cheminių elementų pasiskirstymo sąsaja su biogenine, terigenine ar mišrios genezės medžiaga įvairiose nuosėdinės storumės terpėse akivaizdi dirvožemio, jūrinių ir lagūninių nuosėdų vėlyvojo pleistoceno ir holoceno įvairiaamžių storumų tyrimų rezultatuose (Pustelnikovas, 1998, 2012; Pustelnikovas ir kt., 2012; Emelyanov, 2002 ir kt.).

Klimato kaita cikliškai veikia sedimentacijos mastus ir nuosėdinės medžiagos kaupimosi ypatybes, nuosėdų granuliometrinę ir cheminę sudėtį bei biofosilijų kiekį. Kaipgi vyko sedimentacija staigių ar lėtesnių klimato pokyčių eigoje įvairiaamžiuose pleistoceno tarpledynmečiuose? Ir kaip tai atsiliepė cheminių elementų kaitai?

Šiame straipsnyje pateikiame duomenis, apibendrinančius mikroelementų (Ti, Zr, Mn, Cr, Ni, Co, V, Cu ir Pb), sedimentacinės aplinkos (pH) ir nuosėdinės medžiagos dedamųjų (OM ir karbonatai) pasiskirstymą pleistoceno tarpledynmečių 3 atodangose PR ir ŠR Lietuvoje (1 ir 2 pav. 1 lent.).

Trumpa litostratigrafinė ištirtų objektų charakteristika

Trijų skirtingo amžiaus tarpledynmečių organogeninės nuogulos tyrinėtose Butėnų, Netiesų ir Pamerkių atodangose.

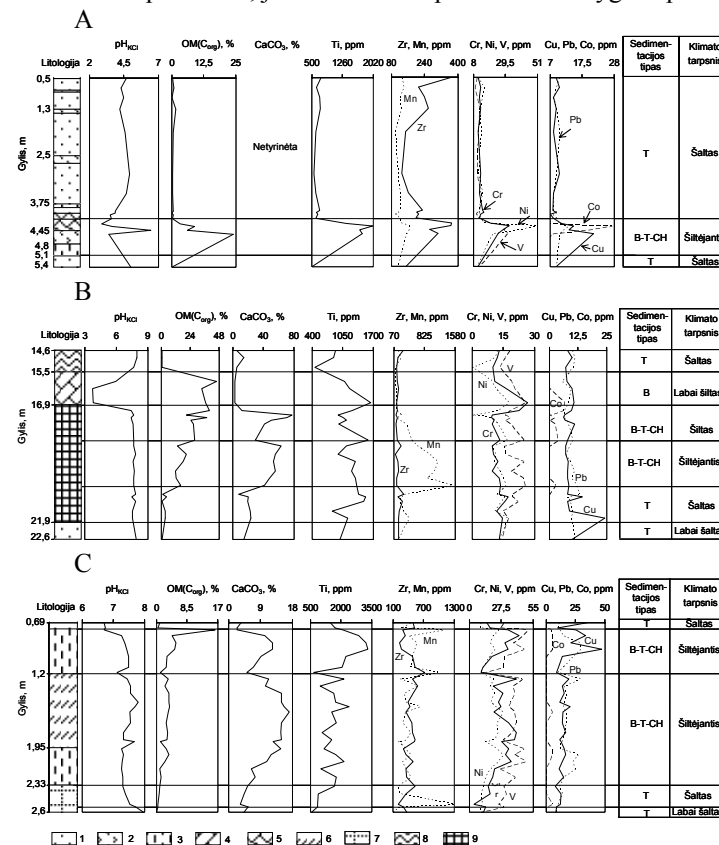


1 pav. Tirtų atodangų situacinė schema.

Butėnų (Holšteino) tarpledynmetį tarp vidurinio pleistoceno Dainavos ir Žemaitijos ledynmečių, charakterizuojanti 170 tūkst. metų trukmės šilto klimato laikotarpį tarp 450 ir 280 tūkst. metų BP atspindi Butėnų atodangos nuogulos. Atodanga yra Šventosios upės aukštupyje ŠR Lietuvoje. Geomorfologiniu požiūriu, ji yra Nemuno apledėjimo suformuotų Baltijos aukštumose paskutiniojo apledėjimo Pietų Lietuvos fazės darinių ribose. Šioje atodangoje slūgso šiltajame klimato tarpsnyje susiklosčiusios ežerinės nuogulos (2 pav. C). Jas sudaro įvairiaspalvio (rudo, pilko, žalsvo, melsvai pilko) aleurito 0,2-0,55 cm storio sluoksnelių persisluoksniavimas. Intervale 1,2-1,95 m aleuritas molingas.

Merkinės (Eemio) tarpledynmetis, buvęs tarp viduriniojo ir viršutiniojo pleistoceno Medininkų ir Nemuno ledynmečių, tęsėsi 55 tūkst. metų ir apėmė laikotarpį tarp 130 ir 75 tūkst. metų BP. Ši tarpledynmetį apibūdina Netiesų atodanga Nemuno upės slėnio šlaite apie 1 km žemiau Netiesės upelio žiočių. Geomorfologiniu požiūriu ji yra Baltijos aukštumose, Nemuno apledėjimo Pietų Lietuvos fazės darinių ribose. Ankstesnių tyrimų (Sanko, Gaigalas, 2004) duomenimis senojo baseino nuogulos atsidengia 19-20 m aukščio Nemuno terasos apatinėje dalyje ir priskiriamos paskutiniajam pleistoceno tarpledynmečiui. Jose gausu gėlavandenės malakofaunos – sveikų moliuskų kiautelių ir jų detrito, randamų 16,9-21,9 m intervale karbonatinės gytijos sluoksnyje. Aukščiau jo (sluoksnis 16,9-15,5 m) slūgso durpės. Minėti moliuskai būdingi gėlavandeniams ežerams ir vystosi silpnai tekančiame vandenyje. Paleoklimatinė analizė rodo tuo metu buvus pakankamai aukštą temperatūrą. Organogeninių nuogulų pade slūgso smėlis su žvirgždu (21,9-22,6 m), po kuriuo jau slūgso Medininkų ledynmečio moreninės nuogulos. Storymės

viršutinėje dalyje (virš durpių) 14,5-15,5 m intervale klostėsi smėlis su organinio detrito priemaiša, jame stebimi tarpsluoksniai nelygiais paviršiais.



2 pav. Sedimentacinės aplinkos, nuosėdinės medžiagos dedamųjų ir cheminių elementų kaita tirtose tarpledynmečių organogeninėse storymėse. Atodangos: A – Pamerkių (vėlyvasis ledynmetis); B – Netiesų (Merkinės tarpledynmetis); C – Butėnų (Butėnų tarpledynmetis). Sedimentacija: T – terigeninė, B-T-CH – biogeninė - terigeninė - cheminė, B – biogeninė. Litologija: 1 – smėlis, 2 – aleuritas su 50, 3 – aleuritas, 4 – durpės, 5 – smėlis su mediena, 6 – aleuritas molingas, 7 – smėlis aleuritingas, 8 – smėlis su žvirgždu, 9 – gytija.

Vėlyvojo ledynmečio klimato pašiltėjimą paleobaseine atspindi tarpstadijiniai aleurito sluoksniai su mediena ir praturtinti OM nuogulų tarpsluoksniai. Aleriodo klimatolito buvimą (11699±195 - 11650±150 BP) patvirtina ¹⁴C datavimai, atlikti Pamerkių atodangoje kartu su detaliais litostratigrafiniais tyrimais (Šinkūnas ir kt., 2001). Čia teigiama, kad atodangos

organogeninės nuosėdos susiformavo Gotiglacialo (biolingas-aleriodas) interstadialo metu.

Atodangos viršutinėje dalyje (0,5-4,2 m) slūgso holoceno aliuvinis smėlis su aleurito praturtinto OM tarpsluoksniais iki 2-5 mm storio. Žemiau minėtų sluoksnių su mediena ir praturtintų organika (4,2-5,1 m) slūgso smėlis.

Sedimentacinės aplinkos ypatumai ir nuosėdinių dedamųjų bei mikroelementų pasiskirstymas

Gautų duomenų suvestinė, pateikta 1 lentelėje ir 2 pav., įgalina preliminariai diskutuoti apie pleistoceno tarpledynmečių klimato kaitą. Deja, konkrečių sluoksnių nuogulų amžiaus datavimų trūkumas neleidžia tiksliau nustatyti klimato pokyčių tarpsnių trukmę.

1 lentelė

Pleistoceno tarpledynmečių įvairia genetinių nuogulų cheminė sudėtis klimato kaitoje

Pjūvio intervalas, m (mėginų kiekis)	Litologija	pH	Cheminė sudėtis (vidurkiniai kiekiai)													
			%					Ppm (10-4%)								
			OM	Karbonattingumas				Ti	Zr	Mn	Cr	Ni	V	Co	Cu	Pb
				Suminis	CaCO ₃ K	CaMg(CO ₃) ₂ D	K/D									
1. Vėlyvasis pleistocenas (Aleriodas). Pamerkių atodanga																
0,5-4,2 (11)	Smėlis su OM, aleuritingas, su mediena	4,2	0,4	Nemustatyta				640	205	107	12,6	13,6	10,7	0	8,4	8,8
4,2-5,1 (4)	Aleuritas stambus ir molingas	4,1	10,5	Nemustatyta				1701	325	165	26	36,4	27,2	17,9	14,9	10,9
5,1-5,4 (1)	Smėlis	5	0	Nemustatyta				500	150	110	11	10	12	0	9	9
2. Merkinės (Eemės) tarpledynmetis. Netiesų atodanga																
14,6-15,5 (3)	Smėlis molingas su OM	7,9	0,4	7,8	4,5	3,3	0,73	730	199	166	11,6	7,6	15,6	0	8,3	10
15,5-16,9 (4)	Duopas	4,5	39,2	4,8	4,3	0,5	0,06	1293	152	110	19,2	12,7	20,7	3,1	9,5	7,6
16,9-18,3 (5)	Gitija	7,5	27,4	33,8	49,8	4,0	0,09	1138	130	288	10,4	9,8	18,7	1,5	7,7	6,8
18,5-20,4 (6)	Gitija	7,7	15,5	52,9	48,8	4,1	0,09	1212	157	1032	11,4	9,9	20,7	0,4	7,7	10
20,4-21,9 (5)	Gitija	7,6	2,5	18,7	11,8	6,9	0,86	1278	225	353	14,5	13,8	18,3	0	12,6	9
21,9-22,6 (1)	Smėlis	7,9	0,6	14,0	7,3	6,7	0,92	994	189	169	12,9	12,9	13,9	0	9,9	10,9
3. Butėnų (Holšteinas) tarpledynmetis. Butėnų atodanga																
0,69-0,75 (2)	Smėlis su aleuritu	6,7	0,7	2,7	2,2	0,5	0,25	1600	506	348	16,4	9,4	27,8	0	22,3	10,4
0,75-1,2 (7)	Aleuritas	7,4	5,3	9,3	3,6	5,7	1,38	2318	407	642	11,6	17,7	36,1	2,6	22,9	18,5
1,2-2,33 (15)	Aleuritas molingas, nuo 1,8 – su OM	7,45	2,7	13,7	3,6	10,1	3,40	1484	440	317	29,6	21,4	37,8	1,4	14,8	17,8
2,33-2,55 (4)	Aleuritas	7,5	0,6	5,4	0,2	5,2	0,55	862	360	574	12,6	10,6	29,1	1,7	10,9	11,6
2,55-2,6 (1)	Aleuritas smėlingas	8,0	0	5	2,9	2,1	0,89	550	330	150	13	9,5	10	0	8,5	8,5
4. Neogenas ir preglacialas. Vetygalos atodanga																
Preglacialas	Smėlis	6,6	0	Nemustatyta				550	180	70	10	0	0	0	32	9
Neogenas	Smėlis kvarcinis	6,6	0	Nemustatyta				650	230	80	11	0	0	0	45	10

Analizuojamų dedamųjų pokyčiai įvairia genetinėse nuogulose įgalina įvertinti jų formavimąsi ir procesų priklausomybę nuo galimos klimato kaitos. Panagrinėjime šiuos pokyčius kiekvienoje iš trijų skirtingo formavimosi laikotarpio baseinų atodangose nuo seniausių iki jauniausių.

Butėnų atodanga. Dauguma mėginių atspindi šarminę sedimentacinę aplinką (pH=8-7,4), tik pačiame stovymės viršuje (0,69-0,75 m) pereinanti į

neutralią (6,7). Šaltas klimatas sąlygojo itin mažą OM (ar jos nebuvimą) kiekį stovymės (2,33-2,6 m) formavimosi pradžioje, nežymiai padidėjantį stovymės viduryje (0,75-1,2 m - 5,3%) jos sedimentacijos metu šylant klimatui ir vėl mažėjantį vėliau jos formavimosi laikotarpiu (0,69-0,75 m - 0,7%), galimai jau naujo ledynmečio priešaušryje (1 lent., 3 skirsnis). Suminis karbonatų pasiskirstymas, jų kiekio ir ypač dolomito, o tuo pačiu ir santykio D/K (iki 1,58-3,40) didėjimas vidurinėje stovymės dalyje atspindi terigeninės medžiagos prinešimą, sąlygotą atmosferinių kritulių kiekio padidėjimo. Analogiškas, nors kiek labiau kaitus, yra daugelio mikroelementų pasiskirstymas (2 pav. C).

Netiesų atodanga. Nuogulų stovymės formavimosi pradžioje klostėsi smėlis (21,9-22,6 m), esant aplinkos reakcijai grynai šarminėi (pH=7,9). Vėliau, jau karbonatinės gitijos klostymosi metu (16,9-21,9 m) pH mažėja nuogulų pjūvyje į viršų iki 7,5. Sluoksnyje 15,5-16,9 m, kur slūgso durpės, stebima akivaizdi sedimentacinės aplinkos kaita iki rūgščios (pH=4,5), o stovymės viršuje (14,6-15,5 m), kur slūgso vietomis molingas aleuritas, ji vėl tampa šarminė, analogiška stovymės apačiai. Minėti aplinkos pokyčiai neabejotinai sąlygoti klimato ir vandens srautų intensyvumo pasikeitimo. Stovymės formavimosi pradžioje vandens srautai buvo intensyvūs, o klimatas šaltas. Tada klostėsi smėlis, vėliau, silpnėjant srautams ir palaipsniui, o nuo 20,4 m (ypač nuo 18,5 m) staigiai šiltėjant klimatui, keičiasi sedimentacijos pobūdis ir jos greitis, klostosi gitija, sparčiai didėja augalų vegetacija ir bentoso (moliuskai) kiekis, todėl gitija yra akivaizdžiai biogeniškai karbonatinė. Tai rodo ir dolomito kiekio mažėjimas. Baseinui seklėjant ir srautams nutrūkus, esant labai šiltam klimatui, akivaizdžiai vyrauja augalai, spartėja eutrofikacija. Mažėjant deguoniui, išnyksta moliuskai, aplinka darosi rūgšti, tad klostosi durpės, kartu užaugant uždaram baseinui. Vėliau (14,6-15,5 m) klimatas atšąla, palaipsniui intensyvėja vandens srautai, nešdami smėlį kartu su pelitinėmis dalelėmis. Rezultate susiformuoja molingas smėlis, itin staigiai mažėja OM kiekis, didėjant terigeninių karbonatų koncentracijai, ką atspindi D/K santykis (durpėse – 0,06, smėlyje – 0,73). Šie aplinkos ir nuosėdinės medžiagos dedamųjų pokyčiai akivaizdžiai matomi 1 lentelėje (2 skirsnis). Atitinkamai kinta ir cheminių elementų, nevienodai sietinų su terigenine ar biogenine dedamosiomis bei baseino hidrodinamika (2 pav. B).

Pamerkių atodanga. Jos pjūvį pradeda smulkiagrūdis smėlis, slūgsantis 5,1-5,4 m gylyje, susiklostęs šalto klimato tarpsnyje (1 lent., 1 skirsnis, 2 pav. A), nesant OM. Sluoksnyje 4,2-5,1 m akivaizdūs šiltėjimo požymiai, klostantis aleuritui su žymia pelitinių dalelių priemaiša ir OM kiekiui padidėjant iki 10,5%. Nuo 4,2 m iki pat atodangos viršaus atsidengia jau holoceno metu susiklostęs smėlis su itin maža OM priemaiša, kiek padidėjančia molingo aleurito iki 2-5 mm storio mikrotarpsluoksniuose. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad visos stovymės formavimosi metu sedimentacinė aplinka buvo rūgšti

(pH<6) ir tik viename 5 cm tarpsluoksnyje nustatyta beveik normali (pH=6,4). Daryti išvadas apie baseino dinamiką, neturint karbonatingumo tyrimų, tuo tarpu sudėtinga, bet akivaizdus OM ir visų tirtų cheminių elementų kiekio didėjimas sluoksnyje 4,2-5,1 m gali atspindėti klimato šiltėjimą bei vandens srautų intensyvumo mažėjimą klostantis labiau smulkiadispersinėms frakcijoms, su kuriomis susijęs didesnis kiekis mikroelementų kaupimasis.

Mikroelementų pasiskirstymas ir klimato kaitos tarpniai tirtose nuogulose

Aukščiau pateikta medžiaga įgalina preliminariai atkurti klimato kaitą, o tuo pačiu ir sedimentacijos pobūdį tiriamų tarpledynmečių nuogulų formavimosi laikmečiu. Detalizuoti klimato pokyčių chronologiją, neturint tikslų nuogulų amžiaus datavimų deja, tuo tarpu negalima. Klimato kaita pirmiausia pasireiškia akivaizdžiai biogeninės sedimentacijos geocheminiais ypatumais, kaupiantis nuosėdinei medžiagai šiltesnio klimato sąlygomis palyginus su elementų pasiskirstymu šaltesnio (net atšiauraus) klimato tarpniais, vyraujant terigeninei sedimentacijai (Pustelnikovas ir kt., 2012). Kaip tai atrodo pagal gautus tyrimų duomenis?

Pradžioje palyginkime turimus duomenis iš *in situ* smėlio nuogulų neogeno ir preglacialo amžiaus, susidariusiose išimtinai terigeninės sedimentacijos sąlygose (1 lent., 4 skirsnis). Sedimentacinė aplinka tada buvo neutrali (pH=6,6), sąlygos OM kaupimuisi buvo nepalankios, cheminių elementų kiekiai yra visumoje nedideli (išskyrus Cu ir Pb), t. y. būdingi terigeninei sedimentacijai. Analogiški OM ir mikroelementų kiekiai, tik aplinkai pakitus iki ryškiai šarminės (pH=7,6-8), išskyrus gal Butėnų tarpledynmečio nuogulų kraigą (0,69-0,75 m, pH=6,7) stebimi abiejų viduriniojo pleistoceno tarpledynmečių nuogulose. Tuo tarpu sedimentacinė aplinka, esant šaltam Aleriodo klimato tarpniui ir klostantis smėliui (sluoksniai 5,1-5,4 ir 0,5-4,2 m), buvusi akivaizdžiai rūgšti (pH=4,2-5). Dar rūgštesnė ji yra šylant klimatui ir klostantis aleuritinėms nuoguloms (pH=4,1 sluoksnyje 4,2-5,1 m), o viename tarpсныje (4,45 gylyje – 5 mm storio mikrosluoksnis) pakintanti iki beveik neutralios (pH=6,4). Pastaruoju atveju OM kiekis vidutiniškai sudaro 10,5%, o mikroelementų kiekiai padidėja 2-3 kartus. Tokie pokyčiai rodo vandens srautų lėtėjimą, labiau smulkiadispersinės medžiagos klostymąsi ir nuosaukų biotos vystymąsi. Nežymūs klimato svyravimų požymiai atsekami Butėnų atodangos organogeninėje stovime (1 lent., 3 skirsnis, 2 pav. C). Šio tarpledynmečio metu klostėsi smulkianuolaužinė medžiaga – aleuritas, intervale 1,2-2 m su žymia pelitinių dalelių priemaiša (molingas). Tai atspindi vandens srautų kaitą ir OM palaipsnišką didėjimą (nuo 0,6% stovimės pade iki 5,3% jos kraige), su atitinkamais karbonatų, kaip terigeninės jų dedamosios kiekio pokyčiais. Pastarąją išvadą patvirtina D/K santykio kaita: didėjimu nuo 0,55 iki 3,4 ir tolesniu mažėjimu iki 1,58. Sedimentacinė aplinka šio tarpledynmečio eigoje

kito nuo ryškiai šarminės (pH=7,8) iki akivaizdžiai neutralios (pH=6,7). Šiltėjant klimatui mikroelementų kaupimasis didėjo, šaltėjant – mažėjo (suprantama, atsižvelgiant į jų sąsajas su terigenine ar biogenine nuogulų dedamosiomis).

Ryškiausi klimato pokyčiai nuo šarminės (pH=7,8) iki akivaizdžiai neutralios labai šaltų iki labai šiltų ir vėl iki šaltų tarpnių stebimi Merkinės (Eemio) tarpledynmečio Netiesų atodangoje (1 lent., 2 skirsnis, 2 pav. B). Jų metu klostėsi išimtinai terigeninis smėlis (sluoksniai 21,9-22,6 m ir 14,6-15,5 m), karbonatinė gitija su gausia malokofauna (daugumoje detritas) ir durpės, su dideliu (5-46,1%) OM kiekiu. Sedimentacinė aplinka visą nuogulų formavimosi laikotarpį buvo šarminė (pH=7,5-7,9), tik esant labai šiltam klimatui, kai klostėsi durpės, ji pakito į rūgštinę (pH=4,5). Šiame pjūvyje atitinkama kaita pasižymi ir mikroelementų koncentracija. Atkreiptinas dėmesys į mažai kaičius Ti, Cr, V, Cu, Pb kiekius visoje stovime ir Co kaupimąsi tik šiltesniais klimato tarpniais. Tą patį stebime ir kitų dviejų tarpledynmečių nuogulų stovime. Visose analizuotose atodangose mikroelementų pasiskirstyme ryškėja jų kiekio mažėjimas nuo stovimės apačios į jos viršų ir nuo seniausio (Butėnų) iki jauniausio (Pamerkių) tarpledynmečių. Analogiška tvarka daugumoje atvejų kinta ir sedimentacinė aplinka, kai pH pereina nuo šarminio (8) iki ryškiai rūgščios aplinkos (2,5) rodiklių. Aukščiau pateikta duomenų analizė įgalino išskirti po 3-5 sluoksnius kiekvienoje stovime, apibūdinančius klimato pokyčius, atspindinčius perėjimus nuo terigeninės (po 2-3 sluoksnius) per terigeninę - biogeninę - cheminę (pereinamą – po 1-2 sluoksnius) iki biogeninės (tik 1 sluoksnis Netiesų atodangoje) sedimentacijos tipų (2 pav.). Kiekvienam jų, atspindinčiam skirtingus klimato tarpnius, būdinga specifinė aplinka (pH), OM kiekis, mikroelementų pasiskirstymas bei nuosėdinės medžiagos dedamųjų santykis. Pereinamojo tipo nuogulose ryškėja didesni mikroelementų kiekiai, fiksuojantys cheminės jų genezės intensyvėjimą klimato kaitos metu, gal būt ir nuosėdų resuspendavimą ankstesnių ar vėlesnių atšiauresnių sąlygų metu. Tuo pačiu, tai atspindi ir vandens srautų intensyvėjimą ar lėtėjimą vėstant ar šylant klimatui. Detalizuoti šiltmečių ar šaltmečių trukmę, neturint detalesnių amžiaus datavimų sluoksnių ribinėse dalyse šiuo metu nėra galimybės.

Išvados

Pateikta medžiaga atspindi sudėtingą sedimentacijos eigą įvairiaamžėse viduriniojo ir vėlyvojo pleistoceno tarpledynmečių nuogulose, parodo skirtingus tiriamų dedamųjų kiekius jaunėjant nuogulų amžiui ir pereinant link dabartinių procesų.

Atliktų tyrimų kompleksas akivaizdžiai rodo klimatinių sąlygų įtaką sedimentacinių procesų intensyvumui, ypač cheminės sudėties kaitai, kuri pirmiausia sietina su nuogulų litologija.

Apibendrinant surinktą medžiagą išskirti terigeninės, terigeninės - biogeninės - cheminės (pereinamosios) ir biogeninės sedimentacijos tipai, apibūdinantys skirtingus klimato kaitos tarpsnius.

Literatūra

- Damušytė A. 2011. Post-glacial geological history of the Lithuanian coastal area. Doctoral thesis. Vilnius, 84 p.
- Emelyanov E. (ed.). 2002. Geology of the Gdansk Basin (Baltic Sea). Kaliningrad, Yantarny Skaz, 496 p.
- Gaigalas A., Arslanov Kh.A., Maksimov F.E. et al. 2005. Results of uranium-thorium isochron dating of Netiesos section peat-bog in South Lithuania. *Geologija*, 51, 29-38
- Gaigalas A. 2004. A reliable geochronology of the climate events of middle and late pleistocene in Lithuania. Book of abstracts 8th International Conference "Methods of Absolute Chronology", Gliwice, 46-47.
- Gaigalas A., Molodkov A. 2002. ESR ages of three Lithuanian Mid- Late Pleistocene interglacials: methodical and stratigraphical approach. *Geochronometria*, 21, 57-64.
- Gaigalas A., Uchman A. 2004. Trace fossils from Upper Pleistocene varved clays S of Kaunas, Lithuania. *Geologija*, 45, 16-26.
- Kabailienė M. 2006. Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14000 metų. Vilnius, 471 p.
- Pustelnikovas O. 1998. Geochemistry of sediments of the Curonian lagoon. Vilnius, 234 p.
- Pustelnikovas O. 2012. Klimato kaitos bruožai Pietryčių Baltijos įvairiagenetiniuose vėlyvojo pleistoceno ir holoceno dariniuose. *Geologijos akiračiai*, 3, 14-21.
- Pustelnikovas O., Melešytė M., Rudnickaitė E. et al. 2012. The chemical elements and sedimentation types of deposits in the dug holes Dubičiai 1, 2 and Mūšos Tyrelis as indicators of Late Pleistocene and Holocene climate changes. Material of 2012 IEEE/OES Baltic Intern. symposium „Ocean past, present and future. Climate change research. Ocean observation and advanced technologies for regional sustainability“. Klaipėda, Lithuania, 7 p.
- Sanko A., Gaigalas A. 2004. Freshwater mollusc *Valvata sibirica* Middendorf in Butėnai interglacial of Lithuania. *Geologija*, 45, 41-51.
- Sanko A., Vainorius J., Melešytė M. 2010. Malacofauna of Holocene freshwater calcareous deposits of Lithuania. *Geologija*, 52, Nr. 1-4 (69-72), 16-24.
- Šinkūnas P., Stančikaitė M., Šeirienė V. ir kt. 2001. Pamerkių atodangos tyrimų rezultatai. Akmens amžius Pietų Lietuvoje. Vilnius, 55-66.
- Trimonis E., Vaikutienė G., Grigienė A. 2008. Sedimentation in the Western Baltic Sea as record in the sediments core from the Arcona Basin. *Geologija*, 50, Nr. 2(62), 105-113.
- Wojciechowski A. 2007. Nowe profile malakologiczne z obszaru jeziora Lebsko i ich znaczenie stratygraficzne. *Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku*, 7, 101-127.

NUOSĖDINĖS MEDŽIAGOS MIGRACIJA IR MINERALŲ KAITA KURŠIŲ MARIŲ SEDIMENTACINIAME BASEINE

Olegas Pustelnikovas, Algimantas Špokauskas, Jurgita Račkauskaitė

Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; olegas.pustelnikovas@gmail.com

Įvadas

Nagrinėjant gamtinių objektų geologinę raidą iškyla sedimentogenezės – šiuolaikinių nuosėdų formavimosi, jų kaupimosi pobūdžio ir sąlygų geografinėje aplinkoje tyrimų būtinybė. Tai itin aktualu lagūninio tipo, geologiniu atžvilgiu trumpalaikio egzistavimo, baseinams. Kaip ir kokia kryptimi jie vystosi, kokią įtaką jų raidai daro žmogus – į šiuos klausimus gali atsakyti tik kompleksiniai tyrimai. Kuršių marios yra vienas iš objektų tokių tyrimų, atliktų XX a. (Kuršių marios..., 1959; Kuršių marių biogeochemija, 1983; Gulbinskas, 1994; Pustelnikovas, 1998; *Geology of ...*, 2002 ir kt.)

Sedimentacijai Kuršių mariose didžiausią įtaką daro Nemuno išnašos ir baseino hidrodinamika. Marių ir apymario baseinų dugne kaupiasi terigeninė (nuolaužinė) medžiaga, kurios diferenciacija ir akumuliacija, veikiant įvairiems veiksniams, yra skirtinga. Vienok, nepakankamai žinoma biogeninio ir eolinio faktorių įtaka sedimentacijai įvairiose tiriamojo arealo dalyse. Kaipgi nuosėdinės dalelės migruoja į jų akumuliacijos plotus dugne? Kokiomis kryptimis ir, svarbiausia, mastais vyksta toji pernaša? Koks yra tų dalelių santykinis indėlis sedimentacijai įvairiose jos zonose?

Atsakyti į šiuos, ankstesniuose darbuose dar nenagrinėtus klausimus, pasitelkėme rentgenografinių tyrimų metodą, įgalinantį (palyginus su mikroskopiniu) nustatyti mineralinę smulkiadispersinių (<0,05mm) frakcijų sudėtį. Tyrimams panaudoti minėtų frakcijų sumalti 183 mėginiai, paimti gruntoseimių ar gravitaciniu vamzdžiu įvairiose Kuršių marių sedimentacinėse zonose ir Nemuno žiočių (apymario) areale – Atmatos, Skirvytės ir Minijos upėse, ežere Krokų lanka ir Kniaupo įlankoje. Mėginiai paimti iš: 1) nuosėdų paviršiaus įvairaus storio (nuo 0-1 iki 0-12 cm), ir gilesnių - 2) nuo 1-5 iki 10-20 cm bei, 3) nuo 8-20 iki 16-25 cm storio sluoksnių (1 lentelė).

Tyrimai atlikti difraktometro DRON 1,5 α spinduliuotės aparatu CuK. Gautose bendros aleuritinės – pelitinės frakcijos difraktogramose nustatyti kvarco, feldšpato, kalcito, dolomito ir molio (chloritas ir ilitas – hidrožerutis) mineralai. Pavieniuose mėginiuose fiksuoti montmorilonito, anhidrito, piritto, gipso, amfibolų pėdsakai. Santykinis mineralų kiekis nustatytas pagal kiekvienam iš jų būdingiausios difrakcinės smailės intensyvumą (Powder, 1998).

Šios smailės yra apibrėžtame tarpplokštuminiame atstume (d), kuris nustatytiems mineralams sudaro, nm (10^{-9} m)¹: kvarcui – 0,425; kalcitui – 0,304; dolomitui – 0,289; feldšpatui – 0,325; chloritui – 0,710; ilitui (hidrožeručiu) – 1,000; anhidritui – 0,349; piritui – 0,269; gipsui – 0,756, amfibolams – 0,842; montmorilonitui – 1,42. Išmatavus kiekvienos smailės aukštį (I, mm) rodantį atspindžio intensyvumą, nuo difraktogramos foninio lygmens, apskaičiuojame santykinį mineralų kiekį.

Tyrimų duomenys pateikiami 1 lentelėje ir 1-3 pav.

1 lentelė

Mineralų pasiskirstymas sedimentacinių zonų nuosėdų storumėje (0- 25 cm) rentgenografinės analizės duomenimis

Mineralai	Tiriamas sluoksnis, cm	Sedimentacijos zonos										
		Nemuno žiočių aplinka				Šiaurinė (a)	Centrinė (b)			Pietinė (c)		
		Upių vagos	Atmatos žiotys - Ventės ragas	Kniaupo įlanka	ež. Krokų lanka		Panerijos max	Nemuno nuotėkio max	Duburyš	Panerijos max	Upių nuotėkio max	Duburyš
		Mineralų santykinis kiekis, (skliaustuose - mėginių kiekis tiriamame sluoksnyje)										
Kvarcas (Q)	1	230 (13)	173 (13)	140 (7)	118 (11)	197 (16)	175 (6)	164 (16)	98 (11)	190 (3)	175 (9)	45 (26)
	2	240 (11)	123 (2)	140 (5)	129 (9)	240 (2)	195 (2)	185 (5)	145 (1)	180 (1)	149 (5)	57 (10)
	3	-	-	140 (4)	194 (4)	-	-	-	-	-	100 (1)	-
Feldšpatai (Fp)	1	115 (13)	101 (13)	103 (7)	94 (11)	141 (16)	43 (6)	70 (16)	76 (11)	37 (3)	90 (9)	35 (26)
	2	90 (1)	80 (2)	105 (5)	116 (9)	143 (2)	53 (2)	94 (5)	65 (1)	35 (1)	64 (5)	37 (10)
	3	-	-	98 (4)	139 (4)	-	-	-	-	-	95 (1)	-
Σ=Q+Fp	1	345 (13)	274 (13)	243 (7)	212 (11)	338 (16)	218 (6)	234 (16)	174 (11)	227 (3)	265 (9)	80 (26)
	2	330 (1)	203 (2)	245 (5)	245 (9)	383 (2)	248 (2)	279 (5)	210 (1)	215 (1)	213 (5)	94 (10)
	3	-	-	238 (4)	333 (4)	-	-	-	-	-	195 (1)	-
Kalcitas (K)	1	8 (13)	23 (13)	29 (7)	50 (11)	35 (16)	9 (6)	12 (16)	48 (11)	3 (3)	22 (9)	82 (26)
	2	5 (1)	43 (2)	52 (5)	23 (9)	25 (2)	13 (2)	9 (5)	80 (1)	10 (1)	21 (5)	39 (10)
	3	-	-	23 (4)	16 (4)	-	-	-	-	-	40 (1)	-
Dolomitas (D)	1	11 (13)	24 (13)	21 (7)	23 (11)	25 (16)	5 (6)	10 (16)	37 (11)	3 (3)	27 (9)	39 (26)
	2	32 (1)	25 (2)	19 (5)	28 (9)	18 (2)	32 (2)	10 (5)	40 (1)	10 (1)	20 (5)	40 (10)
	3	-	-	27 (4)	25 (4)	-	-	-	-	-	60 (1)	-
Σ=K+D	1	19 (13)	47 (13)	50 (7)	73 (11)	60 (16)	14 (6)	22 (16)	85 (11)	6 (3)	49 (9)	121 (26)
	2	37 (1)	68 (2)	71 (5)	51 (9)	43 (2)	45 (2)	19 (5)	120 (1)	20 (1)	41 (5)	79 (10)
	3	-	-	50 (4)	41 (4)	-	-	-	-	-	100 (1)	-
Molio mineralai (CH+)	1	1,5 (13)	5 (13)	10 (7)	5 (11)	17 (16)	1,5 (6)	1,3 (16)	10 (11)	0 (3)	33 (9)	19 (26)
	2	0 (1)	18 (2)	8 (5)	6 (9)	2,5 (2)	2,5 (2)	0 (5)	20 (1)	0 (1)	9,5 (5)	21 (10)
	3	-	-	7,5 (4)	5 (4)	-	-	-	-	-	20 (1)	-

Sluoksnių storis, cm: 1 - nuo 0-1 iki 0-12; 2 - nuo 1-5 iki 10-20; 3 - nuo 8-20 iki 16-25. Molio mineralai - Chloritas (Ch) ir ilitas (I).

Mineralų pasiskirstymas sedimentacinių zonų nuosėdų storumėje

Nemuno baseino išnašų šaltiniais yra kvartero ledynmečių ir holoceno terigeninė medžiaga – cementuota ir biri, kurios sudėtyje vyrauja atsparūs dūlėjimui mineralai – kvarcas, feldšpatai, amfibolai ir kt., daug mažiau karbonatų (kalcito ir dolomito) ir molio mineralų. Vandens srautų nešamos medžiagos (suspenduotos vandenyje ar ridenamos dugnu) dalelių sudėtyje šie mineralai, mažėjant srauto ar srovių (jau marių sedimentaciniame baseine) intensyvumui nusėda dugne, įvairiame nuotolyje nuo jų šaltinių. Dugne kaupiasi

ir biogeninis kalcitas, esantis zoobentoso organizmų kiauteliuose (*Dreissena polymorpha*, *Chironomus cf. semireductus*, *Valvata piscinalis* ir kt.). Po šių organizmų mirties aktyvios hidrodinamikos poveikyje kiauteliai susmulkėja iki įvairiagrūdžio detrito ir nusėda gilesnėse dugno vietose, praturtinami nuosėdas biogeninio detrito dalelėmis ar net jo tarp sluoksniais iki 2-12 cm storio (Pustelnikovas, 1998; Geology of..., 2002).

Panerijos dalyje Kuršių marių dugno nuosėdos praturtinamos ir terigenine (eoline) (kvarcas, feldšpatai) nerijos kopų medžiaga. Jos įtaka sedimentacijai šiuo metu esant apželdintai teritorijai nėra žymi. Vienok, kai kuriose Panerijos arealuose – atvirų kopų, efektyvios krantų abrazijs (Kazakevičius, 1989-1990) ir dugno erozijos plotuose eolinės medžiagos kiekis dugno nuosėdose didėja.

Šiuos teorinius teiginius, generalizuotus nuosėdų tipų pasiskirstyme (Geology of..., 2002) patikslina atlikta difraktometrinė analizė (1 lent., 1-3 pav.). Kvarco (Q) pasiskirstyme akivaizdi Nemuno išnašų migracijos seka: upės vagos – Atmatos žiotys – Ventės ragas – Šiaurinė sedimentacinė zona (ŠSZ, a). Šiai sekai būdingas Q kiekio mažėjimas, nors pastarojoje jis kiek padidėja dėl aktyvios dugno erozijos Ventės rago – Rasytės povandeninio gūbrio rajone. Skirvytės centrinėje (CSZ, b) ir Gilijos pietinėje (PSZ, c) sedimentacijos zonosose upių išnašų rajone Q kiekis jau ženkliai mažesnis. Nemuno žiočių aplinkoje jis mažiausias pusiau uždaro Krokų lankos ežero ir Kniaupo įlankos baseinų nuosėdose ir sąlygojamas, galimai, Q sąnašavimu potvynių metu (tai rodo ir didesni molio mineralų kiekiai). Daugiausiai smulkiadispersinių dalelių sudėtyje Q patenka ir į b bei c zonų duburius, kur jo kiekiai mažiausi (ypač pietinėje zonoje) (1 lent.).

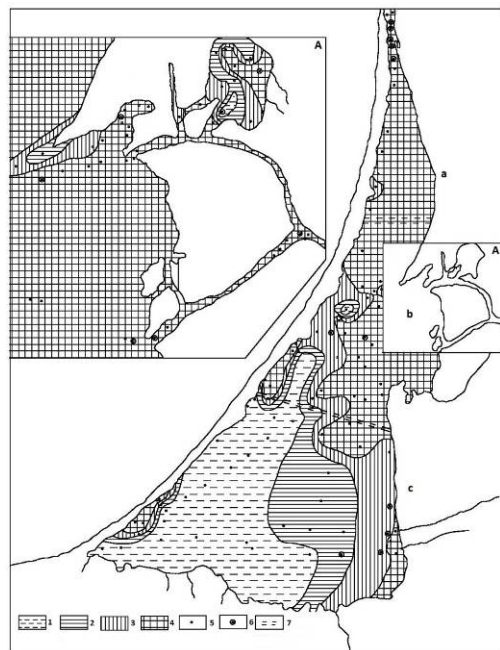
Analogiškas yra ir feldšpatų (Fp) – grynai Fenoskandijos masyvo uolienų (granitoidų) mineralų pasiskirstymas, tik jų kiekiai, minėtuose arealuose yra ženkliai mažesni. Q kiekiai b ir c zonų Panerijos arealuose pakankamai aukšti kaip ir Nemuno ir jo atšakų žiočių arealuose. Vienok, Fp kiekiai prie Kuršių nerijos yra 2-3 kartus mažesni nei Nemuno išnašų rajonuose. Kadangi šie arealai yra pakankamai dideliame nuotolyje nuo upių žiočių ir nėra vyraujančių srovių sferoje, galima teigti vyraujančią šių terigeninių mineralų sąsają su eoline kopų, krantų ar povandeninio šlaito medžiaga. Šią prielaidą dalinai patvirtina ir amfibolų (Am pėdsakai) pasiskirstymas Nemuno išnašų plotuose ir jų nebuvimas Panerijos arealuose. Suminio šių atsparių dūlėjimui mineralų kiekio intensyvumo mažėjimas pietvakarių kryptimi ir jų pasiskirstymo vingiai rodo ir Nemuno srautų įtakos sedimentacijai mažėjimą tostant nuo žiočių ir gilėjant baseinui (1 pav.). Ta pačia kryptimi smulkinėja nuosėdos, jų sudėtyje didėja kitų mineralų bei cheminių elementų kiekis.

Karbonatų (kalcito (K) – CaCO₃ ir dolomito (D) – CaMg(CO₃)₂) mineralų pasiskirstyme akivaizdi terigeninė ir biogeninė jų kilmė (1 lent., 2 pav.), o taip pat ir jų pernešimo mastai, sąlygojami Nemuno vandens srautų ir nuosėdinės

¹ Neretai d matuojamas Å (angstremais), kur 1 Å=10⁻¹⁰m.

medžiagos granulimetrinės sudėties pokyčių. Kalcitas daugumoje atveju yra biogeninis, kadangi Nemuno išnašų kaupimosi arealuose jo kiekiai yra 3-15 kartų mažesni nei pusiau uždaruose arealuose (Kniaupo il. ir ež. Krokų lanka) ir net 6-30 kartų nei **b** ir **c** zonų duburiuose.

Dolomitas labiau sietinas su terigeninėmis itin smulkiadispersinėmis Nemuno išnašomis nei su eolinėmis, kuriose jo kiekis yra 2-8 kartus mažesnis. Terigeninis dolomitas pietvakariųjų vandens srovių dėka suspensijų sudėtyje



1 pav. Suminis kvarco (Q), lauko špatų (Fp) ir amfibolų (Am) pasiskirstymas Kuršių marių ir Nemuno žiočių dugno nuosėdose. Santykinis kiekis: 1- <100, 2- 100-150, 3- 150-200, 4- >200. 5- tyrimų stotys, 6 – stotys kur sutiktas amfibolas, 7- sedimentacinių zonų (a – šiaurinė, b – centrinė, c – pietinė) ribos.

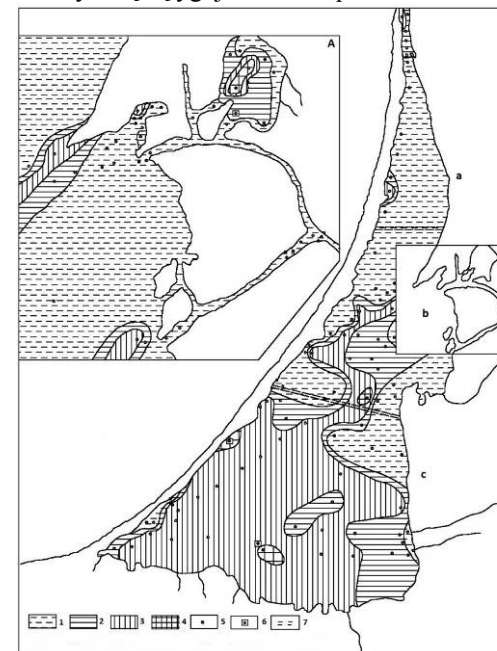
patenka į **b** bei **c** zonų duburius, kur jo kiekiai yra 1,5-2 kartus didesni nei Nemuno žiočių aplinkos arealuose. Suminis karbonatų pasiskirstymas, sietinas su jų geneze ir hidrodinamikos poveikiu, atspindi 2 pav.

Molio mineralai atspindi terigeninių dalelių migraciją itin smulkiadispersinėje frakcijoje (<0,05 ir ypač <0,01 mm). Chlorito (Ch) ir ilito (I, hidrožeručio) didžiausi kiekiai sutinkami **b** ir **c** zonų duburiuose, į kurias jie patenka su Nemuno išnašomis pietvakariųjų srovės pernašos dėka. Šiose zonose fiksuoti ir dar vieno molio mineralo montmorilonito pėdsakai. Nedideli kiekiai šių mineralų sutinkami ir **a** zonos Panerijos duburio pavienėse įdubose bei jau dirbtinai gilinamo Klaipėdos sąsiaurio ribose (3 pav.).

Medžiagos migracijos ir mineralų kaitos ypatybės tirtoje stovyje

Nuosėdinės medžiagos migravimo mastai, nulemiantys ir mineralų kaitos ypatybes, sąlygojami sezoninių Nemuno nuotėkio pokyčių, vėjo veiklos aktyvėjimo ir druskingo vandens prietakos padidėjimo į Klaipėdos sąsiaurį **a** zonoje, sukeliančio akivaizdų geocheminio barjero efektą (Pustelnikovas, 1998).

Pastovi, vyraujanti Nemuno vandens judėjimo kryptis į šiaurę akivaizdi **a** ir dalinai **b** zonoje šiauriau moreninio Ventės rago gūbrio povandeninės tašos pietvakarių kryptimi. Šiame areale mažesni patvarių terigeninių mineralų – kvarco(Q) bei feldšpatų (Fp) ir didesni biogeninio karbonato – kalcito (K) kiekiai. Toks jų pasiskirstymas sąlygojamas zoobentosos (moliuskų) gausa paviršiuje minėto moreninio substrato, sudaryto iš žvirgždo, gargždo ir riedulių, atspindinčio aktyvią dugno eroziją. Gelmėjant marių reljefui į pietvakarius nuo minėtos Ventės rago tašos, vandens srautas akivaizdžiai išsiskiria į šiaurinę (labiau giluminę) ir pietvakarinę (paviršinę, mažiau energingą) sroves. Ši išsiskyrimą sąlygoja minėtas povandeninis moreninis darinys ir Ežios sekluma,



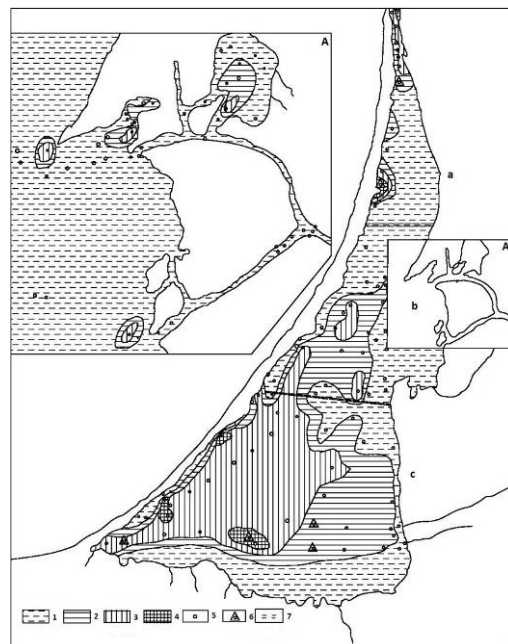
2 pav. Suminis karbonatų (kalcito – CaCO₃ ir dolomito – CaMg(CO₃)₂) pasiskirstymas Kuršių marių ir Nemuno žiočių dugno nuosėdose. Santykinis kiekis: 1- <50, 2- 50-100, 3- 100-150, 4- >150. 5- tyrimų stotys, 6 – stotys kur sutiktas anhidritas, 7- sedimentacinių zonų (a – šiaurinė, b – centrinė, c – pietinė) ribos.

išilgai Rusnės salos nutįsusi į pietus ~ 8 km. Tai nulemia terigeninių mineralų Q ir Fp migraciją pietvakarių kryptimi, mažėjančią į pietus nuo Liekų rago. Gelmėjant duburiui (siaura juosta **b** ir ypač plati **c** zonoje) Q ir Fp kiekis, tiekiamas Nemuno vandenimis, akivaizdžiai mažėja iki pat pietinių Kuršių marių pakrančių, prie kurių iki 2-3 m gylio slūgso, analogiškas minėtam, moreninis substratas su itin gausia moliuskų fauna – pagrindiniu biogeninio kalcito šaltiniu nuosėdose.

Padidinti Q ir Fp kiekiai Gilijos – Nemunyno žiotyse atspindi tik nežymų šių

Nemuno intakų vaidmenį sedimentacijai **c** zonoje.

Didžiausi jų kiekiai upių vagose ir Ežios seklumos areale bei molio mineralų (Ch ir I) minimumas ar jų nebuvimas atspindi smulkiadispersinių dalelių (<0,05 ir ypač <0,01 mm) migraciją jūron ar į c zonos duburį. Q ir Fp kiekiai Knaupo įl. ir ež. Krokų lanka yra labai kaitūs, priklausomai nuo



terigeninės medžiagos migracijos ypatumų sezoniniuose vandens srautuose.

Suminis karbonatinių mineralų pasiskirstymas nuosėdose atspindi labiau biogeninio (bet mažiau patvaraus) kalcito ir akivaizdžiau terigeninio (patvaresnio) dolomito (D) migracines savybes. Šiuo atveju vyrauja K – b ir c zonų duburių bei ež. Krokų lanka nuosėdose, t. y. ten, kur (ar netoliese) yra pagrindiniai moliuskų gyvenimosi arealai.

Pietinėje Kuršių marių dalyje (c zonoje) itin stiprūs pietvakarių ar pietinių krypčių vėjai, sukelia intensyvų bangavimą, kuris aktyvina abrazinius bei erozinius procesus ir sudrumsčia visą vandens stovymą iki 6 m gylio. Šiuo atveju nuosėdinė medžiaga rūšiuojama, o itin smulkios biogeninio K detritinės dalelės migruoja į duburio dugną ir 0,8-1 m

nuosėdų stovymeje formuodamos 2-12 cm storio jo tarpfluksnius (Pustelnikovas, 1998).

Marių b ir c zonų Panerijos areale stebimi padidinti suminiai Q ir Fp kiekiai. Esant dideliame Q kiekiui, Fp koncentracija čia minimali palyginus su Nemuno išnašų arealais. Tad, šie suminiai kiekiai prie nerijos sietini su eoline medžiaga, kurioje akivaizdžiai vyrauja kvarcas. Tai patvirtina ir molio mineralų nebuvimas ar itin maži jo kiekiai šio arealo nuosėdose. Palyginimui Baltijos

jūros nuosėdose (frakcija 0,1-0,05 mm) Q kiekis siekia iki 70%, Fp – iki 25-30%, kiti mineralai (karbonatai, žėručiai, amfibolai, glaukonitas) – tik 1-5%. Nemuno Mz – Kz provincijoje Q yra iki 83,7%, Fp – tik 9,5%, o karbonatai (K ir D) joje yra terigeniniai – nuolaužiniai (1,3%) (Baltijos jūros geologija, 1976). Tuo tarpu Kuršių mariose vyrauja biogeninis kalcitas.

Molio mineralų – chlorito (Ch) ir ilito (I) pasiskirstymas sietinas su migracija itin smulkiadispersinių terigeninių dalelių, kurios akivaizdžiai vyrauja b ir c zonų duburyje bei a zonos įdubose, kuriose paplitęs aleuritinis - pelitinis dumblas (Geology of..., 2002; Pustelnikovas, 1998). Šiame nuosėdų tipe sutikti ir didžiausi Ti, Zr, Mn, V, Cu, Cr, Ni, Co, Pb ir kt. mikroelementų kiekiai. Tai atspindi ir jų migraciją pietvakarinės srovės vandens sraute. Todėl didžiausi Ch ir I kiekiai sutinkami minėto duburio 4-6 m gylyje. Čia sutikti ir montmorilonito mineralo pėdsakai. Baltijos jūros nuosėdose vyrauja I (60 – 70%), jo daugiausia yra ir kvartero nuogulose (60-75%) bei Nemuno nuotėkio baseino jauriniuose dirvožemiuose. Chlorito Baltijos jūroje nedaug (iki 5-10%), tiek pat jo esama ir pleistoceno nuogulose (Baltijos jūros geologija, 1976). Abu šie mineralai yra jaurinio dirvodaros proceso produktai, disperguotoje būklėje išnešami už dirvožemio profilio ribų ir fluvialiniais srautais migruoja į sedimentacinius baseinus.

Eilėje c zonos duburio mėginių difraktogramų sutikti autigeninių mineralų - Fe sulfido (FeS₂) – galimai monosulfido FeS (hidrotroilito) ir disulfido FeS₂ (melnikovito) mišinys, gipso ir anhidrito pėdsakai. Tai gali būti rodikliais pirmųjų diagenetinės procesų pasireiškimų nepakankamo O₂ režimo sąlygomis Kuršių marių pietinėje dalyje.

Tirtų mineralų pasiskirstymas gilesniuose nuosėdų sluoksniuose (1 lent.) visumoje patvirtina sedimentacijos ir migracijos ypatumus paviršiniame jų sluoksnyje. Vienok, neretai didesni Q, Fp ar kitų mineralų kiekiai giliau gali būti galimai aktyvesnių sedimentacijos procesų rodikliais (ypač Nemuno išnašų aplinkoje) prieš 100-200 metų.

Išvados

Rentgenografinių tyrimų rezultatai įgalina padaryti šias preliminarias išvadas:

1. Mineralų pasiskirstymo pagrindu patikslintos nuosėdinės medžiagos migracijos kryptys, pobūdis ir mastai.
2. Išskirti terigeninių (Nemuno išnašų ir eolinis šaltiniai) ir biogeninių mineralų kaupimosi arealai ir santykiniai kiekiai.
3. Pateikta mintis apie pirminius nuosėdų diagenetinių pokyčių pasireiškimus autigeninių mineralų fiksavimo pagrindu pietinėje Kuršių marių dalyje.
4. Padaryta prielaida apie aktyvesnę sedimentaciją prieš 100-200 metų.

Literatūra

- Baltijos jūros geologija. 1976. Vilnius, Mokslas, 389 p. (rusų kalba),
Geology of the Gdansk Basin (Baltic Sea). 2002. Kaliningrad, Yantarny Skaz, 496 p.
Gulbinskas S. 1994. Šiuolaikinių dugno nuosėdų susidarymo ypatybės sistemoje Nemunas – Kuršių marios – Baltijos jūra. Daktaro disertacijos tezės. Vilnius, 22 p.
Kazakevičius S. 1989-1990. Kuršių nerijos krantų raidos dinamika (kartometrinės analizės duomenimis). Geografinis metraštis, t. 25-26, 46-56.
Kuršių marios. Kompleksinių tyrimų rezultatai, 1959. Vilnius, 546 p. (rusų k.)
Kuršių marių biogeochemija. 1983. Vilnius, 134p. (rusų k.)
Powder Diffraction file, Internacional centre for Diffraction Data, 1998
Pustelnikovas O. 1998. Geochemistry of sediments of the Curonian lagoon. Vilnius, 234p.

DIDŽIŲJŲ KORMORANŲ IR VERSLINĖS ŽVEJYBOS KONKURENCIJA KURŠIŲ MARIOSE

Žilvinas Pūtys, Eglė Jakubavičiūtė, Justas Dainys, Linas Ložys

*Gamtos tyrimų centro Ekologijos instituto Jūros ekologijos laboratorija,
Vilnius; putys@eko.lt*

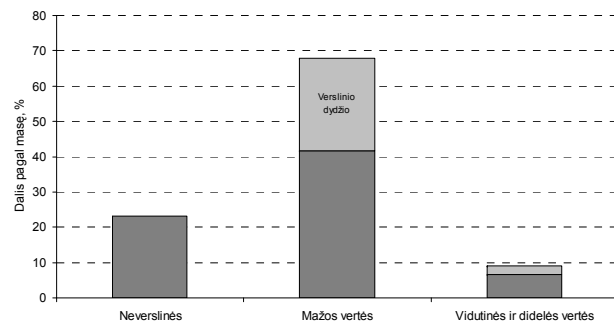
XX amžiaus antroje pusėje Europoje sparčiai išplitusius didžiuosius kormoranus (*Phalacrocorax carbo sinensis*) žvejai dažnai laiko vienu iš svarbiausių mažėjančių žuvų laimikių kaltininkų. Nors kormoranai vandens telkiniuose gali suvartoti didelius kiekius žuvų, dauguma tyrimų, ypač tokiose dideliuose, produktyviuose kaip Kuršių marios, neparodė žymesnių iktiocenozijų pokyčių, susijusių su kormoranų skaičiaus didėjimu (Engström, 2001; Žydelis ir Kontautas, 2008).

Didžiųjų kormoranų mityba buvo tiriama Juodkrantės kolonijoje 2005-2010 m. analizuojant atrajas (Pūtys ir Zarankaitė, 2010). Perinčių kormoranų porų skaičius kolonijoje per šį laikotarpį vidutiniškai siekė 2951. Kormoranų racione vyravo Kuršių marių žuvis, tyrimo laikotarpiu jos vidutiniškai sudarė 90,6 % raciono sudėties pagal masę. Vidutiniškai per šį laikotarpį kormoranai Kuršių mariose suvartojo 653,3 t žuvų. Vidutiniai versliniai laimikiai tuo pačiu laikotarpiu Kuršių mariose siekė 1115,8 t. Verslinių rūšių Kuršių marių žuvis kormoranų racione sudarė 80,4 % pagal masę. Tarp svarbiausių žuvų rūšių daugiausia suvartojo kuojų (vidutiniškai 270,7 t per metus), pūgžlių (121,8 t), ešerių (117,8 t), šių rūšių bendra suvartota masė siekė 510,2 t, 78,1 % visos Kuršių mariose suvartotos žuvų masės.

Didžiąją dalį suvartotų verslinių žuvų (88,4 %) sudarė mažos rinkos vertės (vidutinė didmeninė rinkos vertė iki 3,5 Lt/kg šviežios žuvies, 2007 m. duomenys) žuvis, daugiausia kuojos, ešeriai ir plakiai (1 pav.). Didelės vertės verslinių žuvų (europinis ungurys, šlakis) kormoranų racione identifikuotos buvo vos kelios žuvys, jų suvartotos masės dalis buvo mažesnė nei 0,05 %. Vidutinės ir didelės vertės žuvų (vidutinė didmeninė rinkos vertė didesnė nei 3,5 Lt/kg) kormoranai per metus vidutiniškai suvartodavo 63 t, daugiausia sterkių ir stintų. Europinio ungurio, vertingiausios Kuršių marių verslinės žuvies, per visą kormoranų mitybos tyrimo laikotarpį buvo identifikuotas tik vienas mažesnis nei verslinio dydžio individas. Verslinio dydžio žuvų buvo 26,7 %, daugiausia kuojų (18,8 %) ir ešerių (4,3 %), taip pat stintų (2,4 %).

Juodkrantės kolonijoje perinčių kormoranų racione vyravo nedidelės, jaunų amžinių grupių žuvis, 82,8 % pagal skaičių priklausė 12 cm ir mažesnio ilgio grupėms, jų dalis racione pagal masę sudarė 33,8 %. 83,1 % visų atrajose identifikuotų kuojų, svarbiausių verslinių žuvų kormoranų racione, priklausė 4–16 cm ilgio grupėms arba 1–4 metų amžiaus grupėms. Sparčiau nei kuojos

augančių ešerių tarpe kormoranų racione 2–10 cm ilgio grupėms priklausančios, 1–2 metų amžiaus žuvys sudarė 79,5 % visų atrajose identifikuotų ešerių. Verslinio dydžio trijų metų ir didesnio amžiaus ešeriai kormoranų mityboje sudarė 2,1 % raciono pagal skaičių, atitinkamai verslinio dydžio kuojos (5 ir daugiau metų) sudarė 12,7 %. Verslinės žvejybos 40 ir 45 mm tinklais ir kormoranų mitybos eksploatuojamų išteklių persidengimas pagal ilgį buvo nežymus. Versliniuose laimikiuose vyravo nuo 25 cm ilgio, 8 m. ir didesnio amžiaus kuojos bei 25 cm ir didesni, 5–6 m. amžiaus ešeriai. Šiais įrankiais sugautuose ešerių laimikiuose didesnės nei 25 cm ilgio žuvys sudarė 80 %, tuo tarpu kormoranų suvartojamų ešerių tarpe – tik 0,2 % pagal skaičių, 4,7 % pagal masę. Atitinkamai tokio paties dydžio kuojos sudarė 90,8 % šiais tinklais sugautuose kuojų laimikiuose, o kormoranų racione – 2 % pagal skaičių, tačiau buvo svarbios pagal masę - sudarė 17 %.



1 pav. Juodkrantės kolonijos didžiųjų kormoranų suvartotų verslinių žuvų dalis pagal masę 2005–2010 m.

Juodkrantės kolonijoje perinčių kormoranų 2005–2010 m. suvartota vidutinė žuvų biomasė Kuršių marių viename hektare siekė 15,7±1,4 kg. Pagal verslinės žvejybos laimikių statistiką tuo pačiu laikotarpiu versliniai laimikiai Lietuvai priklausančioje Kuršių marių dalyje siekė 26,9 kg/ha (1 lent.). Palyginus su verslinės žvejybos laimikiais, kormoranai suvartojo daugiau ešerių (atitinkamai kormoranų suvartojimas 117,8 t, versliniai laimikiai 47,7 t), santykinai dideli suvartoti kiekiai buvo plakių (25,7 t ir 29,6 t) ir kuojų (270,7 t ir 366,5 t). Kormoranų suvartotų stintų masė siekė beveik pusę verslinių laimikių Kuršių mariose. Kitų verslinių žuvų kormoranų suvartoti kiekiai buvo žymiai mažesni nei versliniai laimikiai.

Kormoranų mitybos tyrimas parodė, kad didesnę raciono dalį sudarė verslinės žuvų rūšys, tačiau dauguma jų – mažos verslinės vertės. Nors verslinio dydžio žuvys sudarė palyginti didelę mitybos dalį, tiesioginė konkurencija buvo

nežymi (40 – 45 mm tinklais). Vidutinės ir didesnės rinkos vertės žuvys verslinio dydžio buvo tik stintos.

1 lentelė

Svarbiausių didžiojo kormorano raciono ir verslinių žuvų suvartojimas ir vidutiniai versliniai laimikiai 2005–2010 m. bei vidutinė biomasė 2008–2010 m. (Repečka 2009, 2010) Kuršių marių Lietuvos akvatorijoje

Rūšis	Kormoranų mityba		Verslinė žvejyba		Kormoranų suvartojimo ir verslinių laimikių santykis	Biomasė		
	Suvartojimas, t	kg/ha	Laimikiai, t	kg/ha		Biomasė, t	kg/ha	Kormoranų suvartota biomasė, %
Kuoja	270,7	6,5	366,5	8,8	0,7	2964,3	71,8	9,1
Karšis	20,6	0,5	350,7	8,4	0,1	2436,7	59	0,8
Žiobris	7,7	0,2	105,7	2,5	0,1	517,7	12,5	1,6
Sterkas	36,1	0,9	84,7	2,0	0,4	619	15	6,0
Ešerys	117,8	2,8	47,7	1,1	2,5	982	23,8	11,8
Stinta	17,0	0,4	34,8	0,8	0,5	–	–	–
Plakis	25,7	0,6	29,6	0,7	0,9	696	16,8	3,6
Pūgžlys	121,8	2,9	8,7	0,2	14,0	480,7	11,6	24,9
Kitos	35,9	0,9	87,7	2,1	0,4	421,7	10,2	8,8
Iš viso	653,3	15,7	1115,8	26,9	0,6	9118	220,8	7,1

Literatūra

- Engström H. 2001. Long time effects of cormorant predation on fish communities and fishery in a freshwater lake. *Ecography* 24: 127–138.
- Pūtys Ž., Zarankaitė J. 2010. Diet of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) at the Juodkrantė colony, Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica* 20(3): 179–189.
- Repečka R. 2009. Kuršių marių žuvų išteklių racionalaus naudojimo tyrimai. Ataskaita. Vilniaus universiteto ekologijos institutas, Vilnius, 101 p.
- Repečka R. 2010. Kuršių marių žuvų išteklių racionalaus naudojimo tyrimai. Ataskaita. Gamtos tyrimų centras, Vilnius, 88 p.
- Žydelis R., Kontautas, A. 2008. Piscivorous birds as top predators and fishery competitors in the lagoon ecosystem. *Hydrobiologia* 611: 45–54.

BALTIJOS JŪROS UOSTŲ LYGINAMOJI CHARAKTERISTIKA PAGAL ORO TARŠĄ IŠ APSILANKANČIŲ LAIVŲ

Paulius Rapalis, Vytautas Smailys, Renata Strazdauskienė

*Klaipėdos universiteto Oro taršos iš laivų tyrimų laboratorija, Klaipėda;
paulius.rapalis@ku.lt*

Ivadas

Baltijos jūra – viena iš intensyviausių laivybos zonų pasaulyje, kurioje jūrų transportas daro didelę įtaką aplinkai ir regione gyvenančių žmonių sveikatai. Tarptautinė jūrų organizacijos (IMO) įvedamos aplinkos taršos iš laivų ribojimo priemonės paprastai iš pradžių yra apbruojamos Baltijos jūros regione. Svarbią reikšmę šioms priemonėms turi aktyvi Helsinkio komisijos (HELCOM) politika, teikianti išskirtinį dėmesį Baltijos jūros aplinkai. Vienas iš svarbių transporto poveikio aplinkai faktorių – oro tarša iš laivų jėgainių vidaus degimo variklių – ribojama pagal MARPOL 73/78 VI priedą (MARPOL 73/78, 2006). Pagrindiniai laivų variklių oro teršalai yra azoto oksidai (NO_x), sieros oksidai (SO_x), lakūs organiniai junginiai (LOJ), kietosios dalelės (KD), anglies monoksidas (CO) ir anglies dvideginis (CO₂). Oro teršalų emisija iš laivų jūroje vertinama daugelyje mokslinių studijų (Tapani ir kt. 2007). Tačiau svarbu pažymėti, kad didžiausias poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai daromas jūrų uostuose, kurie dažniausiai yra išsidėstę šalia gyvenamųjų rajonų. Tai patvirtina vertinimai, atlikti įvairiuose Europos uostuose (Hulskotte et al., 2011; Villalba et al., 2011; Smailys ir kt. 2007; Saxe, 2003). Tačiau daugelis vertinimų apima vieną (Hulskotte et al., 2011; Villalba et al., 2011; Smailys ir kt., 2007) arba keletą (Saxe, 2003) konkretaus regiono uostų. Šių autorių vertinimai atliekami skirtingu laikotarpiu, remiantis skirtingomis skaičiavimo metodikomis ir duomenimis. Norint atlikti palyginamąjį uostų analizę oro taršos iš laivų atžvilgiu, neužtenka vien tiesioginių emisijų vertinimų iš laivų uoste. Didesni laivų srautai, uostai ir krovos apimtys, be abejo, sąlygotų didesnes oro teršalų emisijas. Tuo tarpu krovos operacijos ir laivų priėmimas gali būti vykdomas žymiai efektyviau dideliame negu mažesniame uoste, todėl tikslinga vertinti oro taršą sąlyginiais rodikliais, atspindinčiais ne tiesioginius emisijų kiekius, o uoste vykstančių operacijų efektyvumą oro taršos iš laivų atžvilgiu. Šiame straipsnyje autoriai pristato Baltic Sea Region programos 2007-2013 metams projekto „Clean Baltic sea shipping“ (CleanShip) metu atliekamo oro teršalų emisijos vertinimo Baltijos jūros uostuose rezultatus, tarpusavyje pagal oro taršos rodiklius palyginami skirtingus Baltijos jūros uostus.

Vertinimo metodika

Baltijos jūros uostų vertinimui buvo naudojami 2010 metų duomenys, pritaikyta EMEP oro teršalų emisijos iš laivų skaičiavimo metodika, kuomet emisija vertinama pagal variklio parametrus, laivo tipą ir dydį, naudojamą kūrą, standartizuotus laivo eksploatacinius ciklus uoste (EMEP EEA, 2009). Detalus duomenys apie laivų apsilankymus uostuose, atliekamų operacijų trukmę, uostų krovos apimtį, buvo gauti iš „CleanShip“ projekte dalyvaujančių uostų. Skaičiavimams reikalingi laivų jėgainės bei laivo techniniai duomenys buvo imami iš laivų techninės informacijos rinkinio IHS Fairplay (Fairplay). Kiekvienas laivas buvo vertinamas kaip individualus taršos šaltinis, turintis savo technines specifikacijas, operavęs uoste tam tikrą laiką.

Gauti emisijų rezultatai buvo suskirstomi pagal emisijos šaltinių (laivų) tipus ir atitinkamai siejami su atitinkamo tipo krovinių krova uoste, laivų, sukuriančių emisiją, registro tonazū ir dedveitu.

Vertinimo rezultatai

Bendroji uostų oro teršalų emisijos analizė atlikta septyniuose „CleanShip“ projekte dalyvaujančiuose Baltijos jūros uostuose. Visi analizuoti uostai, kaip ir Klaipėdos, yra išsidėstę labai arti miesto arba tiesiog įeina į miestų sudėtį. Kaip galima pastebėti 1 lentelėje, visuose tirtuose uostuose yra tiek keleivių, tiek ir Ro-Ro terminalai, kadangi mieste arba arti miesto esantiems uostams būdingi intensyvesni keleivių ir autotransporto gabenimo srautai. Tokio tipo laivyba tirtuose uostuose sudaro dominuojančią veiklos dalį (3b pav.).

1 lentelė

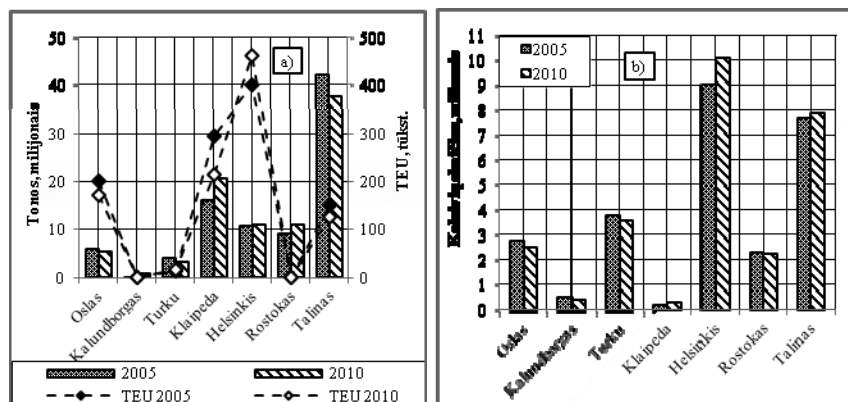
Tiriamuosiuose uostuose esantys terminalai

	Birus krovinių terminalas	Dokas	Dujų terminas	Keleivių terminalas	Konteinerių terminalas	Multifunkcinis terminalas	Ro Ro terminalas	Skysto krovinių terminalas
Klaipėda	+	+		+	+	+	+	+
Turku	+	+		+		+	+	+
Kalundborgas				+	+		+	+
Oslo	+			+	+	+	+	+
Talinas	+	+		+			+	+
Rostokas	+	+	+	+	+	+	+	+
Helsinkis	+		+	+	+	+	+	+

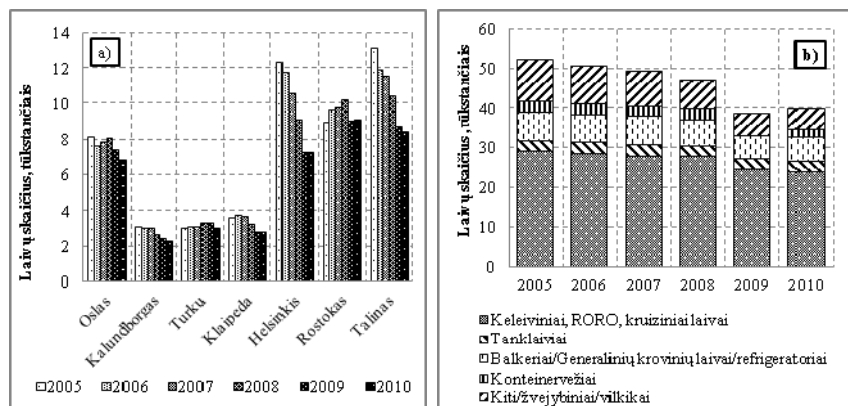
Pagal laivų srautus 2005 ir 2010 metais lyderis buvo Talino uostas (1a pav.), antroje vietoje – Klaipėdos uostas. Tačiau verta pažymėti, kad 2011 – 2012 m. Talino uosto krovos apimtys, lyginant su 2010, stipriai sumažėjo, o Klaipėdos uosto padidėjo ir 2012 praktiškai susilygino su Talino uosto krova.

Pagal konteinerių krovą lyderis yra Helsinkio uostas (1a. pav.), tačiau Klaipėdos uostas sparčiai didina konteinerių krovą ir vežasi Helsinkio uostą.

Pagal keleivių srautą akivaizdūs lyderiai yra Helsinkio ir Talino uostai (1b pav.), kuriuose didžiausią dalį sudaro keleivius plukdantys jūriniai keltai, kursuojantys tarp minėtų dviejų uostų ir Skandinavijos uostų kryptimis.



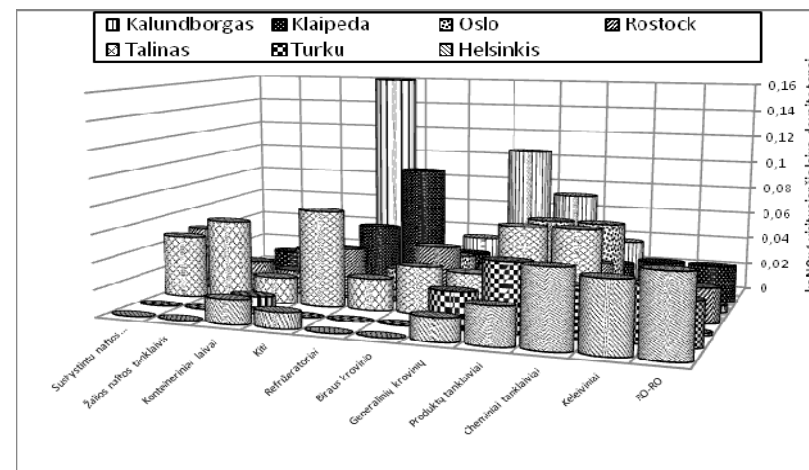
1 pav. Uostų krovos (a) ir keleivių srautų (b) statistikos palyginimas 2005 ir 2010 metais.



2 pav. Bendras apsilankančių laivų skaičius uostuose (a) ir bendras laivų pasiskirstymas pagal tipus (b).

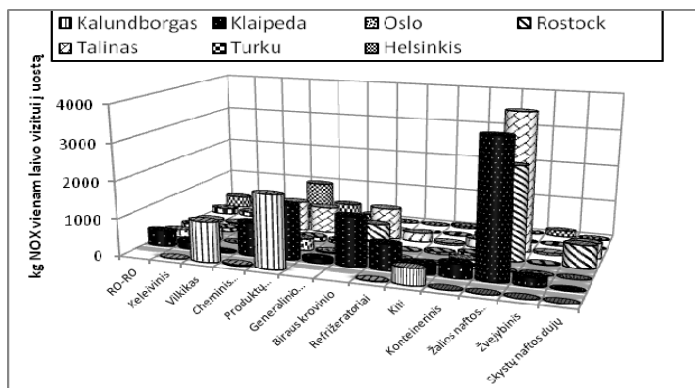
Atliekant emisijų vertinimus skirtinguose uostuose, tikslinga remtis ne tik absoliučiais, bet ir santykiniais dydžiais. 3 ir 4 paveiksluose pagal 2010 metų duomenis pateikti santykiniai emisijų vertinimai vienai uoste apsilankančio laivo dedveito tonai skirtingiems uostams. Šis rodiklis paskaičiuotas atskirai kiekvienai laivų tipažo grupei, dalinant jų suminę emisiją iš suminio šios grupės

dedveito tonažo. Kaip galima pastebėti, emisijų lygiai vienai laivo dedveito tonai yra gana artimi, o didžiausia santykinė emisija visuose uostuose pasižymi įvairaus tipo tanklaiviai (produktų ir cheminiai). Šio tipo tanklaiviai yra mažesni nei naftos tanklaiviai, tačiau, kaip ir žalios naftos tanklaiviai, pasižymi tuo pačiu darbo prie krantinės ciklu. Pagal naudojamą metodiką (EMEP, 2011) tanklaivių stovėjimo prie krantinės darbo ciklas skaičiuojamas naudojant didesnes pagalbinių variklių darbo apkrovas (atitinkamai 60% tanklaiviams ir 40% kitiems laivams) bei ilgesnį pagrindinių variklių darbo laiką prie krantinės, kadangi laivo energija naudojama krovos darbams (siurbliams). Tai savo ruožtu sąlygoja didesnes santykinės emisijas. Kitokią vaizdą gauname vertinant emisiją vienam laivui, kur akivaizdžiai visuose uostuose išsiskiria naftos tanklaivių klasės laivų emisija vienam laivo vizitui. Didesnę tanklaivių emisiją lemia ilgesnis laikas, praleidžiamas uoste, jau minėtas kitoks darbo ciklas stovint prie krantinės bei didelė laivo variklių galia.



3 pav. Azoto oksidų emisijos vienai dedveito tonai pagal laivo tipą 2010 m.

Žymiai mažesnė yra santykinė konteinerinių, keleivinių, RO-RO ir generalinių krovinių laivų emisija. Nors konteineriniai laivai savo galia ir dydžiu nenusileidžia tanklaiviams, tačiau jų darbo ciklas stovint prie krantinės uoste skiriasi nuo tanklaivių dėl žymiai mažesnio energijos kiekio (energija nenaudojama krovos darbams atlikti) sunaudojamo. Išskirtinai didžiausia santykinė emisija vienam laivo vizitui pasižymi visų tipų tanklaiviai. To priežastimi yra ne tik jau minėta tanklaivių darbo specifika, tačiau ir didelis laivo tonažas (ypač naftos tanklaivių), kuriam, savo ruožtu, reikalinga galingesnė jėgainė, išskirianti didesnes emisijas.



4 pav. Azoto oksidų emisijos vienam laivui pagal laivo tipą 2010 m.

ŠAKOTAŪSIŲ IR IRKLAKOJŲ VĖŽIAGYVIŲ ERDVINIO PASISKIRSTYMO DĖSNINGUMAI KURŠIŲ MARIOSE

Rūta Raubienė

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; ruta.raubiene@corpi.ku.lt

Įvadas

Zooplanktonas – tai vandens srovei nesugebantys pasipriešinti organizmai, priklausantys įvairioms sisteminiams grupėms. Tai svarbi energijos grandis tarp pirminių producentų (fitoplanktono) ir plėšrūnų (žuvų). Ši pelaginių organizmų grupė yra vienas iš pagrindinių elementų žuvų ir žuvų mailiaus mityboje. Erdvinio zooplanktono pasiskirstymo netolygumas priklauso tiek nuo abiotinių, tiek nuo biotinių sąveikų. Estuarijų ekosistemų tyrimai ypač sudėtingi dėl nuolatinio natūralaus streso. Upių nuotėkio, maišymosi, druskingumo, temperatūros ir kitų gradientų kaita sukuria erdvėje ir laike heterogeniškas sąlygas zooplanktono bendrijoms (Gasiūnaitė, 2000). Kuršių marioms būdingi nereguliarūs vandens druskingumo pokyčiai neleidžia susiformuoti stabiliai planktono bendrijai jūrinio ir gėlo vandens maišymosi zonoje, o taip pat lemia žymius erdvinis ir metinius planktono organizmų struktūros, jų produktyvumo skirtumus (Paškauskas ir kt., 1996).

Tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas buvo išsiaiškinti zooplanktono erdvinio pasiskirstymo dėsningumus Kuršių mariose.

Tyrimo metodika

Zooplanktono mėginiai buvo surinkti ekspedicijos, vykusios 2008 metų birželio 18 d., metu. Mėginiai buvo surinkti iš 13 stočių, iš skirtingų gylio horizontų: paviršiaus, 2m, 4m ir priedugnio (1 pav.).

Zooplanktono mėginių ėmimui buvo naudojamas 5 l talpos batometras, juo pasamtas vanduo buvo filtruojamas per planktoninį tinklą (akelių diametras – 100 μm). Koncentruotas mėginys buvo supilamas į nedidelę stiklainaitę ir fiksuojamas 4 % neutralizuotu formaldehido tirpalu. Kiekvienoje stotyje buvo matuojamas vandens druskingumas. Iš viso buvo paimti ir išanalizuoti 36 mėginiai.

Rezultatai ir jų aptarimas

Kuršių marių šiaurinėje ir centrinėje dalyje buvo nustatytos 23 zooplanktono taksonai/rūšys iš kurių 7 priklauso šakotausių vėžiagyvių

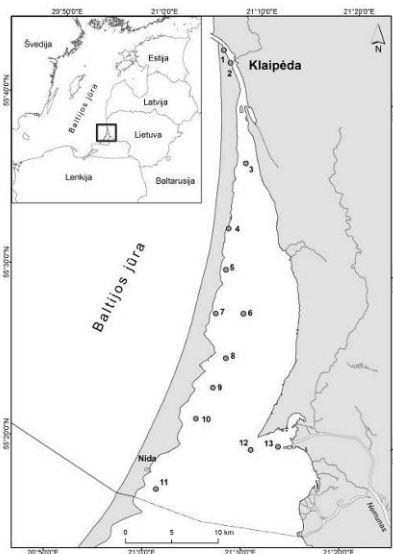
Išvados

- Didžiausią santykinę emisiją dedveito ir didžiausią emisiją vienam laivo apsilankymui į uostą pasižymi tanklaiviai kurie turi ilgesnė negu daugelio kitų laivų klasių (konteineriniai, Ro-Ro, keleiviniai ir kt.) krovos ciklą ir naudoja savo variklių galią krovos procesams. Todėl didžiausius santykinus emisijų rodiklius turi uostai, kurie krauna daugiausiai naftos ir jos produktų – Tallinas, Klaipėda ir Rostokas.
- Mažiausias santykinės emisijas turi uostai, kuriuose dominuoja keleiviniai, žvejybiniai, konteineriniai ir kitos laivų grupės, pavyzdžiui, Helsinkio.

Literatūra

- EMEP EEA. 2009. Air pollutant emission inventory guidebook. EEA (European Environment Agency) June 19 2009. International navigation, national navigation, national fishing.
- HELCOM komiteto tinklalapio informacija.
- Hulskotte J.H.J., Denier van der Gon H.A.C. 2010. Fuel consumption and associated emissions from seagoing ships at berth derived from an on-board survey. Atmospheric Environment, Vol. 44 (9) : 1229–1236.
- IHS FAIRPLAY Lloyd's registro informacija apie laivų techninius duomenis, uostus ir jūrines kompanijas. „World Shipping Encyclopaedia“ kompanijos. Lombard House, 3 Princess Way, Redhill, Surrey, RH1 1UP, Jungtinė Karalystė.
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) VI Annex.
- Saxe H. 2004. Air pollution from ships in three Danish ports. Vol. 38, Issue 24: 4057–4067.
- Smajly V., Strazdauskienė R., Gedgaudas A. 2007. Different methods of evaluating air pollution from Sea Ferry in Klaipėda port. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, Nr.4(42), p. 13-24.
- Stipa T., Jalkanen J., Hongisto M. et al. 2007. Emissions of NOx from Baltic shipping and first estimates of their effects on air quality and eutrophication of the Baltic sea. ISBN: 978-951-53-3028-4.
- Villalba G., Gemechu E.D. Estimating GHG emissions of marine ports—the case of Barcelona. Energy Policy 39 (2011): 1363–1368.

Cladocera pobūriui: *Alona sp.*, *Bosmina spp.*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *Daphnia cristata*, *Evadne nordmani*, *Podon leukartii*.



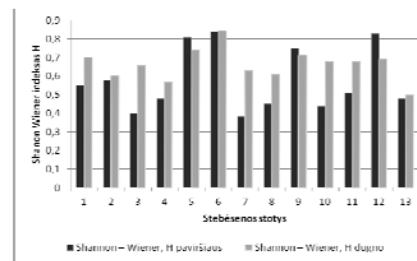
1 pav. Mėginių ėmimo vietos Kuršių mariose.

Nustatyta 16 rūšių ir aukštesnių taksonominių grupių, priklausančių irklakojų vėžiagyvių Copepoda pobūriui: *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leucarti*, *Acanthocyclops sp.*, *Centropagis hamatus*, *Thermocyclops sp.*, *Cyclops vicinus*, *Acartia bifiliosa*, *Eucyclops serrulatus*, *Eurytemora affinis*, *Mesocyclops leucarti*, *Pseudocalanus elongatus*, *Temora longirenis*, *Thermocyclops dybowskii*, *Acartia tonsa*, *Eudiaptomus graciloides*. Taip pat buvo rasti irklakojų vėžiagyvių juvenilinių stadijų atstovai (kopepodai ir nauplijai).

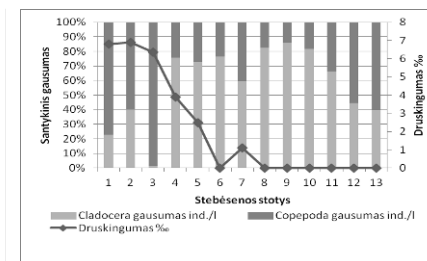
Panaudojus Šanon – Wiener indeksą buvo nustatyta, kad mažiausia rūšinė įvairovė – Kuršių mariose ties Nemuno žiotimis, o didžiausia ties Klaipėdos sąsiauriu. Pastebėta, kad priedugniniame sluoksnyje rūšių įvairovė didesnė nei paviršiniame (2 pav.).

Ši dėsnīgumą paaiškina nemažai literatūrinių šaltinių, teigiančių, jog zooplanktonas paprastai dienos metu migruoja nuo vandens paviršiaus į gilesnius sluoksnius, kad išvengtų planktonofaginių žuvų išėdimo (Lesutienė, 2005). Šanon Wiener rodiklis H svyravo nuo (0,38 iki 0,84). Mažiausias Šanon Wiener indeksas buvo pastebėtas Kuršių marių centrinės dalies priekrantėje bei Nemuno deltoje (H 0,2 iki 0,4), didžiausias Kuršių marių centrinėje dalyje (0,85).

Pastebėta, kad mažėjant druskingumui, didėjo šakotausių vėžiagyvių (Cladocera), dominavimas. Klaipėdos sąsiauryje, kur vidutinis druskingumas siekė 6,68‰, dominavo irklakojai vėžiagyviai (Copepoda). Tai yra būdinga druskėtų vandenių vėžiagyvių bendrijoms (Gasiūnaitė ir Arbačiauskas, 2006). Irklakojų gausumas taip pat didėjo ties Nemuno žiotimis (3 pav.).



2 pav. Šanon – Wiener įvairovės indeksas visose stebėsenos stotyse paviršiuje ir dugne.



3 pav. Šakotausių vėžiagyvių (*Cladocera*) ir irklakojų vėžiagyvių (*Copepoda*) santykinis gausumas bei druskingumas stebėsenos stotyse.

Išvados

Didžiausiu santykinu gausumu Baltijos jūros ir Nemuno veikiamose zonose išsiskyrė irklakojų vėžiagyvių (Copepoda) atstovai, tuo tarpu centrinėje marių dalyje – šakotaūsiai vėžiagyviai (Cladocera).

Nustatyta, kad mažiausia rūšinė įvairovė yra Kuršių mariose ties Nemuno žiotimis, o didžiausia – ties Klaipėdos sąsiauriu. Pastebėta, kad priedugniniame vandens sluoksnyje rūšių įvairovė didesnė nei paviršiniame; Šanon Wiener rodiklis H svyravo nuo 0,38 iki 0,85.

Literatūra

- Gasiūnaitė Z.R. 2000. Seasonal dynamics and spatial heterogeneity of the plankton crustaceans in the eutrophic coastal lagoon. Summary of Doctoral Dissertation. Biomedical Sciences: Ecology and Environmental Sciences (3 B), 11 – 31.
- Gasiūnaitė Z.R., Arbačiauskas K. 2006. Zooplanktono tyrimų pagrindai. Mokomoji knyga ekologijos ir biologijos specialybės studentams. Klaipėda: KU leidykla, 91 p.
- Paškauskas R., Antanynienė A., Budrienė S. ir kt. 1996. Eutrofizacijos proceso Kuršių mariose įvertinimas hidrobiocenozų struktūros ir funkcinių požūriū. Lietuva-jūrų valstybė. 158-174, Klaipėda.
- Lesutienė J., Gasiūnaitė Z. R., Grininė E. 2005. Habitat-induced heterogeneity in the curonian Lagoon littoral assemblages: mysids, juvenile Fish and plankton crustaceans. Acta Zoologica Lituonica, 4– 15.

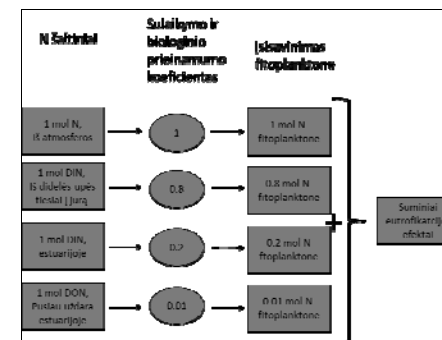
EUTROFIKACIJOS APRAIŠKOS BALTIJOS JŪROS TRANZITINIUOSE VANDENYSE: TARP UPIŲ NUOTEKIO IR KLIMATO

Artūras Razinkovas-Baziukas¹, Marco Bartoli^{2,1}, Tomas Ruginis¹,
Jolita Petkuvienė¹, Renata Pilkaitytė¹, Irma Lubienė¹, Mindaugas
Žilius¹ ir Rutger de Wit^{3,1}

¹ Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ² Department of Life Sciences, University of Parma, Italy; ³ "Ecologie des Systèmes marins côtiers (Ecosym)", Université Montpellier, Montpellier, Prancūzija; art@corpi.ku.lt

Nors Baltijos jūros estuarines sistemas galima vadinti estuarijomis tik plačiąja prasme (Baltijos jūroje nėra reguliarių astronominių potvynių ir atoslūgių), tačiau dėl druskingumo gradientų, būdingos estuarijoms hidraulinės cirkuliacijos ypatumų ir medžiagos transporto jos gali būti lyginamos su klasikinėmis vandenyno ir atvirų jūrų estuarijomis. Estuarijoms yra būdingi estuariniai gradientai atspindintys fizinių, cheminių ir biologinių procesų kaitą nuo upės iki estuarijos žiočių. Iš žemyninės dalies į jūrą pernešama medžiaga estuarijose ir lagūnose patiria nemaža biogeocheminių transformacijų (Wollast, 1983; Seitzinger, 1988; Nixon et al., 1996). Dalis jos gali būti asimiliuojamos bentoso ar planktono autotrofų ir patekti į mitybos grandinę ar tiesiog kauptis dugno nuosėdose. Daugelyje estuarijų eutrofikacijos apraiškos, tokios kaip dinoflageliatų ar titnagdumblių „žydėjimai“, oportunistinių makrofitų sužėlimas ir sunykimas yra siejamas su biogeninių medžiagų patenkančių iš sausumos šaltinių, kiekiu. Tačiau tik dalis terigeninės kilmės biogeninių medžiagų patenka į atvirą jūrą. Pavyzdžiui, manoma, kad tik 20–25 % bendro azoto kiekio pasiekia vidinius vandens telkinius ir vandenynus (Mulholland et al., 2007). Tai siejama su biogeninių medžiagų „laidojimu“ dugno nuosėdose ir jų pašalinimu į atmosferą denitrifikacijos pagalba (Law et al., 1992). Transformacijų procesai ir jų išdava priklauso ne tik nuo biogeninių medžiagų kiekio, jų kokybės bet ir nuo jų „kelio“ iki galutinio vandens telkinio (1 pav.).

Dažniausiai teigiama, kad yra tiesioginis ryšys tarp eutrofikacijos apraiškų ir tiesioginių biogeninių medžiagų kiekio patenkančio į estuarines sistemas, nes būtent jos palaiko „naująją“ autotrofų produkciją (Cloern, 2001). Tačiau skirtingai nuo daugelio druskėtų priekrantės vandenų kitose jūrose, Kuršių mariose ir Baltijos jūros priekrantėje maksimalios autotrofinių organizmų gausumo ir biomasės pikai stebimi ne pavasarį, po stipraus išorinės kilmės biogeninių medžiagų pulso, o vasarą, kai biogeninių medžiagų patenka mažiausiai dėl žemo upių nuotekio.



1 pav. Maistingųjų medžiagų formos ir jų priėmumas vandens organizmams sistemoje upė-marios-jūra.

Tokia sezoninė dinamika yra būdinga Kuršių marioms, Oderio lagūnai, Rygos įlankai bei Nevos estuarijai. Tai atsispindi ir dominuojančios autotrofų bendrijos (titnagdumblių – pavasarį ir melsvabakterių ir oportunistinių makrodumblių (Nevos estuarijoje) – vasarą. Išanalizavus biogeninių medžiagų sezoninius balansus ir reguliacijos mechanizmus galima teigti, kad pavasario ir vasaros „žydėjimo“ pikai nėra tarpusavyje susieti ir yra kontroliuojami visiškai skirtingų varomųjų jėgų – biogeninių medžiagų nuotekio ir vasaros klimatinio sąlygų variacijos.

Literatūra

- Conley D.J., Malone T.C. 1992. Annual cycle of dissolved silicate in Chesapeake Bay: implications for the production and fate of phytoplankton biomass. *Marine Ecology Progress Series* 81: 121-128.
- Cowan J.L.W., Boynton W.R. 1996. Sediment-water oxygen and nutrient exchanges along the longitudinal axis of Chesapeake Bay: seasonal patterns, controlling factors and ecological significance. *Estuaries*, 19: 562-580.
- Ferrarin C., Razinkovas A. et al. 2008 Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia* 611 (1): 133-146.
- Howarth R.W. 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 89-110.
- Kemp W.M., Sampou P.A. et al. 1992. Seasonal depletion of oxygen from bottom waters of Chesapeake Bay: relative roles of benthic and planktonic respiration and physical exchange processes. *Marine Ecology Progress Series* 85: 137-152.
- Law C.S., Rees A.P., Owens N.J.P. 1991. Temporal variability of denitrification in estuarine sediments. *Estuarine Coastal & Shelf Sc.* 33:37-56
- Nixon S.W., Ammerman J.W. et al. 1996. The fate of nitrogen and phosphorus at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean. *Biogeochemistry* 35: 141-180.
- Rasmussen H. Jørgensen B.B. 1992. Microelectrode studies of seasonal oxygen uptake in a coastal sediment: role of molecular diffusion. *Marine Ecology Progress Series* 81: 289-303.
- Seitzinger S.P. 1988. Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystem: ecological and geochemical significance. *Limnology and Oceanography* 33: 702-724.
- Vahtera E., Conley D.J. et al. 2007. Internal ecosystem feedbacks enhance nitrogen-fixing cyanobacteria blooms and complicate management in the Baltic Sea. *Ambio* 36: 186-194.

BALTIJOS JŪROS IR KURŠIŲ MARIŲ (LIETUVOS DALIS) SKENDINČIOS ORGANINĖS MEDŽIAGOS CHARAKTERISTIKOS: STABILIJŲ IZOTOPŲ SANTYKIAI $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$

Nijolė Remeikaitė-Nikienė^{1,2}, Galina Lujanienė², Rūta Barisevičiūtė², Galina Garnaga^{1,3}, Algirdas Stankevičius^{1,3}

¹Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda; ²Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius; ³Klaipėdos universitetas, Klaipėda; n.remeikaite@aaa.am.lt

Santrauka

Straipsnyje apibendrinami 2012 m. gegužės, birželio ir rugpjūčio mėn. Lietuvos Baltijos jūros ir Kuršių marių dalyje vykdytų skendinčios (suspenduotos) organinės medžiagos stabilijų anglies bei azoto izotopinių santykių ($\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$) matavimų rezultatai.

Rezultatai rodo, kad skendinčios organinės medžiagos (SOM) $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ vertės Baltijos jūroje ir Kuršių mariose siekė $-25,6 \pm 2,7$ ‰ ir $-30,4 \pm 1,8$ ‰, tuo tarpu, vidutinės $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ vertės buvo $2,8 \pm 2,2$ ‰ ir $5,3 \pm 1,7$ ‰, atitinkamai. $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ vertės Baltijos jūroje kito nuo $-21,3$ ‰ (priekrantėje) iki $-31,6$ ‰ (Kuršių marių vandenų išplitimo Baltijos jūroje zonoje), Kuršių mariose – nuo $-27,8$ iki $-34,6$ ‰. Tokie rezultatai rodo, kad Baltijos jūroje maišosi tiek jūrinio fitoplanktono, tiek sausumos/gėlų vandens telkinių kilmės organinė medžiaga. Žemesnės $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ vertės Kuršių mariose daugiau siejamos su sausumos organinės medžiagos ir/arba gėlų vandens telkinių fitoplanktono dominavimu. Sąlyginai aukštesnės $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ vertės Kuršių mariose matuotos gegužės pradžioje ($\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}} = 5,7 \pm 0,9$ ‰) nei rugpjūčio mėn. ($\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}} = 4,3 \pm 1,9$ ‰), nors paklaidų ribose vertės sutapo. Rezultatai galėtų būti aiškinami nitrato sunaudojimu pavasarį ir intensyvesne atmosferinio azoto fiksacija vasarą.

Įvadas

Izotopiniai metodai ekologams jau seniai tapo priemonė vertinant organinės medžiagos šaltinius (sausumos, jūros, gėlo vandens telkinio ir pan.), organizmų vietą mitybos grandinėje, tiriant azoto ir anglies ciklus, organizmų metabolinius procesus ir kt. Remiantis įvairių tyrimų (Wada ir Hatori, 1991; Peterson ir Howarth, 1987; Rolff ir Elmgren, 2000; Nuwer ir Keil, 2005) rezultatais, sausumos augalija turi mažesnes $\delta^{15}\text{N}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ vertes, lyginant su jūros fitoplanktonu, kurio $\delta^{15}\text{N}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ vertės didesnės. Alochtoninės sausumos augalų organinės medžiagos $\delta^{13}\text{C}$ paprastai yra mažiau -25 ‰, jūrinio fitoplanktono – $\delta^{13}\text{C}$ daugiau už -22 ‰, gėlo vandens fitoplanktono $\delta^{13}\text{C}$ kinta

plačiose ribose ir siekia iki -42 ‰ (Ivanov et al., 2012). Pirminės produkcijos $\delta^{15}\text{N}$ signalas būna sąlygotas skirtingų azoto junginių panaudojimu: nitratai $\delta^{15}\text{N}$ vertę padidina, amonis, atmosferinio azoto fiksacija – sumažina (Altabet, 1996; Lara et al., 2010). Reikia atsižvelgti ir į aplinkos sąlygas, pvz., anoksinėje aplinkoje $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ vertės beveik visada mažesnės nei oksinėse sąlygose (Voss et al., 1997; Struck et al., 2000; Ivanov et al., 2012), dėl denitrifikacijos nuotekos turi didelę $\delta^{15}\text{N}$ reikšmę, todėl priekrantės vandenyse, į kuriuos išleidžiamos nuotekos, gali būti matuojamos didesnės nei atviroje jūroje $\delta^{15}\text{N}$ reikšmės (Voss et al., 2005), $\delta^{15}\text{N}$ ir $\delta^{13}\text{C}$ signalai kinta priklausomai ir nuo organizmo rūšies (Raven et al., 2002).

Tyrimų medžiaga ir metodai

Skendinčios medžiagos (SM) mėginiai paimti Baltijos jūroje ir Kuršių mariose 2012 metų gegužės, birželio ir rugpjūčio mėnesiais įgyvendinant Valstybinę aplinkos monitoringo programą ir projektą “Izotopinių metodų taikymas organinių medžiagų sklaidai Baltijos jūroje tirti”. Mėginiai imti tyrimų vietose (arba egzistuojančių tyrimų vietų rajone): Baltijos jūroje – monitoringo vietos Nr. 2, B-1, B-4, 1B, 3, 4, 5, 6, 7, 20, 20A, 64, 64A, 64B, N-6, S-1, N-5; Kuršių mariose – monitoringo vietos Nr. 1, 2, 3, 3A, 3B, 5, 6, 10, 12, 14 (1 pav.).

Vandens mėginiai buvo imami plastikiniu 5 litrų batometru, iš paviršinio (0,5-1 m gylio) vandens sluoksnio. SM tyrimai vykdyti naudojant košimo per stiklo pluoštą metodą. $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ ir $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ nustatyti stabilijų izotopų santykio masės spektrometru (*Thermo Scientific Delta V Advantage*) su prie jo prijungtu įvedimo įrenginiu elementiniu analizatoriumi (*Thermo Electron Corporation FlashEA 1112*). Darbe taip pat panaudoti Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento vykdomo Valstybinio Kuršių marių ir Nemuno monitoringo nitratinio azoto ir chlorofilo a duomenys.

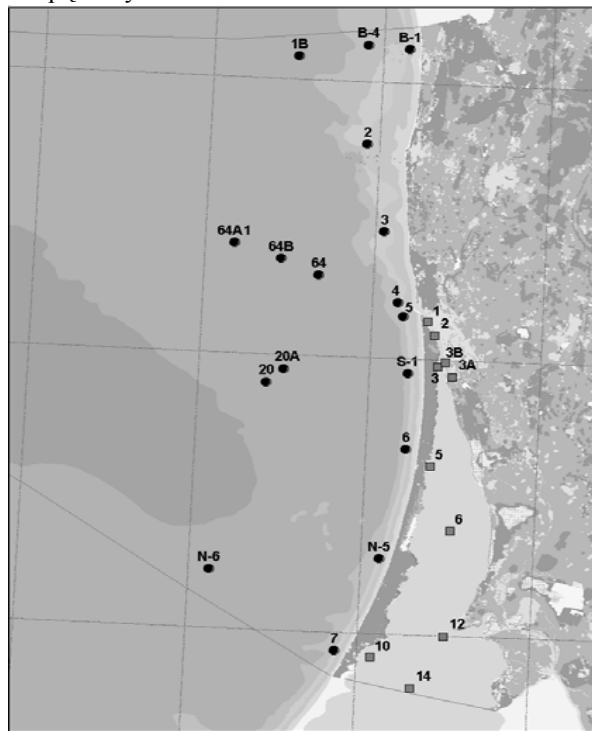
Matavimų rezultatų interpretacijai naudojamas δ apibrėžimas, kuris parodo izotopų santykio skirtumą promilėmis lyginant su tarptautiniu standartu:

$$\delta X = [R_b/R_{\text{std}} - 1] \times 10^3, \text{ ‰}$$

čia: δX – $\delta^{13}\text{C}$ ar $\delta^{15}\text{N}$, R_b – bandinio, o R_{std} – standarto $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ar $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. Tarptautiniu mastu pripažintas anglies izotopinio santykio standartas – karbonatų darinys, *Vienna Pee Dee Belemnite* (V-PDB). Jo $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0,0112372 \pm 0,0000090$. Azoto matavimams naudojamas standartas – atmosferos azotas. Jo $^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = 0,0036765$.

Bandinio izotopų santykis matuojamas žinomo izotopinio santykio kalibracinių dujų – CO_2 bei N_2 atžvilgiu. Jų izotopinis santykis buvo nustatytas naudojant IAEA (*International Atomic Energy Agency*) platinamus standartus

IAEA-600 (kofeinas), IAEA-N-1 (amonio sulfatas) bei BCR-657 (gliukozė) su žinomomis izotopų santykio vertėmis.



1 pav. 2012 m. Baltijos jūros ir Kuršių marių tyrimų vietos.

Rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimų laikotarpiu skendinčių medžiagų koncentracijos Baltijos jūros ir Kuršių marių paviršiniame sluoksnyje kito nuo <2 (kiekybinio įvertinimo riba) iki 8,6 mg/l ir nuo 7,1 iki 57 mg/l, atitinkamai.

Skendinčios organinės medžiagos (SOM) vidutinės $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ vertės tyrimų laikotarpiu Baltijos jūroje ir Kuršių mariose siekė $-25,6 \pm 2,7$ ‰ ir $-30,4 \pm 1,8$ ‰, tuo tarpu, vidutinės $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ vertės buvo $2,8 \pm 2,2$ ‰ ir $5,3 \pm 1,7$ ‰, atitinkamai.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ vertės Baltijos jūros paviršiniame sluoksnyje kito nuo $-21,3$ ‰ (priekrantėje) iki $-31,6$ ‰ (Kuršių marių vandenų išplitimo Baltijos jūroje zonoje). Tyrimų rezultatai rodo, kad Baltijos jūroje maišosi tiek autochtoninės planktono, tiek sausumos/gėlų vandens telkinių kilmės organinė medžiaga. Visose Kuršių mariose, tuo tarpu, $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ tyrimų laikotarpiu kito nuo $-27,8$ iki $-34,6$ ‰, kas, atsižvelgiant į literatūrinius duomenis, galėtų būti paaiškinama

sausumos organinės medžiagos kilme ir/arba gėlų vandens telkinių fitoplanktono dominavimu. Turint omenyje, kad centrinėje marių dalyje dominuoja gėlas vanduo, pastarasis paaiškinimas būtų logiškas.

Baltijos jūros ir Kuršių marių paviršinio sluoksnio $\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ vertės rugpjūčio mėn. buvo didesnės, nei matuotos gegužę. Atitinkamai, minėtuose vandens telkiniuose skendinčioje medžiagoje vasarą 1,2-2,4 karto matuotas didesnis organinės anglies kiekis. Rezultatai aiškinami intensyvesniu fitoplanktono žydėjimu (Struck et al., 2000) vasarą nei pavasarį, ką rodo ir vasarą iki 3,5 karto aukštesnės chlorofilo a koncentracijos. Esant intensyviai fitoplanktono vystymuisi, vandens telkinio paviršiuje sumažėja ištirpusios neorganinės anglies junginių, ir fotosintezės metu sukuriama didesnę $\delta^{13}\text{C}$ vertę turinti biomasė (Schelske ir Hodell, 1995; Savoye et al., 2003). Rugpjūčio mėnesį matuotos didesnės $\delta^{13}\text{C}$ vertės taip pat gali būti aiškinamos beveik dvigubai, lyginant su gegužės mėn., sumažėjusiu Nemuno debitu.

Aukštesnės $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ vertės matuotos Kuršių mariose ir Kuršių marių vandenų išplitimo Baltijos jūroje zonoje, nei likusioje Baltijos jūros dalyje. Remiantis literatūra (Voss et al., 1997; Rosenbauer et al., 2009), aukštesnės $\delta^{15}\text{N}$ vertės susijusios su didesniu vandens telkinio produktyvumu. Tačiau nors vasarą ir matuotas didesnis chlorofilo a kiekis, gegužės pradžioje $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ vertės Kuršių mariose buvo sąlyginai aukštesnės ($\delta^{15}\text{N} = 5,7 \pm 0,9$ ‰), nei matuotos rugpjūčio mėn. ($\delta^{15}\text{N} = 4,3 \pm 1,9$ ‰), nors paklaidų ribose vertės ir sutapo. Remiantis kitų tyrimų (Voss et al., 1997; Struck et al., 2000; Savoye et al., 2003; Voss et al., 2011) rezultatais, su eutrofikuojamų upių vandenimis į jūrą patenkantys nitratai pasižymi aukštomis $\delta^{15}\text{N}$ vertėmis. Tokie nitratai pavasarį visiškai suvartojami fitoplanktono, ir tokiu būdu, pavasario produkcijoje taip pat matuojamos aukštesnės $\delta^{15}\text{N}$ vertės. Valstybinio Kuršių marių monitoringo duomenys rodo gegužės pradžioje daugiau nei dvigubai sumažėjusias nitratinio azoto koncentracijas, lyginant su vidutinėmis vasario, kovo ir balandžio mėnesiais, o sumažėjus Nemuno debitui, nitratinio azoto koncentracijos Nemune aukščiau Rusnės gegužės pradžioje buvo beveik 9 kartus mažesnės, nei mėnesiais prieš tai. Žemesnės $\delta^{15}\text{N}_{\text{SOM}}$ vertės vasarą gali būti aiškinamos intensyviu izotopiškai lengvesnį atmosferos azotą fiksuojančių cyanobakterijų žydėjimu (Voss et al., 1997; Struck et al., 2000; Savoye et al., 2003; Voss et al., 2011).

Padėka

Autoriai dėkoja Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento ir Fizinių ir technologijos mokslų centro darbuotojams už pagalbą imant mėginius ir atliekant chemines analizes, Neringai Stončaitienei (AAA, Jūrinių tyrimų departamentas) už monitoringo vietų žemėlapi. Autoriai taip pat dėkingi Lietuvos mokslų tarybai už finansinę paramą (sutarties Nr. MIP-080/2012).

Literatūra

- Altabet M. 1996. Nitrogen and carbon isotopic tracers of the source and transformation of particles in the deep sea. In: Ittekkot, V., Schäfer, P., Honjo, S., Depetris, P.J. (Eds.) Particle Flux in the Ocean. V. I SCOPE 57. Wiley, Chichester, pp. 155–185.
- Ivanov M.V., Lein A.Y., Zakharova E.E. et al. 2012. Carbon Isotopic Composition in Suspended Organic Matter and Bottom Sediments of the East Arctic Seas. *Microbiology*, Vol. 81, No. 5:596–605.
- Lara R.J., Alder V., Franzosi C.A. et al. 2010. Characteristics of suspended particulate organic matter in the southwestern Atlantic: Influence of temperature, nutrient and phytoplankton features on the stable isotope signature. *Journal of Marine Systems* 79:199–209.
- Nuwer J.M., Keil R.G. 2005. Sedimentary organic matter geochemistry of Clayoquot Sound, Vancouver Island, British Columbia. *Limnology and Oceanography* 50(4):119–128.
- Peterson B.J., Howarth R.W. 1987. Sulfur, carbon, and nitrogen isotopes used to trace organic matter flow in the salt-marsh estuaries of Sapelo Island, Georgia. *Limnol Oceanogr* 32:1195–1213.
- Raven J.A., Johnston A.M., Kubler J.E. et al. 2002. Mechanistic interpretation of carbon isotope discrimination by marine macroalgae and seagrasses. *Functional Plant Biology* 29: 355–378.
- Rolff C., Elmgren R. 2000. Use of riverine organic matter in plankton food webs of the Baltic Sea. *Marine Ecology. Progress Series* 197:81–101.
- Rosenbauer R.J., Swarzenski P.W., Kendall C. et al. 2009. A carbon, nitrogen, and sulfur elemental and isotopic study in dated sediment cores from the Louisiana Shelf. *Geo-Mar Lett* 29:415–429.
- Savoye N., Aminot A., Tréguer P. et al. 2003. Dynamics of particulate organic matter $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ during spring phytoplankton blooms in a macrotidal ecosystem (Bay of Seine, France). *Mar Ecol Prog Ser*. Vol. 255: 27–41.
- Schelske C.L., Hodell D.A. 1995. Using carbon isotopes of bulk sedimentary organic matter to reconstruct the history of nutrient loading and eutrophication of Lake Erie. *Limnol. Oceanogr.* 40:918–929.
- Struck U., Emeis K.-C., Voss M. et al. 2000. Records of southern and central Baltic Sea eutrophication in $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of sedimentary organic matter. *Marine Geology* 164, pp. 157–171;
- Voss M., Nausch G., Montoya J. P. 1997. Nitrogen stable isotope dynamics in the central Baltic Sea: influence of deep-water renewal on the N-cycle changes. *Mar Ecol Prog Ser*. Vol. 158: 11–21.
- Voss M., Dippner J. W., Humborg C. et al. 2011. History and scenarios of future development of Baltic Sea eutrophication. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92:307–322.
- Voss M., Liskow I., Pastuszak M. et al. 2005. Riverine discharge into a coastal bay: A stable isotope study in the Gulf of Gdan'sk, Baltic Sea. *Journal of Marine Systems* 57: 127–145.
- Wada E., Hattori A. 1991. Nitrogen in the Sea: Forms Abundances and Rate Processes. CRC Press. P. 208.

INVAZINIO MOLIUSKO *DREISSENA POLYMORPHA* ĮTAKA MAISTMEDŽIAGIŲ TRANSPORTUI TARP DUGNO NUOSĖDŲ IR VANDENS MEZOTROFINIO EŽERO LITORALĖJE

Tomas Ruginis¹, Marco Bartoli², Jolita Petkuvienė¹,
Mindaugas Žilius¹, Irma Lubienė¹, Artūras Razinkovas-Baziukas¹

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Department of Life Sciences, University of Parma, Italy;
tomas@corpi.ku.lt

Įvadas

Invazinių rūšių patekimas į vandens ekosistemas gali sukelti įvairius pažeidimus. Dreisenos yra invazinis dvigeldis moliuskas, kilęs iš Ponto-Kaspijos regiono. Dreisenos būdamas aktyvios filtratorės, keičia dugno buveines, sukelia reikšmingus pokyčius bentoso ir planktono bendrijoje, skatina biogeocheminius pokyčius dugno ir pelaginėje ekosistemos dalyse. Dažniausiai mokslinėje literatūroje aptinkama informacija, kaip dreisenos veikia azoto ciklą vandenyje, tačiau įtaka kitų biogeninės medžiagų ciklams vandenyje nėra aiški. Šio tyrimo tikslas: išsiaiškinti kaip šie invaziniai moliuskai veikia pagrindinių maistmedžiagų ciklus (N, Si ir P) mezotrofinio ežero litoralėje.

Tyrimų metodika

Nesuardytos struktūros dugno nuosėdų kolonėlės buvo paimtos Platelių ežero litoralinėje zonoje paneriant narui į penkių metrų gylį trijose skirtingose zonose. Kiekvienoje iš zonų buvo surinkta po tris dugno nuosėdų kolonėles su dreisenomis ir be jų. Kolonėlės vėliau buvo inkubuojamos laboratorijoje tamsos sąlygomis. Eksperimento metu buvo įvertintas ištirpusių dujų (O₂, TCO₂, N₂ ir CH₄), metalų (Mn²⁺ ir Fe²⁺), maistmedžiagų (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, SiO₂) ir kitų ištirpusių medžiagų (DOC, DON) transportas tarp dugno ir vandens storumės.

Rezultatai

Buvo analizuojama dreisenos įtaka maistmedžiagų regeneravimui tarp dugno nuosėdų ir vandens stulpo. Gauti rezultatai parodė, kad sedimentuose su dreisenų kolonijomis gauti žymiai didesni respiracijos greičiai (O₂ suvartojimas didesnis 2,9, ir TCO₂ produkcija - 5,7 karto). Taip pat gautas reikšmingai didesnė (1,4 karto) denitrifikacija kolonizuotuose sedimentuose, o reikšmingų skirtumų CH₄ ir Mn apykaitos dėl dreisenos aktyvumo buvimo negauta. Šitie rezultatai rodo, kad dreisenos invazija dar stipriai nepakeitė anaerobinio

LIETUVOS BALTIJOS JŪROS DRUSKINGUMO VERTINIMAS: DVIEJŲ ERDVINIŲ PROGNOZAVIMO METODŲ LYGINAMOJI ANALIZĖ

Viktorija Rukšėnienė

Klaipėdos universitetas, Klaipėda; viktorija_rukseniene@yahoo.com

Anotacija

Šių tyrimų objektas yra Lietuvos Baltijos jūros ekonominės zonos druskingumo pasiskirstymas paviršiniame sluoksnyje. Tyrimų medžiagą sudarė 10 stočių druskingumo matavimai 1994-1998 m. Darbo tikslas – išprognuoti vidutinę reikšmę atsitiktinai pasirinktoje stotyje tam tikram ateities momentui naudojant paprastą ir ordinarų lognormalinį kriginę ir nustatyti gautos prognozes tikslumą apskaičiuojant vidutinę kvadratinę prognozės paklaidą (*MSPE*). Analizė parodė, kad paprastas lognormalinis kriginas yra tikslesnis, nes gautoji *MSPE* reikšmė yra mažesnė.

Raktiniai žodžiai: paprastas lognormalinis ir ordinarus lognormalinis kriginai; eksponentinė, Gauso ir laipsninė kovariacinės funkcijos.

Įvadas

Druskingumas yra svarbus veiksnys, sąlygojantis jūros ekosistemos funkcionavimą. Druskingumo matavimai dažniausiai atliekami nuolatinėse stebėjimų vietose tik tiriamųjų ekspedicijų metu. Tačiau dažnai taikomuosiuose okeanografiniuose tyrimuose atsiranda būtinybė prognozuoti druskingumą laike ir tose vietose, kur matavimai nebuvo atlikti.

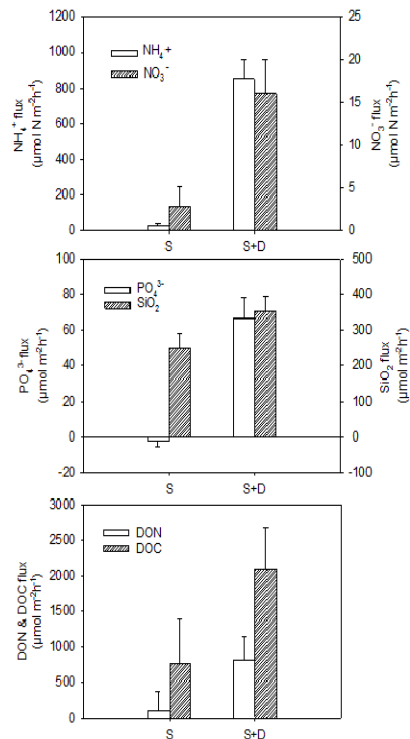
Dažnai erdvinių duomenų rinkiniai yra gana nedideli, o stebėjimų vietos pasklidusios netolygiai. Renkant duomenis tam tikrą laiką periodą, jų gali būti net ir labai daug. Sprendžiant „erdvinių“ uždavinių, paprastai siekiama interpoluoti arba įvertinti vidurkį. Duomenys, rinkti tam tikrą laiką tarpą, dažniausiai naudojami ateities reikšmėms prognozuoti arba sezoniskumui tirti. Tuo tarpu erdvės-laiko uždaviniai jungia abu uždavinių tipus. Vienas iš akivaizdžių sprendimo būdų yra analizuoti erdvėje rinktus duomenis kiekvienu atskiru momentu, t.y. ignoruoti reiškinio kitimą laike. Kita vertus, galima dirbti su laiko eilutėmis skirtinguose taškuose. Tačiau tada negalėtume modeliuoti, prognozuoti ar įvertinti reikšmių taškuose, nesančiuose imtyje. Bendru atveju reikia atsižvelgti į koreliacijas ir erdvėje, ir laike bei nustatyti ryšius tarp jų. (Dučinskis ir kt., 2003).

Kita problema yra modelio parinkimas. Dirbant su erdvėje surinktais duomenimis, įprasta pradėti nuo empirinės semivariogramos arba kovariacinės funkcijos sudarymo ir pagrindinių jos savybių, tokių kaip formos, grynuolio,

kvėpavimo ir bendro kvėpavimo santykio; tikėtina, kad tai lemia nedidelę dreisenų biomasę litoralėje.

Moliuskų metabolinis aktyvumas pagreitina azoto ciklą tarp dugno nuosėdų ir vandens, konkrečiai - amonio išsiskyrimą iš dugno nuosėdų (gautas 30 kartų didesnis amonio išsiskyrimo greitis eksperimente su dreisenais); taip pat moliuskai padidina ir nitratų produkciją dėl nitrifikacijos, tačiau šis procesas lėtesnis (1 pav.). Sedimentai be dreisenų suvartoja vandenyje esanti ištirpusį fosforą, o sedimentai su dreisenomis atvirkščiai - išskiria fosfatų iš sedimentų į vandenį. Nagrinėjant silicio transportą tarp priedugnio vandens ir sedimentų, skirtumų tarp eksperimentų su dreisenomis ir be dreisenų negauta.

Apibendrinant galima teigti, kad invazinis moliuskas dreisenas padidina kai kurių maistmedžiagų (fosfatų ir amonio) išsiskyrimą iš sedimentų į vandenį. Visa tai gali paskatinti fitoplanktono žydėjimą, sumažinti mezotrofinio ežero skaidrumą ir sumažinti vietinę makrofitų (*Chara* sp.) populiaciją.



1 pav. Amonio, nitratų, fosfatų, silicio ir ištirpusio organinio azoto ir anglies transporto greičiai trijose litoralės vietose Platelių ežere. (s-sedimentai be moliuskų, s+d sedimentai+moliuskai; Vidurkis±standartinis nuokrypis (n=3)).

slenksčio ir pločio nustatymo. Gautos charakteristikos gali būti taikomos vienam iš parametrinių semivariogramos ar kovariacinės funkcijos modelių parinkti.

Logaritmė duomenų transformacija yra naudojama tiek dėl praktinių, tiek ir dėl teorinių priežasčių. Viena iš pagrindinių priežasčių yra ta, kad jei empiriniam duomenų skirstiniui yra būdinga dešinioji asimetrija, po logaritmės transformacijos skirstinys bus labiau simetriškas.

Šiame darbe lyginami du metodai, kurių pagalba prognozuojama vidutinė reikšmė atsitiktinai pasirinktoje stotyje tam tikram ateities momentui naudojant paprastą ir ordinarių lognormalinių kringingą ir nustatytas gautos prognozės tikslumas apskaičiuojant vidutinę kvadratinę prognozės paklaidą.

Tyrimo metodai ir medžiaga

Matematinis erdvės-laiko duomenų modelis yra atsitiktinis laukas $\{Z(\mathbf{s};t): \mathbf{s} \in D, t \in T\}$, kur $D \subset R^2$ ir $T \subset N$ yra erdvės ir laiko indeksų aibės, atitinkamai.

Tarkime, kad požymio Z stebėjimo taške $\mathbf{s} \in D$ laiko momentu $t \in T$ modelis yra $Z(\mathbf{s};t) = \mu(\mathbf{s};t) + \varepsilon(\mathbf{s};t)$, kur $E\{Z(\mathbf{s};t)\} = \mu(\mathbf{s};t)$ yra vidurkio funkcija, o $\{\varepsilon(\mathbf{s};t): \mathbf{s} \in D, t \in T\}$ - klaidų atsitiktinis laukas su nuliniu vidurkiu ir žinoma kovariacine funkcija $C(\mathbf{s}, \mathbf{r}; t, q) = \text{cov}(Z(\mathbf{s};t), Z(\mathbf{r};q))$, $\mathbf{s}, \mathbf{r} \in D$, $t, q \in T$.

Tarkime, kad požymis Z yra stebimas žinomuose taškuose $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \dots, \mathbf{s}_n \in D$ ir žinomais laiko momentais $t_1, t_2, \dots, t_\tau \in T$. Stebėjimai $Z(\mathbf{s}_\alpha; t_i)$, $\alpha = 1, 2, \dots, n$, $i = 1, 2, \dots, \tau$, yra naudojami išprognozuoti požymio Z reikšmei taške $\mathbf{s}_0 \in D$ laiko momentu $t_0 \in T$, t.y. gauti erdvinę prognozę $\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)$.

Įprastas prognozės tikslumo rodiklis yra vidutinė kvadratinė prognozės paklaida, kurią sutrumpintai žymėsime $MSPE$:

$$MSPE(\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)) = E\left\{\left[Z(\mathbf{s}_0; t_0) - \hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)\right]^2\right\}.$$

Be abejo, kuo $MSPE$ mažesnė, tuo prognozė tikslesnė.

Vienas iš matematiškai paprasčiau vidurkio modelių yra kai $\mu(\mathbf{s};t)$ yra žinoma funkcija. Vėliau ją žymėsime $\mu(\mathbf{s};t) = \mu$. Tai taip vadinamas paprastas kringingas, kurio atveju prognozė yra

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0) = \sum_{\alpha=1}^n \sum_{i=1}^{\tau} a_{\alpha}^i Z(\mathbf{s}_\alpha; t_i) + a_0 = \mathbf{a}^T \mathbf{Z}_n^{\tau} + a_0, \text{ kur } \begin{cases} \mathbf{a} = \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0, \\ a_0 = \mu - \mu \mathbf{C}_0^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{1}_n \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{su } MSPE(\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)) = C(0) - \mathbf{C}_0^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0. \quad (2)$$

Kitas kringingo atvejis yra *ordinarius kringingas*, kai $\mu(\mathbf{s}) = \mu$, $\mathbf{s} \in D$, kur μ yra nežinomas parametras. Tokiu atveju, tiesinė prognozė yra $\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0) = \mathbf{a}^T \mathbf{Z}_n^{\tau}$,

$$\text{kur } \mathbf{a} = \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0 + \mathbf{V}^{-1} \mathbf{1}_n \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{1}_n \right)^{-1} \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0 \right). \quad (3)$$

Ordinarius kringingo atveju $MSPE$ užrašoma taip:

$$MSPE(\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)) = C(0) - \mathbf{C}_0^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0 + \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0 \right)^T \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{1}_n \right)^{-1} \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{C}_0 \right) \quad (4)$$

Toliau apžvelgsime lognormalinio kringingo metodą bei situacijas, kuriose jį tikslinga taikyti.

Tegu $\{Z(\mathbf{s};t): \mathbf{s} \in D, t \in T\}$ yra lognormalinis erdvės-laiko atsitiktinis laukas, t.y. toks atsitiktinis laukas, įgyjantis teigiamas reikšmes, kad

$$Y(\mathbf{s};t) \equiv \ln(Z(\mathbf{s};t)), \quad \mathbf{s} \in D, t \in T, \quad (5)$$

yra atsitiktinis erdvės-laiko Gauso laukas.

Bendru atveju $\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0) = \exp\{\hat{Y}(\mathbf{s}_0; t_0)\}$ yra paslinkta prognozė (Smith, 2001).

Mūsų tikslas yra rasti prognozę, kuri būtų nepaslinkta. Specialioje literatūroje yra pateikiamos formulės nepaslinktai prognozei gauti (pavyzdžiui, (Cressie, 1993)). Detaliau aptarsime paprastą ir ordinarių kringingo atvejus.

Tarkime, kad atsitiktinio lauko $\{Y(\mathbf{s}_0; t_0): \mathbf{s} \in D, t \in T\}$ vidurkis $E\{Y(\mathbf{s}_0; t_0)\} = \mu_Y$ yra žinomas (paprasto kringingo atvejis). Tuomet, atliekant logaritmė transformaciją, randant optimalią transformuotų duomenų prognozę ir atliekant atvirkštine transformaciją, gaunama tokia prognozė:

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0) = \exp\left(\mu_Y + \mathbf{C}_{0Y}^T \mathbf{V}_Y^{-1} (\mathbf{Y}_{n\tau}^{\tau} - \mu_Y \mathbf{1}_{n\tau}) + \frac{1}{2} C_Y(0) - \frac{1}{2} \mathbf{C}_{0Y}^T \mathbf{V}_Y^{-1} \mathbf{C}_{0Y}\right), \quad (6)$$

$$\text{čia } \mathbf{Y}_n^{\tau} = \left(Y_{1\tau}^T, Y_{2\tau}^T, \dots, Y_{n\tau}^T \right)^T \text{ su } Y_{\alpha\tau} = \left(Y(\mathbf{s}_\alpha; t_1), Y(\mathbf{s}_\alpha; t_2), \dots, Y(\mathbf{s}_\alpha; t_\tau) \right)^T, \\ \text{su } MSPE(\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)) = \exp(2\mu_Y + 2C_Y(0)) \left(1 - \exp(MSPE\{\hat{Y}(\mathbf{s}_0; t_0)\}) \right). \quad (7)$$

Tuo atveju, kai μ_Y nėra žinomas (ordinarius kringingo atvejis), nepakanka jo pakeisti įverčiu $\hat{\mu}_Y$ optimalioje prognozėje, nes prognozė tokiu atveju bus paslinkta. Tačiau ištačius įvertį $\hat{\mu}_Y$ ir pakoregavus paslinktumą (Chiles et al., 1999), lognormalinio ordinarius kringingo prognozė būtų

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0) = \exp\left(\hat{Y}(\mathbf{s}_0; t_0) + \frac{1}{2} MSPE\{\hat{Y}(\mathbf{s}_0; t_0)\} - \lambda\right), \text{ su} \quad (8)$$

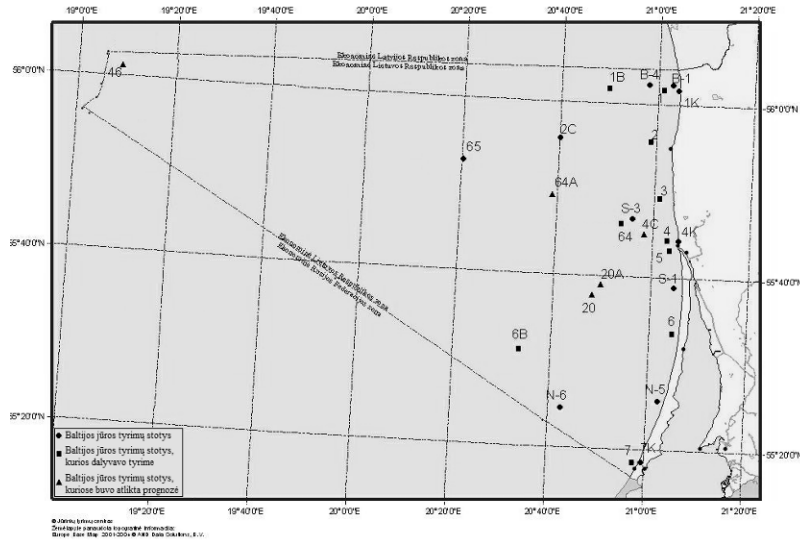
$$MSPE(\hat{Z}(\mathbf{s}_0; t_0)) = \exp(2\mu_Y + 2C_Y(0)) \left(1 - \exp(-MSPE\{\hat{Y}(\mathbf{s}_0; t_0)\} + 2\lambda) \right) \left(2 - \exp(2\lambda) \right), \quad (9)$$

kur $\lambda = \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}_Y^{-1} \mathbf{1}_n \right)^{-1} \left(\mathbf{1}_n^T \mathbf{V}_Y^{-1} \mathbf{C}_{0Y} \right)$.

Atsitiktinai parinkome Baltijos jūros priekrantėje esančias 10 stočių (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 1b, 6a, 6b). Šių stočių išdėstymas pateiktas žemėlapyje (1 pav.), o atstumai tarp stočių skaičiuoti jūrmylemis. Jose atliekami jūros vandens druskingumo stebėjimai visais metų laikais: žiemą, pavasarį, vasarą ir rudenį 1994-1998 m. Duomenys yra gauti iš Jūrinių tyrimų centro Klaipėdoje. Stebėjimai Baltijos jūroje atliekami skirtinguose gyliuose. Kadangi gylis itakos

tiriamam požymiui šiame darbe nenagrinėsime, tai dirbsime su arčiausiai jūros paviršiaus – 1 metro gylyje – esančiais stebėjimais.

Uždavinys yra išprognuoti vidutinę reikšmę atsitiktinai pasirinktoje stotyje tam tikram ateities momentui naudojant paprastą lognormalinį kringingą ir ordinarų lognormalinį kringingą ir nustatyti gautos prognozės tikslumą apskaičiuojant *MSPE*.



1 pav. Stebėjimų vietos Lietuvos Baltijos jūros ekonominėje zonoje.

Tam, kad išsiaiškinti atstumo įtaką prognozės paklaidai, prognozė bus atliekama šešiose stotyse, skirtingai nutolusiose nuo stočių, kuriose buvo atliekami stebėjimai. Šios pasirinktos stotys yra: 46 - Baltijos jūros gilumoje, 20, 20a – grunto gramzdinimo vietoje, 64a ir 4c stotys yra tarp priekrantės zonos ir grunto gramzdinimo vietos (šios stotys yra taip vadinamame Klaipėdos pjuvyje). Prognozė atliksime pirmam ateinančių metų ketvirčiui.

Duomenų analizė ir rezultatų aptarimas

Kaip jau buvo minėta lognormalinis kringingas paprastai taikomas, kai duomenims būdinga stipri dešinioji asimetrija. Duomenims būdinga kairioji asimetrija, todėl stebėjimams pritaikysime tiesinę transformaciją: $8,5 + Z(s; t)$. Akivaizdu, jog tokia transformacija įtakos *MSPE* reikšmei nedaro. Po šios transformacijos duomenims būdinga stipri dešinioji asimetrija.

Pradiniams duomenims taikome logaritminę transformaciją (5).

Įvertinsime kovariacijų matricą *V* ir kiekvienam sezonui apskaičiuosime empirines koreliacijas. Apjungus visas empirines koreliacijas, parinksime geriausiai tinkanti parametrinį erdvinės koreliacijos modelį naudojant netiesinę regresiją (naudojom *nlinfit* funkciją Matlab programoje) (Šaltytė-Benth et al., 2005).

Pasirenkame tokias tris izotropines kovariacines funkcijas:

1. Eksponentinė kovariacinė funkcija:

$$C_E(h_s; \theta_0, \theta_1, \theta_2) = C_E(h_s) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1, & \text{kai } |h_s| = 0, \\ \theta_1 e^{-\frac{1}{\theta_2}|h_s|}, & \text{kai } |h_s| > 0, \end{cases}$$

2. Gauso kovariacinė funkcija:

$$C_G(h_s; \theta_0, \theta_1, \theta_2) = C_G(h_s) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1, & \text{kai } |h_s| = 0, \\ \theta_1 e^{-\frac{1}{\theta_2}|h_s|^2}, & \text{kai } |h_s| > 0, \end{cases}$$

kur θ_0 yra grynuolio efektas, θ_2 - parametras, rodantis, kaip greitai kinta erdvinė priklausomybė ir $\theta_0 + \theta_1$ - slenkstis.

3. Laipsninė kovariacinė funkcija:

$$C_L(h_s; \theta_0, \theta_1, \theta_2) = C_L(h_s) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1, & \text{kai } |h_s| = 0, \\ \theta_1 (1 - |h_s|^{\theta_2}), & \text{kai } |h_s| > 0. \end{cases}$$

kur θ_0 taip pat yra grynuolio efektas, $\theta_0 + \theta_1$ - slenkstis, o θ_2 - plotis.

Visais trim atvejais buvo tariama, jog grynuolio efektas $\theta_0 = 0$. Kiekvienai kovariacinei funkcijai paskaičiuota *MSE* (vidutinė kvadratinė paklaida). Mažiausia *MSE* rodo, jog toji funkcija tinka geriausiai. Gauti rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Kovariacinių funkcijų parametrai ir MSE reikšmės

Sezonas	Žiema			Pavasaris			Vasara			Ruduo		
	θ_1	θ_2	<i>MSE</i>	θ_1	θ_2	<i>MSE</i>	θ_1	θ_2	<i>MSE</i>	θ_1	θ_2	<i>MSE</i>
Eksponentinė kovariacinė funkcija	1,051	0,7415	0,044	0,56	2,7666	0,279	0,7457	1,1144	0,0875	0,5153	7,0374	0,5629
Gauso kovariacinė funkcija	0,627	1,5472	0,131	0,486	7,181	0,377	0,528	2,3391	0,1797	0,4419	40,4667	0,7591
Laipsninė kovariacinė funkcija	0	5,8161	1,478	-0,056	1,1641	5,484	-0,0001	4,7657	4,7682	-0,1901	0,7945	1,4206

Iš 1 lentelės matome, kad pagal mažiausią MSE , geriausiai kiekvienam sezonui tinka eksponentinės kovariacinės funkcijos.

Taigi pirmajame žingsnyje turime keturias kovariacines funkcijas:

$$\text{Žiema} - C_E(h_s) = 1,0510e^{-\frac{1}{0,7415}|h_s|} \quad \text{Pavasaris} - C_E(h_s) = 0,5600e^{-\frac{1}{2,7666}|h_s|}$$

$$\text{Vasara} - C_E(h_s) = 0,7457e^{-\frac{1}{1,1144}|h_s|} \quad \text{Ruduo} - C_E(h_s) = 0,5153e^{-\frac{1}{7,0374}|h_s|}$$

Tuomet randame apjungtas variogramas naudojant svorinio vidurkio metodą (Subyani, 2002):

$$\gamma^*(h) = \frac{\sigma_t^2 \gamma(h)_t + \sigma_{t+1}^2 \gamma(h)_{t+1}}{\sigma_t^2 + \sigma_{t+1}^2}, \quad t = 1, 2, 3, 4, \quad (10)$$

kur $\gamma^*(h)$ yra apjungta variograma tarp dviejų nuoseklių mėnesių ar sezonų, σ^2 yra dispersija ir t yra nuoseklus laiko žingsnis.

Kad modelis neprarastų savo fizinės prasmės, prieš apjungiant dvi variogramas turi būti išpildytos dvi sąlygos. Pirmą, dvi apjungiamos variogramos turi turėti tą pačią modelio struktūrą, nes ta pati modelio struktūra parodo, jog reiškinio elgsena erdveje yra vienoda. Antra, reiškinio elgsena laike taip pat yra vienoda, t.y. turi būti išpildyta stacionarumo sąlyga.

Taip pat reikia patikrinti ar yra kryžminė koreliacija tarp sezonų kiekvienai stočiai ir taip pat ar yra kryžminė koreliacija tarp sezonų visoms stotims. Jei yra koreliacija, galima sujungti bet kurias dvi viena paskui kitą einančias sezonines variogramas kaip minėta anksčiau. Nors ir ne visos koreliacijos yra statistiškai reikšmingos, tarsime, jog metodą taikyti galima.

Taigi antrajame žingsnyje naudojant formulę (10), apjungiamos žiemos ir pavasario kovariacinės funkcijos ir gaunama apjungta kovariacinė funkcija (naudojant sąryšį $\gamma(h) = C(0) - C(h)$ mes dirbam ne su variogramomis, o su kovariacijomis). Taip pat apjungiam pavasario ir vasaros kovariacines funkcijas ir vasaros ir rudens kovariacines funkcijas. Trečiame žingsnyje apjungiam žiemos-pavasario ir pavasario-vasaros gautas kovariacines funkcijas, pavasario-vasaros ir vasaros-rudens gautas kovariacines funkcijas. Ketvirtame žingsnyje apjungiam žiemos-pavasario-pavasario-vasaros ir pavasario-vasaros-vasaros-rudens gautas kovariacines funkcijas

$$\gamma^*(h) = \frac{0,6575 - 0,1418e^{-\frac{1}{0,7415}|h_s|} - 0,3131e^{-\frac{1}{2,7666}|h_s|} - 0,1497e^{-\frac{1}{1,1144}|h_s|} - 0,0530e^{-\frac{1}{7,0374}|h_s|}}{0,9974}$$

Naudodami apjungtą kovariacinę funkciją apskaičiuojame kovariacijų matricą V . Paprasto kriginio atveju \mathbf{a} ir a_0 koeficientai užduodami lygtimis (1), ordinarus kriginio atveju \mathbf{a} - (3). Naudodami šias išraiškas, randame dominančio požymio prognozę transformuotiems duomenims dominančiuose taškuose. Atlikę atvirkštinę transformaciją randame prognozės reikšmę

pradiniams duomenims. Prognozes randame taikydami paprasto ir ordinarus kriginio lygtis (6) ir (8) atitinkamai. 2 lentelėje pateikiama prognozės dominančiuose taškuose bei $MSPE$ reikšmės, apskaičiuotos pagal (7) ir (9).

2 lentelė

Prognozuojamos reikšmės ir su jomis susijusios $MSPE$ transformuotiems duomenims

Stotis	Paprastas lognormalinis kriginas		Ordinarus lognormalinis kriginas	
	$\hat{Z}(s_0; t_0)$	$MSPE$	$\hat{Z}(s_0; t_0)$	$MSPE$
46	7,4229	2,4644	7,0430	3,7319
20	7,0055	1,0474	6,9779	1,3764
20a	6,9564	1,0039	6,9311	1,3032
4c	6,2332	0,2761	6,2352	0,2950
64a	7,0889	1,3127	7,0020	1,8090

46 stotis yra labiausiai nutolusi nuo įimtį patekusių stočių. $MSPE$ šioje stotyje yra didžiausia. Tai rodo, jog, siekiant gauti tikslesnę prognozę, labai svarbu atsižvelgti į erdvinę priklausomybę tarp stebėjimų.

Išvados

Atlikta prognozė skirtingais atstumais nutolusiose stotyse rodo, jog itin svarbu atsižvelgti į erdvinę informaciją. Didesnis atstumas reiškia mažesnę erdvinės informacijos kiekį ir tuo pačiu ne tokią tikslią prognozę.

Lyginant abu prognozavimo metodus pagal mažiausią vidutinę kvadratinę prognozės paklaidą paprastas lognormalinis kriginas davė tikslesnes prognozes, nei ordinarus lognormalinis kriginas.

Literatūra

- Chiles J.P., Delfiner P. 1999. Geostatistics, Modeling spatial uncertainty. John Wiley & Sons.
 Cressie N.A.C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley & Sons.
 Dučinskas K., Šaltytė-Bent J. 2003. Erdvinė statistika. Klaipėda: KU leidykla.
 Smith R.L. 2001. Environmental statistics. University of North Carolina.
 Subyani A.M. 2002. On the Space-Time Variograms Models – An Application to Seasonal Precipitation. King Abdulaziz University, Saudi Arabia.
 Šaltytė-Bent J., Dučinskas K. 2005. Linear discriminant analysis of multivariate spatial-temporal regressions. Sandinavian Journal of Statistics.

AB “SMILTYNĖS PERKĖLA“ KELTŲ ORO TARŠOS ĮVERTINIMAS

Vytautas Smailys¹, Kristina Bereišienė¹, Vygintas Daukšys¹,
Eglė Danasaitė²

¹Klaipėdos universiteto Oro taršos iš laivų tyrimų laboratorija, Klaipėda;

²Klaipėdos universiteto Jūrų technikos fakulteto Technologinių procesų katedra,
Klaipėda; vytautas.smailys@ku.lt

Įvadas

Baltijos jūra – riboto ploto, bet išskirtinio intensyvumo jūrų transporto magistralė, kurioje dėl oro taršos iš laivų daromų neigiamų padarinių jūros ir pajūrio regionų aplinkai keliami ir įgyvendinami griežtesni negu kitose jūrose aplinkosaugos reikalavimai. Baltijos jūra buvo pirmoji, kurioje 2005 metais įgyvendintas specialus sieros oksidų taršos prevencijos planas, suteikiant jai kontrolinio sieros oksidų emisijos rajono (SECA) statusą (Special Areas under MARPOL, 2013). Helsinkio komisijos (HELCOM) siūlymu Tarptautinė jūrų organizacija (IMO) nuo 2016 m. sausio 1d. numato suteikti Baltijos jūrai NECA rajono statusą, kuriame bus taikomi ypač griežtinti (Tier III) azoto oksidų emisijos iš laivų apribojimai (Baltic NECA, 2010).

Atsižvelgiant į tai, šiame ekologiškai jautriame regione įgyvendinama nemažai projektų, kuriais siekiama nustatyti Baltijos jūroje operuojančių laivų daromus poveikius jūrinei aplinkai ir sukurti inovatyvias prevencines priemones šių poveikių mažinimui. Tokios priemonės privalomos taikyti ne tik plaukiantiems jūra, bet ir operuojantiems uostuose laivams. Klaipėdos uosto atveju, kaip vienas iš oro taršos šaltinių yra traktuojamas ir AB “Smiltynės perkėla“ keltų laivynas.

AB “Smiltynės perkėla“ eksploatuojamų keltų oro teršalų emisijos tyrimai įprastos eksploatacijos sąlygomis buvo atliekami Oro taršos iš laivų tyrimų laboratorijos (toliau-OTL) įgyvendinamo 2007-2013 Baltijos jūros regiono programos projekto vykdymo metu: “Bendradarbiavimas Baltijos jūroje tikslu sumažinti taršą iš laivų ir uostų pasitelkiant žinias ir inovacijomis grindžiamą konkurencingumą“ (#051, „BSR InnoShip“).

Tyrimams naudota Oro taršos iš laivų tyrimų laboratorijos parengta metodika, kuri buvo naudojama ir Baltijos jūroje plaukiojančių laivų oro teršalų emisijos tyrimams. Ši metodika nereikalauja specialaus laivo paruošimo (išskyrus automatinio dujų analizatoriaus zondo pajungimą prie variklių dujų išmetimo traktų) ir nedaro jokio poveikio numatytam laivo reiso vykdymui.

Tyrimo objektas ir metodika

Tiesioginių emisijų matavimai buvo atliekami keturiuose keleiviniuose - kroviniuose AB “Smiltynės perkėla“ keltuose: „Žalgiris“, „Neringa“, „Baltija“, „Nida“. Šie keltai reguliariais reisais kursuoja Klaipėdos uosto akvatorijoje maršrutu „Klaipėda - Smiltynė - Klaipėda“. Tyrimų eigoje kompleksiniu dujų analizatoriumi HORIBA PG-250 buvo matuojama keltų variklių išmetamųjų dujų (O₂, CO₂, CO, NO_x, SO₂) sudėtis (1 lentelė), registruojamas faktinis laivo greitis. Emisijų skaičiavimams reikalingos keltuose naudojamo kuro charakteristikos (elementinė sudėtis ir šilumingumas) buvo nustatytos atliekant paimtų iš keltų kuro mėginių analizę laboratorijoje.

1 lentelė

Kompleksinio išmetamųjų dujų analizatoriaus HORIBA PG-250 darbinės charakteristikos

Charakteristika	Komponentų analizės metodas ir matavimų diapazonas
Matuojamas parametras	CO (NDIR): 0...200/500/1000/2000/5000 ppm CO ₂ (NDIR): 0...5/10/20vol% SO ₂ (NDIR): 0...200/500/1000/3000 ppm NO _x /NO (CLD): 0...25/50/100/250/500/1000/2500 ppm O ₂ (PMD): 0...5/10/25vol%
Maksimali matavimų paklaida	neviršijanti 1 ppm arba 0,5 % nuo išmatuotos koncentracijos, žiūrint kuri iš jų yra didesnė

Analizatoriaus zondas matavimų metu buvo įvedamas į atvirą variklių išmetamojo trakto vamzdžio galą (1 pav.)



1 pav. Išmetamųjų dujų koncentracijų matavimas kelte.

Trumpos AB “Smiltynės perkėla“ keltų charakteristikos pateiktos 2 lentelėje. Visuose AB “Smiltynės perkėla“ keltuose stovi „SISU DIESEL“ firmos 420DSGM markės dyzeliniai generatoriai po du kiekviename kelte, kurių nominali galia 68,7 kW, nominalios apšukos 1500 min⁻¹.

2 lentelė

AB „Smiltynės perkėla“ keltų techninės charakteristikos

Keltas	„Žalgiris“	„Neringa“	„Baltija“	„Nida“
Pastatymo metai	2009	2004	2005	2006
Bendroji talpa, reg. t	550	577	577	n.d.
Keliamoji galia:				
Automobiliai	40	40	40	0
Keleiviai	100	100	100	700
Eigos variklių sk.	2	2	2	4
Eigos variklio markė	GUASCOR F240TABSP	Caterpillar 3412E	Caterpillar 3412E	MAN D2866E
Nominali galia, kW	2 x 473,5	2 x 474	2 x 474	4 x 140
Nominalios apsukos, min ⁻¹	1800	1800	1800	2000
Nominalus specifinis kuro sunaudojimas, g/kWh	231	225	225	210

Matavimai keltuose „Žalgiris“, „Neringa“, „Baltija“ buvo atliekami jiems dirbant Naujojoje perkėloje (reiso trukmė 20 min), kelto „Nida“ – Senojoje perkėloje (reiso trukmė 15 min).

Variklių apkrova ir kuro sunaudojimas reiso metu buvo vertinami pagal mašinų skyriaus kontrolinių prietaisų parodymus ir pakoreguoti pagal įmonės pateikto kiekvieno kelto balansinius per tam tikrą periodą (mėnesiui ar kt.) kuro sunaudojimo duomenis.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Keltuose naudojamo dyzelinio kuro mėginių elementinė analizė, atlikta OTL laboratorijoje parodė, kad vidutinė kuro komponentų sudėtis yra: C-85,15%; H-13,64%; N-0,025%; S nustatyta pagal kuro sertifikato duomenis, kas neviršija iš šiam kurui būdingos elementinės sudėties rodiklių (Sáez. A., 2011).

Pagrindiniai tyrimų rezultatai (3 lentelė) parodė, kad vidutinė vieno kelto reiso oro teršalų emisija Naujojoje perkėloje sudaro: NO_x-1,60kg; SO₂-0,004kg; CO-0,12kg; CO₂-71,90kg.

3 lentelė

Vidutinė AB „Smiltynės perkėla“ keltų oro teršalų emisija reisu

Emisijos dydis pagal matavimų rezultatus, kg/reisui			
NO _x	CO	CO ₂	SO ₂
Keltas „Žalgiris“ (Naujoji prieplauka)			
1,88	0,158	76,56	0,003
Keltas „Neringa“ (Naujoji prieplauka)			
1,45	0,107	74,6	0,004
Keltas „Baltija“ (Naujoji prieplauka)			
1,46	0,104	64,54	0,004
Keltas „Nida“ (Senoji prieplauka)			
1,08	0,147	59,01	0,008

Oro teršalų emisija Senojoje perkėloje, pagal kelto „Nida“ duomenis, atitinkamai sudaro: NO_x-1,08kg; SO₂-0,008kg; CO-0,15kg; CO₂-59,01kg.

Paskaičiuota pagal vidutinį metinį keltų vykdomų reisų skaičių Naujosios ir Senosios perkėlos keltų metinė emisija parodyta 4 lentelėje.

4 lentelė

AB „Smiltynės perkėla“ keltų oro teršalų vidutinė metinė emisija

Perkėla	Naujoji	Senoji	Abiejų perkėlų suma
Bendras metinis reisų skaičius	17160	6683	23843
Metinės emisijos, kg			
NO _x	32312,4	7244,1	39556,5
SO ₂	40,5	50,3	90,8
CO	2714,5	981,1	3695,6
CO ₂	1313807,5	394368,2	1708175,7

Palyginus gautus dydžius su metinėmis oro teršalų emisijomis iš laivų apimtims visame Klaipėdos uoste (BSR Innoship, 2013), matome, kad AB „Smiltynės perkėla“ keltų vidutinė metinė oro teršalų emisija gali sudaryti pagal atskirus komponentus atitinkamai NO_x-2,12%; SO₂-0,06%; CO-0,94%; CO₂-1,75% bendros emisijos uoste operuojančių laivų oro taršos. Pažymėtina, kad šie keltai, kaip taršos šaltiniai, skirtingai nuo jūrinių laivų, dirba ribotoje fiksuotoje uosto zonoje ir šiuo požiūriu gali būti laikomi pagal vietą ir paros laiką fiksuotais taršos šaltiniais.

Išvados

1. Atlikti AB „Smiltynės perkėla“ keltų oro taršos tyrimai parodė, kad jų metinė teršalų emisija sudaro NO_x-2,12%; SO₂-0,06%; CO-0,94%; CO₂-1,75% nuo metinių visoje uosto akvatorijoje išmestų iš laivų oro teršalų kiekio.

2. Dėl fiksuoto pagal paros laiką ir vietą šių keltų operacijų režimo, jie gali būti traktuojami, kaip stacionarus taršos šaltiniai, kurie turės iš esmės lokalinį miesto rajonų atžvilgio poveikį oro taršai.

Literatūra

- Baltic NECA – economic impacts. Study report. University of Turku, Centre for Maritime Studies, 2010.
- Baltic Sea Region Programme 2007-2013 project “Baltic Sea cooperation for reducing ship and port emissions through knowledge and innovation-based competitiveness” (#051, BSRInnoShip). Ship emission inventory of the port of Klaipėda. Draft report. Version 2012-09-10.
- Sáez. A. 2011. Industrial application of natural gas. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.
- Special Areas under MARPOL. 2013.

INVAZINĖS RŪŠYS KURŠIŲ MARIOSE IR JŲ GALIMA ĮTAKA VANDENS KOKYBĖS PARAMETRAMS

Greta Srėbaliėnė, Anastasija Zaiko, Sergej Olenin

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; greta.srebaliene@corpi.ku.lt

Sausumos ir vandens aplinkos būklė yra vertinama fiziniiais, cheminiais ir biologiniais rodikliais, t.y. kokybiniais ir kiekybiniais indikatoriais, pagal kurių buvimą, kiekį arba būklės pasikeitimą sprendžiama apie aplinkos savybes ir jos pokyčius. Nepageidautini aplinkos pokyčiai, tokie kaip retųjų rūšių populiacijų sumažėjimas, buveinių nykimas tradiciškai yra siejami su įvairiais antropogeniniais veiksniais, pvz.: cheminio užterštumo padidėjimu, fiziniu buveinių suardymu, maistmedžiagių režimo pokyčiais, hidrologinio tinklo modifikacija, grobuoniška biologinių išteklių eksploatacija ir pan. Tačiau tik pastaraisiais metais pradėdama suprasti, kad biologinių invazijų poveikis gali būti stipresnis už „tradicinius“ antropogeninius poveikius, ir todėl tam turi būti skiriama daugiau dėmesio, kai yra atliekamas aplinkos būklės vertinimas (Cardoso and Free, 2008). Kokiu būdu tai turi būti daroma yra neaišku, nes iki šiol dauguma sukurtų biologinių invazijų indikatorių tiesiogiai neatspindi aplinkos būklės.

Vykdam Europos Sąjungos Vandens pagrindų direktyvos (2000/60/EC) V priede pateikiami kokybės elementai, kuriuos reikia įvertinti siekiant nustatyti ekologinę būklę, kuri skirstoma į penkias klases – labai gerą, gerą, vidutinę, blogą ir labai blogą (Ataskaita, 2009). Tačiau parametrai, kuriais nurodyta nustatyti ekologinę būklę gali kisti priklausomai nuo ekosistemoje vykstančių vidinių procesų, kuriuos savo ruožtu gali sukelti invazinės rūšys.

Šios studijos tikslas įvertinti Kuršių marių invazinių rūšių galimybes įtakoti vandens kokybės parametrus, pagal kuriuos yra nustatoma ekologinė būklė.

Poveikio galimybes vertinimui atlikti buvo naudojami duomenys, publikuoti referuojamuose moksliniuose straipsniuose 1990-2012 metais, panaudojant informacijos paieškos sistema *Google Scholar*. Viso išanalizuota virš 150 literatūros šaltinių. Dėmesys buvo skiriamas į poveikio pobūdį (tiesioginis ar netiesioginis) bei kryptį (teigiamas ar neigiamas). Į šią apžvalgą įtrauktos 13 vandens rūšių, kurios gali tiesiogiai ar netiesiogiai įtakoti vandens kokybės parametrų įverčius Kuršių mariose.

Atlikus analizę nustatyta (1 lentelė), kad daugiausiai parametrų įverčius gali paveikti dvigeldis moliuskas (*Dreissena polymorpha*), juodažiotis grundalas (*Neogobius melanostomus*), spygliuotoji vandens blusa (*Cercopagis pengoi*) ir jūrų gilė (*Balanus improvisus*). Kitų rūšių (pvz., šoniplaukų *Pontogammarus*

robustoides, *Gammarus tigrinus*; ežerinės paramizidės *Paramysis lacustris*, vijasraigės *Potamopyrgus antipodarum*, ir gauruotažnyplio krabo *Eriocheir sinensis*) galimybės keisti vandens kokybės parametrus Kuršių mariose yra ribotos.

Šios analizės rezultatai parodė, kad vykdant monitoringą ir vertinant ekologinę būklę yra būtina pasirinkti tokias tyrimo stotis kuriose invazinės rūšys turi mažiausią arba jokio poveikio vertinamiems kriterijams.

1 lentelė

Invazinių rūšių galimų poveikių vertinimas Kuršių mariose

Invazinė rūšis	Pagrindiniai biologiniai kokybės elementai*							Nuoroda
	Fitoplanktonas ¹	Makrofauna ²	Žuvis ³	Fitobentosas ⁴	Maisto medžiagos	Vandens skaidrumas	Deguonies kiekis	
Dvigeldis moliuskas (<i>D.polymorpha</i>)	T-	N+	N+	N+	T+	N+	T-	Caraco 1997
Šoniplauka (<i>O.crassus</i>)	T-	N-	N-					Arbačiauskas 2005
Šoniplauka (<i>P.robustoides</i>)		T-		T-				Arbačiauskas 2005 Berezina 2005
Spygliuotoji vandens blusa (<i>C.pengoi</i>)	T+	N-	T+	N-		N-	N-	Polunina 2005 Gorokhova 2005
Jūrinis hidroidas (<i>C.caspia</i>)		T,N+		T-	T-			Ringelband 2000 Jewett 2000
Ežerinė paramizidė (<i>P.lacustris</i>)	T-					N-		Jankauskiene 2003 Gasiunaite 2008
Daugiašerė kirmelė (<i>Marenzelleria spp.</i>)		T+		N+	N+			Zettler 2007 Neideman 2003
Jūrų gilė (<i>B.improvisus</i>)	T-	N+	N-	N+	T+	T-		Gollach 1999
Juodažiotis grundalas (<i>N.melanostomus</i>)	N+	T-	N-	N	N+	N-	N-	Rakauskas 2008
Šoniplauka (<i>C.warpachowskyi</i>)	T-	T-	T-	T-	T-			Jankauskiene 2003 Zaiko 2010
Šoniplauka (<i>G.tigrinus</i>)		N-	N+					Daunys 2006 Kelleher 1998
Vijasraigė (<i>P.antipodarum</i>)				N-	T-			Hall 2001
Kinietiškas gauruotažnyplis krabas (<i>E.sinensis</i>)		N-		T-				Rogers 2000

*Pagal ES Bendrąją vandens politikos direktyvą (2000/60/EB) 1. Chl a, Bendra biomasė; 2. Dugno bestuburių indeksas; 3. Paprastojo gruzlio (*Gobio Gobio*) biomasė; 4. Šakotojo banguolio (*F.lumbricalis*) ir plūdinių (potameidų) maksimalaus paplitimo gylis. Poveikio tipas T- tiesioginis, N- netiesioginis, poveikio kryptis (- neigiama, +teigiama).

Literatūra

- Arbačiauskas K. 2005. The distribution and local dispersal of ponto-caspian peracarida in lithuanian fresh waters with notes on Pontogammarus robustoides population establishment, abundance and impact. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 34 (1): 93-111 pp.
- Ataskaita "Tarpinių ir pakrantės vandenų būklė, ją įtakojantys veiksniai ir būklės gerinimo priemonės". 2009. Projekto "Baseinų valdymo plano požeminio vandens dalies Nemuno upių baseinų rajonui parengimas ir integravimas į bendrąjį valdymo planą" ataskaita.
- Berezina N., Golubkov S., Gubelit J. 2005. Grazing Effects of Alien Amphipods on Macroalgae in the Littoral Zone of The Neva Estuary (Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 34 (1): 63-82 pp.
- Caraco N. F., Cole J. J. et. al. 1997. Zebra mussel invasion in a large, turbid river: phytoplankton response to increased grazing. *Ecology*, 78 (2), 1997, pp. 588-602.
- Cardoso A.C., Free G. 2008. Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive. *Aquatic Invasions* 3 (4), 361–366.
- Daunys D., Zettler M.L. 2006. Invasion of the North American amphipod (*Gammarus tigrinus* Sexton, 1939) into the Curonian Lagoon, south-eastern Baltic Sea. *Acta Zoologica Lithuanica* 16(1):20–26.
- European Community. 2005. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC). Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecologica Potential. WFD CIS Guidance Document No.13.
- Gasiunaite Z.R., Daunys D., Olenin S., Razinkovas A. 2008. The curonian lagoon. In: Schiewer U (ed) *Ecology of baltic coastal waters. Ecological studies 197*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 197–215.
- Gollach S, Leppakoski E. 1999. Initial risk assesment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. *Nord* 8:245 pp.
- Gorokhova E., Hansson S., Hoglander H., Andersen C.M. 2005. Stable isotopes show food web changes after invasion by the predatory cladoceran *Cercopagis pengoi* in a Baltic Sea bay. *Oecologia*, 143: 251–259 pp.
- Hall R.O., Dybdahl M.F. 2001. Estimating grazing impact based on consumption rates of algae by an exotic snail in Yellowstone National Park. Abstracts of the North American Benthological Society Annual meeting, La Crosse, Wisconsin, 2001.
- Jankauskiene R. 2003. Selective feeding of Ponto-Caspian higher crustaceans and fish larvae in the littoral zone of the Curonian Lagoon. *Ekologija* 2:19–27.
- Jewett E.B., Crooks J.A., Ruiz G.M. 2000. Assesing the ecological impact of a non-indigenous colonial hydroid *Cordylophora caspia* in the Chesapeake Bay. Abstracts for AERS Fall Meeting November 9-11, 2000. Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, MD.
- Kelleher B., Bergers P.J.M. et.al. 1998. Effects of exotic amphipod invasions on fish diet in the Lower Rhine. *Archiv fuer Hydrobiologie*, 143 (3): 363-382.
- Neideman R., Wenngren J., Ólafsson E. 2003. Competition between the introduced polychaete *Marenzelleria* sp. and the native amphipod *Monoporeia affinis* in Baltic soft bottoms. *MEPS* Vol. 264.
- Polunina J.J. 2005. Populations of Two Predatory Cladocerans in the Vistula Lagoon – the Native *Leptodora kindtii* and the Non-Indigenous *Cercopagis pengoi*. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 34 (1): 249-260 pp.
- Rakauskas V., Bacevicius E., Putys Z. et. al. 2008. Expansion, feeding and parasites of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811), a recent invader in the Curonian Lagoon, Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica* 18(3):180–190.
- Ringelband U., Hehl O. 2000. Kinetics of Vanadium Bioaccumulation by the Brackish Water Hydroid *Cordylophora caspia* (Pallas). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 65 (4): 486-493.
- Rogers L. 2000. The Feeding Ecology of the Invasive Chinese Mitten Crab, *Eriocheir sinensis*: Implications for California's Freshwater Communities. www.ist-socrates.berkeley.edu/~es196/projects/2000final/rogers.pdf
- Zaiko A., Paškauskas R., Krevš A. 2010. Biogeochemical alteration of benthic environment by zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas). *Oceanologia* 52(4):649–667
- Zettler M.L., Daunys D. 2007. Long-term macrozoobenthos changes in a shallow boreal lagoon: comparison of a recent biodiversity inventory with historical data. *Limnologia* 37:170–185

ORGANINĖS MEDŽIAGOS GEOCHEMINIAI INDIKATORIAI KLAIPĖDOS UOSTO DUGNO NUOSĖDOSE

Rimutė Stakėnienė, Kęstutis Jokšas, Arūnas Galkus,
Eva Raudonytė, Andrius Laurikėnas

*Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius;
stakeniene@geo.lt*

Reziūme

Atlikti organinės medžiagos tyrimai Klaipėdos uosto dugno nuosėdų paviršiniame (0-10 cm) sluoksnyje. Analizuoti organinės anglies, alifatinių angliavandenilių, policiklinių aromatinių angliavandenilių kiekybiniai ir kokybiniai rodikliai. Nustatyti biogeninės (autochtoninės ir alochtoninės) organinės medžiagos bei jos technogeninės dedamosios indikatoriai.

Raktiniai žodžiai: organinė medžiaga, angliavandeniliai, dugno nuosėdos, Klaipėdos uostas.

Įvadas

Organinė medžiaga (OM) yra vienas iš svarbiausių dugno nuosėdų rodiklių, nuo kurio priklauso grunto savybės, struktūra, susikaupusių cheminių junginių bei įvairių teršalų kiekis. Vandens stovimei būdinga didelė organinės medžiagos kiekio ir sudėties kaita erdvėje ir laike, o dugno nuosėdos atspindi pagrindines vandens sistemoje besiformuojančios organinės medžiagos pasiskirstymo tendencijas ir kryptis bei vandens telkinio ekologinę būklę. Svarbiausias rodiklis aprašantis organinės medžiagos kiekį dugno nuosėdose yra organinės anglies (TOC) koncentracija, kuri įprastai sudaro apie 50% OM. Tarp dugno nuosėdų OM sudarančių junginių alifatiniai ir aromatiniai angliavandeniliai plačiai naudojami kaip organinės medžiagos kilmės bei užterštumo indikatoriai (De Luca et al., 2005; Esteves et al., 2006; Liu et al., 2009; Soclo et al., 2000).

Klaipėdos uosto dugno nuosėdų organinės anglies koncentracija bei alifatinių angliavandenilių sudėtis plačiau nagrinėti daugiau kaip prie dešimtmetį (Jokšas et al., 2003; Stakėnienė, 1999). Per paskutinį dešimtmetį Klaipėdos uostas išsiplėtė, fārvateris buvo ne kartą gilintas, o dalis susikaupusių dugno nuosėdų išgabenta. Šio darbo tikslas buvo remiantis organinės anglies, alifatinių angliavandenilių ir policiklinių aromatinių angliavandenilių kiekybiniais bei kokybiniais rodikliais parodyti pastaraisiais metais besikaupiančios organinės medžiagos ypatybes bei atskleisti pokyčius Klaipėdos uosto akvatorijos dugno nuosėdose.

Tyrimų medžiaga ir metodika

Klaipėdos uosto dugno nuosėdų paviršinio sluoksnio (0-10 cm) mėginiai analizėms 2006-2009 m. laikotarpiu imti uosto vartų (St. 1), Danės žiočių (St. 2), UAB „Bega“ (St. 3), AB „Klaipėdos Smeltė“ (St. 4), Malkų įlankos žiočių (St. 5) ir Malkų įlankos (St. 6) arealuose bei Kuršių marių vakarų protakoje ties Kiaulės nugaros sala (St. 7).

Grunto mėginiuose organinė anglis (TOC) nustatyta liquiTOC prietaisu aukštatemperatūrinio oksidavimo metodu (Tiessen, Moir, 1993). Pašalinus druskos rūgštimi neorganinę anglį, praplautas ir išdžiovintas mėginys degintas +950°C temperatūroje, susidariusi CO₂ koncentracija matuota neišsklaidytų infraraudonųjų spindulių (NDIR) detektoriumi.

Pjūvyje Klaipėdos uosto vartai – Malkų įlanka (St. 1, St. 4, St. 5, St. 6) atlikta dugno nuosėdų alifatinių ir policiklinių angliavandenilių analizė. Angliavandeniliai iš dugno nuosėdų ekstrahuoti n-heksanu. Angliavandenilių analizė atlikta dujinės chromatografijos metodu naudojant Japonijos firmos „SHIMADZU“ dujų chromatografinę sistemą GCMS – QP2010 su liepsnos jonizacijos detektoriumi. N-alkanų identifikacijai bei koncentracijai nustatyti naudotas n-alkanų mišinio (C₁₀₋₄₀) standartas (RESTEK). Bendrai angliavandenilių koncentracijai (AV) įvertinti naudotas dyzelio ir naftinio tepalo standartas, matuojant suminį plotą tarp n-dekano ir n-tetrakontano (ISO 9377-2:2000(E)). Šešiolikos policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) (naftalenas – Naph, acenaftilenas – Aceph, 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 – Inp, dibenzo(ah)antracenas – DBA, benzo(ghi)perilenas – BgP) kiekybinė ir kokybinė analizė atlikta naudojant dujų chromatografijos sistemą su masių selektyviu detektoriumi (GC/MS) pagal standartizuotą metodiką (EN 15527:2008).

Dugno nuosėdų organinės medžiagos kilmei atskleisti skaičiuoti šie AV sudėties rodikliai: mažos molekulinės masės n-alkanų $\sum C_{15}-C_{22}$ santykis su didelės molekulinės masės n-alkanų $\sum C_{23}-C_{35}$; nelyginių ir lyginių n-alkanų santykiai (CPI); neišskaidyto junginių mišinio (NJM) procentinis kiekis nuo bendros AV sumos. N-alkanų, kai jų sudėtyje dominuoja nelyginiai homologai, $\sum C_{15}-C_{22}$ santykio su $\sum C_{23}-C_{35}$ reikšmių didėjimas, rodo planktonogeninės medžiagos didėjimą bendrame OM kiekyje. Ir atvirkščiai: santykiui mažėjant, didėja susijusios su sausumos aukštesniais augalais OM medžiagos indėlis (Esteves et al., 2006; Zaghdan et al., 2005). NJM – „gūbrio“ išaugimas su monotoniškų nelyginių ir lyginių n-alkanų pasiskirstymu (CPI apie 1) – teršimo naftos produktais akvatorijos dugno nuosėdose indikatorius (Wang, Fingas, 2003).

Įvertinus PAA šaltinių identifikacijai naudojamų atskirų PAA koncentracijų santykius, atskleista jų naftinė („petrogenic“) ar su degimo produktais ir pirolize susijusi („pyrolytic“) kilmė (De Luca et al., 2005; Y Liu et al., 2009). Skaičiuoti santykiai: mažos molekulinės masės PAA (pagrindė su 3-4 žiedais) su didesnės molekulinės masės (Σ MPAA/ Σ DPAA) junginiais; fluoranteno su pirenū bei indeno(1,2,3-cd)pireno su benzo(ghi)perilenu.

Tyrimų rezultatai

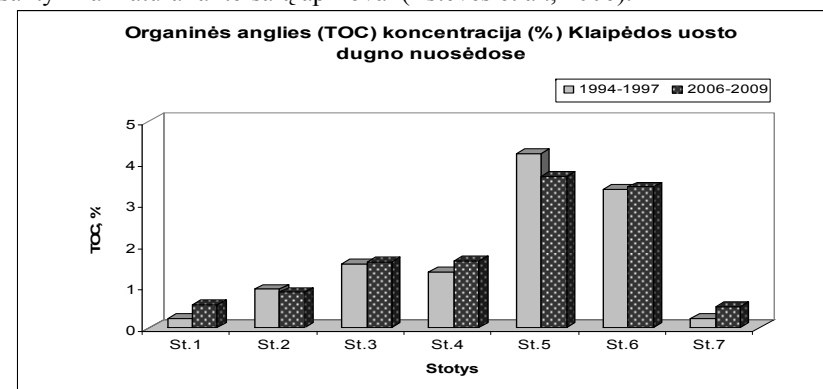
Klaipėdos uosto skirtingų akvatorijų dugno nuosėdų granulimetrinę sudėtį ir organinės medžiagos kiekį lemia hidrodinaminė - sedimentacinė situacija bei technogeniai veiksniai: laivybos pobūdis, dugno gilinimo, hidrotechninės statybos darbai ir pan. Uosto akvatorijose ploname paviršiniame dugno nuosėdų sluoksnyje aptinkamos labai skirtingos litologinės sudėties dugno nuosėdos, stambiagrūdžiai gruntai neretai persiluoksniuoja su smulkiagrūdėmis dumblo nuosėdomis (Jokšas et al., 2003). Tiriamuoju laikotarpiu uosto dugno nuosėdų litologinė sudėtis įvairavo nuo vidutinio ir smulkaus smėlio Kuršių marių protakoje bei uosto vartų arealuose iki aleuritinio dumblo Malkų įlankos rajone. Daugiausia organinių medžiagų dugno nuosėdose buvo prieš Malkų įlankos žiotis besiklostančiame dumblyje bei pačios įlankos smėlingame dumblyje (1 pav.). Smėlingose ir aleuritinėmis dalelėmis praturtintose uosto centrinės dalies dugno nuosėdose organinės anglies koncentracija sumažėja 2–3 kartus. Mažiausiai organinės anglies nustatyta Kuršių marių Vakarų protakos bei Uosto vartų smėliuose.

Lyginant 2006-2009 m. gautas vidurkines organinės medžiagos koncentracijas su daugiau kaip prieš dešimtmetį buvusiais analogiškais rodikliais, pastebėta organinės anglies kiekio didėjimo tendencija uosto vartuose ir Kuršių marių Vakarų protakoje besiklostančiose smėlio nuosėdose. Vidutinė organinės anglies koncentracija minėtuose rajonuose padidėjo daugiau nei dvigubai. Tai leidžia spręsti apie pasikeitusias organinės medžiagos sedimentacines sąlygas. Centrinėje uosto dalyje (St. 2-4) bei Malkų įlankos (St. 5; St. 6) rajonuose organinės medžiagos kiekiai dugno nuosėdose pasikeitė nežymiai. Bendros organinės anglies koncentracijos pokyčiai siejasi tiek su natūraliai besiformuojančios autochtoninės ir alochtoninės organinės medžiagos tiek su jos technogeninės dedamosios dinamika.

Bendra angliavandenilių mišinio koncentracija Klaipėdos uosto nuosėdose kito nuo 12,5 mg/kg uosto vartų smėliuose iki 122 mg/kg dumblyuose prieš Malkų įlankos žiotis. Teigiama, kad angliavandenilių koncentracijai esant >10 mg/kg, jau fiksuojamas užteršimas (Esteves et al., 2006).

Angliavandenilių ir organinės anglies koncentracijų santykis, naudojamas kaip naftinės AV kilmės indikatorius, mažiausias buvo centrinėje uosto dalyje ties AB „Klaipėdos Smeltė“ (0,09). Uosto vartų rajone šis santykis padidėjo 2

kartus, o Malkų įlankoje siekė 0,5. Toks geocheminis rodiklis, apskaičiuotas įvertinus santykinai menką angliavandenilių procentinį kiekį bendroje organinė medžiagą sudarančių junginių masėje, yra būdingas tam tikram rajonui esant santykinai natūraliai teršalų apkrovai (Esteves et al., 2006).



1 pav. Vidurkinė organinės anglies (TOC) koncentracija (%) Klaipėdos uosto paviršiniame (0-10 cm) dugno nuosėdų sluoksnyje 1994-1997 m. ir 2006-2009 m. laikotarpiais.

Prieš daugiau kaip dešimtmetį apskaičiuota angliavandenilių ir organinės anglies santykio foninė reikšmė Klaipėdos uosto stambiagrūdžiams ir įvairigrūdžiams bei smulkiagrūdžiams smėliams buvo atitinkamai 0,09 ir 0,08, o aluritiniais dumblyms siekė 0,5 (Stakėnienė, 1999). Vertinat organinės medžiagos sudėtį pagal šį rodiklį galima teigti, kad naftinių angliavandenilių indėlis Klaipėdos uosto vartų rajone padidėjo, o centrinėje uosto dalyje bei Malkų įlankoje išliko panašus.

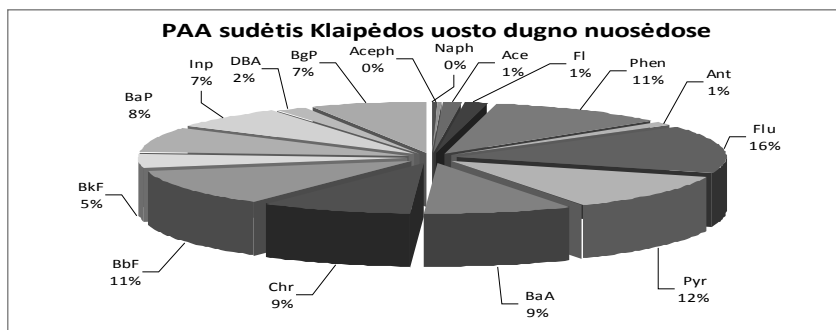
Vertinant AV sudėtį pagal frakcijas, Malkų įlankoje dominavo didesnės molekulinės masės junginiai. Lengvesnės dyzelino frakcijos junginiai čia sudarė tik 32%. Tuo tarpu, likusioje uosto akvatorijoje, lengvesniosios ir sunkesnės AV frakcijos pasiskirstė tolygiau – dyzelino frakcija ten sudarė 48-54%.

Angliavandenilių sudėties analizė visuose tirtuose mėginiuose patvirtina mišrią biogeninę ir antropogeninę OM kilmę. N-alkanų $\Sigma C_{15}-C_{22}$ santykio su $\Sigma C_{23}-C_{35}$ (0,64-0,95) ir rodiklio CPI, apskaičiuoto n-alkanams C_{23-32} (<1,6) vertės, rodo nežymų terigeninės OM junginių vyravimą visose dugno nuosėdose, išskyrus gruntą prieš Malkų įlankos žiotis. Daugiausia terigeninės OM junginių buvo Malkų įlankos dugno nuosėdose, mažiausia centrinėje uosto dalyje ties AB „Klaipėdos Smeltė“. Nedidelis koncentracijų skirtumas tarp alochtoninės $\Sigma C_{27}-C_{31}$ ir autochtoninės $\Sigma C_{15}-C_{19}$ kilmės nelyginių n-alkanų (0,8-1,1) rodo panašią jų įtaką OM formavimuisi. Tirtame pjūvyje Klaipėdos uosto vartai - Malkų įlanka mažiausias toks santykis, bet santykinai didžiausias

planktonogeninės medžiagos indėlis bendrame OM kiekyje nustatytas centrinėje uosto dalyje.

Neišskaidyto junginių mišinio (NMJ) ženklus procentinis kiekis (vidutiniškai - 89 %), gana monotoniškas lyginių ir nelyginių n-alkanų pasiskirstymas (CPI vidurkinė vertė 1,3) rodo nemažą naftinių angliavandenilių indėlį Klaipėdos uosto dugno nuosėdoms. Remiantis fiksuota didžiausią AV koncentracija, siekiančiu net 99 % NMJ ir monotonišku lyginių ir nelyginių n-alkanų (CPI-1,02) pasiskirstymu, nustatyta, kad dugno nuosėdose prieš Malkų įlankos žiotis dominuoja naftiniai AV.

Bendra policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracija dugno nuosėdose, nors ir neviršijo atskiriems PAA (OSPAR, 2009) bei devynių jų sumai pateikiamų (LAND 46A-2002) ribinių verčių, buvo nemaža - nuo 390 µg/kg uosto vartų rajone iki 781 µg/kg Malkų įlankoje. Beveik visi PAA, išskyrus naftaleną ties AB „Klaipėdos Smeltė“ ir Malkų įlankoje, įvairiais kiekiais aptikti visuose mėginiuose. Vidurkinė PAA sudėtis rodo vyraujant didesnės molekulinės masės junginius ir ženklus pavojingų kancerogenų kiekius (2 pav.). Santykinai švaresniuose ir mažai užterštuose rajonuose kancerogenai BaP, BkF ir DBA yra labai mažomis koncentracijomis, o tokie kaip BbF ir Inp – visai neaptinkami (De Luca et al., 2005; Soclo et al., 2000).



2 pav. Policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) sudėtis Klaipėdos uosto dugno nuosėdose.

Klaipėdos uosto nuosėdose visais tyrimo atvejais rodiklio $\sum MPAA/\sum DPAA$ mažesnės už 1 reikšmės rodė vyraujant degimo produktų šaltinius. Atskirų PAA junginių: Flu/Pyr (>1) ir Inp/(Inp+BgP) (0,5) koncentracijų santykių vertės patvirtino jų pirolitinę kilmę.

Apibendriniamis ir išvados

Bendra organinės anglies koncentracija siejasi su natūraliai besiformuojančios autochtoninės ir alochtoninės organinės medžiagos bei technogeninės jos dedamosios kaita. Klaipėdos uosto akvatorijoje, lyginant su

daugiau kaip prieš dešimtmetį atliktais tyrimais, nustatytas organinės medžiagos kiekio padidėjimas uosto vartuose ir Kuršių marių vakarų protakoje ties Kiaulės nugara besiklostančiose smėlio nuosėdose. Organinės medžiagos sudėtyje, palyginus su ankstesniais tyrimais, naftinių angliavandenilių indėlis padidėjo Klaipėdos uosto vartų rajone, o centrinėje uosto dalyje bei Malkų įlankoje - išliko panašus.

Pagrindiniai biogeninės organinės medžiagos indikatoriai yra didelės ir mažos molekulinės masės nelyginiai n-alkanai ir jų koncentracijų santykiai, o technogeninės – monotoniškas n-alkanų pasiskirstymas bei ženklus neišskaidyto junginių mišinio (NMJ) procentinis indėlis bendroje AV sumoje.

Klaipėdos uosto dugno nuosėdose autochtoninės ir alochtoninės organinės medžiagos santykis mažai skiriasi. Naftiniai angliavandeniliai fiksuojami visame uoste, daugiausia jų - areale prieš Malkų įlanką. Dugno nuosėdų policiklinių aromatinių angliavandenilių koncentracija ir sudėtis – būdinga technogenizuotoms akvatorijoms. Bendroje PAA sumoje dominuoja su degimo produktais bei pirolize susiję policikliniai aromatiniai angliavandeniliai.

Literatūra:

- De Luca G., Furesi A., Micera G. et al. 2005. Nature, distribution and origin of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the sediments of Olbia harbor (Northern Sardinia, Italy). *Marine Pollution Bulletin* 50, 1223–1232.
- Esteves J.L., Commendatore M.G., Nievas M.L. et al. 2006. Hydrocarbon pollution in coastal sediments of Tierra del Fuego islands, Patagonia Argentina. *Marine Pollution Bulletin* 52, 572–597.
- Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. The only Lithuanian Seaport and its Environment. Monography, Kaunas, p. 314.
- Soclo H.H., Garrigues Ph., Ewald M. 2000. Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: Case Studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas. *Marine Pollution Bulletin*, 40(5), 387–396.
- Stakėnienė R. 1999. Angliavandeniliai ežero, upės, lagūnos ir jūros sedimentacinėse aplinkose. Daktaro disertacijos santrauka, Vilnius.
- Tiessen H., Moir J.O. 1993. Total and organic carbon. In: *Soil Sampling and Methods of Analysis*, M.E. Carter, Ed. Lewis Publishers, Ann Arbor, MI. p.187–211.
- Wang Z., Fingas M.F. 2006. Development of oil hydrocarbon fingerprinting and identification techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 47, 423–452.
- Liu Y., Chen L., Huang Q. et al. 2009. Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments of the Huangpu River, Shanghai, China. *Science of The Total Environment*, 407(8), 2931–2938.
- Zaghdien H., Kallel M., Louti A. et al. 2005. Hydrocarbons in surface sediments from the Sfax coastal zone, (Tunisia) Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 50(5), 1287–1294.

JŪRINĖS ŽUVININKYSTĖS MOKSLAS LIETUVOJE: DABARTIS IR PERSPEKTYVOS

Romas Statkus

*Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministerijos,
Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius, Klaipėda; romas.statkus@zuv.lt*

Įvadas

1993 m. buvo įkurta Žuvininkystės tyrimų laboratorija (ŽTL), iš pradžių priklausiusi Lietuvos agrarinės ekonomikos institutui (LAEI), vėliau, 1997 m. - Lietuvos valstybiniam žuvininkystės tyrimo centrui (LVŽŽTC), o nuo 2010 metų perėjo naujai įkurtos Žuvininkystės tarnybos prie LR Žemės ūkio ministerijos globon. Pakeitusi savo pavadinimą į Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrių (ŽTMS) ši įstaiga tęsia dar 1994 metais pradėtą mokslinę veiklą. Pagrindinė šio skyriaus veikla – vertingų verslinių Baltijos jūros žuvų išteklių tyrimai Lietuvos išskirtinės ekonominės zonos (LIEZ) vandenyse, rekomendacijų teikimas žvejybos atviroje jūroje ir priekrantėje reguliavimui vykdyti bei žvejybos verslo įtakos žuvų ištekliams ir aplinkai tyrimai. Šiuo metu įstaigoje dirba 9 su moksline veikla susiję specialistai. Vieni tiria pagrindinių verslinių Baltijos jūros žuvų biologiją, kiti užsiima įvairiomis su žuvų ekologija ir versline žvejyba susijusiomis problemomis ne tik Baltijos jūroje, bet ir tolimosios žvejybos regionuose.

Būdama asocijuota (o nuo 2006 m. ir pilnaverte) Tarptautinės jūrų tyrinėjimo tarybos (TJTT) nare Lietuva nuo 1995 m. renka ir pateikia šiai organizacijai biologinius svarbiausių verslinių žuvų (menkių, strimelių ir bretlingių) duomenis, kurie naudojami išteklių įvertinimui ir vėlesniam kvotų skirstymui tarp Baltijos šalių. Įstojusi į Europos Sąjungą mūsų šalis yra įpareigota rinkti žuvininkystės statistinius, ekonominius ir biologinius duomenis, ir šios programos tikslas – užtikrinti renkamų duomenų kokybę, skaidrumą ir patikimumą (OL L 41, 2010 2 16, p. 8.). Duomenys reikalingi žuvininkystės sektoriaus analizei, tikslesniam išteklių įvertinimui ir valdymui užtikrinti. Tai viena iš sudėtinių ES Bendrosios žuvininkystės politikos (BŽP) dalių (http://ec.europa.eu/fisheries/cfp_en.htm).

Žvejybos reguliavimo principai

Jūrinė žuvininkystė Lietuvoje yra viena iš svarbiausių žemės ūkio šakų. Lietuva šiai dienai turi žvejybos laivyną, kurį sudaro aktyviai žvejojantys 7 okeaniniai laivai ir 33 didesni bei mažesni laivai Baltijos jūroje. Žvejybos geografija gana plati – nuo Pietų Amerikos iki Centrinės rytų Afrikos, nuo Arkties vandenyno iki Baltijos jūros. Lietuvos laivynas gauda virš 100 rūšių

įvairios žuvies bei vėžiagyvių: 83 rūšys gaudomos vandenynuose ir apie - 20 rūšių Baltijos jūroje. Bendras sugaunamų žuvų kiekis vidutiniškai sudaro 65 000 tonų per metus.

Žvejyba, kaip vienas iš gamtos išteklių naudojimo būdų, turi būti reguliuojama. Žvejybos reguliavimas gali būti vykdomas, taikant įvairias priemones. Viena iš tokių priemonių – žvejybos limitavimas, nustatant žuvų kvotas. Europos Komisija reguliuoja daugumos žuvų išteklių dydį. Pati svarbiausia reguliavimo dalis yra nustatyti bendrą leistiną sugavimą (BLS), kurio pagalba skirstomi ištekliai tarp šalių ir kontroliuojamas jų panaudojimas (1 pav.).



1 pav. Žuvininkystės mokslininkų ir jų renkamų duomenų vaidmuo kasmetiniame kvotų skirstymo cikle. Sutrumpinimai: TJTT – Tarptautinė jūrų tyrimų taryba; ŽVPK – Žuvininkystės valdymo patariamasis komitetas; MTEŽK – Mokslinis, techninis ir ekonominis žuvininkystės komitetas, ES – Europos Sąjunga.

Bendras leistinas sugavimas (BLS) – tai bendras žuvų kiekis, kurį galima išgauti per metus ar sezoną, nemažinant ar kitaip nepaveikiant žuvų išteklių. Kiekviena šalis renka duomenis apie žuvų pasiskirstymą, gausumą, biologiją iš verslinės žvejybos laimikių bei mokslinių reisų metu. Šią informaciją žuvų išteklių skaičiavimams naudoja (TJTT) ekspertų grupės. Nuo surinktų duomenų gausumo ir kokybės priklauso žuvų išteklių dydžio įvertinimo tikslumas. Tai turi lemiamos įtakos mokslininkų rekomendacijoms ir galutiniam kvotų dydžio nustatymui.

Mokslinių tyrimų programos ir metodika

Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius (ŽTMS) yra atsakingas už žuvų biologinių duomenų rinkimą, analizę ir pateikimą TJTT bei Europos Komisijai (EK). Pagal duomenų rinkimo pobūdį ir šaltinius biologinius žuvininkystės duomenis galima išskirti į dvi pagrindines grupes:

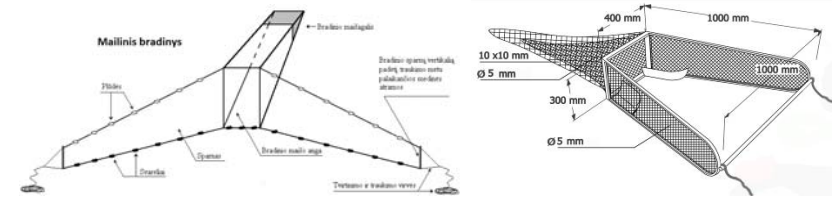
Verslinės žvejybos duomenys. Tai informacija apie sugaunamas žuvų rūšis, jų žvejybos būdą, vietą, laiką, sugaunamus kiekius ir žuvų biologines charakteristikas. Biologiniai duomenys suteikia žinių apie tai, kaip su laiku kinta žuvų populiacija. Biologinę duomenų dalį sudaro kiekvienos žuvies ilgis ir

svoris, reprodukcinės savybės bei žvynų arba otolitų rinkimas amžiui nustatyti. Surinkti duomenys įgalina mokslininkus apibūdinti žvejų laimikius pagal žuvų rūšis, jų dydį, amžių, lytį ir gausumą. Verslinės žvejybos metu sugautų žuvų mėginiai renkami pagal panašią metodiką, taikomą moksliniams tyrimams. Tačiau skiriasi nuo mokslinių tyrimų tuo, kad atsižvelgiama ne tik į žvejybos vietą, bet ir į sezoną, naudojamus žvejybos įrankius, laivo technines galimybes ir pan. Duomenys iš žvejybos reikalingi taip vadinamam žvejybos mirtingumo koeficientui (F) nustatyti. Šis parametras yra vienas iš svarbiausių, naudojamų žuvų ištekliams įvertinti, Virtualios Populiacijos nustatymo modelyje (VPA). Sudėjus mokslinių tyrimų ir žvejybos duomenis nustatoma, kiek verslinių žuvų galėtų būti jūroje ir kiek jų galima būtų sugauti, nepažeidžiant gamtos pusiausvyros. ŽTMS specialistai kiekvienais metais išanalizuojama apie 20 000 vienetų įvairių žuvų rūšių. Visa surinkta informacija analizuojama, perskaičiuojama ir įkraunama į dvi tarptautines duomenų bazes: FishFrame (www.fishframe.org) ir InterCatch (<http://www.ices.dk/intercatch>).

Su versline žvejyba nesusiję duomenys. Antrajai duomenų grupei priklauso moksliniai tyrimai. Šie duomenys nesusiję su pirmąja grupe, nes renkami pagal atskiras programas ir metodikas, naudojant specialiai tyrimams sukonstruotus gaudymo įrankius. Žuvų išteklių Baltijos jūroje vertinimui yra vykdomi šie mokslinių tyrimų reisai: hidroakustiniai pelaginių žuvų išteklių tyrimai ir tarptautinė Baltijos jūros tyrimų tralais programa (BITS). Tyrimus koordinuoja bei rezultatus analizuoja dvi TJTT ekspertų grupės: Baltijos jūros žuvų išteklių vertinimo grupė (WGBFAS) ir Žuvų akustinių tyrimų, mokslo ir technologijų grupė (WGFAST). Šių tyrimų tikslas yra nustatyti pelaginių žuvų išteklių kiekį. Duomenų rinkimui naudojamas pelaginis tralas ir hidroakustinė žuvų santalkų nustatymo sistema. Moksliniai tyrimai atliekami du kartus per metus - pavasarį ir rudenį. Kiekviena Baltijos regiono šalis šiuos tyrimus atlieka savo ekonominėje zonoje. Antrųjų tyrimų tikslas yra nustatyti priedugnio žuvų (pagrindė menkių) gausumo ir biomasės indeksus. Duomenų rinkimui naudojamas specialiai sukonstruotas dugninis tralas TV3-520. Taip pat, tyrimų metu privaloma naudoti ir hidroakustinę žuvų santalkų nustatymo sistemą bei rinkti aplinkos parametrus (vandens temperatūra ir druskingumas). Moksliniai tyrimai atliekami du kartus per metus - pavasarį ir rudenį. Kiekviena Baltijos regiono šalis šiuos tyrimus atlieka savo ekonominėje zonoje.

Su priekrante susiję tyrimai svarbūs tuo, kad čia susiformavo savitas žvejybos segmentas, turintis specifines žvejybos taisykles, sąlygas bei tradicijas. Šios zonos ekosistema yra ypač jautri aplinkos pokyčiams, todėl žuvininkystės tyrimai yra svarbūs ne tik teoriniu, bet ir praktiniu požiūriu. Vienas iš originalesnių metodų, taikomų priekrantės ichtiocenozė tyrimams yra žuvų jauniklių monitoringas. Žuvų biomasė, gausumas ir pasiskirstymas sekliuosiuose priekrantės vandenyse nuo 1995 m. tiriami "plotų apgaudymo

metodu" 22-juose nuolatiniuose tyrimų taškuose kartą per metus. Tam naudojama speciali traukiamoji gaudyklė upinių plekšnių ir uotų jaunikliams gaudyti bei 15 m ilgio smulkiaakis mailinis bradynys kitų žuvų rūšių tyrimams (2 pav.). Didžiausias dėmesys skiriamas uotų, upinių plekšnių, starkių, stintų ir perpelių jauniklių gausumo dinamikos tyrimams, renkami pirminiai duomenys šių žuvų rūšių išteklių preliminariam skaičiavimui. Šiais duomenimis taip pat remiamasi diegiant kompleksinius atskirų verslinių žuvų rūšių išteklių prognozavimo ir valdymo metodus, kurie tiksliausiai atspindi žuvų populiacijų dinamikos procesus.



2 pav. Įrankiai, naudojami žuvų jaunikliams gaudyti.

Žuvų migracijų intensyvumo ir verslinės žvejybos efektyvumo priekrantėje monitoringui duomenys renkami nuo 1994 m. Smiltynės, Karklininkų, Palangos ir Šventosios stotyse. Žuvys gaudomos tinklų eilė, kurią sudaro 20, 37, 45, 50, 55, 60, 70, 90, 115 mm akies dydžio žiauniniai tinklai. Priekrantėje žuvų išteklių kaitai apskaičiuoti naudojamas žvejybos efektyvumo parametras, kuris parodo sugautos žuvies kiekio priklausomybę nuo tinklų kiekio ir jų stovėjimo laiko.

Dar viena aktuali programa yra Valstybinis aplinkos apsaugos monitoringas 2011 – 2017 m., patvirtintas LR aplinkos ministro 2011 gegužės 3 d. įsakymu Nr. 3D-382. ŽTMS vykdo ichtiologinę šios programos dalį, kurios tikslas – rinkti žuvų gausumo, biomasės bei biologinius parametrus aktyvios antropogeninės veiklos rajonuose (Būtingės naftos terminalas, grunto sąvartynas, rajonas netoli naftos gavybos platformos D-6 Kaliningrado srityje). Surinkti duomenys leistų įvertinti galimą žalą gamtai ir tirti poveikį jūrų ekosistemai.

Visos aukščiau paminėtos programos (išskyrus priekrantę) vykdomos skyriui priklausančiu laivu MŽTG „Darius“. Priklausomai nuo programos tikslų ir metodikos per metus atliekama iki 16 reisų, kurių metu atliekama nuo 4 iki 8 tralavimų (52-104 tralavimai per metus), o jų trukmė – 30 minučių. Tai pat, žuvų mėginiams rinkti statomi eksperimentiniai tinklai (iki 30 kartų per metus). Žuvų mėginiai renkami tuose pačiuose taškuose tam, kad būtų galima palyginti sezoninę arba kasmetinę duomenų kaitą. Iš kiekvieno monitoringo taško, priklausomai nuo sugauto kiekio, turi būti paimamas tam tikros žuvų rūšies mėginys (nuo 50 iki 400 vnt.). Analizuojant mėginį išmatuojamas visų individų ilgis, kiekviena žuvis yra pasverama, nustatoma lytis ir brandos stadija bei

išimami ausikauliai (otolitai) amžiui nustatyti. Amžiaus nustatymui kiekvienas otolitas yra specialiai apdorojamas cheminėmis ir/arba fizinėmis medžiagomis ir analizuojamas mikroskopu arba binokuliaru. Žuvų amžiaus nustatymas yra vienas iš sunkiausių, kruopščiausių ir daugiausiai laiko užimančių darbų, nes reikalauja ne tik gebėjimo matyti metines rieves, bet ir įgūdžių jas atskirti nuo netikrų. Amžiaus nustatymo tikslumas gali įtakoti bendros žuvų populiacijos struktūros nustatymo eigą ir nulemti išteklių dydžio patikimumą.

Kita veikla ir perspektyvos

Žuvininkystės tyrimų laboratorija neapsiriboja tik duomenų rinkimu bei jų pateikimu. Vienas iš svarbiausių veiklų yra aktyvi tarptautinė veikla, kurioje ŽTMS glaudžiai bendradarbiauja su įvairių šalių mokslinėmis institucijomis dalyvaudama bei pati organizuodama seminarus, konferencijas, darbo grupių susirinkimus. Per 1996 – 2012 m. laikotarpį ŽTMS specialistai dalyvavo 123 konferencijose ir seminaruose (jų tarpe 5 buvo organizuoti Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriuje), o taip pat yra paruošę virš 100 publikacijų bei pranešimų įvairiomis su žuvininkyste susijusiomis temomis (1 lentelė).

1 lentelė

ŽTMS specialistų mokslinės veiklos rodikliai 1996 – 2012 m.

Tema arba tyrimų objektas	Dalyvavimas konferencijose ir seminaruose		Publikacijų ir/arba pranešimų skaičius
	Lietuvos	Tarptautinės	
Žvejybos įrankiai ir technologijos, jų panaudojimas ir efektyvumas	2	30	10
Žuvų išteklių būklė, valdymas ir panaudojimas	8	41	37
Retų, nykstančių arba vertingų žuvų biologija ir ekologija	5	15	30
Antropogeninės veiklos ir aplinkos poveikis žuvis bei žuvininkystei	5	6	24
Mokslinių tyrimų metodika ir planavimas	3	8	2
VISO	23	100	103

ŽTMS specialistai yra įvairių TJTT mokslinių tarybų, patariamųjų komitetų bei ekspertų grupių nariai (2 lentelė). Atsižvelgiant į tą faktą, kad Lietuvoje jūrų žuvininkystės specialistai nėra ruošiami, dalyvavimas seminaruose, darbo grupėse ir konferencijose yra vienas iš nedaugelio būdų tobulinti turimas žinias, įgyti naujų žinių organizuojant mokslinius darbus bei keistis patirtimi tyrimų srityje su kitų šalių specialistais. Neatsiejama tobulinimosi dalis yra ir dalyvavimas tarptautiniuose moksliniuose reisuose. ŽTMS specialistai yra dalyvavę 10-tyje tarptautinių mokslinių reisų Baltijos jūroje ir Atlanto vandenyne (3 lentelė). Per 2013-2014 metus ŽTMS skyriuje ketinama rekonstruoti dalį pastato ir įkurti eksperimentinės akvakultūros centrą. Tai bus viena iš Jūrinio slėnio mokomųjų bazių ne tik Klaipėdos universiteto

studentams bet ir jūrinės žuvininkystės edukacinis centras. Šiame centre bus veisiamos ir auginamos vertingos versliniu požiūriu jūrinės žuvys, bei atliekami įvairūs moksliniai eksperimentai.

2 lentelė

Įvairių komitetų ir darbo grupių narystės suvestinė

Ekspertų grupės pavadinimas	ŽTML narių skaičius
Šiaurės vakarų Atlanto žvejybos organizacijos (NAFO) mokslo komitetas	1
TJTT patariamasis komitetas (ACOM)	1
TJTT Planavimo grupė dėl sugaunamų ir išmetamų žuvų biologinių tyrimų (PGCCDBS)	2
TJTT Upinių plekšnių tyrimų grupė (WKFARLO)	2
TJTT Baltijos jūros tyrimų tralais darbo grupė (WGBIFS)	2
TJTT Baltijos jūros žuvų išteklių vertinimo grupė (WGBFAS)	1
TJTT Strimelių amžiaus nustatymo grupė (WKARBH)	1
TJTT Bretlingių amžiaus nustatymo grupė (WKARBS)	1
TJTT Menkių amžiaus nustatymo grupė (SGABC)	1

3 lentelė

Dalyvavimo tarptautiniuose mokslinių tyrimų reisuose suvestinė

Organizatorius	Mokslinio laivo pavadinimas	Tyrimų vieta	Dalyvavusių specialistų skaičius
Kaliningrado (Rusija) Okeanografijos institutas (AtlantNIRO)	Atlantida AtlantNIRO	Baltijos jūra	5
Kylio (Vokietija) žuvininkystės tyrimų centras (GEOMAR)	R/V Alkor	Baltijos jūra	4
Bergeno (Norvegija) Jūrų tyrimų institutas (IMR)	R/V G. O. Sars	Šiaurės jūra	1
Vigo (Ispanija) Okeanografijos tyrimų centras	R/V Cornide de Saavedra	Šiaurės vakarų Atlanto žvejybos regionas (NAFO)	1
Žuvininkystės departamentas prie ŽŪM	Žvejybiniai laivai „Polaris“ ir „Plutonas“	Barenco jūra	2

Atsižvelgiant į skyriaus vystymosi perspektyvas, plėtos galimybes bei atsižvelgiant naujiems metodiniams reikalavimams žuvininkystės tyrimuose susiduriama su įvairios srities specialistų bei mokslinės įrangos trūkumais. Bendradarbiaujant su Klaipėdos universitetu tikimasi šią nišą greitu laiku užpildyti.

Literatūra

OL L 41, 2010 2 16, p. 8. 2009 m. gruodžio 18 d. Komisijos sprendimas, priimti daugiametę 2011–2013 m. Bendrijos žuvininkystės sektoriaus duomenų rinkimo, tvarkymo ir naudojimo programą (pranešta dokumentu Nr. C(2009) 10121.

TERŠIANČIŲ MEDŽIAGŲ PASISKIRSTYMO DĒSNINGUMAI KLAIPĒDOS SAŠIAURIO DUGNO NUOSĒDOSE

Sergej Suzdalev, Saulius Gulbinskas

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; suzdalev@corpi.ku.lt*

Didžiausi teršiančių medžiagų kiekiai, dažnai viršijantys nustatytas leistinas koncentracijas, paprastai kaupiasi vandens telkiniuose, kurie patenka į intensyvaus antropogeninio poveikio zonas (Jokšas ir kt., 2003; Garnaga ir kt., 2008). Lietuvoje toks objektas yra Klaipėdos sąsiauris, kuriame yra išsikūrus Klaipėdos jūrų uostas. Būdamas Klaipėdos uosto akvatorija ir nuolat gilinama aktyvia navigacijos arterija, sąsiauris kartu išlieka sudėtinga hidrosistema, jungianti skirtingų savybių vandens baseinus ir atliekanti geocheminio bei hidrodinaminio barjero funkcijas (Lapinskienė ir kt., 2002). Intensyvių gamtinių ir antropogeninių procesų įtakoje Klaipėdos sąsiaurio hidrocheminis bei geocheminis režimas, taip pat ir nuosėdinės medžiagos kaupimosi greitis ir sudėtis gali pasikeisti per gana trumpą laikotarpį. Būtent dugno nuosėdose geriau nei vandens stovymėje atsispindi kenksmingų medžiagų integralinio pasiskirstymo tendencijos ir kryptys bei bendra sąsiaurio geocheminė būklė (Stakėnienė ir kt., 2010).

Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdose cheminių junginių kaupimasis vyksta natūralių gamtinių procesų įtakoje, o taip pat iš antropogeninių taršos šaltinių (laivyba, laivų remonto įmonės, miesto nutekamieji vandenys, krovos darbai ir kt.). Dėl nuolat vykdomų gilinimo darbų ir besikeičiančių sedimentacinių sąlygų, anksčiau skelbtose uosto akvatorijos dugno nuosėdų užterštumo schemose (Gulbinskas, 1994; Jokšas, Galkus, 2000) atvaizduoti dėsningumai jau ženkliai skiriasi nuo realios padėties. Be to, nuosėdų klasifikavimui pagal taršą reikšmingos įtakos turi privalomų tirti kenksmingų medžiagų sąrašo papildymas naujų teršalų grupėmis (PCB, PAA, TBA) normatyviniame dokumente LAND 46A-2002. Dabartinės situacijos analizei, teršiančių medžiagų pasiskirstymo nuosėdose dėsningumams išaiškinti ir antropogeninio poveikio reikšmingumui įvertinti buvo atlikti nauji Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų tyrimai.

Tyrimų medžiaga ir metodika

Medžiaga buvo surinkta visame Klaipėdos sąsiauryje 2010-2012 m. laikotarpiu, įgyvendinant tarptautinį projektą SMOCS (Sustainable management of contaminated sediments). Dugno nuosėdų mėginiai paimti Van Veen gruntosemiu iš paviršinio dugno sluoksnio (0-10 cm). Tyrimo taškai buvo

parinkti siekiant gana vienodu tinkleliu padengti visą uosto akvatoriją, taškus sutankinant planuojamose grunto kasimo vietose bei ties potencialiais taršos šaltiniais. Iš viso tyrimai atlikti 177 stotyse. Nuosėdų granulimetrinės sudėties analizė atlikta lazeriniu analizatoriumi "Analysette MicroTec Plus". Remiantis analizės rezultatais pagal granulimetrinę sudėtį buvo išskirti nuosėdų litologiniai tipai (smėlis arba dumblas) pagal LR normatyviniame dokumente LAND 46A-2002 pasiūlytą klasifikaciją. Dugno nuosėdų mėginių cheminės sudėties tyrimai atlikti Suomijos laboratorijoje Ramboll Analytics, turinčioje Europos akreditacijos organizacijai priklausančios akreditavimo įstaigos išduotą akreditavimo pažymėjimą reikiamų parametrų nustatymui. Cheminės analizės metu buvo vertinamos šios teršiančios medžiagos: sunkieji metalai (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, Hg) ir arsenas (As), naftos produktai, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA), polichlorbifenilai (PCB) ir tributilalavas (TBA). Sunkieji metalai ir arsenas analizuoti induktyviai susietos plazmos masės spektrometrijos metodu (SFS EN ISO 17294-2), naftos angliavandenilių koncentracija nustatyta dujų chromatografijos metodu, naudojant liepsnos jonizavimo detektorius (ISO 16703:2004). PAA, PCB (NT Techn Report 329) ir TBA (ISO TC 190/SC 3 N 169:2004) junginiai nustatyti dujų chromatografijos metodu, naudojant masių spektrometrą.

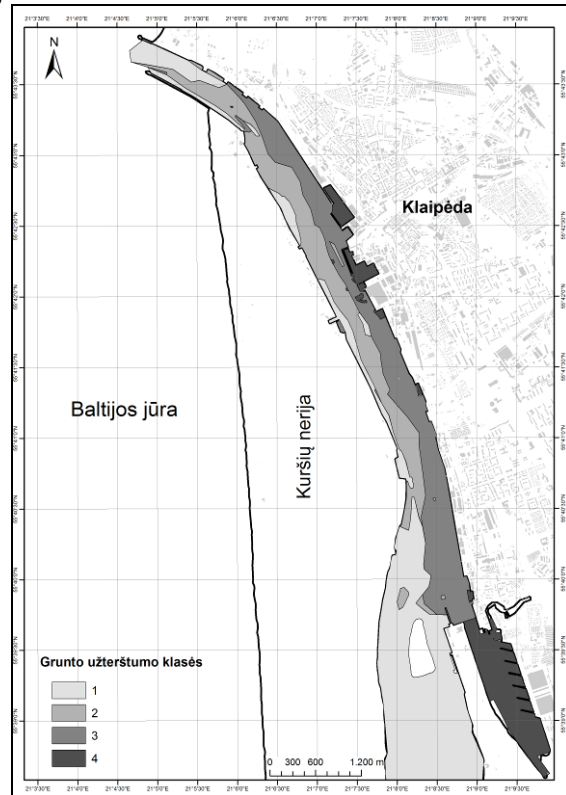
Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų klasifikavimas pagal užterštumą atliktas remiantis LAND 46A-2002 smėlio ir dumblo nuosėdoms pateiktomis teršiančių medžiagų ribinėmis vertėmis.

Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų užterštumas

Atlikus teršiančių medžiagų pasiskirstymo dugno nuosėdose analizę jos buvo suskirstytos į IV užterštumo klases, parengtas viso Klaipėdos sąsiaurio gruntų užterštumo žemėlapis (1 pav.).

Tyrimų rezultatai parodė, kad labiausiai užterštos dugno nuosėdos (IV užterštumo klasės) aptinkamos pusiau uždarytų įlankų ir uosto įmonių uždarose akvatorijose, pasižyminčiose mažu hidrodinaminiu aktyvumu, kuris sudaro palankias sąlygas smulkiadispersinės medžiagos akumuliacijai. Pietinėje sąsiaurio dalyje didžiausiu užterštumu išsiskiria visa Malkų įlanka ir Klaipėdos uosto laivyno bazės akvatorija, centrinėje dalyje smarkiai užterštos dumblingos nuosėdos, slūgsančios ties naujosios perkėlos bei „Baltijos“ laivų statyklos krantinėmis, taip pat uždaroje įlankoje prie 58 krantinės ties AB „Klaipėdos laivų remontas“ plaukiojančiais dokais. Kiek toliau į šiaurę IV užterštumo klasės nuosėdomis ištisai padengtas Žiemos uosto dugnas. Atskirais atvejais itin užterštos nuosėdos (pagal TBA ir PAA teršiančias medžiagas) buvo aptiktos ir Klaipėdos uosto navigacinio kanalo šlaite (11,5-12,5 m gylyje), ties įplaukimu į jachtų ir pramoginių laivų uostą, o taip pat šiaurinėje farvaterio dalyje (15,1 m gylyje) slūgsančiame smėlyje.

III užterštumo klasės dugno nuosėdos dengia visą sąsiaurio rytinę dalį nuo įplaukos į Malkų įlanką pietuose iki pat naftos produktų krovos krantinių šiaurėje. Toks užterštumo laipsnis faktiškai yra apsprendžiamas tik vienos teršiančios medžiagos TBA koncentracijomis. Dėl šios priežasties padidinto užterštumo nuosėdos lokaliai aptiktos net prie Kuršių nerijos krantų greta naujosios perkėlos krantinių, Jachtklubo akvatorijoje ir Uosto vartų - Jūrų muziejaus rajone.



1 pav. Klaipėdos sąsiaurio paviršinių nuosėdų rajonavimas pagal užterštumo klases.

Vis dėlto didžioji dalis Klaipėdos sąsiaurio vakarinės pusės bei įplaukos kanalo dalis iki AB „Naftos terminalas“ padengta palyginus švariomis dumblingomis nuosėdomis, priskiriamomis II užterštumo klasei. I užterštumo klasės smėlingos nuosėdos kaupiasi uosto jūriniame įplaukos kanale, Kuršių nerijos povandeniniame šlaite bei pietiniame sąsiaurio rajone prie Kiaulės nugaros salos.

Teršiančių medžiagų pasiskirstymo dėsningumai

Net ir vienodo teršimo sąlygomis cheminių teršalų koncentracijos dugno nuosėdose skiriasi priklausomai nuo šių nuosėdų tipo. Didžiausia cheminių medžiagų, esančių Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų sudėtyje, koncentracija paprastai būna dumble (Jokšas, Galkus, 2000).

Absoliučiai mažiausios visų tirtų teršiančių medžiagų koncentracijos, kurios neviršija I užterštumo klasei nustatytų ribinių verčių, nustatytos uosto įplaukos kanale slūgsančiuose jūrinės kilmės smėliuose, taip pat pietinėje sąsiaurio dalyje besikaupiančiuose Kuršių marių smėlingose nuosėdose. Didžiausios koncentracijos būdingos įlankoms bei prie atskirų uosto krantinių besikaupiančio dumblo storumėms.

Daugumos sunkiųjų metalų koncentracijos Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdose priskiriamos II užterštumo klasei. Atskirais atvejais fiksuojamas padidėjęs teršimas tam tikrais sunkiaisiais metalais skirtingose sąsiaurio dalyse. Nors gyvsidabrio (Hg) koncentracija daugumoje atvejų neviršijo švariam gruntui būdingų koncentracijų reikšmių, padidėjęs užterštumas šiuo elementu buvo nustatytas ties „Baltijos“ laivų statyklos krantine esančiame smulkaus aleurito dumble (0,5 mg/kg). Tas pats pasakytina ir apie kadmio (Cd) pasiskirstymą, kurio gerokai padidėjusi reikšmė (2,2 mg/kg) užfiksuota vieninteliame taške, esančiame greta plaukiojančių dokų pusiau uždaroje įlankoje prie 58 krantinės. Didžiausia chromo (Cr) koncentracija, atitinkanti III užterštumo klasę išmatuota Malkų įlankoje greta AB „Vakarų laivų gamykla“ naudojamų dokų (130 mg/kg). Įdomu ir tai, kad tame pačiame taške buvo išmatuotos itin aukštos ir kitų sunkiųjų metalų koncentracijos (Cu – 260 mg/kg; Zn – 530 mg/kg; Ni – 55 mg/kg; As – 10 mg/kg) viršijančios III ir IV užterštumo klasėms nustatytas ribines vertes. Tokia pat didelė vario koncentracija (260 mg/kg) nustatyta ties AB „Klaipėdos laivų remontas“ plaukiojančiais dokais. Pakankamai aukštos vario (nuo 67 iki 160 mg/kg) koncentracijos fiksuotos prie „Baltijos“ laivų statyklos krantinių ir pietinėje Malkų įlankos dalyje. Tose pat stotyse nustatytos ir cinko (120-350 mg/kg), švino (61-140 mg/kg) bei arseno (8,6-11 mg/kg) koncentracijos atitinkančios III užterštumo klasę. Reikėtų pabrėžti, kad savitais pasiskirstymo dėsningumais išsiskiria arsenas. Padidintos jo koncentracijos, atitinkančios III užterštumo klasę buvo nustatytos ne tik aleuritiniuose dumbluose, dengiančiuose pusiau uždaras akvatorijas, bet ir ties UAB „Krovinių terminalas“ ir KJKK „Bega“ įrengtomis krantinėmis, kur dugnas yra padengtas plonu aleuritinio smėlio sluoksniu. Aptinkami padidinti arseno kiekiai, byloja apie galimą šios medžiagos patekimą į sąsiaurį, atliekant krovos darbus uosto įmonėse.

Klaipėdos sąsiaurio užterštumas naftos produktais taip pat turi sau būdingų bruožų. Maksimalios reikšmės, bylojančios apie pasireiškiančią taršą paprastai nustatomos ties laivų švartavimosi krantinėmis, taip pat įlankose ir užtakiuose.

Mūsų tyrimų metu absoliučiai didžiausia naftos produktų koncentracija (1600 mg/kg) buvo nustatyta jau ne kartą minėtos uždarnos akvatorijos prie 58 krantinės smulkaus aleurito dumble ir pagal užterštumą atitiko IV klasę. Koncentracijos, siekiančios 1200-1300 mg/kg užfiksuotos ir smėlingose nuosėdose, aptiktose prie laivų statyklos „Baltija“ krantinių. Kiek mažesnės, bet III užterštumo klasę atitinkančios koncentracijos nustatytos Žiemos uoste (890 mg/kg), ties 61-62 krantinėmis (500-690 mg/kg) ir Malkų įlankoje esančioje Karinių jūrų pajėgų flotilės akvatorijoje (860 mg/kg).

Šiame darbe buvo atlikti kompleksiniai organinių junginių tyrimai, kurie iki šiol sąsiauryje analizuoti tik epizodiškai. Policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) tyrimai parodė, kad jie pasiskirsto pagal tarša naftos produktais būdingus dėsninumus. Padidinto užterštumo arealai (IV užterštumo klasė) susiformavę prie išgiltintų krantinių bei uždaroje įlankoje ties potencialiais taršos šaltiniais, kur suminės PAA reikšmės svyruoja nuo 3,1 iki 62 mg/kg. Pavieniai teršimo PAA atvejai nustatyti šiaurinėje sąsiaurio dalyje slūgsančiame aleuritiniame smėlyje (7,2 mg/kg), centrinėje farvaterio dalyje aptiktame smėlingame dumble (6,3 mg/kg) bei prie naujosios perkėlos krantinių (14 mg/kg). Visais atvejais suminiame kiekyje dažniausiai dominuoja fluorantenas, pirenas ir fenantrenas. Tiesa, reiktų pabrėžti, kad PAA suminė reikšmė sudaryta iš 16 sudėtinių dalių koncentracijų, tuo tarpu pagal LAND 46A-2002 reikalavimus privalomieji tyrimai turi būti atliekami 9 PAA elementams. Polichlorbifenilų (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) koncentracijos Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdose daugumoje atvejų neviršijo metodo nustatymo ribų (< 0,01 mg/kg). III užterštumo klasę atitinkančios suminės koncentracijos (0,02-0,03 mg/kg) lokaliai užfiksuotos ties laivų statyklos „Baltija“ krantinėmis ir greta AB „Klaipėdos laivų remontas“ plaukiojančių dokų. Labiausiai PCB užterštos nuosėdos aptiktos Žiemos uosto aleuritiniame dumble (0,06 mg/kg, IV užterštumo klasė) bei dviejose stotyse greta 58 krantinės esančių dokų (0,05 ir 0,09 mg/kg).

Pastaraisiais metais ypatingai akcentuojama Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų užterštumo organiniais alavo junginiais problema. Pirmieji tributilalavo tyrimai uosto akvatorijoje buvo atlikti 2005-2007 m. (Vandens..., 2007). Šie tyrimai nebuvo detalūs, jų metu nustatytos vidutinės TBA koncentracijos svyravo 12,8-68,5 µg/kg diapazone, o didžiausios koncentracijos išmatuotos Malkų įlankos dugno nuosėdose (1900-2400 µg/kg). Naujai atlikti tyrimai padėjo tiksliau nustatyti šios teršiančios medžiagos pasiskirstymą dugno nuosėdose visame Klaipėdos sąsiauryje. Nors nustatytos TBA koncentracijos svyruoja labai plačiame diapazone (nuo 1 iki 5200 µg/kg), pagal šiuo metu LAND 46A-2002 normatyviniame dokumente galiojančias ribines vertes apie 60% visų ištirtų dugno nuosėdų mėginių priskirtini III-IV užterštumo klasėms. Kaip ir ankstesnių tyrimų metų IV užterštumo klasę atitinkančios TBA

koncentracijos buvo nustatytos Malkų įlankoje (pietinė dalis prie Vilhelmo kanalo – 260-780 µg/kg; Vakarų laivų gamyklos plaukiojantis dokai – 230-3600 µg/kg; Karinių jūrų pajėgų flotilės akvatorija – 500 µg/kg; Ro-Ro ir generalinių krovinių terminalų akvatorijos – 250-540 µg/kg), AB „Klaipėdos laivų remontas“ akvatorija – 780-5200 µg/kg; prie 65 ir 65a krantinių – 340-1800 µg/kg).

Atlikti Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdų tyrimai ir klasifikavimas pagal užterštumą parodė, kad esminė problema, turinti reikšmingos įtakos uosto akvatorijos gilinimo darbų organizavimui ir iškastų gruntų tvarkymui, yra nuosėdų užterštumas TBA junginiais.

Literatūra

- Garnaga G., Jančauskienė V., Kondratjeva L., Mickuvienė K. 2008. Taršiosios medžiagos Baltijos jūros ir Kuršių marių vandenyje ir dugno nuosėdose. Baltijos jūra ir jos problemos. Utena, 77–93.
- Gulbinskas S. 1994. Šiuolaikinių dugno nuosėdų pasiskirstymas sedimentacinėje arenoje Kuršių marios-Baltijos jūra, Geografijos metraštis, 28, 296-314.
- ISO 16703:2004. Soil quality -- Determination of content of hydrocarbon in the range C10 to C40 by gas chromatography.
- ISO TC 190/SC 3 N 169:2004. Soil quality – Determination of selected organotin compounds – Gas chromatographic method.
- Jokšas K., Galkus A. 2000. Klaipėdos uosto akvatorijos dugno nuosėdų formavimosi ypatumai ir geocheminiai užterštumo aspektai. Knyga „Klaipėdos uostas. Ekonomika ir ekologija“. Vilnius: „Baltic ECO Leidybos Centras“. 72-89.
- Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. The Only Lithuanian Seaport and its Environment, Vilnius.
- LAND 46A-2002. Grunto kasimo jūrų ir jūrų uosto akvatorijose ir iškastų gruntų tvarkymo taisyklės. Valstybės žinios, 2002, Nr. 27-976, Nr. 40-1516; 2003, Nr. 78-3586; 2008, Nr. 139 5521; Žin., 2011, Nr. 43-2050.
- Lapinskienė A., Pustelnikovas O., Želvytė D. 2002. Subalansuota Klaipėdos uosto plėtra. Mokslinė-metodinė knyga jūrinės aplinkosaugos bei ekologijos bakalaurams, magistrantams ir doktorantams. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2002.
- Lietuvos aplinkos apsaugos agentūra, Suomijos aplinkos institutas (SYKE), LR aplinkos ministerija. 2007. Vandens aplinkai pavojingų medžiagų nustatymas Lietuvoje. Projekto ataskaita, 2007.
- Nordtest Report NT Techn Report 329, Nordic Guidelines for Chemical Analysis of Contaminated Soil Samples, 10. Analysis of Polyaromatic Hydrocarbons and 8. Analysis of Polychlorinated Biphenyls.
- SFS EN ISO 17294-2. Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of 62 elements (ISO 17294-2:2003).
- Stakėnienė R., Galkus A., Jokšas K., Lagunavičienė L. 2010. Dugno nuosėdų geocheminės būklės kaita Klaipėdos uosto akvatorijos šiaurinėje dalyje. Jūros ir krantų tyrimai, 2010. Konferencijos medžiaga. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2010. 161-166.

SEA BOTTOM IMAGERY AUTOMATIC AND MANUAL ANALYSIS: COMPARATIVE STUDY

Aleksej Šaškov¹, Marie-Lise Schläppy², Yuri Rzhanov³

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda;* ²*École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland;* ³*Center for Coastal and Ocean Mapping/Joint Hydrographic Center, University of New Hampshire, USA; aleks@corpi.lu.lt*

Introduction

Remote sensing methods are developing rapidly in the last decades. With increased availability of underwater optical imaging systems, side scan and multibeam sonars high resolution and full coverage data became available to marine researches. Number of big coastal zone mapping projects is depending on remote sensing data (MAREANO in Norway, The California Coastal Mapping program in USA, etc). Acoustical data used for environmental properties and underwater imagery for biological features. Amount of collected data could be very large, and often need to be processed in relatively short time. While for acoustical data processing and classification number of well developed techniques already exist (some are implemented in hydrographic software such as Hypack (www.hypack.com) or QINSy (www.qps.nl), some are part of GIS systems such as ERSI ArcGIS (www.ersi.com) and some are stand-alone software packages such as QTC Sideview (www.questertangent.com)), underwater imagery analysis techniques remain undeveloped and often rely on manual analysis, sometimes with help of relatively simple data loggers, such as OFOP (ofop.texel.com).

Manual imagery analysis is still unsurpassed for quantification of counted visual features (Jones et al., 2006), such as number of sea stars, sea urchins, etc. Even emerging automatic object detection techniques are trained and evaluated using manual analysis as “golden standard” (Williams et al., 2006; Dirk et al., 2004; Wilson, 2003; Rife and Rock 2001; etc.). Coverage estimation proved to be much more challenging for manual analysis methods: simple visual estimation can't provide accurate results and heavily depend on observer training and experience. One of the most commonly used truly objective quantitative methods for manual coverage estimation is point based features extractions (Carleton and Done, 1995), and have significant disadvantages. Attempts to fully automate coverage features estimation were made (Jerosch et al., 2006), but inconsistencies typical for “real world” underwater imagery are greatly limiting their application.

The aim of this study is to compare semi-automatic coverage estimation method with manual analysis.

Data collection

Video was filmed during 2010-2011 season as part of baseline study for offshore windmill park in Håvsul, Norway. It is an open Norwegian Sea coast with hard rocky bottoms. Medium class Argus ROV equipped with HDTV video camera and powerful xenon lights (400W in total) was used. For further video mosaicking (Rzhanov et al., 2004), during the filming camera was facing directly down, ROV pilot tried to keep altitude as constant as possible. Unfortunately, hydrological conditions of open coast affect stability of ROV underwater. More on that, ROV pilots and survey curators were different during 2010 and 2011 seasons, what added variations to the video. Video was filmed in transects, approximately ten minutes in duration and 200 meters long, depth varied from 25 to 60 meters.

Data analysis

For analysis video was divided into 30 seconds segments, from which video mosaics (Rzhanov et al., 2004) were created. Each mosaic is interpreted as a separate sample.

Visual features

Underwater imagery could contain several types of features which could be quantified in various ways (Solan et al., 2006). One of the most common is simple counts, when number of certain objects (sea stars, sea urchins, etc.) is counted visually. Although it could be time consuming process, results are very accurate, especially when done from video mosaic, which is much easier to manipulate than raw video. Coverage estimation, on another hand, could be more challenging, especially on extremely patchy bottom common for study area. Computer aided color based approach was used for coverage estimation during this work. Pixels of the same color are extracted from the imagery, and proportion between extracted pixels and total pixels in the image provide with accurate quantitative feature coverage estimation.

Seven visual features were preliminary deemed to be potentially suitable for quantification using this technique. After reviewing the data, inconsistencies within features and differences between features allowed to reliably evaluate only three of them (tab. 1). Because of data inconsistency, single color was not enough for features extraction, and set of training colors, corresponding to each feature needed to be created. Furthermore pixel extraction tool was tuned to extract not only pixels of the exact colors, but also pixels which are close to the training colors.

Table 1

Features potentially suitable for computer aided analysis and features chosen after reviewing the data

Potentially suitable features	Chosen features
Lithotamnium cover	Lithotamnium cover
Red algae cover	Red algae cover
Encrusting red algae cover	Sand cover
Kelp cover	Unidentified pixels
Encrusting animals cover	
Sand cover	
Bare stones cover	

Inconsistency in data

Although during the filming all efforts were made to make video as constant as possible, significant variations in video data were unavoidable. Even insignificant ROV altitude variations resulted into significant changes in the colors of bottom features.

Such inconsistencies significantly affect the performance of color based approach. To compensate, video mosaics were divided into four several color classes, and separate training colors sets were created for each class. Training colors were chosen in such way, that training data sets does not fit to imagery belonging to another color class. This approach allowed analyzing images were ROV altitude was changing significantly within single mosaic, therefore image contained areas belonging to different color classes. Those areas were simple unidentified by pixel extraction tool and excluded from further analysis.

Accuracy and validation

Color based approach accuracy depends on the selected training colors, what was done manually and subjectively. To evaluate human inflicted bias, seven different training color sets were created by the same operator for three mosaics (fig. 1). Results show that coverage estimation error due to the subjectivness in picking training colors do not exceed ±5%.

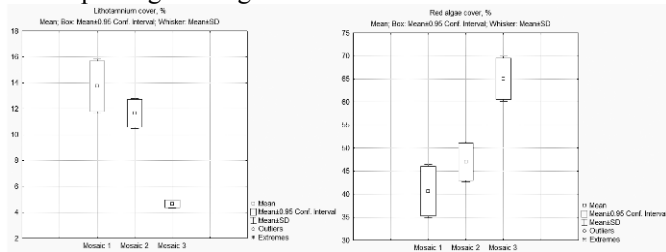


Fig. 1. Features extractions from three video mosaics using seven independent training colors datasets created by the same operator.

To validate resulted coverage values, four transects for two seasons were analyzed manually using point based coverage estimation approach. Ten mosaics from each transect (80 in total) were analyzed using computer aided color approach. Comparison of results (fig. 2) shows that mean coverage values are close, but manual analysis produces more variations, outliers and extremes.

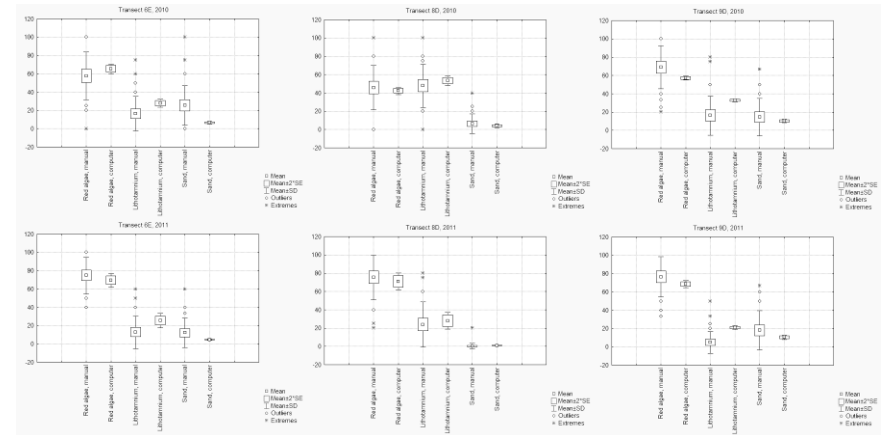


Fig. 2. Comparison of computer aided color based coverage estimation with manual point based processing.

Conclusions

Computer aided color based approach could be effective and accurate tool for certain visual features estimations from underwater imagery. Although preparation of video mosaics and training colors creation require some additional efforts, once it done, analysis become absolutely operator independent and repeatable, allowing parallel data processing by different operators after minimal training, without risking in results bias. This could be a big benefit processing large amount of imagery.

Literature

Carleton J.H., Done T.J. 1995. Quantitative video sampling of coral reef benthos: large-scale application. *Coral Reefs*, 14: 35–46.

Dirk I., Edgington D.R., Koch C. 2004. Detection and Tracking of Objects in Underwater Video, *Proceedings of the IEEE International Conference of Computer Vision and Pattern Matching (CVPR)*, Washington DC.

Jerosch K., Ludtke A., Schluter M., Ioannidis G.T. 2007. Automatic content-based analysis of georeferenced image data: Detection of Beggiiatoa mats in seafloor video mosaics from the Hakon Mosby Mud Volcano. *Computers & Geosciences* 33 (2007) 202-218.

Jones D.O.B., Hudson I.R., Bett B.J. 2006. Effects of physical disturbance on the cold-water megafaunal communities of the Faroe-Shetland Channel. *Marine Ecology Progress Series*, 319: 43–54.

- Rife I., Rock S.M. 2001. A Pilot-Aid for ROV Based Tracking of Gelatinous Animals in the Midwater, Proceedings of the Oceans 2001 Conference, Honolulu.
- Rzhanov Y., Mayer L., Fornari D. 2004. Deep-sea image processing. Proceedings of Oceans'04, Kobe, Japan, pp.647-652.
- Solan M, Germanob J., Rhoads D. et al. 2003. Towards a greater understanding of pattern, scale and process in marine benthic systems: a picture is worth a thousand worms. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 285–286. pp 313– 338.
- Williams R.N., Lambert T.J., Kelsall A.F., Pauly T. 2006. Detecting Marine Animals in Underwater Video: Let's Start with Salmon. Proceedings of the Twelfth Americas Conference on Information Systems, Acapulco, Mexico August 04th-06th 2006.
- Wilson A. 2003. First steps towards autonomous recognition of Monterey Bay's most common mid-water organisms: Mining the ROV video database on behalf of the Automated Visual Event Detection (AVED) system. Technical Report, Monterey Bay Aquarium Research Institute).

KURŠIŲ NERIJOS RAIDA VĒLYVAJAME HOLOCENE (NIDA, LIETUVA)

Jonas Šečkus¹, Gytis Piličiauskas², Giedrė Vaikutienė³

¹*Gamtos tyrimų centras, Vilnius;* ²*Lietuvos istorijos institutas, Vilnius;* ³*Vilniaus universitetas, Vilniu; jonas.seckus@gmail.com*

2011-2012 m. archeologų ir geologų grupė Lietuvos istorijos institute vykdė Lietuvos mokslo tarybos finansuotą mokslinių tyrimų projektą "Kuršių nerijos priešistorė: kompleksinių tyrimų metodologinis aspektas". Projekto tikslas buvo sukurti efektyvią ir pažangią archeologinių tyrimų metodiką, skirtą priešistorinių vietų paieškai ir atrastų radimviečių kompleksiniams tarpdisciplininiais tyrimams eolinės sedimentacijos aplinkose ir kitose smėlinio tipo priešistorinėse radimvietėse. Projekto metu vykdyti geofiziniai, geologiniai, archeologiniai tyrimai, sudarytas tiriamos teritorijos paleogeografinis modelis. Atkuriant Kuršių nerijos raidą buvo remiamasi naujausiais archeologinių radinių absoliutinio datavimo duomenimis (Piličiauskas, 2012).

Reljefo raidos modeliavimo procedūra susideda iš trijų pagrindinių komponentų: skaitmeninio reljefo modelio (DEM); duomenų apie santykinis vandens lygio pokyčius; duomenų apie geodinaminis procesus (SED) (Meyer, 2003; Meyer et al., 2005; Harff et al., 2005, 2007). Skaitmeninis reljefo modelis (DEM) yra teritorijos aukščių duomenų komplektas (XYZ koordinatės), interpretuotas koku nors interpoliacijos metodu (pvz.: (angl.) *kriging*, *nearest neighbour*, *minimum curvature*, ar kt.) bei išreikštas taip vadinamu "tinklu" (angl. *grid*) (Badura et al., 2005). Skaitmeninis aukščių modelis atvaizduoja šiuolaikinį tiriamosios teritorijos reljefą. Duomenys apie santykinis Baltijos paleobasėnų vandens lygio pokyčius susideda iš dviejų komponentų: eustatinio faktoriaus (vandens lygio pokyčiai įtakoti klimatinių sąlygų) bei izostatinio faktoriaus (vandens lygio pokyčiai įtakoti Žemės plutos judesių) (Šečkus, 2009).

Duomenys apie geodinaminis procesus gauti interpretuojant naujai gautus bei archyvinis geologinius duomenis, tokiu būdu nustatant sedimentacinių-erozinių procesų intensyvumą. Tiriamoje teritorijoje geodinaminiai procesai modeliuoti įvedus 100 fiktyvių taškų (X rezoliucija – 300 m, Y – 250 m), kuriuose nuosėdų storių pokyčiai interpoliuoti atlikus 13 grėžinių (panaudoti 3 archyviniai ir 10 naujų grėžinių) bei archeologinių tyrimų metu gautų geologinių duomenų interpretaciją. Modeliavimo metodika sukurta 2009 metais (Šečkus, 2009). Skaitmeninis aukščių modelis sukurta naudojant minimalaus iškreivavimo (angl. *minimum curvature*) metodą, interpoliuojant daugiau nei 7,2 mln. matavimo taškų su XYZ koordinatėmis. Paleogeografinėi rekonstrukcijai panaudoti duomenys iš 10 projekto metu mechanizuotai išgręžtų

gręžinių ir 3 archyvinių gręžinių Nr. 3501, 26246 ir 26247 (LGT, GEOLIS). Naudojantis E. Andren (1999) sukurta stratigrafine schema, kuri paremta Gotlando baseino nuosėdų palinologiniais tyrimais, buvo numatytos griežtos laiko ribos tarp skirtingų Baltijos jūros raidos etapų.

Analizuojant Litorinos ir Postlitorinos laikotarpių nuosėdas stratigrafinės ribos išvestos interpretuojant gręžinių pjūvius. Paleobasėnų vandens lygis skirtingais laikotarpiais atkurtas interpoliuojant 14 santykinio vandens lygio svyravimo kreivių, iš kurių 3 reprezentuoja vandens lygio pokyčius Lietuvos pajūryje: Nidos, Klaipėdos bei Šventosios platumose (Damušytė, 2011). Atkuriant holoceno laikotarpio reljefo raidą buvo nustatytos paleobasėnų vandens lygių reikšmės. Šiuo tikslu regioninės santykinio vandens lygio svyravimo kreivės buvo įskaitmenintos bei, naudojantis *Diagrammer2* programa (autorius dr. M. Meyer), gautos matricos su dviem kintamaisiais (laikas ir *Z* reikšmė) kas 10 metų. *Z* reikšmė parodo tuometinio paleobasėno regioninio vandens lygio reikšmę. Visų 14 vandens lygio svyravimo kreivių duomenys buvo interpoliuojami – gauta 830 skaitmeninių tinklų (angl. *grids*), kurie atspindi tam tikro laikotarpio vandens lygį. Šie duomenys buvo sugretinti su analizuojamos teritorijos reljefu bei litostratigrafija, taip atkuriant analizuojamos teritorijos reljefo raidą 8300 metų laikotarpiu (kas 10 metų). Reljefas atkurtas naudojant minimalaus iškreivavimo metodą, kur buvo išgauta 5 m skiriamoji geba.

Analizuojama teritorija yra Kuršių nerijos pietinėje dalyje, į rytus bei pietryčius nuo Nidos gyvenvietės, o jos koordinatės yra: $X_1 - 307100$; $X_2 - 310000$, $Y_1 - 6132490$, $Y_2 - 6134990$ (teritorijos ilgis ir plotis – 2,5 km). Modeliavimo teritorija apima Kuršių neriją, dalį vakarinės Kuršių marių priekrantės bei dalį pietrytinės Baltijos jūros priekrantės. Didžioji nagrinėjamos teritorijos dalis yra Kuršių nerijoje ir geomorfologiškai priklauso Baltijos jūros duburio sričiai, Kuršių marių duburio rajonui bei Kuršių Nerijos kopų juostos mikrorajonui (LGT, GEOLIS). Teritorijos reljefas kinta nuo -7,96 iki 55,0 m, jis gana sudėtingas, labai netolygus, su staigiais peraukštėjimais. Išsiskiria du aukšti vienas nuo kito pažemėjimai atskirti kopagūbriais, aukštesni nei 40 m. Vienas jų yra šiaurės rytinėje tiriamos teritorijos dalyje, kitas – pietinėje. Didžiojoje sausumos dalyje paviršius padengtas eoliniu smėliu. Po juo slūgso holoceno laikotarpio, skirtingų Baltijos jūros raidos stadijų nuosėdos (smėlis, aleuritas, sapropelis, durpės). Holoceno nuosėdų storis vakarinėje Kuršių nerijos dalyje viršija 30 metrų, rytinėje šiek tiek plonesnis, tačiau archyvuose gręžiniuose 26246 (gylis - 14,1 m) ir 26247 (gylis - 19,5 m) jų padas pasiektas nebuvo. Po holoceno nuosėdų sluoksniu, maždaug 30-35 m gylyje slūgso, Baltijos ledyninio ežero nuosėdos (I III Bl) bei senesnės, paskutiniojo apledėjimo limnoglacialinės (lg III bl) bei glacialinės (g III bl) nuosėdos: molis, priemolis ir priesmėlis.

Paskutinysis Vėlyvojo Nemuno (Weichselian) ledynas iš pietrytinės Baltijos jūros atsitraukė prieš 13000 kalendorinių metų (t.y. metai prieš dabartį; toliau tekste – PD) (Veinbergs et al., 1995). Prasidėjo Baltijos ledyninio ežero (BLE) stadija. Ankstesni Lietuvos priekrantės tyrimai rodo, kad BLE maksimalus vandens lygis šiaurinėje Lietuvos dalyje (Šventosios areale) buvo 16 m aukščiau nei dabartinis, pietiniame – apie 4 m (Gudelis, 1982; Bitinas et al., 2001; Gelumauskaitė et al., 2005; Gelumauskaitė, 2009; Damušytė, 2011). Taigi, tiriamoji teritorija buvo užlieta ir joje kaupėsi Baltijos ledyninio ežero nuogulos. Jos gali siekti kelių metrų storį.

Ankstesnių tyrimų duomenimis buvo nustatyta, kad Joldijos jūra Gotlando baseine egzistavo prieš 11600-10700 metų (PD) ir turėjo tris fazes: gėlo vandens (11600-11200 metų PD), pusiau gėlo (11200-11000 metų PD) ir gėlo vandens (11000-10700 metų PD) (Andren, 1999). Ekstremalus vandens lygio kritimas Joldijos jūros stadijos metu buvo nulemtas Billingenio sąsiaurio atsivėrimo, per kurį aukštesniame lygyje buvęs BLE baseinas susisiekė su žemiau esančiu Pasauliniu vandenynu (Björck, 1995). Maksimali regresija nustatyta 11000-10800 metų PD, kurios metu vandens lygis buvo -53,9 m Šventosios platumoje, -55,5 m – Klaipėdos platumoje, apie -56,5 m – Nidos platumoje (Gelumauskaitė, 2009). Analizuojama teritorija prieš 10800 metų (PD) buvo apie 20 km nuo Joldijos jūros pakrantės (Šečkus, 2009). Tuo metu joje, greičiausiai, augo miškai, vyravo pušys (*Pinus*) ir beržai (*Betula*) (Kabailienė, 1959; Kabailienė, 1990; Kabailienė, 2006).

Nutirpus ledynams Skandinavijos šalyse, prasidėjo izostatinio žemės plutos kilimo procesas, kurio pasėkoje užsivėrė sąsiauriai Švedijoje, jungiantys Pasaulinį vandenyną su Joldijos jūra (Björck, 1995). Šis procesas prasidėjo Joldijos jūros stadijos pabaigoje, gėlo vandens fazės metu. Remiantis modeliavimo rezultatais (Šečkus, 2009), paremtais Gelumauskaitės ir kt. (2005) santykinio vandens lygio svyravimo kreivėmis, Ancyliaus ežeras patyrė tris pagrindines raidos stadijas: transgresiją (10700–9970 metų PD), regresiją (9970-9230 metų PD) bei transgresiją (9230-8300 metų PD). Pagrindinis faktorius, nulėmęs vandens lygio pokyčius, buvo itin intensyvūs bei kaitūs izostatiniai žemės plutos judesiai (plutos grimzdimas arba kilimas). Į vakarus nuo tiriamos teritorijos buvo aptikti ir geochronologiniais metodais datuoti 3 pušų (*Pinus*) kelmiai, kurie patvirtino buvus žemą vandens lygį pietrytinėje Baltijos jūroje prieš 10300 metų (PD) (Bitinas ir kt., 2003). Analizuojant L. Ž. Gelumauskaitės (2009) bei A. Damušytės (2011) sudarytas vandens lygio svyravimo kreives, matosi skirtingas autorių požiūris į Ancyliaus ežero transgresinį-regresinį intensyvumą. L. Ž. Gelumauskaitės duomenimis, Ancyliaus ežero transgresinis-regresinis režimas buvo itin kaitus. Izostatinių judesių intensyvumas siekė 60 mm per metus (Šečkus, 2009), o tai leidžia daryti prielaidas, kad teritorija patyrė aktyvius seisminius procesus. A. Damušytės

duomenimis, Ancyliaus ežero vandens lygio pokyčiai daugiau buvo nulemti eustatinio faktoriaus, su kuriuo ir siejama šio ežero transgresija. Ancyliaus ežero vandens lygis su trumpomis pertraukomis kilo visos šios stadijos metu (Šečkus, 2009). Remiantis A. Damušytės kreivėmis galima daryti prielaidą, kad tiriamoji teritorija buvo apsemta Ancyliaus ežero stadijos pabaigoje, o baseino transgresija, su trumpa (apie 300 metų) pertrauka, tęsėsi ir Litorinos jūros stadijos metu.

Druskingo vandens prietaka iš Pasaulinio vandenyno per atsivėrusius Danijos sąsiaurius skiria Ancyliaus ežero ir Litorinos jūros raidos stadijas (Björck, 1995; Andren, 1999; Harff et al., 2007; Rosentau . et al., 2007). Detalios diatomėjų analizės duomenimis nustatyta, kad druskingas vanduo Gotlando baseiną pasiekė prieš 8300 metų (PD) (Andren, 1999). Transgresija, prasidėjusi dar Ancyliaus ežero metu, tęsėsi ir analizuojama teritorija buvo visiškai apsemta prieš 7600-7500 metų (PD), t.y. jau Litorinos jūros stadijos metu. Po 500 metų trukusios transgresijos, prieš 7000 metų (PD) prasidėjo regresija, kurios rezultate prieš 6700 metų (PD) tiriamoji teritorija vėl tapo sausuma. Susidarė palankios sąlygos eoliniam procesams, pradėjo formuotis Kuršių nerija. Smėlio kopagūbriai susidarė vakariau dabartinės Kuršių nerijos ir buvo neaukšti – tesiekė 5-8 metrus. Vyraujantys vakarų-pietvakarių vėjai „pastūmė“ Kuršių neriją į rytus, vakarinėje jos dalyje „po vandeniu“ palikdami storus Litorinos jūros nuosėdų sluoksnius, kurių storis šiuo metu siekia apie 20 metrų. Prieš 6000-4500 metų (PD) kranto linijos forma dėl mažesnio kopų aukščio buvo dažniau besikeičianti, todėl, ypač rytinėje nerijos dalyje (kaip ir šiuo metu), susidarydavo lagūniniai baseinai, kuriuose kaupdavosi organinės nuosėdos, kurios iš viršaus būdavo uždengiamos ardomų kopų smėliu. Dabartinėje savo padėtyje Kuršių nerija atsidūrė maždaug prieš 3500 metų (PD).

Literatūra

- Andrén E. 1999. Holocene environmental changes recorded by diatom stratigraphy in the southern Baltic Sea. *Meddelanden fran Stockholms Universitets Institution för Geologi och Geokemi*, 302, 1-22.
- Berendt G. 1869. *Geologie des Kurischen Haffes und seiner Umgebung*. Königsberg.
- Badura J., Przybylski B. 2005. Application of digital elevation models to geological and geomorphological studies – some examples. *Przegląd Geologiczny*, 10/2 (October), 977-983.
- Bitinas A., Damušytė A., Hütt G. et al. M. 2001. Application of the OSL dating for stratigraphic correlation of Late Weichselian and Holocene sediments in the Lithuanian Maritime Region. *Quaternary Science Reviews*, 20, 767-772.
- Bitinas A., Žulkus V., Mažeika J. et al. 2003. Tree remnants of the bottom of the Baltic Sea: the first results of investigations. *Geologija*, 43, 43-46.
- Björck S. 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13,0-8,0 ka BP. *Quaternary International*, 27, 19-40.
- Damušytė A. 2011. Post-glacial geological history of the Lithuanian coastal area. Summary of doctoral dissertation. Physical sciences, geology (05P). Vilnius: Vilnius University.
- Gelumbauskaitė L.Ž., Šečkus J. 2005. Late Quaternary Shore Formations of the Baltic Basins in the Lithuanian Sector. *Geologija*, 52, 34-45.

- Gelumbauskaitė L.Ž. 2009. Character of sea level changes in the subsiding south-eastern Baltic Sea during Late Quaternary. *Baltica*, 22 (1), 23-36.
- Gudelis V. 1982. Neotectonic and recent crustal movements on the South-Eastern coast of the Baltic Sea. *Baltica*, 7, 179-186.
- Gudelis V. 1998. Lietuvos jūris ir pajūris. Vilnius.
- Gudelis V., Karužaitė G. 1962. Grobšto ragas. *Geografijos metraštis*, 5, 173-196.
- Harff J., Lampe R., Lemke W. et al. 2005. The Baltic Sea - a model ocean to study interrelations of geosphere, ecosphere and anthroposphere in the coastal zone. *Journal of Coastal Research*, 21, 441-446.
- Harff J., Lemke W., Lampe R. et al. 2007. The Baltic Sea Coast - A model of interrelations among geosphere, climate, and anthroposphere. In: *Coastline Changes: Interrelation of Climate and Geological Processes* (eds. Harff J., Hay W.W., Tetzlaff D.M.). The Geological Society of America, Special Paper, 426, 133-142.
- Kabailienė M. 1959. Augalijos raida vėlyvajame ledynmetyje ir poledynmetyje Lietuvos ir pietinės Latvijos pajūrio zonoje. *Geografijos metraštis*, II, 175-213.
- Kabailienė M. 1990. Lietuvos holocenas. Vilnius: Mokslas.
- Kabailienė M. 2006. The development of the natural environment during the last 14000 years (Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14000 metų). Vilnius: Vilniaus Universiteto leidykla.
- Meyer M. 2003. Modelling Prognostic Coastline Scenarios for the Southern Baltic Sea. *Baltica*, 16, 21-30.
- Meyer M., Harff J. 2005. Modelling Palaeo Coastline Changes of the Baltic Sea. *Journal of Coastal Research*, 21(3), 598-609.
- Piličiauskas G. 2012. Lietuvos neolito ir ankstyvojo metalų laikotarpio chronologija naujų radiometrinų datų šviesoje. *Lietuvos archeologija*, 38, 11-52.
- Rosentau R., Meyer M., Harff J. et al. 2007. Relative Sea Level Change in the Baltic Sea since the Littorina Transgression. *Z. geol. Wiss.*, 35 ½, 3-16.
- Šečkus J. 2009. Study of the south-eastern Baltic Sea development applying geological modelling methods. Doctor dissertation. Vilnius: Vilnius University.
- Lietuvos geologijos tarnybos (LGT) Valstybinė informacinė sistema GEOLIS (www.lgt.lt).
- Veinbergs I., Savvaitov A., Stelle V. 1995. Deglaciation of the Last Ice Sheet and Development of the Late Glacial Basins in the Souteastern Part of the Baltic Sea. *Baltica*, 9, 51-56.

LIETUVOS AKVATORIJOS DUGNO BUVEINIŲ BIOLOGINĖ VALORIZACIJA

Andrius Šiaulys

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; andrius@corpi.ku.lt

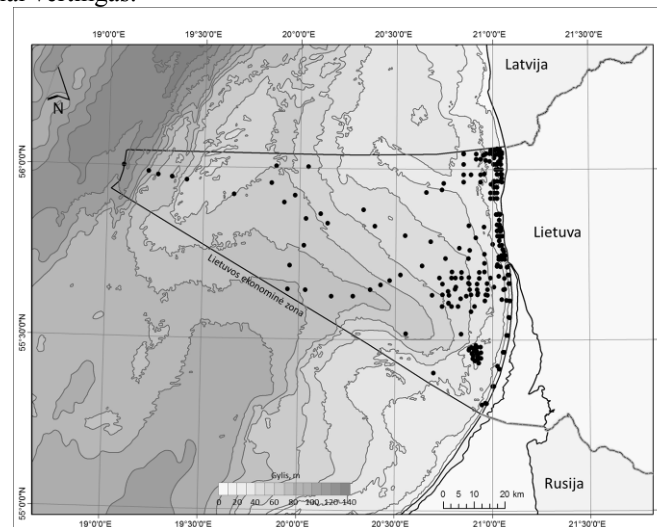
Įvadas

Ekosistemų teikiamų paslaugų vertinimas paprastai yra grindžiamas antropocentrinio požiūriu, o vertė yra išreiškiama socio-ekonominiiais rodikliais (Derous et al., 2007). Teritorijų valdymui reikia nustatyti saugotinas vertes ir saugomų rajonų nustatymo ekonomines išlaidas bei naudą, o tai rodo, kad ekosistemų paslaugų vertinimui praktikoje būtina tiek ekonominių, tiek ekologinių kriterijų (Rönnbäck et al., 2007). Biologinės valorizacijos metodika (Weslawski et al., 2009) siūlo kitą priėjimą, kai rūšis ar bendrija yra vertinama tik pagal jos funkcinę svarbą ekosistemoje, atsiirbojant nuo socio-ekonominės reikšmės. Šis metodas remiasi dvejomis prielaidomis: a) atskirų rūšių svarba arba vertė ekosistemoje nėra vienoda, b) tiriamo rajono vertė yra nustatoma pagal rūšinę įvairovę ir biomasę. Tokiu būdu ekosistema yra vertinama pagal bendrųjų charakteristikas ir atskirų rūšių svarbą ekosistemoje. Šio metodo galutinis produktas – biologinės valorizacijos žemėlapis, kuriame jūros dugnas yra rajonuojamas pagal dugno bendrųjų ekologinę vertę ekosistemoje.

Metodai ir medžiaga

Darbe yra taikoma Weslawski et al. (2009) metodika, todėl šiame straipsnyje pateikiama tik biologinės valorizacijos metodo santrauka. Pirmas žingsnis – tiriamo rajono bentoso biologinių charakteristikų (įvairovė, gausumas, biomasė) nustatymas ir dugno makrofaunos bendrųjų išskyrimas. Sekantis žingsnis – visoms tiriamo rajono dugno bestuburių rūšims priskirti ekologinę vertę. Kiekviena rūšis surenka tam tikrą balų skaičių, priklausomai nuo to, kokius kriterijus (iš viso 10) ji atitinka sudarytame klausimyne. Pvz., jeigu rūšis sukuria buveinę kitoms rūšims, ji gauna 3 balus, o jei ji dar yra ir reta rūšis, ir bioturbatorius, tai ji papildomai gauna atitinkamai 2 ir 1 balus. Kuo didesnis balų suminis skaičius, tuo rūšis turi didesnę ekologinę vertę. Tokiu būdu kiekviena rūšis daugiau ar mažiau prisideda prie visos bendrijos vertės. Trečias žingsnis – kiekvienam tyrimo taškui yra suteikiamas 3-12 balų įvertinimas pagal tris kriterijus: 1) 1-4 balo priklausomai nuo rūšių skaičiaus santykio tyrimo taške ir visame rajone, 2) 1-4 balo priklausomai nuo suminės rūšių ekologinės vertės santykio su didžiausią vertę turinčia bendrija, 3) 1-4 balo priklausomai nuo buveinės dydžio ir dažnumo (kuo mažesnė buveinė, tuo

didės balas). Papildomai įvedus korekciją pagal biomasę, galiausiai gaunamos tyrimo taškų biologinės vertės reikšmės nuo 1 iki 12, iš kurių, pritaikius rūšių pasiskirstymo modeliavimo metodus, gaunamas biologinės valorizacijos žemėlapis, kur balta spalva žymi vertingiausias buveines, o juoda – mažiausiai vertingas.



1 pav. Bentoso tyrimo stotys Lietuvos ekonominėje zonoje 1998-2010 m. laikotarpiu (batimetrija pagal Gelumbauskaitė, 2009).

Iš viso 640 makrozoobentos mėginių iš 224 tyrimo stočių 1998-2010 m. laikotarpiu buvo panaudota Lietuvos akvatorijos biologinei valorizacijai ir modeliavimui. Valorizacijos žemėlapiui gauti, buvo panaudotas atsitiktinių miškų (*random forests*) modeliavimo metodas. Priklausomas kintamasis – kiekvienai tyrimų stotčiai paskaičiuota ekologinė vertė (nuo 1 iki 12), nepriklausomi kintamieji – Secchi disko gylis, nuosėdų tipas, bangų generuojamas orbitinis greitis, priedugnio deguonies koncentracija, priedugnio srovės greitis, dugno reljefas. Išsamus modeliavimo procedūros aprašymas Šiaulys et al. (2012) ir Šiaulys, Bučas (2012).

Rezultatai

Tyrimų rajone išskirta 9 makrozoobentos ir 1 makrofitobentos bendrijos (1 lent.), dvi akmenuotame dugne, aštuonios – smėlėtame. Didžiausią ekologinę vertę nustatyta raudondumblio šakotojo banguolio *Furcellaria lumbricalis* bendrija, kuri surinko maksimalų balų skaičių pagal bendrijos rūšių ekologinę vertę, buveinės dydį ir rūšinę įvairovę. Didelė vertė (7-8 balai) nustatyta

dvigeldžių moliuskų bendrijoms, taip pat daugiašerės kirmėlės *Marenzelleria neglecta* ir šoniplaukos *Bathyporeia pilosa* bendrijai. Mažiausios vertės (4-6 balai) bendrijos – daugiašerių kirmėlių *Hediste diversicolor*, *Pygospio elegans*, *Bylgides sarsi* ir šoniplaukų *Pontoporeia sp.*

1 lentelė

Bendrijų ekologinė vertė (3-12 balai) ir trys jos dedamosios (1-4 balai)

Bendrija	Rūšių ekologinė vertė	Buveinės dydis	Rūšinė įvairovė	Bendrijų vertė
Furcellaria	4	4	4	12
Cerastoderma	2	4	2	8
Macoma	3	1	4	8
Mytilus/Balanus	3	2	3	8
Marenzelleria/Bathyporeia	2	4	2	8
Mya	2	3	2	7
Hediste	2	2	2	6
Pygospio	2	2	2	6
Pontoporeia	1	3	1	5
Bylgides	1	2	1	4

Reikia pastebėti, kad 1 lentelėje nurodytos maksimalios bendrijų vertės, kurias bendrija įgautų, jeigu tenkintų optimalios būklės kriterijus (ne mažiau 75 % rūšių skaičiaus ir biomasės lyginant su daugiausia rūšių ir didžiausią biomasę turinčiu bendrijos tyrimo tašku).

2 lentelė

Bendrijų būklės kriterijai (viršutinė eilutė) ir ekologinės vertės balai (apatinė eilutė)

Bendrija	Max Vertė	Rūšių įvairovė, n m ⁻²				Biomasė, g m ⁻²			
		Optimali	Gera	Vidut.	Prasta	Optimali	Gera	Vidutinė	Prasta
Furcellaria	12	> 14 12	10-13 9	5-9 6	< 4 3	> 4500 12	3000-4500 9	1500-3000 6	< 1500 3
Cerastoderma	8	> 9 8	6-8 6	3-5 4	< 2 2	> 45 8	30-45 6	15-30 4	< 15 2
Macoma	8	> 11 8	8-10 6	4-7 4	< 3 2	> 225 8	150-225 6	75-150 4	< 75 2
Mytilus/Balanus	8	> 11 8	8-10 6	4-7 4	< 3 2	> 6000 8	3000-6000 6	1500-3000 4	< 1500 2
Marenzelleria/Bathyporeia	8	> 7 8	5-6 6	3-4 4	< 2 2	> 65 8	45-65 6	22-45 4	< 22 2
Mya	7	> 8 7	6-7 5.25	3-5 3.5	< 2 1.75	> 150 7	100-150 5.25	50-100 3.5	< 50 1.75
Hediste	6	> 6 6	4-5 4.5	2-3 3	1 1.5	> 13 6	9-13 4.5	4.5-9 3	< 4.5 1.5
Pygospio	6	> 5 6	3-4 4.5	2 3	1 1.5	> 0.75 6	0.5-0.75 4.5	0.25-0.5 3	< 0.25 1.5
Pontoporeia	5	> 4 5	3 3.75	2 2.5	1 1.25	> 1.5 5	1-1.5 3.75	0.5-1 2.5	< 0.5 1.25
Bylgides	4	3 4	2 3	1 2	0 1	> 0.2 4	0.15-0.2 3	0.07-0.15 2	< 0.07 1

Jeigu tyrimų taškas tenkina geros, vidutinės ar prastos bendrijos būklės kriterijus, jos ekologinės vertės balas atitinkamai mažėja. Bendrijų būklės kriterijai ir ekologinės vertės balai pateikti 2 lentelėje.

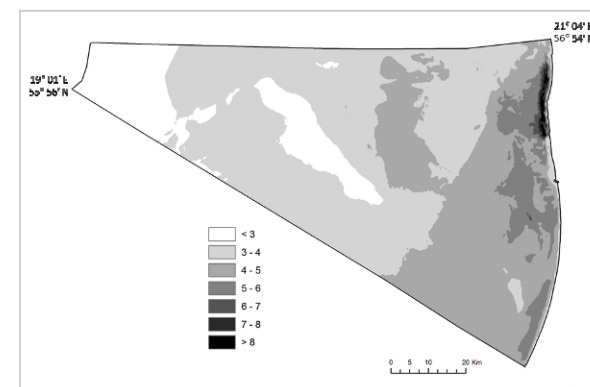
Biologinės valorizacijos modeliui svarbiausi nepriklausomi kintamieji buvo Secchi disko gylis, nuosėdų tipas, bangų generuojamas orbitinis greitis ir priedugnio deguonies koncentracija, šiek tiek mažiau svarbus buvo priedugnio srovės greitis (3 lent.). Dugno reljefo charakteristikos modeliui teigiamos įtakos neturėjo. Modelio validacijos rezultatai buvo geri. Koreliacija tarp prognozuotų ir realių valorizacijos reikšmių buvo stipri ($r=0.73$) ir statistiškai patikima ($p < 0.001$). Vidutinė absoliuti paklaida buvo 1.07 balo.

3 lentelė

Atskirų nepriklausomų kintamųjų įtaka biologinės valorizacijos modeliui

Nepriklausomi kintamieji	%IncMSE
Secchi disko gylis	25.46
Nuosėdų tipas	24.02
Bangų generuojamas orbitinis greitis	23.01
Priedugnio deguonies koncentracija	22.59
Priedugnio srovės greitis	15.98
Dugno šlaitas	-2.8
Dugno išlinkis	-3.43

Kaip matyti iš Lietuvos akvatorijos biologinės valorizacijos žemėlapiu (2 pav.), didžiausia ekologinė vertė nustatyta šiaurinei akmenuoto dugno priekrantei, kur aptinkama šakotojo banguolio sąžalynai (Bučas et al., 2009).



2 pav. Lietuvos akvatorijos biologinė valorizacija. Aukštesnis balas žymi didesnę ekologinę vertę.

Taip pat didesnės vertės teritorijos išskiriamos tiek smėlėtame (*Cerastoderma lamarcki* ir *Macoma balthica* bendrijos), tiek akmenuotame

dugne (midijų ir jūrų gilių bendrija) 10-30 m. gyliuose. Mažiausiai vertingos teritorijoms priskirta giliausia akvatorijos dalis žemiau haloklino, kur sutinkamos tik skurdžiausios *Bylgides sarsi* ir *Pontoporeia sp.* bendrijos.

Literatūra

- Bučas M., Daunys D., Olenin S. 2009. Recent distribution and stock assessment of the red alga *Furcellaria lumbricalis* on an exposed Baltic Sea coast: combined use of field survey and modelling methods, *Oceanologia*, 51 (3), 1–19.
- Derous S., Agardy T., Hillewaert H. et al. 2007. A concept for biological valuation in the marine environment, *Oceanologia*, 49 (1), 99–128.
- Gelumbauskaitė L.Ž. 2009. Character of sea level changes in the subsiding South-Eastern Baltic Sea during Late Quaternary. *Baltica* 22 (1), 23–36.
- Rönnbäck P., Kautsky N., Pihl L. et al. 2007. Ecosystem Goods and Services from Swedish Coastal Habitats: Identification, Valuation, and Implications of Ecosystem Shifts. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36(7):534-544.
- Šiaulys A., Daunys D., Bučas M., Bacevičius E. 2012. Mapping an ecosystem service: A quantitative approach to derive fish feeding ground maps. *Oceanologia*, 54, 3, 491-505.
- Šiaulys A., Bučas M. 2012. Species distribution modelling of benthic invertebrates, south-eastern Baltic Sea. *BALTICA*, 25, 2, 163-170.
- Węśławski J.M., Warzocha J., Wiktor J. et al. 2009. Biological valorisation of the southern Baltic Sea (Polish Exclusive Economic Zone), *Oceanologia*, 51 (3), 415–435.

ALELOPATINIS VANDENS AUGALO *MYRIOPHYLLUM SPICATUM* POVEIKIS TOKSINĖMS IR NETOKSINĖMS *MICROCYSTIS AERUGINOSA* MELSVABAKTERĖMS

Algirdas Švanys^{1,2}, Falk Eigemann², Aurelija Ivanauskaitė^{2,3},
Berta Ortiz Crespo^{2,4}, Paškauskas Ričardas^{1,5}, Hans-Peter
Grossart^{2,6}, Sabine Hilt²

¹Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ²Leibnico gėlujų vandenu ir žuvininkystės tyrimų institutas, Berlynas, Vokietija; ³Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Biologijos katedra, Klaipėda; ⁴Valencijos universiteto Gamtos mokslų fakulteto Biologijos katedra, Valencija, Ispanija; ⁵Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas, Vilnius; ⁶Potsdamo universiteto Biochemijos ir biologijos institutas Potsdamas, Vokietija; algirdas.svanys@corp.ku.lt

Vandens augalai padeda palaikyti skaidrią vandens būseną ir neleidžia formuotis toksiniams melsvabakterių vandens žydėjimams sekliuose vandens telkiniuose (Scheffer et al. 1993, Hilt and Gross, 2008). Daug mechanizmų veikia šioje makrofitų-melsvabakterių konkurencinėje kovoje: makrofitai ir melsvabakterės konkuruoja dėl šviesos ir maisto medžiagų, makrofitai gali suteikti prieglobstį melsvabakterėms mintančiam zooplanktonui nuo žuvų išėdimo, mažinti vandens maišymąsi ir didinti melsvabakterių sedimentaciją, taip pat makrofitai geba į aplinką išskirti alelopatiškai aktyvias medžiagas, gebančias neigiamai veikti melsvabakterių augimą (apžvelgta van Donk and van de Bund 2002). Yra parodyta, jog alelopatiškai aktyvių vandens augalų išskiriamos alelopatiškai aktyvios medžiagos slopina plačiai pasaulyje paplitusių toksinių melsvabakterių *Microcystis aeruginosa* augimą (Mulderij et al. 2005; Liu et al. 2007; Gross et al. 2007), kas suteikia prielaidą alelochemikalus panaudoti kovai su toksiniais *M. aeruginosa* keliamais vandens žydėjimais (Nakai et al. 1999; Zhang et al. 2010; Chen et al. 2012). Tačiau ar laboratoriniai alelopatijos tyrimai su atskiromis *M. aeruginosa* kultūromis gali būti lengvai ekstrapoliuojami į žymiai kompleksiškesnes natūralių ekosistemų sąlygas nėra aišku (Chang et al. 2012). Taip pat nėra aišku ar *M. aeruginosa* alelopatinė inhibicija yra priklausoma nuo *M. aeruginosa* kultūros geografinės kilmės ar jos toksiskumo. Atsižvelgiant į tai, šio darbo tikslas buvo įvertinti vieno iš alelopatiškai aktyviausio Eurazijos vandens augalo *Myriophyllum spicatum* poveikį toksinėms ir netoksinėms *M. aeruginosa* melsvabakterėms ir patikrinti dvi hipotezes: 1) *M. spicatum* poveikis *M. aeruginosa* melsvabakterėms yra priklausomas nuo jų toksiskumo ir geografinės prigimties; 2) toksinių ir

netoksinių *M. aeruginosa* sąveika gali paveikti *M. spicatum* inhibuojamąjį poveikį *M. aeruginosa* melsvabakterėms.

Norint įgyvendinti keliamus tikslus ir patikrinti hipotezes buvo atlikti dviejų tipų eksperimentai: 1) natūralių sąlygų koegzistenciniai *M. spicatum* ir natūralaus Kuršių marių fitoplanktono 13 dienų trukmės eksperimentas 85 litrų mezokosmuose, kurių metu analizuoti toksinių ir netoksinių *M. aeruginosa* melsvabakterių kiekiai, ir 2) 3 dienų trukmės kontroliuojamo apšviestumo ($80 \mu\text{mol fotonų m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 12:12 h šviesos:tamsos cikle) ir pastovios temperatūros (22°C) laboratoriniai eksperimentai su pavienėmis plataus geografinio paplitimo toksinėmis ir netoksinėmis *M. aeruginosa* kultūromis ir jų mišiniais pridodant įvairias koncentracijas dirbtinio *M. spicatum* alelochemikalo tanio rūgšties ir eksperimento pabaigoje matuojant *M. aeruginosa* augimo greitį ir fotosintetinį aktyvumą.

Skirtingai nei Mulderij et al. 2005 ir Liu et al. 2007, kurie atrado, kad mikrocystinus produkuojančios *M. aeruginosa* melsvabakterės buvo alelopatiškai labiau inhibuojamos negu mikrocystinų neprodukuojančios *M. aeruginosa* melsvabakterės, šio tyrimo pavienių *M. aeruginosa* kultūrų laboratorinių eksperimentų rezultatai rodo, kad *M. aeruginosa* alelopatinė inhibicija nebuvo reikšmingai priklausoma nuo *M. aeruginosa* toksiškumo, o taip pat geografinės kilmės naudojant 1 mg/l, 5 mg/l, 20 mg/l tanio rūgšties koncentracijas. Mezokosmų eksperimente taip pat reikšmingo skirtumo tarp toksinių ir netoksinių *M. aeruginosa* inhibicijos nebuvo rasta. Tai verčia manyti, kad *M. spicatum* alelopatinis poveikis *M. aeruginosa* yra labiau *M. aeruginosa* kultūrai specifiškas, negu priklausomas nuo jų gebėjimo sintetinti toksinus ar geografinės prigimties. Pirmieji rezultatai su toksinių ir netoksinių *M. aeruginosa* kultūrų mišiniais rodo, kad inhibuojamasis alelopatinis poveikis toksinių ir netoksinių *M. aeruginosa* kultūrų mišiniuose pranyko nors pavienės toksinės ir netoksinės *M. aeruginosa* buvo reikšmingai inhibuotos. Reikalinga daugiau tyrimų su melsvabakterių ir fitoplanktono kultūrų mišiniais norint gauti rezultatus labiau ekstrapoliuotinus į kompleksiškas ekosistemos sąlygas.

Literatūra

- Chang X., Eigemann F., Hilt S. 2012. Do macrophytes support harmful cyanobacteria? Interactions with a green alga reverse the inhibiting effects of macrophyte allelochemicals on *Microcystis aeruginosa*. *Harmful Algae* 19. p. 76–84.
- Chen J., Zhang H., Han Z. et al. 2012. The influence of aquatic macrophytes on *Microcystis aeruginosa* growth. *Ecological Engineering* 42, p. 130-133.
- Gross E.M., Hilt S., Lombardo P. et al. 2007. Searching for allelopathic effects of submerged macrophytes on phytoplankton - state of the art and open questions. *Hydrobiologia* 584. p. 77–88.
- Hilt S., Gross E.M. Can allelopathically active submerged macrophytes stabilise clear-water states in shallow lakes? *Basic and Applied Ecology* 9. p. 422–432.

- Liu B.Y., Jiang P., Zhou A.E. et al. 2007. Effect of pyrogallol on the growth and pigment content of cyanobacteria-blooming toxic and nontoxic *Microcystis aeruginosa*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 78. p. 499–502.
- Mulderij G., Mooij W.M. Smolders A.J.P. et al. 2005. Allelopathic inhibition of phytoplankton by exudates from *Stratiotes aloides*. *Aquatic Botany* 82. p. 284–296.
- Nakai S., Inoue Y., Hosomi M. et al. 1999. Growth inhibition of blue-green algae by allelopathic effects of macrophytes. *Water Science and Technology* 39, p. 47–53.
- Scheffer M., Hopper S.H., Meijer M.L. et al. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution* 8. p. 275–279.
- Van Donk E., Van de Bund W.J. Impact of submerged macrophytes including phyto and zooplankton communities: Allelopathy versus other mechanisms. *Aquatic Botany* 72. p. 261–274.
- Zhang C. Zheng Y., Hu W. et al. 2010. The allelopathy and allelopathic mechanism of phenolic acids on toxic *Microcystis aeruginosa*. *Journal of Applied Phycology* 22. p. 71–77.

GEOCHEMINIAI GRADIENTAI JUODKRANTĖS KORMORANŲ KOLONIJOS PUŠŲ VIRTUOLIŲ MEDIENOJE

**Ričardas Taraškevičius, Reda Iršėnaitė, Jurga Motiejūnaitė,
Rimantė Zinkutė, Gražina Adamonytė, Mindaugas Dagys**

Gamtos tyrimų centras, Vilnius; taraskevicius@geo.lt

Nuo 2010 Juodkrantėje, finansuojant LMT (LEK-03/2012), vykdomas įvairiapusis kormoranų kolonijos poveikio pamario miško ekosistemai tyrimas. Tyrimo objekto apibūdinimas ir kai kurie tyrimų rezultatai yra pateikti mokslinėje literatūroje (Adamonytė ir kt., spaudoje), dalis jų buvo pristatyta konferencijose (Motiejūnaitė ir kt., 2012a, 2012b, 2012c).

Viena iš šių įvairiapusių tyrimų sudedamųjų dalių yra kormoranų kolonijos aplinkos pedogeocheminiai ir biogeocheminiai tyrimai. Tyrimų vietovė yra padalinta į 7 potencialiai skirtingo kormoranų poveikio zonas (G, E, D, C, B, A, F), iš kurių A ir B zonos buvo veikiamos ilgiausiai. Jose susiformavo nebūdingos įprastam Juodkrantės miškui ekosistemos.

Tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas – pasinaudojant rentgeno fluorescencinės analizės spektrometru Spectro XEPOS, ištirti Juodkrantės kormoranų kolonijos B zonoje yrančių pušų virtuolių medienos skerspjuvio geocheminės sudėties pokyčių tendencijas ir identifikuoti kaičių cheminių elementų aibę, ieškant svarbesnių veiksnų galimiems ekosistemos pokyčiams.

Tikslo realizavimui buvo užsibrėžti uždaviniai:

- pasinaudojant akumulatoriniais gręžtuvais paimti medienos ėminius iš ne mažiau negu trijų nuvirtusių pušų kamienų, ėminius surenkant iš trijų skirtingų gylio intervalų (0-5 cm, 5-10 cm ir 10-15 cm) atskirai iš gulinčio kamieno viršutinės dalies ir atskirai iš abiejų jo šonų;
- iš kiekvieno ėminio suformuoti po tris dalinius ėminius, siekiant ištirti analizės neapibrėžtį,
- rentgeno fluorescencinės analizės spektrometru Spectro XEPOS, taikant jame įdiegtą bazinę TurboQuant-Pellets metodiką, nustatyti visų įmanomų cheminių elementų rentgeno fluorescencijos normalizuoto intensyvumo vertes;
- išrikiuoti cheminius elementus pagal jų analizės neapibrėžties įverčius;
- palyginti tarpusavyje galimas cheminių elementų sankaupas gulinčių kamienų viršutinėje dalyje ir šoninėse dalyse;

- palyginti tarpusavyje galimas cheminių elementų sankaupas kamienu skerspjuvio paviršinėse dalyse (0-5 cm ir 5-10 cm gylyje) su esančiomis šerdyje (10-15 cm gylyje).

Tyrimo objektas ir metodika

2012 metų rudenį tyrimams buvo parinkti 4 pušų virtuoliai B1, B2, B3 ir B4, numatyti mikologiniams tyrimams. Jų medienos ėminiai buvo renkami tokiais žemiau aprašytomis veiksnių sekomis. Pirmąja veiksnių seka kiekvieno jų viršutinėje (esančioje aukščiausiai nuo žemės paviršiaus) gulinčio kamieno dalyje kas 40-50 cm, pradedant nuo drūtgčio iki stiebo dalies, kurios skersmuo ne mažesnis negu 25-30 cm, buvo išgręžiama iki 5 cm gylio ir paimamas medienos dalinis ėminys. Nei vienu atveju bendras dalinių ėminių skaičius nebuvo mažesnis negu 10. Visi daliniai ėminiai buvo sudedami į vieną polietileningą talpą. Analogiškai, kas 40-50 cm, pradedant nuo drūtgčio, abiejose kamieno šoninėse dalyse taip pat buvo išgręžiama iki 5 cm gylio. Visi šoninėse dalyse surinkti daliniai ėminiai taip pat buvo sudedami į vieną polietileningą talpą. Antrąja veiksnių seka viršutinėje kamienu dalyje jau esančiose 5 cm erdmėse buvo išgręžiama iki 10 cm gylio, visus ėminius surenkant į vieną visumą. Tokie patys veiksmai buvo atliekami šoninėse dalyse. Trečios veiksnių sekos metu jau esančiose 10 cm gylio erdmėse buvo išgręžiama iki 15 cm gylio ir pagal aprašytas anksčiau procedūras surenkami dar du sudėtiniai ėminiai: vienas iš viršutinės nuvirtusio kamieno dalies, kitas – iš šoninių dalių. Bendras tokiu būdu paimtų ėminių skaičius sudarė 22 vienetus (iš kamienu B3 ir B4 ėminiai 10-15 cm gylyje buvo paimti tik iš šoninių dalių, nes išsikrovė akumulatoriai).

Gamtos tyrimų centro Geoaplinkos tyrimų laboratorijos Geochemijos sektoriuje ėminiai buvo išdžiovinami iki orausių ir homogenizuojami sumaišant sudėtinio ėminio turinį. Vėliau iš kiekvieno ėminio homogenizuotos masės atsitiktiniu būdu buvo paimami trys daliniai bandiniai i_1 , i_2 , i_3 , kiekvienas po 5 gramus. Daliniai bandiniai buvo sumalami malūnu MM400, panaudojant iš cirkonio oksido pagamintas malimo talpas ir guolius. Kiekvieno sumalto dalinio bandinio buvo pasveriami po 2 gramus ir, sumaišius su 0,45 gramais specialaus vaško, pagaminamas mišinys. Vėliau mišinys buvo homogenizuojamas vartant jį vartyklėje 16 valandų. Po to vienalytė homogeniška masė buvo suspaudžiama į 20 mm skersmens tabletes 25 tonų galios presu PP25.

Tabletės buvo patalpinamos į jas prilaikančias savos gamybos talpas atviru dugnu ir, švitinant tablečių dugną rentgeno spinduliais iš apačios, rentgeno fluorescencinės analizės spektrometru Spectro Xepos (Spectral Solutions, Vokietija) buvo matuojamas Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba,

Ta, W, Hg, Tl, Pb, Bi ir Th rentgeno fluorescencinės spinduliuotės normalizuotas intensyvumas.

Cheminio elemento koncentracija C_i , išreikšta mg/kg, yra apskaičiuojama pagal grynąjį intensyvumą (net intensity) I_i pagal formulę. $C_i = (a_{i,0} + a_{i,1} \cdot I_i) \cdot M$, kur $a_{i,0}, a_{i,1}$ yra kalibravimo kreivės koeficientai, o M yra matricos poveikį koreguojantis daugiklis. Analogiškos formulės sieja cheminio elemento kiekį su normalizuotu intensyvumu.

Cheminių elementų rentgeno fluorescencinės spinduliuotės normalizuotų intensyvumų neapibrėžtis buvo išreikšta variacijos koeficientais VK (procentais) ir apskaičiuota kiekvieno i-ojo ėminio trijų dalinių bandinių i1, i2, i3 normalizuotiems intensyvumams $NI_{i1}, NI_{i2}, NI_{i3}$, taikant formulę:

$$VK_i = \frac{STDEV(NI_{i1}, NI_{i2}, NI_{i3})}{AVERAGE(NI_{i1}, NI_{i2}, NI_{i3})} \cdot 100,$$

kur STDEV reiškia standartinį nuokrypį, o AVERAGE – vidurkį. Vidurkiniai VK_{22} buvo apskaičiuoti pasitelkus visų 22 ėminių VK_i .

Rezultatai ir jų aptarimas

Mažesniu negu 20% variacijos koeficientu VK_{22} pasižymi 22 cheminiai elementai: Ca, P, S, Mn, K, Sr, Mg, Fe, Na, Zn, Ni, Rb, Cl, Sn, Al, Y, Br, Cr, Mo, Si, W ir Th (1 lentelė). Iš jų stabiliausi, pasižymintys mažiausiu variacijos koeficientu, neviršijančiu 5%, yra Ca, P, S, Mn, K, Sr, Mg, Fe ir Na. 10% taip pat neviršija Zn, Ni, Rb ir Cl.

1 lentelė

Cheminių elementų fluorescencinės rentgeno spinduliuotės normalizuotų intensyvumų variacijos koeficientai

	Ca	P	S	Mn	K	Sr	Mg	Fe	Na	Zn	Ni	Rb	Cl
VK_{22}	1,5	1,7	1,8	2,2	2,4	3,5	3,8	4,7	4,9	6,1	7,9	8,8	9,7
	Sn	Al	Y	Br	Cr	Mo	Si	W	Th	Co	Cu	Cd	Pb
VK_{22}	11	11	13	13	13	14	16	19	19	31	32	35	36
	Sb	Ta	V	Hf	Nb	Tl	Se	Te	Ti	I	Ag	Zr	Bi
VK_{22}	39	47	54	66	85	97	97	101	105	126	137	150	160
	Ba	Hg	As	Cs	Ga	Ge	Ce						
VK_{22}	166	220	231	231	231	231	231						

Jiems ir dar dviems įdomiems geocheminiu atžvilgiu cheminiams elementams Cu bei Pb ir buvo palyginti tarpusavyje normalizuoti intensyvumai gulinčių kamienų viršutinėje dalyje ir normalizuoti intensyvumai šoninėse dalyse. Normalizuotų intensyvumų santykiai, išrikiavus cheminius elementus pagal VK_{22} , yra pateikiami 2 lentelėje. Gautųjų santykių analizė rodo, kad daugumai cheminių elementų jų sankaupos kamienų viršuje ir šonuose nesiskiria, tiek esant 0-5 cm gyliui, tiek ir 5-10 cm gyliui. Tik Fe, Si, Cu 0-5 cm medienos gylyje pasižymi didesnėmis negu 1,3 karto sankaupomis kamienų

viršuje lyginant su šonine dalimi. Jei litofilinė prigimtimi galima bandyti paaiškinti Fe ir Si didesnes sankaupas (susijusias su galimai susikaupusiomis dirvožemio dulkėmis), tai Cu padidėjimui paaiškinti hipotezės šiuo metu dar neturime. Kiek didesnis geležies kiekis yra aptinkamas ir giliau esančioje medienoje – 5-10 cm ir 10-15 cm gyliuose.

2 lentelė

Santykiai tarp cheminių elementų fluorescencinės rentgeno spinduliuotės normalizuotų intensyvumų (NI) virtuolių pušų kamienų medienos viršuje ir šonuose

		Medienos ėminių paėmimo vietos (medienos sluoksniai) ir santykių NI reikšmės												
		0-5 cm gylys					5-10 cm gylys					10-15 cm gylys		
EL	VK ₂₂	B1	B2	B3	B4	vid	B1	B2	B3	B4	vid	B1	B2	vid
Ca	1,5	1,1	0,8	0,9	0,8	0,90	0,9	1,2	0,8	1,1	1,01	0,9	1,0	0,99
P	1,7	1,1	0,9	0,8	0,8	0,91	1,3	1,2	0,6	0,7	0,94	0,9	1,4	1,13
S	1,8	1,2	0,9	0,8	0,7	0,89	1,0	1,2	0,5	0,9	0,89	0,9	1,2	1,01
Mn	2,2	1,2	0,8	1,0	0,7	0,90	1,0	1,2	0,8	1,6	1,17	0,9	1,0	0,98
K	2,4	1,2	1,0	1,1	0,7	1,01	1,1	1,0	0,7	1,0	0,94	0,8	1,0	0,91
Sr	3,5	1,1	0,9	1,0	0,9	0,99	1,0	1,1	0,9	1,0	1,00	1,1	1,0	1,04
Mg	3,8	1,1	0,8	1,0	0,7	0,91	1,0	1,1	0,9	1,2	1,07	0,8	0,9	0,87
Fe	4,7	2,8	1,2	1,2	0,9	1,53	2,4	1,3	0,8	0,9	1,34	1,6	1,7	1,66
Na	4,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,97	1,0	1,0	0,9	1,0	0,99	1,0	1,0	1,00
Zn	6,1	1,0	0,8	0,8	0,7	0,82	1,0	1,0	0,9	1,1	1,00	1,0	1,0	0,99
Ni	7,9	1,1	0,9	1,0	1,0	1,01	1,0	0,9	1,0	0,9	0,95	1,0	1,0	1,01
Rb	8,8	1,1	0,8	1,0	0,9	0,96	1,0	0,9	0,9	1,0	0,93	0,9	1,0	0,98
Cl	10	1,2	0,8	0,9	0,7	0,91	1,2	1,5	0,7	1,2	1,12	1,0	1,1	1,02
Sn	11	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,0	1,1	0,9	0,9	0,98	0,8	0,9	0,85
Al	11	1,2	0,8	1,1	1,1	1,05	0,9	0,9	0,9	0,8	0,87	0,9	1,0	0,94
Y	13	0,9	0,7	1,0	1,2	0,95	1,1	0,8	0,9	0,9	0,91	0,9	1,0	0,96
Br	13	1,2	1,0	0,9	0,7	0,94	0,9	1,2	0,8	1,0	0,97	0,8	0,9	0,83
Cr	13	0,8	1,0	1,1	1,2	1,01	1,2	0,8	1,2	1,0	1,06	1,1	1,2	1,14
Mo	14	0,8	1,0	0,8	1,0	0,89	1,4	0,9	1,1	1,0	1,10	1,4	0,8	1,10
Si	16	1,5	0,6	1,1	7,8	2,75	0,9	0,6	0,8	0,1	0,62	0,9	1,1	1,04
W	19	1,4	0,9	1,1	1,3	1,18	1,0	0,9	1,8	0,7	1,09	1,2	1,1	1,14
Th	19	1,0	0,7	1,3	0,9	0,95	1,0	0,7	1,3	0,9	0,99	1,1	1,1	1,09
Cu	32	1,6	1,3	0,7	2,4	1,50	1,1	1,2	1,2	1,1	1,15	1,0	0,8	0,86
Pb	36	1,1	0,7	1,1	1,5	1,10	0,9	0,9	1,2	0,9	0,95	1,0	1,4	1,20

Santrompos: EL – cheminis elementas, VK – rentgeno fluorescencijos spinduliuočių normalizuotų intensyvumų, tiriant tris dalinius bandinius, verčių variacijos koeficientų vidurkis, B1, B2, B3, B4 – tyrimo vietos (virtuolių kamienai), vid – išmatuotų normalizuotų intensyvumų verčių medienos viršuje ir šonuose vidurkių santykis.

Esant tokiems nežymiems skirtumams, daugumai elementų jų normalizuotų intensyvumų vertės, nustatytos kiekvieno tyrimų intervalo viršutinėse ir šoninėse dalyse, buvo apjungtos į vieną, suvidurkinant tam intervalui. Po to išmatuotosios 0-5 cm gylyje vertės buvo palygintos su išmatuotomis 10-15 cm gylyje (3 lentelė). Savo ruožtu išmatuotosios 5-10 cm gylyje vertės buvo palygintos su išmatuotomis 10-15 cm gylyje. Taip pat buvo palygintos tarpusavyje 0-10 cm ir 10-15 cm gyliuose išmatuotosios vertės.

Aptikta, kad 0-5 cm gylio medienoje S ir P kiekiai net 4 kartus viršija jų kiekį kamienų 10-15 cm gylyje. Didesnėmis negu 1,5 karto sankaupomis 0-5 cm

gylyje negu 10-15 cm gylyje taip pat pasižymi Br, K, Cl ir Si, o didesnėmis negu 1,2 karto – Ca, Mg, Sr, Cu ir Rb.

Didesni negu vidurinėje medienos dalyje (10-15 cm gylyje) šių cheminių elementų kiekiai yra aptinkami ir 5-10 cm ruože.

3 lentelė

Cheminių elementų rentgeno fluorescencijos spinduliuotės normalizuotų intensyvumų santykių vertės kormoranų kolonijos virtuolių pušų kamienų medienos skirtingame gylyje

EL	Normalizuotų intensyvumų vidurkiai (tyrimų vietos intervalas, cm)			Verčių santykis		
	(0-5)	(5-10)	(10-15)	(0-5 cm)/ (10-15 cm)	(5-10 cm)/ (10-15 cm)	(0-10 cm)/ (10-15 cm)
S	792	391	195	4,07	2,01	3,04
P	411	188	100	4,09	1,87	2,98
Br	35	20	11	3,17	1,84	2,51
K	83	55	32	2,57	1,72	2,15
Cl	693	472	389	1,78	1,21	1,50
Si	50	35	29	1,71	1,21	1,46
Ca	229	187	162	1,42	1,15	1,29
Mg	12	11	9	1,24	1,17	1,21
Sr	97	89	81	1,19	1,09	1,14
Cu	5,8	5	4,7	1,22	1,06	1,14
Rb	24	21	20	1,21	1,06	1,14
Sn	15	16	14	1,03	1,10	1,07
Al	10	8,8	9	1,09	0,98	1,04
Fe	59	83	70	0,85	1,19	1,02
Mo	4,5	4,7	4,5	1,00	1,04	1,02
Na	13	13	13	1,03	0,99	1,01
Th	11	12	12	0,97	1,05	1,01
Ni	7	8	8	0,96	0,99	0,98
Cr	4,8	5	5	0,96	0,99	0,98
Y	69	74	78	0,89	0,95	0,92
W	3,9	3,7	4,2	0,94	0,88	0,91
Mn	40	53	53	0,75	1,00	0,88
Pb	4,7	4,7	5,4	0,87	0,87	0,87
Zn	47	58	64	0,73	0,91	0,82

Paiškinimai. EL – cheminis elementas. Rentgeno fluorescencinės spinduliuotės normalizuotų intensyvumų santykių reikšmės: (0-5 cm)/(10-15 cm) – palyginant 0-5 cm ir 10-15 cm medienos gylių intervalus; (5-10 cm)/(10-15 cm) palyginant 5-10 cm ir 10-15 cm medienos gylių intervalus, (0-10 cm)/(10-15 cm) – palyginant 0-10 cm ir 10-15 cm medienos gylių intervalus.

Apibendrinimas

Elementų, ypač susijusių su kormoranų poveikiu (P, Ca, S) didelio kiekio susikaupimas medienos paviršiuje suponuoja hipotezę, kad kormoranų kolonijos teritorijoje esančios stambios negyvos medienos ardymui daroma stipri įtaka, daugiausia tų grybų sąskaita, kurių grybiena vystosi medienos paviršiuje ar

viršutiniuose sluoksniuose, nes vidinės stambiosios medienos dalies nepasiekia dideli ornitogeninių elementų kiekiai.

Literatūra

- Adamonytė G., Iršėnaitė R., Motiejūnaitė J., Matulevičiūtė D., Taraškevičius R. Spaudoje. Myxomycetes in a forest affected by great cormorant colony: a case study in Western Lithuania. Fungal Diversity, DOI: 10.1007/s13225-012-0203-8.
- Motiejūnaitė J., Adamonytė G., Dagys M. et al. 2012a. Lichens in hypertrophicated environment – forest affected by great cormorant colony. The 7th IAL Symposium 2012. Lichens: from genome to ecosystems in the changing world. 9th-13th January 2012, Bangkok, Thailand. Book of Abstracts. p. 178.
- Motiejūnaitė J., Adamonytė G., Dagys M. et al. 2012b. Forest under impact of cormorant colony – plants, fungi, lichens, soil microorganisms and microarthropods. Joint International Conference “Biological reactions of Forests to Climate Change and Air Pollution” organized by IUFRO Research Group 7.01.00, COST Action FP 0903, ENVeurope Project, ICP Integrated Monitoring Programme, North American Air Pollution Workshop, European Long-Term Ecosystem Research Network. Abstracts and Programme. 18th-27th May 2012, Kaunas, Lithuania, Aleksandras Stulginskis University. Book of Abstracts, p. 252.
- Motiejūnaitė J., Matulevičiūtė D., Kutorga E. et al. 2012c. Invasive species facilitate spread and establishment of other alien species – case of great cormorants. NEOBIOTA 2012. 7th European Conference on Invasive Alien Species. Pontevedra, 12-14 September. Abstracts. p. 167.

CISOCUR - NUMERICAL MODELING OF HYDRODYNAMIC CIRCULATION IN THE CURONIAN LAGOON BASED ON STABLE CARBON ISOTOPES

Georg Umgiesser^{1,2}, Artūras Razinkovas-Baziukas¹,
Rūta Barisevičiūtė^{1,4}, Dalia Baziukė^{1,5}, Ali Ertürk^{1,3},
Jovita Gasiūnaitė¹, Saulius Gulbinkas¹, Irma Lubienė¹,
Jurgita Maračkinaite¹, Jolita Petkuvienė¹, Renata Pilkaitytė¹,
Tomas Ruginis¹, Petras Zemlys¹, and Mindaugas Žilius¹

¹Coastal Research and Planning Institute, Klaipeda University, Klaipeda;

²ISMAR-CNR, Venezia, Italy; ³Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey;

⁴Center for Physical Sciences and Technology, Vilnius; ⁵Department of Computer Sciences, Klaipeda University, Klaipeda;
georg.umgiesser@corpi.ku.lt

Introduction

The spatial pattern of the hydrodynamic circulation of the Curonian lagoon, the largest European coastal lagoon, is still little understood. In absence of automatic current registration data all the existing models relied mostly on such data as water levels leaving high level of uncertainty.

Here we present CISOCUR, a new project financed by the European Social Fund under the Global Grant measure. The project applies a new methodology that uses the carbon stable isotope (SI) ratio of ¹²C and ¹³C that characterize different water sources entering the lagoon and may be altered by internal kinetic processes. Through the tracing of these isotope ratios different water masses can be identified. This gives the possibility to validate several hypotheses of water circulation and validate hydrodynamic models. In particular it will be possible to 1) trace water masses entering the lagoon through the Nemunas and the Klaipeda strait; 2) test the hypothesis of sediment transport mechanisms inside the lagoon; 3) evaluate the importance of physical forcing on the lagoon circulation. The use of a hydrodynamic finite element model, coupled with the SI method, will allow for a realistic description of the transport processes inside the Curonian lagoon. So the main research goal is to apply the stable isotope tracers and a finite element model to determine the circulation patterns in the Curonian lagoon.

Overall, the project will develop according to 4 main phases:

- A pilot study to measure the isotope composition of different carbon compounds (dissolved and suspended) in different water bodies that feed water into the central lagoon. Through this pilot study the optimal study sites for the seasonal campaign will be identified as well.

- Seasonal field campaigns in the monitoring stations identified in phase 1 to measure the carbon isotope ratio.
- Development of a model that describes the kinetics of carbon isotopes and its transformation.
- Application of a hydrodynamic model that includes the kinetic model and uses the data in order to describe the overall circulation patterns in the Curonian lagoon.

Methods

The project will be based on the following methodologies that are here shortly described

Carbon isotope ratio determination

Isotope ratio measurements will be carried out with *Thermo Electron Corporation DELTA V Advantage* isotope ratio mass spectrometer (IRMS) in the Center for Physical Sciences and Technology in Vilnius and also in the lab of California University. The samples of DIC (dissolved inorganic carbon) or carbonates are treated with phosphoric acid and formed CO₂ gas is introduced to IRMS. The *Finnigan Gas Bench II* system is used for on-line gas preparation and introduction to the isotope ratio mass spectrometer.

Biogeochemical Measurement

Bi-monthly measurements of water column in four study points, two representing the riverine and marine water input, and two points representing coastal and central areas. The measurements are planned for two years. For the carbon kinetic transformation model the following data will be determined from the samples (water and sediments): total inorganic carbon, pH, alkalinity, total organic carbon, total carbonates in solid form (in suspended solids), dissolved organic carbon, total nitrogen, ammonia nitrogen, nitrite and nitrate nitrogen, total and soluble reactive phosphorus, total and dissolved silicon, photosynthesis rate and respiration rate. The sampling points can be seen in Fig. 1.

Carbon transformation kinetic modeling

The carbon kinetics model will be designed to track the different the cycling and transformation of organic and inorganic carbon. The model will focus on the atmospheric exchange of carbon dioxide with the surface water, the speciation of inorganic carbon in the water column and important geochemical processes (such as pH interaction and precipitation as CaCO₃) and the uptake of inorganic carbon via photosynthesis. Moreover, the model will be able to describe the release of inorganic carbon by respiration, the processes affecting organic carbon (such as mineralization, excretion, death) and the interactions of key organism groups. An example of the transformation that will be handled by the model is shown in Fig. 2.

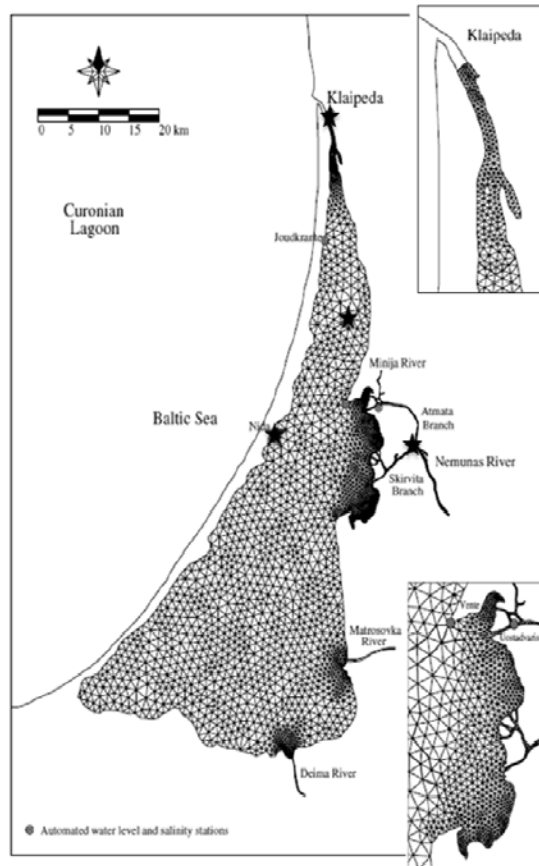


Fig. 1. The northern part of the Curonian lagoon with the numerical mesh used by the hydrodynamic model. Stars indicate the sampling stations for the CISOCUR project.

Hydrodynamic modeling

The Curonian lagoon is a water body with complex morphology. The water exchange with the Baltic Sea goes on through the narrow (around 300m) Klaipeda strait while to south, versus the Russian border, the width of the Curonian lagoon reaches several tens of kilometers.

A finite element model hydrodynamic model SHYFEM (Umgiesser et al., 2004) that enables varying spatial resolution will be used in this study for hydrodynamic modeling. Baltic Sea operational model HIROMB (SMHI, Sweden) data will be used for boundary conditions from the seaside.

Meteorological operational model HIRLAM (Lithuanian hydro-meteorological service) data will be used for atmospheric forcing. Model parameters related to horizontal, vertical mixing and bottom shear will be calibrated using data obtained in this project. The hydrodynamic model is already tested and shows good results for water levels and surface salinity and temperature. The model still needs to be tested and calibrated on the following measurements that will be carried out during the project: water currents, salinity and temperature vertical profiles. The numerical grid for the northern part of the Curonian lagoon can be seen in Fig. 1.

Results

The biogeochemical measurements have already been started, and up to date 3 campaigns have been carried out. Samples are actually being analyzed, and the SI analysis has also started. What concerns the new carbon transformation kinetic modeling, the model results have already been formulated and the routines are programmed (Fig. 2).

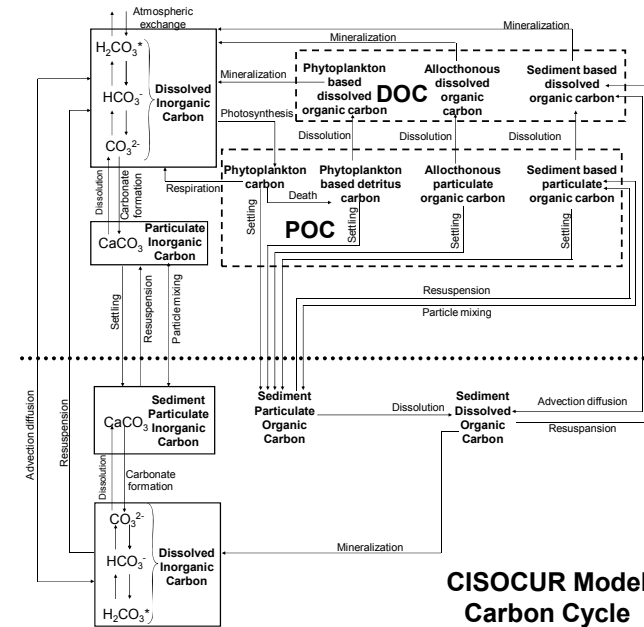


Fig. 2. The basic carbon cycle for the carbon transformation kinetic model. Only the main state variables are shown. The nutrient cycle is not shown. Please note that for every carbon isotope a similar cycle will be implemented, independent from the other isotopes.

What concerns the hydrodynamic model first results have already been published in articles (Ferrarin et al., 2008) or are in the stage of publishing (Zemlys et al., 2013). An example of the circulation that has been modeled can be seen in Fig. 3. The figure clearly shows how there exists basically two recirculation cells, one in the North, close to the Nemunas delta, and one in the South at the Russian side of the lagoon.

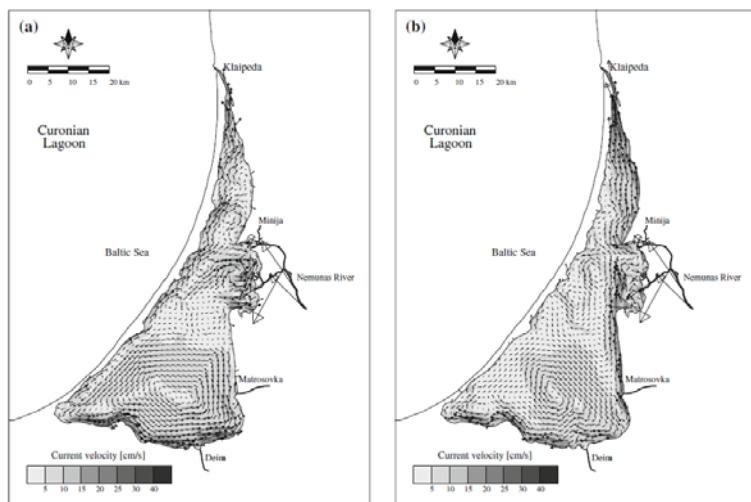


Fig. 3. Simulated water circulation imposing idealized wind forcing. (a) West wind; (b) South-East wind (after Ferrarin et al., 2008).

Acknowledgements

The CISOCUR project (contract number VP1-3.1-ŠMM-07-K-02-086) and this research are funded by the European Social Fund under the Global Grant measure.

References

- Ferrarin C., Razinkovas A., Gulbinskas S. et al. 2008. Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia*, 611 : 133-146.
- Umgiesser G., Melaku Canu D., Cucco, Solidoro C. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51 : 123-145.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G. et al. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Sci. Discuss.*, 10, 321-352, doi:10.5194/osd-10-321-2013.

RADIOMETRINIAI MATAVIMAI LIETUVOS BALTIOJE: NAUJOS GALIMYBĖS TAIKANT NUOTOLINIUS TYRIMŲ METODUS

Diana Vaičiūtė¹, Mariano Bresciani², Erica Matta²

¹ Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; ² Optical Remote Sensing Group, CNR-IREA, Italija; diana@corpi.ku.lt

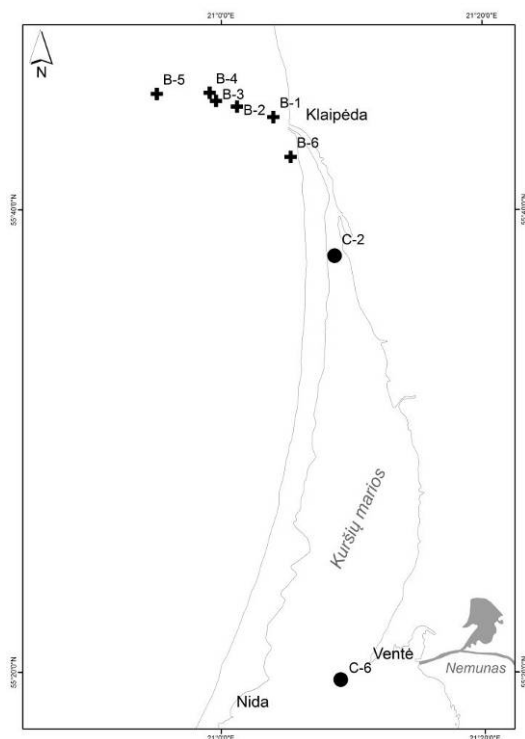
Įvadas

Nuotoliniai tyrimų metodai, paremti dirbtinių žemės palydovų informacija, yra pažangūs ir modernūs metodai, kurie, kartu su tradiciniais lauko tyrimais, gali suteikti vertingos informacijos apie vandens ekosistemose vykstančius ekologinius procesus, šių metodų pagalba galima stebėti ir vertinti vandens kokybę ir jos kaitą. Tačiau, norint šią informaciją tiesiogiai taikyti minėtuose tyrimuose, visų pirma reikia ją patikrinti ir sukalibruoti su tradiciniais *in situ* matavimais.

Pirmieji tyrimai Lietuvoje, kuriuose palydovinė informacija buvo validuota su *in situ* chlorofilo *a* ir radiometriniais matavimais, buvo atlikti šiaurinėje Kuršių marių dalyje (Giardino ir kt., 2010). Šie tyrimai leido sukurti algoritmus, kurių pagalba galimas chlorofilo *a* koncentracijos nustatymas nuotoliniais metodais. Vaičiūtė ir kt. (2010) atliko palydovinės informacijos, gautos iš Envisat palydovo MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) sensoriaus pritaikius penkis bio-optinius procesorius, validaciją su *in situ* išmatuotomis optiškai aktyvių vandens komponentų (toliau OAK), t.y. chlorofilo *a*, spalvotosios ištirpusios organinės medžiagos (angl. coloured dissolved organic matter, toliau CDOM) ir bendrosios suspenduotosios medžiagos (angl. total suspended matter, toliau TSM) koncentracijomis Lietuvos Baltijos jūros priekrantės vandenyse. *In situ* išmatuotas chlorofilo *a* koncentracijas tiksliausiai nustatė FUB ir MERIS Level 2 bio-optiniai procesoriai, CDOM absorbcijos reikšmes – Boreal procesorius, o TSM – FUB procesorius (Vaičiūtė ir kt., 2010). Tačiau šiuose tyrimuose nebuvo atlikti radiometriniai matavimai ir nebuvo įvertintas šviesos atspindžio spektras, kas neleido atlikti testuojamų procesorių konversijos faktorių keitimo ar sukurti lokalių algoritmų. Todėl šio darbo tikslas pristatyti pirmą kartą Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenyse atliktus radiometrinius matavimus ir įvertinti bangų santykio, panaudojant artimųjų infraraudonųjų spindulių (toliau NIR) diapazoną, algoritmų koreliacinius ryšius su *in situ* išmatuotomis OAK koncentracijomis.

Tyrimų medžiaga ir metodai

Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje OAK koncentracijos vandens paviršiuje ir radiometriniai matavimai buvo atlikti 2012 m. liepos 29 d. (1 pav.). Palyginimui yra pateiktos OAK ir šviesos atspindžio reikšmės išmatuotos Kuršių mariose 2012 m. liepos 30 d. Spektrofotometriniu metodu buvo nustatyta chlorofilo *a* koncentracija (Lorenzen, 1967) ir CDOM absorbcija (Kirk, 2011), o svėrimo metodu - TSM koncentracija (Strickland ir Parson, 1972). Taip pat tyrimų stotyse buvo nustatytas vandens druskingumas (PSU), atlikti radiometriniai matavimai WISP – 3 spektrometru, kurių pagalba buvo apskaičiuotas šviesos atspindys (angl. remote sensing reflectance, toliau R_{rs}).



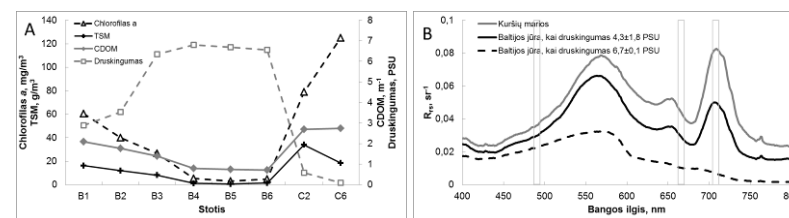
1 pav. Mėginių ėmimo vietos Lietuvos Baltijos jūroje ir Kuršių mariose, 2012 m. liepos 29-30 d. Kryželiu pažymėtos Baltijos jūros, skrituliuku – Kuršių marių stotys.

Rezultatai

Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje chlorofilo *a* koncentracija kito nuo 3,2 iki 60,6 mg/m³, vidutiniškai buvo 23,5±23,4 mg/m³ (1 pav., 2 pav. A).

Didžiausia pigmentų koncentracija (125 mg/m³) buvo nustatyta Kuršių marių akvatorijoje, ties Vėntė esančioje C-6 tyrimų vietoje. Panaši tendencija buvo nustatyta analizuojant CDOM absorbcijos reikšmes ir TSM koncentraciją. Lietuvos Baltijos jūros priekrantės vandenyse CDOM absorbcija kito nuo 0,7 iki 2,1 m⁻¹, vidutiniškai buvo 1,3±0,6 m⁻¹, o Kuršių marių abiejose tyrimų vietose buvo nustatyta didžiausia (apie 2,7 m⁻¹). Dviejose tyrimų vietose Kuršių mariose TSM koncentracija buvo didžiausia ir kito nuo 18,5 iki 34,0 g/m³. Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje TSM koncentracija kito nuo 0,7 iki 16,3 g/m³ (vidutiniškai 6,7±6,6 g/m³). Visų OAK didžiausios koncentracijos buvo nustatytos tyrimų vietose, kur druskingumas buvo mažesnis už Lietuvos Baltijos jūros priekrantei būdingą (6,7 PSU) druskingumą (Wasmund ir kt., 2001).

2 pav., B yra pateiktas *in situ* išmatuotas šviesos atspindys prie skirtingų regimojo ir NIR spektro bangų. Buvo nustatyta, kad Baltijos jūroje, kur vidutinis druskingumas yra 6,7±0,1 PSU, šviesos atspindys prie skirtingų bandų skyrės nuo atspindžio išmatuoto Baltijos jūroje, kur vidutinis druskingumas yra 4,3±3,8 PSU ir Kuršių mariose. Šiuos spektrinius skirtumus lėmė skirtingos OAK koncentracijos skirtingose vandens masėse.



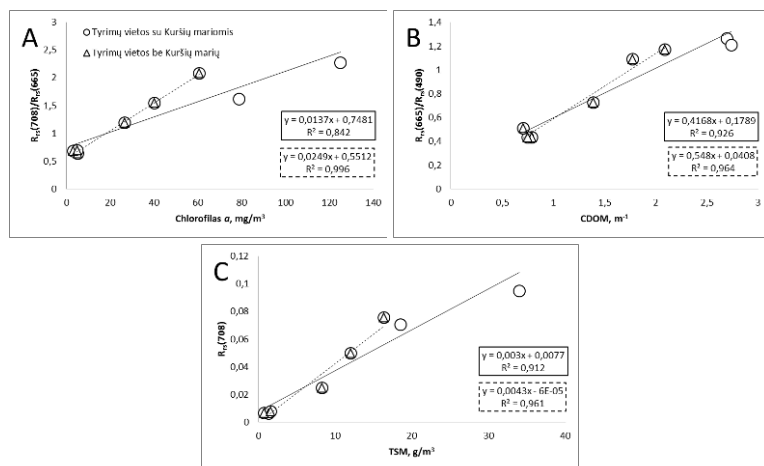
2 pav. OAK koncentracijos ir druskingumas (A) ir R_{rs} (B) Lietuvos Baltijos jūroje ir Kuršių mariose, 2012 m. liepos 29-30 d. Pilkais stulpeliais pažymėtos MERIS bangos, naudojamos OAK nustatymui algoritmų kūrimui.

Kuršių marių tyrimų stotyse, kur OAK koncentracijos buvo didžiausios, buvo nustatyti du šviesos atspindžių pikai ties apytiksliai 560 ir 690-710 nm, tuo tarpu Baltijos jūroje, kur druskingumas buvo maksimalus, o OAK koncentracijos buvo minimalios, buvo aiškus vienas šviesos atspindžio pikas ties 560-580 nm, to tarpu ties NIR šviesos atspindžio pikas nebuvo išmatuotas.

Įvertinus šviesos atspindį prie skirtingų spektro bangų buvo nustatytas ryšys tarp MERIS/Envisat palydovo bangų santykio algoritmų ir OAK koncentracijų (3 pav.).

Chlorofilo *a* koncentracijos nustatymui naudotas $R_{rs}(708)/R_{rs}(665)$ algoritmas remiantis Gitelson ir kt. (2007), Giardino ir kt. (2010), CDOM – $R_{rs}(665)/R_{rs}(490)$ ir TSM – $R_{rs}(708)$ pagal Pierson ir Strömbeck (2000) ir Hommersom ir kt. (2012). Buvo vertintas ryšys su visomis išmatuotomis OAK reikšmėmis ir reikšmėmis išmatuotomis tik Baltijos jūroje. Tarp *in situ*

išmatuotų OAK reikšmių ir bangų santykio algoritmų abiem atvejais buvo gauti stiprūs tiesiniai statistiškai reikšmingi ryšiai (3 pav.).



3 pav. Ryšys tarp chlorofilo *a* (A), CDOM (B) ir TSM (C) bei bangų santykio algoritmų. Lietuvos Baltijos jūroje ir Kuršių mariose, 2012 m. liepos 29-30 d. Pateikti variantai, kuomet į ryšio vertinimą yra įtraukiamos tyrimų vietos Kuršių mariose (rutuliukai) ir neįtraukiamos (trikampiai).

Išvados

1. *In situ* išmatuotas šviesos atspindys Lietuvos Baltijos jūroje, kur vidutinis druskingumas buvo $6,7 \pm 0,1$ PSU, ženkliai skyrėsi nuo šviesos atspindžio išmatuoto jūroje, kur vidutinis druskingumas buvo $4,3 \pm 3,8$ PSU ir Kuršių mariose. Šiuos spektrinius skirtumus tikėtina lėmė skirtingos OAK koncentracijos, t.y. skirtingos bio-optinės vandens masių savybės.

2. Stiprūs tiesiniai ryšiai tarp *in situ* išmatuotų OAK ir bangų santykio algoritmų, panaudojant NIR, rodo, kad pritaikius šiuos algoritmus iš palydovinės informacijos galima gauti tikslias OAK reikšmes ir šią informaciją naudoti tolimesniuose ekologiniuose hidroekosistemų tyrimuose ir vandens kokybės vertinime ir stebėsenoje. Vis dėlto yra reikalinga tolimesnė bio-optinių ir atmosferos korekcijos algoritmų analizė.

Literatūra

- Giardino C., Bresciani M., Pilkaitytė R. et al. 2010. In situ measurements and satellite remote sensing of case 2 waters: first results from the Curonian Lagoon, *Oceanologia* 52(2), 197–210 p.
- Gitelson A.A., Schalles J.F., Hladik C.M. 2007. Remote chlorophyll-a retrieval in turbid, productive estuaries: Chesapeake Bay case study, *Remote Sens. Environ.*, 109(4), 464–472 p.

- Hommersom A., Kratzer S., Laanen M. et al. 2012. Intercomparison in the field between the new WISP-3 and other radiometers (TriOS Ramses, ASD FieldSpec, and TACCS). *Journal of Applied Remote Sensing* 6, 063615-1–063615-21 p.
- Kirk J.T.O. 2011. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*, 3rd edition, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lorenzen C.J. 1967. Determination of chlorophyll and phaeo-pigments: spectro-photometric equations, *Limnol. Oceanogr.*, 12(2), 343–346 p.
- Pierson D.P., Strömbeck N. 2000. A modeling approach to evaluate preliminary remote sensing algorithms: use of water quality data from Swedish great lakes, *Geophysica* 36(1–2), 177–202 p.
- Strickland J.H.D., Parsons T. R. 1972. A practical handbook of sea water analysis, *Bulletin Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 167, 185–203 p.
- Wasmund N., Andrushaitis A., Lysiak-Pastuszak E. et al. 2001. Trophic Status of the South-Eastern Baltic Sea: A Comparison of Coastal and Open Areas, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 53(6), 849–864 p.

STABILIJŲ IZOTOPŲ IR TITNAGDUMBLIŲ SUDĖTIES KAITA – KURŠIŲ MARIŲ DUGNO NUOSĖDŲ FORMAVIMOSI APLINKOS ATSPINDYS

Giedrė Vaikutienė¹, Jonas Mažeika², Tonu Martma³,
Andrius Garbaras⁴, Rūta Barisevičiūtė⁴, Raminta Skipitytė⁴

¹Vilniaus universitetas, Vilnius; ²Gamtos tyrimų centras, Vilnius; ³Talino technologijos universitetas, Talinas, Estija; ⁴Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius; giedre.vaikutiene@gf.vu.lt

Ivadas

Kiekvienas vandens telkinys turi savitą vienaščių titnagdumblių rūšinę sudėtį, priklausančią nuo vandens ekosistemos savybių (pvz., baseino gylio, druskingumo, trofiškumo ir kt.). Titnagdumbliai turi mineralinį (opalinį) kiautelį, todėl jiems žuvus kiauteliai kaupiasi ir gerai išlieka nuosėdose. Ištyrus titnagdumblių rūšinę sudėtį ir nustatius nuosėdų amžių, galima spręsti apie vandens telkinio ekologinės būklės pokyčių chronologiją praeityje.

Nuosėdose aptinkamos organinės medžiagos stabilijų azoto izotopų santykis dažnai priklauso nuo ekosistemos trofiškumo bei į vandens ekosistemą patenkančių biogeninėmis medžiagomis praturtintų nuotėkų. Nuosėdų karbonatinės medžiagos stabilijų anglies izotopų santykio kaita dažnai yra susijusi su vandens ekosistemos bioprodukcijos procesų pokyčiais. Minėtų stabilijų izotopų santykių pokyčiai yra glaudžiai susiję ir su skirtingų vandens srautų intensyvumo ir atnešamos organinės medžiagos šaltinių pokyčiais.

Kuršių mariose labai svarbūs yra jūrinio (iš Baltijos jūros) ir gėlo vandens (upių nuotėkio) srautai, kurie laiko bėgyje gali reikštis skirtingu intensyvumu ir keisti ekosistemos būklę. Atliktų tyrimų tikslas buvo ištirti dugno nuosėdų titnagdumblių rūšinę sudėtį ir stabilijų izotopų (azoto ir anglies) variacijas, jų pagrindu apibūdinti marių ekosistemos pokyčius bei galimas pokyčių priežastis per pastaruosius keliasdešimt metų.

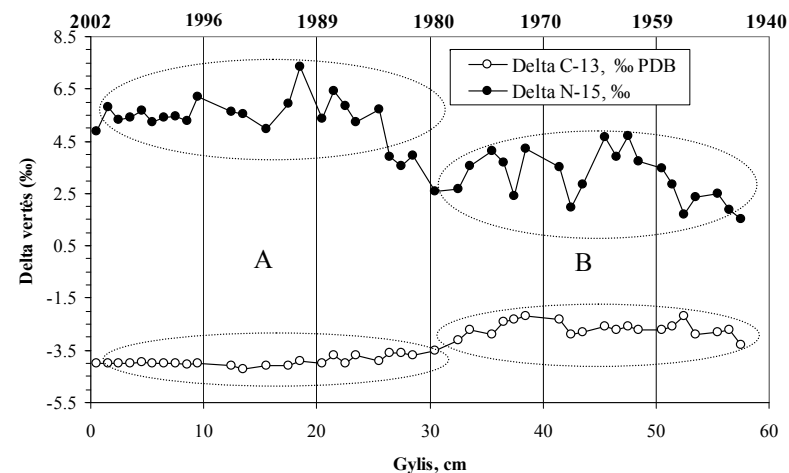
Tyrimų medžiaga ir metodai

Tyrimams pasirinkta paviršinių 60 cm ilgio Kuršių marių dugno nuosėdų kolonėlė, paimta ties Preila (55°22'12"/21°05'11"). Nuosėdų stulpelio viršutinę dalį (0-40 cm) sudaro smulkus aleuritinis dumblas, o apatinę 40-60 cm – stambus aleuritinis dumblas. Kolonėlė suskirstyta į 1 cm storio mėginis. Kiekvieno nuosėdų mėginio stabilijų azoto izotopų santykis ($\delta^{15}\text{N}$, taip pat ir N %) nustatytas organinėje, o stabilijų anglies izotopų santykis ($\delta^{13}\text{C}$) – karbonatinėje medžiagoje.

Stabiliųjų izotopų tyrimų rezultatai

$\delta^{15}\text{N}$ vertės kinta nuo 1,5 ‰ apatinėje kolonėlės dalyje iki 7,4 ‰ viršutinėje kolonėlės dalyje (1 pav.). Viršutiniam nuosėdų intervalui (nuo 0 iki 30-35 cm gylio) būdingos labiau teigiamos $\delta^{15}\text{N}$ vertės (vidutiniškai apie 6 ‰), apatiniam intervalui (35 iki 60 cm gylio) – šiek tiek mažiau teigiamos (apie 3 ‰).

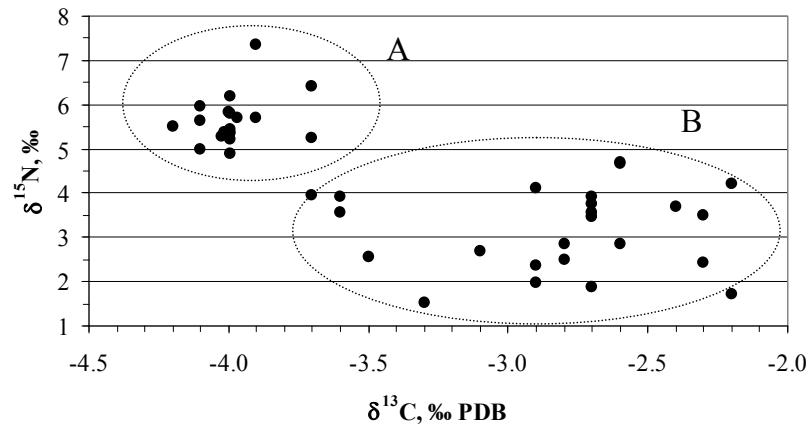
$\delta^{13}\text{C}$ vertės kinta nuo -4,2 ‰ viršutinėje kolonėlės dalyje iki -2,2 ‰ apatinėje kolonėlės dalyje. Viršutiniam nuosėdų intervalui (nuo 0 iki 30-35 cm gylio) būdingos neigiamesnės $\delta^{13}\text{C}$ vertės (vidutiniškai apie -3,5 ‰), apatiniam intervalui (35 iki 60 cm gylio) – šiek tiek mažiau neigiamos (apie -2,5 ‰).



1 pav. Dugno nuosėdų karbonatų $\delta^{13}\text{C}$ ir organinės medžiagos $\delta^{15}\text{N}$ kaita su gyliu (A – viršutinis nuosėdų intervalas su „sunkesne“ azoto ir „lengvesne“ anglies izotopine sudėtimi; B – apatinis nuosėdų intervalas su „lengvesne“ azoto ir „sunkesne“ anglies izotopine sudėtimi). Viršutinėje x ašyje pateikiamas nuosėdų chronologijos modelis pagal ²¹⁰Pb ir ¹³⁷Cs.

Nagrinėjant $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ verčių sąryšį, pastebimas atvirkščias šių rodiklių sąryšis (2 pav.): viršutiniam nuosėdų intervalui būdinga „sunkesne“ azoto ir „lengvesne“ anglies izotopinė sudėtis, apatiniam nuosėdų intervalui – „lengvesne“ azoto ir „sunkesne“ anglies izotopinė sudėtis.

Nuosėdų kolonėlių karbonatų anglies izotopinės sudėties interpretavimui svarbi $\delta^{13}\text{C}$ neigiamesnių verčių susidarymo dėl fitoplanktono sąlygojamo CO_2 srauto padidėjimo pasekmė, o nuosėdų $\delta^{13}\text{C}$ verčių padidėjimą dažnai įtakoja nuotėkio erozinis srautas iš kontinento (Degens et al., 1968).



2 pav. Dugno nuosėdų karbonatų $\delta^{13}\text{C}$ ir organinės medžiagos $\delta^{15}\text{N}$ tarpusavio sąryšis (A – viršutinis nuosėdų intervalas su „sunkesne“ azoto ir „lengvesne“ anglies izotopine sudėtimi; B – apatinis nuosėdų intervalas su „lengvesne“ azoto ir „sunkesne“ anglies izotopine sudėtimi).

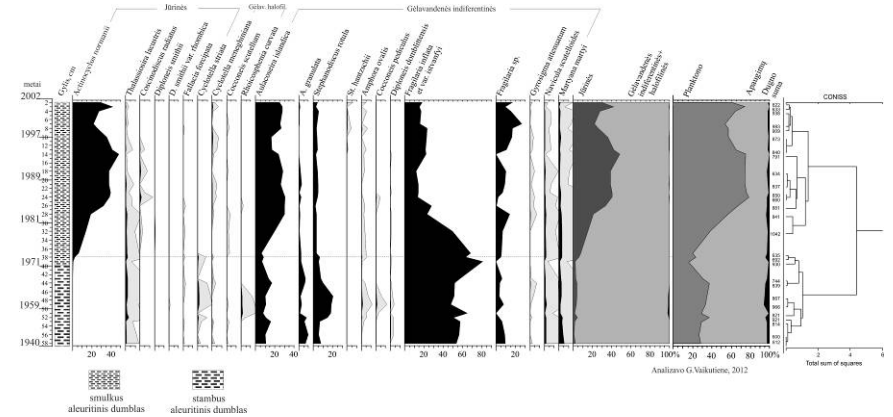
$\delta^{15}\text{N}$ didesnes vertes nuosėdų organikoje gali sąlygoti aukštesnio trofinio lygmens organizmų medžiaga bei sunkaus ^{15}N izotopo prisotintas nuotekų azotas.

Titnagdumblių tyrimo rezultatai

Siekiant susieti dugno nuosėdų izotopinės sudėties kaitos ypatumus su hidroekosistemos būsenos rodikliais, vertikaliame nuosėdų profilyje buvo tirta titnagdumblių rūšinė sudėtis. Šiuo aspektu ištirti 27 dugno nuosėdų mėginiai (3 pav.).

Visuose nuosėdų mėginiuose titnagdumblių aptikta daug, tačiau rūšinė įvairovė nedidelė. Titnagdumblių diagramoje aiškiai išsiskiria dvi nuosėdų klostymosi aplinkos su skirtingomis ekologinėmis sąlygomis, kurias atitinka du laikotarpiai apytiksliai nuo 1940 iki 1970 metų ir nuo 1970 iki 2002 metų.

Apatinėje pjūvio dalyje 38-60 cm, t.y. laikotarpiu nuo 1940 iki 1970 metų, klostėsi stambus aleuritingas dumblas, kur vyrauja gėlavandeniai bentoso (*Fragilaria inflata* ir *F. inflata* var. *istvanfyi*, *Fragilaria* sp, *Martyana martyi*, *Navicula scutelloides*) ir planktono (*Aulacoseira islandica*, *A. granulata*, *Stephanodiscus rotula*) titnagdumbliai. Jūrinės rūšys sudaro tik iki 10 % bendros sumos. Nuosėdos klostėsi beveik gėlavandenėje aplinkoje, jūrinio vandens prietaka per Klaipeidos sąsiaurį į tiriamą erdvę buvo labai maža.



3 pav. Vyraujančios titnagdumblių rūšys dugno nuosėdose. Ekologinės grupės išskirtos, atsižvelgiant į visų rastų titnagdumblių rūšių priklausomybę skirtingam druskingumui ir paplitimui baseine.

Viršutinės pjūvio dalies (38-0 cm), kuri apima laiko tarpą nuo 1970 iki 2002 metų, nuosėdos sudarytos iš smulkaus aleuritinio dumblo. Lyginant su apačioje slūgsančiomis nuosėdomis, jos išsiskiria žymiai didesniu jūrinių titnagdumblių kiekiu. Nuo 38 gylio atsiranda jūrinių titnagdumblių ir jie sudaro ženkliai dalį (iki 50 %) visuose mėginiuose iki pat pjūvio viršaus. Tarp jų vyrauja planktono druskėtų vandenų rūšis *Actinocyclus normanii*, kuri plačiai paplitusi Baltijos jūros priekrantėje (Snoeijjs, Vilbaste, 1994; Bubinas ir kt., 1998). Taip pat galima pastebėti, kad gėlavandens bentoso titnagdumblių (*Fragilaria inflata* et var. *istvanfyi*) kiekis sumažėja ir daugiau paplinta gėlavandens planktono, ypač *Aulacoseira islandica*, rūšys.

Remiantis nuosėdų chronologija, nuo 1973 metų labai padidėjo jūrinio vandens prietaka į Kuršių marias. Pastebimas nedidelis jūrinio vandens prietakos sumažėjimas 1999 metais, tačiau jūrinio vandens prietaka į marias santykinai liko didelė.

Nuosėdų medžiaginės sudėties analizės rezultatuose (Mažeika ir kt., 2010) pastebimi du terigeninės medžiagos padidėjimo pikai apie 1958 ir 1970 metus. Titnagdumblių diagramoje ties minėtais laikotarpiais (39 cm ir 51 cm gyliuose) pastebimi gėlavandenių bentoso *Fragilaria inflata* ir *F. inflata* var. *istvanfyi* rūšių kiekio padidėjimai.

Terigeninės medžiagos kiekio padidėjimas Kuršių mariose siejamas su pastebimais didesniu Nemuno vandens nuotėkiu minėtais laikotarpiais (pagal Smalininkų vandens matavimo stoties duomenis). Bentoso rūšių kiekio padidėjimas nuosėdose gali būti susijęs su intensyviais upės nuotėkiu vandens srautais, kurie perklosto nuosėdas ir bentoso titnagdumblius.

Išvada

$\delta^{13}\text{C}$ verčių padidėjimą Kuršių marių nuosėdose apatinėje pūvio dalyje (B) įtakoja nuotėkio erozinis srautas iš kontinento. Tai patvirtina ir gėlavandenių titnagdumblių vyravimas, kurį lėmė upių nuotėkio ir jūrinio vandens pasiskirstymo hidroekosistemoje ypatumai: 1940-1970 metų laikotarpiu mariose vyravo gėlo vandens prietaka iš kontinento su nedidele jūrinio vandens dalimi, o 1970-2002 metais pastebima didesnė nei ankstesniu laikotarpiu jūrinio vandens prietaka į marias per Klaipėdos sąsiaurį.

Literatūra

- Bubinas A., Kasperovičienė J., Repečka M. 1998. Baltijos jūros priekrantės Klaipėdos-Šventosios akvatorijoje titnaginių dumblių ir zoobentosos pasiskirstymas dugno nuosėdose. *Ekologija* 3, 40-49.
- Degens E.T., Guillard R. R., Sackett W.M., Hellebust J.A. 1968. Metabolic fractionation of carbon isotopes in marine plankton: I. Temperature and respiration experiments. *Deep-Sea Research* 15, 1-9.
- Mažeika J., Skuratovič Ž., Garbaras A., Martma T. 2010. Stabilųjų izotopų variacijos Kuršių marių šiuolaikinėse nuosėdose. Tezės konf. medž. „Jūros ir krantų tyrimai-2010“, balandžio 13-16, 2010, Klaipėda, 122-123.
- Snoeijjs P., Vilbaste S. 1994. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic sea, t. 2. *The Baltic marine biologists publication*, 16b. Uppsala: Opulus press, 125 p.

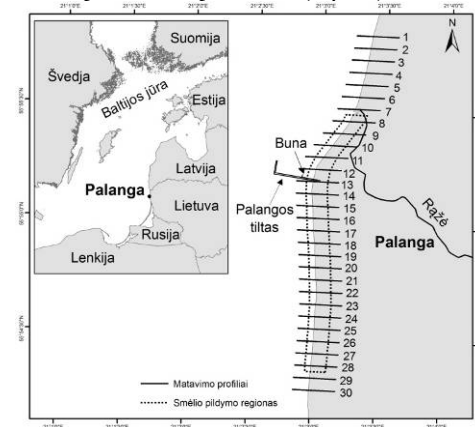
SMĖLIO TŪRIO POKYČIAI PALANGOS PABLŪDIMYJE 2012 M.

Edvardas Valaitis^{1,2}, Sandra Ivoškytė¹, Loreta Keplšaitė^{1,2},
Saulius Gulbinskas²

¹ Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; ² Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; edvardas.valaitis@corpi.ku.lt

Palangos miesto rekreacinio paplūdimio formavimui yra taikoma „minkšta“ krantotvarkos priemonė - paplūdimio papildymas smėliu. Čia per 2006, 2008, 2011 ir 2012 metus iš viso buvo atgabenta ir paskleista apie 640 tūkst. m³ smėlio. Smėlis buvo pilamas paplūdimyje ir lyginamas praplečiant jo plotį. Paskutiniai paplūdimio papildymo darbai užbaigti 2012 metų gegužės mėn. Paplūdimio ruožas nuo Birutės kalno iki Rąžės upelio žiočių buvo papildytas apie 290 tūkst. m³ smėlio. Smėlio tūrio pokyčių kaitos analizė gerai atspindi paplūdimio vystymąsi (Dean, Dalrymple, 2004). Šiame darbe, naudojant eilę Palangos paplūdimio morfometrinių matavimų duomenų, apskaičiuoti smėlio tūrio pokyčiai įvykę 2012 m. po paplūdimio papildymo atvežtiniu smėliu, pateiktos pokyčių kaitos tendencijos.

Tyrimo metodika ir duomenys. Darbe nagrinėjami paplūdimio profiliavimo duomenys gauti 2012-06-01, 2012-07-06, 2012-08-03, 2012-09-02, 2012-10-06, 2012-11-01, 2012-12-02 dienomis. Tyrimų rajonas apėmė apie 3 km ilgio Palangos kranto atkarpą, kurioje buvo išdėstyta 30 matavimo profilių, vienas nuo kito nutolusių 100 metrų atstumu (1 pav.).



1 pav. Matavimo profilių išsidėstymas tyrimų rajone.

Profiliavimas buvo atliekamas naudojant dvidažnį GPS imtuvą (Leica900). Jo pagalba buvo fiksuojamos LKS 94 koordinatės (X;Y) ir aukštis (Z) Baltijos jūros vandens lygio matavimo sistemoje Kiekviename skersiniame kranto profilyje buvo fiksuojami reljefo lūžio vietos taškai. Tokiu būdu, per vienos dienos matavimus buvo išmatuojama virš 500 taškų.

Profilio vietoje esančios smėlio tūris (Q) yra pateikiamas vienam kranto ilginiam metrui. Žemiausias taškas (Z) visiems profilių matavimams priimtas vienodas – pagal nulinę Baltijos jūros vandens lygio reikšmę. Aukščiausia profilio vieta - prieškopė, kuri buvo užfiksuota 2012-06-22 dieną. Skaičiavimai atlikti naudojant ArcMapTM programinę įrangą, analizuojant juos trimačio vaizdo pagalba. Pateiktos teigiamos smėlio tūrio pokyčių reikšmės (ΔQ) parodo smėlio tūrio padidėjimą, o neigiamos -sumažėjimą.

Rezultatai

Apskaičiuota, kad vieno mėnesio bėgyje vidutiniškai akumuliaciniuose apšilimo profiliuose smėlio tūris gali kisti nuo 0,2 m³ iki 17,1 m³, o vidutinis mėnesio pokytis bendrai visuose tiriamuose profiliuose siekė 5,3 m³. Abraduojami ruožai vieno mėnesio laikotarpyje prarasdavo nuo 0,0 m³ iki 43,5 m³ smėlio tūrį, o vidutinė pokyčio reikšmė buvo -6,0 m³ (1 lentelė).

1 lentelė

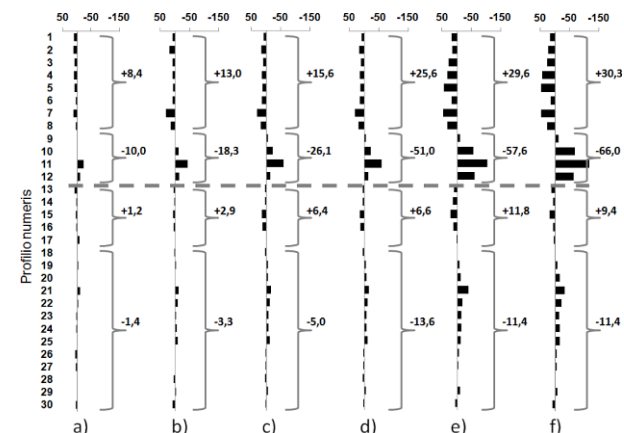
Vidutiniai smėlio tūrio pokyčiai (ΔQ , m³) tiriamuose profiliuose

Tiriamas laikotarpis	06/01-07/06	07/06-08/03	08/03-09/02	09/02-10/06	10/06-11/01	11/01-12/02
Akumulaciniai profiliai						
Profilų skaičius	17	12	13	10	22	12
Vidutinis pokytis	+5,6	+5,5	+3,8	+8,8	+5,0	+3,3
Minimalus pokytis	+0,3	+0,8	+0,3	+0,4	+0,2	+0,6
Maksimalus pokytis	+12,9	+17,1	+8,4	+16,8	+15,5	+9,8
Abraziniai profiliai						
Profilų skaičius	13	18	17	20	8	18
Vidutinis pokytis	-6,2	-4,4	-3,8	-10,9	-6,3	-4,3
Minimalus pokytis	-0,1	-0,3	-0,3	-0,5	0	0
Maksimalus pokytis	-24,1	-19,4	-16,8	-43,5	-17,7	-15,5
Bendras pokytis visuose profiliuose						
Vidutinis pokytis	+0,5	-0,4	-0,5	-4,3	+2,0	-1,3

Didžiausias teigiamas pokytis per mėnesį nustatytas 7 profilyje (07/06-08/03 laikotarpiu), o didžiausias neigiamas pokytis 12 profilyje (08/03-09/02 laikotarpiu). Analizuojant vidutinišką visų tiriamų profilių kaitą nustatyta, kad apšilimo bendra smėlio tūrio kaita mėnesio laikotarpyje galėjo svyruoti nuo +2,0 m³ iki -4,5 m³ (1 lentelė).

Praėjus pusei metų po Palangos paplūdimio papildymo smėliu išryškėjo atkarpos, kuriose vyrauja akumuliaciniai ir abraziniai procesai. Šiose atkarpose vidutiniai teigiami smėlio pokyčių rodikliai siekia apie +21,2 m³, o neigiami apie -26,2 m³. Teigiamas maksimalus pokytis nustatytas +46,9 m³ (5 profilis), o neigiamas maksimalus -118,9m³ (11 profilis).

Didžiausiu tempu bei daugiausia smėlio prarandanti atkarpa yra šiauriau Palangos tilto (9-12 profiliai), o kur kas mažesniais smėlio tūrio praradimo tempais pasižymi piečiausia tyrimo rajono dalis (18-30 profiliai). Taip pat išsiskiria dvi akumuliacinių tendencijų atkarpos. Pirmoji apima šiauriausią tyrimų rajono dalį (1-8 profiliai), o atroji - susidariusi piečiau Palangos tilto (13-17 profiliai) (2 pav.).



2 pav. Smėlio tūrio pokyčiai (ΔQ , m³) po pildymo darbų praėjus:

a) -1 mėn.; b) - 2 mėn.; c) - 3 mėn.; d) - 4 mėn. e) - 5 mėn. f) - 6 mėn. Punktyrinė linija žymi Palangos tilto ir būnos vietą tyrimų rajone.

Apibendrinimas

Tyrimo laikotarpiu vyko aiški atvežtinio smėlio migracija šiaurės kryptimi. Dalis smėlio išplauto 18 - 30 profilių ruožo suklostoma į pietus prieš būną, o išplauto iš 9-12 profilių ruožo migruoja šiauriau dar šiauriau smėliu papildyto ruožo. Viso tyrimo laikotarpio eigoje iš paplūdimio išplauto smėlio kiekis yra ~12 tūkst. m³ (~4,1%). Atkreiptinas dėmesys, kad tyrime nevertinamas eolinės veiklos į apsauginį paplūdimio kopagūbrį pergabentas smėlio tūris bei povandeniniame šlaite suklostytas smėlio kiekis. Todėl realūs smėlio tūrio kiekio pokyčiai visame kranto zonos profilyje turėtų būti mažesni.

Literatūra

Dean R.G., Dalrymple R.A. 2004. Coastal Processes with Engineering Application. Cambridge: Cambridge University Press.

AR GALIOJA BRUNO TAISYKLĖ PALANGOS KRANTO RUOŽUI?

Edvardas Valaitis^{1,2}, Loreta Kelpšaitė^{1,2}, Saulius Gulbinskas²

¹ Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakulteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda; ² Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda; edvardas.valaitis@corpi.ku.lt

Vandenynų ir jūrų pakrantėmis laikoma iki 100 km pločio sausumos ruožo dalis. Ji viena dinamiškiausių žemės paviršiaus dalių, kuri sudaro nedaug mažiau kaip 20% Žemės paviršiaus ploto (Abuodha & Woodroffe, 2006). Šioje teritorijoje gyvena daugiau kaip 50% pasaulio gyventojų (Crossland, 2002), o 10% jų išsikūrę teritorijose kur aukštis virš jūros lygio neviršija 10 metrų (Mukhopadhyay et al., 2012). Didžiausias pažeidžiamumas tenka čia besidriekiančiai kranto zonai. *Kranto zona* - jūros ir sausumos sąlyčio zona (Gudelis, 1993). Kranto zonos sausumos teritorijos formavimą didele dalimi lemia hidrodinaminiai - banginiai ir nebanginiai - procesai. Jiems keičiantis laike ir erdvėje formuojasi tam tikras kranto zonos profilis, prisitaikantis prie egzistuojančio režimo. Smėlėti krantai, lyginant su sudarytais iš kietų uolienų, yra ypač dinamiški ir pažeidžiami (Sharples, 2006). Todėl labai aktualūs šio tipo krantų hidrodinaminių, litodinaminių ir morfodinaminių procesų tyrimai.

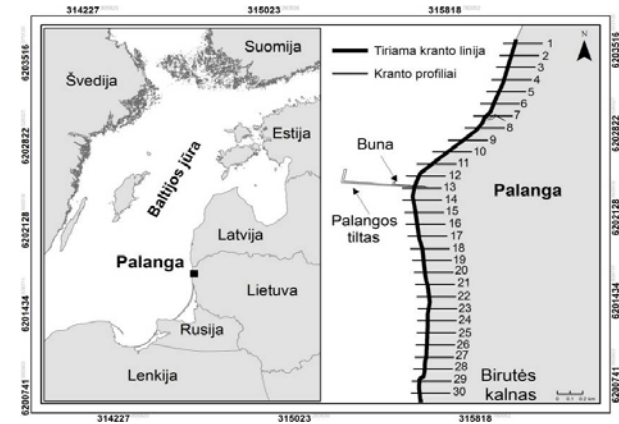
Amerikiečių mokslininkas P. Brunas 1962 m. (Bruun, 1962) remdamasis ilgalaikiais vandens lygio ir paplūdimio morfometrinių parametrų matavimais išvedė empirinę priklausomybę tarp: vandens lygio pokyčio (ΔS), kranto linijos padėties pokyčio (ΔR) ir paplūdimio smėlio tūrio pokyčio (ΔV). Ši empirinė taisyklė buvo pavadinta Bruno taisykle ir taikyta įvairiuose krantų inžinerijos uždaviniuose (Dean & Dalrymple, 2004; Andrew & Pilkey, 2004; Abuodha & Woodrof, 2006; Sylaios et al., 2012).

Šiuo metu Bruno taisyklė plačiai naudojama kaip pagrindinė sąlyga šiuolaikiniuose krantų erozijos modeliuose, vykstant Pasaulinio vandenyno lygio kilimui (Pilkey & Davids, 2012). Tačiau ši taisyklė parodo tik teorinį kranto linijos atsitraukimą, įvertinama tik nedaugelį krantodarai reikšmingų kintamųjų (Andrew & Pilkey, 2004).

Šiame darbe pabandyta įvertinti, ar Bruno taisykle galima paaiškinti kranto linijos padėties kitimą dėl trumpalaikių patvankinių vandens lygių pokyčių smėliu papildytame Palangos kranto ruože.

Tyrimo metodika ir duomenys. Darbe analizuojama trisdešimt Palangos paplūdimio skersinių profilių, išdėstytų kas 100 metrų į šiaurę nuo Birutės kalno iki Ašarėlės upelio ištakų (1 pav.), bei kranto linijos reali padėtis matavimų dieną. Matavimai buvo atliekami po Palangos paplūdimio papildymo smėliu nuo 2012 m. birželio 1 d. iki 2012 m. gruodžio 2 d., vidutiniškai kas 30 dienų.

Paplūdimio profiliavimo ir kranto linijos pozicionavimo darbai buvo atliekami dvidaziu GPS imtuvu (Leica 900).



1 pav. Tyrimų rajonas ir matavimo profilių išsidėstymas.

Vandens lygio duomenys profiliavimo metu, gauti iš Palangos automatinio vandens kokybės matavimo posto (suteikė Jūrinių tyrimų departamentas prie Aplinkos ministerijos). Analizei naudotas vidutinė vandens lygio reikšmė profiliavimo dieną.

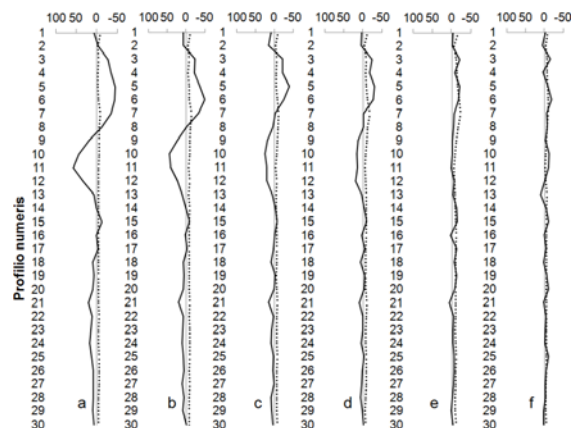
Pagal Bruno taisyklę, kranto linijos atsitraukimas ΔR priklauso nuo vandens lygio pokyčio ΔS ir profilio nuolydžio θ (Dean ir Dalrymple, 2004):

$$-\Delta R = -\frac{\Delta S}{\tan \theta}$$

Vandens lygio pokyčiai vertinti visą tyrimų laikotarpį. Lapkričio 2 d. užfiksuota minimali vandens lygio reikšmė -18,6 cm. Atitinkamai kitomis dienomis vandens lygiai buvo: birželio 1 d. -0,1 cm; liepos 6 d. +12,2 cm; rugpjūčio 3 d. +8,0 cm; rugsėjo 2 d. +16,6 cm; spalio 6 d. +26,4 cm; gruodžio 2 d. +1,8 cm. Pagal Bruno taisyklę, šešioms skirtingiems atvejams buvo suskaičiuotas teorinis kranto linijos atsitraukimas, koks turėtų būti pakilus vandens lygiui: +18,5 cm; +20,4 cm; +26,6 cm; +30,8 cm; +35,2 cm; +45,0 cm. Vandens lygio pokytis (ΔS) visais atvejais apskaičiuotas nuo lapkričio 2 d. vandens lygio iki profiliavimo dienos vidutinės vandens lygio reikšmės.

Realus kranto linijos pokytis buvo nustatytas vertinant išmatuotus kranto linijos pozicijos pokyčius ArcMap™ DSAS (Digital Shoreline Analysis System) programiniu paketu (Himmelstoss et al., 2009). Gautos kranto linijos pozicijos pokyčių teigiamos reikšmės – kranto linija stumiasi jūros link ir neigiamos – kranto linija atsitraukia į žemyną.

Rezultatai. Tiriamo Palangos paplūdimio ruožo nuolydis svyruoja nuo 7,4° iki 1,1°. Labiausiai paplūdimio nuolydžiai laiko atžvilgiu keitėsi šiauriau tilto 12 - 8 profiliuose, kurių nuolydis svyravo nuo 1,7° iki 7,4°. Šiauriau Rąžės upelio 7 - 1 profiliuose nuolydis buvo lėkščiausias ir tiriamu laikotarpiu svyravo nuo 1,1° iki 3,4°. Piečiau Palangos tilto 14 - 30 profiliuose paplūdimio nuolydžių reikšmės svyravo nuo 1,7° iki 4,0°.



2 pav. Kranto linijos padėties pokytis nuo 11-02 iki a) 06-01; b) 07-06; c) 08-03; d) 09-02; e) 10-06; f) 12-02. Ištininė linija - realus pokytis, taškinė linija - teorinis pokytis.

Pagal Bruno taisyklę apskaičiuota, kad nuo birželio 6 d. iki gruodžio 2 d. vandens lygiui pakilus 10,0 cm Palangos paplūdimyje kranto linija vidutiniškai turėjo pasislinkti sausumos link ~2,4 m, tačiau užfiksuotų realių kranto linijų kaitos analizė parodė, kad pirmuosius keturis mėnesius (3 pav. a; b; c; d) kranto linijos pasistūmimas buvo ~1,8 m jūros link. Tokia nestandartinė situacija yra akivaizdus 2012 m. balandžio – gegužės mėn. atlikto paplūdimių papildymo smėliu ir dirbtinai suformuoto skersinio profilio persiformavimo, prisitaikant prie realių hidrodinaminių sąlygų, rezultatas.

Praėjus keturiems mėnesiams dirbtinai suformuoti profiliai pradėjo artėti prie pusiausvyros būklės. Tuomet pagal Bruno taisyklę vidutiniškai vandens lygiui pakilus 10 cm kranto linija turėjo pasislinkti sausumos link ~2,2 m. Faktiniai matavimai parodė, kad esant tokiam vandens lygiui kranto linijos pozicija jau atsitraukė ~1.4 m sausumos link (2 pav.: e; f).

Apibendrinimas. Baltijos jūros trumpalaikiai patvankiniai vandens lygio pokyčiai turi įtakos kranto linijos kaitai, tačiau nėra vienintelis faktorius keičiantis ją. Palangos ruože trumpalaikių vandens lygio pokyčių įtaką analizuoti sudėtinga, nes paplūdimio reljefas buvo suformuotas atvežtiniu smėliu ir neatitiko visos kranto zonos (įskaitant povandeninį šlaitą) pusiausvyros

būklės net ramiu hidrometeorologiniu laikotarpiu. Šiuo atveju, profilio persiformavimą kintant vandens lygiui, reikšmingai įtakojo ir suintensyvejusi išilginė nešmenų pernaša.

1 lentelė

Vidutiniai teoriniai ir realūs kranto linijos padėties pokyčiai (ΔR)

Matavimų datos	06 01- 11 02	07 06 - 11 02	08 03- 11-02	09 02- 1102	10 06- 11-02	12 02- 11 02
Vandens lygio pokytis (cm)	+18.5	+30.8	+26.6	+35.2	+45.0	+20.4
Teorinis ΔR (m)	-4.6±1.2	-7.9±1.7	-6.6±2.5	-8.5±2.4	-10.7±3.5	-4.8±1.8
Realus ΔR (m)	+2.6±23.5	+2.9±20.2	+1.5±14.4	+1.2±6.6	-6.3±6.6	-4.2±6.5

Mažiausi kranto linijų padėties pokyčių skirtumai tarp teorinių ir realių reikšmių apskaičiuoti praėjus 5 ir 7 mėnesiams (1 lentelė) po Palangos paplūdimio papildymo atvežtiniu smėliu.

Šiauriau tilto matavimo laikotarpiu vyko intensyviausia kranto linijos pozicijos kaita. Šiame ruože kranto linijos pozicija bei profiliai yra stipriai veikiami hidrometeorologinės situacijos ir išilginio nešmenų transporto, tad Bruno taisyklės taikymą sunku vertinti.

Todėl norint tiksliau įvertinti Bruno taisyklės pritaikomumą Lietuvos krantams tikslinga atlikti detalesnius tyrimus, lyginant trumpesnius laiko intervalus nuo nustatytos minimalios vandens lygio reikšmės. Taip pat reikia analizuoti kranto ruožus, kurie nėra taip smarkiai paveikti antropogeninės veikos kaip Palangos paplūdimiai.

Literatūra

- Abuodha P., Woodrofe C. 2006. International Assessments of the Vulnerability of the Coastal Zone to Climate Change. University of Wollongong Research Open-File accessed on 12 January 2013 Online.
- Andrew J., Pilkey O.H. 2004 Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. Global and Planetary Change. Vol.43 pp.157-171.
- Bruun P. 1962. Sea level rise as a cause of shore erosion. J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng., ASCE, 88-117.
- Crossland C. 2002. Source to Sea: A Global View. Coast to Coast. Vol 1(2) pp. 70-73.
- Dean R.G., Dalrymple R.A. 2004. Coastal Processes with Engineering Application. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gudelis V. 1993. Jūros krantotyros terminų žodynas. Vilnius: Academia.
- Himmelstoss E.A. et al. 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0. U.S. Geological Survey Open-File accessed on 12 January 2013.
- Mukhopadhyay A. et al. 2012 Coastal Hazards and Vulnerability: a Review. International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences. Vol. 2 (1) pp. 57-69.
- Pilkey O.H., Davis T.W. 2012. An Analysis of Coastal Recession Models: North Carolina. Duhman: Duke University Press.
- Sharples C. 2006. Indicative Mapping of Tasmanian Coastal Vulnerability to Climate Change and Sea-Level Rise. Hobart: GPO box.
- Sylaivos G.K. et al. 2012. Restoration of a seashore eroded due to dam operation through beach nourishment. Ecohydrology and hydrobiology. Vol. 12 (2), pp. 123-135.

ADAPTYVAUS GALIMŲ INCIDENTŲ PREVENCIJOS APSIMOKANČIO ALGORITMO KŪRIMAS JŪRŲ TRANSPORTO EISMO UOSTE STEBĖJIMO SISTEMAI

Julius Venskus¹, Mindaugas Kurmis^{1,2}, Dalė Dzemydienė³,
Arūnas Andziulis¹, Tadas Limba³

¹Klaipėdos universiteto Informatikos inžinerijos katedra, Klaipėda; ²Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos institutas², Vilnius; ³Mykolo Romerio universitetas, Vilnius; julius.venskus@gmail.com

Įvadas

Jūrų uosto informacinės sistemos paprastai apima duomenų surinkimo, informacijos sintezės ir bazinio duomenų pateikimo operatoriui funkcijas. Galimų incidentų atpažinimas bei nukrypimų nuo įprasto režimo nustatymas išlieka intensyvių žmogaus pastangų reikalaujančiu darbu. Esant ribotiems žmogiškiesiems resursams, sudėtinga ir neefektyvu rankiniu būdu apdoroti didžiulius duomenų kiekius visą parą veikiančiame jūrų uoste. Efektyvi žinių gavybos sistema uosto stebėjimui turi apjungti žmogaus ir dirbtinio intelekto galimybes, transformuoti surinktus duomenis į žiniomis grindžiamą paramą sprendimų priėmimui operatoriams ir, tokiu būdu, pasiekti maksimalų efektyvumą ir tikslumą, įvertinant situacijas jūrų uoste (Rhodes, 2006; Perera, 2012).

Šiame darbe pristatomas sukurtas naujas adaptyvus galimų incidentų prevencijos apsimokantis algoritmas jūrų transporto eismo uoste stebėjimui. Šis algoritmas skirtas apmokyti įprastinių jūrų transporto eismo modelių tinklelius, juos adaptuoti prie modelių pokyčių ir aptikti nuokrypius nuo įprastinio eismo modelio bei pateikti signalą apie galimą pažeidimą. Algoritmo pagrindu paimtas inovatyvus virtualaus feromono metodas, plačiai naudojamas autonominėms intelektualioms sistemoms stebėti ir valdyti (Yingying et al., 2003). Kintantys vertinimo faktoriai yra: jūrų transporto klasė, paros laikas, savaitės diena ar metų laikas. Galimo pažeidimo aptikimo tikslumui yra svarbu, kad įprasto eismo modelių apsimokymas vyktų pagal skirtingą faktorių. Skirtingų transporto eismo būsenų grupavimas pagal nustatytus faktorius ir toks apsimokymas yra pranašesnis už rankinį duomenų įvedimą, nes realiu laiku identifikuoja galimus pažeidimus. Nuolatinis posistemės apsimokymas pagal naujus duomenis ir senų duomenų senėjimas užtikrina sistemos prisitaikymą prie jūrų transporto eismo pokyčių. Tokio tipo automatinė sistema gali būti patikimesnė už ekspertinę sistemą (Rhodes, 2006; Perera, 2012).

Nuolat atsinaujinanti informacija, tokia kaip geografinė padėtis ir greitis, leidžia tiksliai sekti ir apmokyti tipinius jūrų transporto eismo modelius bei

pagerinti žinias apie tai, kur ir kokio tipo eismas vyksta. Susisteminta informacija gali padėti pakrantę stebintiems operatoriams ir atsakingoms institucijoms veiksmingai stebėti neįprastą jūrų transporto judėjimą ir identifiikuoti galimus incidentus.

Ši uosto saugumo ir efektyvumo prasme aktuali sritis yra aktyviai tyrinėjama pasaulinės mokslininkų bendruomenės. O. Tan ir S. Tng siūlo integruotą jūrinę samprotavimo ir stebėjimo sistemą, paremtą Bajeso samprotavimo, esybių tinklo ir judėjimo šablonų analize (Tan, 2012). M. Riveiro ir G. Falkman analizuoja interaktyvų normalaus elgesio modelių ir ekspertinių taisyklių vizualizavimą laivybos anomalijų aptikimui. Autoriai teigia, kad tai būtinas elementas tokių modelių supratimui ir ekspertinių duomenų įterpimui. Taip pat teigiama, kad duomenų vizualizavimas gali padidinti vartotojų pasitikėjimą sistema dėl didesnio sistemos skaidrumo (Riveiro, 2009). K. Kowalska ir L. Peel tyrinėja jūrų laivyno anomalijų aptikimą, naudojant Gauso proceso aktyvų mokymą, apjungtą su aktyviu mokymusi. Šis metodas naudojamas automatinio identifikavimo sistemos duomenų rinkinių sumažinimui. Pagrindinis siūlomo metodo trūkumas – nesugebėjimas dirbti realiu laiku (Kowalska, 2012).

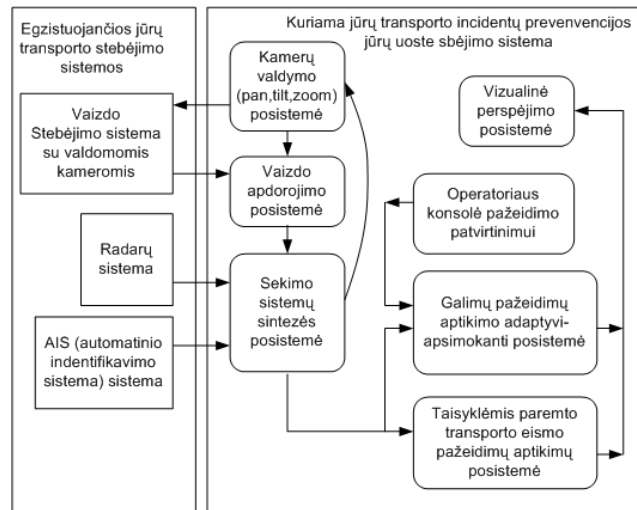
Nepaisant didelio skaičiaus tyrimų, sritis nėra iki galo iširta ir reikalauja gilesnės analizės.

Uosto stebėjimo sistemos architektūra ir jos komponentai

Siūlomas algoritmas yra jūrų transporto eismo kontrolės sistemos dalis. Pakrantės jūrų transporto kontrolės sistemos architektūra pavaizduota 1 pav. Ši sistema skirta aptikti jūrų transporto judėjimo pažeidimus pagal nustatytas taisykles arba pagal adaptyvų apsimokantį algoritmą, kuris nustato įprastą transporto judėjimą ir galimus nukrypimus nuo jų. Jūrų transporto kontrolės sistema integruojama su egzistuojančiomis jūrų transporto sistemomis, tokiomis kaip radarų sistema, AIS (automatinio identifikavimo sistema) bei pakrantės ir jūrų uosto vaizdo stebėjimo kameros. Kadangi stebėjimo vaizdo kameromis sistema negali nustatyti realios laivo geografinės pozicijos, todėl yra būtina vaizdinę informaciją apdoroti skaitmeniniu būdu, atlikti pirminę analizę ir šiuos duomenis perduoti tolimesnei analizei. Informacija apie jūrų transporto geografinę poziciją iš egzistuojančių stebėjimo sistemų perduodama į sekimo sistemų sintezės posistemę, kurioje apjungta informacija būtų perduodama į galimų pažeidimų aptikimo posistemės. Sistemoje yra dviejų tipų posistemės: taisyklėmis paremta transporto eismo galimų pažeidimų aptikimo posistemė ir galimų pažeidimų aptikimo adaptyvi apsimokanti posistemė.

Pagrindinė taisyklėmis paremtos posistemės užduotis – aptikti pažeidimą pagal iš anksto operatoriaus ar administratoriaus nustatytas taisykles. Pavyzdžiui

galėtų būti pavojingos seklumos, rifai ir kt. Pagrindinė sąlyga taisyklių nustatymui – jų kiekis turi būti ribotas ir su laiku nekisti.



1 pav. Pakrantės jūrų transporto kontrolės sistemos architektūros diagrama.

Galimų pažeidimų aptikimo adaptyvios apsimokančios posistemės pagrindinis tikslas – pagal gaunamus duomenis iš sekimo sistemų sintezės posistemės išmokti įprastus eismo modelių tinklelius ir signalizuoti apie galimą pažeidimą, esant nukrypimui nuo įprastinio eismo modelio. Tiek apsimokymas, tiek signalizavimas atliekamas vertinant tokius faktorius, kaip laivo klasė, savaitės diena ir metų laikas. Įprastinio eismo modelių tinklelis gali būti išmokstamas pagal:

1. Laivų eismo kelią – maršrutą, kuris žinomas, kaip įprastinis (pvz., ločmano katerio nueinamas kelias).
2. Pakankamai dažną laivų panašaus kelio maršruto pasikartojimą, vertinant laivo klasės, savaitės dienos, ir metų laiko faktorius (pvz., uosto farvateris).
3. Operatorių pažymėtą laivo nueitą kelią – maršrutą. Šis būdas naudojamas, kai operatorius nori paspartinti mokymosi algoritmą.
4. Operatoriaus atsaką į sugeneruotą galimo pažeidimo signalizavimą. Operatorius gali pažymėti pažeidimą, kaip neaiškų, kaip įprastinį arba kaip tikrą pažeidimą.

Naudojant virtualaus feromono metodą transporto eismo modelio apmokymui, šis sukuria įprastinio eismo modelių tinklelius. Šie tinkleliai gali būti lengvai atvaizduoti, kaip papildomas žemėlapiu sluoksnis patogesniai operatoriaus suvokimui ir operatyviai reakcijai.

Įprastinio eismo modelio apsimokymas ir galimų pažeidimų detekcija

Galimų pažeidimų aptikimo adaptyvios apsimokančios posistemės mokymosi pagrindą sudaro virtualaus feromono metodu paremtas algoritmas. Šis metodas sukurtas stebint skruzdžių kolonijas. Skruzdės, norėdamos paženklinėti kelią iki maisto šaltinio, naudoja cheminę medžiagą – feromoną. Kitos skruzdės naudoja šią žymę, kad pasiektų maisto šaltinį. Laikui bėgant, feromonas garuoja ir kelio žymės po truputį išnyksta. Kad kelias išliktų, skruzdės turi pastoviai eiti tuo keliu ir pakartotinai jį žymėti. Taip susidaro pastovūs feromonu pažymėti keliai.

AP posistemėi naudojamas adaptyvus apsimokantis algoritmas naudoja virtualaus feromono metodą. Stebimo jūrlapio plotas išdalinamas į smulkias sekcijas, kurios turi savo geografines koordinates – ilgumą ir platumą. Šias jūrlapio sekcijas galime atvaizduoti, kaip matricą M , kuri sudaryta iš $m \times n$ elementų. Ši M matrica naudojama virtualaus feromono intensyvumui atvaizduoti. Ji aprašoma kaip:

$$M = \{h_{ij} \mid i \in (0, m), j \in (0, n)\}$$

$$h_{ij} = \begin{cases} h_{ij} \in N, \text{sektoriuje eismas vyko per } \Delta t & \\ 0, \text{sektoriuje eismas nevyko per } \Delta t. & \end{cases} \quad (1)$$

kur h_{ij} - matricos elementas reiškia jūrlapio virtualaus feromono intensyvumo reikšmę (i, j) sektoriuje. i ir j atitinkamai reiškia jūrlapio sektorių matricos M eilutės ir stulpelio numerius, atitinkančius jūrlapio sektoriaus geografinę ilgumą ir platumą.

Vykstant transporto eismui stebimame jūrlapio plote, iš sekimo sistemų sintezės posistemės (1 pav.) gaunama informacija apie jūrų transporto klasę, geografines koordinates, judėjimo greitį ir kryptį. Pagal transporto koordinates atitinkamame feromono matricos elemente h_{ij} pridedama skaitinė reikšmė, kuri reiškia padidėjusį virtualaus feromono intensyvumą. 2 pav. parodytas tarptautinio jūrų keltos nueitas kelias, pavaizduotas virtualaus feromono matricoje, užkeltoje kaip sluoksnis ant jūrlapio. Kiekviename matricos elemente pagal atitinkamas keltos geografines koordinates buvo didinama feromono intensyvumo skaitinė reikšmė.

Pradžioje feromono pėdsako tankumas nustatomas lygus 0 ir tai reiškia, kad per nustatytą laiką Δt transporto eismas nevyko. Kad būtų modeliuojama feromono pėdsako stiprinimo ir garavimo gamtoje procedūra, virtualaus feromono intensyvumas $\tau_{ij}(t)$ yra atnaujinamas pagal formules (Yingying et al., 2003):

$$\tau_{ij}(t+n) = \rho \tau_{ij}(t) + \Delta \tau_{ij} \quad (2)$$

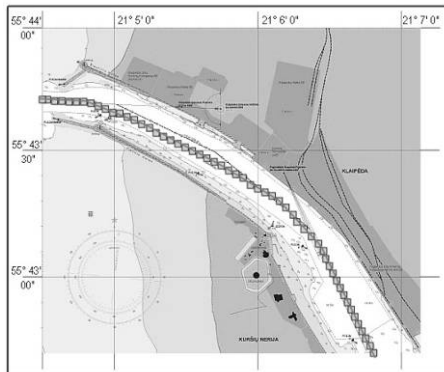
kur (i, j) reiškia žemėlapiu matricos eilutę ir stulpelį, kur buvo aptiktas blokas. ρ - feromono skilimo, garavimo koeficientas $0 < \rho < 1$, kur $(1-\rho)$ yra feromono pėdsako garavimo koeficientas tarp t ir $t+n$ laiko periodų.

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k$$

(3)

kur $\Delta\tau_{ij}$ yra virtualaus pėdsako feromono intensyvumas, kurį pažymi jūrų transportas k per laiko tarpą nuo t iki $t+n$. m – transporto kiekis.

Iš esmės pirmoji formulė (2) naudojama virtualaus feromono garavimui apibrėžti, o antroji (3) – stiprinimui. Šiose formulėse, kaip ir skruzdžių kolonijos sistemoje, jei per tam tikrą laiką feromono pėdsakas nebus sustiprintas, jis išgaruos. Garavimo procesas įprastai lėtesnis už stiprinimo procesą. Jei feromono intensyvumo reikšmė yra mažesnė už nustatytą slenkstį, reikia, kad konkrečiame jūrų transporto eismas nevyko.



2 pav. Vieno jūrų transporto kelio atvaizdavimas virtualaus feromono matricioje.

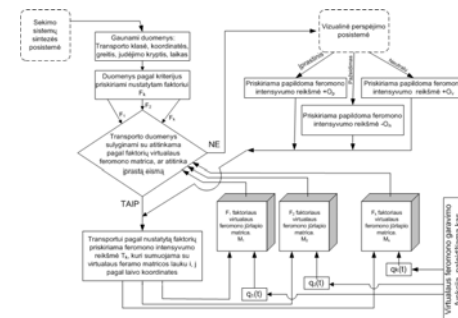
Siūlomas adaptyvus galimų incidentų prevencijos apsimokantis algoritmas

Galimų incidentų prevencijai, kai svarbu operatyviai nustatyti jūrų transporto judėjimo nukrypimą nuo įprasto, buvo sukurtas adaptyvus apsimokantis stebėjimo algoritmas. Pagrindinis algoritmo veikimo principas paremtas aprašytu virtualaus feromono metodu. Kiekviena jūrų transporto priemonė judėdama didina atitinkamos feromono matricios elemento reikšmę, žyminčią feromono intensyvumą. Laiko funkcija mažina visų matricios elementų reikšmes, tokiu būdu mažindama virtualaus feromono intensyvumą. Siūlomo adaptyvaus galimų incidentų prevencijos apsimokančio algoritmo diagrama pavaizduota 3 pav.

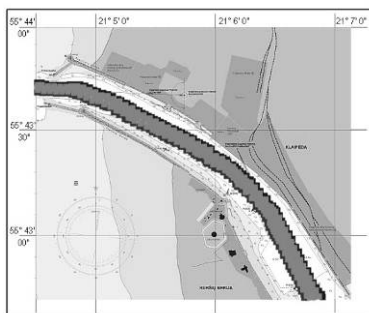
Iš sekimo sintezės posistemės algoritmas gauna informaciją apie jūros uoste ar prieigose esantį jūrų transportą. Informacinį paketą apie transporto vienetą tam tikru laiku sudaro: pavadinimas, klasė, geografinės koordinatės, judėjimo greitis, judėjimo kryptis ir laikas. Gautas transporto paketas priskiriamas atitinkamam faktoriui pagal nustatytą požymį. Tai gali būti laivo klasė, paros laikas ar judėjimo greitis. Po šio priskyrimo informacinis paketas

perduodamas palyginimo funkcijai. Atitinkamo faktoriaus paketas lyginamas su atitinkamu virtualaus feromono matricios elementu. Lyginamas elementas i , j parenkamas pagal transporto koordinatės, esančias informaciniame pakete (pavyzdžiui, 55°42'30“, 21°07'0“ atitinka 1501 stulpelį ir 2450 eilutę). Jeigu atitinkamo elemento feromono intensyvumo reikšmė didesnė už nustatytą slenkstį T_s , tada paketui priskiriama virtualaus feromono intensyvumo reikšmė, kuri sudedama ir įrašoma į atitinkamos matricios atitinkamą elementą. Jeigu atitinkamo elemento feromono intensyvumo reikšmė mažesnė už nustatytą slenkstį T_s , tada informacinis paketas nukreipiamas į vizualinio perspėjimo posistemę galimo incidento indikacijai. Vizualinėje posistemėje operatorius gali daryti įtaką algoritmo apsimokymo greičiui, pasirinkdamas atitinkamą atsaką galimo incidento informavimui. Jei operatorius nusprendžia, kad tai įprastinis transporto judėjimo kelias, jis pasirenka opcija „Įprastinis“ ir tokiu būdu perduoda algoritmui, kad informaciniam paketui reikia priskirti papildomą virtualaus feromono reikšmę O_p , kuri dar labiau priartins virtualaus feromono matricios elemento reikšmę prie įprasto kelio slenkščio reikšmės T_s . Jei operatorius nusprendžia, kad transportas juda neleistinu keliu, jis pasirenka opciją „Pažeidimas“, tokiu būdu perduodamas algoritmui neigiamą virtualaus feromono intensyvumo korekciją. Jei operatorius nepasirenka nieko arba pasirenka opciją „Neutralu“, tada algoritmui perduodama nulinė feromono intensyvumo korekcija arba labai maža O_v reikšmė.

Periodiškai, kas nustatytą laiko atkarpą Δt , vykdoma virtualaus feromono garinimo funkcija, kuri mažina kiekvienos matricios, kiekvieno elemento feromono intensyvumo reikšmę garavimo koeficientu q_k . Jeigu atitinkamas matricios elementas nepapildomas feromono intensyvumo reikšme, tai po atitinkamo laiko funkcijos paleidimo kartų intensyvumo reikšmė taps mažesnė už T_s , o dar po kelių kartų taps lygi nuliui. Toks feromono intensyvumo mažėjimas jo neatnaujina, užtikrina algoritmo adaptyvumą.



3 pav. Adaptyvus galimų incidentų prevencijos apsimokančio algoritmo diagrama.



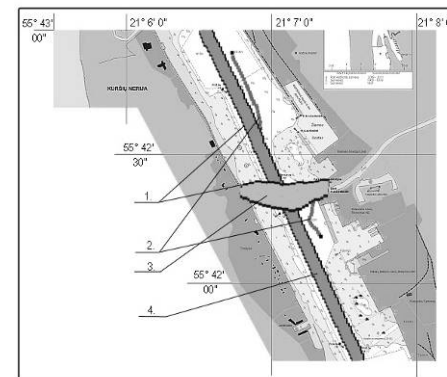
4 pav. Jūrų transporto eismo įprasto susiformavusio kelio atvaizdavimas virtualaus feromono matricoje.

Rezultatai

50 kartų nueitas tarptautinių jūrų kelių kelias atvaizduojamas virtualaus feromono matricoje, užkeltoje ant jūrlapio, kur kiekvienas matricos elementas, atitinka kelių geografines koordinatas, nustatyta reikšmė padidinančiomis feromono intensyvumą atitinkamame elemente (4 pav.). Tame pačiame paveiksle matome, kad susiformavo didesnio intensyvumo feromono pėdsakas, žymintis įprastą kelio judėjimo kelią. Aiškiai matoma riba tarp didelio intensyvumo regiono ir tarp mažo intensyvumo feromono reikšmių. Tokiu būdu, algoritmas apsimoko pagal įprastą transporto kelią jūrlapyje. Algoritmas, stebėdamas naujai judantį keltą, lyginą jo buvimo koordinatas su virtualaus feromono intensyvumo matricos reikšmė atitinkamoje koordinatėje. Jeigu feromono intensyvumo reikšmė yra didesnė už nustatytą slenkstį T_s , tai reiškia, kad keltas juda įprastu keliu. Jei reikšmė mažesnė, tai kelias yra neįprastas, o tai reiškia didesnę galimo incidento tikimybę. Taip pat būtina pažymėti, kad skirtingos klasės ar paskirties transportas gali turėti skirtingus įprastus judėjimo kelius. Tokiu atveju, transporto žymimą virtualaus feromono pėdsaką geriausia atskirti pagal nustatytą faktorių, t.y., pagal transporto klasę. Skirtingų faktorių transportas formuoja atskiras virtualaus feromono matricas ir nedaro įtakos vienas kito įprastam judėjimo keliui.

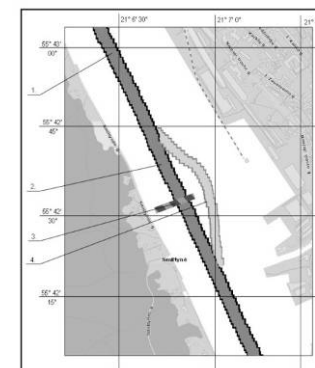
Dviejų skirtingų virtualių feromonų matricų užkėlimas ant jūrlapio pavaizduotas 5 pav. Viena matrica atitinka tarptautinės jūrų perkėlos kelto suformuotą įprastą judėjimo kelią (nr. 4), kita – Smiltynės perkėlos keleivinio kelto suformuotą įprastą judėjimo kelią (nr. 3). Kadangi suformuotos dvi įprasto judėjimo feromono matricos, tai galime stebėti kiekvieno skirtingo faktoriaus neįprastą judėjimą, reiškiantį galimo incidento tikimybę. 4 pav. 3 ir 4 numeriais pažymėti susiformavę du įprastinio judėjimo keliai skirtingose matricose per 50 plaukimo kartų.

Aiškiai matoma riba tarp įprastinio kelio ir neįprasto (nr.1). Modeliuojant kelių nukrypimą nuo kurso (nr. 2), virtualaus feromono matricoje žymima neįprasta judėjimo žymė, nes tose vietose feromono intensyvumas yra mažesnis už nustatytą slenkstį T_s . Tokiu atveju, informuojamas pakrantės eismo operatorius apie galimą pažeidimą.



5 pav. Jūrų transporto eismo įprastų susiformavusių kelių atvaizdavimas virtualaus feromono matricoje, pagal du skirtingus transporto klasės faktorius.

Algoritmo adaptyvumą geriausiai parodo sumodeliuota įprastame tarptautinės perkėlos kelto kelyje atsiradusi kliūtis (6 pav., nr. 3). Prieš atsirandant kliūčiai, algoritmas buvo apmokytas įprastiniu keliu (nr. 2) su riba (nr.1). Keltas, apeidamas kliūtį, išeina iš įprasto kelio (nr. 4), o tai aptikęs algoritmas perduoda informaciją vizualinei perspėjimo sistemai. Kliūčiai išlikant ilgiau, tarptautiniai keltai nuolat kursuoja pasikeitusiu keliu (nr. 4), žymėdami naują feromono pėdsaką. Iki tol, kol feromono intensyvumas nesiekia T_s , algoritmas tai vertina kaip neįprastą kelią.



6 pav. Algoritmo adaptyvumas. Naujo kelio formavimas.

Keltams kursuojant nuolat pasikeitusiu keliu, toliau didėja naujo feromono pėdsako intensyvumas. Viršijus intensyvumo slenkstį T_s , algoritmas pradeda vertinti naują kelią kaip įprastą (7 pav., nr. 4). Kadangi senuoju keliu keltas nebekursuoja, feromono garavimo funkcija sumažina feromono pėdsako intensyvumą žemiau slenkščio ribos ir algoritmas tada vertina senąjį kelią kaip neįprastą, tokiu būdu prisitaikydamas prie įprasto kelio pokyčių. Toliau nenaudojant kelio, jo feromono intensyvumas nyksta iki 0 reikšmės.



7 pav. Algoritmo adaptyvumas. Nenaudojamo kelio nykimas.

Išvados ir ateities darbai

Šiame straipsnyje pristatytas adaptyvus galimų incidentų prevencijos apsimokantis algoritmas, skirtas jūrų transporto eismo uoste stebėjimo sistemai. Naudojant realius jūrų transporto stebėjimo duomenimis, atlikus imitacinį modeliavimą, eksperimentiškai nustatyta, kad algoritmas pasižymi greitu apsimokymu ir adaptyvumu.

Kadangi tai yra pirmasis mėginimas virtualaus feromono metodu pritaikyti jūrų transporto eismo uoste stebėjimo sistemai, reikalingi tolimesni tyrimai, siekiant išsiaiškinti visus algoritmo privalumus ir trūkumus. Ateityje planuojama algoritmą tobulinti papildomai analizuojant informaciją apie jūrų transporto greičio vektorius. Tai leistų algoritmui adaptuotis prie įprastinio judėjimo greičio konkrečioje jūrlapio vietoje. Taip pat planuojama naudoti skaitmeninį jūrlapį su tiksliais realiu laiku atnaujinamais duomenimis. Naudojant tokį skaitmeninį jūrlapį, bus galima skirtingoms laivo klasėms rekomenduoti saugius įprastinius judėjimo kelius, nurodyti pavojingas plaukiojimo zonas.

Padėka

Autoriai dėkoja projektams LLIV-215 Nr. LV-LT/1.1/LLIV-215/2012/13 „JRTC Extension in Area of Development of Distributed Real-Time Signal Processing and Control Systems“ ir „Transporto statinių, transporto priemonių ir jų srautų inovatyvių tyrimo metodų ir sprendimų kūrimas bei taikymas“, projekto kodas VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-020 už paramą atliekant tyrimą.

Literatūra

- Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. 1996. Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Robots. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, Vol. 26, No. 1, February 1996.
- Yingying D., Yan H., Jingping J. 2003. Swarm Intelligence Symposium, 2003. SIS '03. Proceedings of the 2003 IEEE, 14-18 p.
- Kowalska K., Peel L. 2012. Maritime Anomaly Detection using Gaussian Process Active Learning. Information Fusion (FUSION), 2012 15th International Conference, 1164-1171 p.
- Lietuvos saugios laivybos administracija, Hidrografijos ir navigacinių įrenginių skyrius. 2011. Klaipėdos jūrų uostas, Jūrlapis LT660710. Lietuvos saugios laivybos administracija, 2003
- Perera L.P., Oliveira P., Guedes Soares C. 2012. Maritime Traffic Monitoring Based on Vessel Detection, Tracking, State Estimation, and Trajectory Prediction. Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions, 2012, Volume: 13, Issue: 3, 1188 – 1200 p.
- Rhodes B.J., Bomberger N.A., Seibert M., Waxman A.M. 2006. SeeCoast: Automated Port Scene Understanding Facilitated by Normalcy Learning. Military Communications Conference, 2006. MILCOM 2006. IEEE
- Riveiro M., Falkman G. 2009. Interactive Visualization of Normal Behavioral Models and Expert Rules for Maritime Anomaly Detection. 2009 Sixth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization
- Tan K.S.O., Tng S.S. An Integrated Maritime Reasoning and Monitoring System Defence. Information Fusion (FUSION), 2012 15th International Conference, 1345-1350 p.

INVESTIGATION OF SALINE WATER INTRUSIONS INTO THE CURONIAN LAGOON AND TWO-LAYER FLOW IN THE KLAIPĖDA STRAIT USING FINITE ELEMENT HYDRODYNAMIC MODEL

Petras Zemlys¹, Christian Ferrarin^{2,3}, Georg Umgiesser^{1,2},
Saulius Gulbinskas¹, Debora Bellafiore²

¹Coastal Research and Planning Institute, Klaipėda University, Klaipėda; ²CNR – National Research Council of Italy, ISMAR – Marine Sciences Institute in Venice, Venice, Italy; ³CNR – National Research Council of Italy, IAMC – Institute for the Coastal Marine Environment in Oristano, Torregrande, Oristano, Italy; petras.zemlys@ku.lt

This work is focused on the application of a modelling system to simulate 3-D interaction between the Curonian Lagoon and the Baltic Sea coastal waters and to reflect spatio-temporal dynamics of marine waters in the Curonian Lagoon. The model system is based on the finite element program package SHYFEM which can be used to resolve the hydrodynamic equations in lagoons, coastal seas, estuaries and lakes.

The results of a one year 3-D model simulation with real weather and hydrological forcing show that the saline water intrusions from the sea through Klaipėda Strait are gradually decreasing with distance from the sea and become negligible (average annual salinity about 0.5 ‰) at a distance of about 20 km to the south of Kiaulės Nugara island (Fig. 1A).

Analyses of the simulation results also show this area being highly heterogeneous according to the vertical salinity distribution. While in the deeper Klaipėda Strait (harbour waterway) differences in average salinity between near bottom and surface layers varies in the range 2–2.5 ‰, in the rest of the Curonian Lagoon it is less than 0.1 ‰ (Fig. 1D).

Analyses of the simulation results confirmed the presence of a two-directional flow that from time to time changes to either saline water one-directional flow to the Curonian Lagoon or fresh water one-directional flow to the sea (Fig. 2).

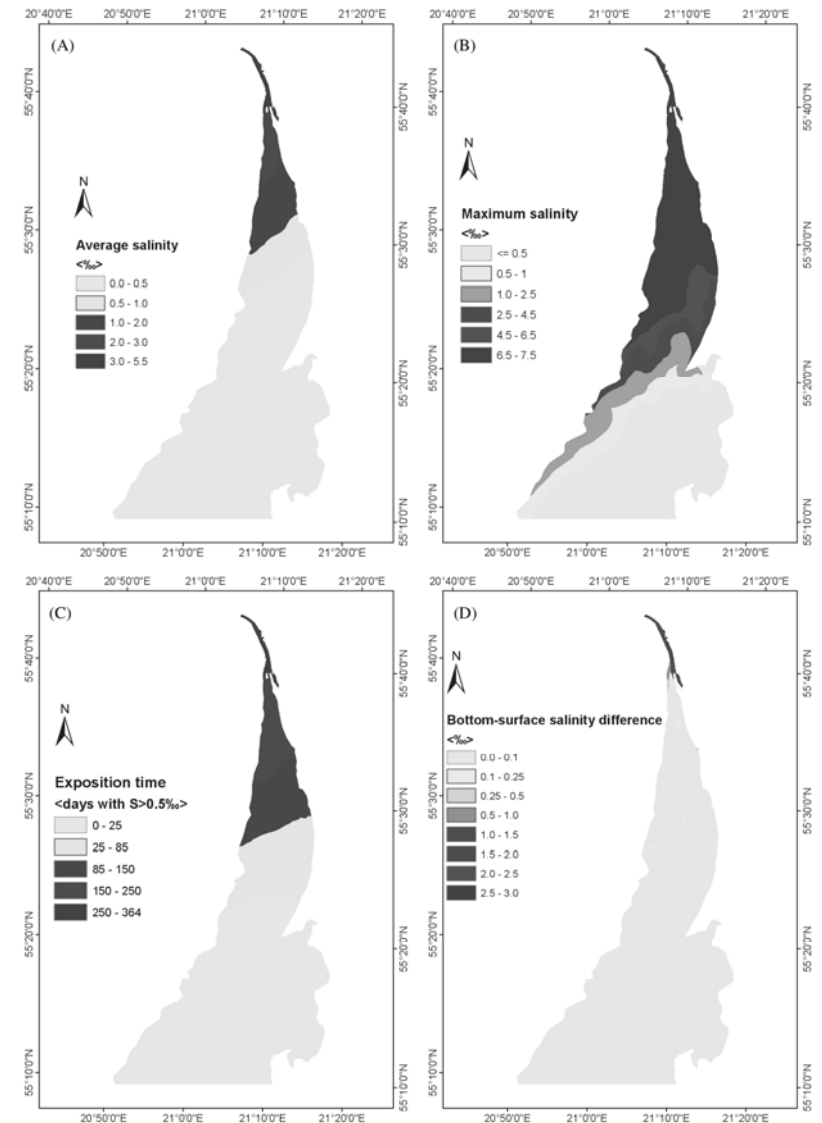


Fig. 3. Spatial distribution in the northern part of the Curonian Lagoon of (A) annual average of vertically integrated salinity, (B) yearly maximum of vertically integrated salinity, (C) number of days per year when vertically integrated salinity stays greater than 0.5 ‰, (D) difference between annual average of surface and near bottom layer salinity.

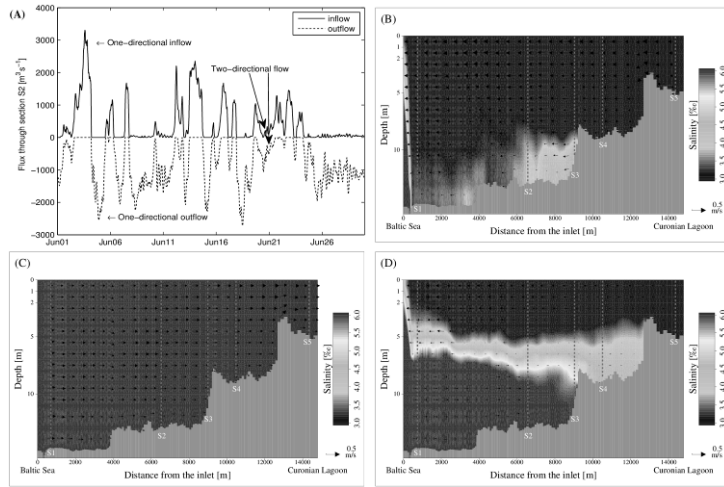


Fig. 4. Water flow through cross-section S2 in June 2009 (A, continuous line for inflow and dotted line for outflow) and different flow regimes in the Klaipėda Strait: (B) unidirectional outflow, (C) unidirectional inflow, (D) two-layer flow. Grey dotted lines in panels B, C, D indicate the approximate location of cross-sections S1-S5.

Two-directional flow duration decreases with a distance from sea entrance in Klaipėda Strait from around 180 days yr⁻¹ close to the sea entrance to 50 days yr⁻¹ just behind Kiaulės Nugara island. One-directional outflow duration is increasing with a distance from the sea entrance from 100 to 225 days yr⁻¹. One-directional inflow duration occurs in the range 85–100 days yr⁻¹ (Fig. 3)

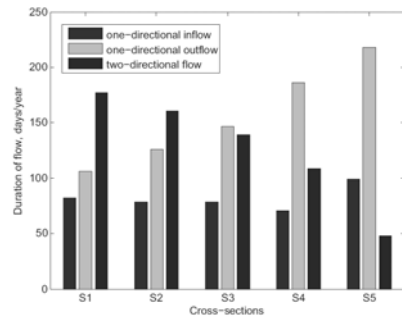


Fig. 5. Distribution of duration per year 2009 for different types of flows in the sections displayed in Fig 2.

The analysis of the ratio of buoyancy layer thickness to water depth (h_b/H) and the Wedderburn number showed three main flow regimes in the strait,

identifying the main importance of wind action in the along-strait direction. Absence of wind or cross-strait wind regimes allow the maintenance of an two-layer flow typical of estuarine dynamics (Fig. 4).

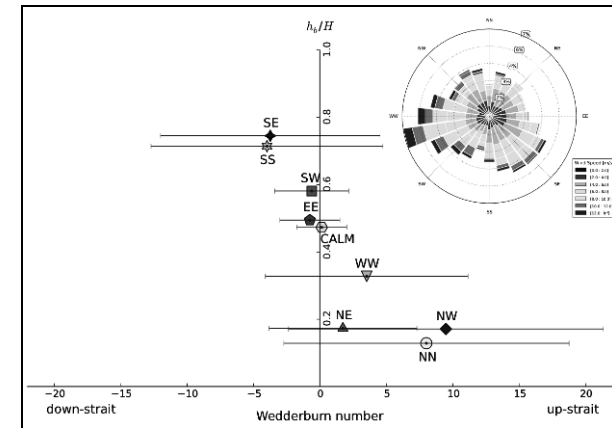


Fig. 6. Flow-regime diagram to classify the effect of the wind on stratification in the Klaipėda Strait. The y axis is the ratio of buoyancy layer depth (h_b) to total water depth (H); the x axis is the Wedderburn number (W). Positive is up-strait and the blue error-bars indicate the standard deviation of W . Symbols identify the mean values of each sub-sample based on the wind direction (NN, NE, EE, SE, SS, SW, WW and NW) and the no-wind situation (CALM; sub-sample of cases with wind intensity lower than 3 m s⁻¹). In the upper right panel the wind rose obtained from HIRLAM model results for the Klaipėda Strait is shown.

EŽIOS SEKLUMOS RAIDOS YPATUMAI PER PASKUTINIUS 300 METŲ

Rimas Žaromskis

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda; rimas.zaromskis@cablenet.lt*

Ivadas

Ežios sekluma yra vienas iš ryškiausių geomorfologinių Kuršių marių rytinės pusės darinių. Nuo Liekų rago šiaurės kryptimi ji nusidriekia per 8 km. Ežia plyti priešais Skirvytės žiotis ir nuo dugno atšlajos (2 m izobatos) ją skiria dubuma su 3,6 m siekiančiais gyliais. Atstumas tarp 2 m izobatų juosiančių Ežią ir Skirvytės išnašų kūgį – apie 2,5 km. Mažiausi gyliai ant Ežios viršūnės, einant iš pietų į šiaurę, kinta tarp 0,4 m ir 1,4 m. Seklumos plotis pietinėje dalyje ties 55°13' š.pl. siekia 2,7 km, šiaurinėje, ties 55°15'30" – 1,25 km. Tiek rytų, tiek vakarų šlaitai gana stačiai leidžiasi į marių dubenį, tačiau vakarinis šlaitas labiau išreikštas nuo 1 m iki pat 4 m gylio. Paradoksalu, bet šis didžiulis ir įdomus darinys palyginti mažai tyrinėtas, todėl jo amžius bei raida dar kelia nemažai klausimų.

Šio darbo uždavinys – supažindinti su paskutiniaisiais metais atliktos įvairių laikotarpių kartografinės medžiagos, savo ir kitų tyrinėtojų surinktų duomenų analizės rezultatais, atskleidžiančiais Ežios seklumos raidą per paskutinius 300 metų.

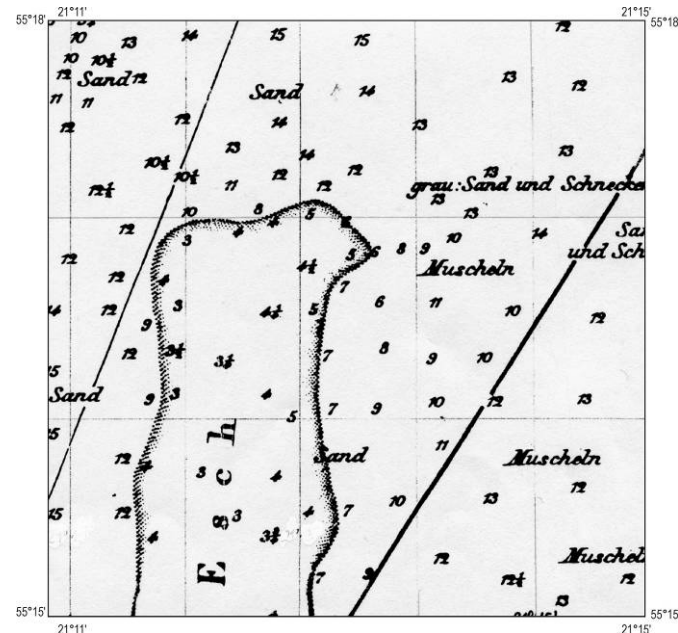
Autorius dėkoja kolegoms E. Červinskui ir S. Gulbinskui už leidimą pasinaudoti jų dar neskelbta medžiaga.

Medžiagos analizė

Tam tikrų žinių apie Nemuno avandeltos šiaurinės dalies reljefą XVIII a. galima aptikti rusų kartografo 1758 ir 1760 m. parengtuose žemėlapiuose. Štai 1760 m. žemėlapyje, kuriame gyliai pažymėti rusiškais pėdomis (Červinskas, 1978) per pačią Ežios seklumą nusidriekia matavimų linija. Šie duomenys atskleidžia, kad mažesni už 2 m gyliai driekiasi į šiaurę nuo Liekų rago apie 10 km. Be to, arčiau Liekų rago gyliai tesiekia 0,9 m (3 pėdas), maždaug už 3 km nuo rago – 1,2 m. o ties Skirvytės žiočių plotuma – 1,8-2,7 m (6-9 pėdos). Išeitų, kad Ežia tuo metu užėmė maždaug pusę atstumo tarp Liekų ir Ventės ragų, taigi, buvo nedaug trumpesnė negu dabar. 1760 m. žemėlapiu duomenys rodo, kad Ežios vakarinis šlaitas ir prieš du su puse šimtmečio buvo panašaus statumo kaip ir dabar.

Gana patikimą medžiagą apie Ežios seklumą pateikia 1840-1841 m. Prūsijos jūrų atlaso žemėlapis M 1:50 000. Netoli kranto čia išvesta 6 pėdų (1,88 m) izobata, kuri juosia ir Ežios seklumą. Ši izobata šiaurėje apibrėžia seklumos

kontūrą ties 55°17' šiaurės plotuma arba maždaug 6,5 km į pietus nuo Ventės rago, t.y. beveik toje pat plotumoje kaip dabar. Tuo metu ant seklumos distalinio galo vyravo 1-1,5 m gyliai, kurie taip pat buvo panašūs į dabartinius. 1840-1841 m. žemėlapyje taip pat išryškintas status vakarinis Ežios šlaitas ir kiek nuolaidesnis – rytinis. Tarp Ežios ir Skirvytės žiočių plytinčioje dubumoje gyliai siekia 12-13 pėdų, t.y. 3,75-4,07 m, o ties seklumos distaliniu galu – netgi 14 pėdų arba 4,39 m (1 pav.).

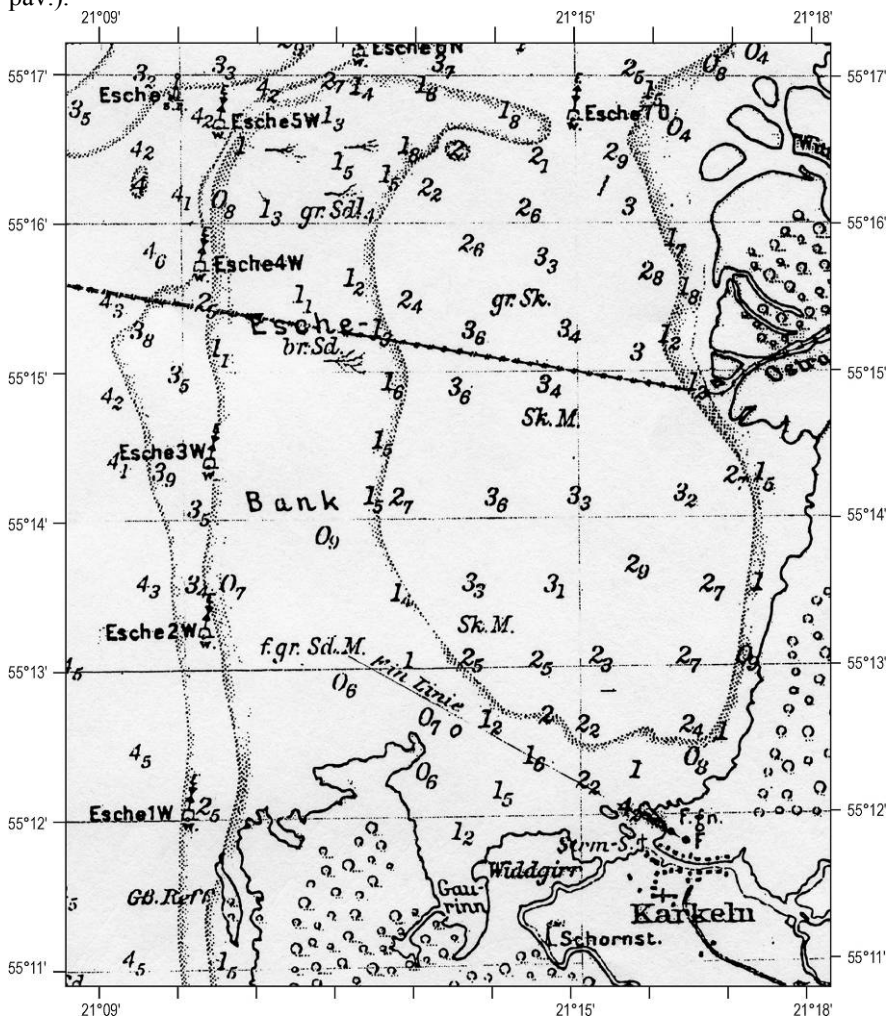


1 pav. Šiaurinė – distalinė Ežios seklumos dalis ir ją supanti batimetrinė aplinka 1840-1841 m. Prūsijos jūrų atlaso žemėlapyje M 1:50 000 (asmeninis E. Červinsko archyvas).

Ankstesniųjų ir 1840-1841 m. žemėlapių lyginamoji analizė leidžia teigti, kad per 170 metų vakarinis Ežios šlaitas į vakarus pasistūmė ne mažiau 500 m, kai rytų šlaitas išlaikė beveik tą pačią vietą. Tai rodo, kad naujai gaunamų nešmenų sąskaita Ežios sekluma plėtėjo apie 3 metrų per metus greičiu. Gylių mažėjimas rytų kryptimi seklumos distalinėje dalyje rodo viso povandeninio akumuliacinio darinio tendenciją plėstis į rytus, uždarant iš šiaurės tarp Ežios ir rytinio marių kranto esantį duburį.

Navigaciniame 1907 m. žemėlapyje jau daug daugiau gylio matavimo taškų negu ankstesniuose, o 2 m izobata apibrėžia seklumą, kurios distalinis galas jau ryškiai užsilenkęs į rytus. Gyliai ant pietinės seklumos dalies tik 0,6 m,

vidurinės – 0,9-1,0 m, o šiaurinės iš vakarų į rytus keičiasi nuo 1 iki 1,8 m (2 pav.).



2 pav. Iškarpa iš vokiškojo 1907 m. išleisto navigacinio žemėlapiu M 1:50 000, kuriame 2 m izobata gerai išryškina Ežios seklumos kontūrą bei tarp seklumos ir rytinio marių kranto plynčinį įdaubą (asmeninis E.Červinsko archyvas).

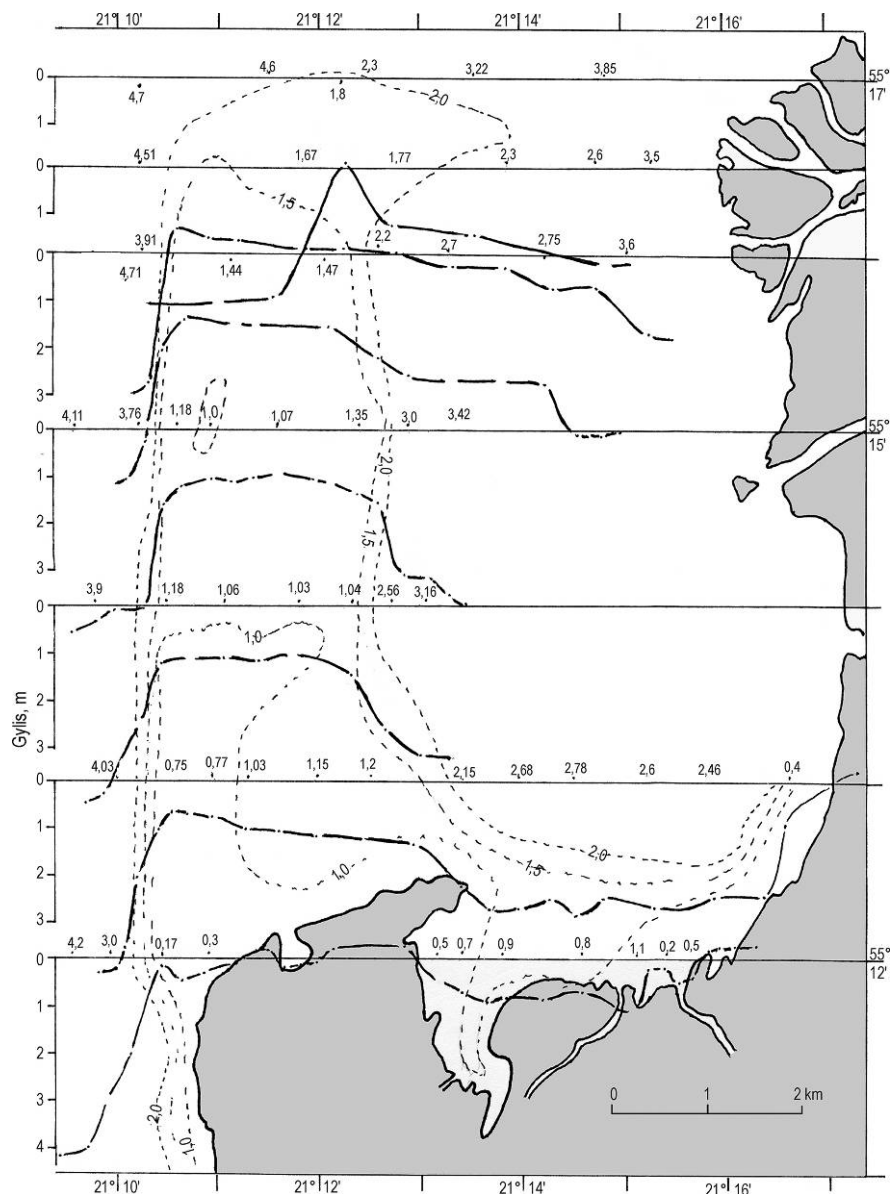
Lyginant 1840 m. ir 1907 m. žemėlapių duomenis, dėmesys atkreiptinas į tai, kad XX a. pradžioje tarp seklumos ir kranto esančioje įdauboje jau niekur nebeaptikta viršijančių arba net siekiančių 4 metrus gylių. Labai toli į rytus

pasistūmė ir distalinis seklumos galas. Seklumos vakarinis šlaitas taip pat pokyčių neišvengė ir persistūmė maždaug per 420 m į rytus. Be to, žemėlapyje pravesta 4 m izobata rodo, kad Ežios pietinėje ir ypač vidurinėje dalyse į atvirų marių pusę besileidžiantis šlaitas tarp 2 ir 4 m izobatų daug lėkštesnis negu šiaurės vakarinėje dalyje. 4,2 m gylio atžyma čia yra visai netoli 1 m gylio atžymos.

Pagal žemėlapi, išleistą 1958 metais ir parengtą pagal 1955 m. matavimus, distalinis seklumos galas pagal 2 m izobatos padėtį išliko beveik nepakitęs. Žemėlapyje matyti, kad pietinėje seklumos dalyje gyliai sumažėjo iki 0,2 m (55°12'30 š.pl.), vidurinėje dalyje ties 55°15' š.pl. – iki 0,8-0,9 m, o šiaurinėje, maždaug ties 55°16'30" iš vakarų į rytus keičiasi tarp 0,8 ir 1,9 m. Taigi, gyliai visur sumažėjo, lyginant su 1907 m. žemėlapiu duomenimis. Seklumos vidurinėje dalyje vakarinis šlaitas (2 m izobata) driekiasi ties 21°10'42" vakarų ilguma. Taigi, į vakarus pasislinko apie 270 m, padidindamas seklumos plotį iki 2040 metrų. Labai ženklus gylių sumažėjimas išryškėjo ant seklumos keteros, netoli jos vakarinio šlaito. Nuo Liekų rago, einant iš pietų į šiaurę, gyliai maždaug ties 55°13' š.pl. – 0,8 m, ties 55°14' – 0,5-0,7 m, ties 55°15' – 0,8-0,2 m, ties 55°16' – 0,1-0,4 m. Gylių kaitos tendencija ant seklumos keteros rodo, kad Ežia persitvarko į barą, o gal būt – į neriją. Didėjant jos aukščiui ir vis labiau ribojant Skirvytės vandens nutekėjimą į marias, turi didėti srovės greitis šiaurės kryptimi ir didėti jos praplaunamasis vaidmuo tarp upės išnašų kūgio ir distalinio seklumos galo. Didelius srovės greičius, siekiančius iki 34 cm/s, tarp distalinio seklumos galo ir Skirvytės išnašų kūgio, nurodo ir kiti autoriai (Репечка, Пустельников, Червинскас, 1980). Tuo pat metu gyliai prie rytinio seklumos šlaito pakito nežymiai.

Labai detalius Ežios seklumos matavimus 1968 m. atliko E. Červinskas. Šių matavimų pagrindu kas viena geografinės platumos minute autoriaus buvo sudaryti skersiniai seklumos profiliai (3 pav.).

Minėti matavimai parodė, kad Ežios raidos negalima vertinti vienareikšmiškai kaip nuosekliai priaugančio akumuliacinio kūno. Visų pirma, 1968 m. gyliai ant seklumos buvo daug didesni negu 1955 metais ir ypač vidurinėje Ežios seklumos dalyje. Be to, distalinį į rytus užsilenkusį seklumos galą žyminti 2 m izobata driekiasi daug toliau į vakarus nuo Skirvytės žiočių negu anksčiau nagrinėtame žemėlapyje. Sudaryti skersiniai profiliai akivaizdžiai parodė, kad pietrytinis seklumos šlaitas yra daug statesnis negu šiaurės rytinis. Tai perša prielaidą, kad ši sekluma savo formavimosi pradžioje buvo gausiau maitinama nešmenimis ir augo gana staigiai. Distaliniame jos gale smėlis kaupiasi daug lėčiau ir, palapsniuui veikiamas marių bangų, labiau išsiplėtė į rytus, kartu sumažindamas ir seklumos šlaito nuolydį.



3 pav. Ežios seklumos batimetrinis planas bei skersiniai profiliai, sudaryti remiantis E.Červinsko 1968 m. vasaros matavimų duomenimis. Jame ant seklumos užfiksuoti marių gyliai yra ženkliai didesni negu parodyti 1958 m. žemėlapyje.

Apie Ežios seklumos būklę XX a. paskutiniajame dešimtmetyje nemažai informacijos suteikia 1993 m. išleistas rusiškas Kuršių marių žemėlapis M 1:50 000. Šiame žemėlapyje palaiapsniui išryškėja ant Ežios seklumos viršūnės, lyginant su 1968 m. matavimo duomenimis. Šiuos pokyčius galima sieti su bendru Nemuno nuotėkio (Gailiusis, Jablonskis, Kovalenkoviėnė, 2001) ir tuo pačiu Skirvytės atneštos vandens masės praplaunamos gebos mažėjimo tendencijomis. Pateiktas žemėlapis iškelia ir kitą klausimą: jei sumažėjo Nemuno vandens kiekis, o tuo pačiu ir kietasis nuotėkis, iš kur ėmėsi nuosėdinė medžiaga seklumos paaukštėjimui ir jos distalinio galo prieaugiui? Juk per laikotarpį nuo 1968 m. Ežios distalinis galas ištyso į rytus tiek, kad suformavo ištisinį povandeninį slenkstį, atskyrusį priešais Skirvytės žiotis plytintį duburį nuo šiauriau esančios marių dalies. Palyginus 1993 m. žemėlapią ir 1968 m. matavimo duomenis, akivaizdu, kad mažiausi gyliai ant naujai susiformuojančio slenkščio sumažėjo nuo 2,3-3,5 m iki 1,8 m. Į šį klausimą gali būti tik vienas atsakymas – Ežios sekluma paskutiniaisiais dešimtmečiais augo piečiau Skirvytės įlankos esančių krantų ardos produktų bei kranto povandeniniame šlaite susikaupusio smėlio sąskaita.

Nuosėdinės medžiagos dalelių diferenciacijos pagal dydį aspektus skirtingose seklumos vietose atskleidžia S. Gulbinsko 1999 m. vasarą surinkti duomenys (Gasiūnaitė ir kt., 2012). Paaikškėjo, kad išilgai vakarinio Ežios šlaito vyrauja daug stambesni nuosėdų grūdėliai negu seklumos vidurinėje dalyje arba ant jos rytinio šlaito. Jei pagal S.Gulbinsko duomenis netoli vakarinio šlaito viršūnės nuosėdų dalelių vidurkinis dydis M_d išilgai seklumos keitėsi tarp 0,192 ir 0,273 mm, tai prie rytinio šlaito vyravo gerokai smulkesnė ir šiek tiek geriau išrūšiuota medžiaga, kurioje M_d kito tik 0,189-0,198 mm ribose, o So reikšmė – tarp 1,16 ir 1,23. Beveik visuose nuosėdų mėginiuose ant seklumos vyravo smulkaus smėlio 0,16-0,2 mm ir 0,2-0,25 mm dalelių frakcijos. Marių dugno nuosėdų tyrimai taip pat patvirtino, kad viršutiniai seklumos nuosėdų horizontai tiesiogiai nesusiję su Skirvytės deltinių šakų išnešta medžiaga. Ant seklumos viršūnės aptikta daug daugiau stambesnių dalelių negu į vakarus nuo Skirvytės išnašų kūgio esančiame duburyje.

Ežios viršūnės medžiagos granulimetriniai požymiai daug artimesni vakarinio šlaito papėdės nuosėdoms negu duburio, esančio rytinėje seklumos pusėje. Nuo seklumos tostant į vakarus, nuosėdos palaiapsniui smulėja ir apie 2 km nuo jos šlaito M_d reikšmė besiekia 0,153 mm. Tai rodo bendrą priekrantinės medžiagos sklaidos mastą šioje marių akvatorijoje.

Išvados

Akumuliacinis dugno nuosėdų darinys, ištyšęs nuo Liekų rago – Ventės rago link, veikiamas priekrantinio nešmenų srauto, turėjo pradėti formuotis esant daug žemesniam vandens lygiui ir vystytis kaip priekrantinė bara.

Per paskutiniuosius 300 metų Ežia beveik nepaaugo į aukštį, tačiau intensyviai plėtėsi į vakarus, o jos distalinis galas – į rytus.

Ežios seklumą sudaranti medžiaga savo granulimetrine sudėtimi yra artima Liekų rago vakarinės pusės krantui ir turi mažai bendro su Skirvytės išnašų kūgiu. Marių dugno nuosėdos tarp Ežios ir rytų kranto esančiame duburyje artimos dugno nuosėdoms susikaupusioms apie 2 km ir toliau į vakarus nuo seklumos.

Seklumos viršūnėje susikaupusių nuosėdų tekstūriniai požymiai yra panašūs į jūros kranto zonos povandeninių sėklių storumės tekstūrinius požymius. Tai rodo, kad seklumos paviršinės dalies reljefui didelį poveikį turi bangos.

Literatūra

- Červinskas E. 1978. Kartografinio vaizdo raida. Kn.: Kuršių marios. Red. A.Rainys, Vilnius, Mokslas. p. 93-154.
- Červinskas E., Kuskas R. 1982. Kuršių marių lagūninės ir avandeltinės sedimentacijos palyginimas. Geografijos metraštis, XX, p. 123-130.
- Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. 2001. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis, Kaunas, LEI.
- Gasiūnaitė Z.R., Razinkovas-Baziukas A., Griniėnė E. ir kt. 2012. Pelagic patterns along the Nemunas River-Curonian Lagoon transition, south-eastern Baltic Sea. Baltica, vol. 25, No. 1, p. 77-86.
- Reineck H.-E., Singh J.B. 1975. Depositional sedimentary environments. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York. P. 9
- Roniewicz P. 1983. Kopalne struktury sedimentacyjne stref brzegowych. Dynamika litodynamicznego srodowiska morskiej strefy brzegowej. Materiały igolnopolskiej szkoly sedimentologicznej Lubiatowo. p. 388-411.
- Репечка М., Пустельников О., Червинскас Э. 1980. Современное осадконакопление в Куршском заливе. Научные труды высших учебных заведений Литовской ССР. География, 16:28-73, с.

KRANTO LINIJOS POKYČIŲ YPATUMAI ŠVENTOSIOS UOSTO RAJONE 1910-2010 M.

Gintautas Žilinskas, Donatas Pupienis, Darius Jarmalavičius

*Gamtos tyrimų centras, Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius;
zilinskas@geo.lt*

Įvadas

Plečiantis žmogaus ūkinei veiklai jūros krantuose, atsiranda ir neišvengiamas šios plėtros palydovas – įvairios paskirties hidrotechniniai statiniai. Šie statiniai, priklausomai nuo jų dydžio bei konstrukcijos ypatumų vienokia ar kitokia apimtimi keičia hidro-morfodinaminių procesų eigą kranto zonoje, o tuo pačiu ir gretimų statiniui krantų landšaftą. Nors projektuojant inžinerinius statinius jų poveikį aplinkai bandoma įvertinti, tačiau kaip rodo tiek pasaulinė (Komar, 1983; Carter, 1989; Van de Graff et al., 1991; Haan, 1992; Лашенков, 1987), tiek ir Lietuvos (Žilinskas, 1998; Žaromskis, 1998, 2008; Žilinskas ir kt., 2008; Žilinskas et al., 2010, Jarmalavičius et al., 2012) tokių statybų praktika, tiksliai numatyti jų poveikį krantui retai kada pavyksta.

Šventosios uosto įtakos gretimų krantų būklei tyrimai šiuo metu tampa itin aktualūs, kadangi jau artimiausiais metais numatoma pradėti uosto atstatymą (uosto ir įplaukos kanalo gilinimas iki 3 m pradėtas jau 2011 m. balandžio mėn.). Kadangi Šventosios uostas bus atstatomas toje pačioje vietoje, o jo konfigūracija bei parametrai numatomi panašūs į buvusio uosto (Šventosios..., 2003), todėl buvusio Šventosios uosto poveikio krantui tyrimai turi ne tik mokslinę, bet ir praktinę reikšmę.

Šių tyrimų tikslas – remiantis XX ir XXI a. kartografinės medžiagos analize bei krantų dinamikos monitoringo duomenimis įvertinti kranto linijos pokyčių ypatumus Šventosios uosto rajone įvykusius per pastaruosius 100 metų.

Tyrimų rajonas ir objektas

Tyrimų rajonas, kurio viduryje yra Šventosios uostas, apėmė apie 10 km kranto ruožą nuo Ošupio upelio pietuose iki sienos su Latvija šiaurėje. Nors viso tiriamojo ruožo (Ošupio upelis - siena su Latvija) kranto morfologija panaši (paplūdimys ir apsauginis paplūdimio kopagūbris ar kranto kopos), tačiau morfometriniai kranto parametrai skiriasi (Žilinskas ir kt., 2001). Šventosios uosto pietinis molas ir Šventosios upės žiotys skiria tyrimų ruožą į dvi dalis: pietinę (Šventosios uostas - Ošupio upelis) ir šiaurinę (Šventosios uostas - siena su Latvija).

Šventosios uostas, senovėje vadintas Heligaw, Heiligen-Aa, Heilygaw ir panašiai, funkcionavo dar XVI-XVII a., bet 1701 m. švedų buvo nuniokotas, o

jo farvateris užverstas akmenimis (Šimoliūnas, 1933; Žulkus et al., 2001). XX a. pradžioje Lietuvai atgavus nepriklausomybę, o Klaipėdą vis dar kontroliuojant Prancūzijai, buvo nutarta vėl atgaivinti Šventosios uostą. Tuo metu, Šventosios uostą buvo numatyta statyti ir plėsti trimis etapais. Pirmajame etape buvo norima įrengti nedidelį priekrantinės žvejybos uostą, kurio molai siektų iki 3-3,5 m jūros gylį. Sekančiame etape buvo numatyta prailginti pietinį molą iki 5-5,5 m gylio ir pastatyti naują šiaurinį molą, kad galėtų įplaukti ir atviros jūros žvejybos laivai. O per trečiąjį statybų etapą uosto molai turėjo pasiekti 7-8 m gylį, kad uostas galėtų priimti ir prekybinius laivus (Šimoliūnas, 1933). Pradėjus įgyvendinti šį projektą, 1925 m. buvo pastatytas 380 m ilgio pietinis, o 1926 m. – 228 m ilgio šiaurinis molai. Tarp jų palikti 60 m pločio uosto vartai. Tačiau, atlikus pirmojo statybų etapo darbus, avanuoste sparčiai pradėjo kauptis nešmenys. Todėl, siekiant avanuostą apsaugoti nuo užnešimo 1939 m. Šventojoje imta statyti ilguosius molus, aplenkiant antrame etape numatytus atlikti darbus. 1939 m. pastatytas naujas pietinis molas, kurio ilgis buvo 780 m. O 1940 m. pradėtas statyti ir šiaurinis molas, tačiau jo darbus nutraukė II – Pasaulinis karas. Po karo Šventosios uosto statybos nebuvo tęsiamos. Detaliau Šventosios uosto statybų istorija aprašyta J. Šimoliūno (1933), V. Merkio (1934) bei R. Žaromskio (1998, 2008) darbuose.

Tyrimų metodika

Atliekant lyginamąją kartografinės medžiagos analizę buvo panaudoti 1910, 1947, 1984 ir 2010 m. topografiniai žemėlapiai ir ortofotonuotraukos. Kranto linijos pokyčių kiekybinės charakteristikos buvo gautos palyginus įvairių metų kranto linijos kontūrų skaitmeninius modelius. Kranto linijos kontūrų atskirų metų skaitmeniniai modeliai buvo sudaryti įskaitmeninus popierinius žemėlapius ArcGIS 9.2 desktop programinės įrangos moduliui ArcMap. Įvairių metų kranto linijų kontūrų skaitmeninių modelių statistinė analizė buvo atlikta DSAS 4.2 programa (Thieler et al., 2009).

Pastarųjų metų Šventosios uosto rajono krantų dinamikos tyrimuose buvo pasinaudota ir monitoringo, vykdomo Gamtos tyrimų centro Krantotyros ir krantotvarkos sektoriaus darbuotojų nuo 1993 m., duomenimis. Kranto būklės Šventosios uosto rajone kasmetiniai stebėjimai vykdomi 10 monitoringo postų (po 5 į šiaurę ir į pietus nuo Šventosios uosto pietinio molo). Stebėjimai vykdomi kartą metuose, gegužės mėnesį, kuomet būna nusistovėję ramūs orai, o vandens lygis artimas vidutiniam daugiamečiam. Stebėjimų metu (elektroninio tacheometro TOPCON-GTS 229 pagalba) atliekama kranto skersinių profilių niveliacija. Pažymėtina, kad papildomai stebėjimai buvo atliekami ir po ekstremalių audrų, t.y., 1999 m. gruodžio mėnesį po uragano „Anatolijus“ (Žilinskas ir kt., 2000) ir 2005 m. sausio mėnesį po uragano „Ervinas“ (Žilinskas ir kt., 2005).

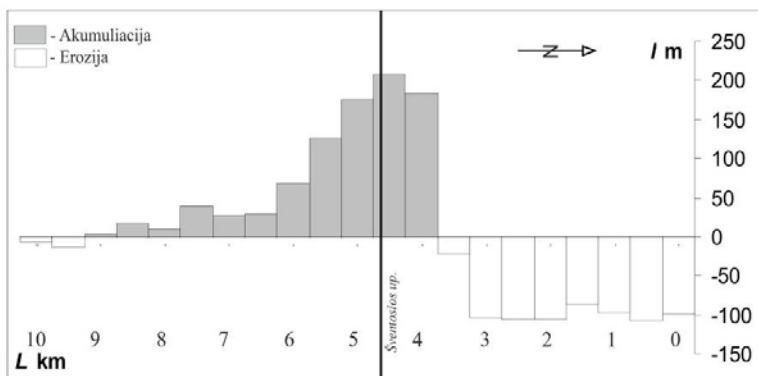
Kartografinės medžiagos analizės rezultatai

Šventosios uosto statybos 1925-1940 m. stipriai pakeitė krantodarinius procesus, o tuo pačiu ir kranto būklę ruože tarp Ošupio upelio ir sienos su Latvija. XX a. pradžioje, prieš uosto statybas šio ruožo kranto linija buvo „švelniai“ išgaubta, jame vyravo kranto ardos tendencijos. Tačiau, atlikus pirmojo statybų etapo darbus, Šventosios prieuostyje sparčiai pradėjo kauptis nešmenys, kurie per 10-12 metų užpildė didžiąją jo dalį ir tik centrinėje jo dalyje dar išliko 3 m gyliai. Uosto valymo darbai taip pat norimų rezultatų nedavė, nes tuomet Šventojoje naudotų žemsemių našumas tesiekė 30-50 m³ per valandą. (Šimoliūnas, 1933, Merkys, 1934, Žaromskis, 2008). Be to, dėl lėšų stygiaus, darbai vyko su pertrūkiais, per kuriuos prieuostis vėl buvo užnešamas. Todėl, 1939 m. Šventojoje imtasi statyti prekybos uostą, aplenkiant antrame etape numatytus atlikti darbus. Ir nors uostas nebuvo pilnai užbaigtas statyti, tačiau pastatytas iki 7 m gylio pietinis molas stipriai pakeitė kranto linijos konfigūraciją. Iki 1947 m. abipus šio molo susiformavo apie 220 m jūros pusėn nutįsęs iškyšulys, kurio pagrindo ilgis sudarė apie 310 m, o bendras plotas apie 8,1 ha. Į šiaurę nuo šio iškyšulio kranto linija iki pat Latvijos sienos intensyviai atsitraukė: nuo 45 iki 55 m centrinėje šio ruožo dalyje iki 70-75 m – pietinėje ir šiaurinėje dalyse. Į pietus nuo iškyšulio 250 m ilgio atkarpoje krantas taip pat atsitraukė 35-45 m. Dar piečiau apie 1,2 km ilgio ruože kranto linija išliko stabili arba vietomis šiek tiek pasistūmėjo jūros pusėn. Dar toliau į pietus, apie 2 km atkarpoje vėl stebimas kranto linijos traukimasis.

Per 1947-1984 m. laikotarpį, vykstant intensyviai sąnašų akumuliacijai ties iškyšuliu, jo plotas padidėjo beveik 6 kartus: nuo 8,1 iki 47,7 ha. Itin sparčiai sąnašų akumuliacija vyko pietinėje dalyje, kur sausumos plotas padidėjo 34,6 ha, o iškyšulio pagrindo ilgis pasiekė 3,9 km. Pažymėtina, kad net 1910-1947 m. laikotarpyje pietinėje iškyšulio pusėje išplaunamame kranto ruože pradėjo vyrauti akumuliacija. Šiaurinėje iškyšulio pusėje, šiuo laikotarpiu, sausumos plotas padidėjo tik 5 ha, iki 10,8 ha. Tačiau šiauriau iškyšulio iki pat sienos su Latvija ženkliai sulėtėjo kranto linijos traukimasis.

1984-2010 m. laikotarpyje pietinėje molo pusėje išsilaikė tos pačios kranto linijos dinamikos tendencijos, tačiau sumažėjo sausumos plėtimosi tempai – padidėjo tik 11,3 ha. Šiaurinėje molo pusėje sausumos prieaugis dar mažesnis – tik 0,6 ha.

Apibendrinti duomenys, atspindintys Šventosios uosto poveikį gretimų rajonų kranto linijos dinamikai per pastarąjį šimtmetį (1910-2010 m.), pateikti 1 pav. Kaip matosi iš 1 pav., akumuliacijos zona piečiau Šventosios pietinio molo (1910-2010 m.) apėmė apie 4,6 km ilgio kranto ruožą. Ypač intensyvi akumuliacija vyko artimiausioje pietiniam molui 1,5 km ilgio atkarpoje (didžiausias kranto linijos postūmis jūros pusėn siekė 225 m).



1 pav. Kranto linijos pokyčiai Šventosios uosto rajone 1910-2010 m (abscisių ašies „0“ atitinka 1910 m. kranto linijos padėtį).

Per 1910 – 2010 m. laikotarpį sausumos plotas šiame ruože „priaugo“ 38,4 ha. Šiauriau pietinio molo, apie 800 m atkarpoje, taip pat vyko akumuliacija (didžiausias kranto linijos postūmis siekė 215 m). Per 1910 – 2010 m. sausumos plotas šiame ruože „priaugo“ 6,5 ha. Tačiau į šiaurę nuo šios atkarpos iki sienos su Latvija (ir už jos) kranto arda sustiprėjo (didžiausias kranto linijos atsitraukimas siekė 120 m). Bendras nuplautos sausumos plotas (iki sienos su Latvija) sudarė 38,4 ha. Pasak vietinių gyventojų po uosto pastatymo, šiame kranto ruože, jūra pasiglemžė 19 gyvenamųjų namų bei ūkinių pastatų.

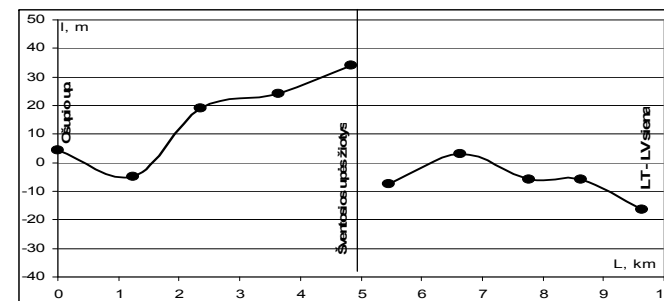
Apibendrinant kartografinės medžiagos analizės rezultatus galima teigti, kad pastatytų XX a. pirmoje pusėje Šventosios molų įtakoje, iki uosto statybų ardovame kranto ruože, prasidėjo intensyvios akumuliacijos procesai. To pasekmėje uosto molų aplinkoje susiformavo iškyšulys, kurio plotas iki šių dienų išaugo iki 44,9 ha. Tačiau, šiaurinėje uosto molų pusėje kranto linijos atsitraukimas ženkliai padidėjo (nuplauta apie 38,4 ha sausumos).

Krantų dinamikos monitoringo duomenų analizės rezultatai

Pastarųjų 15 metų kranto linijos dinamikos tendencijos pietinėje molo pusėje išliko beveik nepakitusios (2 pav.). Šiaurinėje molo pusėje situacija iš dalies pasikeitė: prasidėjo arčiausios molui atkarpos arda ir nedidelė akumuliacija nutolus nuo molo apie 1,5 km atstumu, toliau į šiaurę, kranto linijos dinamikos tendencijos nesikeitė (2 pav.).

Pastarąjį ketvirtį amžiaus neremontuojamas pietinis Šventosios uosto molas sparčiai trumpėjo bei iro ir tapo vis pralaidesnis nešmenims. Iš jo viršvandeninės dalies kuri 1939 m. buvo 780 m ilgio, 2010 m. liko tik 495 m (t.y. sutrumpėjo net 285 m). Todėl, šiuo metu sąnašos kaupiasi ne tik jo pietinėje pusėje, bet pradėjo didėti jų kiekis ir šiaurinėje molo pusėje. To pasekmėje

kranto linijos traukimosi intensyvumas šiaurinėje Šventosios uosto pusėje pastaruoju metu silpnėja.



2 pav. Kranto linijos pokyčiai (m) 1995-2010 m. atkarpoje tarp Ošupio upelio ir valstybinės sienos su Latvija.

Apibendrinimas

Kadangi atstatomas Šventosios uostas bus beveik toje pačioje vietoje, o jo parametrai (molų ilgis, akvatorijos gylis ir kt.) numatyti panašūs į buvusio uosto, tai ir gretimų jam rajonų krantų dinamikos tendencijos turėtų būti panašios į nustatytas šiame darbe (t.y., į prieš tai vyravusias). Gali skirtis tik kranto dinamikos intensyvumas (gali būti silpnesnis), nes tyrimų rajono kranto zonos reljefas iš dalies jau prisitaikęs prie panašaus tipo hidrotechninio statinio poveikio. Taigi, pietinėje uosto pusėje turėtų vyrauti akumuliacija, o šiaurinėje – kranto arda.

Šventoji – populiari Lietuvos gyventojų vasaros atostogų praleidimo vieta. Joje šiuo metu gyvena tik apie 1800 vietinių gyventojų, tačiau vasarą, piko metu, savaitgaliais ilsisi dažnai net iki 80000 poilsiautojų (Gliožerienė, 2009). Pastačius uostą centrinėje Šventosios dalyje bus eliminuotas apie 610 m kranto ruožas, kuriame dabar susirenka apie 14 % Šventosios rekreacinėje zonoje besiilsinčių žmonių (Žilinskas ir kt., 2011). Antra vertus, dėl padidėjančios krantų erozijos pavėjinėje (šiaurinėje) būsimo uosto molų pusėje, rekreacinė paplūdimių talpa šioje dalyje taip pat stipriai sumažės. Šis rekreacinės erdvės sumažėjimas dar labiau padidins rekreacinę apkrovą Šventosios pietinėje rekreacinės zonos dalyje, o tuo pačiu ir neigiamą poilsiautojų įtaką kranto landšaftui.

Todėl, siekiant išsaugoti rekreacinę erdvę šiaurinėje Šventosios uosto pusėje, kurioje šiuo metu vasara ilsisi apie 34% Šventosios poilsiautojų (Žilinskas ir kt., 2011) rekomenduojame Šventosios uosto statybų bei gilinimo metu iškastą iš įplaukos kanalo bei išorinės uosto akvatorijos smėlį panaudoti šiaurinio ruožo krantų tvirtinimui. Vėliau, uosto eksploatacijos metu, siekiant sumažinti kranto ardymą šiaurinėje uosto pusėje ir išsaugoti rekreacinę erdvę,

reikės dalį akumuliuojamų pietinėje pusėje bei įplaukos kanale sąnašų periodiškai “permesti” į šiaurinę uosto pusę, t.y., reikės taikyti taip vadinamą “bypassing” metodą, kuris plačiai taikomas susidarius panašiai situacijai kitų uostų praktikoje, pvz., Santa Barbaroje, JAV (Flick 1993, Wiegel 1994, Patsch et al. 2008).

Literatūra

- Carter R.W.G. 1989. Coastal environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines. London, San Diego, New York, Boston, Sydney, Tokio, Toronto: Academic Press.
- Flick R.E. 1993. The myth and reality of Southern California beaches. *Shore Beach*, 61(3), 3–13.
- Gliožerienė A. 2009. Šventoji sieks tapti šeimos kurortu. www.visasverslas.lt/portal/article/4959
- Haan T. 1992. Eine neue strategie für den niederlandischen Küstenschutz. *Hansa*, 12, 1377-1380.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D. 2012. Impact of Klaipėda port jetties reconstruction on adjacent sea coast dynamics. *Journal of Environmental and Landscape Management*, 20(3), 240-247.
- Komar P. D. 1983. CRC Handbook of coastal processes and erosion. Boca Raton, Florida.
- Merkys V. 1934. Vandens keliai. Kaunas.
- Patsch K, Griggs G. 2008. A sand budget for the Santa Barbara Littoral Cell, California. *Marine geology*, 252(1-2), 50-61.
- Šimoliūnas J. 1933. Šventosios uostas. Kaunas: Spindulys.
- Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija. 2003. Vilnius-Klaipėda: LR susisiekimo ministerija: Vandens transporto departamentas.
- Thieler E.R., Himmelstoss E.A., Zichichi J.L., Ergul A. 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0—An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report, 1208-1278.
- Van de Graaf J., Niemeyer H. D., Van Overeem J. 1991. Beach nourishment, philosophy and coastal protection policy. *Coastal Engineering*, 16(1), 3-22.
- Wiegel R.L. 1994. Ocean Beach nourishment on the U.S.A. Pacific Coast. *Shore Beach*, 62(1), 11–36.
- Žaromskis R. 1998. Šventosios uostas. Vilnius: Baltic ECO.
- Žaromskis R. 2008. Baltijos jūros uostai. Vilnius: Vilniaus Universitetas.
- Žilinskas G. 1998. Kranto linijos dinamikos ypatumai Klaipėdos uosto poveikio zonoje *Geografijos metraštis*, Nr. 31, 99-109.
- Žilinskas G., Eidikonienė J. 2011. Uosto atstatymo įtaka poilsiautojų sklaidai Šventosios rekreacinėje zonoje. Jūros ir krantų tyrimai – 2011, 277-281.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Kulvičienė G. 2000. Uragano „Anatolijus“ padariniai Lietuvos jūriniam krante. *Geografijos metraštis*, Nr. 33, 191-206.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Minkevičius V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius: Geografijos institutas.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2005. Uragano „Ervinas“ padariniai Lietuvos jūriniam krante. *Geografijos metraštis*, Nr. 38(1), 49-65.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2008. Paplūdimio sąnašų papildymo Palangos rekreacinėje zonoje poveikis kranto būklei. *Annales Geographicae*, Nr. 41(1-2), 50-66.
- Žilinskas G., Pupienis D., Jarmalavičius D. 2010. Possibilities of regeneration of Palanga coastal zone. *Journal of Environmental and Landscape Management*, 18(2), 92-101.
- Žulkus V., Springmann M. J. 2001. Die Flüsse als Straßen der Europäisierung, Fluss und Hafen Šventoji-Heiligen-Aa. Lübeck style? Novgorod style? Riga: Nordik, 167-183.
- Лашенков В. М. 1987. Система берегозащиты Калининградского побережья Балтики. В кн. ред. В. П. Зенкович и др. *Природные основы берегозащиты*. Москва. 154-164.

APLINKAI DRAUGIŠKŲ (ŽALIŲJŲ) TECHNOLOGIJŲ TYRIMAI IR TAIKYMAS JŪRINIŲ KONSTRUKCIJŲ IR ENERGETINIŲ SISTEMŲ TOBULINIMUI

Antanas Žiliukas, Jolanta Janutėnienė, Rima Mickevičienė

Klaipėdos universitetas, Klaipėda; antanas.ziliukas@ktu.lt

Įvadas

Ekonominio bendradarbiavimo ir paramos organizacijos paskelbta „Green growth“ deklaracija, Europos Sąjungos išipareigojimais mažinti šiltnamio dujų emisiją strategijoje Europa 2020, ilgalaikė Europos Komisijos „Blue growth“ strategija jūrinio sektoriaus palaikymui, ambicingi Tarptautinės jūrų organizacijos sprendimai sumažinti taršą iš laivų – tai naujas jūrinio know-how kūrimo etapas, palankus jūrinių valstybių vystymui. Jūrų pramonė ir laivyba, kaip strateginė ES ekonomikos dalis, turi pasukti energetinio efektyvumo ir darnios plėtros keliu, tapti „žaliaja“, kad žmonija ilgai galėtų naudotis „mėlynosios ekonomikos“ teikiamais produktais ir paslaugomis. Tam netolimoje ateityje turi būti išspręsta ne viena mokslinė problema, dažniausiai susijusi su jūrų transporto poveikio aplinkai mažinimu. Straipsnyje nagrinėjamos šio poveikio mažinimo problemos, kurias pasaulio mokslo atstovai spęs artimiausią dvidešimtmetį, pateikiama KU mokslininkų tyrimų tematika bei tarpiniai rezultatai.

Jūros aplinkos ir technologijos mokslo tyrimai vandens transporto poveikio aplinkai mažinimui

Pagrindinės vandens transporto poveikio aplinkai tyrimų temos iki 2020 m. grupuojamos į 6 grupes, pateikiamas trumpas problemos paaiškinimas bei reikalingi sprendimai.

1. Vandens tarša iš laivų dėl antifoulingo (danga, neleidžianti prisitvirtinti biofoulingui, t.y. apaugti korpusui vandenyje eksploatacijos metu) dangoje esančių toksiškų substancijų. Biofoulingas didina laivų operacines ir technines priežiūros išlaidas, sudaro sąlygas invazinių rūšių pervežimui ant korpuso ar inkaro. Biofoulingo poveikis mažinamas kuriant naujas dangas ir sistemas, įdiegiant stebėsenos sistemas, taikant biomimetines (biologines pamėgdžiojančias) dangas. Sprendžiant išvardintas problemas, reikia kurti atsparesnius korozijai laivo korpuso variantus, efektyvias „0“ poveikio aplinkai antifoulingo dangas, stebėti jų poveikį jūros florai ir faunai, kurti tokiai stebėsenai tinkamus jutiklius. Tokių klausimų sprendimui būtinas kompleksinis tyrimas apjungiant okeanografus, jūros biologus ir technologijos mokslo atstovus.

2. Povandeninis žemo dažnio triukšmas, išskiriamas eksploatuojant laivus ar kitas jūrines konstrukcijas, daro poveikį jūros žinduolių elgesiui, mažina jų maskavimosi fenomeną ir reprodukciją. Siekiant mažinti triukšmo poveikį, reikalingos naujos stebėsenos sistemos ir procedūros, tobulesnės laivo korpuso konstrukcijos, propulsinės sistemos. Šiems tyrimams turėtų apsiungti mokslininkų grupės, sudarytos iš jūros aplinkos, biologijos ir technologijos mokslo atstovų.

3. Krantų išplovimas vyksta laivams judant siaurais ir/ar sekliais vandenimis. Susidariusios bangos ne tik ardo krantus, bet pažeidžia povandeninę florą ir fauną, šalia esančius laivus ar konstrukcijas. Siekiant sumažinti šį poveikį, reikia jį pilnai suprasti, todėl reikalingos specialios stebėsenos sistemos, kurias kurtų ir eksploatuotų iš ekologų, biologų ir inžinierių suburtos mokslininkų grupės. Jau šiandien aišku, kad reikia mažinti sudaromų bangų aukštį toliau tobulinant laivų korpusų formas, jų propulsines sistemas.

4. Laivų eksploataciniai teršalai – tai ne tik krovos operacijų metu išskirta į aplinką tarša. Tai ir įvairios šiukšlės, užteršti vandenys bei dujos, ardančios ozono sluoksnį. Tai ir išmetamųjų dujų, krovinio, triukšmo, gaisro gesinimo medžiagų, šaldymo sistemų agentų emisijos. Jūrų laivybos sektorius, sunaudojantis virš 350 Mt kuro per metus ir išmetantis virš 1000 Mt šiltnamio dujų bei milijonus tonų kitų teršalų (NO_x, SO_x, KD ir KT.), ženkliai prisideda prie globalinių aplinkos problemų – klimato kaitos, aplinkos rūgštėjimo, ozono sluoksnio ardymo ir kt.

2011 m. paskelbtoje Transporto Baltojoje knygoje iki 2050 m. išpareigojo sumažinti CO₂ emisiją iš vandens transporto priemonių 40% (50%, jei įmanoma) lyginant su 2005 m. Siekiant įgyvendinti strategijos Europa 2020 tikslus iki 2020 metų, reikia visuose sektoriuose šiltnamio dujų emisijas sumažinti mažiausiai 20% lyginant su 1990 m. Dažniausias šių emisijų šaltinis yra dyzelinė laivo jėgainė, todėl ji turi būti tobulinama, kad galima būtų naudoti įvairias kuro kombinacijas, arba keičiama į SGD ar vandeniliu varomą arba dar kitokią alternatyvą. Nauji laivai turi naudoti naujas, ne tokias imlias elektros energijai technologijas.

Bet kokią taršą iš laivų reglamentuoja IMO – Tarptautinė Jūrų Organizacija. Šiuo metu pasaulio laivybos kompanijos laukia naujų emisijos apribojimų įsigaliojimo. Jūrinės įrangos gamintojai jau pateikė nemažai NO_x ir SO_x mažinimo sprendimų, tačiau nuolat kyla klausimų dėl vietos stokos dirbančiame laive ar ribotos energetinės jėgainės galingumo dar vienai sistemai aptarnauti, ar apskritai, dėl galutinio įdiegtos sistemos efekto. Kita vertus, tikras emisijos poveikis aplinkai, klimato kaitai bei jūros gyvybei turi būti iki galo suprstas, todėl reikalinga įdiegtų sprendimų stebėseną, standartizuoti matavimai ir protokolai. Laivų poveikio kartografijai turi būti naudojama

Geographic Information-Based System (GIS). Tai vėlgi būtų iš įvairių mokslo sričių atstovų sudarytos komandos darbas.

5. Svetimų ekosistemų organizmų invazija per balastinius vandenius, sedimentus, korpusą ir inkarus – tai dar viena laivybos problema, sukursianti papildomas išlaidas. IMO D2 reikalavimas valyti balastinius vandenius suteikia naujų galimybių įrangos gamintojams, tarp kurių dominuoja ES kompanijos. Taip pat šios problemos sprendimas gali leisti pasireikšti laivų projektuotojams, jau šiandien siūlantiems bebalastinių laivų, atvirų balastinių tankų ar kieto balasto sprendimus. Balastinių vandenų valymo sistemos yra griezdiškos, jų eksploatacijai reikalinga papildoma energija. Dalis valymo technologijų balastinius vandenius daro agresyviais korozijos atžvilgiu, kas didina techninės priežiūros ir remonto kaštus. Neatmetama tikimybė, kad dėl dezinfekuojančių medžiagų balastinių vandenų organizmai gali mutuoti ir tapti atspariais dezinfekcijos poveikiui. Tokius tyrimus gali atlikti tik mokslininkų komandos, sudarytos iš jūrinių technologijų, jūros aplinkos specialistų.

6. Įvairių laivų avarių metu į aplinką išteka naftos produktai, kitos pavojingos medžiagos, teršiamas oras. Saugios laivybos reikalavimai vis tobulinami, todėl nuolat reikalingi nauji ar patobulinti sprendimai, siekiant mažinti avarių skaičių neskestų, kad po avarijos išsiskyrę teršalai būtų surinkti ir poveikis aplinkai minimizuotas.

Lietuva privalo pasinaudoti neišnaudotomis mėlynosios ekonomikos augimo galimybėmis, kartu apsaugodama biologinę įvairovę ir aplinką. Juolab, kad jūrinių tyrimų centras ir mokslinis potencialas yra koncentruojamas KU, Jūriniame Slėnyje. Klaipėdos jūrų uostas yra makroekonominės svarbos, kuriame susitelkusi ne tik logistikos, krovos, bet ir laivų statybos ir remonto paslaugas teikiantis Lietuvos potencialas. Todėl čia turi būti plėtojamas žaliojo uostas, didinamas jo efektyvumas; kuriamos jūrinės technologijos, skirtos laivų statybos ir remonto pramonei, uostams ir laivybai, ofšorinei vėjo energetikai; generuojami pažangūs sprendimai naujų mėlynosios ekonomikos sektorių plėtrai.

KU mokslininkų jūrinių technologijų tyrimų apžvalga

Baltijos jūros ekosistema pasižymi užterštumu, vyksta intensyvi laivyba, jūros pakrantėse vystoma pramonė. Apytiksliai 10% pasaulinio jūrų transporto tenka Baltijos jūrai (Governmental commission report, 2008), o iki 2017 m. laivų čia padaugės iki 300%. 2011 m. per Baltijos jūrą nutiestas „Nord Stream“ dujotiekis, kurio ilgis 1200 km, kas didina avarių atsiradimo riziką. Politiniai, kultūriniai ir ekonominiai klausimai susiję su Baltijos jūra ir jos aplinka ištirta moksliniuose darbuose (Bouzarovski, 2010; Hassler, 2010; Hassler, 2011; ir kt.). 1990 m. Švedija pateikė ekonominių priemonių reformą, siekiančią pakeisti aplinkosaugos tvarką ir energijos realizavimo mokesčius (Lidskog, 2000). Pagal

HELCOM komisijos nuostatas Baltijos jūros ekologinę būseną numatoma pagerinti iki 2021 m. Šie klausimai tampriai susiję su Baltijos jūroje esančių laivų būkle, vamzdinių sistemų patikimumu bei pakrančių pramonės veikla.

Baltijos jūros regionų strategija (BJRS) apjungia 8 šalis: Švediją, Suomiją, Estiją, Latviją, Lietuvą, Lenkiją, Vokietiją ir Daniją. Regiono sukuriama produkto vertė prilygsta Japonijai, yra didesnė negu Rusijos ir triskart mažesnė negu Kinijos. BJRS svarbiausiais tikslais numatyta laikyti Baltijos jūros taršos mažinimą, regiono gerovės kėlimą, energetikos ir vidaus rinkos problemų sprendimą. KU mokslininkai stengiasi savo tyrimais prisidėti prie strateginių BJR vystymo planų.

Klaipėdos jūrų uoste vystomi jūriniai intermodaliniai terminalai, apjungiantys šiai veiklai skirtingų rūšių transportą. Jūrų uostų veikla neatsiejama nuo geležinkelių transporto įmonių veiklos. Vienas iš tyrimo objektų yra konteinerių terminalas, kuriame kompleksinis intelektualus technologinių procesų valdymas mažintų neigiamą uosto veiklos poveikį aplinkai.

Jūrinis klasteris apima inovacinės veiklos ir išorės konkurencijos organizavimo klausimus. Žinių mainai gali tapti visos regioninės ekonomikos varikliu. Jūrinis klasteris, kaip virtuali organizacija, galėtų turėti galingą derybinę jėgą, sudarytų galimybę plėtoti žinioms imlioms technologijoms, sąveikauti mokslui ir pramonei.

Jūrų pramonei ypač aktualūs klausimai, susiję su eko-technologijų tobulinimu, energetinio efektyvumo tyrimais, taršos iš laivų mažinimu bei balastinių vandenų valymo sistemų naujomis technologijomis, siekiant sumažinti tiesioginį ir netiesioginį aplinkos taršos kiekį ir galimą riziką gyvosiosioms sistemoms. Naftos išsiliejimai didesniu ar mažesniu kiekiu avarių jūrų uosto akvatorijoje yra neišvengiami dėl pažeistų vamzdinių, todėl vykdomi tyrimai, susiję su naftos teršalų surinkimu taikant natūralius sorbentus.

Be vandens taršos mažinimo problemų, spręstini ir elektromagnetinio lauko poveikio laivuose ir uostuose uždaviniai. Iš vienos pusės, reikalingi sprendimai elektromagnetinio lauko taršos mažinimui, o iš kitos pusės - inovatyvūs metodai kaip tai panaudoti papildomai energijai gauti. Tikslinga sudaryti jūrinių sistemų elektromagnetinės taršos žemėlapi.

Šiuo metu laivuose įdiegtos ar ruošiamos įdiegti skruberių sistemos naudoja „šlapijo“ valymo technologiją, tačiau jos pernelyg sudėtingos ir reikalauja daug energijos. Taikytini modernesni skruberiai, pavyzdžiui, barbotaziniai gazlito tipo, kurie yra mažesnių gabaritų, sunaudoja mažiau energijos, kas aktualu mažagabarituose laivuose. Bus tęsiami tyrimai laboratorinėmis sąlygomis, tobulinama konstrukcija.

Jūrinuose keltuose dirbančių tiek pagalbinių, tiek ir pagrindinių dyzelinių variklių keliamas akustinio triukšmo ir mechaninių virpesių lygis

reglamentuojamas tarptautiniais standartais. Kaip rodo praktika, šie standartai laivų mašinų techninei būklei įvertinti ir defektams diagnozuoti gali būti naudojami tik labai ribotai. Laivų mašinų, o ypač stūmoklinių vidaus degimo variklių virpesių diagnostiniai tyrimai yra labai sudėtingi ir neišbaigti. Taip pat svarbu gautus diagnostinius tyrimų rezultatus panaudoti sistemų valdymui ir teikti pasiūlymus, kaip užtikrinti patikimą ir saugų darbą.

Sprendžiant aplinkos taršos ir katastrofų problemas, yra svarbus konstrukcijų patikimumas. Tam reikia laiku įvertinti konstrukcijų laikomąją gebą ir jų elgseną laike. Konstrukcijų patikimumo ir ilgalaikiškumo tyrimų analizė rodo, jog jūrinių konstrukcijų saugai užtikrinti ir taršai sumažinti būtina sukurti laivų konstrukcijų stiprumo ir irimo kriterijus ir atlikti laikomosios gebos vertinimą atsižvelgiant į konstrukcijų darbą jūrinėje aplinkoje; pasiūlyti metodus korozijos pažeidimams jūros vandenyje vertinti; nustatyti naujus laikomosios gebos dėsningumus, konstrukcijų elementus apkraunant statinėmis ir dinaminėmis apkrovomis, esant pažeidimams; sudaryti konstrukcijų senėjimo vertinimo kontrolės programą; atlikti jūrinių konstrukcijų patikimumo ir ilgalaikiškumo optimizavimą.

Šiuolaikinis požiūris į projektavimą akcentuoja taršos prevencijos principus, poveikio aplinkai mažinimą turi būti diegiamas jau naujų technologijų kūrimo stadijose.

Literatūra

- Bouzarovski S. 2010. Konieczny M. Landscapes of Paradox: public discourses and policies in Poland's relationship with the Nord Stream pipeline. *Geopolitics*. 15, 1-21 p.
- Elofsson K. 2010. Cost-effectiveness of the Baltic Sea Action plan. *Marine Policy*. Nr. 34, 1043-1050 p.
- Governmental commission report. 2008. A Development Management of the Sea Environment. Stockholm: Nordstedts. Nr. 48.
- Hassler B. 2010. Global Regimes, regional adaptation: environmental safety in Baltic Sea oil transformation. *Maritime Policy and Management*, Nr 37, 489-503 p.
- Hassler B. 2011. Accidental versus operational oil spills from shipping in the Baltic Sea: risk governance and management strategies. *Ambio*, Nr. 40.
- Karm E. 2008. Environment and energy. The Baltic Sea pipeline. *Journal of Baltic Studies*, Nr 39 (2), 99-121 p.
- Lidskog R., Elander I. 2000. After Rio: Urban Planning and Environmental Policy in Sweden. 197-218 p.
- Piechura J., Pempkowiak J., Radziejewska T., Uściniowicz S. 2006. What we know about the Baltic Sea: a summary of BSSC.. *Oceanologia*. 48, 3-19 p.

BIOGEOCHEMINIAI PROCESAI BENTO-PELAGIALĖS SAVEIKOS ZONOJE MELSVABAKTERIŲ ŽYDĖJIMO METU

**Mindaugas Žilius¹, Marco Bartoli^{2,1}, Tomas Ruginis¹,
Jolita Petkuvienė¹, Marija Kataržytė¹, Irma Lubienė¹,
Rutger de Wit^{3,1}, Artūras Razinkovas-Baziukas¹**

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda;* ²*Aplinkos tyrimų departamentas, Parmos Universitetas, Italija;* ³*“Ecologie des Systèmes marins côtiers (Ecosym)” UMR 5119. Université Montpellier 2, CNRS, IRD, Ifremer, Université Montpellier 1, Montpellier, Prancūzija; mindaugas@corpi.ku.lt*

Iš žemyninės dalies į jūrą pernešamos maistmedžiagės estuarijose ir lagūnose patiria nemažai biogeocheminių transformacijų (Wollast, 1983; Seitzinger, 1988; Nixon et al., 1996). Jos taip pat gali būti asimiliuojamos mikrofitobentosu ar fitoplanktonu ir patekti į mitybos grandinę ar tiesiog kauptis dugno nuosėdose organinės medžiagos forma (Howarth, 1988; Conley ir Malone, 1992; Kemp et al., 1992; Cowan & Boynton, 1996). Šie tarpusavyje susiję procesai gali ne tik gerokai sumažinti maistmedžiagų koncentraciją jūrose ir estuarijose, bet dėl dugno nuosėdose vykstančių biogeocheminių reakcijų tam tikromis sąlygomis ją ir padidinti. Deguonies vertikalusis skverbimasis į nuosėdas yra vienas iš svarbiausių aplinkos veiksnių, turinčių įtakos biogeocheminėms dugno nuosėdų savybėms ir maistmedžiagų transportavimui (Rasmussen & Jørgensen, 1992). Tačiau eutrofikuose estuarijose ir lagūnose deguonies išskverbimo gylis į dugno nuosėdas gali ženkliai sumažėti dėl fitoplanktono žydėjimo metu dugne padidėjusio organinės medžiagos kiekio (Zilius et al., 2012), turinčio lemiamos įtakos azoto ir fosforo biogeocheminėms transformacijoms bei jų balansui nuosėdose ir priedugnio vandenyje (Kemp et al., 1992).

2009–2012 metais atlikti sezoniniai tyrimai Kuršių mariose, parodė, kad nuo temperatūros ir maistmedžiagų koncentracijos bei jų stochiometrijos (N:P:Si) priklausanti sezoninė fitoplanktono dinamika vandenyje yra vienas iš svarbiausių aplinkos veiksnių, reguliuojančių deguonies ir maistmedžiagų apykaitos procesus (Zilius, 2011; Zilius et al., 2012). Pirmiausia, masinis fitoplanktono dauginimasis vasaros metu limituoja šviesos patekimą į gilesnius vandens sluoksnius Kuršių mariose. Dėl šios priežasties birželio–rugpjūčio mėnesiais gilesnėse marių vietose (>3,4 m gylio) net iki 90% vandens storumės būna tamsoje, ir tik likusioje sluoksnio dalyje (10%) gali vykti fotosintezė. Vadinasi, didžioji dalis mikroorganizmų bendrijos praleidžia tamsoje

suvartodami deguonį, dėl ko Kuršių marios tampa heterotrofine sistema, tai yra sistemoje suvartojama didesnė deguonies dalis nei į ją patenka. Ypač akivaizdu tai tampa ramiais ir karštais orais, kai vėjo greitis ≤ 2 m/s, o temperatūra siekia daugiau nei 22°C. Tada dėl padidėjusios temperatūros sumažėja deguonies tirpumas vandenyje, suintensyvėja mikroorganizmų metabolizmas, o dėl sumažėjusios advekcijos (vėjo sukeltų bangų) mažiau deguonies pernešama į gilesnius vandens sluoksnius. Susiklosčius tokioms aplinkybėms gali pradėti trūkti deguonies gilesniuose marių vandens sluoksniuose.

Įdomu tai, kad deguonies trūkumo (hipoksijos, $< 62,5 \mu\text{mol O}_2 / \text{l}$) atsiradimą sąlygoja ne deguonies suvartojimas dugno nuosėdose, o 13 kartų didesnis deguonies poreikis respiracijai vandens storumėje; pastaroji ir nulemia hipoksijos atsiradimą Kuršių mariose. Integruojant deguonies suvartojimą dugno nuosėdose ir vandens storumėje nustatyta, kad vasaros metu hipoksija 0,5 m priedugnio sluoksnyje atsiranda greičiau nei per 10 valandų. Ekstrapoliuojant hipoksijos paplitimą Kuršių mariose (panaudojant palydovines nuotraukas, slenkstines chlorofilo *a* reikšmes bei hipoksijos rizikos įvertį) gauta, kad apie 50% (750 km²) Kuršių marių plote (ypač gilesnėse vietose) gali susidaryti hipoksija vasarinio vandens žydėjimo metu (Zilius et al., priduota spaudai).

Nustatyta, kad vasaros laikotarpiu dėl mažėjančio deguonies kiekio priedugnio sluoksnyje, didėja maistmedžiagų NH₄⁺ ir PO₄³⁻ akumuliacija vandenyje. Tai sietina su pasikeitusių redukcinių ir oksidacinių sąlygomis dugno nuosėdose, nuo kurių ir priklauso šių maistmedžiagų transporto greitis bei biogeocheminių transformacijų pobūdis. (Zilius, 2011). Padidėjęs maistmedžiagų kiekis vandenyje tik dar labiau paskatina melsvabakterių klestėjimą, dėl ko didėja hipoksijos rizika. Remiantis esamais tyrimais (pvz. Vahtera et al., 2007; Zilius et al., priduota spaudai), galime teigti, kad vasaros metu azotą fiksuojančios melsvabakterės sukuria sau palankią „savarankiškai funkcionuojančią sistemą“, kuri nusakoma procesų seka: padidėjęs organinės medžiagos kaupimasis nuosėdose, dėl melsvabakterių dauginimosi → padidėjęs deguonies suvartojimas → hipoksija dugno nuosėdose → padidėjęs fosforo išsiskyrimas į priedugnio vandenį → suintensyvėjęs melsvabakterių žydėjimas. Sukurdamos šią „sistemą“, melsvabakterės pradeda intensyviai eksploatuoti maistmedžiagės iš dugno nuosėdų, kai jų prietaka iš žemyninės dalies su Nemuno vandenimis yra minimali.

Literatūra

- Bartoli M., Nizzoli D. et al. Sedimentary processes with special emphasis on nitrogen transformations in a turbid freshwater estuary. *Limnology and Oceanography*. (Priduota spaudai)
- Conley D.J., Malone T.C. 1992. Annual cycle of dissolved silicate in Chesapeake Bay: implications for the production and fate of phytoplankton biomass. *Marine Ecology Progress Series* 81:121-128.

Cowan J.L.W., Boynton W.R. 1996. Sediment-water oxygen and nutrient exchanges along the longitudinal axis of Chesapeake Bay: seasonal patterns, controlling factors and ecological significance. *Estuaries*, 19: 562–580.

Ferrarin C., Razinkovas A. et al. 2008 Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia* 611 (1): 133-146.

Howarth R.W. 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19: 89-110.

Kemp W.M., Sampou P.A. et al. 1992. Seasonal depletion of oxygen from bottom waters of Chesapeake Bay: relative roles of benthic and planktonic respiration and physical exchange processes. *Marine Ecology Progress Series* 85: 137-152.

Langas V., Daunys D. et al. 2010. Tarpinių ir pakrantės vandenų būklė, ją įtakojantys veiksniai ir būklės gerinimo priemonės. Vilnius. 136.

Nixon S.W., Ammerman J.W., et al. 1996. The fate of nitrogen and phosphorus at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean. *Biogeochemistry* 35: 141-180.

Rasmussen H., Jørgensen B.B. 1992. Microelectrode studies of seasonal oxygen uptake in a coastal sediment: role of molecular diffusion. *Marine Ecology Progress Series* 81: 289-303.

Seitzinger S.P. 1988. Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystem: ecological and geochemical significance. *Limnology and Oceanography* 33: 702-724.

Vahtera E., Conley D.J. et al. 2007. Internal ecosystem feedbacks enhance nitrogen-fixing cyanobacteria blooms and complicate management in the Baltic Sea. *Ambio* 36: 186-194.

Žaromskis R. 1996. Oceans, Seas, Estuaries. Debesija, Vilnius.

Zilius M. 2011. Oxygen and nutrient exchange at the sediment-water interface in the eutrophic boreal lagoon (baltic sea). Summary of PhD dissertation, Klaipėda University, Klaipėda.

Zilius M., Bartoli M., Daunys D. et al. 2012. Patterns of benthic oxygen uptake in a hypertrophic lagoon: spatial variability and controlling factors. *Hydrobiologia* 699: 85–98.

Zilius M., Bartoli M., Bresciani M. et al. Feedback mechanisms between cyanobacterial blooms, water hypoxia and benthic nutrient regeneration. *Estuaries and Coast.* (Priduota spaudai)

Wollast R. 1983. Interactions in estuaries and coastal waters. In: B. Bolin & R.B. Cook, (Eds.) *The Major Biogeochemical Cycles and their Interactions.* John Wiley & Sons, Chichester. 385-407.

AUTORIŲ SĄRAŠAS

Adamonytė G.	275	Fedorovič J.	77
Andziulis A.	39, 303	Fedotova J.	81
Anne O.	51	Ferrarin C.	313
Bacevičius E.	17	Fiocca A.	185
Bagdanavičiūtė I.	126	Galkus A.	86, 239
Bagdonas K.	23	Garbaras A.	291
Bajarūnas G.	43	Garnaga G.	149, 217
Balčiauskas L.	111	Gasiūnaitė J.	281
Balčiauskienė L.	111	Gasiūnaitė Z.R.	15, 146
Balčiūnas A.	27, 175	Gerasimov K.	143
Barisevičiūtė R.	149, 217, 281, 291	Gerok D.	91
Bartoli M.	215, 222, 335	Gyraitė G.	112
Basset A.	185	Grecevičius P.	95
Baziukė D.	281	Grininė E.	101
Bellafiore D.	313	Grossart H.	272
Bereišienė K.	231	Gulbinskas S.	16, 164, 251, 281, 296, 299, 313
Berteška E.	43	Hilt S.	272
Bitinas A.	31, 36	Ingresso W.	185
Bykovas D.	39	Iršėnaitė R.	275
Blažauskas N.	58	Ivanauskaitė A.	272
Bresciani M.	286	Ivoškytė S.	296
Bručas D.	43	Jakubavičiūtė E.	57, 204
Bučas M.	47, 112	Janutėnienė J.	330
Burškytė V.	51	Jarmalavičius D.	77, 324
Crespo B.O.	272	Jasiulionis M.	111
Česnauskas V.	23	Jokšas K.	86, 149, 239
Dainys J.	57, 204	Jurkin V.	31
Damušytė A.	31, 36	Jurkus E.	95
Danasaitė E.	231	Jusis M.	73
Daukšys V.	231	Kaizevičius A.	43
de Wit R.	215, 335	Kataržytė M.	112, 335
Depellegrin D.	58	Kazlauskienė N.	117
Djačkov V.	65	Kelpšaitė L.	126, 301
Dobrotin N.	36	Kesminas V.	117
Drungilas D.	39	Kybrancienė R.	129
Dzemydienė D.	69, 303	Kregždys Ž.	131
Eglynas T.	73, 143	Krevš A.	139
Eidikonienė J.	95	Kriauciūnienė J.	106, 136
Eigemann F.	272	Kryževičius Ž.	160
Ertürk A.	281		

Kučinskienė A.	139	Račkauskaitė J.	196	Valaitis E.	296, 299
Kulakauskaitė I.	149	Ragauskas U.	43	Venskus J.	39, 303
Kurmis M.	303	Rapalis P.	207	Zaiko A.	178, 235
Laurikėnas A.	239	Raubienė R.	212	Zemlys P.	281, 313
Lenkauskas T.	73, 143	Raudonytė E.	239	Zinkutė R.	275
Lesutienė J.	146	Razinkovas	– 146, 182, 215, 222,	Žapnickas T.	65
Ložys L.	57, 204	Baziukas A.	281, 335	Žaromskis R.	317
Lubienė I.	182, 215, 222, 281, 335	Remeikaitė	– 149, 217	Žilinskas G.	77, 95, 324
		Nikienė N.		Žiliukas A.	330
Lujanienė G.	149, 217	Rudnickaitė E.	188	Žilius M.	182, 215, 222, 281, 335
Mačiulis M.	156	Ruginis T.	215, 222, 281, 335	Žukauskaitė A.	160
Maračkinaite J.	281	Rukšėnienė V.	224		
Marčiulionienė D.	117	Rzhanov Y.	257		
Martma T.	291	Schläppy M.	257		
Matta E.	286	Skipitytė R.	291		
Mažeika J.	149, 291	Smailys V.	207, 231		
Melešytė M.	188	Srėbaliėnė G.	235		
Michelevičius D.	36	Stakėnienė R.	86, 239		
Mickevičienė R.	15, 65, 330	Stankevičius A.	149, 217		
Mickuvienė K.	160	Staponkus R.	117, 175		
Minevičiūtė I.	164	Stasiškienė Ž.	51		
Morkūnas J.	167	Statkus R.	131, 245		
Morkūnė R.	146	Strazdauskienė R.	207		
Motiejūnaitė J.	275	Suzdalev S.	251		
Narščius A.	168	Svecevičius G.	117		
Narušis E.	65	Szulc M.	175		
Navašinskienė J.	172	Šaškov A.	257		
Nika N.	23, 175	Šečkus J.	262		
Olenin S.	15, 168, 235	Šemčiuk S.	149		
Olšauskaitė	– 95	Šiaulys A.	267		
Urbonienė R.		Šinkūnas P.	188		
Paldavičienė A.	178	Špėgys M.	131		
Paškauskas R.	65, 272	Špokauskas A.	196		
Petkuvienė J.	182, 215, 281, 335	Šulčius S.	65		
Petrošius R.	149	Švanys A.	272		
Piličiauskas G.	262	Taraškevičius R.	275		
Pilkaitytė R.	185, 215, 281	Tekutov J.	143		
Plauška K.	131	Umgiesser G.	281, 313		
Pupienis D.	77, 324	Vaičiulytė S.	31		
Pustelnikovas O.	188, 196	Vaičiūtė D.	101, 112, 286		
Pūtys Ž.	57, 204	Vaikutienė G.	262, 291		

KONFERENCIJOS DALYVIŲ 2012 M. VYKDYTŲ PROJEKTŲ SĄRAŠAS

ANOKSIJA (2012-2014) – Podoktorantūrinė stažuotė „Dugno nuosėdų ekosisteminių funkcijų praradimas ir atstatymas oksiniame-anoksiniame-oksiniame gradiente, SF-PD-2012-01-16-0370, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

ARTWEI (2010-2013) – Tarpinių vandenų aplinkos integralumo stiprinimas, WTPB.02.01.00-72-009/09, Pietų Baltijos programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

BSR InnoShip (2010-2013) – Bendradarbiavimas Baltijos jūroje tikslu sumažinti taršą iš laivų ir uostų pasitelkiant žinias ir inovacijomis grindžiamą konkurencingumą, Baltijos jūros regiono programa. Vykdytojas: KU Jūreivystės institutas.

CISOCUR (2012-2015) – Vandens masių cirkuliacijos ypatumai Kuršių mariose taikant stabilųjų izotopų žymenis ir baigtinių elementų modelį, VP1-3.1-ŠMM-07-K-02-086, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

DENOFLOT (2010-2015) – Jūrinių buveinių ir rūšių inventorizacija NATURA 2000 tinklo plėtrai Lietuvos ekonominėje zonoje Baltijos jūroje, LIFE09 NAT/LT/000234, LIFE + gamta ir biologinė įvairovė. Vykdytojas: KU BPATPI.

DEVOTES (2012-2015) – Inovatyvių priemonių jūrų biologinės įvairovės suvokimui ir geros aplinkos būklės vertinimui plėtra, 7-oji bendroji programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

DREISENA (2012-2014) – Dreissena polymorpha vaidmuo vandens ekosistemų funkcionavimui ir vandens kokybei (LEK-12023), LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

ECODUMP (2011-2014) – Ekosisteminių principų taikymas parenkant ir valdant jūrinius grunto gramzdinimo sąvartytus PER Baltijos regione, WTPB.02.01.00-72-016/10, Pietų Baltijos programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

GEORIFAI (2010-2012) – Geogeninių Baltijos rifų – moreninių gūbrių, kilmė, raida ir ekologinė reikšmė, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

INSIST (2012-2014) – Invazinių rūšių adaptacija ir jų poveikis įvairaus sudėtingumo vandens ekosistemoms (LEK-12018), LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

Izotopinių metodų taikymas organinių medžiagų sklaidai Baltijos jūroje tirti (2012-2014) (MIP-080/2012), LMT. Vykdytojas: Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras.

JSPD (2008-2012) – Lietuvos Baltijos jūros aplinkos apsaugos valdymo stiprinimo dokumentų parengimas, AM. Vykdytojas: KU BPATPI.

KOPOS (2011-2012) – Kuršių Nerijos kopų geologinė raida, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

LAKES FOR FUTURE (2012-2014) – Ežerų ir jų teritorijų tvarus valdymas bendradarbiaujant tarp sienų Kuržemėje ir Lietuvoje, Latvijos ir Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

MTEP (2012-2015) – Lietuvos jūrinio sektoriaus technologijų ir aplinkos tyrimų plėtra, Nr. VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-019, Europos socialinio fondo agentūra. Vykdytojas: KU.

MEECE (2008-2012) – Jūrų ekosistemų evoliucija besikeičiančioje aplinkoje, Nr. 212085, 7-oji bendroji programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

MOMENT (2009-2012) – Modernus vandens valdymas Pietų Baltijos jūros regione, WSTPB 02.01.00-94-001/09, Pietų Baltijos programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

MOMENT-UP (2010-2013) – šiuolaikinis vandens valdymas – pratęsimas, WTPB.02.01.00-94-013/10, Pietų Baltijos programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

NATO SpP Oil Spill in Baltics (2012-2014) – Naftos išsiliejimų efektyvaus valdymo sprendimų kūrimas ir vystymas Pietryčių Baltijos šalyse, Nr. 984359, NATO programa „Mokslas taikai ir saugumui“. Vykdytojas: KU BPATPI.

NETBIOGEK (2012-2013) – Nešmenų transportas ir biogeocheminiai procesai Kuršių mariose, MIP-12334, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

PARTISEAPATE (2012-2014) – daugiapakopis valdymas jūrinės erdvės planavimui visame baltijos jūros regione, Baltijos jūros regiono programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

PJEZOPOZ (2011-2014) – Pjezoelektrinių pozicionavimo erdvėje priemonių kūrimas, ATPP. Vykdytojas: Kosmoso mokslo ir technologijų institutas/Kauno technologijos universitetas.

PROTEUS (2012-2014) – Prokariotų-virusų-žiuželių-dumblių tarpusavio sąveikos mechanizmai eutrofinėje vandens sistemoje, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

SAMBAH (2010-2013) – Baltijos jūros kiaulių statiniai akustiniai stebėjimai, LIFE08 NAT/S/000261, LIFE + gamta ir biologinė įvairovė. Vykdytojas: KU BPATPI.

SB OFFER (2010-2012) – Pietų Baltijos Siūlymas – Vėjo energijos jūroje regionai Pietų Baltijoje, WTPB.02.02.00-56-004/09, Pietų Baltijos programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

SEANERGY (2010-2012) – Elektros energijos tiekimas į ES iš jūros: atnaujinančios energijos ir elektros infrastruktūros jūroje erdvinis planavimas – ES jūrų politikos įgyvendinimo dalis, IEE/09/898/SI2.558294, programa „Pažangi energetika Europai“. Vykdytojas: KU BPATPI.

SMOCS (2009-2012) – Darnus užteršto grunto tvarkymas Baltijos jūros regione, Nr. 2024, Baltijos jūros regiono programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

SUBMARINER (2010-2013) – Darnus Baltijos jūros išteklių naudojimas, Baltijos jūros regiono programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

TRUFFLE (2012-2014) – Trumų tyrimai, universitetų ir pradedančių ūkininkų informacinis tinklas, Nr. LLIV-318, Latvijos ir Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

UAVS (2012-2014) – Žemės stebėjimo sistemos bepiločių orlaivių pagalba kūrimas, LMT. Vykdytojas: Kosmoso mokslo ir technologijų institutas/Vilniaus Gedimino technikos universitetas.

VARIOUS-25 (2012-2013) – Įvairių krypčių aukšto lygio mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros infrastruktūros kūrimas, VP2-1.1-ŠMM-06-V-01-001, LMT. Vykdytojas: KU BPATPI.

VECTORS (2011-2015): Vandenyne ir jūrų gyvenimo kaitos vektoriai bei jų įtaka ekonomikos sektoriams, Nr. 266445, 7-oji bendroji programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

WEBLAB (2010-2013) – Pietų Baltijos virtuali laboratorija, WTPB.01.02.00-56-006/09, Pietų Baltijos programa. Vykdytojas: KU BPATPI.

KONFERENCIJOS DALYVIŲ 2012 M. MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

- Bagdanaviciute I., Kelpsaite L., Daunys D. 2012. Long term shoreline changes of the Lithuanian Baltic Sea continental coast. Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipeda, Lithuania: 1-6.
- Bagdanavičiūtė I., Valiūnas J. 2012. GIS-based land suitability analysis integrating multi-criteria evaluation for the allocation of potential pollution sources. Environmental Earth Sciences 68: 1797-1812.
- Bagdonas K., Humborstad O. B., Løkkeborg S. 2012. Capture of wild saithe (*Pollachius virens*) and cod (*Gadus morhua*) in the vicinity of salmon farms: Three pot types compared. Fisheries Research, 134-136: 1-5.
- Bajerčiūtė A., Pupienis D. 2012. Baltijos jūros hidrologinį režimą formuojančių hidrometeorologinių veiksnių analizė 1960–2009 m. Geografija, 48 (1): 12–21.
- Bajerčiūtė A., Pupienis D. 2012. Tolimųjų klimatodaros ryšių poveikis Baltijos jūros vandens temperatūrai ir druskingumui. Geografija, 48(1): 1–10.
- Balciunas A. 2012. Marine litter in the different functional zones of the Lithuanian coast line. Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipeda, Lithuania: 1-6.
- Balciunas A., Belous O. 2012. Coastal zone contamination mitigation means. Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipeda, Lithuania: 1-6.
- Bellafore D., Bucchignani E., Gualdi S., Carniel S., Djurdjevi V., Umgiesser G. 2012. Assessment of meteorological climate models as inputs for coastal studies. Ocean Dynamics, 62: 555-568.
- Bitinas A. 2012. New insights into the last deglaciation of the south-eastern flank of the Scandinavian Ice Sheet. Quaternary Science Reviews, 44(21): 69-80.
- Bresciani M., C. Giardino, D. Stroppiana, R. Pilkaitytė, M. Zilius, M. Bartoli, & A. Razinkovas. 2012. Retrospective analysis of spatial and temporal variability of chlorophyll-a in the Curonian Lagoon. Journal of Coastal Conservation 16: 511–519.
- Bresciani M., Giardino C., Stroppiana D., Pilkaitytė R., Zilius M., Bartoli M., Razinkovas A. 2012. Retrospective analysis of spatial and temporal variability of chlorophyll-a in the Curonian Lagoon. Journal of Coastal Conservation 16: 511–519.
- Bručas D., Bansevicius R., Domeika A., Tomkus V., Bakanauskas V. 2012. Novel Attitude Control Devices for CubeSat Satellites. Journal of Vibroengineering. Vol. 14, Issue 3: 1233-1246.
- Chuševe R., Mastitsky S., Zaiko A. 2012. First report of endosymbionts in *Dreissena polymorpha* from the brackish Curonian Lagoon, SE Baltic Sea. Oceanologia 54(4): 701-713.
- Dembska G., Sapota G., Bogdaniuk M., Blazauskas N., Suzdalev S., Zegarowski L., Hac B., Aftanas B. 2012. Preliminary results of the analysis of dumping sites in SE Baltic region on example of Gdynia dumping site. Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipeda, Lithuania: 1-7.
- Depellegrin D., Blažauskas N., Vigl L. E. 2012. Aesthetic value characterization of landscapes in coastal zones. Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipeda, Lithuania: 1-6.
- Gasiūnaitė Z. R., Razinkovas A., Grininė E., Gulbinskas S., Pilkaitytė R., Žaromskis R. 2012. Pelagic patterns along the Nemunas River–Curonian Lagoon transition, south-eastern Baltic Sea. Baltica, 25(1): 77-86.
- Giniotis V., Šiaudinytė L., Bručas D. 2012. Geodezinių prietaisų vertikalųjų kampų matavimo sistemų kalibravimo būdas. Lietuvos Respublikos patentas Nr. LT5818B.
- Gudelis A., Druteikienė R., Lujanienė G., Maceika E., Plukis A., Remeikis V. 2012. Radionuclides in the ground-level atmosphere in Vilnius, Lithuania, in March 2011, detected by gamma-ray spectrometry. 109, 13-18.
- Jarmalavičius D. 2012. Kompleksiškumas Kuršių nerijos Lietuvos dalies kranto sistemoje. Geografijos Metraštis 45: 17-28.
- Jarmalavičius D., Satkūnas J., Žilinskas G., Pupienis D. 2012. Dynamics of beaches of the Lithuanian coast (the Baltic Sea) for period 1993-2008 based on morphometric indicators. Environmental Earth Sciences 65(6): 1727-1736.
- Jarmalavičius D., Satkūnas J., Žilinskas G., Pupienis D. 2012. The influence of coastal morphology on wind dynamics. Estonian Journal of Earth Science 61(2): 120-130.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D. 2012. Impact of Klaipėda port jetties reconstruction on adjacent sea coast dynamics. Journal of Environmental and Landscape Management 20(3): 240-247.
- Jurkin V., Kelpšaitė L. 2012. Upwelling by the Lithuanian coast: Numerical prediction using GIS methods. Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipeda, Lithuania: 1-5.
- Lesutienė J., Semenova A., Grininė E., Gasiūnaitė Z., Savickytė V., Dmitrieva O. 2012. Abundance dynamics and functional role of predaceous *Leptodora kindtii* in the Curonian Lagoon. Central European Journal of Biology 7: 91-100.
- Lujanienė G., Beneš P., Štamberg K., Ščiglo T. 2012. Kinetics of plutonium and americium sorption to natural clay. Journal of environmental radioactivity. 108: 41-49.
- Lujanienė G., Byčenkienė S., Povinec P.P., Gera M. 2012. Radionuclides from the Fukushima accident in the air over Lithuania: measurement and modelling approaches. Journal of environmental radioactivity. 114: 71-80.
- Lujanienė G., Garnaga G., Remeikaitė-Nikienė N., Jokšas K., Garbaras A., Skipitytė R., R. Barisevičiūtė B., Šilobritienė B., Stankevičius A., Kulakauskaitė I., Ščiglo T. 2012. Cs, Am and Pu isotopes as tracers of sedimentation processes in the Curonian Lagoon–Baltic Sea system. J Radioanal Nucl Chem DOI10.1007/s10967-012-2029-y.
- Lujanienė G., Valiulis D., Byčenkienė S., Šakalys J., Povinec P.P. 2012. Plutonium isotopes and ²⁴¹Am in the atmosphere of Lithuania: a comparison of different source terms. Atmospheric environment. 61: 419-427.
- Narščius A., Olenin S., Zaiko A., Minchin D. 2012. Biological invasion impact assessment system: From idea to implementation. Ecological Informatics, 7(1): 46–51.
- Pascalis F., Pérez-Ruzafa A., Gilbert J., Marcos C., Umgiesser G. 2012. Climate change response of the Mar Menor coastal lagoon (Spain) using a hydrodynamic finite element model. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 114: 118-129.
- Paskauskas R. and Karosiene J. 2012. Spatial variability of epiphyton communities structure in a temperate estuarine lagoon. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 114: 100-104.
- Perdicakis M., Malhomme C., Bouchereau C., Allard S., Holgersson S., Bryan N., Kay, R.R., Li N., Stockdale A., Remeikis V., Baltrūnas D.A. Lukšienė B., Druteikienė R., Lujanienė G., Schäfer Th., Marquardt Ch., Evans N., Hallam R., Warwick P., Grivé M., Riba O., Montoya V., Duro L., Gaona X., Tits J., Wieland E., Krawczyk-Bärsch E. 2012. Redox reactions of radionuclides. 4th Annual workshop proceedings of the collaborative project "Redox phenomena controlling systems" (7th EC FP CP RECOSEY), KIT Scientific Reports 7626 : Karlsruhe, Germany, 23rd-26th January. Karlsruhe : KIT Scientific Publishing. ISBN 9783866449213: 27-43.

Povilanskas R., Armaitienė A., Breber P., Razinkovas-Baziukas A., Taminskas J. 2012. Integrity of linear littoral habitats of Lesina and Curonian Lagoons. *Hydrobiologia*, 699: 99-110.

Pupienis D., Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2012. Baltijos jūros kranto linijos dinamikos tendencijos 1910-2010 metais. *Mokslas Gamtos mokslų fakultete* 7: 141-152.

Pupienis D., Žilinskas G., Jarmalavičius D., Satkūnas J. 2012. Dynamics of the Nemunas River delta front during the period 1910-2005. *Baltica* 25(1): 45-56.

Pustelnikovas O. 2012. Cechy sedymentacji osadów oraz prognoz rozwoju Zalewu Kurońskiego i południowo-wschodniego Bałtyku. W „Geologia i geomorfologia Pabrzeża i południowego Bałtyku, 9. Slupsk“: 203-218.

Pustelnikovas O. 2012. Features of climate changes based on the chemical elements and palinological remnants distribution in the sediments and Late Pleistocene and Holocene deposits of the SE Baltic area. *Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipėda, Lithuania: 1-7.*

Pustelnikovas O. 2012. Geologija bendrojo lavinimo ir aukštosiose mokyklose bei visuomenės švietime. *Geologijos akiračiai* 2: 24-30.

Pustelnikovas O. 2012. Klimato kaitos bruožai pietryčių Baltijos įvairiaogenetiniuose vėlyvojo pleistoceno ir holoceno dariniuose. *Geologijos akiračiai* 3: 14-21.

Pustelnikovas O. 2012. Naturalne i antropogeniczne formy wybranych perwiastków w glebach i osadach dennych Litwy, północno-wschodniej Polski i Morza Bałtyckiego. W „Geologia i geomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku, 9. Slupsk“: 189-202.

Pustelnikovas O. 2013. Mazuto išsiliejimo poveikis Baltijos ekosistemai. *Globe Assimi“ avariją prisimenant. Kn. „Baltijos jūros būklė: 210 – 225.*

Pustelnikovas O., Melešytė M., Rudnickaitė E., Kaminskas D. 2012. The chemical elements and sedimentation types of deposits in the dug holes Dubičiai 1, 2 and Mūšos Tyrelis as indicators of Late Pleistocene and Holocene climate changes. *Ibidem*, 5 pages.

Ragauskas U., Bručas D. 2012. Magnetinio lauko imitavimo stendo kūrimas. *Mokslas - Lietuvos ateitis: 15-oji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencija. „Aviacijos technologijos“ straipsnių rinkinys 2012 m. balandžio 13 d. - Vilnius: Technika. ISSN 2029-7149, ISBN 9786094572302.*

Remeikaitė-Nikienė N., Lujanienė G., Garnaga G., Jokšas K., Garbaras A., Skipitytė R., Barisevičiūtė R., Šilobritienė B., Stankevičius A. 2012. Distribution of trace elements and radionuclides in the Curonian Lagoon and the Baltic Sea. *Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipėda, Lithuania: 1-12.*

Skrupskelis K., Stakėnas S., Virbickas T., Nika N. 2012. Age and size of migrating Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and sea trout, *Salmo trutta* L., smolts in Lithuanian rivers. *Archives of Polish Fisheries*, 20: 255-266.

Sokołowski A., Wołowicz M., Asmus H., Asmus R., Carlier A., Gasiūnaitė Z., Grémare A., Hummel H., Lesutienė J., Razinkovas A., Renaud P.E., Richard P., Kędra M. 2012. Is benthic food web structure related to diversity of marine macrobenthic communities?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 108: 76-86.

Stankūnavičius G., Basharin D. & Pupienis D. 2012. Relationship between Eurasian large-scale patterns and regional climate variability over the Black and Baltic Seas. *Boreal Environmental Research*, 17: 327-346.

Suzdalev S., Gulbinskas S. 2012. Coastal protection example programme for Lithuania, *Coastline Reports* 20: 89-96.

Suzdalev S., Gulbinskas S. 2012. Distribution patterns of tributyltin contaminated bottom sediments in Klaipėda port area. *Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipėda, Lithuania: 1-7.*

Šiaulys A., Bučas M. 2012. Species distribution modelling of benthic invertebrates, south-eastern Baltic Sea. *BALTICA*, 25(2): 163-170.

Šiaulys A., Daunys D., Bučas M., Bacevičius E. 2012. Mapping an ecosystem service: A quantitative approach to derive fish feeding ground maps. *Oceanologia*, 54(3): 491-505.

Vaičiūtė D. 2012. Using MERIS/Envisat data to assess the Secchi depth – A case study from Lithuanian Baltic Sea waters. *Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipėda, Lithuania: 1-5.*

Vaičiūtė D., Bresciani M., Bučas M. 2012. Validation of MERIS bio-optical products with in situ data in the turbid Lithuanian Baltic Sea coastal waters. *Journal of Applied Remote Sensing* 6(1): 1-20.

Verikas A., Gelzinis A., Bacauskiene M., Olenina I., Olenin S., Vaiciukynas E. 2012. Phase congruency-based detection of circular objects applied to analysis of phytoplankton images. *Pattern Recognition*, 45(4): 1659 - 1670.

Verikas A., Gelzinis A., Bacauskiene M., Olenina I., Olenin S., Vaiciukynas E. 2012. Automated image analysis- and soft computing-based detection of the invasive dinoflagellate *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller. *Expert Systems with Applications*, 39(5): 6069-6077.

Visakavicius E., Bucas M., Kelpsaite L., Figoras A. 2012. Unexpected experiment of sediment transport and its effect on the benthic habitat on the Baltic Sea nearshore area of Lithuania. *Ocean: past, present and future: climate change research, ocean observation & advanced technologies for regional sustainability: IEEE/OES Baltic 2012 International Symposium, May 8-11, 2012 - Klaipėda, Lithuania: 1-6.*

Zaiko A., Daunys D. 2012. Density effects on the clearance rate of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* - flume study results. *Hydrobiologia* 680:79-89, DOI 10.1007/s10750-011-0904.

Zilius M., Bartoli M., Daunys D., Pilkaitytė R., Razinkovas A. 2012. Patterns of benthic oxygen uptake in a hypertrophic lagoon: spatial variability and controlling factors. *Hydrobiologia* 699: 85-98.

Zilius M., Daunys D., Petkuvienė J., Bartoli M. 2012. Sediment-water oxygen, ammonium and soluble reactive phosphorus fluxes in a turbid freshwater estuary (Curonian lagoon, Lithuania): evidences of benthic microalgal activity. *Journal of Limnology* 71(2): 309-319.

Žilinskas G., Eidikonienė J. 2012. Poilsiautojų srauto sklaida Palangos rekreacinėje zonoje. *Geografija*, 48(1): 55-66.

