



9-oji nacionalinė jūros mokslų ir technologijų
konferencija

JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2016

Konferencijos medžiaga

2016 balandžio 27–29 d.
Klaipėdos universiteto Auditorijų ir konferencijų salės
kompleksas „Aula Magna“

Klaipėda, 2016

KONFERENCIJOS ORGANIZATORIAI



Klaipėdos universiteto

Jūros tyrimų atviros prieigos centras

Jūros technologijų ir gamtos mokslų
fakultetas



Asociacija “Baltijos slėnis”

Leidinyje pateikiama 9-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2016“, vykusios 2016 metų balandžio 27–29 dienomis, Klaipėdoje, medžiaga. Konferencijos pranešimuose pristatomi naujausi jūros mokslo ir technologijų pasiekimai Lietuvoje, sąsajos su sumaniosios specializacijos kryptimis.

UDK

© Klaipėdos universitetas, 2016

ISBN

MOKSLINIS KOMITETAS

Prof. dr. Arūnas Andziulis

Prof. dr. Albertas Bitinas

Dr. Nerijus Blažauskas

Prof. dr. Inga Dailidienė

Prof. dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė

Dr. Saulius Gulbinkas

Prof. dr. Eleonora Guseinoviienė

Prof. dr. Jolanta Janutėnienė

Prof. habil. dr. Sergejus Lebedevas

Doc. dr. Jūratė Lesutienė

Doc. dr. Pranas Mažeika

Doc. dr. Rima Mickevičienė

Dr. Nerijus Nika

Doc. dr. Tatjana Paulauskienė

Doc. dr. Renata Pilkaitytė

Prof. dr. Artūras Razinkovas-Baziukas

ORGANIZACINIS KOMITETAS

dr. Evelina Grinienė, Aušra Kungienė, Simona Mačiukaitė, Rosita Milerienė, dr. Aleksas Narščius, dr. Sergej Suzdalev, dr. Viktorija Vaitkevičienė, Goda Zobėlaitė-Noreikienė

KONFERENCIJOS PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA RECENZAVO MOKSLINIO KOMITETO NARIAI

LEIDINIŲ REDAGAVO: Rosita Milerienė, Evelina Grinienė

LEIDINIO VIRŠELIS: Vitalija Gasiūnaitė

TURINYS

PRATARMĖ.....	11
Vaidotas Andrašūnas, Rita Jankauskienė	13
Juodažiočio grundalo (<i>Neogobius melanostomus</i> , Pallas 1811) nerštavietės Kuršių mariose ir jų erdvinė priklausomybė nuo žiemojimui tinkamų gylių	
Donatas Bagočius, Aleksas Narščius, Viktorija Rukšėnienė	18
Laivybos povandeninio triukšmo modeliavimas Lietuvos jūrinėje teritorijoje, panaudojant laivų automatinės pozicionavimo sistemos (AIS) duomenis	
Živilė Berneckytė.....	23
Pajūrinės stoklės (<i>Cakile maritima</i> L.) populiacijos būklė Lietuvos pajūrio zonoje ties Melnrage	
Albertas Bitinas, Aldona Damušytė, Giedrė Vaikutienė	27
Seisminiai reiškiniai pietryčių Baltijos kranto zonoje poledynmečiu	
Marijonas Bogdevičius, Jolanta Janutėnienė, Laima Dabulevičienė, Tomas Eglynas, Paulius Bogdevičius, Saulius Razmas, Vadim Nikitin, Rasa Žygienė	32
Geoterminės jėginės gavybinio gręžinio pereinamųjų hidrodinaminių ir termodinaminių procesų tyrimai	
Vilma Burškytė.....	37
Aplinkos apsaugos aspektų atsaja jūrų uostų pavyzdžiu	
Romualda Chušėvė, Darius Daunys	41
Makrozoobentosos rūšių jautrumo vertinimas grunto pylimo ir dugninių tralavimų rajonuose Baltijos jūros Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje	
Jonas Čerka, Lukas Norkevičius, Vasilij Djačkov, Gvidas Misiūnas.....	46
Klaipėdos krašto senovinio laivo architektūros atkūrimas ir techninių charakteristikų nustatymas	
Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė, Žilvinas Pūtys, Linas Ložys	52
Lietuvos ungurių populiacijos būklė: sukauptos energetinės atsargos gonadų subbrandinimui ir sėkmingai nerštinei migracijai	

Ovidijus Eglynas, Violeta Bulbenkienė	55
Įmonės tinklo saugos galimybių apžvalga nuo kenkėjiškais tikslais naudojamų bepiločių sistemų	
Jelena Galinienė, Daiva Verkulevičiūtė-Kriukienė, Sebastien Gadal.....	60
Pajūrio urbanizuotų teritorijų plėtros iššūkiai landšaftui	
Zita Rasuolė Gasiūnaitė, Julius Morkūnas, Liutauras Raudonikis, Mantas Marčiukaitis, Aleksas Narščius, Rasa Morkūnė.....	64
Vėjo energetikos plėtra ir biologinė įvairovė: ar įmanomas taikus sugyvenimas?	
Ingrida Gudaitytė.....	66
Sunkiųjų dyzelinių variklių ekologinių rodiklių eksperimentiniai tyrimai	
Eglė Jakubavičiūtė, Jens Olsson, Justas Dainys, Linas Ložys	71
Planktofagių žuvų mityba Baltijos jūros pelagialėje: trispyglės dyglės – mažos ir mažareikšmės?	
Marija Kataržytė, Natalja Čerkasova, Georg Umgiesser, Gerald Schernewski, Eglė Baltranaitė, Simona Liaugaudaitė, Jovita Mėžinė	74
Naujos maudyklos Kuršių mariose – sisteminiu požiūriu grindžiamos struktūros taikymas kranto zonos tyrimams ir valdymui	
Žilvinas Kregždys.....	78
Žuvų jauniklių gausumo Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje tyrimai	
Jūratė Kriaučiūnienė, Brunonas Gailiūšis.....	83
Klaipėdos uosto plėtros įtaka sąsiaurio hidrologiniam režimui	
Jūratė Lesutienė, Justas Dainys, Jūratė Karosienė, Linas Ložys, Renata Pilkaitytė, Žilvinas Pūtys, Zita Rasuolė Gasiūnaitė	87
Migruojančių starkingų (<i>Sander lucioperca</i> L.) identifikavimas stabilųjų izotopų metodu nustatant melsvabakterių hepatotoksinų koncentracijas	
Dovilė Metrikaitė, Jolanta Janutėnienė, Audra Skaisgirienė.....	91
Tereftalio rūgšties likučio pašalinimo iš polimerinių medžiagų pakuočių tyrimas	

Jovita Mėžinė, Georg Umgiesser, Petras Zemlys, Christian Ferrarin, Ali Ertürk, Artūras Razinkovas-Baziukas	96
Ledo dangos įtaka vandens atsinaujinimo trukmės vertinimui Kuršių mariose	
Danguolė Montvydienė, Jūratė Kasperovičienė, Sigitas Šulčius, Tomas Makaras, Rokas Rulevičius, Ričardas Paškauskas	101
Kuršių marių fitoplanktono biomasės ekotoksikologinis įvertinimas	
Julius Morkūnas, Rory Crawford, Marguerite Tarzia, Liutauras Raudonikis	106
Jūros paukščių priegaudos mažinimui skirtų tinklų efektyvumo preliminarūs tyrimai	
Ramutė Naujikienė, Dalė Dzemydienė	110
Darnios plėtros sprendimai ir kompleksinės priemonės vertinant vandens nuotekų užterštumą	
Judita Navašinskienė	115
Pavojingi vėjai ir reiškiniai Klaipėdos uosto akvatorijoje	
Rita Nekrošienė, Liuda Razmuvienė	117
Pajūrio kopų augalų ekspozicija Klaipėdos universiteto Botanikos sode: rūšių įvairovė ir tyrimų perspektyvos	
Nerijus Nika, Jūratė Lesutienė, Evelina Grinienė, Antanas Kontautas, Romas Statkus, Zita Rasuolė Gasiūnaitė	121
Jūrinės ekologijos ir žuvininkystės mokslo tyrimų ir eksperimentinės plėtros naujos galimybės Klaipėdoje	
Nerijus Nika, Saulius Stakėnas, Vytautas Rakauskas, Nijolė Remeikaitė-Nikienė, Galina Garnaga-Budrė	127
Invazinis juodažiotis grundalas – potencialus pavojingų teršalų trofinės pernašos vektorius pietryčių Baltijos ekosistemoje	
Sergej Olenin	132
Mokslinis pagrindimas balastinių vandenų tvarkymo išimtis taikyti	
Eglė Petkevičiūtė, Artūras Razinkovas-Baziukas	136
Žvūų parazitologinių-ekologinių tyrimų svarba	

- Renata Pilkaitytė, Hanna Mazur-Marzek, Jūratė Lesutienė140**
Melsvabakterių sintetinamų neribosominių baltymų paplitimas Kuršių marių Lietuvos dalyje
- Dominykas Preibys, Ingrida Bagdanavičiūtė145**
Aplinkos tinkamumo vertinimas vėjo jėginių parkų įrengimui taikant GIS erdvinį modeliavimą
- Nijolė Remeikaitė-Nikienė, Galina Lujanienė, Vitalijus Malejevas, Rūta Barisevičiūtė, Galina Garnaga-Budrė, Algirdas Stankevičius149**
Sezoninė skendinčios organinės medžiagos $\delta^{13}C$ ir $\delta^{15}N$ kaita Kuršių mariose
- Viktorija Rukšėnienė, Inga Dailidienė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė153**
Meteorologinių parametrų įtaka vandens paviršiaus temperatūros kaitai pietryčių Baltijos jūros regione
- Remigijus Sakas, Antanas Kontautas.....158**
Baltijos jūros priekrantės žvejybos barų talpos įvertinimas
- Aurelija Samuilovienė, Andrius Šiaulys, Ugnė Baronaitė, Anastasija Zaiko163**
Genetinė midijų (*Mytilus spp.*) populiacijų struktūra ir populiacijų jungimosi analizė mikrosatelitinių DNR žymenų pagalba
- Linas Silkauskas, Violeta Bulbenkienė.....166**
Simbolių atpažinimo sistema pagrįsta vaizdų apdorojimu naudojant MATLAB
- Artūras Skabeikis, Andrius Šiaulys, Jūratė Lesutienė171**
Juodažiočio grundalo (*Neogobius melanostomus*) mityba Baltijos jūros akmenuoto dugno priekrantėje
- Sabina Solovjova175**
Kumuliacinių krevių taikymas vertinant Kuršių marių ir Baltijos jūros pietrytinės dalies makrozoobentos ilgalaikio monitoringo duomenis
- Viktė Šniaukštaitė, Eglė Šidagytė, Kęstutis Arbačiauskas177**
Pajūrio Šventosios aukštesniųjų vėžiagyvių sąranka ir jūrinės invazijos

Rimutė Stakėnienė, Kęstutis Jokšas, Arūnas Galkus, Eva Raudonytė-Svirbutavičienė	181
Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai Klaipėdos uosto dugno nuosėdose ir jų potencialus poveikis biotai	
Sergej Suzdalev	185
Klaipėdos sąsiaurio sedimentacijos sąlygų rodiklių pritaikymas sunkiųjų metalų geocheminių anomalijų išskyrimui	
Arvydas Švagždis, Tomas Zolubas	192
Kuršių marių ungurių išteklių kaip pamario socialinių sprendimų raktas	
Deimantas Špučys, Violeta Bulbenkienė	197
Klaipėdos miesto rūšiuojamų šiukšlių konteinerių stebėjimo ir duomenų rinkimo sistema	
Ričardas Taraškevičius, Sergej Suzdalev, Laura Gedminienė.....	202
Cheminės analizės rezultatai aplinkosaugoje – pasirinkimo laisvė ir tapatumo problema	
Arvydas Urbis, Ramūnas Povilanskas	207
Psichofizinis estetinis pajūrio kraštovaizdžių rangavimas: Kuršių nerijos atvejo tyrimas	
Diana Vaičiūtė, Mariano Bresciani, Claudia Giardino, Artūras Razinkovas-Baziukas	211
INFORM - Europos vidaus vandenų ekologinio statuso stebėsenos ir prognozavimo gerinimas derinant naujus distancinius tyrimų ir modeliavimo metodus	
Nadežda Zamiatina, Vygintas Daukšys.....	214
Kuro aktyvacijos energijos nustatymo svarba modeliuojant VDV darbo procesą	
Goda Zobėlaitė-Noreikienė	219
Klaipėdos uosto zonoje vykdomos veiklos sukeltos oro taršos vertinimas	
Ramūnas Žydėlis.....	223
Vėjo elektrinių vystymas jūroje, jų poveikis jūrinei faunai bei tyrimų perspektyvos	

Rasa Žygienė, Marijonas Bogdevičius, Paulius Bogdevičius.....	228
Dviejų, dėl rato su pažaida ir bėgio sąveikos, maksimalių jėgų nustatymo metodų lyginamoji analizė	
Rūta Žilienė, Fabienne Delfour.....	233
Aplinkos praturtinimo priemonių įtaka Juodosios jūros afaalinų (<i>Tursiops truncatus ponticus</i>) elgsenos pokyčiams	
Gintautas Žilinskas, Darius Jarmalavičius, Aldona Damušytė, Donatas Pupienis.....	235
Kur egzistavo Juodkrantėje sąsiauris post-litorinos metu	
Gintautas Žilinskas, Darius Jarmalavičius, Donatas Pupienis, Julija Fedorovič.....	240
Litologinių anomalijų išskyrimo nerijų krantuose metodologiniai aspektai	
Evaldas Žulkas, Dalė Dzemydienė, Eleonora Guseinvienė.....	244
Išmanaus būsto elektros energijos taupymo posistemės projektavimo sprendimai	
Autorių sąrašas.....	249

PRATARMĖ

Lietuvos nacionalinė konferencija „JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI“ yra tradicinė, gyvuojanti jau 9 metus. Pirmieji renginiai buvo skirti aplinkos tyrimams, tačiau nuo 2013 metų į tematiką įtrauktos ir jūrinės technologijos. Konferencija siekia atspindėti naujas mokslo politikos tendencijas, todėl daugiau dėmesio skiriama „mėlynosios“ ekonomikos plėtrai. Siekdami didesnių investavimo galimybių į jūrinį sektorių, mažesnių kaštų ir efektyvesnių technologijų taikymo privalome nepažeisti Baltijos jūros ir viso Pasaulinio vandenyno ekologinio integralumo, didinti ekosistemų teikiamų paslaugų kokybę. Plečiantis „mėlynosios“ ekonomikos galimybėms sparčiai vystosi jūrinės biotechnologijos, ieškoma naujų sprendimų energetikoje, siekiama tvaresnio jūros biologinių išteklių naudojimo. Sumanijų specializacijų jūros ekonomikai vystymosi skatinimas yra kelias į žinių ekonomikos plėtrą Lietuvos pajūrio regione. Tačiau konferencijoje nėra užmirštos ir tradicinės jūros aplinkos mokslo tyrimų sritys, kuriose pastaraisiais metais Lietuvos mokslininkai yra nemažai nuveikę.

Pagrindinis konferencijos tikslas – pristatyti naujausius jūros mokslo ir technologijų pasiekimus Lietuvoje, sąsajas su sumanosios specializacijos kryptimis ir aptarti naujas perspektyvas, siekiant glaudesnio bendradarbiavimo tarp mokslo, studijų ir verslo, taip išplečiant jūros mokslų galimybes. Šis tikslas yra svarbus sėkmingam Klaipėdoje kuriamo integruoto jūrinio mokslo, studijų ir verslo centro – Jūrinio slėnio programos – įgyvendinimui. Jūrinio slėnio programa, skirta Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai, turėtų sustiprinti jūrinio verslo ir mokslo ryšius, užtikrinti Lietuvos interesų ir išipareigojimų, prisiimtų vykdant Europos Sąjungos integruotą jūrų politiką aplinkosaugos ir jūrinių inovacijų srityse, įgyvendinimą.

Norėjome, kad šioje konferencijoje būtų net tik pristatyti Lietuvos mokslininkų pastarųjų metų pasiekimai, bet ir atsirastų vietos diskusijoms apie naujas, perspektyvias jūros mokslų ir technologijų kryptis, todėl suformulavome gana plačias renginio temas:

- **Jūros aplinkos ir kranto zonos tyrimai:** hidrologiniai, geologiniai, biologiniai tyrimai; jūros ir estuarijų ekosistemų tvarus išteklių naudojimas ir apsauga; ekosistemų teikiamos paslaugos.
- **Jūrinės technologijos ir sumanioji specializacija:** uostų ir jūrinės pramonės technologijos, intelektinių transporto sistemų valdymas; energetiškai efektyvios sistemos; naujos kompozicinės medžiagos; SGD technologijos ir alternatyvi energetika; technologijų poveikis jūrinei aplinkai.

Ši konferencija išskirtinė tuo, kad vienija ne tik įvairių sričių specialistus, bet ir skirtingų kartų mokslininkus, nuo patyrusių, pripažintų savo srities žinovų,

iki studentų ir doktorantų, pristatančių pirmuosius savo tyrimo rezultatus. Norėtusi tikėti, kad konferencija „Jūros ir krantų tyrimai 2016“ taps naujų iniciatyvų ir idėjų katalizatoriumi, siejančiu mokslą ir verslą sprendžiant aktualias mūsų šaliai ir Europai aplinkosaugos ir ekonominės plėtros problemas.

Prof. dr. Artūras Razinkovas-Baziukas

JUODAŽIOČIO GRUNDALO (*NEOGOBIUS MELANOSTOMUS*, PALLAS 1811) NERŠTAVIETĖS KURŠIŲ MARIOSE IR JŲ ERDVINĖ PRIKLAUSOMYBĖ NUO ŽIEMOJIMUI TINKAMŲ GYLIŲ

Vaidotas Andrašūnas, Rita Jankauskienė

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra

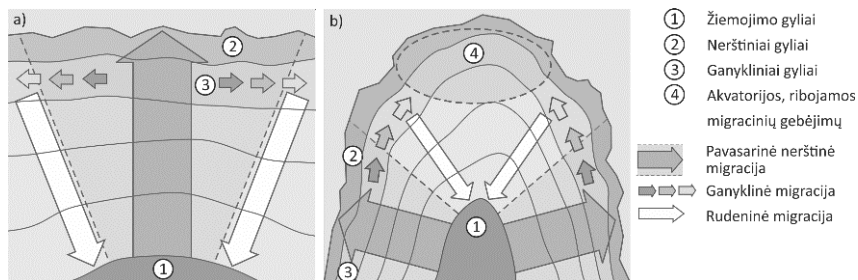
vaidotas.andrasunas@ku.lt

Įvadas. Juodažiočio grundalo plitimą Kuršių mariose riboja žiemojimui tinkamų gylių trūkumas. Rūšies sezoninės – nerštinės migracijos nuo kelių iki keliolikos kilometrų iš/i akvatorijas su specifiniais gyliais, stebimos rūšies gimtajame areale Azovo, Juodojoje jūroje ir naujai apgyvendintose akvatorijose JAV bei vakarų Europoje (Jude et al., 1996; Sapota, 2005; Смирнов, 1980).

Žiemojimo gyliai įvairiuose šaltiniuose nurodomi gana skirtingi – Juodojoje jūroje žiemoti migruoja į 50 – 60 m gylio vandenį (Miller, 1986; Москалькова, 1996), o Kaspijos jūroje žiemą sutinkami 70 m gylyje (Боголюбов, 2012). Nors Didžiuosiuose ežeruose dažniausiai nurodomas ~20 m gylis (Jude et al., 1996), Ontario ežere vienas individas sugautas net 130 m gylyje (Walsh et al., 2007). Kuibyševo vandens saugykloje juodažiočiai grundalai žiemoja duburiuose giliau 12 m, o jos vietoje buvusių upių vagose ~30 m gylyje (Шемонаев и др., 2009).

Remiantis minėtais šaltiniais, būtų galima teigti, kad vienintelė tinkama *N. melanostomus* žiemojimui vieta Kuršių mariose – Klaipėdos sąsiauris, todėl pavasarinės nerštavietės turėtų būti nutolusios kelių ar keliolikos kilometrų atstumu – t. y., toliau Juodkrantės, ar Avikalnio rago pavasarį neršiančių grundalų neturėtų būti aptinkama. Tačiau gegužės pabaigoje – birželio pradžioje pasirošę nerštui juodažiočiai grundalai buvo sugauti ir ties Preila bei Ventės ragu. Atstumas nuo Klaipėdos sąsiaurio iki šių taškų yra per didelis, kad *N. melanostomus* jį įveiktų nerštinės migracijos metu, todėl tyrimo metu buvo aiškinamasi, kur rūšis galėtų peržiemoti.

Metodai. Tyrimas buvo atliekamas trijų ekspedicijų metu: (1) gegužės pabaigoje – birželio pradžioje, (2) liepos viduryje ir (3) rugpjūčio pabaigoje – rugsėjo pradžioje 9 Kuršių marių stotyse (Alksnynė, Lybio ragas, Avikalnio ragas, Arklių ragas, Didysis Preilos ragas, Ventės ragas, Kintai, Dreverna ir Kairių poligonas), vadovaujantis nuostata (Смирнов, 1980), kad juodažiočio grundalo sezoninių – nerštinių migracijų mastai priklauso nuo to, kiek gliavandenės akvatorijos nutolusios nuo priekrantės sėklių (1 pav.).



1 pav. Juodažiočio grundalo migracijos: atviroje priekrantėje (a) ir lagūnose (b).

Remiantis aukščiau minėtuose šaltiniuose aprašytais *N. melanostomus* nerštinės bandos ypatumais, iš patinų nerštinės signalizacijos požymių, patelių gonadų brandos ir individų amžiaus buvo sudaryta neršto tikimybės lentelė (1 lentelė).

1 lentelė

Nerštaviečių klasifikacija pagal nerštinius požymius

Individai imtyje	Neršto tikimybė	Klasė
♂ ir ♀ su neršt. požymiais, individai >3 m. amžiaus	Labai aukšta	5
♂ ir ♀ su neršt. požymiais, individai <3 m. amžiaus	Aukšta	4
♂ ar ♀ su neršt. požymiais, individai >3 m. amžiaus	Vidutiniška	3
♂ ar ♀ su neršt. požymiais, individai <3 m. amžiaus	Žema	2
♂ ir/ar ♀ be neršt. požymių, jaunikliai arba rūšis neaptikta	Labai žema	1

Pagal patelių V-os stadijos brandos gonadas, buvo apskaičiuojamas ir suranguojamas kiekvienos patelės brandžių ikrelių skaičius imtyse. Stočių klasių intervalai pagal ikrelių sk. pateikti 2-oje lentelėje.

2 lentelė

Stočių rangavimas pagal apskaičiuotą ikrelių kiekį

Požymiai	Klasės				
	1	2	3	4	5
Ikrų sk. stotyse	0 –500	501–1000	1001–1500	1501–2000	>2000

Atliktas nerštaviečių klasifikavimas pagal rugpjūčio – rugsėjo mėn. sugautų šiųmetukų skaičių (3 lentelė).

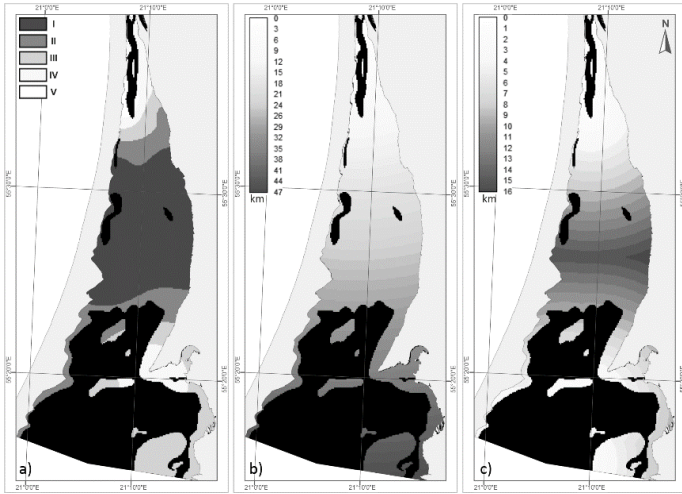
3 lentelė

Stočių rangavimas pagal rudenį sugautų šiųmetukų sk.

Požymiai	Klasės				
	1	2	3	4	5
Šiųmetukų sk. stotyse	0	1–5	6–10	11–15	>15

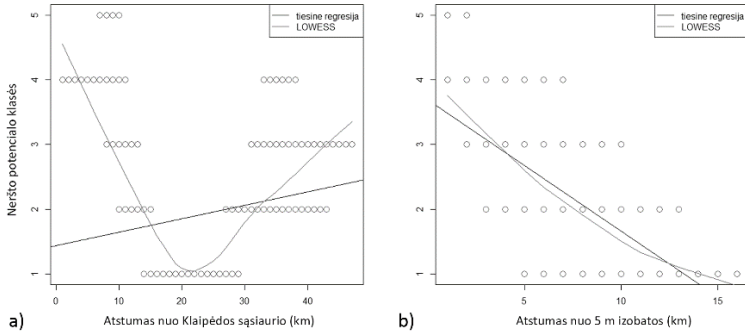
Klasių reikšmės stotyse buvo interpoliuojamos programų pakete “TerrSet” (Clark Labs, 2015).

Rezultatai. Gauti trys skirtingi klasifikuoti nerštaviečių potencialo žemėlapiai (pagal žuvų nerštinius požymius, ikrelių skaičių imtyse ir šiūmetukų skaičių) buvo apjungti į vieną (2(a) pav.), išskiriant tik tyrimui aktualius nerštinius gylius (<3 m).



2 pav. Nerštaviečių potencialo (a), atstumo nuo Klaipėdos sąsiaurio (b) ir 5 m izobatos (c) žemėlapiai.

Atlikta apjungto žemėlapio ir atstumo iki Klaipėdos sąsiaurio (2(b) pav.) bei atstumo iki 5 m gylio izobatos (didžiausias gylis pietinėje Lietuvai priklausančių marių dalyje) (2(c) pav.) regresinė analizė (3 pav.).



3 pav. Nerštaviečių potencialo ir atstumų nuo Klaipėdos sąsiaurio (a) bei 5 m gylio izobatos (b) regresinė analizė.

Iš determinacijos koeficientų tampa aišku, kad 14 m ir 3 m atvejais tiesinė regresija net netaikytina ($R^2 < 0,25$), todėl šie gyiliai atmetami iš karto (4 lentelė). Nerštaviečių potencialo priklausomybė nuo atstumo iki 4 m izobatos galėtų būti nagrinėjama, tačiau šiuo atveju koreliacijos ir determinacijos koeficientų reikšmės mažesnės, nei atstumo iki 5 m izobatos atveju. Todėl galima teigti, kad nerštaviečių potencialas įvairiose Kuršių marių akvatorijos dalyse, priklauso nuo jų atstumo iki 5 m gylio izobatos ($p < 0,05$).

4 lentelė

Neršto potencialo klasių ir atstumų nuo skirtingų izobatų regresijos rezultatai

Regresija	14 m	5 m	4 m	3 m
<i>r</i>	0,19	-0,77	-0,71	-0,50
R^2	0,04	0,59	0,50	0,23
R^2 kor.	0,04	0,59	0,50	0,25
<i>S.p.</i>	1,1	0,72	0,79	0,11
<i>F</i>	863	32290	22300	7399
<i>p</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Išvados. Neršto potencialo ir atstumo nuo Klaipėdos sąsiaurio priklausomybei apibrėžti tiesinė regresija netaikytina. Atlikta nerštaviečių potencialo žemėlapiu regresinė analizė nerodo priklausomybės ($R^2 = 0,036$) ir nekoreliuoja su nerštaviečių atstumu iki Klaipėdos uosto ($r = 0,192$). T. y., atliktos analizės rezultatai neatitinka esminės tyrimo sąlygos – nerštaviečių potencialo ir jų atstumo nuo žiemaviečių priklausomybė yra tiesioginė. Tačiau tai tinka gyliams, esantiems už 5 m izobatos. Iš to galima daryti išvadą, kad juodažiočio grundalo žiemojimo gyiliai Kuršių mariose neatitinka aprašomų literatūroje, ir priklausomai nuo vandens telkinio, populiacija sugeba peržiemoti kur kas seklesniuose vandenyse. Be to, ties Ventės ragu yra susiformavusi savarankiška gėlavandenė subpopuliacija, žiemojanti Vidmarių duburyje (5–6 m) ar šalia jo.

Literatūra

- Jude D.J., DeBoe S.F. 1996. Possible impact of gobies and other introduced species on habitat restoration efforts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53, 136–141.
- Miller P.J. 1986. Gobiidae. In „Fishes of the North-East Atlantic and the Mediterranean“. Paris: UNESCO, 1019–1095.
- Sapota M.R. 2004. The round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Gulf of Gdansk – aspecies introduction into the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, Vol. 514, 219–224.
- Walsh M.G., Dittman D.E., O’Gorman R. 2007. Occurrence and food habits of the round goby in the profundal zone of southwestern Lake Ontario. *Journal of Great Lakes Research*, Vol. 33, 83–92.
- Боголюбов А.С. 2012. Бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) [interaktyvus]. Ekosystema.ru [žiūrėta: 2015 m. gruodžio 6 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ekosystema.ru/08nature/fish/004.htm>>.

- Москалькова К.И. 1996. Экологические и морфо-физиологические предпосылки к расширению ареала у бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в условиях антропогенного загрязнения водоемов. Вопр. ихтиологии, Т. 36., Вып. 5. С. 615–621.
- Смирнов А.И. 1986. Фауна Украины. Том 8. Рыбы. Выпуск 5. Киев. Наукова думка – 320 с.
- Шемонаев Е.В., Кириленко Е.В. 2009. Некоторые черты биологии бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Perciformes, Gobiidae) в водах Куйбышевского водохранилища. Вопросы ихтиологии. Т. 49, N 4. - С. 483-487. ISSN 0042-8752.

LAIVYBOS POVANDENINIO TRIUKŠMO MODELIAVIMAS LIETUVOS JŪRINĖJE TERITORIJOJE, PANAUDOJANT LAIVŲ AUTOMATINĖS POZICIONAVIMO SISTEMOS (AIS) DUOMENIS

Donatas Bagočius¹, Aleksas Narščius², Viktorija Rukšėnienė¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda

donatas.bagocius@jmtc.ku.lt

Įvadas. Klaipėdos universitete (KU), pradėjus povandeninio triukšmo tyrimus, atsirado poreikis kartografuoti povandeninio triukšmo pasiskirstymą jūroje. Šiuo tikslu KU buvo pradėtas kurti supaprastintas povandeninio triukšmo modelis, pasitelkiant jau turimą kitų šalių patirtį (Erbe et al., 2014). Modelio kūrimas buvo suskirstytas į 3 etapus:

- Akustinio modulio, skirtos AIS bei VMS laivų registravimo duomenų apdorojimui, sukūrimas bei triukšmo lygių (SPL) tiriamos vietovės taškuose apskaičiavimas.
- Geolokacinio tinklelio sukūrimas, kur kiekvienoje tinklelio celėje (pvz. 500 x 500 m) būtų apskaičiuojamas laivų generuojamo triukšmo vidurkis bei nuo laivų sklindinamas triukšmas į kitas celes, taip pat aplinkos veiksmų gamtinis fonas (vėjo, lietaus triukšmas).
- Papildomų įrankių, leidžiančių, kiekvienoje celėje apskaičiuoti triukšmo statistinius duomenis (pvz. PDF, CDF, procentiles, histogramas Gervaise et al., 2015), sukūrimas.

Šioje publikacijoje pristatyta pirmoji šio modelio dalis, kurios pagalba buvo apskaičiuoti VMS žvejybos laivų taškiniai triukšmo lygiai. Rezultatai atvaizduoti LR Baltijos jūros dalies žemėlapyje panaudojant Esri ArcGIS programinę įrangą. Taip pat panaudojant SPSS programinę įrangą atliktas statistinis duomenų apdorojimas.

Metodai. Pirmosios modelio dalies veikimas paremtas matematinio algoritmu „RANDI“ (Wagstaff, 1973). Matematinė šio algoritmo išraiška:

$$SNL = A_0 - 10 \text{Log} \left(10^{(-10 \text{Log}(f') + 1.16)} + 10^{(+3.32 \text{Log}(f') - 6.27)} \right) + 4SHIPD + 50L_{vy} \left(\frac{SPEED}{12} \right) + 20L_{vy} \left(\frac{LENGTH}{300} \right) \quad [1]$$

Kur: *SNL* – šaltinio triukšmo lygis vieno jardo atstumu, *A₀* – tolimųjų triukšmo šaltinių indikatorius, *SHIPD* – laivybos tankio indikatorius (priklausomai nuo laivybos tankio, LTU parinkta –1), *SPEED* – laivo greitis

mazgais, $LENGTH$ – laivo ilgis pėdomis, $f' = f - 2SHIPD + 12$ (f – dažnis). Algoritme triukšmo lygis nusakomas begalybės numanomų taškų, išdėstytų palei laivo kylio ilgį po vandeniu išreikštas taškinėse vietovės koordinatėse, 100 pėdų gylyje (Wagstaff, 1973). Gaunamoms reikšmėms pritaikyta seklaus gylio žemo dažnio korekcija:

$$LF_{cor} = \max \left[0; 10 \log \frac{1}{2} + \frac{1}{\left(\frac{4\pi f d \sin(\theta)}{c} \right)^2} \right] \quad [2]$$

Kur, LF_{cor} – žemo dažnio korekcija, f – dažnis, c – garso greitis vandenyje, d – triukšmo šaltinio gylis, θ – kampas tarp vandens paviršiaus ir linijos, kertančios triukšmo šaltinį bei hipotetinį matuoklį (BV, 2014).

Integruojant triukšmo reikšmes garso spektre, apskaičiuotas bendrasis (plačiajuostis) garso slėgio lygis (SPL):

$$SPL = [PSD_{ave} + 10 \log(\Delta f_{broad})] \oplus GL_{tonal\#1} \oplus GL_{tonal\#2} \quad [3]$$

Kur: PSD_{ave} – garso slėgio tankio vidurkis, Δf – garso dažnių diapazonas, $GL_{tonal\#1}$ – kiekvieno tono, kurio vertė viršija galios spektrinio tankio vidurkį, loginė suma (USNA, 2014).

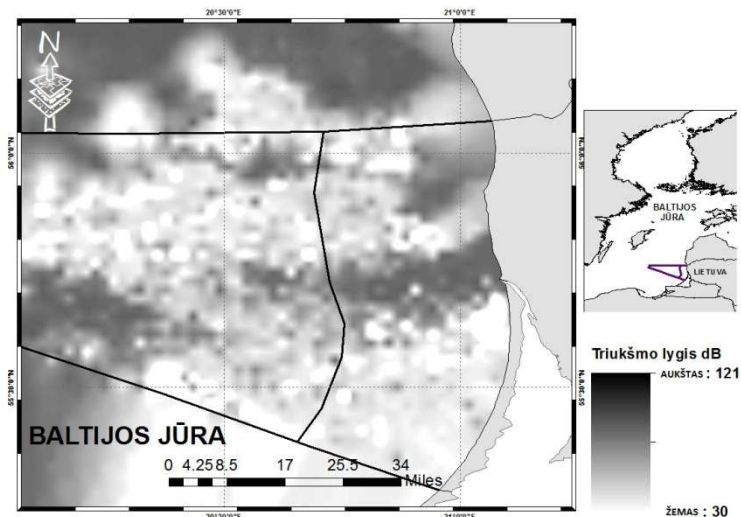
Galutiniam triukšmo lygio apskaičiavimui vandens paviršiuje, pritaikyta pataisa, kuri perskaičiuoja triukšmo lygį iš dipolio į monopolį:

$$SL = NL - 4.97 \text{ dB} \quad [4]$$

Kur: SL – monopolis triukšmo lygis vandens paviršiuje, NL – dipolis triukšmo lygis 100 pėdų gylyje (Carey et al., 2011).

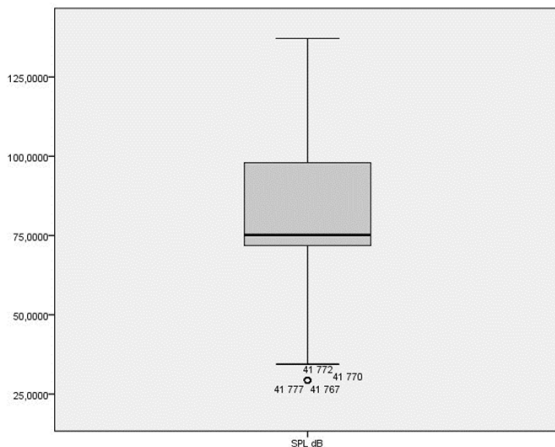
Su MATLAB programinę įrangą, sukurtas įrankis, kuris pagal pateiktus AIS bei VMS laivų pozicionavimo duomenis (CSV formatu) apskaičiuoja laivų generuojamus triukšmo lygius vietovės koordinatėse.

Rezultatai ir diskusija. Pagal Žemės ūkio ministerijos pateiktus 2014 m VMS žvejybos laivų pozicionavimo duomenis buvo sumodeliuotas triukšmo reikšmių (taškiniai triukšmo šaltiniai) tinklėlis erdvėje. ESRI ArcGIS programinės įrangos aplinkoje, pritaikius kriginę interpoliaciją (IDW metodas), sudarytas triukšmo pasiskirstymo žemėlapis (1 pav.), kuriame gautas rezultatas parodo interpoliuotą triukšmo lygių vidurkį, kuris apskaičiuojamas suapvalinus taškų reikšmes gretimose celėse (Childs, 2004).



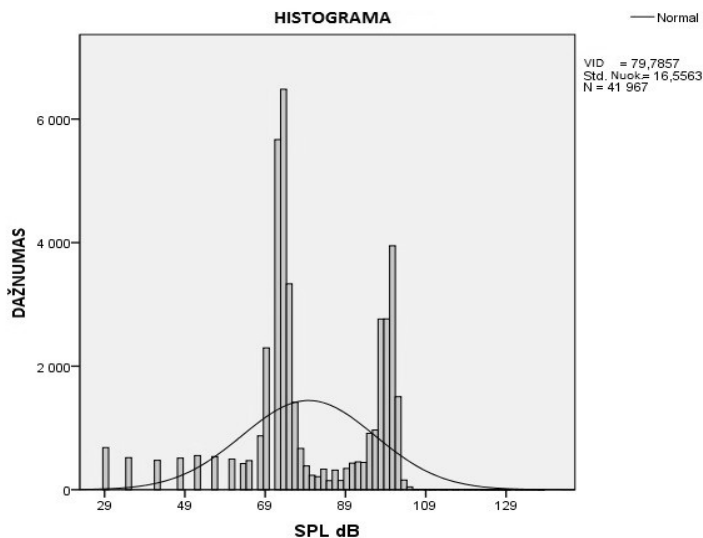
1 pav. Interpoliuotas žvejybinių laivų, plaukiojančių su LR vėliava, akustinis pėdsakas rytų Baltijos pakrantėje 2014 m.

Panaudojus SPSS programinę įrangą, atliktas statistinis gautų modeliavimo duomenų apdorojimas. Stačiakampėje diagramoje matomos mažiausia ir didžiausia reikšmės (neįtraukiant išskirčių): $x_{min}=29,3561$ ir $y_{min}=137,1535$, kvartilės, mediana bei išskirtys (2 pav.).



2 pav. Triukšmo reikšmių stačiakampė diagrama.

Rastos keturios sąlyginės išskirtys: šalia ženklelio esantys skaičiai nurodo, kurioje duomenų failo eilutėje yra rastoji išskirtis. Daugiausia triukšmo lygio reikšmių ($n=6484$) kinta nuo 73 dB iki 74 dB; triukšmo lygio reikšmių ($n=5667$) kinta nuo 71 dB iki 73 dB ir triukšmo lygio reikšmių ($n=3949$) kinta nuo 100 dB iki 102 dB. Šalia grafiko (3 pav.) pateiktos pagrindinės statistinės charakteristikos: vidurkis (79,7857), standartinis nuokrypis (16,5563) ir imties dydis ($n=41967$). Taip pat nustatytos procentilės: 25 % – 71,83 dB; 50 % – 75,18 dB; 75 % – 97,98 dB. Šiuo atveju duomenyse matomas dvi triukšmo lygių santalkos ties 75 dB bei 100 dB. Iš histogramos matyti, kad triukšmo lygio reikšmių pasiskirstymas statistiškai reikšmingai skiriasi nuo normaliojo. Tą parodo ir atliktas Kolmogorovo-Smirnovo testas ($p=0,0001 < 0,05$), triukšmo lygio reikšmių neigiamas asimetrijos koeficientas (-0,546) bei teigiamas eksceso koeficientas (0,482).



3 pav. Triukšmo reikšmių histograma su normaliąja kreive.

Šiuo atveju asimetrijos koeficientas yra neigiamas (-0,546), tai reikštų, jog histogramai būdinga kairioji asimetrija. Eksceso koeficientas teigiamas (0,482), kas parodo, jog histograma yra smailesnė nei normaliojo skirstinio kreivė. Iš gautų rezultatų matome, kad žvejybiniai laivai dažniausiai plaukiojo dviem greičiais, kurie generavo vidutinius 75 bei 100 dB triukšmo lygius.

Išvados:

- Žvejbinių laivų triukšmo lygių vidurkis 2014 m siekė $\sim 79,7857$ dB. Atliekant statistinį apdorojimą apskaičiuotos dvi triukšmo lygių santalkos ties 75 dB bei 100 dB. Taip pat nustatytos reikšmės atitinkamose procentilėse: 25 % – 71,83 dB; 50 % – 75,18 dB; 75 % – 97,98 dB, didžiausios ir mažiausios reikšmės $x_{\min}=29,36$ dB ir $y_{\min}=137,15$ dB, kvartilės, mediana bei išskirtys.
- Išanalizavus šiuos duomenis galime daryti prielaidą, jog žvejbinių laivų periodinis akustinis atspaudas didelėje LR jūros teritorijos dalyje siekė arba tam tikrose teritorijose viršijo 100 dB re 1 μ Pa (rms) ribą.
- Reikalingas šio modelio validavimas, atliekant *In-situ* matavimus LR Baltijos jūros dalyje.
- Patobulintas laivų povandeninio triukšmo modelis gali būti panaudotas laivų sukeliama triukšmo kartografavimui, geros aplinkos būklės (GAB) vertinimui bei ekologiniams jūros tyrimams.

Literatūra

- Bureau Veritas 2014. Underwater Radiated Noise (URN) Rule Note NR 614 DT R00E. 20 pp.
- Carey M.W., Evans B.R. 2011. Ocean Ambient Noise. Measurement and theory. Springer New York. 263 pp.
- Childs C. 2004. Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst. ArcUser, July-September, 3235.
- Erbe C., Williams R., Sandilands D. et al. 2014. Identifying Modeled Ship Noise Hotspots for Marine Mammals of Canada's Pacific Region. PLoS ONE 9(3):e89820. doi:10.1371/journal.pone.0089820.
- Gervaise C., Aulanier F., Simard Y. et al. 2015. Mapping probability of shipping sound exposure level. JASA Express Letters. 137 (6), June 2015. 429–435.
- USNA (JAV Jūrų Akademija) 2014. Spectrum level and band level. [<http://www.usna.edu/Users/physics/ejtuchol/documents/SP411/Chapter8.pdf>].
- Wasgtaff R.A. 1973. RANDI: Research ambient noise directionality model. Naval Undersea Center USA. Report AD-760 692. 77 pp.

PAJŪRINĖS STOKLĖS (*CAKILE MARITIMA* L.) POPULIACIJOS BŪKLĖ LIETUVOS PAJŪRIO ZONOJE TIES MELNRAGE

Živilė Berneckytė

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

Ivadas. Visame pasaulyje jūros pakrančių būklė yra prasta, net ir kritinė. Europoje dauguma tokių teritorijų yra saugomos ir įrašytos į EU buveinių direktyvą 92/43/CEE. Miestų plėtra, kuri susijusi su pajūrio turizmo didėjimu, prisideda prie kopų augalijos nykimo, nes šios buveinės yra labiausiai pažeidžiamos. Tokie pažeidimai yra nuspėjami ir tęstinai. Dažniausiai pasitaikantys ekstremalūs veiksniai yra sausra ir dirvožemio maistinių medžiagų trūkumas. Lankytojai trypia, naikina augaliją, susidaro kraštovaizdžio fragmentacija (Gratani et al., 2013). Tiek užuomazginių, tiek baltųjų kopų bendrijos Lietuvoje yra įrašytos į Natura 2000 saugomų teritorijų sąrašą (Baškytė ir kt., 2006). Vienas dažnai aptinkamų pajūrio augalų smėlynų augalų - pajūrinė stoklė (*Cakile maritima* L.) prisideda prie smėlio sulaikymo paplūdimio zonoje. Tokiu būdu formuojasi užuomazginės kopos. Gamtosauginėje – rezervacinėje pajūrio juostos dalyje yra tinkamesnės sąlygos pajūrinės stoklės individams įsikurti, nes augalai čia mažiau nukenčia nuo juos mindančių poilsiautojų: poilsiautojų čia būna mažiau, paplūdimiai yra nepatrauklūs dėl siauro pločio. Taip pat poilsiautojų srautą apriboja ir neišvystyta infrastruktūra, mažas automobilių stovėjimo aikštelių skaičius. Tuo tarpu rekreacinėse zonose yra gerai išvystyta infrastruktūra, paplūdimiai turi didesnę rekreacinę talpą (yra platūs), paplūdimių zonoje sutinkamas didelis poilsiautojų srautas, todėl pajūrinės stoklės individai čia aptinkami retai, nes yra neatsparūs mechaniniams veiksniams (Eidikonienė, 2011).

Paplūdimio augalai dažniausiai auga netolygiai pasiskirstę, gali augti pavieniui ar bendrijoje su bet kokiomis kitomis rūšimis, kurios sugeba įsitvirtinti. Pasak Pakemen ir Lee (1991), dėl makrodumplių atliekų didesni ir greičiau augantys individai aptinkami paplūdimio zonoje, o mažesni – ant kopų, virš patvankos zonos. Taip pat šie autoriai teigia, kad augalams prieinamo azoto kiekis didesnis yra paplūdimio zonoje. Tai stimuliuoja druskamėgių augalų augimą, tuo tarpu ant kopų augantiems augalams pasireiškia azoto trūkumas. Baltijos jūra pasižymi mažu druskingumu, todėl jūros vandens poveikis pajūrinės stoklės individams yra beveik nepastebimas.

Akumuliacija – dažnas reiškinys pajūryje, todėl augalai, augantys šioje zonoje turi būti tam atsparūs. Atlikti mokslininkų tyrimai (Rozema et al., 1985,

Lee et al., 1985) atskleidė, kad smėlio pustymas skatina vertikalų šakų augimą ir stiebo ilgėjimą, tokiu būdu padidėja augalo produktyvumas. Taip pat smėlio akumuliacija skatina biomasės pasiskirstymą šaknų sistemoje, taip augalas yra apsaugomas nuo drėgmės netekimo sausros metu, o nešmenų susikaupimas padidina maistinių medžiagų patekimą (Zhag, 1995; Maun, 1998). Bet smėlio akumuliacija turi ir neigiamą poveikį, t. y., apsunkina daigų išlikimą virš substrato, todėl vietose, kur pasireiškia stipri smėlio akumuliacija, įsitvirtina mažiau individų, nors jie ir būna aukštesni bei produktyvesni (Moreno-Casasola, 1986, Maun, 1994). Taigi, smėlio akumuliacija limituoja daigų išlikimą, bet paskatina išlikusiųjų individų augimą.

Pajūrinė stoklė – pažeidžiama rūšis, kadangi Lietuvos priekrantė pasižymi dideliu nestabilumu (atvira, intensyvi smėlio dinamika, dideli poilsiautojų srautai), mažėja tinkamų vietų šiai rūšiai augti, todėl aktualu nustatyti pajūrinės stoklės paplitimą įtakojančius veiksnius.

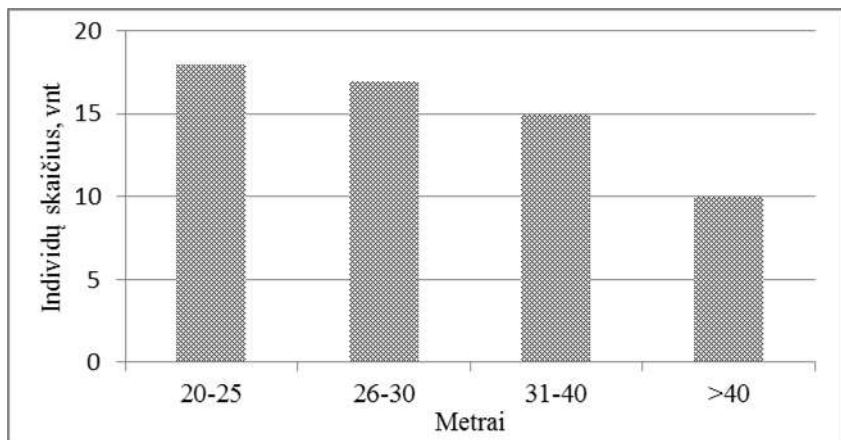
Tyrimų tikslas. Įvertinti pajūrinės stoklės būklę, priklausomai nuo šių augalų augaviečių atstumo iki jūros ir vietos kranto zonoje.

Tyrimo metodai. Tyrimai buvo vykdomi 2015 metais, rugsėjo mėnesį Lietuvos pajūrio žemyninėje dalyje ties Melnrage. Jų metu buvo analizuojamos pajūrio vietos, kuriose auga tiriamoji rūšis: paplūdimio vidurio zona, apsauginio paplūdimio kopagūbrio vakarinė papėdė ir apsauginio paplūdimio kopagūbrio vakarinis šlaitas. Pasirinktų laukelių dydis – 4x4 m, t. y. 16 m². Toks tyrimų plotas pasirinktas todėl, kad pajūrio smėlynų bendrijos neužima didelių plotų ir yra išsibarsčiusios mozaikiškai (Stankevičiūtė, 2000). Geobotaniniuose laukeliuose buvo suskaičiuoti visi pajūrinės stoklės individai, išmatuotas jų bendras aukštis (nuo šaknies kaklelio iki augalo viršūnės). Išmatuotas paplūdimio plotis (nuo kranto linijos iki apsauginio paplūdimio kopagūbrio vakarinio šlaito papėdės) ir atstumas nuo tyrimo vietos iki kranto linijos. Gautieji duomenys apdoroti statistiškai ir susisteminti naudojant Microsoft Excel. ir SPSS 17.0. programas. Naudoti aprašomosios statistikos rodikliai: vidurkiai, standartinis nuokrypis. Duomenų normališkumas buvo patikrintas Shapiro-Wilk testu. Duomenų patikimumas nustatytas Kruskal-Wallis ir Wilcoxon testais.

Tyrimo rezultatai. Tyrimu metu pajūrio atkarpoje nuo šiaurinio molo iki II Melnragės iš viso buvo užregistruota 60 pajūrinės stoklės individų. Ruože nuo I iki II Melnragės – 49 augalai.

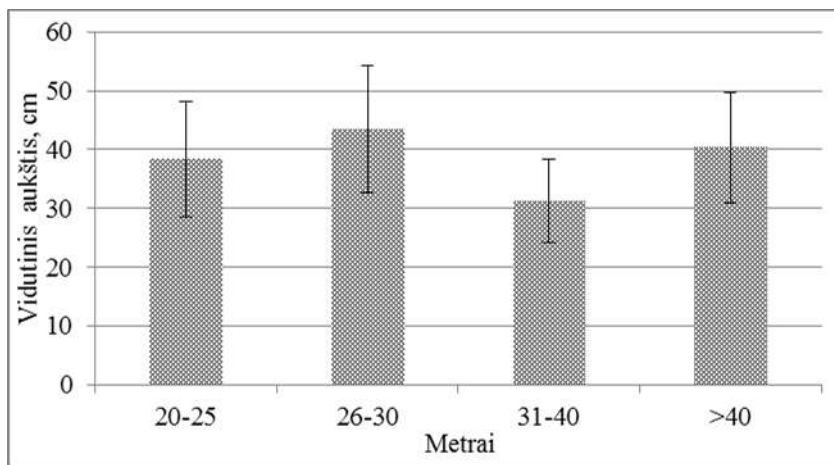
Daugiausia pajūrinės stoklės individų aptikta 20–25 metrų atstumu nuo kranto linijos (1 pav.). Tolstant nuo kranto, šių augalų skaičius mažėjo. Mažiausiai, vos 10 individų, augo daugiau nei 40 metrų atstumu nuo kranto linijos nutolusiose augavietėse. Vos keli vienetai pajūrinė stoklė aptikta augavietėse ties molu. Įvertinus pajūrinės stoklės individų pasiskirstymą

priklausomai nuo atstumo iki jūros, nebuvo nustatyta reikšmingų tendencijų: $p=0,325$.



1 pav. Pajūrinės stoklės (*Cakile maritima* L.) paplitimas, priklausomai nuo atstumo iki jūros, 2015 m.

Žemiausi individai buvo tie, kurie augo ant apsauginio paplūdimio kopagūbrio vakarinės papėdės – $31 \pm 7,0$ cm, t. y., augavietėse nuo jūros nutolusiose 31–40 metrų (2 pav.).



2 pav. Pajūrinės stoklės (*Cakile maritima* L.) aukštis priklausomai nuo atstumo iki jūros ($\bar{x} \pm SD$), 2015 m.

Aukščiausios pajūrinės stoklės užaugo augavietėse, nuo jūros nutolusiose 26–30 metrų atstumu, paplūdimio vidurio zonoje. Čia augančių individų vidutinis aukštis siekė $43 \pm 10,7$ cm. Palyginus pajūrinės stoklės individų vidutinio aukščio pokyčius priklausomai nuo jų augavietės atstumo iki jūros, nenustatyta reikšmingų pasiskirstymo tendencijų: $p=0,221$.

Siekiant apibendrinti ir išsamiai įvertinti pajūrinės stoklės (*Cakile maritima* L.) būklę, reikalinga pratęsti lauko tyrimus ir įvertinti augalinės dangos poveikį pajūrinės stoklės paplitimui, meteorologinių sąlygų poveikį pajūrinės stoklės fenologijai. Taip pat, reikalingi eksperimentiniai tyrimo metodai, norint nustatyti substrato ypatybių poveikį šios rūšies augalų sėklų daigumui ir daigų augimo greičiui.

Išvados. Pajūrinės stoklės augaviečių vieta atstumo iki jūros atžvilgiu neturi reikšmingos įtakos šių augalų augimo intensyvumui (aukščiui) ($p>0,05$), tačiau pajūrinės stoklės augimo intensyvumas skiriasi, priklausomai nuo šių augalų augavietės pajūrio zonoje: aukščiausi individai aptikti apsauginio pajūrio kopagūbrio papėdėje, o žemiausi – ant apsauginio pajūrio kopagūbrio vakarinio šlaito.

Literatūra

- Baškytė R., Bezaras V., Kavaliauskas P. ir kt. 2006. Lietuvos saugomos teritorijos. Vilnius: Vilniaus spauda, 325 p.
- Eidikonienė J., Žilinskas G. 2011. Poilsiautojų srauto sklaida Šventosios rekreacinėje zonoje. Geografija, Vol. 47 (2), 117–124.
- Gratani L., Crescente M. F., Varone L., et al. 2013. Sand dune species distribution and size variations in two areas inside a natural protected area subjected to different human disturbance. American Journal of Plant Sciences, Vol. 4, 1899–1910.
- Ignaciuk R., Lee J.A. 1985. The physiological ecology of strandline plants.vegetation, Vol. 62, 319–326.
- Maun M.A. 1994. Adaptations enhancing survival and establishment of seedlings on coastal dune systems. Vegetation, Vol. 111, 59–70.
- Maun M.A. 1998. Adaptations of plants to burial in coastal sand dunes. Canadian Journal of Botany, Vol 76 (5), 713–738.
- Moreno-Casasola P. 1986. sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system. Vegetation, Vol. 65, 67–76.
- Pakemen R.J., Lee A.I. 1991. The Ecology of the Strandline annuals *Cakilemaritima* and *Salsola kali*. Environmental Factors Affection Plant performance. Journal of Ecology, Vol. 79, 143–153.
- Rozema J., Bijiwaard P., Prast G., et al. 1985. Ecophysiological adaptations of coastal halophytes from foredunes and salt marshes. Vegetation, Vol. 62, 499–521.
- Stankevičiūtė J. 2000. Lietuvos pajūrio smėlynų augalų bendrijų sintaksonominė struktūra. Botanica Lithuanica, Vol. 6 (2), 175–202.
- Zhang J.H. 1996. Interactive effects of soil nutrients, moisture and sand burial on the development, physiology, biomass and fitness of *Cakileedentula*. Annals of botany, Vol. 78 (5), 591–598.

SEISMINIAI REIŠKINIAI PIETRYČIŲ BALTIJOS KRANTO ZONOJE POLEDYNMEČIU

Albertas Bitinas¹, Aldona Damušytė², Giedrė Vaikutienė³

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda,
²Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, ³Vilniaus universiteto Gamtos mokslų
fakultetas, Vilnius
albertas.bitinas@apc.ku.lt

Įvadas. Daug metų Baltijos jūros pietrytinis krantas, kaip ir visas Rytų Baltijos regionas, seisminiu požiūriu geologų buvo vertinamas kaip mažo seisminio aktyvumo sritis. Ši nuomonė iš esmės pasikeitė po 1976 metais Osmusarės salą Estijoje sukūrusio 4,7 magnitudės žemės drebėjimo, ir ypač po 2004 metais dviejų vienas paskui kitą sekusių 5,0 ir 5,2 magnitudės žemės drebėjimų Rusijos Federacijos Kaliningrado srityje. Pastarieji įvykiai paskatino naujai įvertinti Rytinės Baltijos regiono seismingumą. Galimai buvusių žemės drebėjimų liudijimų pradėta ieškoti rašytiniuose istoriniuose šaltiniuose, Lietuvoje buvo įkurtas seisminio monitoringo stočių tinklas, viso regiono seismingumas imtas vertinti vadovaujantis moksliniais metodais – pradėta sudarinėti seisminio pavojingumo žemėlapius, ir kt. (Pačėsa, 2016). Nors gauta daug naujos informacijos apie seisminio aktyvumo pasireiškimus per pastarąjį tūkstantmetį, vienas klausimas vis dar lieka atviras: kol kas nėra įvertinta, koks regiono seisminis (tiksliau – paleoseisminis) aktyvumas buvo bent jau labai netolimoje geologinėje praeityje, t. y. poledynmečiu – pačioje pleistoceno pabaigoje (jau sutirpus paskutiniojo apledėjimo ledynui) bei holoceno metu. Šis klausimas aktualus ir mus dominančioje Pietryčių Baltijos kranto zonos dalyje – kelių dešimčių kilometrų pločio pakrantės juostoje nuo Kolkasrags (Kolkos rago) iškyšulio Latvijoje iki Vyslos upės žiočių Lenkijoje.

Tai, kad iki šiol Pietryčių Baltijos regiono seisminis aktyvumas nebuvo tinkamai vertinamas, nulėmė, manytume, dvi pagrindinės priežastys:

- 1) vyravusi a priori nuostata apie labai mažą regiono seisminį aktyvumą dėl jo geologinės sandaros (t. y. stabili Rytų Europos platformos dalis);
- 2) patirties ir įgūdžių, leidžiančių patikimai identifikuoti buvusių žemės drebėjimų pėdsakus, stoka.

Seisminiai įvykiai vienaip ar kitaip yra fiksuojami „žemės metraštyje“ – geologiniuose sluoksniuose. Mūsų regione, vyraujant tam tikroms geologinėms-hidrogeologinėms sąlygoms, žemės drebėjimų metu gali susidaryti specifinės struktūros – seismodeformacijos. Tačiau jų atpažinimas reikalauja specialių geologinių žinių bei praktinės patirties (Obermeier et al., 2002; 2005).

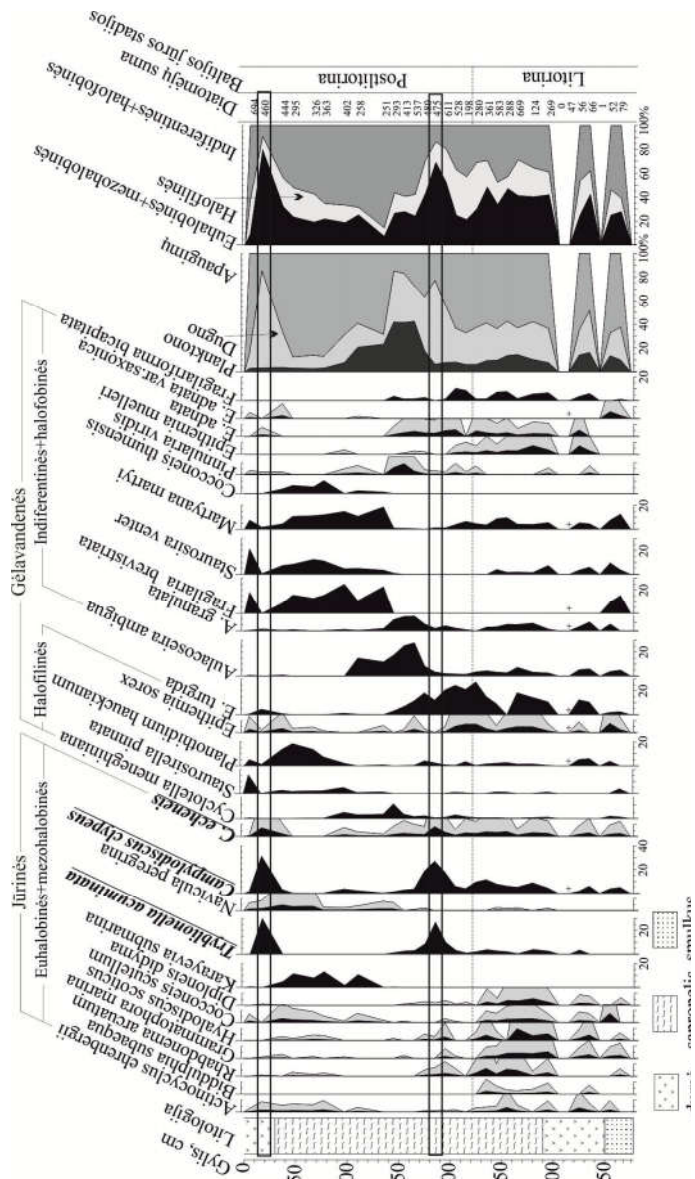
Metodai. Pastaruoju metu, įgijus tam tikros lauko geologinių tyrimų patirties bei išanalizavus naujausią informaciją seismologijos klausimais, buvo

padarytos prielaidos apie galimą seismodeformacijų buvimą ir Pietryčių Baltijos kranto zonoje. Be to, sukaupia patirtis leido ne tik revizuoti turimą geologinę informaciją, bet kritiškai įvertinti ir kai kurias ankstesnes mokslines publikacijas (Bitinas, Lazauskienė, 2011; Bitinas, 2012).

Rezultatai. Atlikus analizę, pastebėta, kad kai kuriose ankstesnėse publikacijose senosios seismodeformacijos (paleoseismodeformacijos) buvo priskirtos kitų geologinių procesų metu suformuotiems dariniams: amžinojo išalo (periglacialo) paliktoms krioturbacijomis, šlaitiniams dariniams (deliuvui), glaciadislokacijoms, bioturbacijoms, dirvodaros procesų suformuotoms struktūroms ir kt. Visa tai paskatino pervertinti nusistovėjusią nuomonę apie „seisminį stabilumą“ ir davė pagrindą kalbėti apie Pietryčių Baltijos kranto zonoje vykusius vidutinius ar net stiprius žemės drebėjimus bei jų iššauktus geologinius procesus: 1) gruntų suskystėjimą (angliškai – *liquefaction*); 2) cunamius; 3) stambias nuošliaužas.

Gruntų suskystėjimas pasireiškia žemiau grunto vandens lygio esančiose nuogulose bei nuosėdose esant stipriems žemės plutos virpesiams, kuriuos iššaukia, kai kurių autorių vertinimu, ne mažesnės nei 5,5 magnitudės žemės drebėjimai (Obermeier et al., 2002; 2005). Seismodeformacijų susidarymą lemia didesnį lyginamąjį svorį turinčių nuogulų bei nuosėdų grimzdimas į suskystėjusių birių nuosėdų, paprastai smėlio, storumą, o taip pat tų pačių suskystėjusių smėlingų nuosėdų diapyrizmas. Seisminiams virpesiams nurimus, grunto suskystėjimo procesas staiga pasibaigia, o nuosėdos bei nuogulos tarsi „sustingsta“ tuo metu buvusioje dinaminėje būsenoje – taip susidaro specifinės, tik šiam reiškinii būdingos, struktūros, kurios gerai atpažįstamos natūraliose atodangoose, karjerų sienelėse, kasiniuose. Pietryčių Baltijos kranto zonoje tokias struktūras galima pamatyti Šešupės žemupio aukštesniojoje terasoje piečiau Vilkiškių (Riadino, Kaliningrado sritis), Kuršių marių atodangoje ties Ventės ragu, Juodikių smėlio karjere (Klaipėdos rajonas), Baltijos jūros klifuose ties Jurkalne ir Sarnate (Latvija).

Kai kurie žemės drebėjimai (su epicentrais Baltijos jūros akvatorijoje) galėjo sukelti didesnes ar mažesnes cunamio bangas, pasiekusias ir Pietryčių Baltijos krantus. Cunamių, užliejusių kaimyninės Lenkijos pakrantes, aprašymų yra rasta istoriniuose šaltiniuose (Mörner, 2008), o pastaruju metu šių praeities kataklizmų pėdsakų buvo aptikta ir geologinių tyrimų metu (Piotrowski et al., 2015). Cunamių sukeltos bangos jūros krantuose palieka akivaizdžius specifinius pėdsakus (Morton et al., 2007). Mūsų regione tai būtų: jūrinių diatomėjų paplitimas gėlavandenių pakrantės lagūnų nuosėdų sluoksniuose, smėlingų jūrinių nuosėdų tarp sluoksniai pakrantės pelkių durpių klotuose, ir pan.



1 pav. Gręžinio ties Būtinge viršutinės dalies pjūvio fragmentas ir diatomėjų rūšinė sudėtis (sudarę Giedrė Vaikutienė). Juodais rėmeliais išskirtos Postliortornos jūriniių (lagūninių) nuosėdų bei virš jų slūgsančių durpių sluoksnių dalys, kuriuose aptiktos gėlavandenėms nuosėdoms bei nuoguloms nebūdingos sūriamėgių diatomėjų rūšys – pastarųjų pavadinimai pabrūkšti ir išskirti tamsesniu šriftu.

Tokių galimai vykusių procesų požymių rasta pakartotinai išanalizavus diatomėjų tyrimų rezultatus durpių ir gėlavandenių lagūninių nuosėdų storumėse prie Būtingės (1 pav.) bei taip vadinamųjų „marių mergelių“ pjūviuose ties Nida: čia surastos jūrinės diatomėjos liudija buvus sūraus vandens invazijas, galimai sukeltas cunamio bangų. Apie buvusį cunamį gali byloti ir pajūrio bei pamario pelkėms nebūdingų nuosėdų (pvz. smėlio) tarpsluoksniai durpių storumėje. Toks pjūvis būdingas Svencelės aukštapelkės vakariniam pakraščiu. Tačiau tikrąją smėlio genezę (o tai gali būti ir eolinės sąnašos) čia galėtų padėti nustatyti tik detalūs geologiniai lauko tyrimai bei diatomėjų analizė.

Dešifruojant aerofotonuotraukas galima pastebėti seniau vykusių, o dabartiniame reljefe sunkiai pastebimų, geologinių procesų pėdsakų: senųjų upių vagų ir jų paliktų meandrų, termokarstinių duobių, buvusių nuošliaužų, ir kt. Viena tokių nuošliaužų paliko pėdsakus nuo Klaipėdos iki Olando kepurės besitęsiančiame abraziniame krante. Minėta aerofotonuotraukų analizė atskleidė, kad ties dabartiniais Giruliais pračytyje būta gana didelės gamtinės katastrofos – apie 360 metrų ilgio senojo kranto ruožą apėmusios nuošliaužos. Tokio masto nuošliaužos nėra būdingos Rytų Baltijos regionui. Ją sukelti turėjo gerokai stipresnės jėgos nei bangų abrazijs – gal tai ir buvo stiprus žemės drebėjimas? Labai tikėtina, kad ši katastrofa įvyko Litorinos jūros egzistavimo metu, arba net kiek vėliau.

Rezultatų aptarimas. Visų šiame darbe išvardintų paleoseisminių įvykių patikimumą, amžių, pasireiškimo mastą ir kitus aspektus kol kas galima įvertinti tik labai apytikriai. Detalesnė šios temos plėtotė būtų galima tik atlikus specialių geologinių tyrimų kompleksą. Kol kas galima daryti tik labai apibendrinančią išvadą (prielaidą), kad seisminis aktyvumas Pietryčių Baltijos kranto zonoje pačioje poledynmečio pradžioje buvo kur kas didesnis – sutirpus ledynui čia dar intensyviai reiškęsi glaciozostatinis žemės plutos kilimas (Mörner, 1991). Tai teigti leidžia ir analogija su dabartiniais geologiniais procesais Baltijos jūros regione – aktyviausios seisminiu požiūriu yra Botnijos įlankos apylinkės (Mörner, 2011), kur vis dar vyksta gana intensyvus, iki 10 mm per metus siekiantis, glaciozostatinis žemės plutos kilimas (Rosentau et al., 2012).

Literatūra

- Bitinas A., Lazauskiene J. 2011. Implications of palaeoseismic events based on the analysis of the structures of the Quaternary deposits. *Baltica*, 24, Special Issue // *Geosciences in Lithuania: Challenges and perspectives*, 127–130. (In Lithuanian).
- Bitinas A. 2012. Implications of the paleoseismicity of the Eastern Baltic Sea Region. *Quaternary International*, 279/280, 52.
- Morton R.A., Gelfenbaum G, Jaffe B.E. 2007. Physical criteria for distinguishing sandy tsunami and storm deposits using modern examples. *Sedimentary Geology*, 200, 184–207.
- Mörner N.-A. 1991. Intense earthquakes and seismotectonics as a function of glacial isostasy. *Tectonophysics*, 188, 407–410.
- Mörner N.-A. 2008. Tsunami events within Baltic. *Polish Geological Institute Special Papers*, 23, 71–76.

- Mörner N.-A. 2011. Paleoseismology: The application of multiple parameters in four case studies in Sweden. *Quaternary International*, 242, 65–75.
- Obermeier S.F., Pond E.C., Olson S.M. et al. 2002. Paleoliquefaction studies in continental settings. *Geological Society of America Special Paper*, 359, 13–27.
- Obermeier S.F., Olson S.M., Green R.A. 2005. Field occurrences of liquefaction-induced features: a primer for engineering geologic analysis of paleoseismic shaking. *Engineering Geology*, 76, 209–234.
- Pačėsa A. 2016. Platforminių mažo seisminio aktyvumo sričių seisminio pavojaus vertinimas Baltijos regiono pavyzdžiu. Daktaro disertacija, fiziniai mokslai, geologija – 05P. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Piotrowski A., Sydor P., Krzyminska J. et al. 2015. Catastrophic saltwater inundations in the area of Darłowo (Polish Baltic coast, north Poland). In: *Quaternary geology and Modern Questions: INQUA Peribaltic 2015 Working group meeting and International field symposium – Programme and Abstract volume*, November 2–8, 2015, Utrecht-Assen-Utrecht.
- Rosentau A., Harff J., Oja T. et al. 2012. Postglacial rebound and relative sea level changes in the Baltic Sea since the Litorina transgression. *Baltica*, 25 (2), 113–120.

GEOTERMINĖS JĖGAINĖS GAVYBINIO GRĘŽINIO PEREINAMŲJŲ HIDRODINAMINIŲ IR TERMODINAMINIŲ PROCESŲ TYRIMAI

Marijonas Bogdevičius^{1,3}, Jolanta Janutėnienė², Laima
Dabulevičienė¹, Tomas Eglynas¹, Paulius Bogdevičius¹, Saulius
Razmas², Vadim Nikitin¹, Rasa Žygnienė⁴

¹Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto technologinių įrenginių katedra, Vilnius, ²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Inžinerijos katedra, Klaipėda, ³Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda

marijonas.bogdevicius@vgtu.lt

Anotacija. Nagrinėjama geoterminėje jėgainėje vykstantys hidrodinaminiai ir termodinaminiai procesai. Sukurtas sistemos „Gavybinis gręžinys – išcentrinis daugiapakopis giluminis siurblys – vamzdis“ matematinis modelis. Atlikti hidrodinaminių ir termodinaminių procesų tyrimai, kai sistemoje vyksta trumpalaikiai elektros energijos sutrikimai. Nustatyti nagrinėjamoje sistemoje pereinamųjų procesų trukmė, hidrodinaminių parametrų kitimai daugiapakopiame išcentriniame siurblyje ir vertikaliajame vamzdyje, įvertinus dujų kiekio išsiskyrimą geoterminiame vandenyje.

Raktiniai žodžiai: išcentrinis daugiapakopis siurblys, ištirpusios dujos, geoterminė požeminė inžinerija, alternatyvūs šilumos šaltiniai.

Abstract. The hydrodynamic and thermodynamic processes in the geothermal power plant are presented. The system "extractive well-centrifugal multistage pump – pipeline" mathematical model is established. Perform hydrodynamic and thermodynamic processes in the system driving short-term energy problems. In the present system the transients duration of the hydrodynamic parameters of changes of multi-level centrifugal pump and the vertical pipe, taking gas release of geothermal water, are determined.

Key words: multistage centrifugal pumps, dissolved gases, geothermal engineering, alternative heat sources.

Įvadas. Geoterminė energetika sparčiai plėtojama tik keliuose šalyse, turinčiose išskirtinai palankias geologines sąlygas, kur aukštos žemės temperatūros yra nedideliuose gyliuose ir gali būti ekonomiškai efektyviai naudojamos tiek šilumos tiekimui, tiek elektros gamybai. Geoterminė energija panaudojama 24-ose pasaulio valstybėse elektrai gaminti ir 78-ose valstybėse šilumai tiekti.

Geoterminė energetika turi nemažai privalumų, lyginant su kitais atsinaujinančiais energijos šaltiniais, bet yra ir nemažai problemų, kadangi kiekvienas regionas turi specifinių, tik jam būdingų, geologinių bruožų įtakojančių geoterminės jėgainės veiklą.

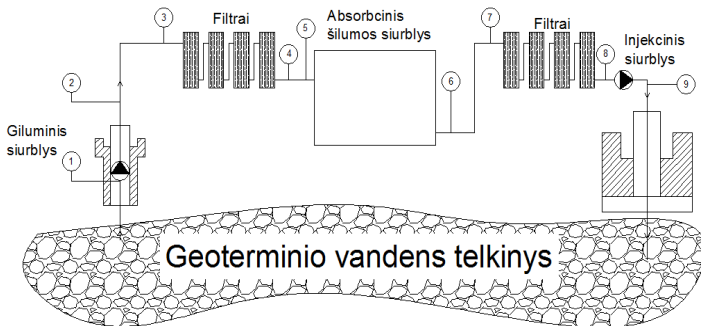
Klaipėdoje veikia geoterminė jėgainė UAB „Geoterma“, kuri tiekia karštą vandenį Klaipėdos miestui. Veikimas remiasi uždaru cirkuliavimo principu: dviem gavybiniais gręžiniais (1135 m. gylio) geoterminis vanduo (38 °C) iš devono horizonto giluminiais siurbliais pakeliamas į žemės paviršių. Vanduo, pratekęs pro filtrus ir absorbcinius šilumos siurblius, injekciniais gręžiniais vėl grąžinamas į gelmes. Slėgiui sumažėjus iki 2,0 MPa, iš geoterminio vandens išsiskiria ištirpusios dujos, kurios daro neigiamą įtaką vamzdyne vykstantiems hidrodinaminiais ir termodinaminiais procesams, nes skystis tampa spūdis, pablogėja siurblių darbas, todėl žymiai sumažėja vamzdyno debitas.

Straipsnyje nagrinėjami gavybinio gręžinio hidrodinaminiai ir termodinaminiai procesai esant įvairioms eksploatacinėms sąlygoms, t. y. nagrinėjami pereinamieji procesai, kai sistema turi pradėti veikti iš naujo, staiga nutrūkus elektros energijos tiekimui.

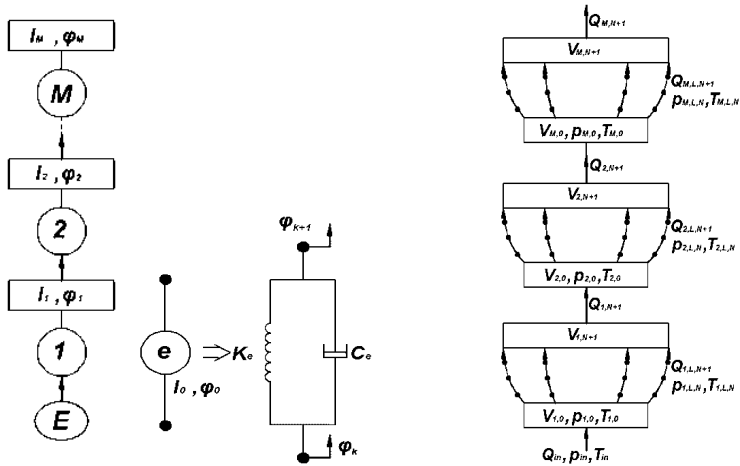
Geoterminės jėgainė ir hidrodinaminiai bei termodinaminiai procesai.

Geoterminės jėgainės principinė schema parodyta 1 pav. Sukurtas gavybinio gręžinio matematinis modelis, kuris apima gavybinio gręžinio geometriją, asinchroninį elektros variklį, daugiapakopį išcentrinį giluminį siurblį, vertikalųjį ir horizontalųjį vamzdžius.

Gavybinio išcentrinio siurblio pagrindinė charakteristika – išvystomo slėgio priklausomybė nuo debito $p = p(Q_s)$. Daugiapakopio išcentrinio siurblio dinaminis modelis parodytas 2 pav.



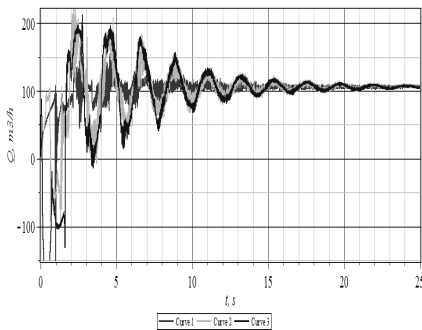
1 pav. Principinė duomenų matavimo schema bei pagrindiniai vamzdyno parametrų matavimo mazgai.



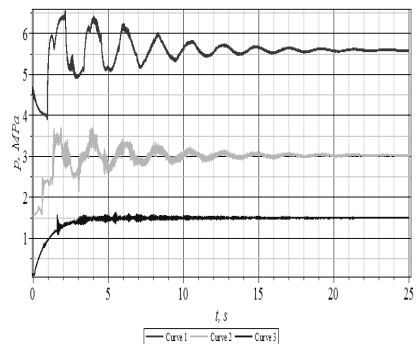
2 pav. Daugiapakopio išcentrinio siurblio dinaminis modelis.

Nagrinėjama sistema „gavybinis gręžinys – išcentrinis daugiapakopis giluminis siurblys – vamzdis“, kai gręžinio gylis – 1100 m, 16 pakopų išcentrinis siurblys, pradinis vandens stulpo aukštis gręžinyje 270 m, dujų slėgis gręžinio viršuje 0,25 MPa, nominalus asinchroninio variklio sukimosi dažnis $f=43$ Hz. Debito ir slėgio kitimas laike bei skirtingose vertikalaus vamzdžio vietose parodyti 3 pav.

a)



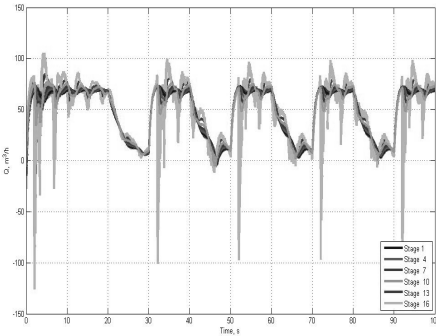
b)



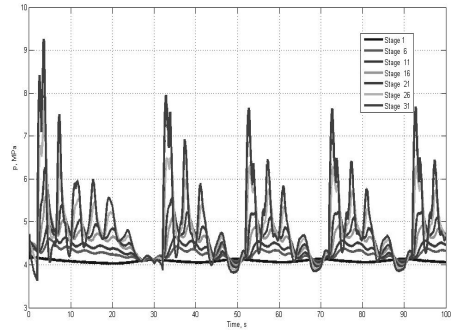
3 pav. Gavybinio vamzdžio vertikaliame vamzdyje paleidimo metu: a) debito kitimas, b) slėgio kitimas.

Atsižvelgiant į realias problemas geoterminėje sistemoje, vienas iš neigiamų reiškinių, apsunkinančių sistemos sklandų darbą yra elektros energijos tiekimo staigūs trūkiai. Matematiškai aprašius ir sukūrus skaitinę programą gauti rezultatai imituojant šį reiškinį. Paveiksluose 4-5 parodytas sistemos nestabilus darbas, netolygūs dujų kiekio skystyje, slėgio ir debito pokyčiai, staiga nutrūkus elektros energijos tiekimui ir vėl įsijungus.

a)

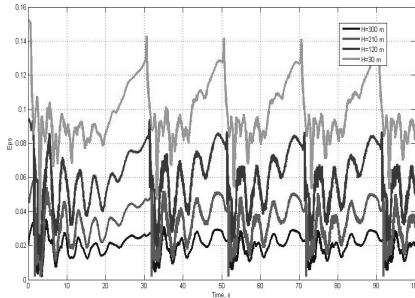


b)

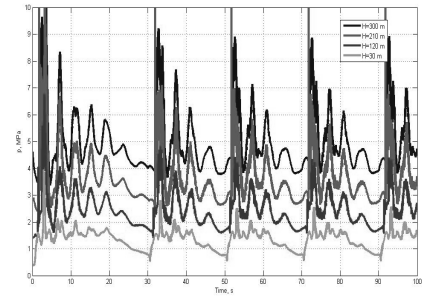


4 pav. Išcentriniam siurblyje staiga nutrūkus elektros energijos tiekimui ir vėl įsijungus: a) debito kitimas, b) slėgio kitimas.

a)



b)



5 pav. Vertikaliame vamzdyne staiga nutrūkus elektros energijos tiekimui ir vėl įsijungus: a) dujų kiekio kitimas, b) slėgio kitimas.

Išvados. Nustatyta, kad išsiskyrusių dujų kiekis skystyje padidina skysčio spūdumą, sulėtina hidrodinaminis procesus, keičia išcentrinio siurblio darbinės charakteristikas, sumažina sistemos „giluminis išcentrinis siurblys-vamzdis“ savuosius dažnius. Nagrinėjamoje sistemoje atsiranda sistemos nestabilumas, kai siurbliaračio sukimosi dažnis kinta intervale 35–40 Hz. Giluminio

išcentrinio siurblio charakteristikos keičiasi, atsiranda slėgio, debito ir temperatūros svyravimai giluminio vamzdyno taškuose, dėl kintančio dujų kiekio vandenyje.

Staiga nutrūkus elektros energijos tiekimui, sistemoje mažėja slėgis ir iš geoterminio vandens išsiskiria dujos, todėl iš naujo paleidžiant visą geoterminę jėgainę, kurios vamzdyno ilgis siekia apie 6000 m, kai visame vamzdyne yra didelis išsiskyrusių dujų kiekis pereinamasis procesas žymiai pailgėja.

Padėka. Šis darbas atliktas vykdant Lietuvos mokslo tarybos projektą Europos socialinio fondo projektą „Geoterminės kilpos termohidrodinaminių procesų skaitinė programa ir tyrimai, Hidrogeo“, projekto No. MIP-090/2012.

Literatūra

- Bogdevičius M., Janutėnienė J., Didžiokas R. et al. 2013a. Investigation into the stability of hydrodynamic processes in the dept centrifugal pump and pipeline system. TRANSBALTICA. The 8th International Conference, May 9–10, 2013, Vilnius, Lithuania. 14 p. (ISSN 20292376 print / ISSN 20292384online).
- Bogdevičius M., Janutėnienė J., Razmas S. et al. 2013b. Mathematical modelling of hydrodynamic processes in geothermal plant. V conference on Computational Methods for Coupled Proberms in Science and Engineering, COUPLED PROBLEMS, 17–19 June 2013, Spain. (<http://congress.cimne.com/coupled2013/proceedings/>).
- Bogdevičius M., Janutėnienė J., Razmas S. et al. 2014. Investigation Of Hydrodynamic Processes In Geothermal Plant, 11th. World Congress on Computational Mechanics, 7361–7371.

APLINKOS APSAUGOS ASPEKTŲ ATSAJA JŪRŲ UOSTŲ PAVYZDŽIU

Vilma Burškytė

Kauno technologijos universitetas, Kaunas

vilmaburskyte@gmail.com

Ivadas. Jūrų uostai vaidina svarbų vaidmenį ekonomikoje ir pasaulinėje logistikos grandinėje, kadangi apie 90 % pasaulinių krovinių keliauja jūromis (Bottasso et al., 2014; Bergantino et al., 2013). Siekiant geresnės uostų paslaugų kokybės, per pastaruosius dešimtmečius, buvo pastatyta daug naujų uostų, o senieji – intensyviai vystėsi, to pasėkoje atsirado poreikis didinti uostų efektyvumą, prisitaikant prie augančio transporto ir krovinių srauto (Quynh et al., 2011). Europos pakrantėse yra daugiau nei 1000 jūrų uostų, juose per metus vidutiniškai yra aptarnaujama apie 2 mln. laivų ir perkraunama 3,5 mlrd. tonų krovinių (Quynh et al., 2011).

Klaipėdos jūrų uostas yra vienintelis uostas Lietuvoje, tai neužšalantis ir visus metus veikiantis jūrų uostas. Jis yra strategiškai svarbus Lietuvai, generuoja apie 18 % Lietuvos nacionalinio BVP bei reikšmingai didina nacionalinį užimtumą. EUROSTAT duomenimis Klaipėdos uosto krova, per pastarąjį dešimtmetį, išaugo daugiausiai tarp visų 28 Europos sąjungos šalių t. y. 56,94 %, tuo tarpu bendra krova visuose ES 28 uostuose išaugo tik 0,19 %. Klaipėdos uosto augimo tempai vidutiniškai siekė 4,01 % per metus (t. y. nusileido tik vienam iš ES 28 šalių Slovėnijos uostui, kurio metinis krovos augimas sudarė 5,77 %).

Žvelgiant iš aplinkosauginės pusės, jūrų uostai yra labai sudėtingos sistemos, dažnai įsikūrę greta jautrių ekosistemų (pvz. upių žiotyse, lagūnose), todėl bet koks ekonominės veiklos intensyvėjimas turi neigiamos įtakos aplinkai (Darbra et al., 2004; 2009). Jūrų uostų beveik visa veikla vienaip ar kitaip yra susijusi su poveikiu aplinkai: vandens tarša dėl kenksmingų medžiagų išleidimo iš uosto įmonių ir laivų; dirvožemio ir akvatorijos dugno nuosėdų tarša atsiranda dėl gilinimo darbų; oro tarša dėl uosto įmonių ir laivų emisijų; dėl uostų plėtos prarandamos buveinės (Saengsupavanich et al., 2009).

Poveikio aplinkai ir gamtinių išteklių santykį su ekonomika apibūdina „atsajos“ procesas, kuris suprantamas kaip poveikio aplinkai ir gamtinių išteklių naudojimo intensyvumo mažėjimas augant ekonomikos rodikliams. Išteklių naudojimo ir poveikio aplinkai atsajos siekimas sąlygojo intensyvų praktikoje diegiamų poveikio aplinkai ir išteklių racionaliam valdymui skirtų priemonių plėtrą. Tačiau tokios priemonės kaip standartizuotos aplinkos, kokybės ir darbuotojų saugos sistemos, aplinkosaugos ir audito sistemos, ekologinis gaminių projektavimas dažnai nesukuria laukiamo rezultato, kadangi jos tampa

tik formalumu, kuris nėra integruotas į įmonės valdymo sistemas ar verslo procesus. Be to, įmonių veiklos praktikoje priimti ne darnūs inovaciniai sprendimai dažnai sukelia atoveiksmio efektą (*angl.* rebound effect), kuris sutrikdo įmonių veiksmingumą. Todėl šio darbo tikslas remiantis literatūros šaltinių duomenimis įvertinti atsajos proceso vyksmą jūrų uostų sektoriuje.

Metodai. Straipsnis parengtas mokslinės literatūros sisteminimu ir lyginamosios analizės principais.

Rezultatai ir jų aptarimas. Įvairių aplinkosaugos klausimų svarba jūrų uostuose priklauso nuo kiekvieno uosto charakteristikų (Darbra et al., 2004; 2009). Europos jūrų uostų organizacija (ESPO) nuo 1996 metų atlieka jūrų uostų apklausas siekiant išsiaiškinti, kokios aplinkosauginės problemos yra aktualios. ESPO tyrimo metu buvo apklausiami 281 Europos uostai iš 15 šalių (apklausų rezultatai pateikti 1 lentelėje).

1 lentelė

Europos jūrų uostų aplinkosauginių problemų raida (ESPO, 2013)

	1996	2004	2009	2013
1	Uostų plėtra (vandenyje)	Atliekos	Triukšmas	Oro kokybė
2	Vandens kokybė	Gilavimo operacijos	Oro kokybė	Atliekos
3	Gilavimo grunto šalinimas	Gilavimo grunto šalinimas	Atliekos	Energijos naudojimas
4	Gilavimo operacijos	Dulkėtumas	Gilavimo operacijos	Triukšmas
5	Dulkėtumas	Triukšmas	Gilavimo grunto šalinimas	Laiivų atliekos
6	Uosto plėtra (sausumoje)	Oro kokybė	Bendradarbiavimas su vietos bendruomenėmis	Bendradarbiavimas su vietos bendruomenėmis
7	Užteršti plotai	Pavojingi kroviniai	Energijos naudojimas	Gilavimo operacijos
8	Buveinių praradimas/ degradacija	Sandėliavimas uosto teritorijoje	Dulkėtumas	Dulkėtumas
9	Eismo intensyvumas	Uosto plėtra (sausumoje)	Uostų plėtra (vandenyje)	Uosto plėtra (sausumoje)

Apibendrinant ESPO atliktų apklausų rezultatus (1 lentelė), galima teigti, kad tokios aplinkosauginės problemos kaip uostų plėtra (sausumoje), uosto akvatorijos gilavimo darbų operacijos bei uostų dulkėtumo problemos, nepaisant jų pozicijos kaitos aplinkosauginių problemų dešimtuose, yra aktualios jau 17 metų.

Kitos aktualios aplinkosauginės problemos jau devynerius metus esančios aplinkosauginių problemų sąrašo aukštosiose pozicijose yra: uostų atliekos, triukšmas ir oro tarša, tai susiję su greta uostų gyvenančių ir dirbančių žmonių gyvenamosios aplinkos kokybe.

Sąlyginai naujos aplinkosauginės uostų problemos yra energijos išteklių naudojimo efektyvumas ir bendradarbiavimo su vietos bendruomenėmis stoka, kas savo ruožtu reiškia, kad šios aplinkosauginės problemos ateityje, gali tapti kliūtimis kalbant apie uostų plėtrą.

Dėmesys jūrų uostų taršai pastaraisiais metais intensyviai augo, atlikti moksliniai tyrimai (Klopott, 2013; Le, 2014; Anne et al., 2015), parodė, kad jūrų transportas reikšmingai prisideda prie oro taršos ypač pakrančių zonose. Kadangi uostuose susipina visų rūšių transporto mazgai, todėl su transportu susijusi tarša yra žymiai aukštesnė šiose teritorijose. Daugeliu atveju uostai yra vieni esminių taršos ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų šaltiniai. Svarbiausi taršos šaltiniai apima: atplaukiančius laivus, pakrovimo/iškrovimo operacijos, saugojimo ir sandėliavimo paslaugas. Uostų neigiamas poveikis aplinkai yra kritikos židinys iš suinteresuotųjų asmenų (visuomenės, vietos valdžios) (Klopott, 2013).

Europos jūrų uostų organizacijos duomenimis (ESPO) nuo 1996 metų Europos jūrų uostų aplinkosauginių sistemų elementų raidos rezultatai pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė

Aplinkosauginių sistemų elementų raida (ESPO, 2013)

Aplinkosaugos sistemų elementai	1996	2004	2009	2013	Pokytis %, 2004–2013
Aplinkosauginė politika	45	58	72	86	+28
Aplinkosauginės politikos pasiekiamumas visuomenei	-	59	62	82	+23
Aplinkosaugos tikslų laikymasis	32	49	58	68	+19
Aplinkosauginių ataskaitų viešinimas	-	31	43	64	+33
Personalas atsakingas už aplinkosaugą	55	67	69	94	+27
Sertifikuotos AVS	-	21	48	64	+43
Aplinkosauginio monitoringo programos	53	65	77	79	+14

Kaip matyti iš ESPO pateiktų duomenų (2 lentelė), per pastarąjį dešimtmetį, didžiausi pokyčiai buvo nustatyti sertifikuojant jūrų uostų įmones pagal aplinkosaugos vadybos sistemą (AVS). Taip pat uostų sektoriuje populiarėja aplinkosauginių atskaitų viešinimas. Daugiau nei 25 % nuo 2004 metų padidėjo uostų skaičius kurie formuoja aplinkosaugines politikas bei jas viešina, taip pat 27 % padidėjo personalo skaičius atsakingas už aplinkosaugą.

Igyvendinant atsają reikalingi dideli pokyčiai vyriausybės politikoje, įmonių elgesyje ir vartojimo įpročiuose. Tačiau akivaizdu, kad šis procesas jau vyksta, tačiau dabartinių įmonių augimas turi pereiti prie mažesnio medžiagų ir energijos imlumo, t. y. kuriama ekonomika turi būti vis mažiau priklausoma nuo gamtos išteklių ir sąlygoti vis mažesni poveikį aplinkai.

Išvados

1. Intensyvus jūrų uostų vystymasis ir plėtra, sąlygoja platų spektrą aplinkosauginių problemų. Pastaraisiais metais aktualiausiomis laikomos: oro tarša, triukšmas, energijos naudojimas.
2. Jūrų uostų sektoriuje nemažas dėmesys skiriamas aplinkosauginių problemų sprendimui ir aplinkosauginio veiksmingumo didinimui.
3. Aplinkos apsaugos aspektų atsajos procesas jūrų uostų sektoriuje jau vyksta, tačiau vis dar trūksta priemonių gretutinių problemų (tokių kaip atoveiksmio efektas) suvaldymui.

Literatūra

- Anne O., Burskyte V., Stasiskiene Z. et al. 2014. The influence of the environmental management system on the environmental impact of seaport companies during an economic crisis: Lithuanian case study. *Environ. Sci. Pollut. Res.* DOI 10.1007/s11356-014-3410-x. Online publication date: 12-Aug-2014.
- Bergantino A.S., Musso E., Porcelli F. 2013. Port management performance and contextual variables: Which relationship? Methodological and empirical issues. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 39–49.
- Bottasso A., Conti M., Ferrari C. et al. 2014. Ports and regional development: A spatial analysis on a panel of European regions. *Transportation Research Part A*, 65, 44–55.
- Darbra R.M., Ronza A., Casal J. et al. 2004. The Self Diagnosis Method A new methodology to assess environmental management in sea ports. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 420–428.
- Darbra R.M., Pittam N., Royston K.A. et al. 2009. Survey on environmental monitoring requirements of European ports. *Journal J.P. of Environmental Management* 90, 1396–1403.
- ESPO, 2013. ESPO Port Performance Dashboard.
- Quynh L.X., Vu V.H, Hens L. et al. 2014. Stakeholder perceptions and involvement in the implementation of EMS in ports in Vietnam and Cambodia. *Journal of Cleaner Production*, 64, 173–193.
- Saengsupavanich Ch., Coowanitwong N., Gallardo W.G. et al. 2009. Environmental performance evaluation of an industrial port and estate: ISO14001, port state control-derived indicators. *Journal of Cleaner Production*, 17, 154–161.
- Klopott M. 2013. Restructuring of environmental management in Baltic ports: case of Poland, *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research*, 40:5, 439–450, DOI: 10.1080/03088839.2013.798440.
- Le Q., Vu V, Hens L. et al. 2014. Stakeholder perceptions and involvement in the implementation of EMS in ports in Vietnam and Cambodia. *Journal of Cleaner Production*, 64, 173–193.

MAKROZOOBENTOSO RŪŠIŲ JAUTRUMO VERTINIMAS GRUNTO PYLIMO IR DUGNINIŲ TRALAVIMŲ RAJONUOSE BALTIJOS JŪROS LIETUVOS IŠSKIRTINĖJE EKONOMINĖJE ZONOJE

Romualda Chušėvė¹, Darius Daunys²

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Kaipėda
romualda.chuseve@jmtc.ku.lt

Įvadas. Makrozoobentosas seniai naudojamas jūrinių ekosistemų būklės vertinimui (Borja et al., 2000). Makrofaunos rodikliais pagrįsti indeksai yra privalomi ir jūrų bei priekrantės vandenų būklės vertinime pagal naujausias aplinkosaugines Europos Sąjungos iniciatyvas: ES Vandens Politikos (2000/60/EC) ir Jūros Strategijos Pagrindų Direktyvas (2008/56/EC). Faunos rūšių jautrumas yra viena svarbiausių būklės indeksų sudedamoji dalis, kuriai apibūdinti dažniausiai naudojamas ekspertinis vertinimas (AMBI, Borja et al., 2000; BENTIX, Simboura, Zenetos, 2002). Bentoso kokybės indeksas (BQI) (Rosenberg et al., 2004; Leonardsson et al., 2009) yra vienintelis rodiklis, kuriame rūšies jautrumas nustatomas skaitiniais metodais, nesikliaujant ekspertiniu vertinimu. Baltijos jūros pavyzdžiu jau parodyta, kad makrozoobentosos rūšių jautrumas priklauso nuo vandens druskingumo (Zettler, 2007) ir organinės medžiagos kiekio nuosėdose (Zettler et al., 2013). Bentoso rūšių jautrumo vertės buvo skaičiuojamos skirtinguose Baltijos jūros regionuose (Rosenberg et al., 2004; Zettler, 2007) bei statinės vertės gautos visai Baltijos jūrai pagal regionus, druskingumą, gylio klases ar mėginių surinkimo įrankių tipus (Schiele et al., 2016).

Rūšies jautrumą lemia ne tik jos biologinės savybės, bet ir gamtinės sąlygos. Rūšies atsakas į poveikį priklauso ir nuo poveikio tipo bei intensyvumo, o jį aprašančios jautrumo vertės ir nuo jų nustatymui naudotos informacijos (t. y. duomenų rinkinio) pilnumo. Šio tyrimo tikslas buvo patikrinti rūšių jautrumo nustatymo metodo patikimumą keičiant antropogeninio poveikio pobūdį ir atsižvelgiant į pradinio duomenų rinkinio savybes (naudojant tik foninių vietų ir bendrą foninių–poveikio vietų informaciją). Šiam tikslui naudoti du skirtingi duomenų rinkiniai apie grunto pylimo ir dugninio tralavimo poveikius pietrytinės Baltijos jūros dalies makrozoobentosos bendrijose. Šie rezultatai svarbūs tobulinant vandens kokybės vertinimą pagal BQI indeksą, kurį naudoja Švedija, Vokietija, Latvija ir kitos šalys.

Metodai. Makrozoobentosos rūšių jautrumo analizei buvo panaudoti ilgamečiai pietrytinės Baltijos bentoso gausumo ir rūšinės sudėties duomenys, apimantys laikotarpį nuo 2002 iki 2015. Mėginiai buvo renkami minkštuose gruntuose 40–70 m gylyje Van Veen gruntotraukiu ($0,1 \text{ m}^2$) turinį plaunant pro 0,5 mm akies dydžio sietą. Mėginiai analizuoti pagal HELCOM rekomendacijas (HELCOM, 2012).

Analizei buvo naudoti grunto pylimo (40–50m gyliai, $n=118$) ir dugno tralavimų (60–70m gyliai, $n=50$) rajonuose surinkti duomenų rinkiniai. Naudojantis R v3 statistine programa (R-project, 2014) buvo skaičiuojamas kiekvieno mėginio Hurlberto indeksas (ES50), makrofaunos rūšių jautrumo vertės (ES50_005) ir bentoso kokybės indeksas (Rosenberg et al., 2004; Leonardsson et al., 2009). Tiriant rūšių jautrumo svarbą BQI vertėms, šio indekso reikšmės buvo apskaičiuotos poveikio vietoms naudojant rūšių jautrumo vertes gautas pagal i) foninių; ir ii) poveikio ir foninių vietų duomenis.

Rezultatai. Makrozoobentosos rūšių jautrumas grunto pylimo poveikiui. Dampingo rajone nustatyta 20 makrozoobentosos rūšių, iš kurių pagal biomasę dominavo moliuskas *Macoma balthica*. Naudojantis nMDS ordinacija pagal daugiašerės *Pygospio elegans* gausumą išskirtos foninės ($n=37$) ir poveikio vietos ($n=81$) (2002–2012 m). Poveikio vietose buvo rastos 15 rūšių, kurių vidutinis gausumas buvo $42 \pm 6 \text{ ind./m}^2$, o foninėse vietose – 20 rūšių, kurių vidutinis gausumas buvo $170 \pm 10 \text{ ind./m}^2$.

Bentosos rūšių jautrumo vertės buvo apskaičiuotos 8 rūšims. Šešių rūšių jautrumų vertės, apskaičiuavus jas pagal poveikio ir foninių vietų duomenis buvo statistiškai reikšmingai mažesnės (Vilkoksono rangų ženklų testas, $p=0,027$) lyginant su jautrumo vertėmis, nustatytomis tik foninėse vietose. Kiautavėžiai buvo vienintelė taksonominė grupė, kuriai nustatytos jautrumo vertės buvo didesnės naudojant visų tyrimo vietų, o ne tik foninių informaciją. Geriausia dampingo indikatorine rūšimi laikomos daugiašerės kirmelės *P. elegans* (Olenin, 1992) jautrumo vertės nekito. Jautrumo verčių intervalai nustatyti tik foninėms (4,1–4,9) ir visoms tyrimų vietoms (3,7–4,8) pasiskirstė panašiai (1 lent.).

Grunto pylimo poveikio vietoms nustatytos BQI indekso vertės naudojant rūšių jautrumus pagal du skirtingus duomenų rinkinius kito nuo 1,7 iki 3,7 (vidutiniškai $3,04 \pm 0,08$ pagal foninių vietų jautrumą ir $2,79 \pm 0,08$ pagal bendrą foninių ir poveikio vietų jautrumą). Naudojant bendrą poveikio ir foninių vietų jautrumą BQI vertės poveikio stotyse buvo reikšmingai mažesnės (Vilkoksono rangų ženklų testas, $p < 0,01$, $n=37$) nei naudojant rūšių jautrumo vertes nustatytas tik pagal foninių vietų informaciją. Vidutinis BQI skirtumas sudarė 8,3 % ir kito nuo 2,0 % iki 12,5 %.

Makrozoobentosos rūšių jautrumas dugninių tralavimų poveikiui. Dugninių tralavimų rajone makrozoobentosos bendrijas sudarė 7 makrofaunos

rūšys, iš kurių pagal biomasę dominavo dvigeldis *M. balthica* ir daugiasherė *Bylgides sarsi*. Poveikio vietose nerasta moliusko *M. balthica* ir šoniplaukos *Monoporeia affinis* rūšių, o vidutinis bendras gausumas buvo mažesnis (7 ± 1 ind./m²) palyginus su foninių vietų rūšių vidutiniu gausumu (37 ± 3 ind./m²). Remiantis nMDS ordinacijos rezultatais pagal makrozoobentos bendrijų struktūrą išskirtos 26 foninės ir 24 poveikio vietos (2015 m.).

Jautrumo vertės apskaičiuotos šešioms rūšims (1 lent.). Visų rūšių jautrumų vertės buvo statistiškai reikšmingai mažesnės (Vilkoksono rangų ženklų testas, $p=0,027$) skaičiuojant jas pagal bendrą duomenų rinkinį visoms tyrimų vietoms (poveikio ir foninėms) ir lyginant su jautrumo vertėmis, nustatytomis tik foninėse vietose Keičiant duomenų rinkinius didžiausi jautrumo verčių pokyčiai buvo būdingi *B. sarsi* ir kiautavėžiams. Rūšių jautrumo verčių intervalai nustatyti remiantis duomenimis iš foninių (2,0–3,9) ir bendrų vietų (įskaitant poveikio) (1,0–2,3) pasiskirstė nevienodai.

1 lentelė

Rūšių jautrumo vertės pagal skirtingus pradinių duomenų rinkinius dviem antropogeninio poveikio tipams

Rūšys	Grunto pylimo rajonas		Dugno tralavimų rajonas	
	Rūšių jautrumas foninėse vietose	Rūšių jautrumas poveikio ir foninėse vietose	Rūšių jautrumas foninėse vietose	Rūšių jautrumas poveikio ir foninėse vietose
<i>Macoma balthica</i>	4,2	3,7	2,0	1,9
<i>Marenzellaria sp.</i>	4,1	3,9	3,7	1,8
<i>Saduria entomon</i>	4,5	3,9	-	-
<i>Oligochaeta undet</i>	4,5	4,1	-	-
<i>Pygospio elegans</i>	4,1	4,1	-	-
<i>Ostracoda undet</i>	4,5	4,8	3,9	1,9
<i>Bylgides sarsi</i>	4,9	4,8	3,0	1,0
<i>Halicryptus spinulosus</i>	4,9	4,8	2,0	1,9
<i>Monoporeia affinis</i>	-	-	3,9	2,3
Jautrumo verčių intervalai	4,1–4,9	3,7–4,8	2,0–3,9	1,0–2,3

Dugninių tralavimų poveikio vietoms nustatytos BQI vertės kito nuo 0,2 iki 1,7 įvertinus rūšių jautrumą pagal poveikio vietose surinktą informaciją. Remiantis rūšių jautrumais, nustatytais tik pagal foninių vietų duomenis, BQI indekso vertės kito nuo 0,6 iki 1,7 ir buvo 42–67 % didesnės (vidutiniškai apie 60 %) bei statistiškai reikšmingai (Vilkoksono rangų ženklų testas, $p<0,001$, $n=24$) skyrėsi.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Indikatoriaus sėkmingas panaudojimas remiantis rūšių jautrumo vertėmis priklauso nuo jautrumo verčių patikimumo (Leonardsson et al., 2015). Šiame tyrime daugiau nei pusei tirtų rūšių jautrumo vertės įvertinus dampingo ir dugninio tralavimo poveikius (t. y. naudojant jautrumo vertes pilnam foninių ir poveikio vietų duomenų rinkiniui) sumažėjo, lyginant su jautrumo vertėmis gautomis neįvertinus poveikių (t. y. naudojant tik foniniu vietų duomenų rinkinį). Grunto pylimo rajone ryškiausiai jautrumo verčių pokyčiai rasti jūros tarakonui *Saduria entomon* ir dvigeldžiui moliuskui *M. balthica*, o esant dugninio tralavimo poveikiui jautrumo vertės labiausiai kito daugiašerei kirmėlei *B. sarsi* ir ostrakodams. Šio tyrimo metu, prie mažiausiai kintančių rūšių pagal jautrumo vertes, esant tirtiems poveikiams priskirta dideliuose gyliuose sutinkama priapulidų *Halicryptus spinulosus* rūšis. Ji laikoma viena iš tolerantiškiausių Baltijos jūros dugno makrofaunos rūšių prisitaikiusi gyventi anoksinėse sąlygose, esant didelei sieros vandenilio koncentracijai (Janssen et al., 1992; Oeschger et al., 1992).

Šio tyrimo rezultatai rodo, jog indekso taikymo sėkmė ir įvertintos galutinės vandens būklės tikslumas gali būti tiesiogiai susiję su tuo, kokiems poveikiams atliktas makrozoobentos rūšių jautrumo tyrimas. Nors grunto laidojimo vietose BQI vertinimas tik nežymiai priklausė nuo rūšių jautrumo nustatymui naudotos informacijos, dugninio tralavimo poveikio įvertinimui pagrįstos rūšių jautrumo vertės yra būtinos. Naudojant bentoso kokybės indeksą pietrytinės Baltijos jūros dalies būklės vertinime rekomenduotume naudoti atrinktus duomenų rinkinius su patikimomis rūšių jautrumo vertėmis atsižvelgiant į atskirus antropogeninius poveikius ir aplinkos sąlygų kaitą.

Padėka. Šios studijos buvo finansuotos DEVOTES projekto (DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TOOLS FOR UNDERSTANDING MARINE BIODIVERSITY AND ASSESSING GOOD ENVIRONMENTAL STATUS) pagal Europos Sąjungos 7 Direktyvos programą The Ocean of Tomorrow theme (Grant Agreement No. 308392), bei Lietuvos mokslo tarybos finansuoto projekto TRIPOLIS (Žvejybos dugniniais tralais intensyvumas ir poveikis Lietuvos Baltijos jūros dugno ekosistemai) pagal sutarties Nr. MIP-038/2014.

Literatūra

- Borja A., Franco J., Perez V. 2000. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. Marine Pollution Bulletin, Vol. 40, No. 12, 1100–1114.
- HELCOM, 2012. Development of a set of core indicators: interim report of the HELCOM CORESET project. PART A. Description of the selection process. In: Baltic Sea Environment Proceedings No. 129A.
- Janssen H.H., Oeschger R. 1992. The body wall of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) – ultrastructure and changes induced by hydrogen sulfide. Hydrobiologia, 230, 219–230.
- Oeschger R., Vetter R.D. 1992. Sulfide detoxification and tolerance in *Halicryptus spinulosus* (Priapulida): a multiple strategy. Marine Ecology Progress Series, 86, 167–179.

- Olenin S. 1992. Changes in a south-eastern Baltic soft-bottom community induced by dredged spoil dumping. Proc. 12th Baltic Marine Biologists Symposium. E. Björnestad, L. Hagerman, K. Jensen (ed-s). Olsen & Olsen: International Symposium Series, Fredensborg, 119–123.
- Leonardsson K., Blomqvist M., Magnusson M. et al. 2015. Calculation of species sensitivity values and their precision in marine benthic faunal quality indices. *Marine Pollution Bulletin*, 93 (1–2), 94–102.
- Leonardsson, K., Blomqvist, M., Rosenberg, R. 2009. Theoretical and practical aspects on benthic quality assessment according to the EU-Water Framework Directive – examples from Swedish waters. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1286–1296.
- R-project, 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (ISBN 3-900051-07-0), <http://www.R-project.org>.
- Rosenberg R., Blomqvist M., Nilsson H.C. et al. 2004. Marine quality assessment by use of benthic species – abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 49, 728–739.
- Schiele K.S., Darr A., Zettler M.L. et al. 2016. Rating species sensitivity throughout gradient systems – a consistent approach for the Baltic Sea. *Ecological Indicators*, 61 (2016), 447–455.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3 (2), 77–111.
- Zettler M.L., Proffitt C.E., Darr A. et al. 2013. On the Myths of Indicator Species: Issues and Further Consideration in the Use of Static Concepts for Ecological Applications. *Plos One*, Vol. 8, Issue 10.
- Zettler M.L., Schiedek D., Bobertz B. 2007. Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 258–270.
- Autorių mokslinė publikacija** - Chuševė R., Nygård H., Vaičiūtė D., Daunys D., Zaiko A. 2016. Application of Signal Detection Theory approach for setting thresholds in benthic quality assessments. *Ecological Indicators*, 60 (2016), 420–427.

KLAIPĖDOS KRAŠTO SENOVINIO LAIVO ARCHITEKTŪROS ATKŪRIMAS IR TECHNINIŲ CHARAKTERISTIKŲ NUSTATYMAS

Jonas Čerka, Lukas Norkevičius, Vasilij Djačkov, Gvidas Misiūnas

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūrų
inžinerijos katedra, Klaipėda
jonas.cerka@ku.lt

Įvadas. Klaipėdos miesto istorija ir raida neatsiejama nuo uosto, jį lankusių ir šiandien atplaukiančių laivų. Kiekvienu skirtingu laikotarpiu Klaipėdos kraštą aplankydavo skirtingo tipo laivai. Istoriniai šaltiniai atskleidžia nenuginčijamus uostamiesčio prekybos ryšius su kitomis jūrinėmis valstybėmis (Anglija, Švedija, Danija, Nyderlandais) bei Liubeko, Dancigo uostais.

2014-ųjų metų lapkričio mėnesį Melnragės paplūdimyje Baltijos jūra į krantą išmetė senovinio nuskendusio laivo liekanas. Apžiūrėjus paaiškėjo, kad tai senovinio burlaivio laivagalinė dalis (achterštevenis) su išlikusiu dešiniojo borto fragmentu. Spėjama, kad tai XIX a. pradžios krovininis burinis laivas – barkas.



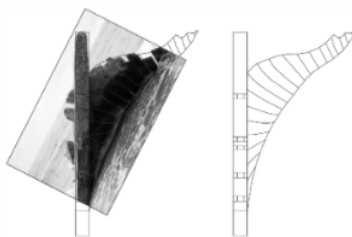
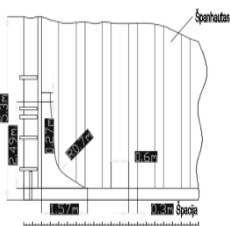
1 pav. Ties Melnragės paplūdimiu į krantą išmesto senovinio laivo liekanos.

Pagal išlikusios konstrukcijos dydį ir laivo grimzlės žymėjimą (romėniškais skaitmenimis, 1 pėdos atstumu vienas nuo kito iki 3 metrų) manoma, kad laivas buvo trijų stiebų, apie 40 metrų ilgio, 8 metrų pločio.

Daroma prielaida – burlaivis prekybiniais tikslais plaukdavo į Anglijos uostus iš Klaipėdos, išgabendavo medieną ir dažniausiai grįždavo su druskos krovinium. Keliamų hipotezių patikslinimui, galimų laivo geometrijos parametrų, išvaizdos, jūrinių savybių ir galimos istorinės kilmės nustatymui buvo atliktas tyrimas.

Atlikus XIX amžiaus pradžios Klaipėdos laivų statybos istorinę analizę, nustatyta, kokio tipo laivai galimai buvo statomi Klaipėdos krašte (krovininiai laivai barkai, skirti medienai ir bieriems kroviniams gabenti). Pateikti istoriniai faktai, teigiantys Klaipėdos krašto prekybos ryšius su kitomis jūrinėmis valstybėmis, ypač Anglija, į kurios uostus krovinius gabendavo Klaipėdoje pastatyti laivai. Nustatyta vienos iš pirmųjų laivų statyklos vieta Klaipėdoje (prie Senosios Dangės, žemiau miesto tilto, dabar Tomo g. ir Didžioji Vandens g.) ir žymiausi statytojai (J. Simpsonas, B. Pieperis) (Elertas, 2009; Každailis, 2001; muziejus.lt).

Laivo teorinio brėžinio sudarymas. Iškelus laivą į sausumą, nustatyta, kad tai laivagalinė senovinio burlaivio dalis kartu su išlikusiu dešiniuoju bortu. Ilgą laiką laivui išbuvus po vandeniu ir veikiamam dinaminių jūros vandens jėgų buvo padaryta neigiama įtaka laivo korpuso konstrukcijos geometrijai: deformuota španhautų forma, nutrūkę atskirų dalių sujungimai, buvusios sujungtos dalys atitolusios viena nuo kitos. Pagal išlikusį grimzlės žymėjimą romėniškais skaitmenimis (pėdomis, buvo naudojamas XIX a. Anglijoje), galima daryti prielaidą, kad tai apie 40 m ilgio „dėžės“ korpuso formos, medienai skirtas gabenti burinis laivas – barkas. Buvo atlikti viso išlikusio laivagalio ir atskirų jo dalių matavimai teorinio brėžinio sudarymui.



2 pav. Pirminiai matavimai projekcijai „profilis“ sudaryti.

3 pav. Išlikusio laivagalio geometrijos perkėlimas į „AutoCad“ programą.

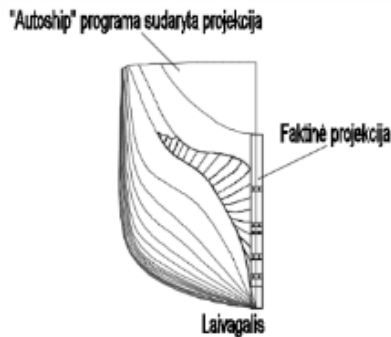
„AutoCad“ programoje tiksliai atkartojama importuotoje nuotraukoje esanti laivo geometrija ir pridamos žinomos nuotraukoje nesančios laivo geometrinės dalys. Pažymėtos visos naujos linijos ir sukuriamas vientisas geometrinių linijų blokas, kuris nukeliamas nuo laivo nuotraukoje esančios geometrijos.

XIX-ajame amžiuje pastatytų barkų laivapriekio formai būdinga išlenkta laivapriekinė dalis. Grakštesnė forma to meto laivams suteikė galimybę lengviau įveikti vėjo ir bangų pasipriešinimą. Į priekį išsikišęs ir į viršų plėtėjantis laivapriekis perskirdavo į laivo korpusą atsimušusią bangą ir apsaugodavo priekinį denį nuo užliejimo (George et al.). Suprojektuota laivo korpuso geometriją iš programos „Autoship“ eksportuojama į „AutoCad“

programą. Išskiriama projekcija „profilis“. Turima faktinė laivagalio liekanų projekcija „profilis“ sutapatinama su „Autoship“ programa suprojektuoto korpuso laivagaline dalimi. Kontūrai koreguojami iki faktinės ir teorinės laivagalio geometrinės formos sutapimo.

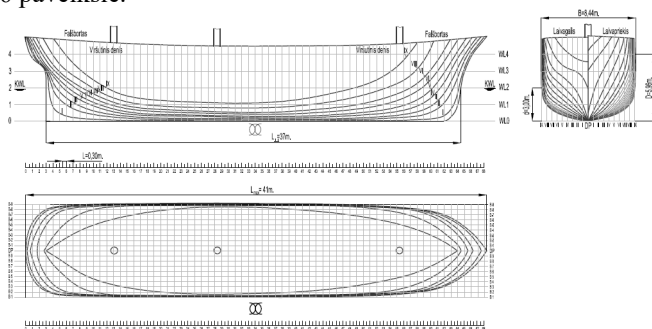


4 pav. Projekcijų „profilis“ sutapatinimas.



5 pav. Projekcijų „korpusas“ sutapatinimas.

„Autohip“ programoje suprojektuota laivagalio projekcija eksportuojama į „AutoCad“ programą ir sulyginama su turima faktine laivagalio projekcija. Redaguojama projektuojamo laivagalio korpuso forma, iki teorinių španhautų formos sutapimo su faktine konstrukcijos projekcijos forma. Pagal gautą patikslintą laivo korpuso geometriją. Gautos laivo korpuso projekcijos pateikiamos 6 paveiksle.



6 pav. „Autoship“ programoje gautos laivo korpuso projekcijos.

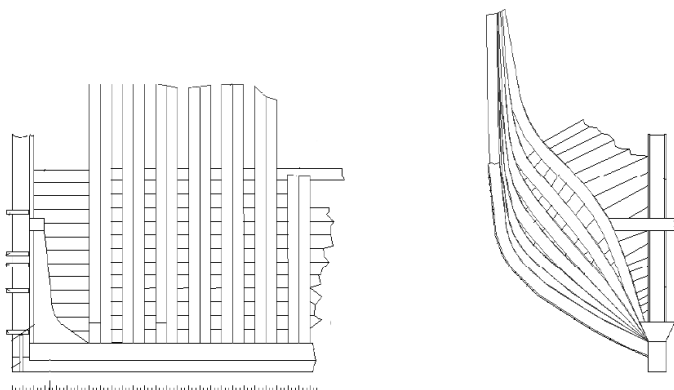
Atliekant literatūros analizę, buvo rasta graviūra, kurioje pavaizduotas vienas iš barkų, statomų XIX – amė amžiuje Klaipėdoje (Každailis, 2001). Nuskanuota graviūra buvo importuota į „AutoCad“ programą. Nuotrauka išdidinta tiek, kad joje esančio laivo ilgis L_{max} siektų 41m. Santykinį matmenų

patikrinimą atlikome su graviūroje matomų žmonių, kurie pavaizduoti ant pagrindinio laivo denio arčiausiai dešiniojo borto, ūgio matmenimis. Vidutinis ūgis – 1,78 m. Ant išdidintos graviūroje esančios laivo geometrijos uždedamas atkuriamo laivo projekcijos „šonas“ geometrinis vaizdas. Gautas rezultatas pateikiamas 7 pav.



7 pav. Realaus ir atkurto laivo korpuso geometrijos palyginimas.

Atsižvelgiant į „Autohydro“ programoje gautus rezultatus, kurie atlikti naudojant atkuriamo burinio laivo geometriją, galima daryti išvadą, kad atkuriant laivo korpuso geometrinę formą, nebuvo ženkliai nutolta nuo XIX amžiuje Klaipėdoje statomų B. Pieperio panašius geometrinius parametrus turinčių barkų. Tikslinant geometrinę formą, reikėtų pakoreguoti laivapriekio išlinkimo formą ties laivo kiliu ir padidinti falšborto išlinkį ties laivo mideliu, lyginant su 7 pav. pateiktais laivo profilių geometrijos skirtumais.



8 pav. Tyrimo objekto fragmento schema, vaizdai iš šono ir priekio.

Vandens pasipriešinimo atkurto laivo korpusui įvertinimas. Atkuriamas XIX a. barko varytuvas – burės. Laivas judėdavo veikiamas vėjo jėgos, kuri buvo nukreipta į išskleistas bures. Burlaivio pasiekiamas greitis priklausydavo nuo vėjo jėgos, išskleistų burių ploto, povandeninės laivo korpuso dalies formos ir ploto. Naudojant „Flow 3D“ programą buvo atliktas eksperimentas (8 pav.), kurio tikslas buvo nustatyti vandens pasipriešinimą atkurto laivo korpusui, esant skirtingiems greičiams: (4; 6; 8; 10, mazgai.), dreifo (0; 2; 5; 15; 30, laipsn.) ir kreno (0; 5; 15; 25; 30 laipsn.) kampams ir maksimaliai 3 metrų grimzlei.

Pagal turimus skaičiavimų duomenis sudaroma matricinė lentelė, kurioje surašomos bandymų metu gautos vandens pasipriešinimo skaitinės reikšmės, priklausančios nuo besikeičiančio greičio, dreifo ir kreno kampų. Bandymo metu gauti rezultatai pateikiami 1-oje ir 2-oje lentelėse.

1 lentelė

Vandens pasipriešinimas laivui plaukiant 4 mazgų greičiu

Greitis:	4 mazgai.					
Dreifas	0	2	5	15	30	
Krenas	0	6.563 kN	6.743 kN	7.591 kN	16.290 kN	58.044 kN
	5	6.978 kN	6.655 kN	7.343 kN	16.797 kN	57.026 kN
	15	7.233 kN	7.067 kN	8.021 kN	17.058 kN	60.025 kN
	25	7.662 kN	7.014 kN	7.901 kN	16.185 kN	62.085 kN
	30	8.188 kN	7.296 kN	7.187 kN	16.327 kN	67.902 kN

2 lentelė

Vandens pasipriešinimas laivui plaukiant 10 mazgų greičiu

Greitis:	10 mazgai.					
Dreifas	0	2	5	15	30	
Krenas	0	693.229 kN	701.141 kN	758.115 kN	932.652 kN	863.779 kN
	5	690.326 kN	692.025 kN	733.375 kN	1165.871 kN	915.553 kN
	15	697.372 kN	694.937 kN	714.898 kN	1171.010 kN	1602.696 kN
	25	727.829 kN	724.013 kN	465.888 kN	896.714 kN	2319.167 kN
	30	737.936 kN	715.967 kN	746.361 kN	787.279 kN	3570.741 kN

Išvados

1. Atlikus XIX amžiaus pradžios Klaipėdos laivų statybos istorinę analizę, nustatyta, kokio tipo laivai galimai buvo statomi Klaipėdos krašte.
2. Atkuriant laivo korpuso geometrinę formą, nebuvo ženkliai nutolta nuo XIX amžiuje Klaipėdoje statomų B. Pieperio panašius geometrinius parametrus turinčių barkų. Tikslinant geometrinę formą, reikėtų

pakoreguoti laivapriekio išlinkimo formą ties laivo kiliu ir padidinti falšborto išlinkį ties laivo mideliu, lyginant su 7 pav. pateiktais laivo profilių geometrijos skirtumais.

3. Sudarytas eksperimentas naudojant simuliacinę „Flow 3D“ programą. Nustatytos laivo galimos eksploatacijos ribinės sąlygos esant užduotiems eksperimento parametrų. Maksimalus laivo greitis galėjo būti 8–10 mazgų, vidutinis greitis, pučiant 4–6 m/s vėjui būdingam Baltijos jūroje, galėjo siekti apie 4–5 mazgus, jei nereikia laviruoti.

Literatūra

- Elertas D. 2009. Vėjas rėjose. Burlaivių epochos atspindžiai Lietuvoje. Klaipėda: Lietuvos jūrų muziejus.
- George C, Holmes V. Project Gutenberg's Ancient and Modern Ships. [Žiūrėta 2015 03 06d.]. Prieiga per internetą: <http://www.gutenberg.org/files/33098/33098-h/33098-h.htm>.
- Každailis A. 2001. Laivai ir jūrininkai. Vilnius: Vyturys.
- www.muziejus.lt. Pirmoji Lietuvos jūrų laivininkystės bendrovė 1921–1925 m. [Žiūrėta 2015 03 10d.]. Prieiga per internetą: <http://www.muziejus.lt/parodos/pbures/4/4.html>.

LIETUVOS UNGURIŲ POPULIACIJOS BŪKLĖ: SUKAUPTOS ENERGETINĖS ATSARGOS GONADŲ SUBRANDINIMUI IR SĖKMINGAI NERŠTINEI MIGRACIJAI

Justas Dainys, Eglė Jakubavičiūtė, Žilvinas Pūtys, Linas Ložys

Gamtos tyrimų centro Jūros ekologijos laboratorija, Vilnius
dainys@ekoi.lt

Įvadas. Vandens telkinių įžuvinimas unguriais plačiai taikomas beveik visame ungurių paplitimo areale kaip priemonė ungurių išteklių pagausinimui, ypač po 1970–1980 metais stebėto populiacijos pasipildymo jaunikliais žymaus sumažėjimo visame rūšies paplitimo areale. Nors vandens telkinių įžuvinimas unguriais laikomas viena iš pagrindinių priemonių skirtų ungurių populiacijos atstatymui, tačiau iki šiol nėra žinoma ar vakarinėje Europos pakrantėje sugauti ir dideliais atstumais perkelti bei į vandens telkinius įžuvinti unguriai sukaupia pakankamai energijos atsargų ir pajėgia pasiekti nerštavietes, esančias Sargaso jūroje bei sėkmingai subrandinti gonadas. Nerštinės migracijos metu dėl žarnyno redukcijos unguriai nesimaitina, todėl energijos atsargos ~7500 kilometrų kelionei nuo Lietuvos iki Sargaso jūros turi būti iš anksto sukauptos raumeniniame audinyje riebalų pavidalu.

Šuo tyrimu siekta nustatyti, ar dirbtinai įžuvinti ir iš Lietuvos neršti migruojantys sidabrinės stadijos unguriai turi sukaupe pakankamas energijos atsargas gonadų subrandinimui ir sėkmingai nerštinei migracijai.

Metodai. Sukauptų energijos atsargų tyrimui 2015 metų pavasarį 5 skirtingose Lietuvos upėse buvo sugauti 42 migruojantys unguriai. Sukauptų energijos atsargų kiekis buvo nustatomas raumens mėginyje, paimtame iš vidurinės kūno dalies (po 2,5 cm į abi puses nuo analinės angos), naudojant modifikuotą Soxlet riebalų išskyrimo metodiką ir Gerhardt „Rapid Soxhlet Fat Extraction System” įrangą.

Atstumas nuo Lietuvos iki numanomų nerštaviečių Sargaso jūroje (~7520 km) apskaičiuotas remiantis Clevestam et al. (2011) nustatytu atstumu nuo Öresund sąsiaurio iki nerštaviečių (6900 km), prie jo pridendant atstumą nuo Klaipėdos sąsiaurio iki Öresund (~620 km).

Kiekvieno individo plaukimo potencialas apskaičiuotas pagal van Ginneken ir van den Thillart (2000):

- E_p (energetinės plaukimo sąnaudos) = $0,137 \text{ cal g}^{-1} \text{ km}^{-1}$ kūno svorio.
- E_r (riebalų energetinė vertė) = $10,68 \text{ kcal g}^{-1}$.

- 60 % nuo bendro sukauptų energijos atsargų kiekio yra skiriama gonadų subrandinimui (tokia sukauptų energijos atsargų dalis į plaukimo potencialo apskaičiavimą neįtraukiama).

Tirtų ungurių sidabriškumo stadijos apskaičiuotos pagal EELREP (2005). Akies santykinio dydžio indeksas (OI), naudojamas kaip alternatyvus sidabriškumo įvertinimo metodas, apskaičiuotas remiantis Pankhurst (1982). Fultono įmitimo koeficientas (K), atspindintis žuvies kūno masės ir ilgio santykį, apskaičiuotas pagal Heincke (1908).

Rezultatai. Atliekant analizę nustatyta, jog apskaičiuotas plaukimo potencialas ir sukauptų energijos atsargų kiekis (%) patikimai ($p < 0,05$) koreliuoja su santykinio akies dydžio indeksu ir sidabriškumo stadija. Vidutinis apskaičiuotas tirtų sidabrinės (S4, S5 ir SMII) stadijos ungurių plaukimo potencialas yra 7631 ± 1678 km (min. 5702 km – maks. 9658 km), vidutinis sukauptų riebalų kiekis yra $26,7 \pm 5,71$ % kūno svorio (be žarnyno), tuo tarpu vėliausią (SMII) sidabriškumo stadiją pasiekusių ungurių sukauptų energijos atsargų kiekis (vid. $31,9 \pm 4,14$ %), kaip ir plaukimo potencialas (vid. 9046 ± 1211 km; min. 8524 – maks. 9658) yra didžiausias.

1 lentelė

Ungurių, sugautų skirtingose upėse, biologiniai duomenys

Upė	Vid. OI	Sidabriškumo stadija (min–maks)	Vid. riebalų kiekis, %	Vid. plaukimo potencialas, km
Riešė	$9,3 \pm 2,5$	S1–SMII	$25,3 \pm 5,6$	7171 ± 1639
Metelytė	$10,1 \pm 1,9$	S3–S5	$23,0 \pm 1,9$	6544 ± 607
Spernia	$11,2 \pm 1,7$	S4–S5	$27,2 \pm 3,6$	7789 ± 1087
Lakaja	$11,4 \pm 1,2$	S5	$28,2 \pm 1,8$	8132 ± 490
Kretuona	$9,9 \pm 1,7$	S4–S5	$25,9 \pm 2,3$	7405 ± 568
Vid.	$9,8 \pm 2,9$	S1–SMII	$25,6 \pm 6,5$	7297 ± 1908

Tyrimo metu nustatyta, jog koreliacija tarp sukauptų energijos atsargų kiekio (%) ir Fultono įmitimo koeficiento (K) yra statistiškai nepatikima ($p > 0,05$). Dauguma (59,5 %) tirtų ungurių buvo pasiekę S5 sidabriškumo stadiją, paskutinės sidabriškumo stadijos SMII unguriai buvo sugauti tik Riešės upelyje (3 vnt., Vilniaus m.).

Rezultatų aptarimas ir išvados. Įmitimo koeficientas pagal Fultoną dažnai naudojamas sidabrinų ungurių kokybei įvertinti. Laikoma, jog žuvys turinčios didesnę koeficiento reikšmę yra labiau įmitusios bei turi daugiau energijos atsargų augimui ir reprodukcijai (Stevenson et al., 2006). Šio tyrimo metu nustatyta, jog koreliacija tarp Fultono įmitimo koeficiento ir sukauptų energijos atsargų kiekio (%) tirtuose unguriuose nėra statistiškai patikima ($p > 0,05$). Tokie rezultatai rodo, jog šis koeficientas nėra tinkamas sidabrinų

ungurių kokybės vertinimui, nes unguriai turintys didesnę Fultono koeficiento reikšmę nebūtinai turi sukaupti daugiau energijos atsargų raumenyse.

Remiantis tyrimo rezultatais galima teigti, jog iš Lietuvos neršti migruojantys sidabriniai unguriai yra sukaupti pakankamas energijos atsargas reikalingas gonadų subrandinimui ir gali sėkmingai įveikti daugiau nei 7500 kilometrų bei tokiu būdu prisidėti prie sėkmingo neršto ir populiacijos pasipildymo jaunikliais kontinentinėje arealo dalyje.

Literatūra

- Clevesam P.D., Ogonowski M., Sjoberg N.B. et al. 2011. Too short to spawn? Implications of small body size and swimming distance on successful migration and maturation of the European eel *Anguilla anguilla*. *Journal of Fish Biology*, Vol. 78, 1073–1089.
- EELREP. 2005. Estimation of the reproduction capacity of European eel. Final report.
- Heincke F. 1908. Bericht über die Untersuchungen der Biologischen Anstalt auf Helgoland zur Naturgeschichte der Nutzfische. Die Beteiligung Deutschlands an der Internationalen Meeresforschung, Vol. 4/5, 67–155.
- Pankhurst N.W. 1982. Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* (L.). *Journal of Fish Biology*, Vol. 21, 127–140.
- Van Ginneken V. J. T. ir Van den Thillart G. E. E. J. M. 2000. Physiology: Eel fat stores are enough to reach the Sargasso. *Nature*, Vol. 403, 156–157.
- Stevenson R.D. ir Woods Jr. W. A. 2006. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, Vol. 46, 1169–1190.

ĮMONĖS TINKLO SAUGOS GALIMYBIŲ APŽVALGA NUO KENKĖJIŠKAIS TIKSLAIS NAUDOJAMŲ BEPILOČIŲ SISTEMŲ

Ovidijus Eglynas, Violeta Bulbenkienė

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Informatikos ir statistikos katedra
eovidas@gmail.com

Anotacija. Šiuolaikinės bepilotės transporto sistemos tapo lengvai prieinamos vartotojams ir gali kelti grėsmę įmonės vidiniams tinklams. Šiame darbe nagrinėjamos *Man in the Middle* tipo atakos bei pateikti žinomi tinklo apsaugos būdai skirti jų išvengti.

Raktiniai žodžiai: bepilotės transporto sistemos, kompiuterių tinklų sauga, *Man in the Middle* tipo atakos.

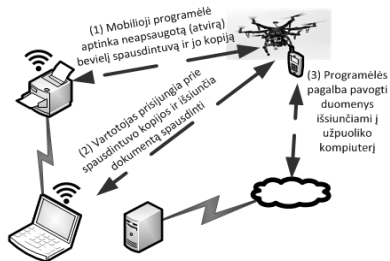
Įvadas. Pastaraisiais metais bepilotės transporto sistemos taip išpopuliarėjo, kad yra laisvai prieinamos vartotojui. Šios transporto sistemos gali būti autonominės arba valdomos žmogaus pagalba, o bepiločių sistemų paskirtis ir pritaikomumas yra labai išplėtotas ir naudojamas kartografijoje, įvairiems sunkiai prieinamoms vietovėms tyrinėti, eismo stebėsenai, pasienio kontrolei, kariniais tikslais ir begalėje kitų tikslų. Vienas tokių tikslų – įsilaužimas į įmonės vidinį tinklą, ieškant tinklo saugumo spragų, naudojant bepilotės transporto sistemas su prie jų pritvirtinta specialia įranga (Sathyamoorthy, 2015). Naudojant bepilotės transporto sistemas, papildytas specialia tinklo saugumo spragų ieškančia įranga, atsiranda galimybė įsilaužti į fiziškai izoliuotų įmonių vidinį tinklą (pvz.: uosto teritorijoje esančios įmonės, į kurių teritoriją pašalinis žmogus paprastai nepatenka). Tokiai bepilotei sistemai patekus į uždaros kompanijos teritoriją, vidinis tinklas tampa labai pažeidžiamas, nes net spausdintuvas, kuris prijungtas prie bevielio tinklo gali suteikti galimybę įsilaužti į kompanijos vidinį tinklą bei pasisavinti informaciją.

Šiame darbe nagrinėjamos *Man in the Middle* tipo atakos, kurios gali būti vykdomos naudojant neseniai išplitusias bepilotės transporto priemones bei mobiliuosius įrenginius. Pateikiami žinomi tinklo apsaugos būdai.

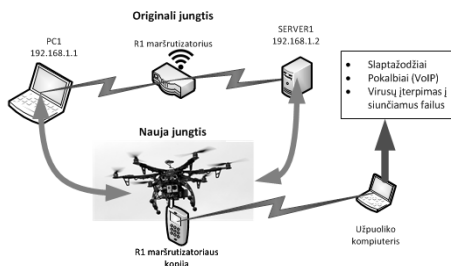
Bepiločių sistemų grėsmės įmonės vidiniam tinklui. Išpopuliarėjus bepilotėms transporto priemonėms, kompiuterių įsilaužėliams atsirado papildomų priemonių, kurias kombinuojant su mobiliaisiais įrenginiais galima pritaikyti įsilaužimui į įmonių vidinius tinklus.

Viena iš naujausių atrastų saugumo spragų yra infiltracija į įmonės vidinį tinklą per neapsaugotą, prie bevielio tinklo prijungtą, spausdintuvą (1 pav.). Mokslininkų grupė iš Singapūro pademonstravo, kaip naudojantis bepilote skraidykle ir prie jos primontuotu išmaniuoju telefonu, kuriame įdiegtos

specialios programos, galima nesunkiai aptikti atvirą bevielį spausdintuvą, prie jo prisijungti ir pasisavinti spausdinamų dokumentų informaciją. Šio įsilaužimo principas nesudėtingas: sukurta speciali išmaniojo telefono programėlė, kuri automatiškai aptinka neapsaugotą (atvirą) bevielį spausdintuvą. Kai programėlė aptinka tokį prietaisą, telefonu sukuria netikrą prieigos tašką (*angl.* Access Point), kuris imituoja aptiktą spausdintuvą. Kai vartotojas nori spausdinti failą, dokumentas nukeliauja ne į spausdintuvą, o tiesiai į mobilųjį telefoną (Khandelwal, 2015).



1 pav. Supaprastinta infiltracijos į įmonės vidinį tinklą per atvirą bevielį spausdintuvą schema.



2 pav. Supaprastinta Man in the Middle atakos schema.

ARP paketo nuodijimo ataka yra viena iš *Man in the Middle* tipo atakų (2 pav.); nors ji nėra nauja, tačiau naudojant išmanųjį telefoną sumontuotą prie skraidyklės gali būti daug lengviau įvykdoma. Bepilotė skraidyklė panaudojama kaip judėjimo šaltinis po įmonės teritoriją, į kurią patekti pašaliniai asmenys neturi galimybės. Išmanusis telefonas, aprūpintas tinklo skenavimo įranga tokia kaip „Shark for Root“, „Wi-Fi Analyzer“, „Wireless Tether“, „Network Discovery“ ir kt., ieško įmonės teritorijoje atvirų bevielio tinklo prieigos taškų. Radus tokį prieigos tašką, belieka suklastoti jį ir laukti aukos, kuri prisijungs prie tinklo per užpuoliko įrenginį. *Man in the Middle* tipo atakos yra pavojingos tuo, kad galima nesunkiai sužinoti visą aukos veiklą tinkle: kokius duomenis siunčia, kokiuose tinklalapiuose naršo, kokius slaptažodžius naudoja ir kt. (Brock, 2011).

DoS tipo ataka yra ypatingai pavojinga, nes gali sutrikdyti visos įmonės veiklą. Atakos metu įmonės tinklas tampa dalinai arba visiškai neprieinamas. Šio tipo atakos yra ypatingos tuo, kad duomenys nėra pavogiami, tačiau yra generuojamas labai didelis netikrų užklausų kiekis, kuris išnaudoja fizinius tinklo aparatūros resursus ir viskas tinklo darbas arba sulėtėja, arba visiškai sutrinka. Literatūroje yra aprašyta kaip DoS tipo atakos vykdomos naudojant išmaniuosius android telefonus (Singh, 2015). Prisijungus prie neapsaugoto tinklo galima paleisti ARP žinučių DoS ataką, kurios metu yra apkraunami

maršrutizatoriaus resursai; maršrutizatorius, nebesusitvarkydamas su įeinančių paketų kiekiu, pradeda juos atmetinėti ir bendras tinklo darbas lėtėja.

Tinklo saugos sprendimo būdai. Apsisaugojimui nuo *Man in the Middle* tipo atakų yra sukurta daugybė būdų, vieni jų itin paprasti ir lengvai pritaikomi, kiti – sudėtingi, automatizuoti ir vis dar koncepcinėse kūrimo stadijose.

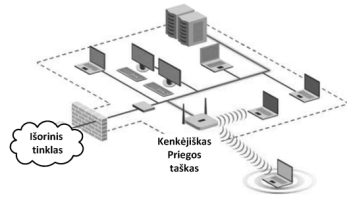
Vienas iš paprastų, tačiau labai efektyvus būdas – statinės ARP lentelės LAN tinkle. Kiekvienas tinkle esantis įrengimo MAC adresas yra rankiniu būdu įrašomas į maršrutizatoriaus ARP lentelę. Šis būdas yra itin paprastas, nesunkiai įgyvendinamas, tačiau didesnėse organizacijose gali tapti sudėtinga užduotimi (Stout, 2012).

Už statinės ARP lentelės mažiau efektyvus, tačiau lengviau įgyvendinamas būdas yra ARP filtravimas. ARP atsakymo paketus, kurių neužklausė pats maršrutizatorius. ARP filtravimas taip pat leidžia nustatyti taisykles (pvz.: šaltinio ar tikslo adresus), kuriomis vadovaujantis maršrutizatorius atmes paketus (Stout, 2012).

Dar vienas apsaugojimo būdų yra šifruotų ir autentifikuotų komunikacijos kanalų naudojimas. Naudojant užšifruotą komunikacijos kanalą, pavogti duomenys tampa beverčiai, jeigu puolantysis neturi tinkamo rakto informacijos dešifravimui. Kadangi ARP tipo atakos yra vykdomos žemiausiame OSI lygmenyje, todėl puolantysis gali pirmiau sukurti saugią jungtį su auka, tuomet užšifruotą informaciją dešifruoti per savo įrengimą, iš naujo užkoduoti ir nusiųsti ją gavėjui. Apsisaugoti nuo tokių atvejų padeda autentifikavimo sistemos, kurias naudoja informacijos šaltiniai (pvz.: Web serveriai), kurios padeda užtikrinti, kad komunikacijos kanalas yra sukurtas tarp teisingų vartotojų (Stout, 2012).



3 pav. IDS principinė schema.



4 pav. Kenkėjiško prieigos taško veikimo principo pavyzdys.

Kartais apsaugojimo sistemos ar būdai gali turėti per daug apribojimų, komplikuotą pritaikomumą ar per mažą efektyvumą. Todėl yra sukurtos įsibrovimo aptikimo sistemos (3 pav.) (*angl.* Intrusion Detection System IDS). Jos analizuoja tinklo srautą ir praneša vartotojui, jeigu aptinka ką nors įtartina. IDS analizuoja tinklą remiantis tam tikromis taisyklėmis, pvz.: tikrina ar siuntėjo MAC adresas ateina iš numatytojo šliuzo (*angl.* Default gateway), tikrina ar ARP užklausa yra nepertraukta arba tikrina siuntėjo IP adresą ar jis

turi unikalią MAC adresą vietiniame tinkle. Tokias sistemas kuria didžiausi tinklo įrangos tiekėjai tokie kaip CISCO, JUNIPER ir pan.

Be įvardintų, plačiai žinomų apsisaugojimo metodų, kuriamos naujos sistemos, skirtos apsisaugoti nuo MITM tipo atakų. Vienas iš naujausių mokslinių darbų šia tema yra RTNSS sistema (Moon et al., 2014). Ši sistema veikia maršrutizavimo sekimo pagrindu, kuris leidžia apsaugoti vidinį kompanijos tinklą nuo ARP tipo atakų. Sistema nuolatos stebi tinko įrenginių ARP lenteles ir nustato ARP ataką tuomet, kai paketo maršrutizavimo metu aptinka IP ir MAC adresą poros pakitimą tinklo įrenginio ARP lentelėse. Pasiūlyta RTNSS sistema nedaro jokių struktūrinių pakeitimų tinkle bei nepadidina sistemos ar tinklo įrenginių apkrovimo. Įsibrovimo aptikimo ir apsisaugojimo sistema (IDPS) yra skirta IP medijų (IMS) ir IP telefonijos (VoIP) paslaugų saugumui užtikrinti (Vrakas et al., 2013).

Visi aukščiau išvardintų būdų sprendžia jau pačią pasekmę – apsaugo nuo galimos atakos, tačiau neapsaugo nuo galimybės į įmonės tinklą infiltruoti neautorizuotą prieigos tašką. Tokie prieigos taškai vadinami kenkėjiškais prieigos taškais (4 pav.), jie yra nežinomi tinklo administratoriui ir gali būti įrengti įmonės darbuotojų, kurie visai neturi piktavališkų tikslų. Apsaugoti nuo tokių kenkėjiškų prieigos tinklų padeda WIPS (*angl.* Wireless intrusion prevention system) sistemos. Jos yra specialiai sukurtos stebėti ir saugoti tinklą nuo įmonėje neautorizuotų prieigos taškų.

WIPS veikimo principas yra prieigos taškų klasifikavimas į tris tipus: valdomus prieigos taškus, neprisijungusius prie tinklo ir kenkėjiškus. Sistema aptikusi, kad prieigos taškas yra kenkėjiškas, jį blokuoja priklausomai nuo to, kaip jis prisijungęs prie tinklo: jeigu bevieliu ryšiu – yra siunčiamas atsijungimo nuo tinklo signalas, jeigu prieigos taškas tinkle prijungtas per komutatoriaus jungtį – WIPS blokuoja tą komutatoriaus jungtį.

Išvados. Išanalizavus bepiločių transporto sistemų ir mobiliųjų įrenginių keliamas grėsmes įmonės vidinio tinklo saugumui, pastebėta, kad pagrindinė keliamą grėsmę yra įvairių formų *Man in the Middle* tipo atakos, tokios kaip infiltracija į vidinį tinklą, ARP tipo ataka, DoS tipo ataka. Apsisaugojimui nuo tokio tipo atakų taikomi: nedideliuose tinkluose – nesudėtingi būdai (statinės ARP lentelės, ARP paketų filtravimas), o dideliuose tinkluose – sudėtingos kompleksinės sistemos (IDS, WIPS ir RTNSS), kurias kuria didieji tinklų įrangos gamintojai. Tačiau dažniausiai vieno apsaugos būdo nepakanka, reikalinga kompleksinė saugumo sistema bei nuolatinis kompanijos darbuotojų švietimas tinklo saugumo svarbos klausimais.

Tolimesniuose darbuose planuojama susisteminti žinomus būdus į kompleksinį tinklo saugos modelį ir praktiškai įvertinti tinklo galimybes apsisaugoti nuo bepilotėmis transporto sistemomis apsiginklavusių užpuolikų.

Literatūra

- Brock L. 2011. Mobil hacking with Android. 2600: Hacking Quarterly, Vol. 28, No. 1, 15–20.
- Khandelwal S. 2015. How a drone can infiltrate your network by hovering outside the building. The Hacker News, [<http://thehackernews.com/2015/10/hack-dronescomputer.html>].
- Moon D., Lee J.D., Jeong Y. et al. 2014. RTNSS: a routing trace-based network security system for preventing ARP spoofing attacks. Springer Science+Business Media New York.
- Rahul S. 2015. How to launch DDoS attack via android device. Tech2Developer.com. Prieiga internete [<http://www.tech2developer.com/ddos-attack-via-android/>].
- Sathyamoorthy D. 2015. A review of security threats of unmanned aerial vehicles and mitigation steps. The Journal of Defence and Security, Vol. 6, No. 1, 81–97.
- Stout H. 2012. MITM 8: Countermeasures, Toch production security, electronics and my life, Prieiga internete: [<https://toschprod.wordpress.com/2012/03/04/mitm-8-countermeasures/>].
- Vrakas N., Lambrinouidakis C. 2013. An intrusion detection and prevention system for IMS and VoIP services. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Int. J. Inf. Secur., Vol. 12, 201–217.

PAJŪRIO URBANIZUOTŲ TERITORIJŲ PLĖTROS IŠŠŪKIAI LANDŠAFTUI

**Jelena Galinienė^{1,3}, Daiva Verkulevičiūtė-Kriukienė²,
Sebastien Gadat³**

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, ²Klaipėdos universiteto Socialinių mokslų fakulteto Socialinės geografijos katedra, Klaipėda, ³Aix-Marseille Université, Marselis
elenasynanovic@gmail.com

Įvadas. Dėl sparčios telekomunikacijų plėtros bei globalizacijos procesų, gyventojams atstumas tarp darbo ir jų gyvenamosios vietos tampa mažiau reikšmingu (Zhong et al., 2014 (a); Shatu et al., 2014; Neuman, 2005; Žaromskis, 2001). Suburbanizacijos procesas, daugeliu atveju traktuojamas kaip neigiamas procesas, įtakojantis oro taršą bei lemiantis chaotišką ir nedarną teritorijos užstatymą (Wang et al., 2014; Newman et al., 2014; Poom et al., 2014; Brand et al., 2009; Neuman, 2005; Europos Sąjungos regioninė politika 2007). 2004 metais, Europos Komisija pabrėžė darnios miestų plėtros ir efektyvaus žemės naudojimo, kaip neatsinaujinančio išteklio, svarbą (European Journal of Spatial Development, 2012; Zaleckis, 2010; Poom et al., 2014). Svarbu pastebėti, kad vis labiau pradedama kalbėti apie urbanizuotų teritorijų įtaką klimatui, o ne atvirksčiai. Bicknell et al. (2009) pažymi, kad didelė gyvenviečių bei verslų koncentraciją pakrančių zonoje turi rimtų pasekmių supančiai aplinkai, kranto bei jūros ekosistemoms.

Nepaisant neigiamos priemiesčių plėtros, prof. P. Kavaliauskas 1984 metais pritaikė naują terminą – antropoekosistema. Jis pabrėžė, kad nepaisant atstumo žmonės gyvena, kursis ir ilsėsis teritorijose, kurios labiausiai atitinka žmonių poreikius (Кавалюскас, 1984).

Šio tyrimo tikslas – nustatyti gyvenviečių plėtros pasekmes Klaipėdai bei jos aplinkinėms teritorijoms (1 pav.). Pagrindiniai tikslai: (I) nustatyti gyvenviečių teritorinius skirtumus 2005–2013 metais; (II) numatyti galimas gyvenviečių plėtros kryptis iki 2020 metų; (III) įvertinti galimas Klaipėdos miesto ir priemiesčių plėtros pasekmes.

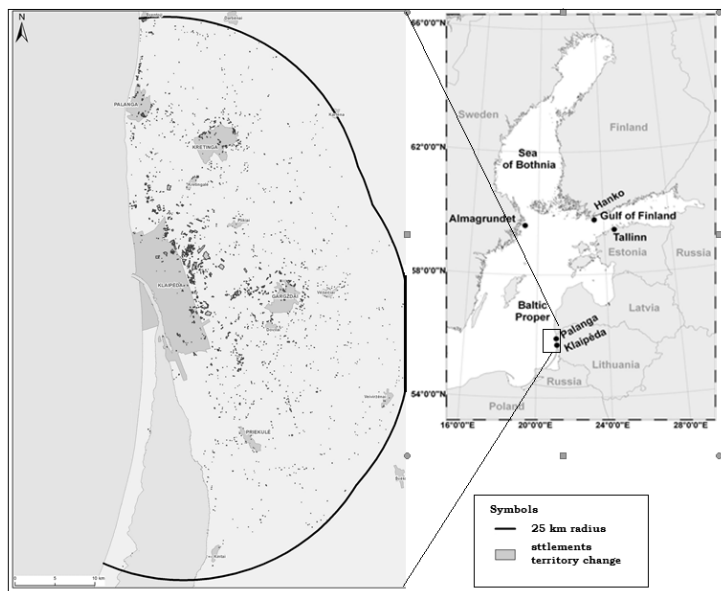
Tyrimo vieta ir metodai. Klaipėda yra didžiausias Vakarų Lietuvos miestas, turintis 158 541 (Lietuvos Statistikos departamentas, 2013) gyventojų. Būtent čia yra vienas didžiausių pietryčių Baltijos jūros uostų, gausu turizmo traukos objektų bei poilsiautojų pamėgtų kurortų. Tačiau, tuo pat metu, apie 0,5 % Klaipėdos miesto teritorijos ir apie 48 % Klaipėdos apskrities teritorijos priklauso Nacionalinių parkų bei Natura 2000 saugomoms teritorijoms (Saugomų teritorijų kadastro duomenys, 2014).

Tam, kad nuspėti miestų augimo tendencijas bei numatyti žemės paviršiaus naudojimo pokyčius bei kylančias ekologines ir socialines problemas, svarbu atlikti erdvinio modeliavimo darbus ir skaičiavimus, kurie šiai dienai, atlikus mokslinius skaičiavimus bei analizes, tampa patikimesni ir galintys teikti daug tikslesnius rezultatus nei matematiniai skaičiavimai (Cheng et.al., 2003; Gadal, 2011 (b)).

Klaipėdos miesto bei priemiesčio teritorijų paviršiaus užstatymui tirti atlikta GIS duomenų analizė, naudojantis ortografinėmis nuotraukomis ir georeferencine duomenų baze GDB10LT, bei statistinio-matematinio modelio taikymas gautų vizualinių duomenų lyginamajai analizei.

Tyrimo metu naudotas 2005 metų ir 2010 metų Lietuvos skaitmeninis ortografinis M 1:10 000 žemėlapis ORT10LT, kurio pagrindas panaudotas georeferencinio pagrindo GDB10LT geometriniam koregavimui (1 pav.).

Išvados ir diskusija. Tyrimo metu paaiškėjo, jog didžiausi teritoriniai pokyčiai pastebėti 5–10 km spinduliu rytų bei neženkliai pietryčių ir šiaurės kryptimis nuo Klaipėdos miesto centro (1 pav.). Teritorija 5 km spinduliu nuo Klaipėdos miesto centro išaugo 632,65 ha, o pokytis visoje tiriamojoje teritorijoje siekė 1090,94 ha per 2005–2013 m. Patys didžiausi teritoriniai pokyčiai įvyko Klaipėdos rajono ribose: Slengiuose, Triušeliuose, Budrikuose, Mazūriškiuose. Šiose gyvenvietėse įvyko 56,63 % visų teritorinių pokyčių.



1 pav. Gyvenviečių plėtros sklaida 2005–2013, ha.

Vienas patikimiausių rodiklių, nusakančių žemės paviršiaus pokyčius, yra gyventojų skaičius gyvenvietėse (Cirtautas, 2015; Newman et al., 2014; Europos Sąjungos regioninė politika, 2007). Koreliacija parodė, kad nors Klaipėdos miesto gyventojų skaičius mažėja, tačiau Klaipėdos rajono gyventojų skaičius auga eksponentiškai ($r=-0,92806$).

Tyrimo metu nustatyta, jog jei Klaipėdos miesto priemiesčių teritorijos plėsis tokiais pat tempais kaip 2005–2013 metais, iki 2020 metų priemiesčiai 5 km spinduliu išsiplės dar iki 1245,77 ha. Ateityje Klaipėdos miesto plėtros tendencijos turi išlikti tokiomis pačiomis ir plėstis šiaurės – rytų kryptimi.

Kaip pabrėžė Bouwman et al. (2005) urbanizuotų teritorijų pokyčiai ženkliai įtakoja žmonių mobilumą. Klaipėdos miesto ir priemiesčio gyvenviečių plėtros atveju, miesto ir rajono savivaldybių valdininkai turi pateikti sprendimus, kurie leistų pakeisti vyraujančią transporto sistemą bei infrastruktūrą, tam kad išlaikyti miesto–priemiesčio tęstinumą. Svarbu sudaryti sąlygas ekologiškai aplinkai, naudojant alternatyvias automobiliams transporto priemones, kadangi šiai dienai susisiekimo pasirinkimo alternatyvos tarp Klaipėdos miesto ir priemiesčio yra nepakankamos. Svarbu sudaryti sąlygas žaliosioms erdvėms plėstis bei padaryti šias teritorijas palankesnes žmogui gyventi (Zhong et al., 2014 (b); Poom et al., 2014; Jansen et al., 2011). Wang et al. (2014) empiriškai pagrindė, jog priemiesčių plėtra turi įtakos CO₂ dujų išsiskyrimo į aplinką didėjimui, todėl į šių rodiklių kaitą Klaipėdos mieste ir priemiesčio teritorijose reikia ypatingai atsižvelgti.

Tyrimo rezultatai parodė, kad Klaipėdos regionas susiduria su tomis pačiomis plėtros tendencijomis kaip ir daugelis Vakarų Europos miestų. Šiai dienai susiduriama su sparčia miesto plėtra, kuri turi neigiamos įtakos regiono landšaftui ir ergonomikai, socialiniams, ekonominiams bei psichologiniams žmogaus įpročiams naujai apgyvendintose teritorijose (Кавалюскас, 1984; Europos Sąjungos regioninė politika, 2007). Tokia priemiesčių plėtra mažina žaliųjų zonų plotus ir verčia miestus tuštėti (Jansen et al., 2011).

Urbanizuotų teritorijų plėtros krypčių žinojimas, leis numatyti žemės naudojimo scenarijus bei urbanizuotų teritorijų planavimo specialistams numatyti naujai susikūrusių teritorijų gyventojų poreikius, tam, kad būtų išvengta klaidų, padarytų prieš kelis dešimtmečius (Zhong et al., 2014 (a); Kavaliauskas, 1984; Žaromskis, 2001).

Tyrimas parodė, jog iki šiol nėra imtasi priemonių, kurios sustabdytų priemiesčių zonų plėtrą bei Klaipėdos miesto tuštėjimą. Klimato kaitos prognozės bei prisitaikymas prie būsimų klimatinių pokyčių ateityje turėtų sudaryti didžiąją dalį Klaipėdos miesto bei priemiesčio teritorijų planavimo dokumentų.

Literatūra

- Bicknell J., Dodman D., Satterthwaite D. 2009. Adapting Cities to Climate Change Understanding and Addressing the Development Challenges. International Institute for Environment and Development, London, UK.
- Brand C., Preston J.M. 2009. '60–20 emission'—The unequal distribution of greenhouse gas emissions from personal, non-business travel in the UK. *Transport policy*, 17 (2010), 9–19.
- Bouwman M.E., Voogd H. 2005. Mobility and the Urban-Rural Continuum. *GBER*, Vol. 4, No. 3, 60–69.
- Cheng J., Masser I., Ottens H. 2003. Understanding urban growth system: theories and methods. Department of Urban and Regional Planning and Geo-Information Management, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). The Netherlands.
- Cirtautas M. 2014. Centralizuotai kaupiamų statistinių duomenų panaudojimas priemiesčių gyvenamųjų vietovių raidos tyrimuose. Kvalifikacinio mokslo darbo Nr. 367 ataskaita, Urbanistinės analizės mokslo laboratorija, VGTU, Vilnius.
- Europos Sąjungos regioninė politika, 2007. Augantys regionai, auganti Europa. Ketvirtoji ekonominės ir socialinės sanglaudos ataskaita. 15–16.
- European Journal of Spatial Development. 2012. Published by Nordregio, Nordic Centre for Spatial Development and OTB Research Institute, Delft University of Technology.
- Gadal S. 2011 (a). The socio-ecological challenge of the metropolised territories: key-notes. University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines.
- Gadal S. 2011 (b). Urban multilevel geographical information satellite generation. University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines.
- Jansen J.O., Christensen H.T., Gram-Hanssen K. 2011. Sustainable urban development – compact cities or consumer practices? *Danish Journal of Geoinformatics and Land Management*, Vol. 46 (2011), No. 1, 50–64.
- Neuman M. 2005. The compact city Fallacy. *Journal of Planning Education and Research*, 25, 11–26.
- Newman L., Nixon D. 2014. Farming in an Agriurban Ecovillage Development: An Approach to Limiting Agricultural/Residential Conflict. *Sage Open*, October-December 2014, 1–10.
- Poom A., Ahas R., Orru K. 2014. The impact of residential location and settlement hierarchy on ecological footprint. *Environment and Planning A*, Vol. 46, 2369–2384.
- Shatu F.M., Kamruzzaman Md., Deilami K. 2014. Did Brisbane grow smartly? Drivers of city growth 1991–2001 and lessons for current policies. *Sage Open*, 2014, 1–19.
- Sudhira H.S., Ramachandra T.V., Jagadish K.S. 2004. Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 5 (1), 29–39.
- Zaleckis K., Kamičaitytė-Virbašienė J. 2010. Darnus urbanistinių struktūrų vystymasis: Kauno miesto atvejis. *Kauno technologijos universitetas*.
- Zhong C., Huang, X., Arisona, S.M. et al. 2014 (a). Inferring building functions from probabilistic model using public transportation data. *Computers, Environment and Urban Systems*, 48 (2014), 124–137.
- Zhong C., Huang X., Arisona S.M. et al. 2014 (b). Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, Taylor & Francis.
- Žaromskis R. 2001. Skirtingos žmonių veiklos poveikis pietryčių Baltijos krantų raidai. *Geografijos metraštis*, Vilnius. 34 (1), 59–72.
- Wang Y., Hayashi Y., Chen J. et al. 2014. Changing urban form and transport CO₂ emissions: an empirical analysis of Beijing, China. *Sustainability*, Vol. 6, 4558–4579.
- Кавалюскас П. 1984. Проблема комплексной оценки антропологического потенциала территории. *Geographia Lituonica*. Vilnius. XXI, 180–190.

VĖJO ENERGETIKOS PLĖTRA IR BIOLOGINĖ ĮVAIROVĖ: AR ĮMANOMAS TAIKUS SUGYVENIMAS?

**Zita Rasuolė Gasiūnaitė¹, Julius Morkūnas¹, Liutauras Raudonikis²,
Mantas Marčiukaitis³, Aleksas Narščius¹, Rasa Morkūnė¹**

¹Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda, ²Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius, ³Lietuvos energetikos institutas, Kaunas
zita@corpi.lt

Lietuvos ornitologų draugija su partneriais įgyvendina 2009–2014 m. Europos ekonominės erdvės finansinio mechanizmo LT03 programos „Biologinė įvairovė ir ekosistemų funkcijos“ finansuojamą projektą VĖNBIS – „Vėjo energetikos plėtra ir biologinei įvairovei svarbios teritorijos“. Projekto tikslas – mažinti biologinės įvairovės nykimą Lietuvoje. Projekto pagrindiniai uždaviniai numato vėjo energetikos (VE) išvystymo esamos būklės ir plėtros perspektyvų įvertinimą, biologinės įvairovės apsaugai svarbių/jautrių ir konfliktinių VE plėtros požiūriu teritorijų išskyrimą, jų apsaugos ir VE darnios plėtros konfliktų valdymo priemonių bei rekomendacijų dėl VE plėtros konfliktų mažinimo jautriose biologinei įvairovei teritorijose šalies ir vietos lygmenyse parengimą.

Projekto įgyvendinimo metu atlikta savivaldybių teritorijų planavimo dokumentų analizė leidžia įvertinti VE plėtros savivaldybėse planavimo situaciją ir kokybę, atsižvelgiant į galimus suplanuotų teritorijų konfliktus su bioįvairovei jautriomis teritorijomis.

Projekto išskirtiniais bruožas yra paukščių ir šikšnosparnių tyrimai potencialiose VE plėtros teritorijose visos šalies mastu. Surinkti nauji faktiniai duomenys apie perinčius, žiemojančius ir migruojančius paukščius. Šikšnosparnių tyrimams panaudota moderni tyrimų įranga leido iš esmės atnaujinti žinias apie šios gyvūnų grupės rūšių įvairovę ir paplitimą. Apibendrinta monitoringo informacija apie tiesioginį VE parkų poveikį paukščiams ir šikšnosparniams – žuvimo atvejus, gausumo ir elgsenos pokyčius.

Tyrimų rezultatai ir archyviniai duomenys yra kaupiami tikslinėje duomenų bazėje, kuri naudojama duomenų valdymui ir teritorijų jautrumo žemėlapių sudarymui. Remiantis surinktais duomenimis apie VE poveikiui jautrias tikslines paukščių ir šikšnosparnių rūšis Natura 2000 teritorijose bus pagrįstas buferinių zonų nustatymo tikslingumas.

Rengiama vertinimo metodika, kurioje bus pateiktos rekomenduojamos paukščių ir šikšnosparnių tyrimų ir stebėsenos apimtyms konfliktinėse teritorijose skirtingais VE parkų vystymo etapais (planavimo/PAV, statybos, veiklos), pateikti tyrimų, stebėsenos, poveikio vertinimo metodai. Tai leis optimizuoti

būtinai tyrimų apimtis, unifikuoti taikomus tyrimų, stebėsenos ir vertinimo metodus, siekiant įvertinti VE vystymo galimybes veiklų plėtros atstovų pasirenkamose VE parkų teritorijose.

SUNKIŲJŲ DYZELINIŲ VARIKLIŲ EKOLOGINIŲ RODIKLIŲ EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

Ingrida Gudaitytė

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

Įvadas. Kenksmingų komponentų emisijų iš transporto priemonių įvertinimas tampa vis aktualesnis dėl augančios transporto priemonių eksploatacijos, klimato pasikeitimų bei oro kokybės problemų. Ypatingas dėmesys skiriamas dyzelinių variklių (DV) nenusistovėjusiųjų režimų tyrimams, nes eksploatacijos sąlygomis nenusistovėjusieji režimai užima iki 90 % variklio darbo laiko.

DV darbo režimas priklauso nuo sąlygų, kuriose vyksta darbo procesas. DV nusistovėjęs darbo režimas reiškia variklio pagrindinių darbo parametrų pastovumą laiko atžvilgiu. Šis režimas būdingas sąlygoms, kai dyzelinis variklis pasiekia nustatytą darbo režimą ir dirba ilgą laiką be pakeitimų. Nenusistovėjusiojo režimo metu funkcionaliai priklausančių variklio parametrų pasikeitimai laiko atžvilgiu vyksta dėl išorinių eksploatacijos sąlygų pasikeitimo arba dyzelinio variklio valdymo sistemos pasikeitimų, pavyzdžiui, kuro padavimo. Šių režimų ypatumas yra tai, kad nenusistovėjusieji režimai tęsiasi nuo kelių sekundžių iki kelių minučių, t.y. tokie režimai priskiriami prie greitai vykstančių procesų (Костин и др., 1989; Rakopoulos et al., 2009).

Kenksmingų komponentų išmetimų iš transporto priemonių tyrimai dažniausiai atliekami specialiuose stenduose. Tuomet tyrimai realiose sąlygose duoda vertingus duomenis apie faktinių emisijų pasikeitimus. Duomenys gauti DV realiose darbo sąlygose, kaip taisyklė, yra mažiau tikslūs ir pasikartojantys negu standiniai tyrimai. Tai lemia standartinio tyrimo ciklo nebuvimas ir esamų įtakojančių šaltinių pasikeitimai, tokie kaip aplinkos pasikeitimai, judėjimo sąlygos, variklio valdymo būdai ir t. t. Be to, eksperimentiniai kenksmingų komponentų nustatymo metodai eksploatacijos sąlygose turi visą eilę techninių trūkumų. Tačiau duomenys, gauti šių matavimų rezultate, gali ženkliai įtakoti ieškant išmetimų modelių spragų ir yra būtini vertinant kenksmingų komponentų emisijas, gautas laboratorijos sąlygose (Franco et al., 2013).

Kenksmingų komponentų emisijų matavimo aparatūros aprašymai mini tik pagrindinius įrangos tipus, naudojamus įvairių kenksmingų komponentų vertinimui. Oficialiai standiniams tyrimams patvirtinta aparatūra ir tyrimų metodai (ECE/TRANS/WP.29/2009/120) visada atsilieka nuo jų vystymo tendencijų, todėl atsiranda skirtumų tarp įrenginių, naudojamų moksliniams

tyrimams, ir įrenginių, naudojamų patvirtintiems testo matavimams (Martyr et al., 2012).

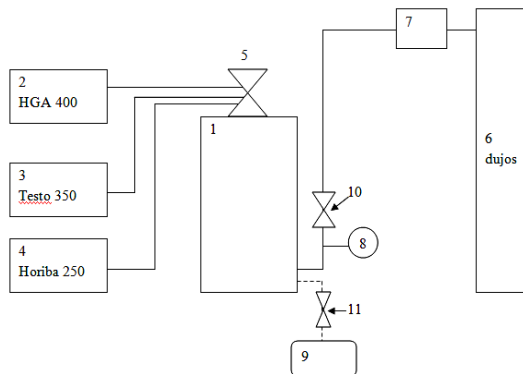
Pigiausias ir paprasčiausias kenksmingų komponentų matavimo metodas yra mobilios matavimo aparatūros (MMA) naudojimas. Pagrindinis tiesioginių matavimo metodų privalumas yra tai, kad jų pagalba galima atlikti DV teršalų ilgai trunkančią matavimų seriją atskiroms transporto priemonėms, plačiame judėjimo sąlygų diapazone, su įvairiais tyrimo ciklais ir įvairiose aplinkos sąlygose (Franco et al., 2013).

Šiame straipsnyje nagrinėjamos turimų Klaipėdos universitete mobilių dujų analizatorių (DA) panaudojimo galimybės sunkaus DV kenksmingų komponentų matavimams nenusistovėjusiojo režimo metu.

Tyrimo metodas. Buvo ištirti DA HGA 400, testo MARITIME 350 ir HORIBA PG-250. Tyrimo eiga:

- Paruošti įrenginius sunkaus dyzelinio variklio tyrimams nenusistovėjusiųjų režimų metu;
- Nustatyti dujų NO, NO₂, CO, CO₂ ir CH₄ koncentracijos matavimo technologinį laiką;
- Nustatyti įrangos vėlavimo laiką matuojant kenksmingų komponentų emisijas.

Principinė eksperimento schema parodyta 1 pav.



1 pav. Dujų analizatorių tyrimo principinė schema.

Dujos buvo tiekiamos iš baliono 6 (kalibracinės dujos žinomos koncentracijos) į užpildytą vandeniu indą 1. Užpildydamos indą dujos išstumdavo vandenį į indą 9 (per žarnelę). Dujų padavimas į indą buvo reguliuojamas reduktoriumi (7), paduodamas slėgis reguliuojamas manometru (8).

Užpildžius indą dujomis buvo atidaromas vožtuvas 5 tokiu būdu, kad dujos pradėdavo tekėti į paruoštą ir iš anksto įjungtą analizatorių. Analizatoriui pasiekus maksimalios koncentracijos reikšmes, vožtuvas 5 buvo uždaromas iki pilno analizatoriaus reikšmių „apnulinimo“. Vožtuvo atidarymo laikas, manometro parodymai ir dujų analizatoriaus parodymai buvo fiksuojami videokamera.

Tyrimo rezultatai. DA HORIBA PG-250 tyrimas parodė, kad minimalus dujų matavimo laikas sudarė virš 1,5 min. Kadangi DV nenusistovėjusieji režimai yra priskiriami prie greitai vykstančių procesų, buvo nuspręsta atsisakyti šio įrenginio naudojimo tolimesniuose tyrimuose.

DA HGA 400 ir Testo MARITIME 350 technologinio laiko bei įrangos vėlavimo laiko tyrimo rezultatai suvesti į 1 lentelę.

1 lentelė

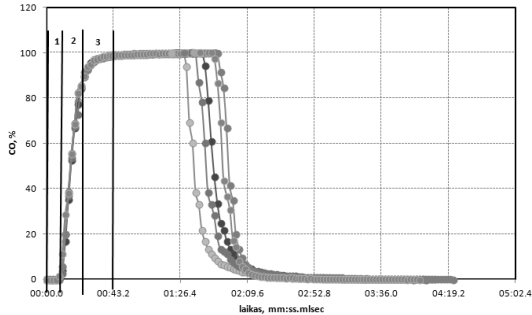
DA HGA 400 ir Testo MARITIME 350 technologinio laiko bei įrangos vėlavimo laiko tyrimo rezultatai

Matuojamos dujos	Dujų analizatorius	Matavimo technologijos (DA techn. dokumentacija)	Minimalus dujų matavimo laikas, s	Vidutinis įrangos vėlavimo laikas, s	Minimalus dujų analizės laikas, %
CO	HGA 400	spektroskopinė analizė	12	8	33
CO ₂	Testo MARITIME 350	IR spindulių spektroskopija	28	8	79
NO	HGA 400	elektrocheminis	54	8	17
NO ₂	Testo MARITIME	elektrocheminis	150	8	13
CH ₄	HGA 400	spektroskopinė analizė	26	8	15

Rezultatų aptarimas. Tiriamų DA naudojamos matavimo technologijos nėra naujausios. Todėl tam, kad būtų galima šią įrangą panaudoti greitai vykstančių procesų matavimuose, reikalinga sukurti kenksmingų emisijų neįtisinį analizės metodą. Šio metodo esmė būtų matematinio modelio sukūrimas, kuris leistų perskaičiuoti gaunamos aparatūros rodmenis į faktinius kenksmingų komponentų emisijų kiekius. Atlikti tyrimai yra pradinis įvardintos metodikos kūrimo etapas.

Sekantis etapas – nustatyti laiko atkarpą, kurią galima būtų panaudoti minėtame matematiniam modelyje kaip dujų koncentracijos matavimo žingsnį. Visuose ištirtuose DA matuojamų dujų technologinį laiką galima padalinti į sekančias sąlygines dalis: analizatoriaus reakcijos vėlavimas (2 pav., atkarpa 1), pagrindinis analizės laikas (2 pav., atkarpa 2) ir dujų koncentracijos patikslinimo laikas (2 pav., atkarpa 3). Kaip matosi iš grafiko, laiko atkarpa, per

kurią vyksta dujų analizė (2 pav., atkarpa 2) yra mažiausia viso matavimo dalis. Taip pat šioje atkarpoje vyksta beveik pilna tiriamų dujų analizė. Tokiu būdu ši dalis daugiausiai tiktų įvardinto modelio matavimo žingsniui. Tačiau tam, kad tiksliau apibrėžti šio žingsnio trukmę, turime sudaryti vidutinio matavimo proceso analitinę išraišką.



2 pav. CO koncentracijos matavimų rezultatai su dujų analizatoriumi testo MARITIME 350. Kiekviena grafiko kreivė yra atskiras nurodytų dujų bandymas.

DA reakcijos laikas priklauso nuo dujų matavimo technologijos, o taip pat nuo fizinių procesų, vykstančių naudojant nurodytą technologiją, laiko (Martyr et al., 2012). Todėl matematinio modelio sudarymui būtina fizikinė ir cheminė technologinio laiko procesų analizė, o taip pat faktorių, įtakančių matavimo procesą, nustatymas ir įvertinimas.

Išvados

1. Kenksmingų komponentų vertinimai iš transporto priemonių realiose sąlygose yra svarbi mokslinių tyrimų sritis, kuri duoda vertingus duomenis apie faktinių emisijų pasikeitimus. DV nenusistovėjusieji režimai yra greitai vykstantys procesai, todėl vienas iš pagrindinių reikalavimų kenksmingų emisijų tyrimo aparatūrai yra mažas jos reakcijos laikas.

2. Buvo ištirti DA HGA 400, testo MARITIME 350 ir HORIBA PG-250. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad iš turimų analizatorių greičiausiai veikia HGA 400 ir testo MARITIME 350. Tačiau abiejų analizatorių dujų technologinis matavimo laikas nepakankamas DV nenusistovėjusiųjų režimų matavimams. Todėl kenksmingų komponentų emisijos faktinio lygio įvertinimui reikalingas neištisinio analizės metodo kūrimas, kuris matematinio modeliavimo pagalba perskaičiuotų esamų įrenginių rodmenis į faktinius emisijų kiekius. Nustatytas tyrimo metu aparatūros reakcijos vėlavimo laikas, kuris DA HGA 400 ir testo MARITIME 350 sudarė 8 sekundes.

3. Sekantį žingsnį link matematinio modelio sudaro laiko atkarpos, per kurią vyksta dujų koncentracijų analizė ir kurią galima būtų panaudoti kaip matavimo žingsnį modelyje, nustatymas. Šiam tikslui pasiekti bus sudarytos kreivių

analitinės priklausomybės bei atlikta fizikinė bei cheminė dujų matavimui naudojamų technologijų analizė, nustatytos matavimo trukmės priklausomybės. Taip pat numatoma apriboti gautą modelį eksperimentiniuose tyrimuose.

Literatūra

- Dujų analizatorių HGA400, testo MARITIME 350 ir HORIBA PG-250 techninė dokumentacija. Economic Commission For Europe. Inland Transport Committee. 2009. Document ECE/TRANS/WP.29/2009/120. World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations Exhaust emissions test protocol of non-road mobile machinery (NRMM) 941 p.
- Franco V., Kousoulidou M., Muntean M. et al. 2013. Road vehicle emission factors development: A review. *Atmospheric Environment*, 70, 84–97.
- Martyr A.J., Plint M.A. 2012. *Engine Testing (Fourth Edition). The Design, Building, Modification and Use of Powertrain Test Facilities*. Elsevier Ltd., ISBN: 978-0-08-096949-7, 571 p.
- Rakopoulos C.D., Giakoumis E.G. 2009. *Diesel Engine Transient Operation. Principles of Operation and simulation Analysis*. Springer.
- Костин А.К., Пугачев Б.П., Кочинев Ю.Ю. 1989. *Работа дизелей в условиях эксплуатации*. Ленинград: «Машиностроение», 285 с.

PLANKTOFAGIŲ ŽUVŲ MITYBA BALTIJOS JŪROS PELAGIALĖJE: TRISPYGLĖS DYGLĖS – MAŽOS IR MAŽAREIKŠMĖS?

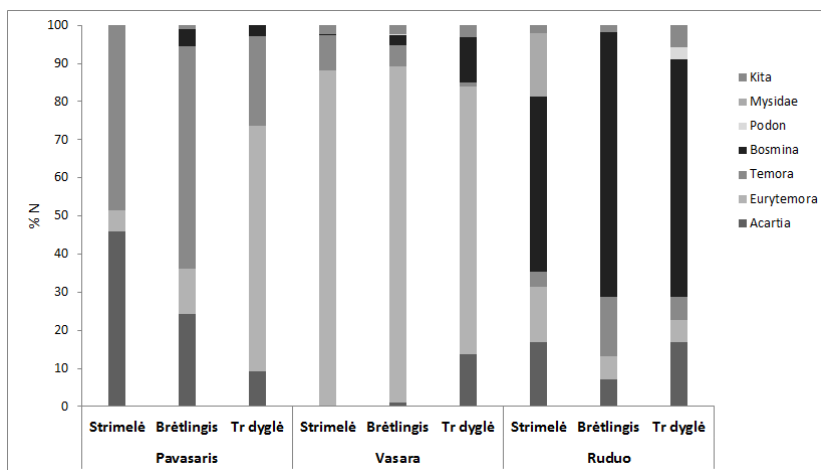
Eglė Jakubavičiūtė¹, Jens Olsson², Justas Dainys¹, Linas Ložys¹

¹Gamtos tyrimų centro Jūros ekologijos laboratorija, Vilnius, ²Švedijos žemės ūkio universiteto Pakrančių tyrimų institutas, Oregrund
ejakubaviciute@ekoi.lt

Įvadas. Baltijos jūros pelagialės bendrijoje dominuoja strimelės (*Clupea harengus*) bei brėtlingiai (*Sprattus sprattus*) – santykinai gerai ištyrinėtos žuvų rūšys, tačiau žymią biomasės dalį sudaro ir kita planktofagių žuvų rūšis – trispyglės dyglės (*Gasterosteus aculeatus*), kurių funkcinis vaidmuo ekosistemoje menkai žinomas. Šiuo metu, dyglių populiacijai sparčiai augant bent jau vakarinėje Baltijos jūros dalyje (Bergstrom et al., 2015), bei daugėjant įrodymų dėl jų galimo reikšmingo poveikio mitybiniams tinklams (Eriksson et al., 2011; Sieben et al., 2011; Bystrom et al., 2015), poreikis jų tyrimams ypač išaugęs. Trūksta duomenų apie jų vaidmenį Baltijos jūros pelagialėje, nes iki šiol keletas tyrimų buvo atlikta tik priekrantės vandenyse. Šiuo tyrimu siekta nustatyti, kokia yra trispyglių dyglių mitybinė niša ir ar galima jų konkurencija su brėtlingiu ir strimele.

Metodai. Žuvis buvo pagautos Kalmar sąsiauryje, Vakariname Gotlando baseine pelaginiu tralu 2009–2011 m.; naudojant WP2 tinklą (57 cm skersmens žiedas, 90 μm akies dydis) su įmontuotu vandens srauto matuokliu, buvo renkami duomenys apie mitybinių objektų gausumą bei prieinamumą (Diaz-Gil et al., 2014). Skrandžių turinys (N=498) analizuotas vizualiai, nustatant mitybinius objektus iki žemiausio galimo taksono. Didesni mitybiniai objektai (*Insecta*, *Mysidae*) suskaičiuoti visi, likusi dalis (zooplanktonas) praskiesta vandenyje ir Bogorovo kameroje suskaičiuota bent 100 individų kiekvienam skrandžiui. Mitybinė sudėtis išreikšta procentine dalimi pagal skaičių (%N) bei biomasę (%B), mitybos persidengimas – Morisita indeksu C_H (Horn, 1966), mitybos selektyvumas – V-indeksu (Pearre, 1982).

Rezultatai. Visos trys žuvų rūšys beveik išimtinai maitinasi irklakojais ir šakotaūsiomis vėžiagyviais. Svarbiausi mitybiniai objektai (tiek pagal %N, tiek pagal %B) – *Eurytemora affinis*, *Acartia* spp., *Temora longicornis* bei *Bosmina* spp. (1 pav.). Pavasarį didžiausią strimelių bei brėtlingių mitybos dalį sudarė *Temora*, o dyglių – *Eurytemora*. *Eurytemora* taip pat buvo pagrindinis mitybos objektas vasarą, o rudenį mityboje ėmė vyrauti *Bosmina*. Rudenį tik strimelių mityboje rasta mizidžių.



1 pav. Strimelių, brėtlingių bei trispyglių dyglių mitybos sudėtis skirtingais sezonais.

Perteklinė ir dalinė perteklinė analizės (*angl.* (p)RDA) parodė, kad didžiausią variacijos dalį žuvų mityboje paaiškina sezonai (13 %), o žuvų rūšis ir žuvų dydis (ilgis, TL) yra apytiksliai vienodai svarbūs veiksniai (po 2,5 %). Tą patvirtino ir ANOSIM rezultatai ($p < 0.0001$) bei klasterinė analizė (UPGMA su Bray-Curtis panašumo indeksu).

Nustatytos aukštos mitybos persidengimo (C_H) reikšmės tarp visų trijų žuvų rūšių (1 lentelė), ypač vasaros metu.

1 lentelė

Trispyglės dyglės, strimelės bei brėtlingio mitybos persidengimo reikšmės (C_H) skirtingais sezonais

	<i>Tr. dyglė-Strimelė</i>	<i>Tr. dyglė-Brėtlingis</i>	<i>Strimelė-Brėtlingis</i>
Pavasaris	0,39	0,46	0,97
Vasara	0,95	0,95	0,99
Ruduo	0,78	0,96	0,8

Tiriant selektyvumą (V-indekso reikšmės pateiktos 2 lent.), paaiškėjo, kad iš visų mitybinių objektų, visos žuvų rūšys teikė pirmenybę kalanoidams *Eurytemora* (ypač vasaros metu), taip pat šakotaūsiams *Bosmina* (rudenį). Visuomet, išskyrus pavasarį, pasižymėjo neigiamu selektyvumu *Acartia*. Irklakojams *Temora* nei teigiamos, nei neigiamos preferencijos nerodė. V-indekso reikšmės visiems mitybiniam objektams tiek 2009, tiek 2010 m. reikšmingai nesiskyrė, kas papildoma įrodymus, jog tam tikros zooplanktono rūšys kaip maisto šaltinis žuvims yra priimtinesnės nei kitos.

Trispyglės dyglės, strimelės bei brėtlingio mitybos selektyvumo pagrindiniams mitybos objektams (V-indekso) reikšmės skirtingais sezonais

		Acartia	Eurytemora	Temora	Bosmina
Pavasaris	Strimelė	0.78	0.17	0.21	0.00
	Brėtlingis	0.62	0.28	0.12	0.28
	Tr dyglė	0.63	-0.04	-0.07	0.45
Vasara	Strimelė	-0.31	0.58	-0.01	-0.07
	Brėtlingis	-0.29	0.58	-0.09	0.06
	Tr dyglė	-0.06	0.39	-0.20	0.22
Ruduo	Strimelė	-0.03	0.17	0.13	0.52
	Brėtlingis	-0.22	0.22	-0.08	0.66
	Tr dyglė	0.00	0.23	0.11	0.42

Rezultatų aptarimas ir išvados. Baltijos jūros planktofagių žuvų – strimelių, brėtlingių bei dyglių – mityba jūros pelagialėje kinta priklausomai nuo sezono. Mitybos persidengimo reikšmės (C_H) yra aukštos, rodančios potencialiai reikšmingą konkurenciją tarp šių planktofagių, netgi tarp mažų trispyglių dyglių ir didesnių strimelių. Selektivumas skirtingais metais kinta nežymiai, tad visos trys žuvų rūšys teikia pirmenybę toms pačioms zooplanktono rūšims.

Šis tyrimas, kartu su naujausia literatūrine medžiaga, pateikia įrodymų, kad trispyglės dyglės gali būti funkciškai svarbios Baltijos jūros pelagialėje, ir į jų galimą įtaką mitybiniams tinklams turėtų būti atsižvelgta rengiant populiacijų valdymo planus bei siekiant geros aplinkos būklės Baltijos jūroje.

Literatūra

- Bergström U., Olsson J., Casini et al. 2015. Stickleback increase in the Baltic Sea – A thorny issue for coastal predatory fish. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 163(June), 1–9.
- Byström P., Bergström U., Hjalten et al. 2015. Declining coastal piscivore populations in the Baltic Sea: Where and when do sticklebacks matter? *Ambio*, 44(S3), 462–471.
- Díaz-gil C., Werner M., Lövgren et al. 2014. Spatio-temporal composition and dynamics of zooplankton in the Kalmar Sound (western Baltic Sea) in 2009–2010, 6095(August), 323–335.
- Horn H.S. 1966. Measurement of “overlap” in comparative ecological studies. *The American Naturalist* 100, 419–424.
- Pearre S. 1982. Estimating prey preference by predators: uses of various indices, and a proposal of another based on c_2 . *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39, 914–923.

NAUJOS MAUDYKLOS KURŠIŲ MARIOSE - SISTEMINIŲ POŽIŪRIŲ GRINDŽIAMOS STRUKTŪROS TAIKYMAS KRANTO ZONOS TYRIMAMS IR VALDYMUI

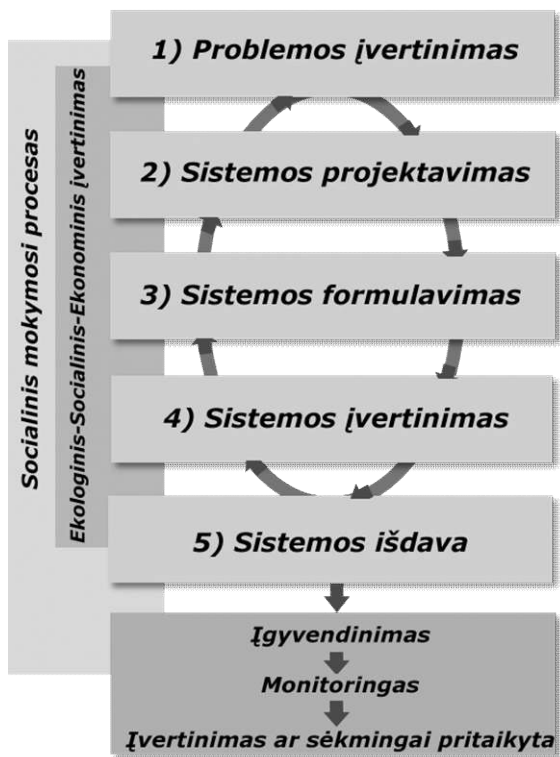
**Marija Katarzytė¹, Natalja Čerkasova^{1,3}, Georg Umgieser^{2,4},
Gerald Schernewski^{1,5}, Eglė Baltranaitė¹, Simona Liaugaudaitė¹,
Jovita Mėžinė^{2,3}**

¹Klaipėdos Universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ³ISMAR-CNR, Institute of Marine Sciences, Venecija, ⁴Leibniz Institute for Baltic Sea Research, Warnemünde
marija.katarzyte@jmtc.ku.lt

Įvadas. Taikyti sisteminiu požiūriu grindžiamą struktūrą (*angl.* Systems Approach Framework (SAF)) kranto zonos tyrimams ir valdymui pradėta palyginti neseniai (Hopkins et al., 2011). SAF metodo tikslas – gauti apie kompleksiskai veikiančią sistemą kaip galima daugiau informacijos. Nuo tradicinio mokslinio metodo, kuris orientuotas į tiriamąjį objektą, šis metodas skiriasi labiau į problemą orientuotais tyrimais reikalaujančiais holistinio požiūrio. Istoriskai susiklostė, kad taikant mokslinį metodą buvo sukaupti dideli duomenų kiekiai apie sistemos biotinę ir abiotinę sudėtį ir palyginus mažai dėmesio skirta jų sąveikoms aukštesniuose lygmenyse.

Metodai. SAF metodo taikymas kranto zonos tyrimams ir valdymui susideda iš sekančių žingsnių (1 pav.):

1. Problemos įvertinimo, kai įvertinus problematiką (dalyvaujant suinteresuotoms šalims ir valdytojams) sutariama dėl politikos/valdymo galimybių ir indikatorių;
2. Sistemos projektavimo, kai remiantis svarbiomis socio-ekosistemos sąveikomis kranto zonoje apibrėžiama „virtuali sistema“;
3. Sistemos formulavimo, kai „virtualios sistemos“ ekonominei, socialinei ir ekologiškai dalims kuriami konceptualūs ir simuliaciniai modeliai;
4. Sistemos įvertinimo, kai sujungiamos atskiros modelio dalys, modelis testuojamas ir simuliuojami skirtingi scenarijai;
5. Sistemos išdavos, kai scenarijai pateikiami suinteresuotų šalių ir valdytojų vertinimui.



1 pav. Sisteminiu požiūriu grindžiamos struktūros taikymo schema.

BONUS Balto coast projekte kranto zonos problematikos tyrimams pasirinkta SAF metodika ir pirmiausia remiantis bendrais standartizuotais kriterijais (stiprybių–silpnybių analizę) išanalizuoti Baltijos jūros kranto zonos valdymo gerieji pavyzdžiai. Taip pat kiekviena partnerė šalis šį metodą taiko šiuo metu aktualios kranto zonos problematikos (eutrofikacija, kranto zonos apsauga nuo klimato kaitos poveikio, žuvų išteklių ir produktyvumas, laivininkystė) sprendimams, o Lietuvoje siekiama įvertinti naujų maudyklų įkūrimo galimybę Kuršių marių pakrantėje.

Kuršių marių pakrantė rekreacijai naudota nuo seno ir nors Neringos miesto teritorijoje niekada nebuvo oficialių maudyklų ar paplūdimių Kuršių marių pusėje, maudytis buvo įprasta. Tačiau 1995–2003 metais vasaros sezono metu Klaipėdos sąsiauryje ir prie Nidos buvo viršijamos koliforminių bakterijų normos dėl ko Kuršių marių vanduo ties Nida buvo laikomas netinkamu maudykloms ir maudytis buvo draudžiama.

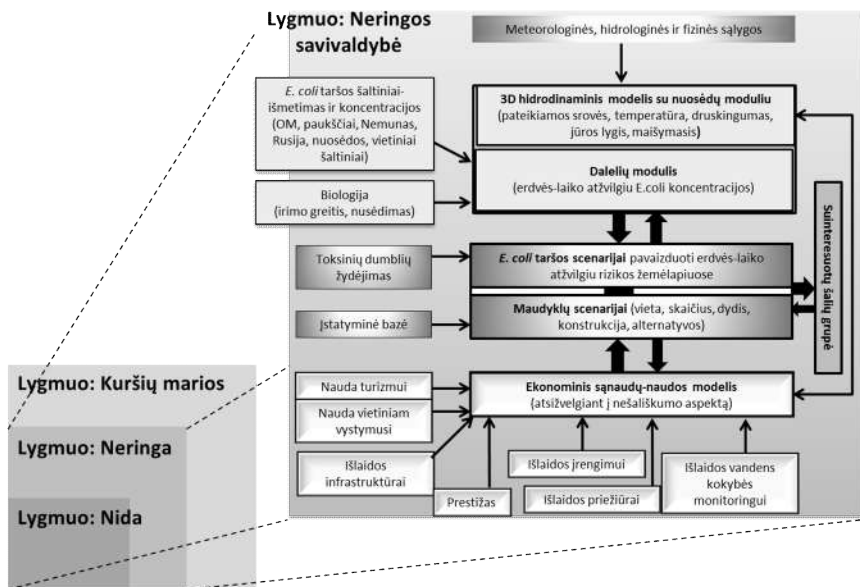
2006 metais priimtas Vyriausybės nutarimas (LR Vyriausybė, 2006) dėl bendros Kuršių marių vandens kokybės gerinimo, ir kaip vienos svarbiausių problemų įvardintos: 1) Kuršių marių eutrofikacija susijusi su į marias patenkančiu azoto ir fosforo kiekiu, bei iš to kylančiu melsvabakterių gausiu žydėjimu ir žuvų dusimu dėl deguonies trūkumo; 2) mikrobiologinė tarša žmogaus ar gyvūnų kilmės fekalijomis. Pagrindiniais taršos šaltiniais įvardinti nepakankamai išvalytos nuotekos bei tarša iš žemės ūkio, kuri lyjant kartu su Nemuno vandens nuotėkiu patenka į Kuršių marias.

Remiantis tarptautiniais sutarimais ir reguliavimais (ES Direktyva, 2006) Lietuvoje ir Europos sąjungoje maudyklų vandens kokybė vertinama matuojant mikrobiologinę taršą: žarninių enterokokų ir žarninių lazdelių kieki. Jeigu jų skaičius viršija nustatytus leidžiamos taršos ribas – laikoma, kad vandens kokybė yra netinkama maudytis dėl padidėjusios rizikos žmogaus sveikatai, nes su fekalinės kilmės tarša gali plisti įvairūs patogeniniai organizmai: bakterijos, virusai, pirmuonys. Remiantis Lietuvos teisės aktais maudyklose taip pat turi būti įvertinti ir kiti vandens rodikliai kaip spalva, paviršiaus aktyviosios medžiagos ir kita (LR sveikatos apsaugos ministerija, 2007).

Šiuo metu Kuršių mariose yra vienas paplūdimys (Kintuose), kuriame nuo gegužės mėnesio iki rugsėjo mėnesio stebima maudyklų vandens kokybė, tačiau rekreacinė veikla vandenyje vyksta ir kitose marių vietose: Svencelėje, kur renkasi kaituotojai, o Neringos miesto planavimo dokumentuose numatyta vieta Nidoje, Kuršių marių pusėje, kurioje turėtų būti atidaryta maudykla.

Rezultatai ir išvados. Neringos miesto savivaldybės planai atidaryti paplūdimį ir anksčiau fiksuota mikrobiologinė tarša buvo pasirinkta kaip problematika, kurią būtų galima efektyviai išspręsti taikant SAF metodiką. Siekiant kaip galima išsamiau įvertinti situaciją, pirmiausia, 2015 metų pavasarį buvo surengtas susitikimas su Neringos savivaldybės administracijos, Kuršių Nerijos nacionalinio parko administracijos ir UAB „Neringos vandens“ specialistais. Susitikimo metu sutarta, kad maudyklos įrengimas Kuršių marių, kurios įšyla greičiau nei Baltijos jūra, pakrantėje, leistų pradėti maudymosi sezoną anksčiau, taip Nidoje subalansuojant turistų srautus. Tų pačių metų gegužės–rugpjūčio mėnesiais, siekiant įvertinti vandens kokybę buvo matuojami žarninių lazdelių (*E. coli*) kiekiai skirtingose Kuršių marių vietose, o gautus duomenis numatoma panaudoti hidrodinaminiam modeliui (2 pav.), kuris leis įvertinti galimą mikrobiologinę taršos sklaidą Kuršių marių priekrantėje.

Sekančiame tyrimo etape buvo apsibrėžtas conceptualus modelis (2 pav.) apimantis ekologinius, socialinius ir ekonominius komponentus bei jų sąveikas, į kuriuos bus atsižvelgta sprendžiant analizuojamą klausimą ir kuriant simuliacinį modelį. Modeliai bus panaudojami imituoti skirtingus alternatyvius problematikai skirtus spęsti scenarijus.



2 pav. Konceptualus naujų maudyklų problematikos modelis.

Tyrimas parengtas pagal BONUS projektą BaltCoast, kuris paremtas BONUS (straipsnis 185), finansuoto EU ir Lietuvos mokslo tarybos.

Literatūra

- Europos Parlamentas. 2006 m. vasario 15 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2006/7/EB dėl maudyklų vandens kokybės valdymo, panaikinanti direktyvą 76/160/EEB.
- Hopkins T.S., Bailly D., Støttrup J. 2011. A systems approach framework for coastal zones. *Ecology and Society*, 16(4).
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. 2007. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „Dėl Lietuvos higienos normos HN 92:2007 „Papildiniai ir jų maudyklų vandens kokybė“ patvirtinimo“. *Žin.*: 2007, Nr. 139–5716.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2006. Dėl Kuršių marių vandens kokybės gerinimo programos patvirtinimo. *Žin.*, 2006. Nr. 71–2629.

ŽUVŲ JAUNIKLIŲ GAUSUMO BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖJE TYRIMAI

Žilvinas Kregždys

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

Išilgai visos Baltijos jūros Lietuvos išskirtinės ekonominės zonos (toliau – LIEZ) pakrantės tęsiasi seklumų zona. Trumpalaikiai fizinių aplinkos veiksnių, tokių kaip vėjas, bangos aukštis bei šviesa, svyravimai čia formuoja unikalias žuvų bendrijas, kurios neaptinkamos jokioje kitoje jas supančioje ekosistemoje.

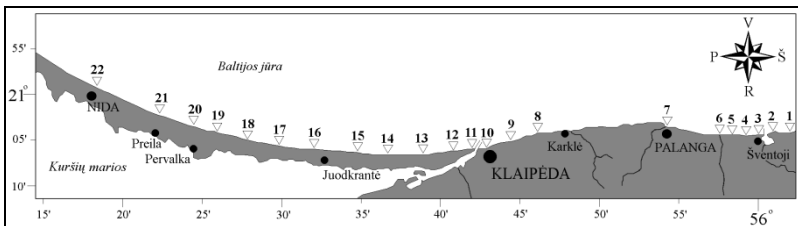
Seklūs priekrantės vandenys tarnauja kaip labai svarbi daugelio žuvų jauniklių augykla. Čia atsigano daugelio apgėlintų vandenų (upinių plekšnių, otų, strimelių, bretlingių, gyvavedžių vėgėlių, mažųjų tobių), o taip pat praėivių (stintų, sykų, žiobrių, perpelių) ir netikrųjų praėivių (starkių, ešerių,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

Šio darbo tikslas: įvertinti atskirų žuvų rūšių jauniklių gausumą bei jo dinamikos 1995–2015 metų dėsningumus ir tendencijas Baltijos jūros priekrantės bangų mūšos zonoje.

Tyrimų metodika. Žuvų gausumas sekliuosiuose priekrantės vandenyse buvo tiriamas “plotų apgaudymo metodu”. Tam buvo naudojama speciali traukiamoji gaudyklė upinių plekšnių ir otų jaunikliams gaudyti bei bradiny (Thoresson, 1993) kitų žuvų rūšių tyrimams.

Abiem būdais pagautos žuvis suskirstomos pagal rūšis ir pristatomos į laboratoriją tolimesnei analizei, pagal visuotinai priimtas metodikas (Thoresson, 1993).

Žuvų gausumo tyrimai 1995–2015 m. rugpjūčio – rugsėjo mėnesiais vykdyti 22-juose pastoviuose tyrimo taškuose (1 pav.) kaskart paimant po vieną mėginį bradiniu bei traukiamąja gaudykle.



1 pav. Žuvų tyrimų vietos 1995–2015 metais.

Kiekviename tyrimų taške buvo matuojama vandens temperatūra ir druskingumas. Hidrologinės sąlygos priklausomai nuo metų ir tyrimo taško skyrėsi ženkliai. Temperatūra varijavo tarp 10,6–23,3 °C, druskingumas buvo nuo 2,8 iki 7,4 ‰.

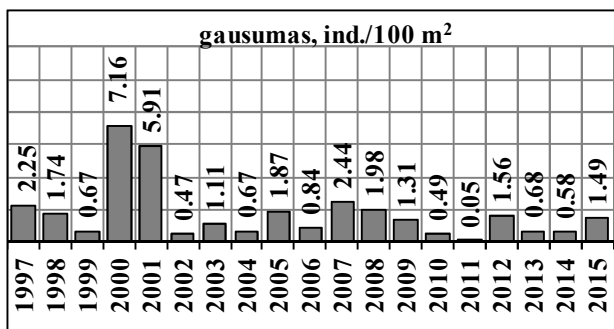
Rezultatai. Taksonominė žuvų analizė parodė, kad Baltijos jūros Lietuvos priekrantės smėlėtuose sėkliuose per tyrimo laikotarpį (1995–2015 m.) buvo aptiktos 33 žuvų rūšys, priklausančios 16 šeimų.

Otas (*Psetta maxima* (Linnaeus, 1758)). Tai viena iš svarbiausių verslinių žuvų rūšių Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje.

Iš pateiktų duomenų matyti, kad 2015 m. otų gausumas buvo daugiau nei 2 kartus didesnis negu 2014 metais.

Pažymėtina, jog otų jauniklių tankumas tyrimų rajone per visą stebėjimų laikotarpį ženkliai padidėjęs buvo tik du kartus, t. y. 2000–2001 metais, tuo tarpu kitais metais jų gausumas svyravo 0,05–2,44 ind./100 m² ribose (2 pav.).

2015 metų otų jauniklių tankumo duomenys priekrantėje rodo, jog neršto sąlygos minėtu laikotarpiu buvo nepalankios, nes tokia gausi karta kaip 2000–2001 m. nesusiformavo (2 pav.).

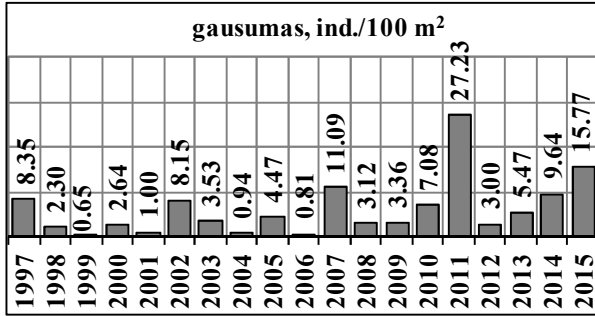


2 pav. Otų jauniklių gausumo dinamika priekrantės sėkliuose 1997–2015 metų laikotarpiu.

Upinė plekšnė (*Platichthys flesus trachurus* (Duncker, 1892)). Tai vienas iš svarbesnių žvejybos verslo objektų Baltijos jūros LIEZ. Metiniai šių žuvų laimikiai čia dažnai viršija 500 tonų (ICES, 2013).

Upinių plekšnių, kaip ir otų gausumo tyrimus priekrantės sėkliuose pradėta vykdyti nuo 1997 metų. Plekšnių jauniklių gausumas sėkliuose priekrantės vandenyse 2015 metais buvo beveik du kartus didesnis nei ankstesnių metų vidurkis. Upinių plekšnių gausumo dinamika yra cikliška, kuomet santykinai menkas generacijas kas kelerius metus keičia gausios upinių plekšnių kartos (3 pav.).

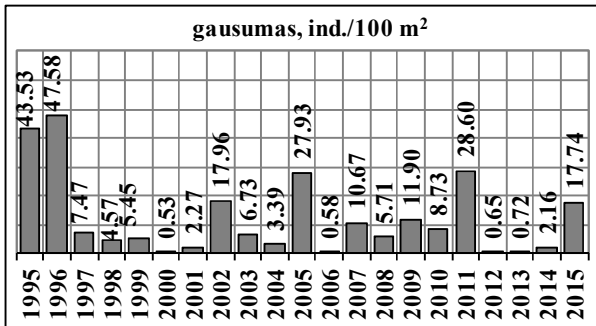
Plekšnių jauniklių gausumo duomenys rodo, jog 2007, 2010–2011 bei 2014–2015 metais neršto sąlygos upinėms plekšnėms buvo palankios, todėl verslinių šių žuvų išteklių pasipildymo jaunais individais prognozės išlieka optimistinės.



3 pav. Upinių plekšnių jauniklių gausumo dinamika priekrantės sėkliuose 1997–2015 metų laikotarpiu.

Stinta (*Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758)). Ji svarbi verslinės ir mėgėjiškos žūklės žuvis. Baltijos jūros LIEZ priekrantėje šios žuvų rūšies laimikiai sudaro nuo 7 iki 47 % bendro sugavimo.

Kadangi tai palyginus trumpo gyvenimo ciklo žuvis (populiacijos pagrindą sudaro 2–3 metų individai), todėl jų ištekliai, o kartu ir versliniai laimikiai gali varijuoti gana plačiose ribose. Taip pat stintų žvejybą priekrantėje riboja orai bei ledų sangrūdos, tad gaudymo sezono trukmė būna skirtinga. Priklausomai nuo metų sugavimai gali svyruoti nuo 20 iki 300 tonų (Švagždys, 2009). Stintų jauniklių gausumo pakrantės sėkliuose tyrimai rodo, kad po nelygiai gausių generacijų 2002–2003, 2005 bei 2007, 2009–2011, 2015 metais sekė palyginti gausios stintų kartos (4 pav.).

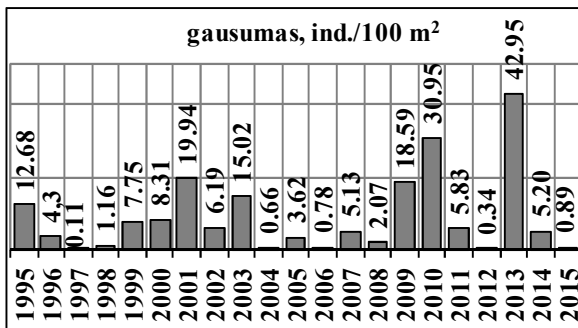


4 pav. Stintų jauniklių gausumo dinamika priekrantės sėkliuose 1995–2015 metų laikotarpiu.

2015 metų mokslinės – tiriamosios ekspedicijos metu vidutinis stintų jauniklių gausumas bradinio laimikiuose siekė 17,74 individus/100 m² ir pirmi metai po trijų metų pertraukos buvo kelis kartus didesnis lyginant su ankstesnių metų gausumo vidurkiu, todėl per ateinančius metus stintų ištekliai gali vėl padidėti.

Bretlingis (*Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1908)). Jų biomasė yra didžiausia iš visų Baltijos jūros žuvų (Margonski et al., 2010).

Šių žuvų jauniklių gausumo tyrimai pakrantės sėkliuose rodo, kad po nelabai gausių 1996–1998, 2004–2008, 2011–2012 metų generacijų sekė palyginti gausios kartos (5 pav.). 2014–2015 metais vėl stebimas bretlingių jauniklių gausumo sumažėjimas. Sprendžiant iš didelio 2009–2010 bei 2013 metų jauniklių gausumo, galima daryti išvadą, kad šių žuvų ištekliai nemažės.



5 pav. Bretlingių jauniklių gausumo dinamika priekrantės sėkliuose 1995–2015 metų laikotarpiu.

Išvados. 2015 m. otų jauniklių gausumas buvo 2 kartus didesnis nei ankstesnių metų vidurkis. Kadangi jau 14 metų iš eilės nesusiformavo nei viena gausi karta, ilgalaikėje perspektyvoje šių žuvų išteklių augimas mažai tikėtinas.

Plekšnių jauniklių gausumas sėkliuose priekrantės vandenyse 2015 metais buvo beveik 2 kartus didesnis nei ankstesnių metų vidurkis. Atsižvelgiant į tai, jog 2011 ir 2014–2015 metais susiformavo gausi karta, manytume, kad šių žuvų išteklių papildymo jaunais individualais prognozės ir toliau išlieka geros.

Vidutinis stintų jauniklių gausumas bradinio laimikiuose 2015 m. siekė 17,74 individus/100 m² ir po 3 metų pertraukos yra kelis kartus didesnis, lyginant su ankstesnių metų gausumo vidurkiu, tad stintų ištekliai gali išaugti.

Bretlingių gausumas 2015 metais buvo daugiau nei dešimt kartų mažesnis už 1995–2014 metų vidutinį gausumą. Aukštas 2009–2010 bei 2013 metų jauniklių gausumas rodo, kad šių žuvų išteklių mažėjimo neturėtų būti.

Padėka. Dėkoju E. Bacevičiui, M. Špėgiui, D. Norkui ir P. Tamašauskui, kurie padėjo surinkti tyrimų duomenis.

Literatūra

- ICES. 2013. Report of the Baltic Fisheries Assessment Workings Group. ICES CM 2013/ACOM: 10, 279–287.
- Margonski P., Hansson S., Tomczak M.C. et al. 2010. Climate influence on Baltic cod, sprat, and herring stock-recruitment relationships. Progress In Oceanography. Vol. 87, Issues 1–4, 277–288.
- Švagždys A. 2009. Impact of environmental conditions on smelt catch fluctuations in the Nemunas River and the Curonian Lagoon. Ekologija, 55 (3–4), 204–214.
- Thoresson G. 1993. Guidelines for coastal monitoring (Fishery biology). Kustrapport, 36 p.

KLAIPĖDOS UOSTO PLĖTROS ĮTAKA ŠĄSIAURIO HIDROLOGINIAM REŽIMUI

Jūratė Kriauciūnienė, Brunonas Gailiūšis

Lietuvos energetikos institutas, Kaunas

jurate.kriauciuniene@lei.lt

Įvadas. Augantys Klaipėdos uosto krovinių srautai, intensyvėjanti laivyba, didėjantis atplaukiančių laivų tonażas jau dabar įpareigoja realizuoti ilgalaikės uosto plėtros planus. Nuo 1999 m. iki 2012 m. Klaipėdos uosto krovinių apyvarta išaugo daugiau nei dvigubai – nuo 15 mln. t iki 35,5 mln. t jūrinių krovinių. 2013 m. atlikti rekordinės vertės ir apimties Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo gilinimo ir platinimo darbai. Atlikus šiuos gilinimo darbus uosto plotis padidėjo iki 150 m, o gylis atitinkamai iki 14,5 m. Po šių gilinimo darbų padidėjo didžiųjų laivų plaukimo ir manevravimo uoste saugumas, taip pat paties uosto konkurencingumas ir pralaidumas kaimyninių uostų atžvilgiu. Esant tokiems uosto laivybos kanalo parametrams, Klaipėdos uoste sudarytos sąlygos priimti didesnio ilgio ir pločio PostPanamax laivus, kurių ilgis siekia 300 – 310 m, o plotis – 40 m (<http://www.portofklaipeda.lt>).

Sparčiai didėjant krovinių srautams, tikėtina, kad iki 2017 m. esami uosto pajėgumai bus visiškai išnaudoti. Iškilus būtinybė statyti giliavandenį jūrų uostą, kuriame gyliai siektų 17–18 m, o krovinių apyvarta per metus padidėtų iki 50 mln. t. Giliavandenio uosto projekto įgyvendinimas galėtų vykti pagal du scenarijus: uostas plėtojamas pietų kryptimi (gilinant Klaipėdos šąsiaurį, statant naujas ir rekonstruojant senas krantines) bei šiaurės kryptimi (rekonstruojant įplaukos kanalą bei įrengiant krantines Baltijos priekrantėje).

Išorinio giliavandenio uosto įrengimas reikalautų daug investicinių lėšų, todėl buvo nagrinėjamos tik uosto plėtros galimybės pietų kryptimi. 2013–2014 m. UAB "Sweco Lietuva" kartu su Lietuvos Energetikos Institutu (LEI) paruošė Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planą – apie siektiną 17 m gylį. 2014-07-18 Klaipėdos valstybinio jūrų uosto plėtojimo tarybos posėdyje pasirinktas uosto dalinės plėtros variantas.

Šio darbo tikslas – įvertinti parengtus plėtros plano sprendinius, atsižvelgiant į hidrodinamines bei nešmenų pernašos sąlygas ir parinkti tinkamas gamtosaugines priemones.

Metodika. Tiriant Klaipėdos šąsiaurio hidrodinaminių procesų pokyčius dėl Klaipėdos uosto plėtros analizuotos šios pagrindinės alternatyvos:

0 alternatyva – dabartinė šąsiaurio būklė (uosto laivybos kanalas išgilintas iki 14,5 m ir išplatintas iki 150 m, „Smeltės“ laivų apsisukimo vieta išgilinta iki 14,5 m, paruošta akvatorija, reikalinga SGD importo terminalo poreikiams).

1 alternatyva – maksimalios plėtros galimybės įgyvendinus poveikį mažinančias aplinkosauginės priemonės (visos uosto akvatorijos gilinimas ir platinimas iki maksimalių parametrų bei pietų vartų įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje: įplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivybos kanalo gylis – 17 m, plotis – 200 m, akvatorijos laivų apsisukimo baseinų vietose gylis – 17 m, akvatorijos už Kiaulės nugaros salos gylis – 14 m).

2 alternatyva – dalinės plėtros galimybės įgyvendinus aplinkosauginės, poveikį mažinančias priemonės (pasirinktuose akvatorijos sektoriuose gilinimas ir platinimas iki maksimalių parametrų bei pietų vartų įrengimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje: įplaukos kanalo gylis – 17,5 m, laivybos kanalo gylis – 17 m).

Pagal numatytas alternatyvas paruošti Klaipėdos sąsiaurio ir Kuršių marių šiaurinės dalies batimetriniai planai, kurie buvo panaudoti atliekant hidrodinaminį modeliavimą pasitelkus dvimatę skaitmeninio modeliavimo sistemą MIKE 21. Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai nustatyti lyginant dabartinę Klaipėdos sąsiaurio ir šiaurinės Kuršių marių dalies būklę uosto ribose (0 alternatyva) su planuojama būkle (1 ir 2 alternatyvos). Suskaičiuoti vandens debitai Klaipėdos sąsiauryje visoms alternatyvoms, kai tėkmė teka iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Pasirinkti trys vandens lygio skirtumai tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros pagal hidrodinaminio modelio kraštines sąlygas (0,12 m, 0,32 m ir 0,70 m).

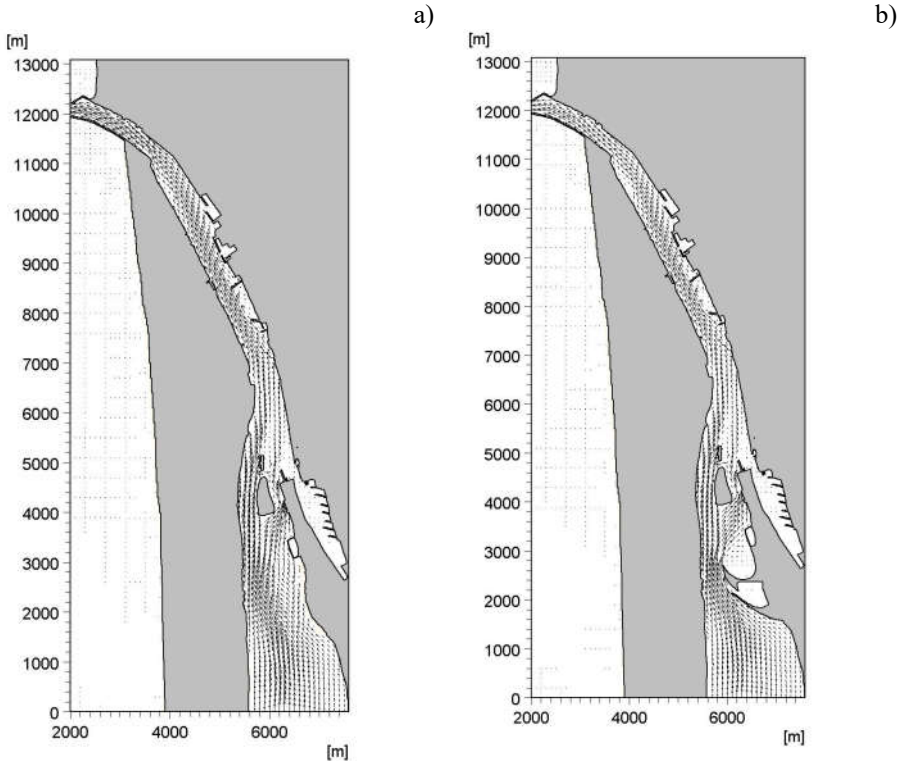
Rezultatai. Esant pasirinktiems lygio skirtumams sąsiauriu pagal 0 alternatyvą atitinkamai tekės 1600, 2700 ir 4200 m³/s debitai. Kai tekės priešingos krypties tėkmė iš Baltijos jūros į Kuršių marias, o lygio skirtumai yra 0,16 m ir 0,66 m, pagal 0 alternatyvą sąsiauriu tekės 1720 ir 3100 m³/s debitai.

Atlikus Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo palyginimą pagal alternatyvas paaiškėjo, kad sprendinių įgyvendinimas pagal 1 alternatyvą (maksimali plėtra, įgyvendinus poveikį mažinančias aplinkosauginės priemonės) padidintų Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą iki 10,4 %, tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 9,7 %, tekant tėkmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, lyginant su 0 alternatyva. Tai reiškia, kad pietų vartų įrengimas gamtosaugos tikslams nepilnai kompensuotų sąsiaurio pralaidumo pokyčius dėl sprendinių pagal 1 alternatyvą įgyvendinimo. 2 alternatyvos atveju (dalinė plėtra įgyvendinus poveikį mažinančias aplinkosauginės priemonės), Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas nežymiai padidėtų iki 1,6 %, tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 1,1 %, tekant tėkmei iš Baltijos jūros į Kuršių marias, lyginant su 0 alternatyva.

Įvertinus Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo tyrimus darytina išvada, kad gamtosauginiu požiūriu Klaipėdos uosto plėtrai palankiausia būtų 2 alternatyva (dalinė plėtra įrengiant pietų vartus). Įgyvendinus sprendinius pagal šią

alternatyvą, Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo pokyčiai neturėtų žymios įtakos Kuršių marių hidrologinėi ir ekologinei būklei.

Klaipėdos sąsiaurio ir šiaurinės Kuršių marių dalies tėkmių struktūros uosto ribose sumodeliuotos visoms nagrinėtoms alternatyvoms, tekant pasirinktiems debitams iš Kuršių marių į Baltijos jūrą bei iš jūros į marias. Tekant skirtingiems debitams iš marių į jūrą (ir atvirkščiai) pagal tą pačią alternatyvą, susidariusi tėkmių struktūra yra panašaus pobūdžio, o skiriasi tik tėkmės greičių absoliutiniai dydžiai. Kai tėkmė nukreipta iš Kuršių marių į Baltijos jūrą pagal 0 alternatyvą, žymus tėkmės greičių padidėjimas nustatytas šiaurinėje kanalo dalyje, akvatorijoje ties UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“ ir UAB „Bega“ bei Kiaulės nugaros salos vakarų protakoje ir akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto už Kiaulės nugaros salos (1a pav.).



1 pav. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės struktūros pagal 0 (a) ir 2 (b) alternatyvas, kai sąsiauriu teka $2700 \text{ m}^3/\text{s}$ debitas iš Kuršių marių į Baltijos jūrą.

Kai tėkmė nukreipta iš Baltijos jūros į Kuršių marias pagal 0 alternatyvą, žymus tėkmės greičių padidėjimas nustatytas šiaurinėje kanalo dalyje, Kiaulės

nugaros salos vakarų ir rytų protakose bei akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto už Kiaulės nugaros salos.

Detaliau palyginti tėkmės pokyčiai pagal alternatyvas, tekant 2700 m³/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą. Lyginat 1 alternatyvą su 0 alternatyva nustatyta, kad tėkmės greičiai sumažės visame laivybos kanale, tačiau žymiai padidės akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto nuo pietų vartų molo iki Kiaulės nugaros salos vakarų protakos. Pagal 2 alternatyvą taip pat bus stebimas tėkmės greičių padidėjimas akvatorijoje prie Kuršių nerijos kranto nuo pietų vartų iki vakarų protakos ties Kiaulės nugaros sala (1b pav.). Pasirinkus šią plėtros plano alternatyvą, būtina suprojektuoti tokią pietų vartų konstrukciją, kad būtų sumažinta galima dugno erozija tiek prie molo, tiek prie Kuršių nerijos krantų. Tokia konstrukcija yra parinkta projekte „Klaipėdos valstybinio jūrų uosto pietinių vartų techninės koncepcijos sukūrimas“.

Išvados. Klaipėdos sąsiaurio tėkmės režimo modeliavimas parodė, kad Klaipėdos jūrų uosto plėtra iki dabartinio laikotarpio jau padidino sąsiaurio pralaidumą 10 %, lyginant su 1996 m. būkle, todėl plėtojant Klaipėdos uostą ateityje bus būtinos gamtosauginės priemonės. 2014 m. paruoštas Klaipėdos uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planas, kuriame numatytos artimiausio laikotarpio Klaipėdos uosto plėtros alternatyvos. Siūloma įgyvendinti plėtros plano sprendinius pagal 2 alternatyvą (dalinės plėtros galimybės įgyvendinus aplinkosaugines poveikį mažinančias priemones), nes šiuo atveju Klaipėdos sąsiaurio pralaidumas padidės nežymiai (iki 1,6 %).

Įgyvendinus Plėtros plano sprendinius pagal 2 alternatyvą galimas tėkmių prieaugis, sukeltantis erozijos židinius prie Kuršių nerijos kranto, akvatorijoje nuo Kiaulės nugaros salos vakarų protakos iki pietų vartų šiaurinėje Kuršių marių dalyje. Taip pat tėkmės greičiai padidėtų akvatorijoje tarp numatytų pietų vartų ir Kuršių nerijos kranto. Todėl parinkta tokia pietų vartų konstrukcija, kad įgyvendinant sprendinius pagal 2 alternatyvą būtų išvengta erozijos procesų akvatorijoje prie pietų vartų bei Kuršių nerijos kranto.

Literatūra

- Projektas „Klaipėdos uosto laivybos kanalo maksimalaus gilinimo ir platinimo galimybių plėtros planas. Hidrodinaminių sąlygų ir nešmenų balanso pokyčių įvertinimas“. Užsakovas: UAB „Sweco Lietuva“. Vykdytojas: LEI. 2013.
- Projektas „Klaipėdos valstybinio jūrų uosto pietinių vartų techninės koncepcijos sukūrimas, įvertinant mažųjų ir pramoginių laivų uosto (marinos) infrastruktūros išvystymą pietinėje Klaipėdos miesto dalyje“. Atsakingas vykdytojas UAB „Sweco Lietuva“, vykdytojai Lietuvos energetikos institutas ir UAB „Sweco hidroprojektas“). 2015.

MIGRUOJANČIŲ STARKIŲ (*SANDER LUCIOPERCA L.*) IDENTIFIKAVIMAS STABILIŲJŲ IZOTOPŲ METODU NUSTATANT MELSVABAKTERIŲ HEPATOTOKSINŲ KONCENTRACIJAS

**Jūratė Lesutienė¹, Justas Dainys², Jūratė Karosienė³, Linas Ložys²,
Renata Pilkaitytė¹, Žilvinas Pūtys², Zita Rasuolė Gasiūnaitė¹**

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda, ²Gamtos tyrimų centro Jūros ekosistemų laboratorija, Vilnius, ³Gamtos tyrimų centro Algologijos ir mikroorganizmų ekologijos laboratorija, Vilnius
jurate.lesutiene@apc.ku.lt

Dalinės migracijos yra svarbios estuarinių žuvų adaptacijai ir išlikimui (Chapman et al., 2011a; Kerr et al., 2012). Migracinė elgsena atsiranda ankstyvame vystymosi periode ir išlieka visam gyvenimui. Iki šiol nėra visiškai aišku kaip tai yra apsprendžiama, manoma, kad migruoja drąsesni individai, tuo tarpu bailesni visą gyvenimo ciklą praleidžia ekosistemoje, kurioje yra gimę (Chapman et al., 2011b). Starkiai (*Sander lucioperca L.*) neršia gėluose upių deltų ir lagūnų vandenyse, dalis jų šiltuoju laikotarpiu migruoja į Baltijos jūrą. Iš dalies tai laikoma adaptacija išvengti konkurencijos dėl maisto (Lehtonen et al., 1996), be to, druskėtame vandenyje yra mažesnės energijos sąnaudos osmotinei reguliacijai, dėl to žuvis užauga iki didesnio svorio ir sukaupia daugiau riebalų atsargų (Ložys, 2004). Skirtingų elgsenos morfų proporcijos populiacijoje gali keistis, tai labai svarbu populiacijos ir išteklių valdymui (Curry et al., 2004), ypač kai žuvis juda tarp akvatorijų, kurios yra nepriklausomi žvejybos reguliavimo vienetai (Saulamo et al., 2005).

Atskirti migruojančius ir sėslius individus dažniausiai naudojama otolitų elementų analizė, anglies, azoto bei deguonies stabilųjų izotopų (SI) analizė (Campana et al., 2000; Truemen et al., 2012). Rečiau yra naudojama sieros stabilųjų izotopų santykio ($\delta^{34}\text{S}$) analizė otolituose, žvynuose ar kituose audiniuose (Weber et al., 2002; Godbout et al., 2010; Swanson et al., 2011). Siera jūros vandenyse ir faunoje yra labiau prisotinta sunkiuoju ^{34}S izotopu nei gėluose (MacAvoy et al., 2000).

Šio darbo uždavinys identifikuoti migruojančius starkingų individus populiacijoje panaudojant sieros ir anglies stabiluosius izotopus bei nustatyti melsvabakterių hepatotoksinų koncentracijas jų audiniuose. Kuršių mariose melsvabakterių koncentracijos yra aukštos, pasitaiko toksinių žydėjimų ir jau žinoma, jog dalis mikrocinų lieka sukaupti sedimentuose (Bresciani et al., 2012; Paldavičienė et al., 2015). Tuo tarpu jūroje melsvabakterių koncentracijos

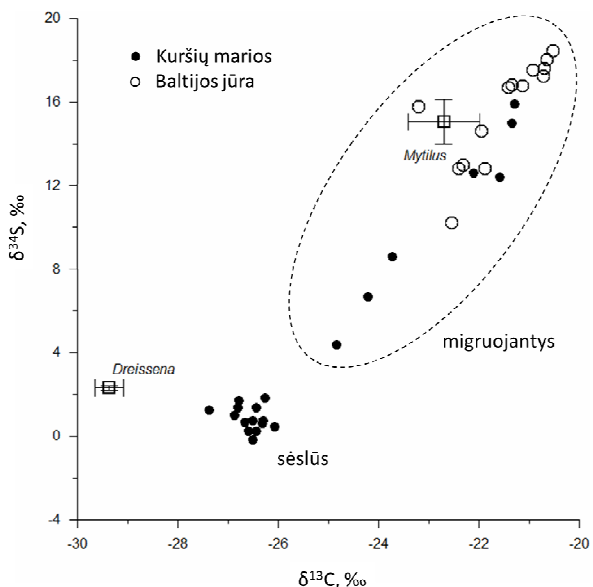
yra žemesnės, todėl yra pagrindo tikėtis, kad jūroje gyvenantys starkingai sukaupia mažiau toksinų.

Metodai. Starkingai SI ir cianotoksinų analizei buvo surinkti iš žvejų žvejojantių Ventės (Kuršių marios) ir Karklės (Baltijos jūra) rajonuose rugsėjo 20 – spalio 16 d., 2014 m. Laboratorijoje išpreparuoti raumens ir kepenų mėginiai džiovinami 60°C 48 h. Mėginiai SIA paruošti taip, kaip nurodyta, pvz., Lesutienė et al. (2014). Mėginių analizė atlikta Kalifornijos Davis'o universiteto laboratorijoje (Stable Isotope Facility, University of California, Davis, CA, JAV).

Cianotoksinais mėginiuose nustatyti Algologijos ir mikroorganizmų ekologijos laboratorijoje (GTC). Prieš analizę mėginiai sutrinami. Žinomas mėginio kiekis (0,1–0,5 g sauso svorio) ekstrahuojamas 75 % metanolyje 24 val. +4°C temperatūroje. Mėginiai centrifuguojami 15 min. 4500 aps./min. greičiu. Gautas supernatantas skiedžiamas distiliuotu vandeniu mažiausiai 15 kartų. Toliau analizė atliekama standartiniu imunofermentiniu (ELISA) metodu naudojant Microcystins-ADDA ELISA testą (Abraxic, JAV) ir laikantis gamintojo protokolo. Plokštelių rinkinyje microcistinų izomerai nėra diferencijuoti, todėl nustatomas bendras microcistinų (MC) ir nodularino (NOD) kiekis, microcistino MC-LR ekvivalentais. Absorbcija matuojama mikroplokštelių fotometru Multiscan RC bangos ilgiui esant 450 nm. Iš viso išanalizuota 70 mėginių.

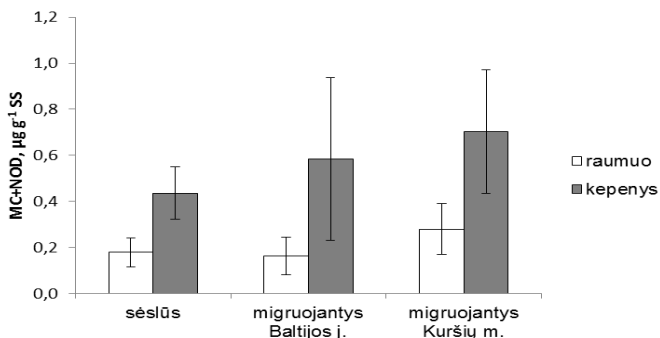
Rezultatai ir aptarimas. Pagal sieros ir anglies izotopų santykį pavyko pakankamai gerai diferencijuoti migruojančius starkingų individus. Jūroje starkingų vidutinės izotopinės žymės yra $\delta^{34}\text{S} = 15,59 \pm 2,50\%$, $\delta^{13}\text{C} = -21,55 \pm 0,84\%$. Tuo tarpu Kuršių mariose išsiskyrė dvi grupės su santykinai homogeniška sėklių individų izotopine žyme ($\delta^{34}\text{S} = 0,86 \pm 0,59\%$; $\delta^{13}\text{C} = -26,57 \pm 0,33\%$), bei išbarstytomis reikšmėmis artimesnėmis jūrinėje aplinkoje gyvenančioms žuvisms (1 pav.).

Visuose tirtuose gyvūnų mėginiuose aptikta cianotoksinų. Kepenyse jų sukaupta 4–5 kartus daugiau negu raumenyse (2 pav.). Priešingai nei buvo galima tikėtis, toksinų koncentracijos sėkliuose Kuršių marių individuose nesiskyrė nuo koncentracijų nustatytų jūroje sugautuose individuose. Cianotoksinų koncentracijos starkinguose, sugautuose Kuršių mariose ir turinčiuose jūrinę izotopinę žymę, buvo aukščiausios ir viršijo rekomenduojamą suvartojimo ribą 0,28 µg/g DW (60kg sveriančiam žmogui suvartojančiam 300 g žuvies per savaitę, t. y. ~43 g/d). Šio reiškinio priežastys nėra aiškios, didesnės cianotoksinų koncentracijos gali būti susijusios su starkingų mityba tarpiniuose vandenyse, kur melsvabakterių koncentracijos yra aukštos ir yra gausūs filtruojančiais moliuskais mintantys juodažiočiai grundalai.



1 pav. Anglies ($\delta^{13}\text{C}$, ‰) ir sieros ($\delta^{34}\text{S}$, ‰) stabilijų izotopų žymės storkiuose ir dvigeldžiuose moliuskuose: *Dreissena polymorpha* reprezentuoja Kuršių marių, *Mytilus trossulus* – Baltijos jūros organinės medžiagos žymes.

Yra spėliojimų apie tai, kad juodažiočiai grundalai sukūrė naują grandį mitybiniame tinkle tarp filtruojančių moliuskų ir plėšrių žuvų (Almqvist et al. 2010), tokiu būdu sudarydami prielaidas sukauptiems toksiniams junginiams tiesiogiai patekti į aukščiausią mitybinės grandinės lygmenį.



2 pav. Cianotoksinų koncentracijos (MC+NOD, $\mu\text{g g}^{-1}$ sauso svorio) sėsliuose bei migruojančiuose storkiuose.

Padėka. Šis tyrimas yra Lietuvos mokslo tarybos finansuojamo projekto „Cianotoksinai Kuršių marių mitybos tinkle ir jų sklaida priekrantės vandenyse“ (MIP – 037/2014) rezultatas.

Literatūra

- Almqvist G., Strandmark A. K., Appelberg M. 2010. Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes*, 89 (1), 79–93.
- Bresciani M., Giardino C., Stroppiana D. et al. 2012. Retrospective analysis of spatial and temporal variability of chlorophyll-a in the Curonian Lagoon *Journal of Coastal Conservation*, 16 (4), 511–519.
- Campana S.E., Chouinard G.A., Hanson et al. 2000. Otolith elemental fingerprints as biological tracers of fish stocks. *Fisheries Research*, 46, 343–357.
- Chapman B.B., Brönmark C., Nilsson J-Å. et al. 2011a. The ecology and evolution of partial migration. *Oikos*, 120 (12), 1764–1775.
- Chapman B.B., Hulthén K., Blomqvist D.R. et al. 2011b. To boldly go: individual differences in boldness influence migratory tendency. *Ecology Letters*, 14, 871–876.
- Curry R.A., Currie S.L., Bernatchez L. et al. 2004. The rainbow smelt, *Osmerus mordax*, complex of Lake Utopia: threatened or misunderstood? *Environ Biol Fishes*, 69, 153–166.
- Godbout L., Trudel M., Irvine J.R. et al. 2010. Sulfur isotopes in otoliths allow discrimination of anadromous and non-anadromous ecotypes of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Environmental Biology of Fishes*, 89, 521–532.
- Kerr L.A., Secor D.H. 2012. Partial migration across populations of white perch (*Morone americana*): a flexible life history strategy adapted for persistence in a variable estuarine environment. *Estuaries and Coasts*, 35, 227–336.
- Lehtonen H., Hansson S., Winkler H. 1996. Biology and exploitation of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in the Baltic Sea area. *Annales Zoologici Fennici*, 33, 525–535.
- Lesutienė J., Bukaveckas P.A., Gasiūnaitė Z.R. et al. 2014. Tracing the isotopic signal of a cyanobacteria bloom through the food web of a Baltic Sea coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 138, 47–56.
- Ložys L. 2004. The growth of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) under different water temperature and salinity conditions in the Curonian Lagoon and Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514 (1), 105–113.
- MacAvoy S.E., Macko S.A., McIninch S.P. et al. 2000. Marine nutrient contributions to freshwater apex predators. *Oecologia*, 122, 568–573.
- Paldavičienė A., Zaiko A., Mazur–Marzec H. et al. 2015. Bioaccumulation of microcystins in invasive bivalves: a case study from the boreal lagoon ecosystem. *Oceanologia*, 57, 93–101.
- Saulamo K., Thoreson G. 2005. Management of pikeperch migrating over management areas in a Baltic archipelago area. *Ambio*, 34 (2), 120–124.
- Swanson H.K., Kidd K.A., Reist J.D. 2011. Quantifying importance of marine prey in the diets of two partially anadromous fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68 (11), 2020–2028.
- Weber P.K., Hutcheon I.D., McKeegan K.D. et al. 2002. Otolith sulfur isotope method to reconstruct salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) life history.

TEREFTALIO RŪGŠTIES LIKUČIO PAŠALINIMO IŠ POLIMERINIŲ MEDŽIAGŲ PAKUOČIŲ TYRIMAS

Dovilė Metrikaitė¹, Jolanta Janutėnienė², Audra Skaisgirienė²

¹Aleksandro Stulginskio universiteto Mechanikos katedra, Akademija, Kauno r.

²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto

Inžinerijos katedra, Klaipėda

dovile.metrikaite@gmail.com

Įvadas. Europoje panaudojamų ir perdirbamų pakuočių atliekų procentą reglamentuoja Europos Sąjungos Direktyva Nr. 94/62/EB. Perdirbimui skirtose polimerinių medžiagų pakuotėse gali būti ankstesnio naudojimo medžiagų likučių, teršalų, tačiau tokių atliekų pridavimas perdirbimui yra reglamentuojamas (Komisijos reglamentas Nr. 2023/2006). Mechaninio perdirbimo metu svarbūs faktoriai: frakcijos grynumas (Navarro et al., 2008; Carvalho et al., 2009), temperatūros pokytis, maišymo greitis. Cheminio perdirbimo metu poliamidai, poliesteriai, PET depolimerizuojami, naudojant alkoholizę, glikolizę, hidrolizę, ir tuo pasiekiamas aukštas konversijos laipsnis (Garforth et al., 2004). Perdirbimo metu gauti produktai gali būti panaudoti kaip žaliava tolimesniems pramonės procesams ar kaip pradinė žaliava asfalto gamybai (Serrano et al., 2001; Achilias et al., 2007; Huang et al., 2007; Zassa et al., 2010). Polimerinių medžiagų perdirbimui galima naudoti subkritinius ir superkritinius skysčius (Goto, 2009; Vakili et al., 2010). Cheminio perdirbimo metu polimerai paverčiami į pirminius monomerus ar kitas svarbias antrines žaliavas (Garforth et al., 2004).

Tereftalio rūgšties (TPA) teršalai polimerinėje pakuotėje turi įtakos polimerinių medžiagų perdirbimo procesams: jei taikomas mechaninio perdirbimo procesas – gali susidaryti su oru degus mišinys (didesnė nei 0,05 g/l TPA miltelių koncentracija atmosferoje su mažiausiai 12 % deguonies tūrio); taip pat naudojant miltelius galimas aukštos įtampos statinės elektros kaupimasis (Tereftalio rūgšties saugos duomenų lapas, Intercontinental Quimica, S.A.). Jei taikomas cheminis perdirbimo procesas – susidaro įvairūs junginiai, kurie gali kelti pavojų gamtinei aplinkai, todėl būtinas nuotekų valymas.

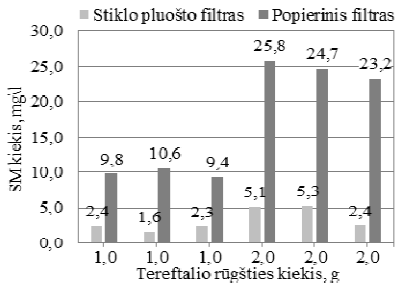
Galimi keli konteinerių pakuočių atliekų valymo sprendimo būdai (Mancini et al., 2010). Vienas iš jų, kad polimerines pakuotes galima plauti su amonio hidroksido tirpalu žemesnėje kaip 35°C temperatūroje. Tirpale susidaro mono-, diamonio tereftalato druska, kurią rūgštinimo proceso metu „išlaisvinama“ TPA ir toliau separuojant susidaro TPA nuosėdos. Susidariusių amonio tereftalato kristalų dydis priklauso nuo amonio hidroksido tirpalo koncentracijos.

Šio darbo tikslas eksperimentiškai ištirti beatliekinės technologijos sąlygas, pašalinant TPA miltelių atliekas iš polimerinės pakuotės. Pasirinkta valymo technologija: plovimas amonio hidroksido tirpalu, filtrato paruošimas pagal nuotekoms keliamus reikalavimus, iškritusių nuosėdų kaitinimas ir pirminių medžiagų gavimas bei TPA grąžinimas į gamybos procesą.

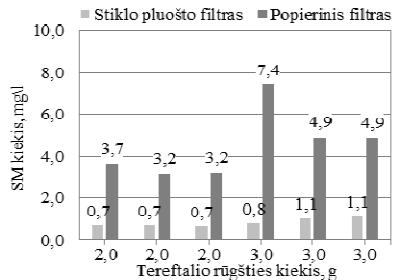
Eksperimentinių tyrimų metodika. Sudaryta tyrimų metodika pagrįsta normatyviniais dokumentais. TPA valymo iš polimerinės pakuotės metodika: tereftalio rūgšties milteliai buvo plaunami amonio hidroksido tirpalu ne aukštesnėje kaip 35 °C temperatūroje. Skendinčios medžiagos (SM) buvo nustatytos pagal standartinę metodiką (LAND 46-2007). Plovimo proceso nuotekos su susidariusia druska (mono-, diamonio tereftalato) buvo filtruojamos esant pastoviam slėgių skirtumui arba esant pastoviam filtravimo greičiui.

Atlikti eksperimentiniai tyrimai: 1) keičiant TPA kiekį nuo 1 iki 3 g, kai naudojamas 1 % 50 ml NH₄OH tirpalas, filtruojant per popierinį (mėlyna juosta, d – 90 mm) ir stiklo pluošto filtrą (MG C tipas, porų tankis 1,2 μm; santykinis svoris 52 g/m², filtrų storis 0,26 mm); 2) keičiant TPA kiekį nuo 2 iki 10 g, kai naudojamas 2 % 100 ml NH₄OH tirpalas. Kiekvienos pasirinktos TPA kiekio ir amonio hidroksido tirpalo koncentracijos tirpalai buvo ruošiami po 3 vienodus mėginius, o kiekvieno tiriamojo mėginio filtras prieš filtravimą ir po jo buvo sveriamas po 3 kartus. Buvo matuota kiekvieno filtrato pH ir temperatūra, filtravimo laikas.

Eksperimentinių tyrimų rezultatai. Eksperimento metu filtravimo laikas naudojant 50 ml 1 % amonio hidroksido tirpalą: per stiklo pluošto filtrus svyravo 16÷21 s ribose; per popierinį filtrą, svyravo 540÷635 s ribose. Naudojant 100 ml 2 % amonio hidroksido tirpalą filtravimo laikas per stiklo pluošto filtrus svyravo 21÷31 s ribose.



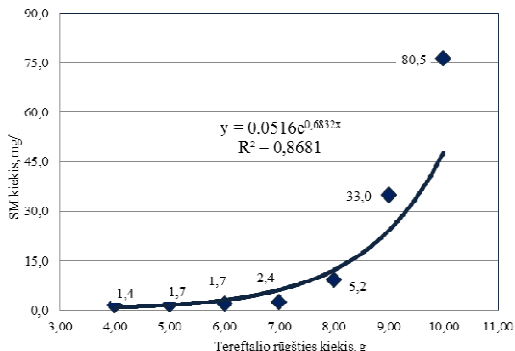
1 pav. SM kiekis naudojant skirtingus filtrus, 50 ml 1 % amonio hidroksido tirpalą.



2 pav. SM kiekis naudojant skirtingus filtrus, 100 ml 2 % amonio hidroksido tirpalą.

Tyrimais nustatyta, kad filtruojant popieriniais filtrais rezultatai nepatikimi, didelės paklaidos, tam įtakos turi atmosferos drėgnumas,

temperatūra ir kiti parametrai. Naudojant stiklo pluošto filtrus, rezultatai svėrimo metu išliko stabilūs, variacijos koeficientas neviršijo 15 proc. Dėl to tolesniems tyrimams pasirinkti tik stiklo pluošto filtrai. Nustatyta eksponentinė priklausomybė tarp tereftalio rūgšties kiekio tirpale ir filtrato kiekio (3 pav.). SM kiekis išauga, kai TPA kiekis tirpale viršija 8 g. Daroma prielaida, kad susidarė diamonio tereftalato druska, kuri ir lėmė SM kiekio padidėjimą.



3 pav. SM kiekis naudojant stiklo pluošto filtrą, 2 % 100 ml amonio hidroksido tirpalą.

Didinant TPA kiekį tirpale, filtrato pH mažėjo, o esant 10 g TPA, pH vertė buvo lygi 8,7. Šiam rezultatui turėjo įtakos diamonio tereftalato druskos susidarymas, kurio metu hidroksido jonų sumažėjo – tai turėjo įtakos pH reikšmei.

Tyrimų rezultatų apibendrinimas. Atlikus eksperimentinius tyrimus, nustatyta, kad esant skirtingiems filtrams bei filtruojamiems kiekiams (50 ir 100 ml), filtravimo laiko rezultatai priklauso nuo filtro tipo parinkimo ir filtruojamo tirpalo koncentracijos. Analizuojant duomenis (2 ir 3 pav.), galima pastebėti, kad didėjant tereftalio koncentracijai didėja amonio tereftalato nuosėdų kiekis. Naudojant 50 ml 1 % NH_4OH tirpalą, stiklo pluošto filtrą, didinant TPA kiekį nuo 2,00 iki 3,00 gramų, padidėjo SM kiekis. Daroma prielaida, kad galėjo turėti įtakos susidariusi diamonio tereftalato druska (prisotinta amonio jonais). Matavimo rezultatai patikimi, rezultatų variacijos koeficientas 7,01 %. Naudojant popierinį filtrą gauti nepatikimi rezultatai dėl popieriaus savybių – reaguoja su OH^- jonais. Kai naudojamas 100 ml 2 % amonio hidroksido tirpalas, nustatyta, kad didėja SM kiekis, didinant TPA kiekį. Kai naudojamas stiklo pluošto filtras, TPA kiekis kito nuo 7,00 g iki 10,00 g, matavimų variacijos koeficientas svyruoja nuo 11,03 % iki 5,17 %. Analizuojant gautus SM rezultatus (3 pav.), kai buvo naudojamas tik stiklo pluošto filtras, 2 % 100 ml amonio hidroksido tirpalas, galima teigti, jog SM kiekis didėja eksponentiškai, koreliacijos koeficientas – 0,87. Temperatūra svyravo $16,7 \div 18,4$ °C ribose,

priklausomai nuo aplinkos temperatūros. Atlikus filtrato pH matavimus, skaitinė reikšmė mažėjo didėjant TPA kiekiui tirpale (nuo 10,61 iki 8,71), nustatyta tiesinė priklausomybė, o koreliacijos koeficientas lygus 0,85.

Išvados. Išanalizavus Europos Sąjungos teisinius norminius dokumentus nustatyta, kad nesureagavę ar ne visiškai sureagavę monomerai, priedai, tarpinės ir pagalbinės medžiagos, katalizatoriai neturi likti galutiniame produkte, o tirpikliai turi būti pašalinti gamybos proceso metu.

Atlikus mokslinių tyrimų analizę nustatyta, kad galimi TPA likučio pašalinimo iš polimerinių medžiagų pakuočių būdai yra plovimas natrio hidroksido, kalio hidroksido, amonio hidroksido tirpalais. Išanalizavus TPA gamybos technologiją bei tereftalio rūgšties susidariusių junginių tirpumą vandenyje bei sąlygas, buvo parinktas amonio hidroksido tirpalas, panaudota beatliekinė technologija, kuri pasižymi TPA grąžinimu į gamybos procesą, atliekant gamybinių nuotekų kontrolę.

Atlikus eksperimentinius SM, pH, temperatūros tyrimus, nustatyta: tereftalio rūgšties likučių išvalymo laipsnis didžiausias pagal SM skaitinę reikšmę yra 76,3652 mg/l, kai naudojamas stiklo pluošto filtras; nustatyta optimali mišinio koncentracija 10 g TPA+100 ml 2 % amonio hidroksido tirpalas; nustatytas filtrato pH $8,71 \pm 0,11$, filtrato temperatūra $16,7 \div 18,4^{\circ}\text{C}$ ribose, t. y. atitiko nuotekų reikalavimuose išdėstytus kriterijus.

Literatūra

- Achilius D.S., Roupakias C., Megalokonomos P. et al. 2007. Chemical recycling of plastic wastes made from polyethylene (LDPE and HDPE) and polypropylene (PP). *Journal of Hazardous Materials*, 149, 536–542.
- Carvalho M.T., Ferreira C., Portela A. et al. 2009. Application of fluidization to separate packaging waste plastics. *Waste Management*, 29, 1138–1143.
- Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 94/62/EB dėl pakuočių ir pakuočių atliekų. OJ L 365, 1994 12 31, 10–23.
- Garforth A.A., Ali S., Hernandez–Martinez J. et al. 2004. Feedstock recycling of polymer wastes. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 8, 419–425.
- Goto M. 2009. Review: Chemical recycling of plastics using sub- and supercritical fluids. *Journal of Supercritical Fluids*, 47, 500–507.
- Huang Y., Bird R. N., Heidrich O. 2007. A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements. *Resources, Conservation and Recycling*, 52, 58–73.
- Komisijos reglamentas (EB) Nr. 2023/2006 dėl medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maistu, geros gamybos praktikos. OL L 384, 2006 12 29, 75–78.
- LR Aplinkos ministro įsakymas „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento LAND 46–2007 „Vandens kokybė. Skendinčių medžiagų nustatymas. Košimo pro stiklo pluošto koštuvą metodas“ patvirtinimo“.
- Mancini S.D., Schwartzman J.A.S., Nogueira A.R. et al. 2010. Additional steps in mechanical recycling of PET. *Journal of Cleaner Production*, 18, 92–100.
- Navarro R., Ferrandiz S., Lopez J. et al. 2008. The influence of polyethylene in the mechanical recycling of polyethylene terephthalate. *Journal of materials processing technology*, 195, 110–116.

- Serrano D.P., Aguado J., Escola J.M. et al. 2001. Conversion of low density polyethylene into petrochemical feedstocks using a continuous screw kiln reactor. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 58–59, 789–901.
- Vakili M.H., Haghshenas Fard M. 2010. Chemical Recycling of Poly Ethylene Terephthalate Wastes [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <[http://www.idosi.org/wasj/wasj8\(7\)10/10.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj8(7)10/10.pdf)>.
- Zassa M.D., Favero M., Canu P. 2010. Two-steps selective thermal depolymerization of polyethylene. 1: Feasibility and effect of devolatilization heating policy. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 87, 248–255.

LEDO DANGOS ĮTAKA VANDENS ATSINAUJINIMO TRUKMĖS VERTINIMUI KURŠIŲ MARIOSE

Jovita Mėžinė^{1,2}, Georg Umgiesser^{1,3}, Petras Zemlys¹,
Christian Ferrarin³, Ali Ertürk⁴, Artūras Razinkovas-Baziukas¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda,
²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ³CNR – Italijos nacionalinės mokslo tarybos, ISMAR – Jūros mokslų institutas Venecijoje, Italija, ⁴Stambulo universiteto Žvejybos fakulteto Gėlųjų vandenų biologijos katedra, Stambulas, Turkija
jovita.mezine@apc.ku.lt

Įvadas. Kuršių marios yra didžiausia Europos lagūna, pasižyminti sudėtinga vandens masių cirkuliacija, veikiama Nemuno nuotėkio, vėjo ir jūrinio vandens pritekėjimo iš Baltijos jūros. Formaliai šią lagūną galima padalinti į dvi dalis (Ferrarin et al., 2008): 1) šiaurinę, kurios hidrodinamika yra nulemta Nemuno upės nuotėkio ir vandens apykaitos tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros; 2) pietinę, kurios hidrodinamiką lemia vėjo poveikis.

Efektyvus tokių sudėtingų sistemų tyrimas ir tvarkymas yra sunkiai įmanomas, jei apsiribojama vien tik matavimų ir stebėjimų rezultatais. Tai reikalauja subtilesnių priemonių, tokių kaip matematiniai modeliai, kurie įgalina mokslininkus susidaryti labiau sisteminių vaizdą apie fizinius, cheminius ir biologinius procesus ir jų sąveiką. Šio tyrimo tikslas buvo remiantis hidrodinaminio modeliu įvertinti Kuršių marių vandens atsinaujinimo trukmę ir jos kaitą priklausomai nuo ledo dangos. Tyrimo rezultatai gali būti svarbūs ekologinės marių būklės vertinimui.

Metodai. Tyrime buvo naudojama modeliavimo sistema SHYFEM (<http://www.ismar.cnr.it/shyfem>). Šią sistemą sudaro baigtinių elementų trimatis hidrodinaminis modelis, transporto ir difuzijos modelis, radiacinės šilumos perdavimo vandens paviršiumi modelis bei kiti daugiausia vandens kokybės modeliai. Detalesnį modelio aprašymą galima rasti (Umgiesser et al., 2004) bei (Zemlys et al., 2013).

Siekiant adekvačiai aprašyti vertikalų druskingumo gradientą ir dvisluoksnį tekėjimą Klaipėdos sąsiauryje tyrimui buvo naudojama trimatė modelio versija. Modelio skaičiavimo gardelę sudarė 2027 elementai ir 1309 mazgai, vertikalčiai išskirta 12 sigma sluoksnių. Tai palyginti grubi gardelė su smulkesniais elementais Klaipėdos sąsiauryje, kur hidrodinaminės sąlygos yra sudėtingesnės. Siekiant adekvačiai aprašyti vandens masių apykaitą Klaipėdos sąsiauryje, modelio gardelė pritaikyta ir Baltijos jūrai iki 35 m gylio izobatos. Vandens atsinaujinimo trukmės skaičiavimai buvo atlikti remiantis Takeoka

(1984) metodologija su pataisymais, kurie aprašyti Cucco ir Umgiesser (2006) bei Cucco et al. (2009) straipsniuose.

Šiame straipsnyje pristatomi dviejų scenarijų rezultatai:

- Pirmasis, toliau vadinamas pagrindiniu, 10 metų skaičiavimas su realiais meteorologiniais ir hidrologiniais duomenimis nuo 2004 m. sausio 1 d. iki 2013 m. gruodžio 31 d.

- Antrasis scenarijus, buvo gautas, iš pirmojo papildomai ledo dangos įtakos modeliavimui panaudojus 2007–2010 metų Jūrinių tyrimų departamento ledo dangos duomenis iš Nidos, Ventės, Uostadvario ir Juodkrantės stočių. Skaičiavimams buvo naudojamos modelio gardelei suinterpoliuotos ledo dangos reikšmės nuo 0 (nėra ledo) iki 1 (pilnas užšalimas) su prielaida, kad Baltijos jūra neužšąla.

SHYFEM modelis buvo taikytas daugelyje studijų, susijusių su kranto sistemomis (Bellafiore et al. 2011; De Pascalis et al., 2011; Ferrarin et al., 2013, Zemlys et al., 2013; Umgiesser et al., 2014). Ankstesnių studijų su aukštesne rezoliucija modelio kalibravimo rezultatai yra pristatyti Zemlio (2013) darbuose. Kadangi šio tyrimo metu buvo naudota kita grubesnė gardelė, buvo atlikta nauja modelio patikra. Hidrodinaminuose modeliuose keletas kintamųjų gali būti naudojami modelio kalibravimui, pvz. vandens druskingumas, vandens temperatūra, vandens lygis arba srovės greitis ir kryptis. Atliekant patikrą tyrimo požiūriu svarbiems kintamiesiems modelio patikros metu buvo apskaičiuotos vidutinės kvadratinės paklaidos (RMSE) ir Pirsono koreliacijos koeficiento (R) reikšmės tarp išmatuotų (Jūrinių tyrimų departamento duomenys) ir sumodeliuotų druskingumo duomenų Klaipėdos sąsiaurio ir Juodkrantės stotyse.

Modelio sudarymui buvo naudoti šie duomenys: 1) vandens druskingumo, temperatūros ir vandens lygio duomenys kraštinėms sąlygoms Baltijos jūroje gauti iš MIKE21 (DHI) hidrodinaminio modelio (laikotarpiui 2004–2006 m.), operacinio Baltijos jūros modelio HIROMB (SMHI) (2007–2009 m.), Vokietijos Leibnico Baltijos jūros tyrimų instituto, Varnemundėje modelio MOM (2010–2013 m.); 2) meteorologiniai duomenys gauti iš ECMWF modelio (2004–2008 ir 2011–2013 m.) ir HIRLAM modelio (2009–2010 m.); 3) Lietuvos hidrometeorologinės tarnybos upių nuotėkio duomenys.

Rezultatai. Modelio patikra buvo atlikta 2004–2010 metams. Patikros pagal druskingumą rezultatai yra pateikti 1 lentelėje. Rezultatai parodė, kad modelis su ledo duomenimis duoda geresnius rezultatus lyginant su pagrindiniu scenarijumi. Nagrinėjant tik 2007–2010 m., kai į modelį buvo įvesti realūs ledo dangos duomenys, koreliacijos koeficientas Klaipėdos sąsiaurio stotyje buvo 0.641 (RMSE=2.3%), o ties Juodkrante – 0.427 (RMSE=2.1 %). Taip pat atskirai pateikti rezultatai tik 2009 m., kad būtų galima palyginti su (Zemlys et al., 2013) studijos rezultatais, kai skaičiavimams buvo naudojama aukštesnės

rezoliucijos gaudelė. Rezultatai rodo, kad modelio rezoliucija turi įtakos aprašant druskingumo kaitą mariose. Ši studija yra pirmasis bandymas SHYFEM modelį pritaikyti ilgalaikiams skaičiavimams Kuršių mariose.

Sezoniniai vandens atsinaujinimo trukmės skaičiavimai parodė, kad mažiausios reikšmės (mažiausia trukmė) yra stebimos pavasarį Nemuno deltoje. Tai sietina su pavasario potvyniais, kai Nemunu yra atnešamas didesnis vandens kiekis. Vasaros laikotarpiu didesnės vandens atsinaujinimo trukmės reikšmės stebimos pietinės Kuršių marių dalies (Rusijos Federacijos, Kaliningrado srities akvatorija) rytiniame krante, didžiausios – pietvakarinėje marių pusėje.

1 lentelė

Modelio patikros pagal druskingumą rezultatai

	Pagrindinis scenarijus (be ledo dangos) 2004–2010 m.	Scenarijus su ledo danga 2004–2010 m.	Scenarijus su ledo danga 2007–2010 m.	Scenarijus su ledo danga 2009 m.	Zemlys et al. (2013) tyrimo rezultatai 2009 m.
Klaipėdos sąsiauris	R=0,584 RMSE=2,433	R=0,596 RMSE=2,386	R=0,641 RMSE=2,312	R=0,675 RMSE=2,131	R=0,74 RMSE=2.3
Juodkrantė	R=0,398 RMSE=2,068	R=0,410 RMSE=2,024	R=0,427 RMSE=2,063	R=0,499 RMSE=1,759	R=0,67 RMSE=1,6

Suvidurkinus visų 10 metų rezultatus, galima pasakyti, kad abiejuose marių dalyse vandens atsinaujinimo trukmė yra mažiausia žiemos metu ir didžiausia vasarą. Šiaurinėje dalyje mažos vandens atsinaujinimo reikšmės stebimo ir pavasarį, kai Nemunu yra atnešamas didelis vandens kiekis. Šiaurinėje dalyje vidutiniškai vanduo atsinaujina per 77 dienas (2 lent.), pietinėje dalyje – apie 200 dienų.

2 lentelė

Apibendrinti vandens atsinaujinimo trukmės skaičiavimų rezultatai (dienų sk.). Skliaustuose pateikiamos pagrindinio scenarijaus be ledo dangos reikšmės atitinkamam laikotarpiui

	Pagrindinis scenarijus be ledo dangos 2004–2013 m.	Scenarijus su ledo danga 2004–2013 m.	Scenarijus su ledo danga 2007–2010 m.	Scenarijus su ledo danga tik žiemos sezonu 2007–2010 m.
Šiaurinė dalis	76,5 ±21,3	76,3 ±21,4	79,7 ±26,3 (80,4)	51,9 ±2,4 (52,7)
Pietinė dalis	193,5 ±55,5	195,1 ±55,0	190,8 ±48,2 (186,6)	175,6 ±33,1 (158,6)
Bendras	151,7 ±45,5	152,3 ±45,2	148,8 ±41,4 (147,4)	125,1 ±20,3 (119,1)

2 lentelėje pateikti 10 metų vandens atsinaujinimo trukmės skaičiavimų rezultatai. Tačiau jei nagrinėtume tik 2007–2010 metų periodą, kai

skaičiavimams buvo naudojami realūs ledo duomenys, bendro vandens atsinaujinimo trukmės rezultatai mažai skiriasi nuo pagrindinio scenarijaus. Atskirai nagrinėjant šiaurinę ir pietinę marių dalį, galima pastebėti, kad pietinėje dalyje ledo danga turi didesnę įtaką. Čia vandens atsinaujinimo trukmė esant ledo dangai pailgėja apie 4,2 paros. Reiktų atkreipti dėmesį į tai, kad 2007 ir 2008 m. žiemos buvo gana šiltos, todėl nėra didelių skirtumų tarp skaičiavimų su ledo danga ar be jos. 2009 ir 2010 m. esant šaltesnėms žiemoms, Kuršių marios buvo pasidengusios ledu ilgiau, todėl pakito ir vandens atsinaujinimo trukmė. Tuomet vandens atsinaujinimo trukmė pietinėje dalyje pailgėjo, o šiaurinėje sutrumpėjo. Tai būtų galima paaiškinti tuo, kad mažiau gėlo vandens iš Nemuno patenka į pietinę dalį ir tuo pačiu sutrumpėja vandens atsinaujinimo trukmė šiaurinėje dalyje.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Skaičiavimų rezultatai parodė, kad trumpiausia vandens atsinaujinimo trukmė yra žiemos ir pavasario sezonais, ilgiausia – vasarą. Šiaurinėje dalyje ji yra stabilesnė, nes čia hidrodinamika priklauso nuo Nemuno nuotėkio, o pietinėje dalyje, kurios hidrodinamika yra nulemta vėjo, trukmė priklausomai nuo metų gali varijuoti labiau.

Ledo danga paprastai neturi didelės įtakos Kuršių marių vandens atsinaujinimo trukmei. Tačiau esant giliai žiemai ir ilgiau išsilaikant ledo dangai, įtaka darosi pastebima. Pastebėta, kad ilgėjant vandens atsinaujinimo trukmei pietinėje dalyje, šiaurinėje dalyje ji sutrumpėja.

Literatūra

- Bellafore D., Guarnieri A., Grilli F. et al. 2011. Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 52 (1–2), 298–321.
- Cucco A., Umgiesser G. 2006. Modelling the Venice Lagoon residence time. *Ecological Modelling*, 193, 34–51.
- Cucco A., Umgiesser G., Ferrarin C. et al. 2009. Eulerian and lagrangian transport time scales of a tidal active coastal basin. *Ecological Modelling*, 220, 913–922.
- De Pascalis F., Pérez-Ruzafa A., Gilbert J. et al. 2011. Climate change response of the Mar Menor coastal lagoon (Spain) using a hydrodynamic finite element model. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. doi:10.1016/j.ecss.2011.12.002.
- Ferrarin C., Razinkovas A., Gulbinskas S. et al. 2008. Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia*, 611, 133–146.
- Ferrarin C., Ghezzi M., Umgiesser G. et al. 2013. Assessing hydrological effects of human interventions on coastal systems; numerical application to the Venice Lagoon. *Hydrology and Earth Systems Science*, 17, 1733–1748.
- Takeoka H. 1984. Fundamental concepts of exchange and transport time scales in a coastal sea. *Continental Shelf Research*, 3, 311–326.
- Umgiesser G., Melaku Canu D., Cucco A. et al. 2004. A finite element model for the Venice Lagoon. Development, set up, calibration and validation. *Journal of Marine Systems*, 51, 123–145.
- Umgiesser G., Ferrarin C., Cucco A. et al. 2014. Comparative hydrodynamics of 10 Mediterranean

- lagoons by means of numerical modeling. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119 (4), p. 2212–2226, doi:10.1002/2013JC009512.
- Zemlys P., Ferrarin C., Umgiesser G. et al. 2013. Investigation of saline water intrusions into the Curonian Lagoon (Lithuania) and two-layer flow in the Klaipėda Strait using finite element hydrodynamic model. *Ocean Science*, 9, 573–584, doi:10.5194/os-9-573-2013.

KURŠIŲ MARIŲ FITOPLANKTONO BIOMASĖS EKOTOKSIKOLOGINIS ĮVERTINIMAS

**Danguolė Montvydienė¹, Jūratė Kasperovičienė¹, Sigitas Šulčius¹,
Tomas Makaras¹, Rokas Rulevičius³, Ričardas Paškauskas^{1,2}**

¹Gamtos tyrimų centras, Vilnius, ²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda,

³Vilniaus universitetas, Vilnius

danguole.montvydiene@botanika.lt

Įvadas. Maisto medžiagų (azoto ir fosforo) prietaka į vandens telkinius yra svarbi gyvybinių procesų palaikymo prielaida. Tačiau tai tampa pakankamai akivaizdžia problema, kai medžiagų srautai nevaldomai didėja, sukeldami nepageidautinas eutrofikacijos pasekmes – hiperintensyvų planktoninių dumblių augimą, vandens „žydėjimą“, deguonies trūkumą, žuvų dusimą ir bioįvairovės kaitą (Vollenweider, 1990). Šalia kitų, aktuali yra ir hidrobiontams bei žmonėms potencialiai toksinių dumblių bei melsvabakterių vystymosi grėsmė, nes vandens „žydėjimas“ ir cianotoksinų išskyrimas į vandenį neretai neatsiejamai gretinami, pabrėžiant nuoseklų priežastingumą (Heisler et al., 2008). Lietuvoje skirtingą antropogeninį poveikį patiriančiuose telkiniuose vandens „žydėjimai“ nėra naujas reiškinys, visgi pirmieji duomenys apie melsvabakterių ir jų toksinų (mikrocistinų) išskyrimo dėsningumus mūsų šalies ežeruose publikuoti tik kiek daugiau nei prieš dešimtmetį (Kasperovičienė et al., 2005).

Kuršių marių vandens „žydėjimo“ reiškiniai ypač suintensyvėjo antrojeje dvidėšimto amžiaus pusėje, kuomet beatodairiškai buvo intensyvinami žemės ūkis ir pramonė. „Žydėjimų“ reiškiniai kartojasi kasmet visoje Kuršių marių akvatorijoje, nors intensyvumas ir trukmė skirtingais metais ir skirtingose vietose būna nevienodi. Per daugiau nei 30 metų vykdomų Kuršių marių stebėjimų laikotarpį nustatyta apie 30 galimai toksinus gaminančių melsvabakterių rūšių. Visgi tyrimų medžiaga rodo, kad dažniausiai „žydėjimą“ sukelia potencialiai toksinės *Aphanizomenon*, *Planktothrix* ir *Microcystis* genčių melsvabakterių rūšys (Olenina, 1998). Esant palankioms sąlygoms vieno iš šių organizmų biomasė gali sudaryti daugiau nei 90 % bendros fitoplanktono biomasės. Kuršių marių eutrofikacijos kontekste kai kurių melsvabakterių (*Aphanizomenon flos-aquae* ir kt.) gebėjimas fiksuoti atmosferos azotą yra ypatingai svarbus dėl papildomo šio elemento srauto į ekosistemą. Preliminariais vertinimais biologinių procesų dėka į Kuršių marias gali patekti arti pusės to kiekio azotinių junginių, kokius savo vandenimis atplukdo Nemunas (Paškauskas ir kt., 2008). Biologinės fiksacijos dėka papildomai patenkantis azoto kiekis savo ruožtu įtakoja ir reguliuoja melsvabakterių bendrijos struktūrą (Monchamp et al., 2014). Nurodoma, kad po intensyvaus *A. flos-aquae* „žydėjimo“ toksinės melsvabakterės *Microcystis aeruginosa* gali įsigalėti kitoje

sukcesinėje fluktuacijos fazėje, nors vėliau rūšys gali ir koegzistuoti (Eldridge et al., 2012).

Visos cianotoksinų nomenklatūros kontekste Kuršių mariose jų įvairovė nėra didelė. Išsamų tyrimų rezultatai parodė, kad daugumoje atvejų dominuoja mikrocininas. Kito stipriai kepenų veiklą slopinančio toksinio peptido – noduliarino buvimas Kuršių marių vandenyje daugiausiai siejamas su sūresnio vandens prietaka iš jūros, kuomet ir susidaro sąlygos čia patekti *Nodularia spumigena* melsvabakterėms (Paldavičienė, 2015). Žmogaus sveikatai pavojingas ribas viršijančios cianotoksinų koncentracijos buvo nustatytos vandens „žydėjimų“ metu, kuomet melsvabakterių bendrijoje dominavo *M. aeruginosa* ir/arba *P. agardhii* (Paldavičienė, 2009). Kadangi fitoplanktono pasiskirstymo ir „žydėjimo“ židinių išsidėstymas Kuršių mariose daugumoje priklauso nuo fizinių veiksnių (Pilkaitytė et al., 2006) neretai pavėjinėse pakrančių pusėse susiformuoja fitoplanktono masės, dažniausiai *Aphanizomenon flos-aquae* santalkos, kurios kelia estetinių ir rekreacijos vystymo problemų. Nors masinio *A. flos-aquae* „žydėjimo“ laikotarpiu melsvabakterių viduląstelių toksinų nustatyta nebuvo (Paldavičienė, 2015) ir, analizuojant šios melsvabakterės dviejų kamienu, išskirtų iš Kuršių marių genomą, mikrocininų sintezę koduojantis genas nebuvo nustatytas (Šulčius et al., 2015a), tačiau priekrantės vandenyje, esant didelėms rūšies biomasės santalkoms, mikrocininų koncentracija buvo iki 300 kartų didesnė, lyginant su toliau nuo kranto stebimais vandens „žydėjimais“ (Šulčius et al., 2015b).

Nesiimant detalizuoti tokių aukštų mikrocinino koncentracijų *A. flos-aquae* santalkose priežasčių, visgi aktualu įvertinti šios biomasės ekotoksikologinį potencialą, kadangi mikrocinino koncentracijos keliolika kartų viršija Pasaulinės Sveikatos Organizacijos maudyklom nustatytas didžiausias leistinas cianotoksinų koncentracijas vandenyje.

Metodai. Fitoplanktono mėginiai surinkti dviejuose taškuose Kuršių marių, Ventės rago akvatorijoje 2015 m. rugsėjo pabaigoje. Dumblių ir melsvabakterių identifikavimui, gausumo ir biomasės įvertinimui vandens mėginiai surinkti batometru iš paviršinio (0,5 m) vandens sluoksnio „žydinčioje“ marių akvatorijoje ir atviroje marių dalyje. Mėginiai fiksuoti 40 % formaldehido tirpalu (galutinė koncentracija 4 %), koncentruoti sedimentacijos metodu (Olrík et al., 1998). Fitoplanktonas analizuotas šviesiniu mikroskopu, naudojant Nageotte skaičiavimo kamerą. Kiekybinė analizė ir biomasė apskaičiuota pagal kiekvienos rūšies gausumą ir individualų ląstelės tūrį remiantis Olřík et al. (1998), Olenina et al. (2006).

„Žydinčio“ vandens akvatorijoje fitoplanktono santalkos ekotoksikologinams tyrimams buvo surinktos planktoniniu tinklu (akučių skersmuo 20 µm), traukiant jį vertikaliai vandens paviršiumi. Sukoncentruota ir užšaldyta –20 °C temperatūroje biomasė buvo liofilizuota. Fitoplanktono biomasės toksiškumo tyrimai atlikti naudojant standartinių biologinių testų kompleksą. Poveikis vertintas pagal bakterijų (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhymurium*) lizės zonų dydį,

dumblių (*Scenedesmus quadricauda*) ląstelių kiekį ir augimo greitį (OECD 201), imobilizuotų ir žuvusių vėžiagyvių (*Daphnia magna*) kiekį (OECD 202) bei aukštesniųjų augalų (*Lemna minor* ir *Raphanus sativus*) augimo greitį, biomasę ir fiziologinius parametrus (OECD 208 & 221). Duomenų analizė atlikta statistine programa STATISTICA Version 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, JAV). 50 % efektyviosios ir letaliosios fitoplanktono biomasės koncentracijos (EC50 ir LC50) apskaičiuotos pagal koncentracijos–atsako kreives, kai $\alpha=0,05$.

Rezultatai. „Žydinčio“ vandens akvatorijoje fitoplanktono santalkų biomasė siekė 335,9 mg/l (1 lentelė). 91,6 % biomasės sudarė *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault melsvabakterės. Atviros marių dalies paviršiniame ir gilesniuose vandens sluoksniuose vyravo melsvabakterės. Atviros marių dalies visame vandens stulpe vyravo melsvabakterės. Tačiau nuo 1 m ir gilyn ženkliai išauga titnaginių dumblių (iki 13,4 %) ir žaliadumblių (iki 41 %) vaidmuo. Atviros marių dalies paviršiniame vandens sluoksnyje bendra fitoplanktono biomasė buvo 12 kartų mažesnė. Didžiausią jos dalį, 13,0 mg/l, sudarė *A. flos-aquae*, nors rūšies santykinė biomasės dalis buvo dvigubai mažesnė nei „žydinčiame“ vandenyje. Šioje tyrimų stotyje išaugo *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek vaidmuo. Jos biomasė sudarė 14,1 %. Priedugniniuose vandens sluoksniuose (3–4 m gylyje) iki 12 % biomasės sudarė sedimentuojančios pavienės ląstelės ir apirusios *Microcystis* spp. kolonijos.

1 lentelė

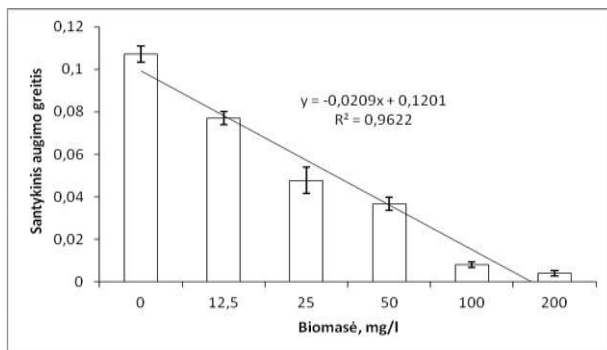
Fitoplanktono biomasė (mg/l) Kuršių marių Ventės rago akvatorijoje, 2015 m. rugsėjis

Taksonai	Fitoplanktono mėginių rinkimo vieta					
	„žydinčio“ vandens zona	Atvira marių akvatorija				
	Gylis, m					
	0,1	0,5	1	2	3	4
<i>Cyanophyceae</i>	321,13	21,86	17,62	10,69	8,16	4,49
<i>Bacillariophyceae</i>	14,02	0,93	1,98	1,42	1,90	0,62
<i>Chrysophyceae</i>	0,35	0,06	0,26	0,06	0,21	0,16
<i>Cryptophyceae</i>	0,01	0,05	0,01	0,05	0,12	0,04
<i>Euglenophyceae</i>	0,01	2,60	0,10	0,01	0,01	0,01
<i>Dinophyceae</i>	–	–	0,01	0,01	0,01	0,73
<i>Chlorophyceae</i>	0,35	3,38	1,06	1,36	3,78	4,21
<i>Iš viso</i>	335,9	28,9	21,0	13,6	14,2	10,3

– rūšys nerastos

Ištyrus Kuršių marių fitoplanktono biomasės įvairių koncentracijų poveikį biologiniams testams nustatyta, kad iš visų tirtų biologinių testų jautriausi jos poveikiui buvo *Scenedesmus quadricauda* (EC50 po 96 val. buvo 7 mg/l s.s.) ir *Lemna minor* (EC50 po 7 parų buvo 24 mg/l s.s.), o mažiausiai jautrūs – *Daphnia magna* (LC50 po 48 val. siekė 114 mg/l s.s.). Tai rodo, kad tirtose fitoplanktono biomasėse yra toksinių medžiagų, kurios nevienodai veikia skirtingo filogenetinio

lygmens organizmus. Galima teigti, kad 2015 m. rugsėjo mėnesį „žydinčio“ vandens zonoje egzistavusi fitoplanktono santalka jautriausiems organizmams buvo toksiška.



I pav. Biomassės (mg/l s.s.) poveikis *Lemna minor* santykiniam augimo greičiui.

Taigi Kuršių marių fitoplanktono biomassės poveikio biologiniams testams tyrimai parodė, kad biomassės santalką sudarantys organizmai išskiria medžiagas, į kurias test-organizmai reaguoja skirtingai, todėl ateietyje tiriant „žydinčio“ vandens santalkų toksiškumą būtina naudoti biologinių testų kompleksą.

Literatūra

- Eldridge S.L.C., Wood T.M., Echols K.R. 2012. Spatial and temporal dynamics of cyanotoxins and their relation to other water quality variables in Upper Klamath Lake, Oregon, 2007–09. U.S. Geological Survey Scientific Investigations. Report 2012–5069. 34 p.
- Heisler J., Glibert P. M., Burkholder J. M. et al. 2008. Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. *Harmful Algae*, 8, 3–13.
- Kasperovičienė J., Koreiviene J., Paskauskas R. 2005. Cyanoprokaryotes and microcystins dynamics in shallow hypertrophic lake (South Eastern Lithuania). *Oceanological and Hydrobiological studies*, 34(3), 93–104.
- Monchamp M-E., Pick F.R., Beisner B.E. et al. 2014. Nitrogen Forms Influence Microcystin Concentration and Composition via Changes in Cyanobacterial Community Structure. *PLoS ONE*. 9(1). doi:10.1371/journal.pone.0085573.
- Olenina I. 1998. Long-term changes in the Kuršių Marios lagoon: Eutrophication and phytoplankton response. *Ekologija*, 1, 56–64.
- Olenina I., Hajdu S., Edler L. et al. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in Baltic Sea. *HEKCOM Balt. Sea Environ. Proc.* 106, 144 pp.
- Olrik K., Boonqvist P., Brettum P. et al. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters, part I. 86. pp. Stockholm: Namrvdsverket.
- Paldavičienė A. 2015. Cyanotoxins and their accumulation in the Curonian Lagoon. Doctoral thesis. Klaipėda: Klaipėdos un-to leidykla.
- Paldavičienė A., Mazur-Marzec H., Razinkovas A. 2009. Toxic cyanobacteria blooms in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon. *Oceanologia*, 51 (2), 203–216.
- Paškauskas R., Pilkaitytė R., Vaičiūtė D. ir kt. 2008. Azotas Kuršių mariose – reikšmė ir viršmai. Jūros ir krantų tyrimai: 2-osios mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga, 2009 04 8–10, Palanga. Klaipėda: Klaipėdos un-to leidykla.

- Pilkaitytė R., Razinkovas A. 2006. Factors controlling phytoplankton blooms in a temperate estuary: nutrient limitation and physical forcing. *Hydrobiologia*, 555 (1), 41–48.
- Šulčius S., Alzbutas G., Kvederavičiūtė K. et al. 2015a. Draft genome sequence of the cyanobacterium *Aphanizomenon flos-aquae* strain 2012/KM1/D3, isolated from the Curonian Lagoon (Baltic Sea). *Genome Announcements*, 3(1). <http://dx.doi.org/10.1128/genomeA.01392-14>, e01392–14.
- Šulčius S., Pilkaitytė R., Mazur-Marzec H. et al. 2015b. Increased risk of exposure to microcystins in the scum of the filamentous cyanobacterium *Aphanizomenon flos-aquae* accumulated on the western shoreline of the Curonian Lagoon. *Marine Pollution Bulletin*, 99 (1–2), 264–270.
- Vollenweider R.A. 1990. Eutrophication: Conventional and non-conventional considerations and comments on selected topics. In: R de Bernardi, G Giussani, L Barbanti (eds), *Scientific perspectives in theoretical and applied limnology*. *Mem Ist Ital Idrobiol.*, 47, 77–134.

JŪROS PAUKŠČIŲ PRIEGAUDOS MAŽINIMUI SKIRTŲ TINKLŲ EFEKTYVUMO PRELIMINARŪS TYRIMAI

**Julius Morkūnas¹, Rory Crawford², Marguerite Tarzia²,
Liutauras Raudonikis¹**

¹Lietuvos ornitologų draugija, Vilnius, ²Birdlife International, Didžioji Britanija
juliusmorkunas@birdlife.lt

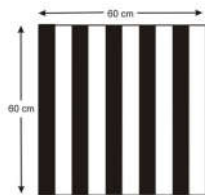
Kasmet pasaulyje žvejbiniuose žiauniniuose tinkluose žūva iki 400 000 jūros paukščių, šis žvejbos įrankis yra jiems pats pavojingiausias. Baltijos jūroje tai plačiai naudojami žvejbiniai tinklai, todėl čia registruojama viena didžiausių paukščių priegaudų (Žydelis et al., 2013), siekianti nuo 100 000 iki 200 000 paukščių per metus. Paukščių priegauda ne tik žaloja paukščius, bet ir žvejai jos nepageidauja, nes įkliuvusius paukščius yra gana sudėtinga išnarplioti, taip gadinami tinklai ir ilgiamos laiko sąnaudos (Ložys ir kt., 2009).

Per paskutinius du dešimtmečius Baltijos jūroje žiemojančių nardančių vandens paukščių sumažėjo iki 60 % (Skov ir kt., 2011; Šniukšta, 2015). Manoma, kad būtent paukščių priegauda žvejbiniais tinklais gali nulemti tokį populiacijų mažėjimą (Žydelis et al., 2013). Ankščiau Lietuvoje atliktų tyrimų metu buvo nustatyta, kad žiauniniuose tinkluose Baltijos jūros priekrantėje daugiausiai žūva ledinės antys (*Clangula hyemalis*), rudakakliai narai (*Gavia stellata*), sibirinės gagos (*Polysticta stelleri*) ir nuodėgulės (*Melanitta fusca*). Taip pat į tinklus įkliūva juodosios antys (*Melanitta nigra*), juodakakliai narai (*Gavia arctica*), ausuotieji kragai (*Podiceps cristatus*) ir alkiniai paukščiai (Dagys, Žydelis, 2002). Iki šiol Lietuvoje ir pasaulyje nėra surasta veiksmingo sprendimo būdo, kaip būtų galima sumažinti paukščių atsitiktinius sugavimus žvejbiniais žiauniniais tinklais.

Lietuvos ornitologų draugija (LOD) kartu su *Birdlife International* 2015–2016 metais išbando modifikuotus padidinto matomumo tinklus. Tyrimo tikslas įvertinti paukščių priegaudos ir žuvų sugavimo efektyvumą modifikuotais ir kontroliniais tinklais.

Metodai. Buvo pagaminti ir priekrantės žvejams duoti naudoti 84 žiauniniai modifikuoti tinklaičiai – 55 ir 50 mm akies dydžio. Ant kiekvieno tinklo kas 4 metrus buvo prikabinomi matomumą didinantys sintetinės medžiagos kvadratai. Kiekvienas kvadratas (60 cm x 60 cm) buvo sudarytas iš dešimties 6 cm pločio ir 60 cm ilgio juodų ir baltų sintetinio audinio juostelių (1 pav.).

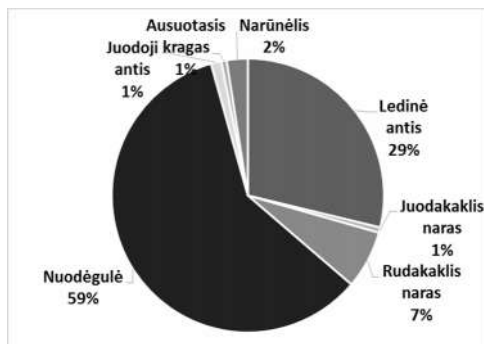
Žvejybai seklesnė nei 15 m gylio vietose buvo gauti specialieji žvejbos leidimai. Modifikuoti tinklai buvo statomi šalia kontrolinių to paties akies dydžio ir ilgio tinklų.



1 pav. Ant žiauninių tinklaičių tvirtinamo kvadrato, didinančio tinklo matomumą, vaizdas.

Atliekant žvejybą, buvo surenkami žuvų sugavimo ir paukščių priegaudos duomenys iš modifikuotų ir kontrolinių tinklų. Apie įkliuvusius paukščius buvo informuojami LOD darbuotojai, o žuvę paukščiai panaudojami moksliniams tyrimams, perduodami zoologijos muziejams.

Rezultatai ir rezultatų aptarimas. Iš šešių žvejų per 2014/2015 ir 2015/2016 metų žiemas buvo gauta 7 rūšių 160 vandens paukščių, žuvusių tinkluose. Dažniausiai į statomus žiauninius tinklus įkliūdavo nuodėgulės (95 ind.), ledinės antys (46 ind.) ir rudakakliai narai (11 ind.) (2 pav.).



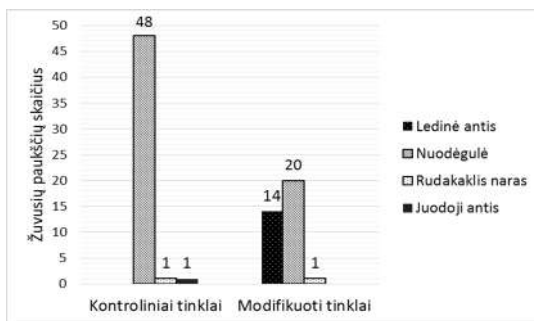
2 pav. Žvejybiniuose tinkluose Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje žuvusių paukščių rūšinė sudėtis.

Daugiausiai paukščių buvo sugauta jūroje ties Kuršių nerija, daugiausia nuodėgulės ir ledinės antys. Tuo tarpu žemyninėje dalyje nuo Olando kepurės iki Palangos daugiausiai sugauta ledinių ančių, rudakaklių narų ir narūnėlių. Didžiausia paukščių priegauda fiksuota menkiniuose 50–55 mm akies dydžio tinkluose. Ledinės antys taip pat sugautos ir smulkiaakiuose 17–18 mm akies dydžio tinkluose.

Ankstesnių tyrimų metu 2001–2002 metų žiemą Lietuvos priekrantėje buvo gausiausiai sugaunamos ledinės antys, nuodėgulės ir narai (Dagys, Žydelis, 2002). Šiomis dienomis priegaudos paukščių rūšių trejetukas nepakito, tačiau į pirmą poziciją pakilo nuodėgulės. Yra stebimas ženklus ledinių ančių

priegaudos sumažėjimas, kas gali būti siejama su ledinių ančių populiacijos mažėjimu Baltijos jūroje (Skov et al., 2011). Išaugusi nuodėgulių priegauda gali rodyti aktyvesnius menkių žvejybos pajėgumus Kuršių nerijos priekrantėje.

Modifikuotų ir kontrolinių tinklų efektyvumas paukščių priegaudos mažinimui skyrėsi – modifikuotais tinklais buvo sugauta 1,5 karto mažiau paukščių nei kontroliniais. Nuodėgulių žuvinas modifikuotuose tinkluose buvo dvigubai mažesnis negu kontroliniuose tinkluose. Po viena rudakaklį narą buvo sugauta ir kontroliniuose, ir modifikuotose tinkluose. Visos ledinės antys (14 ind.) buvo sugautos modifikuotais tinklais, tuo tarpu jų neaptikta kontroliniuose tinkluose (3 pav.).

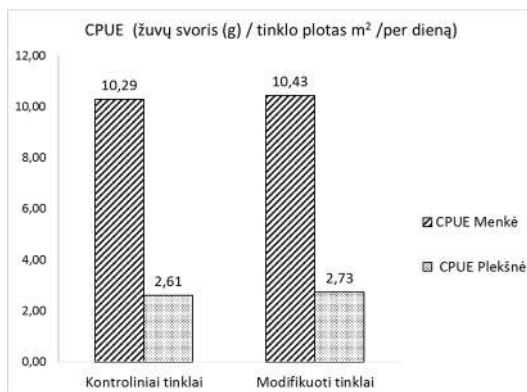


3 pav. Modifikuotų ir kontrolinių tinklų efektyvumas mažinant paukščių priegaudą.

Skirtumai tarp modifikuotų ir nmodifikuotų tinklų gali būti nulemti paties tinklo vizualizacijos padidinimo metodo. Prie tinklo prikabinas juodai baltas kvadratas po vandeniu sekliuose gyliuose yra gerai pastebimas (Martin et al., 2015). Todėl nuodėgulėms tai gali atrodyti kaip vengtina kliūtis. Tuo tarpu ledinės antys po vandeniu esantį juodai baltą kvadratą gali palaikyti savo gentinėmis, nerti link jo ir įsipainioti į žvejybinius tinklus.

Žuvų sugavimai kontroliniuose ir modifikuotose tinkluose rudens sezonu buvo labai panašūs. Modifikuoti ir kontroliniai tinklai menkių ir plekšnių sugaudavo tiek pat (4 pav.).

Žvejyba su modifikuotais tinklais reikalauja daugiau laiko sąnaudų, nes statant modifikuotus tinklus reikdavo plaukti lėčiau, stebint, kad prikabinti kvadratai nesusipainiotų. Tuo tarpu, ištraukiant ar tikrinant modifikuotus tinklaisčius darbo tempas nesiskirdavo nuo darbo su kontroliniais tinklais.



4 pav. Žuvų sugavimai kontroliniais ir modifikuotais tinklais rudens sezonu.

Išvados

1. Lietuvos pakrantėje žiauniniuose tinklaičiuose daugiausiai žūsta nuodėgulės, ledinės antys ir rudakakliai narai.
2. Modifikuoti tinklai su prikabintais juodai baltais kvadratais padeda 1,5 karto sumažinti jūros paukščių priegaudą. Nuodėgulių priegauda modifikuotuose tinkluose daugiau kaip du kartus mažesnė, tačiau modifikuoti tinklai padidina ledinių ančių priegaudą.
3. Žuvų sugavimai modifikuotais ir kontroliniais tinklais rudens sezonu nesiskyrė.

Literatūra

- Ložys L., Vetema M. 2009. Use of by-catch safe fishing gear in pilot project areas. *Biological Conservation*, 145, 148–159.
- Martin G.R., Crawford R. Reducing bycatch in gillnets: a sensory ecology perspective. *Global Ecology and Conservation*. 2015 Jan 31, 3, 28–50.
- Skov H., Heinänen S., Žydelis R. et al. 2011. Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea. *Nordic Council of Ministers, Copenhagen*.
- Šniaukšta L. 2015. Žiemojančių vandens paukščių apskaitų rezultatai Lietuvoje 2015 metais. *Paukščiai*, Nr. 25, 7–10.
- Žydelis R., Dagys M. 2002. Bird bycatch in fishing nets in Lithuanian coastal waters in wintering season 2001–2002. *Acta Zoologica Lituanica*, Vol. 12, Nr. 3, 276–282.
- Žydelis R., Bellebaum J., Österblom H. et al. 2009. Bycatch in gillnet fisheries—An overlooked threat to waterbird populations. *Biological Conservation*. 2009 Jul 31, 142 (7), 1269–81.
- Žydelis R., Small C., French G. 2013. The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. *Biological Conservation*, 162, 76–88.

DARNIOS PLĖTROS SPRENDIMAI IR KOMPLEKSINĖS PRIEMONĖS VERTINANT VANDENS NUOTEKŲ UŽTERŠTUMĄ

Ramutė Naujikienė, Dalė Dzemydienė

Mykolo Romerio universiteto Verslo ir medijų mokykla, Vilnius
riman@mruni.eu, daledz@mruni.eu

Abstraktas. Straipsnyje nagrinėjamos pagrindinės problemos susijusios su aplinkos užterštumo situacijos vertinimu, tinkamų rodiklių paieška, kurie leistų atskleisti vandens užterštumo būklę nutekamuosiuose vandenyse Baltijos jūros regione. Moksliniai šios srities tyrimai skirti įvertinti darnios plėtos reikalavimus nutekamųjų vandenų sektoriaus veikloje.

Raktiniai žodžiai: informacinės sistemos, darni plėtra, vandens taršos rodikliai.

Įvadas. Besivystančioms ir pažengusioms Europos Sąjungos šalims tenka spręsti skirtingos svarbos darnaus vystymosi uždavinius, tačiau prioritetais išlieka nepamatuoto gamtos išteklių naudojimo ir švarios aplinkos išsaugojimo problemų sprendimo uždaviniai. Jau 1992 m. pasaulio viršūnių susitikime Rio de Žaneire buvo suformuluotos darnaus vystymosi nuostatos – priimta darnaus vystymosi įgyvendinimo veiksmų programa „Darbotvarkė 21“ ir deklaracija, kurioje nurodyti pagrindiniai darnaus vystymosi principai. ES darnaus vystymosi strategija buvo patvirtinta 2001 m. Geteborge (Švedija) įvykusiame Europos Tarybos viršūnių pasitarime, kuriame buvo konstatuota, kad darnus vystymasis yra ilgalaikė ES strategija, užtikrinanti švarią ir sveiką aplinką bei gerėjančią gyvenimo kokybę dabartinei ir ateinančioms kartoms.

Stebint dirvožemio taršos procesus ES asocijuotose šalyse narėse, galima vertinti apytikriai 250 000 galinčių teršti veiklos šaltinių. Jei dabartinės dirvožemio teršimo tendencijos visoje ES tęsis, tyrimai rodo, kad iki 2025 m. tarša, kurią privalu išvalyti padidės 50 proc. Nacionalinės ES šalių ataskaitos rodo, kad pvz., sunkieji metalai ir mineralinė alyva yra dažniausiai aptinkami dirvožemio teršalai, o mineralinės alyvos ir chlorinti angliavandeniliai yra dažniausiai pasitaikantys teršalai rasti požeminiuose vandenyse. Nemaža dalis išvalymo išlaidų, apie 35 proc. vidutiniškai skiriama iš viešojo biudžeto sektoriaus. Užtruks dešimtmečius norint išvalyti esamą taršą, o kai kurie taršos procesai intensyvėja, nors ES šalys įpareigotos mokėti pakankamai didelius taršos mokesčius.

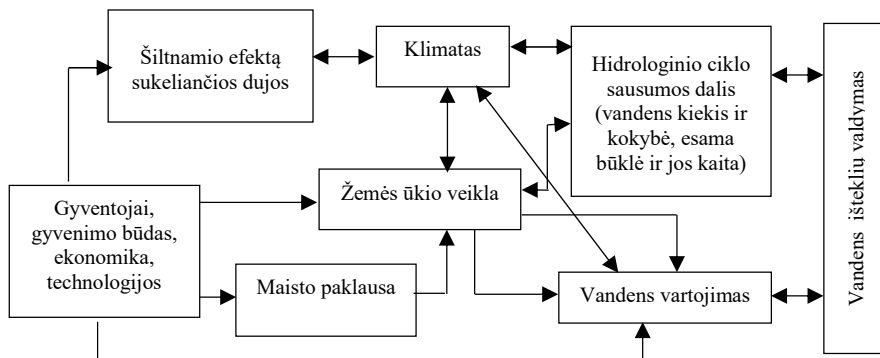
Įgyvendinant darnaus vystymo reikalavimus būtina, kad auganti ekonomika spartintų socialinę pažangą ir gerintų aplinkos būklę, kad socialinė politika skatintų subalansuotos ir darnios ekonomikos augimą, o aplinkos politika būtų ekonomiškai efektyvi. Vienas svarbiausių šios strategijos tikslų –

siekis, kad augant ekonomikai gamtos išteklių naudojimas ir aplinkos tarša nedidėtų arba šie procesai būtų kiek galima lėtesni.

Lietuvos darnaus vystymosi strategija patvirtinta LR Vyriausybės 2003-09-11 nutarimu Nr. 1160. 2006 m. birželio 9 d. priimta darnaus vystymosi strategija buvo atnaujinta LR Vyriausybės 2009 m. rugsėjo 16 d. nutarimu Nr. 1247. kurioje numatoma užtikrinti tinkamą aplinkosaugą – neviršyti ES leistinių taršos normatyvų, laikytis tarptautinių konvencijų reikalavimų, ribojančių aplinkos taršą. Norint įgyvendinti šiuos uždavinius pagrindinį dėmesį reikia skirti mokslinei pažangai, žinioms ir inovacinių aplinkosaugos priemonių įgyvendinimui, kurių pagrindu galima būtų įdiegti naujausias, mažesnę neigiamą poveikį aplinkai darančias technologijas.

Straipsnis skirtas rodiklių paieškai, kurie leistų tinkamiau įvertinti vandens taršos problemas Baltijos jūros regione. Moksliniai šios srities tyrimai skirti įvertinti darnaus vystymo reikalavimų vykdymo galimybes nutekamųjų vandens sektoriaus veikloje.

1. Sprendimai numatantys ekonominės veiklos ir aplinkos apsaugos reikalavimus. Atliekant strateginę analizę, išskirtos trys pagrindinės darnaus vystymosi sritys – aplinkos kokybės ir gamtos išteklių, ekonomikos bei socialinė. Analizuojant aplinkos kokybės sprendimus daugiausia dėmesio skiriama šiems komponentams – orui, vandeniui, klimato kaitai, kraštovaizdžiui ir biologinei įvairovei. Aplinkos kokybei užtikrinti svarbu ir tinkamas atliekų tvarkymas. Ekonomikos plėtra analizuojama pagrindinių ūkio šakų – transporto, pramonės, energetikos, žemės ūkio, būsto ir turizmo – poveikio aplinkai požiūriu; socialinis vystymasis – užimtumo, skurdo ir socialinės atskirties aspektais. Socialinei plėtrai priklauso visuomenės sveikatos, švietimo ir mokslo, kultūrinio savitumo ir tapatumo išsaugojimo, darnaus vartojimo problemos.

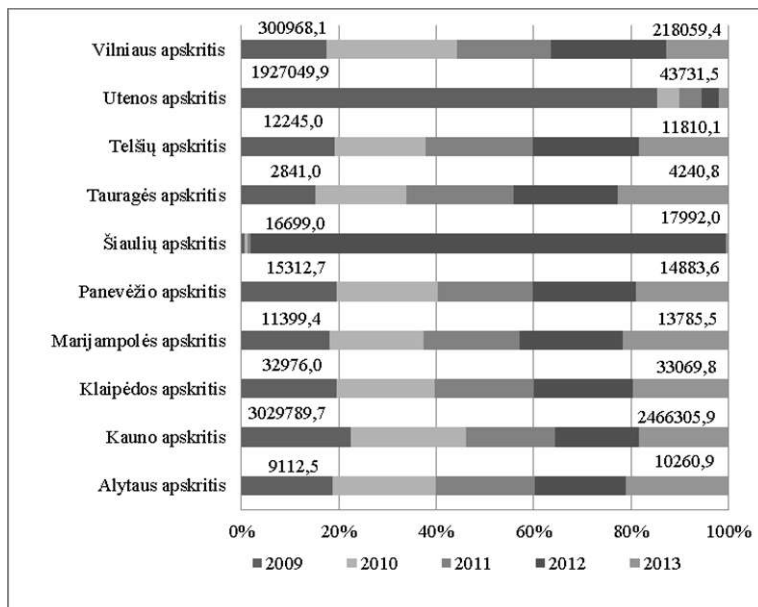


1 pav. Pagrindiniai ekonomikos ir gyventojų daromos veiklos faktoriai, darantys įtaką gėlo vandens ištekliams ir jų valdymui.

Analizuojant visuomenei svarbias vandens kokybes problemas reikėtų atkreipti dėmesį, kad gyventojų veikla – ekonomika, technologijos, vandens išteklių valdymas daro didžiulę tiesioginę įtaką saugiam vandens išteklių naudojimui tiek kiekybės, tiek kokybės prasme (Oki, 2007). Vandens išteklių paklausa priklauso nuo gyventojų gyvenimo būdo, svarbus veiksnys darantis įtaką vandens suvartojimui yra maistas ir jo gamyba (1 pav.).

Norint išsaugoti švarią aplinką, kokybiškus vandens išteklius svarbu efektyviai naudoti valstybės, savivaldybių, privačias ir ES struktūrinių fondų paramos lėšas skirtas aplinkos apsaugai.

2. Ūkio, buities ir gamybos nuotekų išleidimo į paviršinius vandenis taršos apskaita ir rodiklių vertinimas. Paviršinio vandens taršą sudaro ūkio, buities ir gamybos nuotekų išleidimo į paviršinius vandenis procesai. Ieškant tinkamų taršos apskaitos metodų ir jų įvertinimo darant sprendimus, reikėtų atkreipti dėmesį į vandens taršos rodiklius, jų tinkamą pasirinkimą ir įvertinimo priemones. Nesukūrus ir nmodernizavus nuotekų valymo įrenginių ir nuotekų surinkimo tinklų, netaikant daugiau priemonių žemės ūkio taršai mažinti, nepavyks iki reikiamo lygio sumažinti taršos (Dzemydienė et al., 2015). Neskiriant pakankamai lėšų upių baseinų valdymo planų ir priemonių programoms įgyvendinti, nepagerės vandens telkinių būklė.



2 pav. Ūkio, buities ir gamybos nuotekų išleidimas į paviršinius vandenis tūkst. m³ pagal apskritis 2009–2013 m.

Jeigu nebus likviduojamos cheminėmis medžiagomis užterštos teritorijos, gali prastėti ir požeminio vandens būklė. Ūkio, buities ir gamybos nuotekų išleidimas į paviršiaus vandenį pagal apskritis 2009–2013 m. netolygus. Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis (Oficialiosios statistikos..., 2016) nuotekų išleidimas į paviršinius vandenį buvo didžiausi Kauno apskrityje 2009 m. 3029789,7 tūkst. m³, 2013 m. 2466305,9 tūkst. m³, Utenos apskrityje 2009 m. 1927049,9 tūkst. m³, Šiaulių apskrityje 2012 m. atitinkamai 2938537,7 tūkst. m³ (2 pav.). Dauguma kaimiškųjų gyvenviečių gyventojų būstų neprijungti prie nuotekų tvarkymo infrastruktūros. Nuotekas tvarko įvairaus pajėgumo įmonės, daugelis iš jų nepajėgios užtikrinti paslaugų kokybės ir plėtros. Nuotekų tvarkymo paslaugų savikaina kaimo gyvenamosiose vietovėse didėja sparčiau, negu vartotojų pajamos. Daugelis vandens tiekimo įmonių, dirba nuostolingai, nepajėgia investuoti į infrastruktūros tobulinimą ir plėtrą. Vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo infrastruktūros neatitinka poreikių yra neekonomiškos. Įmonės neturi pakankamai lėšų prižiūrėti poreikius atitinkančią infrastruktūrą. Didžiąją dalį vandens telkinių taršos sukelia žemės ūkio veikla, kurios neigiamą poveikį ženkliai sumažinti kol kas nepavyksta (LRV Nutarimas Nr. 1247, 2009).

Baltijos jūros šalių pagrindinis tikslas – pasiekti gerą Baltijos jūros aplinkos būklę. 2013 m. spalio 3 d. Baltijos jūros šalys Lietuva, Latvija, Estija, Lenkija, Vokietija, Suomija, Švedija, Rusija, Danija patvirtino deklaraciją, nusakančią pagrindines Baltijos jūros aplinkos apsaugos problemas ir tikslus.

Norint sumažinti Baltijos jūros taršą konvencijos šalims buvo pateikti Švedijos mokslininkų skaičiavimais grindžiami Baltijos jūros taršos mažinimo rodikliai. Šie rodikliai leido įvertinti šalių daromą taršą į nutekamuosius vandenį ir pateikti reikalavimus mažinti taršą į Baltijos jūrą. Pagal pateiktus skaičiavimus Lietuva iki 2021 m. turėtų sumažinti išmetamų teršalų kiekius į Baltijos jūrą. Kai kurie įsipareigojimai sumažinti cheminių medžiagų sudaro pvz. 8970 tonų azoto ir 1470 tonų fosforo nuotekose sumažinimo apimtis (LR Aplinkos..., 2013).

Išvados. Pagal gautus nutekamųjų vandenių apskaitos ir taršos rodiklių analizės rezultatus ekonominių veiklos subjektų daroma tarša ir įtaka Baltijos jūros regiono užterštumui nemažėja. Teisinis reglamentavimas turėtų numatyti, efektyvesnius apmokestinimo už taršią veiklą būdus. Daugiau dėmesio reikėtų skirti aplinkos apsaugos strateginiam ir taktiniam planavimui, operatyviai kontrolei įgyvendinant ekonominę ir ekologinę pusiausvyrą. Rekomenduojama stebėti daromos taršos poveikį, nuolat tikrinti valymo sistemų darbą ir vykdyti ekologinės pusiausvyros rodiklių apskaitą.

Literatūra

Dzemydienė D., Maskeliūnas S., Miliauskas A. et al. 2015. E-service composition for decision support, based on monitoring of contamination processes and analysis of water resource data.

- Technological and economic development of economy, Vol. 21, No. 6, 869–884, Vilnius Gediminas Technical University, London: Technika Routledge-Taylor & Francis group.
- Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija. 2013. Nauji iššūkiai Baltijos jūrai apsaugoti. [interaktyvus] [žiūrėta 2016 02 04]. <http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=13660>.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. Nutarimas Nr. 1247. „Dėl nacionalinės darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo pakeitimo“ 2009 m. rugsėjo 16 d.
- Oficialiosios statistikos portalas. 2016. [interaktyvus] [žiūrėta 2016 02 04]. <<http://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?id=1175&status=A>>.
- Oki Z. 2007. Freshwater resources and their management. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173–210. [interaktyvus] [žiūrėta 2016 02 24]. <<https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter3.pdf>>.

PAVOJINGI VĖJAI IR REIŠKINIAI KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE

Judita Navašinskienė

Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba Meteorologinių prognozių skyriaus,
Jūrinių prognozių grupė, Klaipėda
judita.navasinskiene@meteo.lt

Pavojingi vėjai daro žalą ne tik pakrančių regionams, bet ir Klaipėdos uostui. Pavojingi reiškiniai – rūkas, jūros garavimas trukdo uosto darbams ir laivų eismui.

Vėjas matuojamas Klaipėdos jūros kranto meteorologinėje stotyje 24 metrų aukštyje atspindi vėjo stiprumą atviroje jūroje ir uosto akvatorijoje. 2008–2015 m. Klaipėdoje vėjai stipresni nei 15 m/s pūtė 731 dienas, vidutiniškai – 91 dieną per metus (1 lentelė). Daugiausia dienų su pavojingais vėjais buvo 2015 metais – 129 dienos. Dažniausiai pavojingi vėjai pūtė sausio, spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesiais – apie 10 dienų per mėnesį, o 2011 metų gruodį net 25 dienas. Vėjas stipresnis nei 20 m/s 2008–2015 metų laikotarpyje pūtė 200 dienų, vidutiniškai 25 dienas per metus, dažniausiai šaltuoju metu laiku.

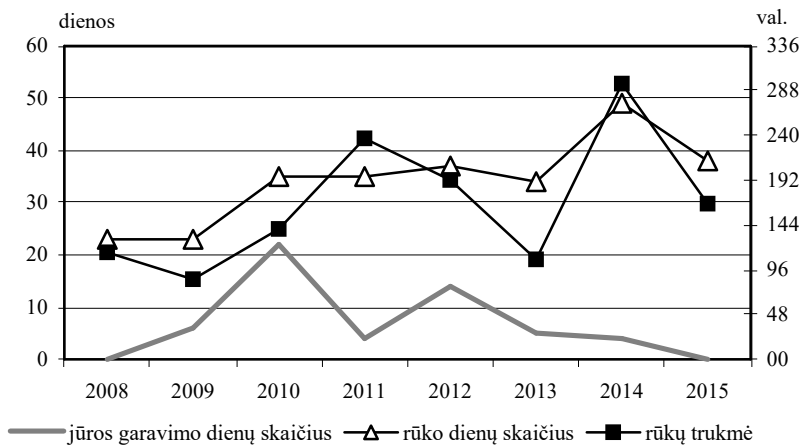
1 lentelė

Dienų skaičius, kai maksimalus vėjo greitis ≥ 15 m/s

Metai/ mėn.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Metinis
2008	19	15	9	2	1	4		5	3	15	17	7	97
2009	11	1	3	2	4	4	4	5	10	10	10	8	72
2010	7	2	7	2	3	3	2	5	10	13	7	12	73
2011	7	10	8	5	2	2		10	11	13	10	25	103
2012	11	9	9	6	2	4	5	7	15	12	13	12	105
2013	7	5	5	5	1	1	6	3	10	9	16	18	86
2014	11	8	6	1	3	5	2	10	5	9	2	4	66
2015	18	11	10	13	9	7	12	1	9	6	16	17	129
Vid.	11	8	7	5	3	4	5	6	9	11	11	13	91

Siaučiant stichiniam vėjui (vėjo greitis 28–32 m/s), patiriama daug nuostolių, fiksuojamos 3–5 metrų bangos uosto vartuose, stabdomas uosto darbas. Tokie smarkūs vėjai Klaipėdos uosto akvatorijoje 2008–2015 metais siautė 14 dienų, nuo 1 iki 3 kartų per metus. Stichinis vėjas nefiksuotas tik 2008 ir 2010 metais.

Rūkai pajūryje gana dažnas reiškinys. Klaipėdoje vidutiniškai per metus buvo 34 dienos su rūkais, daugiausiai 2014 metais – 49 dienos. Dažniausiai rūkai susidarė vasario–balandžio mėnesiais, rečiausiai liepą–rugsėjį. Vidutiniškai per metus rūkai tvyrojo 165 val., ilgiausiai – 2011 ir 2014 metais (1 pav.).



1 pav. Pavojingi reiškiniai 2008–2015 metais.

Jūros garavimas yra siejamas su stipriu atvėsimu ir susidaro šaltuoju metų laikotarpiu (gruodžio–vasario mėn.). Kadangi jūros garavimas yra lokalus reiškinys, tai jis ir ne visada fiksuojamas, labai sunku įvertinti jo intensyvumą bei erdvinį pasiskirstymą. Daugiausiai dienų su jūros garavimu buvo 2010 m. (22 d.) ir 2012 m. (14d.)

Pavojingi meteorologiniai reiškiniai pasižymi tam tikrais sezoniniais dėsningumais – stiprūs vėjai dažniausiai pučia šaltuoju metų laikotarpiu, rūkai dažnesni vasario–balandžio mėnesiais, o jūros garavimas trikdo tik žiemą.

Literatūra

- Galvonaitė A. ir kt. 2007. Lietuvos klimatas. Vilnius, ARX Baltica.
 Gentvilienė A. 1997. Klaipėdos klimatas. Klaipėda: LHMT.
 Klimato žinynas. Stichiniai meteorologiniai reiškiniai. 2000. Vilnius: LHMT.
 Klimato žinynas. Vėjas. 1996. Vilnius: LHMT.
 Navašinskienė J. 2003. Pajūrio klimatas. Klaipėda: LHMT.

PAJŪRIO KOPŲ AUGALŲ EKSPOZICIJA KLAIPĖDOS UNIVERSITETO BOTANIKOS SODE: RŪŠIŲ ĮVAIROVĖ IR TYRIMŲ PERSPEKTYVOS

Rita Nekrošienė, Liuda Razmuvienė

Klaipėdos universiteto Botanikos sodas, Klaipėda
rita_nekrosiene@mail.ru

Įvadas. Jūros pakrančių augalija didesnio susidomėjimo sulaukė XX a. aštuntame dešimtmetyje. Pirmiausia buvo pradėtos tirti pajūrio augalų buveinių ekologinės sąlygos, buvo analizuojamas augalų atsakas į druskos ir padidėjusio azoto kiekį. Nustatyta, kad pajūrio bendrijos yra nestabilios, veikiamos vėjo ir jūros bangų. Sparti smėlio akumuliacija sąlygoja augalų palaidojimą, o bangos ir vėjas – grunto nupustymą ir išplovimą (Ignaciuk, Lee, 1985). Europoje paplūdimio augalai priskiriami *Cakiletea maritima* R. Tx. Et Prsg. 150 – nitrofilų ir halofitų klasei, kuri tarpsta Europos žemyno jūrų pakrantėse nuo subarktinio iki Viduržemio regiono (Westhoff, Schouten, 1979). Pagrindinės rūšys yra *Salsola kali* L., *Cakile maritima* Scop., *Suaeda maritima* (L.) Dumort, *S. vera* L., *Bassia hirsuta* L., *Atriplex littoralis* L., *A. prostrata* L., *Matricaria maritima* (L.) ssp *inodora* (L.) Dostal, *Lepidium latifolium* L. (Davy et al., 2006). Daugelis tokių augalų yra svarbūs ne tik kopų sutvirtinimui, bet gali būti vartojami maistui, pritaikomi želdynuose ir kt. Pavyzdžiui, nustatyta, kad smiltyninė druskė savo audiniuose sugeba kaupti chromą, todėl ją galima naudoti fitoremediacijoje (Gardea-Torresdey et al., 2005). Dėl sudėtingų augimo sąlygų šiuos ir kitus smėlynų augalus yra gana problematiška tirti natūraliose jų augavietėse. Todėl vis dažniau šie augalai tiriami ir *ex situ* aplinkoje.

Tikslas – įvertinti augalų rūšių įvairovę pajūrio kopų buveinių ekspozicijoje Klaipėdos universiteto (toliau – KU) Botanikos sode, apžvelgti šių augalų tyrimų perspektyvas.

Metodai. Atlikta 2015 metų KU Botanikos sodo biologinio turto inventorizacijos duomenų analizė, archyvinių dokumentų bei literatūros analizė. Augalų rūšių sisteminė priklausomybė ir pajūrio smėlynų augalų buveinių tipai nustatyti remiantis literatūra (Gudžinskas, 1999; Stankevičiūtė, 2000; Europinės svarbos..., 2001).

Rezultatai. 2013 metais KU Botanikos sode, maždaug 0,10 ha plote, netoli Danės upės buvo suformuota dirbtinė pajūrio smėlio kopa. Kopai apželdinti augalai buvo renkami įvairiais būdais: kai kurių rūšių augalų sėklos užsakytos iš kitų Europos botanikos sodų, vykdant su jais sėklų mainus, kitų augalų, pirmiausia – vienamečių, pav., smiltyninės druskės (*Salsola kali* L.), pajūrinės stoklės (*Cakile maritima* Scop.) sėklos surinktos Lietuvos pajūrio žemyninėje dalyje, dar kiti, plačiau paplitę augalai, galintys augti ir kituose biotopuose,

perkelti iš kitų KU Botanikos sode esamų kolekcijų: vaistinių ir prieskoninių augalų, žolinių dekoratyviųjų augalų kolekcijų. 2015 metais ekspozicijoje jau buvo galima pamatyti 44 rūšių pajūrio bendrijų augalus. Kol kas daugiausia eksponuojama žolinių augalų. Iš sumedėjusių augalų paminėtini: pajūrinis karklas (*Salix daphnoides* Vill.), raukšlėtalapio erškėtis (*Rosa rugosa* Thunb.). Vertingiausios rūšys ekspozicijoje – tikrieji smėlio buveinių augalai. Vyrauja Europinės svarbos buveinių augalai:

- Užuomazginių pustomų kopų: *Ammophila arenaria* (L.) Link., *Cakile maritima* Scop., *Honckenya peploides* (L.) Ehrh., *Leymus arenarius* (L.) Hochst.
- Baltųjų kopų: taip pat ir užuomazginėse pustomose kopose augantys - *Ammophila arenaria* (L.) Link., *Honckenya peploides* (L.) Ehrh., *Leymus arenarius* (L.) Hochst. bei *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth., *Festuca arenaria* Osbeck., *Lathyrus maritimus* L. (Bigel.), *Petasites spurius* (Retz.) Rechb. ir kt.
- Pilkųjų kopų: *Carex arenaria* L., *Pilosella officinarum* L., *Jasione montana* L., *Thymus serpyllum* L., *Viola littoralis* Spreng. ir kt.

Artimiausioje perspektyvoje kaip tyrimų objektus plačiau planuojama panaudoti tikruosius halofitus: pajūrinę stoklę (*Cakile maritima* Scop.) ir sultingąją jūrasmitę (*Honckenya peploides* (L.) Ehrh.). Planuojama tirti šių rūšių augalų dauginimosi, plitimo galimybes. Tikėtina, kad pajūrinė stoklė gali būti perspektyvus augalas želdynuose, svarbus pajūryje besikuriančių sodybų apželdinime. Tai dekoratyvus, puošnus augalas, kurį galima auginti pakabinamuose induose, alpinariumuose. Kai kurie kiti ekspozicijoje augantys, pirmiausia sumedėję augalai, taip pat stambūs retakeriai, užpustymą ir nupustymą pakeliantys varpiniai augalai bus tiriami ir vertinami kaip svarbūs aplinkosauginę funkciją atliekantys individai. Tyrimuose planuojama panaudoti bioaktyvias medžiagas.

Rezultatų aptarimas. Pajūrio kopų augalų ekspozicija yra viena iš daugelio Klaipėdos universiteto Botanikos sode įrengtų ekspozicijų. Numatyta ekspozicijos plėtra, introdukuojant ne tik vietinės floros bet ir svetimkraščius augalus. Šiuo metu ekspozicija daugiau naudojama švietėjiškiems, edukaciniams tikslams, tačiau perspektyvoje augalus planuojama panaudoti ir moksliniams tyrimams. Planuojama tirti ir žolinius, ir sumedėjusius pajūrio kopų buveinių augalus.

Augalija yra vienas iš vertingiausių ekologinių komponentų, formuojant sveiką žmonių gyvenamąją aplinką, gamtines ir kultūrines kraštovaizdžio vertybes, užtikrinant bendrąjį ekologinį stabilumą. Remiantis europine praktika, Lietuvoje kraštovaizdžio monitoringas orientuojamas į žemės dangos analizę. LR darnaus vystymosi strategijoje akcentuojami kraštovaizdžio įvairovės išsaugojimo, pažeistų elementų atkūrimo ir racionalaus naudojimo tikslai.

Tinkamas augalinės dangos stabilumo užtikrinimas gali būti svarbus kraštovaizdžio kompensacinių struktūrų formavime. Iki šiol labiausiai buvo akcentuojamas žolinės dangos efektyvumas jautrių dirvožemių apsaugai ir stabilumo užtikrinimui. Tuo tarpu sumedėjusiems augalams skiriamas žymiai mažesnis vaidmuo. Tačiau, negalima pamiršti, kad būtent sumedėję augalai, tokie kaip: kalninė pušis, raukšlėtalapis erškėtis, pajūrinis karklas labiausiai pasitarnavo sutvirtinant smėlį Kuršių nerijos ir pajūrio kopose. Deja, dauguma sumedėjusių augalų, ypač tinkamų eroduojamo, nederlingo dirvožemio sutvirtinimui nesubrandina sėklų, o dauginant juos žaliaisiais auginiais pasiekiamas menkas efektyvumas. Tuo tarpu Lietuvos kranto zonoje daugiau nei bet kurioje kitoje Lietuvos teritorijoje aptinkama jautrių, ekologiniu požiūriu nestabilių dirvožemių, kurių apželdinimas gali būti itin efektingas. Reikalingas labai didelis tokių augalų kiekis. Atsiranda būtinybė paspartinti sodinamosios medžiagos išauginimą. Kol kas tam tinkamų efektyvių priemonių nėra. Tikėtina, kad bioaktyvių medžiagų panaudojimas augalų dauginimo ir auginimo technologiniuose procesuose galėtų spręsti šią problemą. Galbūt pavyktų pagerinti ir sodinamosios medžiagos kokybę sveikatingumo požiūriu. Šie tyrimai gali būti vertinami kaip mokslo naujovė, atverianti naujas galimybes pažinti aplinką, spręsti ekologines problemas.

Išvados. Klaipėdos universiteto Botanikos sode šiuo metu eksponuojami 44 rūšių pajūrio kopų buveinių augalai. Vyrauja užuomazginių pustomų kopų, baltųjų kopų, pilkųjų kopų buveinėms būdingos rūšys. Perspektyvoje planuojama gausinti kopų varnauogynų, kopų gluosnyų, pajūrio smėlynų tyrulių buveinėms priskirtinų rūšių įvairovę. Perspektyviais mokslinių tyrimų objektais laikomi halofitai: pajūrinė stoklė (*Cakile maritima* Scop.) ir sultingoji jūrasmiltė (*Honckenya peploides* (L.) Ehrh.). Didesnį dėmesį planuojama skirti ir kopų smėlio sulaikymui svarbių augalų rūšių tyrimams, pirmiausia tai – retakeriai varpiniai augalai: pajūrinė smiltlendrė (*Ammophila arenaria* (L.) Link.), smiltyninė rugiaveidė (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.), smiltyninis lendrūnas (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth.), taip pat svarbiais laikomi ir sumedėjusių augalų tyrimai.

Literatūra

- Davy A.J., Scott R., Cordazzo C.V. 2006. Biological flora of the British Isles: *Cakile maritime* Scop. *Journal of ecology*, Vol. 94, 695–711.
- Europinės svarbos buveinės Lietuvoje. 2001. Red. ir sud. Rašomavičius V. Vilnius. 20–25.
- Gardea-Torresdey J.L., Peralta J.R., De La Rosa G., et.al. 2005. Phytoremediation of heavy metals and study of the metal coordination by X-ray absorption spectroscopy. *Coordination chemistry reviews*, Vol. 249, 1797–1810.
- Gudžinskas Z. 1999. Lietuvos induočiai augalai. Vilnius.
- Ignaciuk R., Lee A. J. 1985. Germination of strand-line annuals species. *New Phytologists*, Vol. 84, 581–587.

- Stankevičiūtė J. 2000. Lietuvos pajūrio smėlynų augalų bendrijų sintaksonominė struktūra. *Botanica Lithuanica*, 6 (2), 175–202.
- Westhoff V., Schouten M.G.C. 1979. The diversity of European coastal ecosystems. In: Jefferies R. L., Davy A. J. (eds.). *Ecological processes in coastal environments*, Oxford: Blackwell, 3–21.

JŪRINĖS EKOLOGIJOS IR ŽUVININKYSTĖS MOKSLO TYRIMŲ IR EKSPERIMENTINĖS PLĖTROS NAUJOS GALIMYBĖS KLAIPĖDOJE

Nerijus Nika¹, Jūratė Lesutienė¹, Evelina Grinienė¹,
Antanas Kontautas², Romas Statkus², Zita Rasuolė Gasiūnaitė¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda,

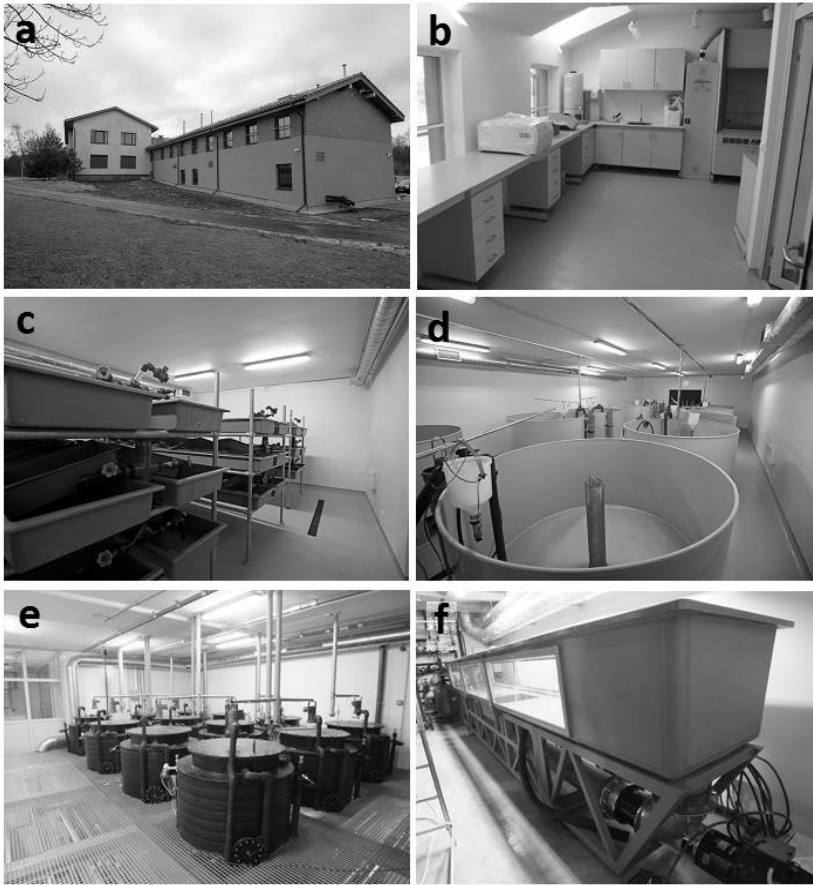
²Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos,
Klaipėda

nerijus.nika@apc.ku.lt

Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministerijos 2015 m. įgyvendino projektą „Jūrinės žuvininkystės laboratorijos įkūrimas“. Šis projektas buvo vykdomas vadovaujantis Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2007–2013 metų veiksmų programos trečiosios prioritutinės krypties „Bendro intereso priemonės“ priemonės „Kolektyviniai veiksmai“ veiklos srities „Parama eksperimentinės žuvininkystės ir jūrinės akvakultūros laboratorijos pagal integruoto mokslo, studijų ir verslo centro (slėnio) Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai programą sukūrimui įgyvendinimo taisyklėmis, patvirtintomis 2011 m. balandžio 26 d. įsakymu Nr. 3D-366. **Jūrinio slėnio programos** projektų metu sukurta mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros **infrastruktūra yra įveiklinama, užtikrinant atvirą prieigą** vidaus ir išorės vartotojams. Projekto vykdymo metu buvo iš esmės pertvarkytos Žuvininkystės tarnybos Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriaus patalpos (1a pav.), įrengta 3 uždaros vandens apytakinės sistemos (UVAS) akvakultūriniams eksperimentams ir moksliniams tyrimams vykdyti, didelio tūrio mezokosmų sistema ir srovių kanalas eksperimentinės ekologijos fundamentiniams ir taikomiesiems tyrimams kontroliuojamos aplinkos sąlygomis atlikti bei aptarnaujanti molekulinės biologijos laboratorija.

Unikali sukurta mokslo infrastruktūros vieta, UNESCO saugomos Kuršių nerijos pačiame smaigalyje, kur susilieja Kuršių marios ir Baltijos jūra, sukuria tam tikrus logistinius iššūkius, bet tuo pačiu turi ir unikalias galimybes – panaudoti eksperimentams natūralų jūros ir Kuršių marių vandenį. Visos eksperimentinės sistemos yra pritaikytos darbui tiek gėlo (artezinio gręžinio arba Kuršių marių), tiek druskingo Baltijos jūros vandens aplinkoje. Tai sukuria unikalias sąlygas vystyti taikomuosius jūrinės ekologijos, žuvininkystės ir akvakultūros tyrimus Lietuvoje, o analogiškos kompleksinės infrastruktūros nėra visame pietrytiniame Baltijos jūros regione. Nauja mokslo ir eksperimentinės plėtros infrastruktūra bus naudojama, ir artimoje ateityje toliau vystoma, glaudžiai bendradarbiaujant su Klaipėdos universitetu. Naujojoje

laboratorijoje kartu su moderniais eksperimentiniais pajėgumais sukurtos patogios darbo vietos mokslininkams ir tyrėjams, įrengta 25 vietų auditorija.



1 pav. Naujieji jūrinio mokslo tyrimų ir eksperimentinės plėtros pajėgumai, rekonstruotuose ŽT Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriaus pastatuose Kopgalyje (a) su molekulinės biologijos laboratorija (b), UVAS žuvų inkubatoriais (c) ir paauginimo baseiniais (d), mezokosmų sistema (e) ir eksperimentiniu srovės kanalu (f) (nuotraukos Z. R. Gasiūnaitės ir R. Statkaus).

Žuvininkystės tarnybos Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriuje sumontuotoje UVAS yra ikrelių inkubavimo sistema (1c pav.) su horizontaliais, vertikaliais bei Veiso tipo inkubatoriais, 12 vnt. 2 m diametro x 1 m gylio baseinėlių (1d pav.) bei 4 vnt. didelių 3 m diametro x 1 m gylio baseinų žuvų

paauginimo ir reproduktorių perlaikymo sistemos. Visos sistemos yra autonomiškos, aprūpintos galimybe tiekti gėlą ir jūros vandenį, automatiškai kontroliuoti ir palaikyti pagrindinius vandens aplinkos parametrus (O_2 , temperatūra, pH). Visi baseinai yra aprūpinti automatinėmis žuvų šėryklomis.

Uždaros vandens apytakinės sistemos (UVAS) yra labai efektyvus, taip vadinamas „nulinės maistmedžiagių emisijos“ (*angl.* zero-discharge) sprendimas intensyviai akvakultūrai ir didelei žuvų (arba kitų vandens gyvūnų) produkcijai gauti, tuo pačiu minimizuojant neigiamą poveikį natūraliai aplinkai. Naudojant mechaninius, biologinius filtrus, vandens dezinfekavimą, oksigenavimą ir kitus technologinius vandens valymo ir apdorojimo būdus, pasiekama labai efektyvi vandens recirkuliacija (daugiau kaip 95 %) (Timmons et al., 2002). Recirkuliacinė akvakultūra yra augantis akvakultūros sektorius, nes turi daug pranašumų prieš kitokio tipo akvakultūrą: kontroliuojamos sąlygos, leidžia palaikyti optimalią aplinką žuvų augimui ir produkcijai, uždarose sistemose lengviau išvengti žuvų ligų ir parazitų, jos nereikalauja didelių kiekių vandens ir daug vietos, ypač, kur šių resursų trūksta. Tačiau, nepaisant spartaus technologinio vystymosi ir kitų minėtų privalumų, vienas didžiausių iššūkių verslui išlieka didelės pradinės investicijos, recirkuliacinių sistemų ilgalaikis ekonominis rentabilumas ir tvarumas.

Iš mokslinės perspektyvos, RAS iššūkiai susiję su vertingų rūšių auginimo ir veisimo biotechnologijų spragomis, susijusiomis su fiziologiniais, elgseniniais bei ekologiniais rūšių ypatumais. Pavyzdžiui, egzogeninės mitybos pradžia yra kritinis periodas ankstyvojoje ontogenezėje, kuomet gali būti stebimas aukštas lervų mirtingumas (Kestemont et al., 2007; Yúfera et al., 2007); tad pirmasis lervučių maitinimas akvakultūroje (laikas, maisto dydis ir tipas, sudėtis ir kt.) apsprendžia tolesnį jų maitinimosi, augimo efektyvumą ir išgyvenamumą (Kestemont et al., 2007; 2015). Tuo tarpu europinio ungurio dirbtinis naršimas iki šiol yra „neperkamamas riešutas“ ir ungurių akvakultūra remiasi tik gamtoje sugautais stikliniais unguriukais (Dalsgaard et al., 2013).

Lietuvoje šiuo metu yra keliasdešimt įmonių, bandančių auginti žuvų produkciją UVAS sistemose. Žuvininkystės tarnybos Žuvivaisos skyriaus poskyriai uždarose vandens apytakinėse sistemose taip pat augina įvairias žuvų rūšis valstybinių vandens telkinių įžuvinimui. UVAS eksperimentiniai pajėgumai yra sukurti GTC Akvariuminėje Vilniuje, o demonstracinės, studijoms skirtos sistemos yra ASU ir Šilutės žemės ūkio mokyklos Žuvininkystės praktinio mokymo centre. Tačiau visose paminėtose sistemose yra kultivuojamos tik gėlavandenės rūšys, arba migruojančių rūšių gėlavandenės stadijos individai (lašišos, šlakiai, unguriai). Tuo tarpu jūrinio vandens panaudojimas recirkuliacinėje akvakultūroje yra ribotas visame Baltijos jūros regione. Todėl manome, kad visam pietrytiniam Baltijos jūros pakrantės regionui unikalūs UVAS pajėgumai tikslingiausiai būtų išnaudojami Kuršių

marių ir jūrinių rūšių (pvz., starkių, ešerių, uotų, sykų, juodažiočių grundalų) tiksliniams fiziologiniams, biocheminiams, imunologiniams, ekologiniams ir kitokiems tyrimams, skirtiems tiek pačios Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriaus UVAS sistemos darbo efektyvumui didinti ir tobulinti, tiek akvakultūros verslo (pvz., starkių ir kitų ešeržuvių) galimybių gerinimui, tiek tiriamųjų rūšių populiacijų apsaugos ir išteklių valdymo klausimams spręsti.

Kaip tikslinę sistemingų ichtiologinių tyrimų rūšį laboratorijos recirkuliacinei sistemai siūlome **starkį** (*Sander lucioperca*). Tai viena svarbiausių žuvų rūšių Kuršių marių ir jūros priekrantės ekosistemose, vienas pagrindinių verslinės ir mėgėjiškos žvejybos objektų, turintis didelę paklausą Europos žuvininkystės produktų rinkoje. Ši rūšis jau dešimtmečius yra intensyviai kultivuojama tvenkininėje akvakultūroje, bet starkių auginimas recirkuliacinėje akvakultūroje nepaisant didelių pastangų yra dar silpnai išvystyta ir iki šiol problematiška veikla (Dalsgaard et al., 2013; Kestemont et al., 2015). Starkių veisimas ir auginimas naujojoje eksperimentinėje sistemoje turėtų įdomų mokslinį bei taikomąjį aspektą – apysūrio jūros vandens panaudojimą. Yra žinoma, kad storkiai ir ešeriai vykdo sezonines migracijas tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros priekrantės, ir nustatyta, kad jų augimas šaltesniame, bet druskėtame priekrantės vandenyje yra spartesnis (Ložys, 2004). Taigi, priekrantės vanduo turėtų būti naudingas ir starkių UVAS akvakultūrai (pvz., kaip osmoreguliacijos fiziologinių sąnaudų mažinimo strategija), tačiau publikuotų studijų apie druskingumo poveikį starkių augimui recirkuliacinėje akvakultūroje kol kas nėra (Dalsgaard et al., 2013; Kestemont et al., 2015).

Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriuje sumontuota didelio tūrio mezokosmų sistema (1e pav.) ir eksperimentinis srovės kanalas (1f pav.) atveria naujas galimybes eksperimentinės ekologijos plėtrai Lietuvoje.

Mezokosmai (*mezo-* žymint vidutinį dydį, tarpinę padėtį ir *-cosm* – pasaulis) – tai lauko arba vidaus eksperimentinės sistemos, kuriose yra atliekami natūralios aplinkos stebėjimai kontroliuojamomis sąlygomis. Didelis tūris leidžia atlikti eksperimentus su keliems mitybos lygmenims priklausančiais organizmais. Gaunami rezultatai yra tinkami ekologinių modelių parametrizavimui. Mezokosmuose atliekami įvairūs tyrimai susiję su eutrofikacijos procesais, planktono mitybinėmis grandinėmis, biogeocheminiais ciklais. Įrengta mezokosmų sistema sudaryta iš 12 vnt. didelio tūrio (4 m aukščio, 3 m³) integruotų modulių. Kiekvienas modulis turi autonominę šildymo/šaldymo sistemą, kuri gali palaikyti skirtingą temperatūrą skirtinguose gylio sluoksniuose, imituojant terminę stratifikaciją. Temperatūros palaikymo ribos +4°C...+30°C. Temperatūra palaikoma išorinių šildymo – šaldymo įrenginių pagalba, cirkuliuojant šaldymo/šildymo reagentui talpų sienose. Talpos gali būti uždengiamos sandariais dangčiais, yra galimybė vandenį prisotinti norimomis dujomis, sukurti anaerobines sąlygas, pavyzdžiui, imituoti

laivų balastinių vandenių aplinką. Šie įrengimai galėtų būti panaudoti ir vystant ekotoksikologijos metodus. Įprastiniai ekotoksikologiniai testai naudojant pavienes rūšis neleidžia imituoti medžiagų transformacijų vykstančių natūralioje aplinkoje pvz. dėl UV radiacijos, ištirpusios organinės medžiagos, mikroorganizmų gyvybinės veiklos bei cheminių medžiagų poveikio. Manoma, kad dėl šių sąveikų pavojingų medžiagų slenkstinės koncentracijos gali būti mažesnės testuojant kompleksines sistemas, nei atliekant standartizuotus ekotoksikologinius testus (Bundschuh et al., 2016).

Eksperimentinės ekologijos laboratorijoje sukonstruotas srovės kanalas – tai 8 m ilgio ir 1 m pločio skaidriasis įrenginys, skirtas tyrinėti atviros vagos tėkmės dinamiką, hidraulinius, nešmenų transporto ir nusėdimo procesus, makrodumplių ir aukštesniųjų vandens augalų ekologiją (pvz., nešmenų nusodinimo galimybės, atsparumas hidrodinaminiais poveikiams ir kt.), vandens gyvūnų (bestuburių, nęgių ir žuvų) ekologiją ir elgseną. Kanalo viduryje dugne yra eksperimentinė sekcija nuosėdų kolonėlių talpinimui. Reguluojant srovės kanalo nuolydį sukuriama 0,1–0,6 m gylio vandens stulpo tėkmės greitis nuo 0,05 iki daugiau nei 1 m/s (teoriniais paskaičiavimais pagal Manning'o taisyklę). Kanalas yra vieno kontūro su recirkuliuojančiu, bet biologiškai nevalomu vandeniu, todėl eksperimentai su gyvomis sistemomis būtų ribotos trukmės.

Naujieji eksperimentiniai pajėgumai prisidės prie gamtos mokslų studijų kokybės gerinimo Klaipėdos universitete; konkurencingos žuvininkystės ir akvakultūros vystymo, bei mėlynojo augimo (*blue growth*) potencialo stiprinimo Lietuvos pajūrio regione.

Padėka. Naudodamiesi proga norėtume padėkoti Žuvininkystės tarnybos prie Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministerijos vadovybei: direktorei Indrei Šidlauskienei, direktoriaus pavaduotojui Vaclovui Petkui bei ypatingą dėmesį projekto įgyvendinimui skyrusiam vyriausiajam patarėjui Vytautui Grušauskui. Dėkojame generaliniam rangovui UAB „LitCon“, ypač statybos vadovams Dariui Léveriui ir Edvinui Pociui, UAB „Akvatechna“ vadovui Dariui Andriulioniui, dr. Henrik Larsson iš Umeå universiteto (Umeå Marine Sciences Centre) už vertingas konsultacijas mezokosmų įrengimo klausimais; UAB „Dividio“ direktoriui Ryčiui Barusevičiui už atvirumą nestandartinėms idėjoms ir bendradarbiavimą siekiant geriausių įmanomų sprendimų.

Literatūra

- Bundschuh M., Seitz F., Rosenfeldt, R.R. et al. 2016. Effects of nanoparticles in fresh waters: risks, mechanisms and interactions. *Freshwater biology* (in press).
- Dalsgaard J., Lund I., Thorarinsdottir R. et al. 2013. Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives. *Aquacultural Engineering*, 53, 2–13.
- Kestemont P., Xueliang X., Hamza N. et al. 2007. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture*, 264, 197–204.

- Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R.C. (Eds.). 2015. Biology and Culture of Percid Fishes. Principles and Practices. Springer Science+Business Media B.V. Dordrecht, 901 p.
- Ložys L. 2004. The growth of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.) under different water temperature and salinity conditions in the Curonian Lagoon and Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514, 105–113.
- Timmons M.B., Ebeling J.M. 2002. Recirculation aquaculture. Nrac publication no. 01–007, Cayuga Aqua Ventures, USA.
- Yúfera M., Darias M.J. 2007. The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*, 268, 53–63.

INVAZINIS JUODAŽIOTIS GRUNDALAS – POTENCIALUS PAVOJINGŲ TERŠALŲ TROFINĖS PERNAŠOS VEKTORIUS PIETRYČIŲ BALTIJOS EKOSISTEMOJE

**Nerijus Nika¹, Saulius Stakėnas², Vytautas Rakauskas²,
Nijolė Remeikaitė-Nikienė³, Galina Garnaga-Budrė³**

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda, ²Gamtos tyrimų centro Ekologijos institutas, Vilnius, ³Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda
nerijus.nika@apc.ku.lt

Įvadas. Vykstant biologinėms invazijoms paprastai yra patiriama didelė ekologinė ir ekonominė žala, nes yra pernešami parazitai ir ligos, modifikuojamos buveinės, vietinės bendrijos, keičiamas visos ekosistemos funkcionavimas, nyksta biologinė įvairovė. Vienas pastebimiausių poveikių ekosistemai yra mitybos tinklo struktūriniai pokyčiai (Rilov, Crooks, 2009).

Juodažiotis grundalas *Neogobius melanostomus* yra viena iš tokių invazinių rūšių, kurios stipriai įtakoja vietinius mitybos tinklus, supaprastinant jų struktūrą, užimant kitų rūšių nišas, kaip tai nutiko Šiaurės Amerikos Didžiųjų ežerų sistemoje (Kwon et al., 2006). Svarbūs struktūriniai pokyčiai mitybos grandinėje buvo nustatyti ir pietryčių Baltijos priekrantės ekosistemoje, čia įsibrovus juodažiočiui grundalui (Almqvist et al., 2010; Ojaveer et al., 2015). Reikšmingai išaugus grundalų populiacijos gausumui, jais pradėjo intensyviai misti svarbios verslinės žuvis, tokios kaip menkės, starkiai, ešeriai (Almqvist et al., 2010). Tuo tarpu pačių grundalų pagrindinis dietos komponentas tiek Baltijos jūros priekrantėje, tiek Kuršių mariose yra dvigeldžiai moliuskai: midijos, makomos, dreisenos (Rakauskas ir kt., 2008; 2013; Skabeikis, Lesutienė, 2015). Iki juodažiočio grundalo įsikūrimo pietryčių Baltijos ekosistemoje, bene vienintelės dvigeldžius moliuskus vartojančios žuvis buvo plekšniažuvės, kurios sudarė labai nedidelę plėšrūnų raciono dalį (Almqvist et al., 2010). Tokiu būdu juodažiočiai grundalai stipriai modifikavo medžiagų ir energijos srautus nuo žemesniųjų iki aukščiausių trofinių grandžių, sukurdami naują tiesioginę trofinę jungtį tarp filtruojančių dvigeldžių moliuskų ir plėšrūnų. Įvykus pokyčiams mitybos tinklo energijos ir medžiagų pernašoje, potencialiai pasikeitė ir teršalų bei pavojingų medžiagų trofinės pernašos kryptys ir mastas.

Žuvis ir dauguma vandens bestuburių teršalus akumuliuoja savo audiniuose sukaupiant juos tiesiai iš vandens (biokoncentracija) arba per maistą (biomagnifikacija). Biomagnifikacijos ir trofinės pernašos reiškinys yra svarbiausias hidrofobiškiems, nemetabolizuojamiems cheminiams junginiams,

kurie lėtai pasišalina iš organizmo ir yra linkę kauptis riebaluose ir gyvuosiuose audiniuose (Gray, 2002). Tarp tokių, visame pasaulyje didelį susirūpinimą keliančių, stipriai lipofiliškų teršalų yra polichlorinti organiniai junginiai: polichlorinti dibenzo-p-dioksinais, polichlorinti dibenzofuranai ir polichlorinti bifenilai PCB (giminingųjų junginių grupė, kurių dalis dėl toksinių savybių, panašių į dioksinų, yra vadinami dioksinų tipo PCB, o neturintys dioksinams būdingo toksiškumo vadinami ne dioksinų tipo PCB). Nors išsivysčiusiose šalyse šie cheminiai junginiai, pripažinus didelę žalą aplinkai yra uždrausti jau daugiau kaip keturis dešimtmečius, tačiau jie aplinkoje vis dar plačiai sutinkami ir organizmuose gali akumuliuotis iki 10000–100000 kartų didesnių nei aplinkos koncentracijų padarydami organizmui didžiulę žalą. Polichlorinti organiniai junginiai, taip pat sunkieji metalai ir jų junginiai bei kiti specifiniai teršalai pagal Europos Parlamento ir Tarybos direktyvas 2000/60/EB ir 2008/105/EB yra priskiriami prioritetinėms ir prioritetinėms pavojingoms medžiagoms, kurios kaip labai žalingos turi būti vertinamos vandenyje, nuosėdose ir ypač biotoje.

Šio tyrimo *tikslas* buvo nustatyti prioritetinių pavojingų medžiagų koncentracijas trofinės grandinės moliuskai–grundalai–plėšrūnai atstovuose dviejose būdingose Lietuvos priekrantės ekosistemose (jūros priekrantėje ir Kuršių mariose) ir įvertinti bioakumuliacijos ir trofinės pernašos potencialą per invazinį juodažiotį grundalą nuo moliuskų iki plėšrūnų.

Tyrimų medžiaga ir metodai. Darbe vertinama pavojingų medžiagų: polichlorintų bifenilų PCB (12 dioksinų tipo giminingų junginių ir 7 ne dioksinų tipo indikatorių), dioksinų ir furanų (17 giminingų junginių), kadmio, švino ir gyvsidabrio koncentracijos vandenyje, dugno nuosėdose, dvigeldžių moliuskų, juodažiočių grundalų ir plėšriųjų žuvų audiniuose, dviejuose skirtinguose Baltijos jūros priekrantės biotopuose, reprezentuojančiuose jūrinę ir Kuršių marių ekosistemas ir joms būdingas mitybos grandines su juodažiočiu grundalu.

1 lentelė

Kuršių marių ir jūros priekrantės biotos mėginių charakteristikos

	Data	Mėginio dydis, ind./mėg.	Kūno ilgis, mm	Svoris, g
Dreisena	2013–2014	~750	19,1±3,2	0,12±0,03
Grundalas	2013.09	10	145,6±11,9	41,2±12,1
Ešerys	2013.09	3	314,0±40,8	481,0±205,6
Midija	2014.09	~200	29,9±3,6	0,52±0,15
Grundalas	2013.04	10	154,7±14,7	59,6±18,4
Menkė	2014.10	3	426,0±16,1	714,2±128,8

Kuršių mariose ties Juodkrante dreisenų mėginiai buvo surinkti tinklų ir dragos pagalba, žuvis buvo gaudytos statomaisiais tinklais vykdant mokslinę žvejybą; midijos jūroje Karklės–Šventosios ruože rinktos nardant, žuvis (grundalai ir menkės) buvo sugautos žvejų verslininkų. Darbe taip pat buvo

naudoti teršalų koncentracijų vandenyje ir dugno nuosėdose duomenys, surinkti Jūrinių tyrimų departamento įgyvendinant valstybinį aplinkos monitoringą.

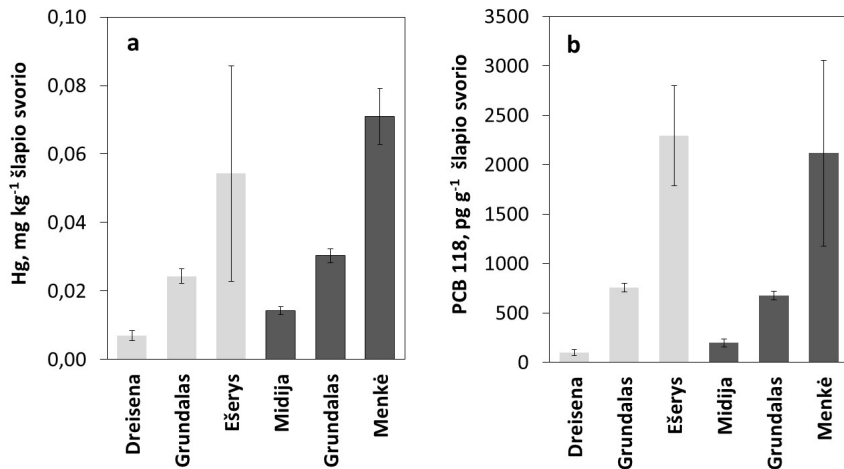
Visi biotos mėginiai buvo homogenizuoti iki vientisos masės, supakuoti ir užšaldyti gilaus šaldymo šaldiklyje (-80°C). Moliuskų mėginiams naudoti tik jų minkštieji audiniai, o žuvų mėginius sudarė viso kūno sudėtinis homogenatas, įskaitant galvą, raumenis, vidaus organus (išskyrus skrandį ir žarnyną), kaulus. Atšaldyti mėginiai sunkiųjų metalų ir polichlorintų junginių analizei buvo siusti į sertifikuotą laboratoriją Eurofins GfA Lab Service GmbH, Hamburge.

Siekiant įvertinti ar egzistuoja trofinė teršalų pernaša per mitybos grandinę ir ar juodažiotis grundalas gali būti kaip tarpininkas pernešant teršalus iš dvigeldžių moliuskų aukščiausiems plėšrūnams, skaičiuotas biomagnifikacijos koeficientas BMF, kuris lygus i medžiagos koncentracijos aukštesnėje trofinėje grandyje santykiui su i medžiagos koncentracija žemesniame trofiniame lygmenyje. Kai $\text{BMF} > 1$, tada cheminis komponentas yra pernešamas į aukštesnę trofinę grandį ir biomagnifikuojamas. Taip pat darbe vertintas biokoncentracijos iš vandens koeficientas bei biotos–sedimentų akumuliacijos koeficientas BSAF (Gray, 2002). Siekiant pagrįsti tiriamos mitybos grandinės moliuskai→grundalai→plėšrūnai realų egzistavimą, buvo atlikta žuvų ir jų mitybinių organizmų trofinės padėties mitybos tinkle nustatymas taikant stabilųjų ^{13}C ir ^{15}N izotopų analizę ir grundalų bei plėšrūnų skrandžių turinio analizę.

Rezultatai. Teršalų bioakumuliacijos bruožai buvo panašūs Kuršių mariose ir jūros priekrantėje: skirtumai tarp marių ir jūros mitybos grandinių analogiškų komponentų sukauptų teršalų buvo statistiškai nereikšmingi ($p < 0,05$).

Iš vertintų sunkiųjų metalų reikšminga trofinė pernaša nustatyta tik gyvsidabriui (1a pav.). Tuo tarpu švinui, kaip ir kadmiui, pernašos iš moliuskų link plėšrūnų aiškios tendencijos nenustatyta ($\text{BMF}_{\text{moliuskai/grundalai}}$ ir $\text{BMF}_{\text{grundalai/plėšrūnai}} < 1$).

Dalies tirtų dioksinų ir furanų bei dioksinų tipo PCB giminingų junginių koncentracijos moliuskų→grundalų→plėšrūnų audiniuose rodo reikšmingą biomagnifikaciją ir pavojingų teršalų pernašą verslinėms žuvims (1b pav.). Tačiau nustatytosios reikšmės neviršija DLK verčių, nustatytų Europos Komisijos reglamentuose (EB) Nr. 1881/2006 ir (ES) Nr. 1259/2011. Visgi didėjant grundalo svarbai plėšrūnų mityboje, biomagnifikacijos koeficientai ir sukaupti teršalų kiekiai žmonių maistui vartojamose žuvyse gali padidėti.



1 pav. Gyvsidabrio (a) ir indikatorinio PCB junginio Nr. 118 (b) koncentracijų (vid.±SN, n=3) biomagnifikacija Kuršių marių (šviesiai pilki stulpeliai) ir jūros priekrantės (tamsiai pilki stulpeliai) supaprastintose mitybos grandinėse.

Išvados. Šis tyrimas parodė, kad biologinės invazijos bei dėl jų atsirandančios naujos potencialios teršalų pernašos kryptys Baltijos jūroje sukuria papildomus iššūkius siekiant geros aplinkos būklės pagal Jūrų strategijos pagrindų direktyvos reikalavimus, taip pat užtikrinant maisto taršos prevenciją ir vartotojų sveikatos apsaugą.

Padėka. Tyrimas finansuotas Lietuvos mokslo tarybos nacionalinės mokslo programos projekto „Nuodėgulinio ir juodažiočio grundalų paplitimo, poveikio ir gausos mažinimo studija Lietuvoje“ (Nr. LEK-13/2012). Nuoširdžiai dėkojame Andriui Šiauliui ir Martynui Bučiui už midijų mėginius, surinktus nardant jūroje; žvejui Gediminui Venckauskiui už grundalų ir menkių mėginius.

Literatūra

- Almqvist G., Strandmark A. K., Appelberg M. 2010. Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes*, 89, 79–93.
- Gray J. S. 2002. Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. *Marine Pollution Bulletin*, 45, 46–52.
- Kwon T-D., Fisher S.W., Kim G.W. et al. 2006. Trophic transfer and biotransformation of polychlorinated biphenyls in zebra mussel, round goby, and smallmouth bass in Lake Erie, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25, 1068–1078.
- Ojaveer H., Galil B.S., Lehtiniemi M. et al. 2015. Twenty five years of invasion: management of the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Management of Biological Invasions*, 6, 329–339.

- Rakauskas V., Bacevičius E., Pūtys Ž. 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.
- Rakauskas V., Pūtys Ž., Dainys J. et al. 2013. Increasing population of the invader round goby, *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae), and its trophic role in the Curonian Lagoon, SE Baltic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 43, 95–108.
- Rilov G., Crooks J.A. (eds.). 2009. Biological invasions in marine ecosystems. Ecological, management, and geographic perspectives. *Ecological Studies Series 204*. Berlin: Springer, 641 p.
- Skabeikis A., Lesutienė J. 2015. Feeding activity and diet composition of round goby (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) in the coastal waters of SE Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 44, 508–519.

MOKSLINIS PAGRINDIMAS BALASTINIŲ VANDENŲ TVARKYMO IŠIMTIMS TAIKYTI

Sergej Olenin

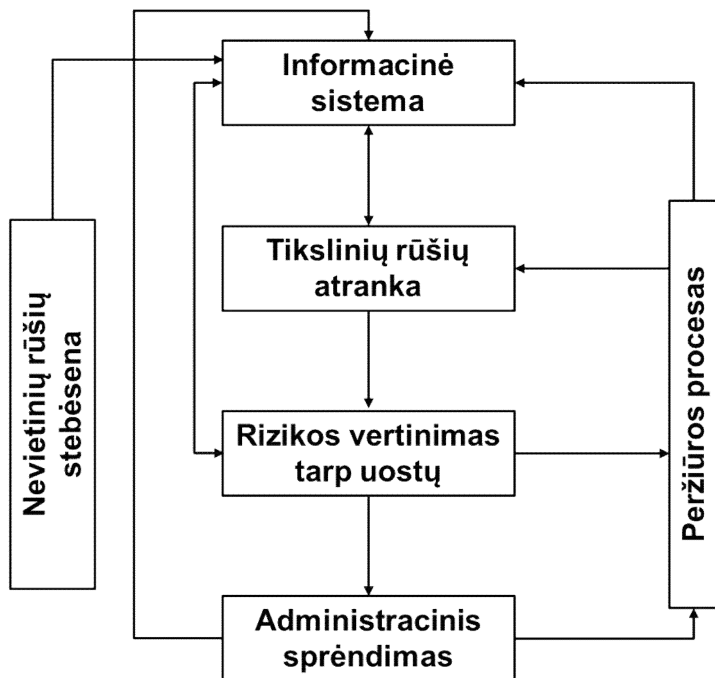
Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros
mokslų ir technologijų centras, Klaipėda
sergej.olenin@jmtc.ku.lt

Įvadas. Laivai ima balastinį vandenį korpuso panardinimui, tam kad laivo sraigtas ir varas dirbtu efektyviai, taip pat laivo stovumo bei stabilumo jūroje užtikrinimui. Kartu su balastu yra paaimami įvairūs gyvi organizmai, nuo virusų ir bakterijų iki fito- ir zooplanktono, bentosinių bestuburių lervučių ir net žuvų, kurie gali būti pernešami dideliais atstumais į naujas ekosistemas. Patekusios į naują aplinką tokios rūšys gali tapti invazinėmis, t. y. įsikurti, paplisti ir sukelti neigiamą poveikį žmonių sveikatai, jūrų gyviems ištekliams ir aplinkai. Laivų balastinis vanduo – tai vienas iš svarbiausių kenksmingų vandens organizmų bei patogenų (KVOP) plitimo būdų. Siekiant kuo labiau sumažinti ir galiausiai pašalinti riziką žmonių sveikatai, aplinkai, nuosavybei ir ištekliams, atsiradusią dėl kenksmingų vandens organizmų ir patogenų perkėlimo, Tarptautinė jūrų organizacija priėmė Tarptautinę konvenciją dėl laivų balastinio vandens ir nuosėdų kontrolės ir valdymo (IMO, 2004).

Ši Konvencija tam tikrais atvejais leidžia daryti išimtis ir netvarkyti balastinių vandenų, vykdant laivybą tarp tam tikrų uostų. Tačiau jeigu nebus tinkamai vertinama tokių išimčių taikymo rizika, gali sužlugti visa Konvencijos, skirtos biologinių invazijų rizikos mažinimui, esmė (Olenin et al., 2016). Tam kad pašalinti riziką, buvo sukurta išimčių taikymo sistema, žemiau pateikiamas jos aprašymas.

Išimčių taikymo sistema. Sistema yra prisitaikanti (*angl.* adaptive system), nes ji turi būti nuolat adaptuojama prie besikeičiančių sąlygų kartu gerinant sąveiką tarp ją sudarančių komponentų. Ji sukurta remiantis rizikos vertinimo principais, išdėstytais TJO gairėse (IMO, 2007), reguliuojančiose BVM konvencijos A-4 taisyklės taikymą. Pagrindinis sukurtos sistemos tikslas – prisidėti prie kenksmingų organizmų ir patogenų plitimo su laivų balastiniu vandeniu kontrolės, nesukeliant nereikalingų sunkumų laivybos pramonei.

Išimčių taikymo sistema susideda iš šešių tarpusavyje susijusių komponentų (1 pav.): 1) Tikslinių rūšių atrankos, 2) Rizikos vertinimo tarp uostų, 3) Nevietinių rūšių stebėsenos, 4) Administracinio sprendimo, 5) Informacinės sistemos, 6) Peržiūros proceso. Ji yra skirta vadinamų tikslinių rūšių plitimo rizikos mažinimui.



1 pav. Išimčių taikymo sistema pagal Tarptautinės konvencijos dėl laivų balastinio vandens ir nuosėdų kontrolės A-4 taisykles.

Tikslinių rūšių atranka ir rizikos vertinimas tarp uostų. Tikslinėmis rūšimis (TR) vadinamos rūšys, kurias „Konvencijos šalis – narė identifikuavo kaip galinčias pakenkti aplinkai ir žmogaus sveikatai arba sukelti nuostolius nuosavybei ar ištekliams, ir kurios yra nustatytos specifiniam uostui, šaliai ar biogeografiniam regionui“ (IMO, 2007). Iš esmės tai yra rūšys, kurios atitinka Pavojingų vandens organizmų ir patogenų (PVOP) apibrėžimą: „Vandens organizmai ar patogenai, kurie, jeigu bus įveisti į jūrą, įskaitant estuarijas, ar į gėlus vandens telkinius, gali sukelti pavojų aplinkai, žmogaus sveikatai, nuosavybei ar ištekliams, pakenkti biologinei įvairovei arba kliudyti kitiems įstatymais apibrėžtiems tokių rajonų naudojimo būdams“ (IMO, 2004).

Išimčių taikymo sistemoje pasiūlyta loginė schema, nurodanti tikslinių rūšių atrankos procedūrą, atsižvelgiant į tokius kriterijus kaip: 1) Ar yra rizika, kad ši rūšis gali patekti į balastinio vandens talpas; 2) Ar rūšis gali sukelti didelę grėsmę (nepriimtina riziką) žmogaus sveikatai; 3) Ar rūšis gali sukelti grėsmę ekonomikai; 4) Ar rūšis gali sukelti didelę grėsmę gamtinei aplinkai; 5) Ar rūšies poveikis gali sukelti grėsmę kultūrinėms ir socialinėms vertybėms.

Nevietinių rūšių stebėseną. Tik adekvati svetimkraščių rūšių stebėsenos (monitoringo) programa gali suteikti moksliskai pagrįstą pagrindą rizikos vertinimui ir išimčių taikymui, todėl svetimkraščių rūšių stebėseną turėtų tapti neatsiejama Klaipėdos uosto aplinkos tyrimų programos dalimi. Svetimkraščių rūšių stebėsenos tikslas yra laiku pastebėti ir įvertinti rūšis, kurios į uostą galėjo patekti dėka laivybos, su balastiniu vandeniu, prisitvirtinusios prie korpuso ar atkeliauti kitas būdais. Uostų biologiniai tyrimai, kurių dėka nustatomas rūšių buvimas, gausumas ir pasiskirstymas plačiai paplito pasaulyje, ypač Australijoje, JAV, Kanadoje, Naujojoje Zelandijoje, taip ir Baltijos jūroje (Suomijoje, Estijoje, Latvijoje). Svarbu, kad atliekant šiuos tyrimus būtų taikomos naujausios mokslinės žinios, o visos procedūros būtų atliekamos tiksliai pagal rekomendacijas, atsižvelgiant į vietines sąlygas (Awad et al., 2014).

Informacinė sistema. Duomenys, gauti vykdant pakankamai brangiai kainuojančias nevietinių rūšių stebėsenos programas, bus mažai vertingi, jeigu nėra sąlygų jas tiesiogiai naudoti biologinių invazijų tyrimams ir kontrolei, ir jeigu tokie duomenys neprieinami aplinkosaugos specialistams ir tyrėjams (Ojaveer et al., 2014). Taip pat svarbu, kad būtų sudaromos sąlygos dalintis informacija tarptautiniu mastu tarp tyrėjų ir valdininkų, nes biologinių invazijų problema pagal savo prigimtį yra globalinė ir vienos šalies pastangomis negali būti išspręsta (Ojaveer et al., 2014).

Šiuo metu vienintelis atviroje prieigoje esantis šaltinis apie Pasaulio jūrų uostuose aptiktas nevietinis rūšis yra Klaipėdos universitete sukurta informacinė sistema (Olenin et al., 2014; AquaNIS, 2016). Šioje sistemoje yra sukaupti duomenys apie 92 uostus iš 36 Didžiųjų jūrų ekosistemų. Be abejo, duomenų tikslumas ir pilnumas priklauso nuo aplinkotyros informacijos prieinamumo tam tikrose šalyse, nevietinių rūšių stebėsenos programų ir pakankamų taksonominių žinių buvimo bei duomenų kaupimo ir saugojimo būdų. Informacija AquaNIS sistemoje yra dinamiška, nuolat tikslinama, pildoma ir atnaujinama; ši duomenų bazė minima Tarptautinės jūrų organizacijos ataskaitoje, skirtoje balastinių vandenų ir uostų tyrimų problemai (Awad et al., 2014)

Administracinis sprendimas ir peržiūros procesas. Vertinant išimtis pagal BVT, pagrindinis tikslas yra pasverti keliamą riziką (žmogaus sveikatai, aplinkai, ekonomikai), atsižvelgiant į balastinio vandens tvarkymo kainą ir galimą įtaką laivybos pramonės efektyvumui. Todėl sąnaudų – efektyvumo skaičiavimo analizė yra labai svarbi vykdant administracinius sprendimus, o tai reikalauja indėlio ir iš kitų disciplinų, pvz. iš socio-ekonomikos specialistų. Kol kas nėra tarptautiniu mastu priimtų aiškių taisyklių kaip tai turi būti daroma, todėl labai svarbu, kad išimčių taikymo sistema būtų atvira, logiška ir pilnai atitiktų TJO gaires (IMO, 2007). Taip pat yra svarbus atgalinis ryšys – informacijos kaupimas apie priimtus sprendimus (t. y. ar buvo

pritaikytos/nepritaikytos išimtis, ir kokias argumentais remiantis tai buvo padaryta).

Peržiūros procesas yra pasiūlytos išimčių taikymo sistemos neatsejama dalis. Tai yra svarbu tiek dėl tarptautinių mastu priimtų aiškių taisyklių nebuvimo, tiek dėl to, kad neatmetami atvejai, kai suteikta išimtis gali būti atšaukta, gavus naują informaciją apie KVOP protrūkį. Tokiais atvejais balastinio vandens apdorojimas gali būti pareikalautas po gana trumpo įspėjimo. Taip pat tikslinių rūšių sąrašas turi būti nuolat peržiūrimas, įtraukiant ir įvertinant duomenis apie naujų nevietinių rūšių ir KVOP aptikimą šalyse/uostuose, iš kurių laivai atplaukia į mūsų vandenį. Siūloma, kad šiame procese didesnę vaidmenį atliktu HELCOM Maritime darbo grupė, skirta teršimo iš laivų Baltijos jūros baseine prevencijai.

Padėkos. Autorius dėkoja kolegoms, su kuriais buvo sukurta išimčių taikymo sistema ir paruošta atitinkama publikacija žurnale „*Marine pollution bulletin*“: Henn Ojaveer (Estija), Dan Minchin (Airija/Lietuva) ir Rick Boelens (Airija). Šis darbas buvo iš dalies finansuojamas Bendros Lietuvos–Latvijos–Kinijos (Taivano) mokslinių tyrimų programos projekto BALMAN „Laivų balastinių vandenų valdymo sistemos plėtra siekiant sumažinti biologines invazijas“ (TAP LLT-03/2015) lėšomis.

Literatūra

- AquaNIS. 2016. Editorial Board. Information system on Aquatic Non-Indigenous and Cryptogenic Species. World Wide Web electronic publication. www.corpi.ku.lt/databases/aquanis. Version 2.36+. Accessed 2016-03-02.
- Awad A., Haag F., Anil A.C. et al. 2014. GEF-UNDP-IMO Globallast partnerships Programme, IOI, CSIR and IUCN Guidelines on Port Biological baseline Surveys. GEF-UNDP-IMO Globallast Partnerships, London, UK. Globallast Monograph No. 22, 48 pp.
- IMO, 2004. International Convention on the control and management of ships' ballast water and sediments. International Maritime Organisation, London. www.imo.org.
- IMO, 2007. Guidelines for risk assessment under regulation A-4 of the BWM Convention (G7), IMO, Marine Environment Protection Committee, Resolution MEPC. 162(56), 13 July 2007. International Maritime Organisation, London.
- Ojaveer H., Galil B.S., Minchin D. et al. 2014. Ten recommendations for advancing the assessment and management of nonindigenous species in marine ecosystems. *Marine Policy*, 44, 160–165.
- Olenin S., Narščius A., Minchin D. et al. 2014. Making non-indigenous species information systems practical for management and useful for research: An aquatic perspective. *Biological Conservation*, 173, 98–107.
- Olenin S., Ojaveer H., Minchin D. et al. 2016. Assessing exemptions under the ballast water management convention: preclude the Trojan horse. *Marine Pollution Bulletin*, 103, 84–92.

ŽUVŲ PARAZITOLOGINIŲ-EKOLOGINIŲ TYRIMŲ SVARBA

Eglė Petkevičiūtė¹, Artūras Razinkovas-Baziukas²

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda
epe.petkeviciute@gmail.com

Rūšių genetinės įvairovės analizavimas leidžia įvertinti evoliucinius ryšius tarp rūšių, kurios paplitusios skirtingose vietovėse. Ypač tokie tyrimai svarbūs kuomet kalbame apie migruojančias rūšis arba nykstančias rūšis, aptinkamas saugomose teritorijose, ir tokiu atveju, šioms rūšims yra būtina apsaugos sistema. Kiti labai svarbūs tyrimai yra susiję su parazitų ir jų šeimininkų erdviniu bei sezoniniu pasiskirstymu. Tokie tyrimai suteikia daug informacijos apie šeimininkų migraciją, jų populiacijų ryšius ar infekcijos lygį, priklausomai nuo vystymosi etapo. Parazitai turi didžiulę rūšinę įvairovę bei pasižymi įvairiomis gyvenimo strategijomis, kas leidžia lengviau prisitaikyti prie įvairių šeimininkų gyvenimo būdo. Vis dėlto, parazitų paplitimas ir įvairovė turi ne tik ekologinę, bet ir ekonominę reikšmę, ypač kuomet kalba eina apie žuvininkystės plėtojimą. Tokiu atveju parazitų infekcijos turi didelės įtakos vėžiagyvių bei žuvų ekonominei vertei.

Akvakultūra ir jos svarba. Terminas „*akvakultūra*“ aprėpia tokių organizmų, kaip žuvų, vėžiagyvių, moliuskų, dumblių ir kt. auginimą. Šiuo metu, daugiau nei 200 vėžiagyvių bei žuvų rūšių auginama kontroliuojamose sąlygose (Naylor et al., 2000). Akvakultūra įgauna didelį pagreitį ir tampa vienas iš lyderiaujančių maisto pramonės sektorių. Vis dėlto, akvakultūros pramonė labai priklauso nuo aplinkos sąlygų (Tacon et al., 2003). Iki 2030-ųjų akvakultūros produkcija išaugs 50 % lyginant su kita vykdoma produkcija (SOFIA, 2010).

Azijoje – Kinijoje (apie $36,7 \times 10^6$ tonų) ir Indijoje ($4,7 \times 10^6$ tonų) užauginama akvakultūrose didžiausia žuvis produkcija. Už Azijos ribų, didžiausia akvakultūros produkcija gaunama Norvegijoje ($1,0 \times 10^6$ tonų). Azijoje daugiausia plėtojamas gėlujų vandenų bei vėžiagyvių rūšių auginimas, tuo tarpu, Norvegijoje labiausiai užauginama Atlantinės lašišos (*Salmo salar*). Žuvis produkcija vykdoma skirtinguose vandenyse – gėlame (60 %), jūriniam (30 %) bei sūriame vandenyje (10 %) (Sofia, 2010). Stebint nuolatos besikeičiančius duomenis, galima matyti, jog, nors per pastaruosius 20 metų jūros vandenyse produkcija smuktelėjo nuo 40 % iki 30 %, bendrai produkcija jūros vandenyse didėja.

Tyrimų svarba. Pastaruoju metu vis daugiau kalbama, jog su maistu plintančios parazitinės infekcijos, ne tik sukelia sveikatos problemų, bet taip pat, turi didelę ekonominę svarbą (Phan et al., 2010). Apskritai, žuvis yra geras baltymų šaltinis, bet įvairios parazitinės infekcijos kelia grėsmę žuvų gerai kokybei (Yooyen et al., 2006), tuo pačiu ir žmogaus sveikatai. Pasaulio sveikatos organizacija (*angl.* The World Health Organization) apskaičiavo, jog daugiau nei 18 milijonų žmonių yra užsikrėtę žuvyje esančių trematodų sukeliamomis ligomis (WHO, 1995), ir žymiai didesnis skaičius žmonių yra šių trematodų nešiotojai. Kadangi, akvakultūros produkcija kiekvienais metais didėja ir tampa vienu iš sparčiausiai vystomų maisto produkcijos sektorių, svarbu tirti produkcijos kokybę. Reikia pabrėžti, jog būtina tirti kokybę tiek organizmų, esančių uždaroiose akvakultūros sistemose, tiek laisvai sugaunamų organizmų, kurie netgi dažnai yra migruojantys, todėl infekcijos lygis spėjama gali būti žymiai didesnis.

Žuvų parazitologiniai tyrimai Baltijos jūroje. Manoma, jog 40 % žinomų rūšių yra parazitai (Dobson et al., 2008) ir jie aptinkami beveik visur. Lyginant sausumos ir vandens organizmus, yra žinoma, jog parazitinių infekcijų paplitimas kartais yra žymiai didesnis tarp vandens organizmų (Poulin et al., 2000). Baltijos jūra yra pusiau uždara apysūrė jūra, apsupta įvairių šalių ir turi ryšį su Šiaurės jūra per Danijos sąsiaurius. Atlantinės menkės (*Gadus morhua*) paplitimas Baltijos jūroje skirstomas į dvi dalis – rytinį ir vakarinį (Bagge et al., 1994). Yra žinoma keletas parazitologinių tyrimų, kuriuose aprašoma parazitinė įvairovė Atlantinėje menkėje (Kahl, 1939; Myjak et al., 1994; Haarder et al., 2014). Pavyzdžiui, nematodas *Pseudoterranova* sp. buvo aptiktas tik 1930-iais (Kahl, 1939), nors vėlesni tyrimai parodė šio parazito infekcijos ryškų sumažėjimą (Myjak et al., 1994), ir buvo rasta tik viena menkė, infekuota *P. decipiens* nematodais, iš 3036 tirtų. Parazito *Contracaecum osculatum* didžiausias paplitimas buvo nustatytas 2012-ais metais lyginant su 1980-iais toje pačioje vietoje atliktais tyrimais (Haarder et al., 2014). Naujausi duomenys parodė, jog menkės (*Gadus morhua*) Baltijos jūroje yra užsikrėtusios *P. decipiens* bei *Anisakis simplex* (Mehrdana et al., 2014). Tyrimai atlikti Lietuvoje, Šventojoje, parodė, jog paprastasis vilkešeris (*Dicentrarchus labrax*) buvo užsikrėtęs kepeninėmis siurbikėmis (*Cainocreadium labracis*) bei nematodais (*Otostrongylus circumlitus*). Iš viso, virškinamajame trakte buvo rastos 6 siurbikės bei 31 nematodas (Bagdonas et al., 2011).

Žuvų populiacijų tyrimai. Netiesioginiai parazitų poveikiai organizmams pradėti tirti neseniai (Hatcher et al., 2006). Parazitai pakeičia organizmų populiacijų struktūrų ryšius, maisto grandžių ilgį, bei rūšių įvairovę (Hatcher et al., 2006). Lyginamieji parazito–šeimininko tyrimai suteikia informacijos apie rūšių paplitimą, genų srautus, populiacijos dydį, evoliucinius ir ekologinius modelius (Whiteman et al., 2005). Šių tyrimų naudojimas padeda atpažinti

ekosistemos dinamiką bei atsakyti į klausimus, susijusius su šeimininko ekologija. Žuvų migracijų ir pasiskirstymo tyrimai parodo, kaip žmogaus ir aplinkos sąlygos įtakoja žuvų bendrijų dydį. Tokiems tyrimams atlikti dažnai naudojami genetiniai tyrimai. Genetiniuose tyrimuose naudojamas mikrosatelitų metodas, kuris padeda nustatyti ryšį tarp migruojančių rūšių, nes genetinė įvairovė labai jautri migracijai (Hellberg et al., 2002). Sunku susekti migruojančias žuvis, o populiacijų genetikos tyrimai, skirti įvertinti genų srautą ir ryšius tarp populiacijų, yra labai naudingi. Genetiniai tyrimai taip pat leidžia įvertinti rūšių biologinę įvairovę (Muths et al., 2012). Net jei rūšys ar jų populiacijos yra demografiškai stabilios, jų ryšiai turi būti tiriami. Tai padėtų sumažinti galimybę rūšims išnykti, be to leistų išsiaiškinti ligų nešiotojus/sukėlėjus.

Literatūra

- Bagdonas K., Nika N., Bristow, G. et al. 2011. First record of *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) from the southeastern Baltic Sea (Lithuania). *J. Appl. Ichthyol.*, 1–2.
- Bagge O., Thurow F., Steffensen E. et al. 1994. The Baltic cod. *Dana* 10, 1–28.
- Dobson A., Lafferty K.D., Kuris A.M. et al. 2008. Homage to Linnaeus: how many parasites? How many hosts? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 11482–11489.
- Haarder S., Kania P., Galatius A. et al. 2014. Increased *Contracaecum osculatum* infection in Baltic cod (*Gadus morhua*) livers (1982–2012) associated with increasing grey seal (*Halichoerus gryphus*) populations. *J. Wildl. Dis.*, 50, 537–543.
- Hatcher M.J., Dick J.T.A., Dunn A.M. 2006. How parasites affect interactions between competitors and predators. *Ecology Letters*, 9, 1253–1271.
- Hellberg E.M., Burton S.R., Neigel E.J. et al. 2002. Genetic assessment of connectivity among marine populations. *Bulletin of Marine Science*, 70 (1), 273–290.
- Kahl W. 1939. Nematoden in Seefischen III. Statistische Erhebungen über den Nematodenbefall von Seefischen. *Z. Parasitenkd.*, 11, 16–41.
- Mehrdana F., Bahloul Q.Z.M., Skov, J. et al. 2014. Occurrence of zoonotic nematodes *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum* and *Anisakis simplex* in cod (*Gadus morhua*) from the Baltic Sea. *Veterinary Parasitology*, 205, 581–587.
- Muthsa D., Gouwsb G., Mwale M. et al. 2012. Genetic connectivity of the reef fish *Lutjanus kasmira* at the scale of the western Indian Ocean. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69 (5), 842–853.
- Myjak P., Szostakowska B., Wojciechowski J. et al. 1994. Anisakid larvae in cod from the southern Baltic Sea. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 42, 149–161.
- Naylor R.L., Goldburg R.J., Primavera J.H. et al. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405, 1017–1024.
- Phan V.T., Ersbøll A.K., Nguyen K.V., et al. 2010. Farm-level risk factors for fish-borne zoonotic trematode infection in integrated small-scale fish farms in northern Vietnam. *PLoS Negl Trop Dis.*, 4 (7), e742. PMID:20644617.
- Poulin R., Morand S. 2000. The diversity of parasites. *The Quarterly Review of Biology*, 75, 7–293.
- SOFIA, 2010. The state of World fisheries and aquaculture 2010. FAO Fisheries and Aquaculture department. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy. ISBN: 978-92-5-106675-1.
- Tacon A.G.J., Forster I.P. 2003. Aquafeeds and the environment: policy implications. *Aquaculture*, 226, 181–189.

- Whiteman N.K., Parker P.G. 2005. Using parasites to infer host population history: A new rationale for parasite conservation. *Animal Conservation*, 8, 175–181.
- World Health Organization – WHO. Control of Foodborne Trematode Infections. Geneva: WHO; 1995. 107 WHO Technical Report Series 849.

MELSVABAKTERIŲ SINTETINAMŲ NERIBOSOMINIŲ BALTYMŲ PAPLITIMAS KURŠIŲ MARIŲ LIETUVOS DALYJE

Renata Pilkaitytė^{1,2}, Hanna Mazur-Marzek³, Jūratė Lesutienė¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda,

²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centro Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ³Gdansko universiteto Okeanografijos instituto Jūrų biotechnologijų departamentas,

Gdanskas

renata.pilkaityte@apc.ku.lt

Melsvabakterės yra plačiai paplitusios įvairiuose vandens telkiniuose, dažniausiai juose dominuoja, sukeldamos vandens žydėjimus (Pilkaitytė et al., 2006; 2007). Pastarieji yra ne tik nepatrauklūs rekreaciniui požiūriui (Rashleigh et al., 2011), bet ir gali pakenkti įvairiems organizmams. Melsvabakterės produkuoja antrinius metabolitus – neribosominius baltymus (NB) (Grabowska et al., 2014; Neilan et al., 1999). Labiausiai iš neribosominių baltymų yra žinomi mikrocistinai, kurie yra toksiški tiek vandeniui, tiek sausumos organizmams, taip pat ir žmonėms. Mikrocistinų yra randama Kuršių marių vandenyje, sedimentuose ir biooje (Paldavičienė et al., 2009; 2015; Šulčius et al., 2015). Kiti melsvabakterių produkuojami NB yra mažiau žinomi ir dar visai netyrinėti Kuršių mariose. Yra žinoma, kad jų produkcija yra genetiškai nulemta ir būdinga individualiai melsvabakterių padermei (Rohrlack et al., 2008). Gamtoje jų yra randama daug ir įvairių, daugumos struktūra ir poveikis vis dar nėra iširti (Elkobi-Peer et al., 2015, bei nuorodos jame). Yra žinoma, kad kai kurie NB, kaip ir mikrocistinai, gali inhibuoti fermentų, baltymų sintezę (Sano et al., 1995), gali sukelti antitrombotinį aktyvumą ar gali būti naudojami kaip antivėžiniai preparatai (Ersmark et al., 2008). Šio darbo tikslas buvo identifikuoti melsvabakterių produkuojamus neribosominius baltymus Kuršių mariose.

Metodai. Mėginiai buvo rinkti 2013–2014 metais keturiuose stotyse – Svencelėje, Ventėje, Juodkrantėje ir Nidoje, nuo liepos iki lapkričio mėnesio kas 1–3 savaites (iš viso 63 mėginiai), imant mėginius iš 15–20 cm gylio. Chlorofilo *a* koncentracijos buvo analizuojamos fluorimetru FluoroProbeII. Fitoplanktonui mėginiai buvo fiksuojami rūgštiniu Liugol'io tirpalu. NB analizei Kuršių marių vandens mėginiai surinkti ant GF/F membraninių filtrų buvo ekstrahuojami 50 % metanolio tirpalu ir toliau apdorojami remiantis Grabowska et al. (2014) aprašyta metodika, NB struktūra nustatyta naudojant QTRAP LC-MS/MS sistemą, kaip aprašyta Grabowska et al. 2014. Analizė atlikta Gdansko universiteto Okeanografijos laboratorijoje.

Rezultatai ir aptarimas. Visu tirtu laikotarpiu Kuršių marių fitoplanktono bendrijoje melsvabakterės sudarė nuo 39,5 iki 92 % bendro fitoplanktono kiekio, jų koncentracija siekė nuo 1 iki 980 $\mu\text{g/l}$ chl *a* (vidut. $44,7 \pm 129,9$ $\mu\text{g/l}$ chl *a*).

Fitoplanktono bendrijoje dominavo *Aphanizomenon flos-aquae*, jų buvo rasta 83 visų tirtų mėginių vidutiniškai $37,4 \pm 35$ % nuo bendros melsvabakterių biomasės. Didžiausia *A. flos-aquae* biomasė nustatyta rugsėjo–spalio mėnesiais iki 99 % visos melsvabakterių biomasės.

Remiantis kitų autorių atliktais tyrimais Baltijos jūrose ir tuo pačiu Kuršių mariose aptinkama *Aphanizomenon* padermė neprodukuoja nei microcistinų (Neilan et al., 1999), nei kitų cianotoksinų, tokių kaip anatoxinų, cilindrospermopsinų, ar saxitoksinų (Šulčius et al., 2015). Nors yra žinoma, kad kai kurios *A. flos-aquae* padermės gali produkuoti toksinius antrinius metabolitus (pvz. Ballot et al., 2010, Ledreux et al., 2010), kol kas Kuršių mariose jų nerandame.

Potencialiai toksinių melsvabakterių *Planktothrix agardhii* buvo rasta 83 % visų tirtų mėginių, vidutiniškai sudarė 18,7 % nuo bendros melsvabakterių biomasės. Didžiausias gausumas buvo spalio mėnesį (8,3 mg/l). Kitų potencialiai toksinių melsvabakterių genčių biomasė *Microcystis* ir *Dolichospermum (Anabaena)* buvo dar mažiau – atitinkamai iki 3,2 mg/l ir 7,7 mg/l.

Per tiriamąjį laikotarpį buvo rasti 54 neribosominiai baltymai: aeruginosinai, aeruginosamidai, oscilamidai, anabaenopeptidai, cyanopeptolinai; 2014 metais rasta 50 baltymų (1 lentelė), 2013 metais – 26, iš jų 3 nebuvo rasti 2014 metais, tai AP? (MM 915), AP-D ([Phe-MeAla-HTyr-Val-Lys]CO-Phe, MM 828.4) ir AP-J? (MM 794). Dauguma iš rastų NB nebuvo pilnai struktūriškai identifikuoti. Iš identifikuotų – microcistinų buvo rasta 9, aeruginosinų – 4, anabaenopeptidų ir aeruginosamidų – po 5, oscilamidų – 1.

Visose stotyse ir visais tirtais mėnesiais buvo rasti 4 neribosominiai baltymai, tai MC-RR, MC-YR, OSC-Y, CYP (MM 979), taip pat labai dažni buvo MC-LR, AP-A, AP-B, AP-F, Asp³MC-RR, CYP (MM 932).

Viename iš išsamesnių microcistinų tyrimų, atliktų 2006–2008 metais Kuršių mariose, jų buvo rasta tik *Microcystis* spp. dominuojančioje bendrijoje 2006 metais (Paldavičienė et al., 2009).

Tarp melsvabakterių dominuojant *Planktothrix* (išskyrus vieną mėginį) ir / ar *Aphanizomenon* rūšims, jų aptikta nebuvo (Paldavičienė et al., 2009; Paldavičienė, 2015). Mūsų tyrimų metu, dominuojant *A. flos-aquae*, microcistinų buvo rasta visuose tirtuose mėginiuose.

Neribosominių baltymų paplitimas Kuršių mariose 2014 metais. AER – aeruginosinas, AERMD – aeruginosamidas, AP – anabaenopeptinas, CYP – Cyanopeptolinas, MC – mikrocistinas, OSC – oscilamidas

Neribosominis baltymas	MM, m/z	Stotis / Mėnuo																		
		Nida					Juodkrantė					Ventė					Svencelė			
		7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10
MC-?	1046				x														x	
MC-YR	1045	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MC-?	1042								x											
MC-RR	1038	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Asp ³ MC-YR/-RY	1032/1030								x	x										x
Dha ⁷ MC-RR	1025	x																		
MC-LW	1025	x	x		x	x														
Asp ³ MC-RR	1024	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x
MC-?	1018														x					
MC-?	1012				x															
MC-?	1010						x	x		x				x						
MC-LY	1002	x	x		x															
MC-LR	995.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
CYP ?	993														x					
MC-LF	986	x	x	x	x	x														
MC-VR	981.5		x	x	x	x		x	x	x									x	x
CYP ?	979	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MC-?	970														x					
CYP ?	932	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x
MC-?	920																			x
AP G [Tyr-MeLeu-HTyr-Ile-Lys]CO-Arg	909.4				x						x									x
CYP ?	903		x																	
AP ?	862																			x
OSC-Y [Phe-MeAla-HTyr-Ile-Lys]CO-Tyr	858	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AP-F [Phe-MeAla-HTyr-Ile-Lys]CO-Arg	851.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x

AP-A [Phe-MeAla-HTyr-Val-Lys]CO-Tyr	844.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
AP-B [Phe-MeAla-HTyr-Val-Lys]CO-Arg	837.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
AP ?	835									x												
AP ?	824																			x		
AP ?	808															x						
AP ?	766									x												
AP ?	752									x	x									x		
AER Cl-Pla-Leu-(Xyl) Choi-Agm	725.3		x																			
AER Pla-Leu-(Xyl) Choi-Acap	715.4			x	x					x	x									x	x	
AER Pla-Leu-(Xyl) Choi-Agm	691.3			x	x			x	x	x	x									x	x	
AER ?	677							x	x	x	x									x	x	
AER ?	671							x	x	x											x	
AER ?	663	x						x	x		x	x								x	x	
AER ?	657									x											x	
AER ?	640			x					x	x	x										x	
AER Cl-Hpla-Leu-Choi-Argal	637								x	x												
AER ?	625									x	x										x	
AERMD ?	623.2									x	x										x	
AER ?	618		x	x	x					x	x	x									x	
AER Cl-Hpla-Leu-Choi-Agm	609.4			x	x					x	x										x	x
AER ?	607									x	x	x										x
AER ?	603			x	x																	
AER ?	589.3		x	x	x																	
AER ?	568.4			x																		
AERMD (Pren)2Ile-Val-Pro-methiozole	561.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x											x	x

Padėka. Šis tyrimas iš dalies buvo remtas Lietuvos mokslo tarybos finansuojamo projekto „Cianotoksinai Kuršių marių mitybos tinkle ir jų sklaida priekrantės vandenyse“ (MIP – 037/2014).

Literatūra

Ballot A., Fastner J., Wiedner C. 2010. Paralytic shellfish poisoning toxin-producing cyanobacterium *Aphanizomenon gracile* in northeast Germany. *Appl. Environ. Microbiol.*, 76 (4), 1173–1180.

- Elkobi-Peer S., Carmeli S. 2015. New Prenylated Aeruginosin, Microphycin, Anabaenopeptin and Micropeptin Analogues from a Microcystis Bloom Material Collected in Kibbutz Kfar Blum, Israel. *Mar Drugs*, 13(4), 2347–2375.
- Ersmark K., Del Valle J.R., Hanessian S. 2008. Chemistry and biology of the aeruginosin family of serine protease inhibitors. *Angew Chem Int Ed.*, 47, 1202–1223.
- Grabowska M., Kobos J., Toruńska-Sitarz A., et al. 2014. Non-ribosomal peptides produced by *Planktothrix agardhii* from Siemianówka Dam Reservoir SDR (northeast Poland). *Arch Microbiol.*, 196 (10), 697–707.
- Ledreux A., Thomazeau S., Catherine A. et al. 2010. Evidence for saxitoxins production by the cyanobacterium *Aphanizomenon gracile* in a French recreational water body. *Harmful Algae*, 10 (1), 88–97.
- Neilan B.A., Dittmann E., Rouhiainen L. et al. 1999. Nonribosomal peptide synthesis and toxigenicity of cyanobacteria. *J Bacteriol.*, 181 (13), 4089–97.
- Paldavičienė A., Mazur-Marzec H., Razinkovas A. 2009. Toxic cyanobacteria blooms in the Lithuanian part of the Curonian lagoon. *Oceanologia*, 51 (2), 203–216.
- Paldavičienė A. 2015. Cyanotoxins and their accumulation in the Curonian lagoon. Doctoral Dissertation, Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla. 156 pp.
- Paldavičienė A., Žaiko A., Mazur-Marzec H. et al. 2015. Bioaccumulation of microcystins in invasive bivalves: a case study from the boreal lagoon ecosystem. *Oceanologia*, 57 (1), 93–101.
- Pilkaitytė R., Razinkovas A. 2006. Factors controlling phytoplankton blooms in a temperate estuary: nutrient limitation and physical forcing. *Hydrobiologia*, 555 (1), 41–48.
- Pilkaitytė R., Razinkovas A. 2007. Seasonal changes in phytoplankton composition and nutrient limitation in a shallow Baltic lagoon. *Boreal Environ. Res.*, 12 (5), 551–559.
- Rashleigh B., Razinkovas A., Pilkaitytė R. 2011. Ecosystem services assessment of the Nemunas River delta. *Trans. Waters Bull.*, 5 (2), 75–84. <http://dx.doi.org/10.1285/i1825229Xv5n2p75>.
- Rohrlack T., Edvardsen B., Skulberg R. et al. 2008. Oligopeptide chemotypes of the toxic freshwater cyanobacterium *Planktothrix* can form sub-populations with dissimilar ecological traits. *Limnol Oceanogr.*, 53, 1279–1293.
- Sano T., Kaya K. 1995. Oscillamide Y, a chymotrypsin inhibitor from toxic *Oscillatoria agardhii*. *Tetrahedron Letters*, 36 (33), 5933–5936.
- Šulčius S., Pilkaitytė R., Mazur-Marzec H. et al. 2015. Increased risk of exposure to microcystins in the scum of the filamentous cyanobacterium *Aphanizomenon flos-aquae* accumulated on the western shoreline of the Curonian Lagoon. *Mar Pollut Bull.*, 99 (1–2), 264–70.

APLINKOS TINKAMUMO VERTINIMAS VĖJO JĖGAINIŲ PARKŲ ĮRENGIMUI TAIKANT GIS ERDVINĮ MODELIAVIMĄ

Dominykas Preibys¹, Ingrida Bagdanavičiūtė²

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda,

²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda
dominykas.preibys@apc.ku.lt

Įvadas. Pastaraisiais dešimtmečiais vis aktualesnė energijos gamybos sritis yra atsinaujinanti energetika, kadangi energijos poreikis su kiekvienais metais sparčiai auga, o eikvojami gamtiniai išteklių yra riboti (Rodman, 2006). Taip pat išmetami dideli anglies dvideginio bei kitų cheminių medžiagų kiekiai į aplinką deginant kurą skatina ieškoti alternatyvių energijos gamybos krypčių. Lietuva įstojusi į Europos Sąjungą priėmė išsipareigojimą, jog atsinaujinančių išteklių energijos dalis 2020 metais sudarytų ne mažiau kaip 23 % (LR Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, 2011). Lietuvoje potencialiausia yra vėjo energetika ir šiuo metu sudaro didžiausią dalį bendros pagamintos energijos iš visų atsinaujinančių energijos išteklių (Lietuvos vėjo elektrinių asociacija, 2015).

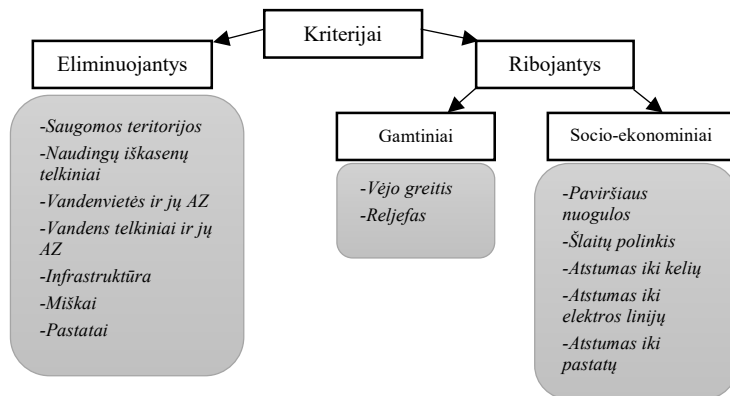
Planuojant statyti vėjo elektrinių parkus sausumoje susiduriama su problemomis: laisvų tinkamų plotų trūkumu, gyventojų pasipriešinimu ir kt. Labiausiai tinkamas šios problemos sprendimas yra teritorijų planavimas paremtas darnaus vystymosi principais, kada parenkamos optimalios vietos vėjo elektrinių parkams steigti atsižvelgiant į aplinkosauginius ir socio-ekonominius kriterijus (WES, 1997). Šio darbo tikslas buvo nustatyti palankias vietas vėjo elektrinių parkų įrengimui Klaipėdos apskrityje taikant GIS erdvinį modeliavimą.

Metodika. Vėjo energetikos potencialas sausumoje yra didžiausias pajūrio regione (Marčiukaitis ir kt., 2009), todėl šio tyrimo objektu buvo pasirinktas pajūrio regionas – Klaipėdos apskritis. Darbe tinkamų vietų vėjo elektrinių parkams parinkimui buvo taikomas GIS erdvinio modeliavimo metodas paremtas darnaus vystymosi principais, kad ateityje vykdoma ūkinė veikla turėtų kuo mažesnę neigiamą įtaką aplinkai bei visuomenei ir tuo pačiu, kuo didesnę ekonominę efektyvumą. Metodinė kartografinio modeliavimo schema pateikta žemiau (1 pav.).

Atlikus literatūros analizę išskirta 15 gamtinių ir socio-ekonominių kriterijų, kurie buvo suskirstyti į ribojančius ir eliminuojančius (teisinius reglamentavimas) (2 pav.).



1 pav. GIS kartografinio modeliavimo darbų seka.



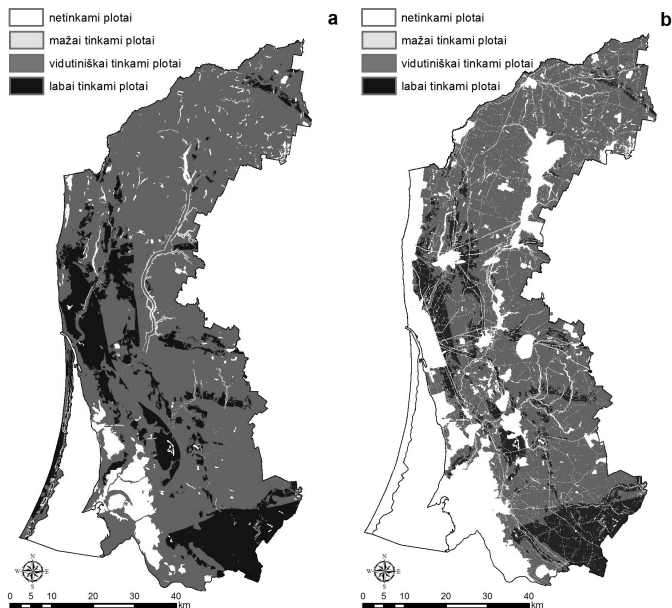
2 pav. Kriterijų suskirstymo schema.

Duomenų rinkimui ir analizei buvo naudojamas ArcGIS 10.3 programinis paketas. Surinkti vektoriniai duomenys buvo transformuoti į rastrinį duomenų modelį (gardelės dydis 10x10 m). Ribojančių kriterijų komponentai buvo įvertinti pagal tinkamumo skalę vėjo elektrinių parkų įrengimui nuo labai tinkamų (3) iki netinkamų (0). Kriterijų informacinius sluoksnius perklasifikavus pagal tinkamumo skalę (0–3) buvo gauti kriterijų tinkamumo žemėlapiai. Įvertinus kiekvieno kriterijaus santykinį svorį buvo atliekama svertinė sluoksnių perdengimo analizė bei sudarytas vėjo elektrinių parkų potencialių plotų žemėlapis.

Rezultatai. Vertinimo metu buvo sudaryti du teritorijos tinkamumo modeliai: gamtinis ir socio-ekonominis. Juos perdengus gautas bendras gamtinis/socio-ekonominis modelis bei eliminavus teisiniais reglamentais ribojamą įsisavinti teritoriją buvo išskirtos palankios vietos vėjų elektrinių parkų įrengimui Klaipėdos apskrityje (3 pav.).

Atliktas Klaipėdos apskrities aplinkos vertinimas (3a pav.) parodė, kad vėjo elektrinių parkams netinkamos teritorijos rajone sudaro 8 %, mažai tinkamos – 1 %, vidutiniškai tinkamos – 73 % bei labai tinkamos – 19 %. Įvertinus teisinę bazę reglamentuojančią vėjo elektrinių parkų įrengimą netinkamų plotų vėjo elektrinių parkams procentinė dalis padidėjo iki 63 %, o labai tinkamų plotų dalis sumažėjo iki 7 % visos Klaipėdos apskrities teritorijos

(3b pav.). Daugiausiai tinkamų plotų nustatyta Šilutės rajone (49 %) ir ties Klaipėda (33 %), kur stebimi didžiausi vidutiniai metiniai vėjo greičiai (> 5,5 m/s).



3 pav. Gamtinis ir socio-ekonominis (a) bei galutinis vėjo elektrinių parkų (b) tinkamumo modelis.

Išvados. Atliekant teritorijos vertinimą pagal tinkamumą vėjo elektrinių parkų įrengimui, svarbiausiais kriterijais buvo pasirinktas vėjo greitis ir kvarterio paviršiaus nuogulų geotechninės savybės. Sudaryti du teritorijos tinkamumo modeliai, kuriuos palyginus pastebėta, kad gamtinės sąlygos tik iš dalies apriboja teritorijos naudojimą, o teisiniai faktoriai visiškai eliminuoja nemažai gamtinių požiūriu tinkamų plotų. Parengta aplinkos vertinimo metodika naudojant GIS erdvinį modeliavimą yra efektyvi priemonė erdvinių duomenų analizei (Szurek et al., 2014)., leidžianti integruoti skirtingų tyrimo sričių duomenis, kiekybinius ir kokybinius parametrus ir yra tinkama darnaus teritorijų planavimo ir aplinkosaugos uždaviniams spręsti.

Literatūra

Lietuvos vėjo elektrinių asociacija. 2015. Prieiga per internetą: <http://www.lvea.lt/index.php/lt/p/asociacija/vejo-elektriniu-parkai>.
LR Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, 2011.

- Marčiukaitis M., Marčiukaitienė E.R., Tumosa A. 2009. Vėjo greičio kitimo dėsningumų Lietuvos pajūrio regione tyrimas. *Energetika*. 2009. T. 55. Nr. 1. P. 27–34. Lietuvos mokslų akademija.
- Szurek M., Blachowski J., Nowacka A. 2014. GIS-based method for wind farm location multicriteria analysis. *Mining Science*, Vol. 21, 2014, 65–81.
- Rodman L.C., Meentemeyer R.K. 2006. A geographic analysis of wind turbine placement in Northern California. *Energy Policy* 34 (2006), 2137–2149.
- WES, 1997. Siting Issues for Wind Power Plants. National Wind Coordinating Committee, Wind Energy Series, January 1997, No. 3.

SEZONINĖ SKENDINČIOS ORGANINĖS MEDŽIAGOS $\delta^{13}\text{C}$ IR $\delta^{15}\text{N}$ KAITA KURŠIŲ MARIOSE

Nijolė Remeikaitė-Nikienė^{1,2}, Galina Lujanienė²,
Vitalijus Malejevas^{1,2}, Rūta Barisevičiūtė², Galina Garnaga-Budrė^{1,3},
Algirdas Stankevičius^{1,3}

¹Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda, ²Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, ³Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda
n.remeikaite@aaa.am.lt

Įvadas. Organinės medžiagos šaltinių, sudėties ir jos transformacijos tyrimai gali suteikti naudingos informacijos apie vykstančius natūralius procesus ir žmogaus sukeltus pokyčius tiek pačiame vandens telkinyje, tiek visame baseine (Berto et al., 2013). Šiems tikslams studijose dažnai naudojamas stabilųjų anglies ir azoto izotopų santykių ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ arba $\delta^{13}\text{C}$; $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ arba $\delta^{15}\text{N}$) metodas. Pavyzdžiui, tipiška $\delta^{13}\text{C}$ vertė sausumos C_3 (dažnesniems vidutinių platumų juostose) augaluose yra apie -27% ar -28% , o $\delta^{15}\text{N}$ siekia apie 3% . Jūros fitoplanktonas izotopiškai „sunkesnis“: paprastai $\delta^{13}\text{C}$ vertės kinta nuo -22% iki -18% , tuo tarpu $\delta^{15}\text{N}$ vertės yra apie $4-6\%$. Gėlavandeniame fitoplanktone matuojamos $\delta^{13}\text{C}$ vertės dažniausiai būna nuo -35% iki -25% , o $\delta^{15}\text{N}$ yra apie 5% (Voss et al., 2005; Lamb et al., 2006). Tačiau šios vertės ir jų intervalai vis labiau keičiasi dėl žmogaus veiklos, ir todėl SOM $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ verčių interpretavimas ne visuomet tiesiogiai įmanomas, neatsižvelgiant į būdingas aplinkos sąlygas ar taršos mastą. Pavyzdžiui, nuotėkyje iš intensyvios žemdirbystės laukų ar komunalinių nuotekų valymo įrenginių dėl denitrifikacijos stebimos didelės nitratų $\delta^{15}\text{N}$ vertės (iki ir daugiau $10-20\%$). Tuo pačiu, didėja ir augalų, vartojančių tokius nitratus, $\delta^{15}\text{N}$ vertės. Vasaros metu, dėl intensyvaus melsvabakterių, gebančių fiksuoti atmosferos azotą ($\delta^{15}\text{N} \sim 0\%$), žydėjimo, fitoplanktono $\delta^{15}\text{N}$ sumažėja iki artimo nulii. Remiantis kitų studijų išvadomis, C ir N izotopų metodas gali būti papildoma priemonė identifikuojant galimus šaltinius, turinčius įtakos ekologinei ir cheminei vandens telkinio būklei (Berto et al., 2013; Mancinelli et al., 2015).

Kuršių mariose, dideli organinės medžiagos kiekiai atnešami Nemunu bei sukuriama pačiame telkinyje (fitoplanktonas), todėl SOM sudėtis ir šaltiniai kinta atskirais sezonais. Šiame darbe trumpai aprašomas Kuršių marių SOM $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ pasiskirstymas ir veiksniai, lemiantys sezoninę kaitą.

Tyrimų medžiaga ir metodai. Skendinčios organinės medžiagos (SOM) mėginiai paimti Kuršių mariose 2012–2013 metais įgyvendinant Valstybinę aplinkos monitoringo programą ir projektą „Izotopinių metodų taikymas organinių medžiagų sklaidai Baltijos jūroje tirti“. Vandens mėginiai buvo imami

plastikiniu 5 litrų batometru, iš paviršinio (0,5 m gylio) vandens sluoksnio. SOM $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ vertės nustatytos stabilųjų izotopų santykio masės spektrometru (*Thermo Scientific Delta V Advantage*) su prie jo prijungtu įvedimo įrenginiu elementiniu analizatoriumi (*Thermo Electron Corporation Flash EA 1112*). 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.

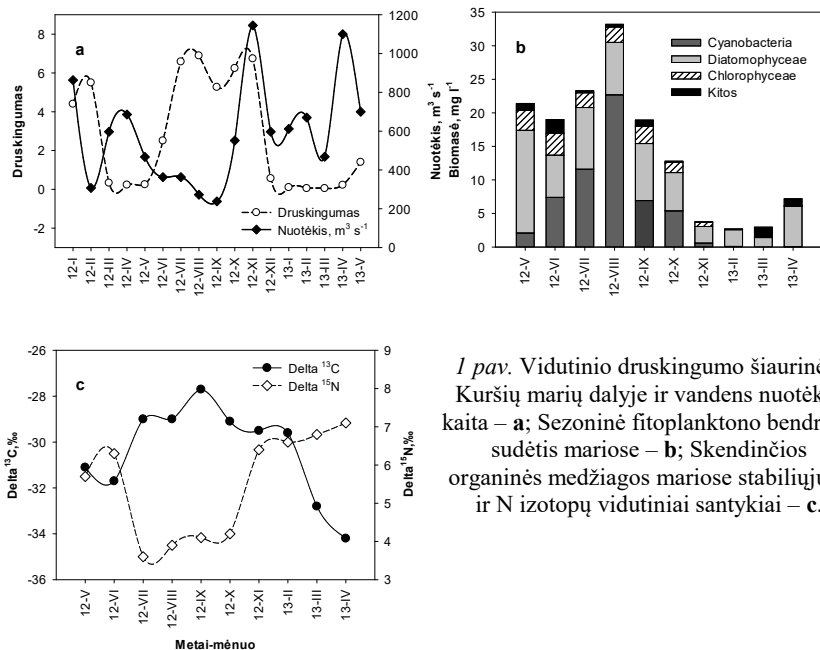
Darbe taip pat panaudoti Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentu vandens druskingumo ir fitoplanktono biomasės bei Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos Nemuno nuotėkio duomenys.

Rezultatai ir jų aptarimas. Tyrimų rezultatai parodė, kad Kuršių marių SOM izotopiniams santykiams būdinga sezoninė kaita su reikšmingai aukštesnėmis $\delta^{13}\text{C}$ ir žemesnėmis $\delta^{15}\text{N}$ vertėmis liepos – spalio mėn. (Anova, $p < 0,05$, 1c pav.). Rezultatai gali būti aiškinami intensyvesniu fitoplanktono vystymusi mariose, ir ypač – melsvabakterių (daugiausia *Aphanizomenon flos-aquae*) dominavimu (1b pav.).

Kaip rodo kitų tyrimų rezultatai, esant intensyviam fitoplanktono dauginimuisi ir aukštesnei vandens temperatūrai, vandenyje sumažėja ištirpusios neorganinės anglies junginių, sumažėja izotopų frakcionavimas, ir fitoplanktone matuojamos didesnės $\delta^{13}\text{C}$ vertės (Savoye et al., 2003; Lara et al., 2010). Sumažėjus azoto junginių koncentracijoms vandenyje, fitoplanktono bendrijoje pradeda dominuoti atmosferos azotą ($\delta^{15}\text{N} \sim 0 \text{‰}$) gebančios fiksuoti melsvabakterės, todėl SOM $\delta^{15}\text{N}$ ženkliai sumažėja (Voss et al., 2000; Voss et al., 2005).

Aukštesnės $\delta^{13}\text{C}$ ir žemesnės $\delta^{15}\text{N}$ vertės matuotos, kuomet šiaurinėje marių dalyje stebėtas dažnesnis druskingų vandenų iš jūros pritekėjimas (1a-pav.). Remiantis tyrimų, atliktų liepos – rugpjūčio mėn. Kuršių marių vandenų išplitimo Baltijos jūroje zonoje, rezultatais, vidutiniškai SOM $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ vertės siekia apie $-26,4 \text{‰}$ ir $2,4 \text{‰}$, atitinkamai (Lesutienė et al., 2014). Druskingų

vandenų pritekėjimas būdingas daugiau šiaurinei Kuršių marių daliai, o jo mastai ir trukmė nėra taip išplitę, kaip kad intensyvus fitoplanktono vystymasis visose mariose. Tačiau vis tik šis veiksnys turi įtakos jūrinės kilmės organinės medžiagos akumuliacijai (remiantis skaičiavimais, ~10 proc.) šiaurinėje Kuršių marių dalyje (Remeikaitė-Nikienė et al., 2016).



1 pav. Vidutinio druskingumo šiaurinėje Kuršių marių dalyje ir vandens nuotėkio kaita – a; Sezoniinė fitoplanktono bendrijos sudėtis mariose – b; Skandinčios organinės medžiagos mariose stabilijų C ir N izotopų vidutiniai santykiai – c.

Žemesnės $\delta^{13}\text{C}$ ir aukštesnės $\delta^{15}\text{N}$ vertės rudenį – pavasarį siejamos su didesniu Nemuno nuotėkiu (1a pav.), kurio SOM $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ vidutiniškai siekia $-32,9\text{‰}$ ir $8,4\text{‰}$, atitinkamai (Lesutienė et al., 2014). Aukšti upių SOM $\delta^{15}\text{N}$ ($>8\text{‰}$) būdingi dėl komunalinių nuotėkų ir/ar mėšlų tręšiamų laukų nuotėkio su aukštomis nitratų $\delta^{15}\text{N}$ vertėmis (pvz., Nemuno $\delta^{15}\text{N}\text{-NO}_3 = 8,6\text{‰}$, Korth et al., 2013). Atitinkamai, pavasarį suvartojus nitratus ir fitoplanktono $\delta^{15}\text{N}$ tampa aukštas. Rudenį – žiemą aukštos SOM $\delta^{13}\text{C}$ ir $\delta^{15}\text{N}$ vertės gali rodyti ardomą organinę medžiagą, kadangi bakterijos pirmiau asimiliuoja ^{14}N ir ^{12}C izotopus, tokiu būdu SOM tampa izotopiškai „sunkesnė“.

Padėka. Autoriai dėkoja Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento ir Fizinių ir technologijos mokslų centro darbuotojams už pagalbą imant mėginius ir atliekant tyrimus. Autoriai taip pat dėkingi Lietuvos mokslų tarybai už finansinę paramą (sutarties Nr. MIP-080/2012).

Literatūra

- Berto D., Rampazzo F., Noventa S. et al. 2013. Stable carbon and nitrogen isotope ratios as tools to evaluate the nature of particulate organic matter in the Venice lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 135, 66–76.
- Korth F., Fry B., Liskow I. et al. 2013. Nitrogen turnover during the spring outflows of the nitrate-rich Curonian and Szczecin lagoons using dual nitrate isotopes. *Marine Chemistry*, 154, 1–11.
- Lamb A.L., Wilson G.P., Leng M.J. 2006. A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using $\delta^{13}\text{C}$ and C/N ratios in organic material. *Earth-Science Reviews*, 75, 29–57.
- 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.
- Lesutienė J., Bukaveckas P.A., Gasiūnaitė Z.R. et al. 2014. Tracing the isotopic signal of a cyanobacteria bloom through the food web of a Baltic Sea coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 138, 47–56.
- Mancinelli G., Vizzini S. 2015. Assessing anthropogenic pressures on coastal marine ecosystems using stable CNS isotopes: State of the art, knowledge gaps, and community-scale perspectives. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 156, 195–204.
- Remeikaitė-Nikienė N., Lujanienė G., Malejevas V. et al. 2016. Distribution and sources of organic matter in sediments of the south-eastern Baltic Sea. *Journal of Marine Systems*, 157, 75–81.
- 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). *Marine Ecology Progress Series*, 255, 27–41.
- Voss M., Larsen B., Leivuori M. et al. 2000. Stable isotope signals of eutrophication in coastal Baltic Sea sediments. *Journal of Marine Systems*, 25, 287–298.
- Voss M., Liskow I., Pastuszek M. et al. 2005. Riverine discharge into a coastal bay: A stable isotope study in the Gulf of Gdansk, Baltic Sea. *Journal of Marine Systems*, 57, 127–145.

METEOROLOGINIŲ PARAMETRŲ ĮTAKA VANDENS PAVIRŠIAUS TEMPERATŪROS KAITAI PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS REGIONE

Viktorija Rukšėnienė, Inga Dailidienė, Loreta Kelpšaitė-Rimkienė

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas gamtos mokslų katedra, Klaipėda

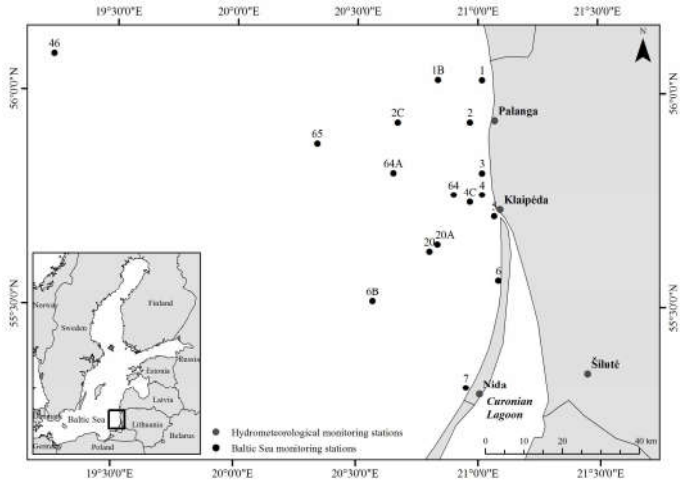
viktorija.rukseniene@gmail.com

Įvadas. Viduržemyninė Baltijos jūra dėl savo ypatingos fizinių procesų dinamikos, geografinės padėties skiriasi nuo daugelį kitų vandens telkinių (Lepparāranta et al., 2009; Alenius et al., 1998; Soomere et al., 2008). Dėl santykinai mažo dydžio, didelio uždaroimo ir jos ekosistemos pažeidžiamumo, Baltijos jūra yra jautri klimato pokyčiams ir permainoms. Baltijos jūros fizinės savybės tiesiogiai priklauso nuo išorinio poveikio, pavyzdžiui, jūros hidrodinaminiai ir terminiai procesai tiesiogiai priklauso nuo atmosferos-hidrosferos (oro–vandens) sąveikos. Pagrindinis šio tyrimo tikslas yra įvertinti meteorologinių parametrų trukmę įtakojančią vandens paviršiaus temperatūrą (SST) Baltijos jūros Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje.

Metodai. 1994–2009 metų SST Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje buvo renkami Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento (AAAJTD) vykdomų Baltijos jūros monitoringo ekspedicijų metu, pastoviuose monitoringo stotyse. Ekspedicijos vykdomos keturis kartus per metus: pavasarį, vasarą, rudenį ir žiemą. Tyrimo laikotarpiu daugiausia duomenų buvo sukaupta 17-oje monitoringo stotyse (1 pav.). SST matavimų duomenys buvo gauti iš AAAJTD ir atrinkti iš paviršinio (0–1 m) vandens sluoksnio.

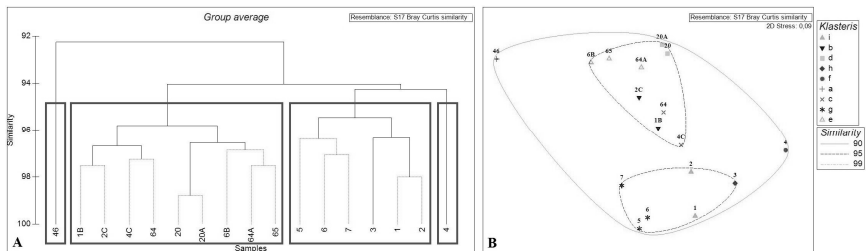
Meteorologiniai stebėjimai ir matavimai (oro temperatūra (AT), saulės spindėjimo trukmės (SR) ir vėjo greičio (WS)) buvo vykdomi Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos (LHAM) kiekvieną dieną trijose stacionariose hidrometeorologinėse monitoringo stotyse: Palanga, Klaipėda, Nida (1 pav.).

SST duomenys buvo apdoroti PRIMER programine įranga, pritaikant daugiamačių skalių (MDS) ir klasterinės analizės metodus. Apskaičiuoti SST vidurkiai ir statistinės vertės kiekvienai monitoringo stočiai atitinkamai. Taip pat buvo apskaičiuoti skirtingų trukmių (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 ir 63 dienų) AT, SR, WS matavimų vidurkiai kiekvienai pakrantės stočiai. Atskirų monitoringo stočių SST ir AT, SR, WS parametrų ryšiai įvertinti, atsižvelgiant į koreliacijos koeficiento ir jo patikimumo reikšmę. Koreliacijos statistinis patikimumas įvertintas, nustatant patikimumo lygmenį ($p < 0,05$) (Čėkanavičius ir kt., 2000). Skaičiavimai atlikti IBM SPSS Statistics 19 statistine programa. Panaudojant programą ArcGis 9 sukurti žemėlapiai.



1 pav. Pietryčių Baltijos jūros monitoringo stotys 1994–2009.

Rezultatai. Atlikus MDS analizę, stotys pagal SST buvo suskirstytos į 9 klasterius, o pagal 95 % Bray-Curtis panašumo indeksą, stotys buvo sugrupuotos į 4 grupes (2 pav., B). Gauti rezultatai yra patikimi, nes įtempimo arba tikslo paklaida (Stress) neviršija 0,1. Priešingu atveju, gautų analizės rezultatų interpretuoti negalėtume. Kuo mažesnis atstumas tarp stočių, tuo stotys panašesnės pagal SST. Tokius pat gautus rezultatus galima pavaizduoti ir dendogramos pagalba (2 pav., A).

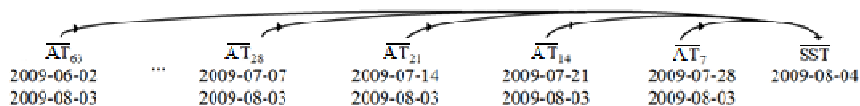


2 pav. Vandens paviršiaus temperatūros dendograma (A) ir MDS (B). Mėlyni kvadratai žymi 95 % panašumą.

Remiantis išmatuota SST ir pritaikius Bray-Curtis panašumo indekso (95 %) metodą jūros monitoringo stotys buvo suskirstyto į 4 grupes. I grupė priskirtos priekrantės stotys (1, 2, 3, 5, 6, 7), kurių vidutinė metinė SST svyruoja nuo 7,3 °C iki 11,9 °C. II grupė – tai atviros jūros stotys (1B, 64, 4C, 20, 20A, 2C, 64A, 6B, 65), kurių vidutinė metinė SST svyruoja nuo 8,1 °C iki

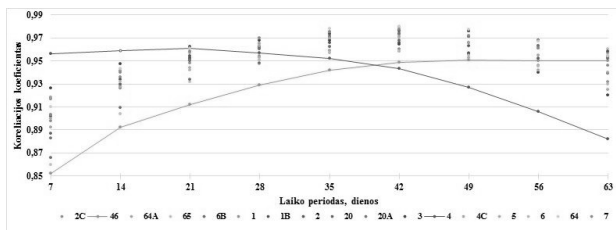
16,3 °C. 2001 metais pastebėtas žymus SST padidėjimas. Patikrinus duomenis paaiškėjo, kad šiose sotyse (64A, 65, 6B, 2C, 4C) buvo atlikti SST matavimai tik rugpjūčio ir spalio mėnesiais. Reikia atkreipti dėmesį į šiuos duomenis, atliekant tolimesnę analizę. III grupė – tai 4 stotis, kurios yra pliumo ribose, t. y. patenka į marių vandens išnešimo/išplitimo zoną jūros priekrantėje ties Klaipėdos sąsiauriu. Trečios grupės vidutinė metinė SST svyruoja nuo 8,6 °C iki 12,6 °C. IV grupė – tai 46 monitoringo stotis, kuri yra toliausiai nutolusi nuo kranto. Jos vidutinė metinė SST svyruoja nuo 4,1 °C iki 17,9 °C. 2005 m. pastebėtas žymus SST padidėjimas, o 2008 metais ir 2009 metais – žymus SST sumažėjimas. Bet didesnė temperatūros variacija yra sąlygota duomenų masyvo trūkumais, retesniais matavimais, kurie buvo vykdomi ne 4 kartus per metus, o tik du ar net vieną kartą per metus. Pavyzdžiui, 2005 metais SST matavimai buvo atliktas tik rugpjūčio mėnesį, o 2008 ir 2009 metais – tik vasario mėnesį. Pašalinus išskirtis – vidutinė metinė SST svyruoja nuo 7,6 °C iki 14,8 °C. Dar būtina atkreipti dėmesį kokių sezonų/laikotarpiu atlikti matavimai. Pavyzdžiui, 2001 metais matavimai buvo atlikti tik du kartus – rugpjūčio ir spalio mėnesiais, o 2002, 2003, 2004 metais buvo atlikti irgi po du matavimus – vasario ir rugpjūčio mėnesiais.

Tyrimo tikslas – meteorologinių sąlygų (AT, SR, WS) įtakos vertinimas SST pasiskirstymui ir variacijai. Tuo tikslu kiekvienai stočiai atskirai apskaičiuotos koreliacijos tarp 7 dienų vidutinės AT (SR ir WS) ir SST, taip pat atitinkamai tarp 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 ir 63 dienų vidutinės AT (SR ir WS) ir SST. Koreliacijos skaičiavimo schema pavaizduota 3 paveiksle, o gauti koreliacijos rezultatai tarp vidutinės AT, SR, WS ir vidutinės SST skirtingais laikotarpiais pavaizduoti atitinkamai 4, 5 ir 6 paveiksluose.

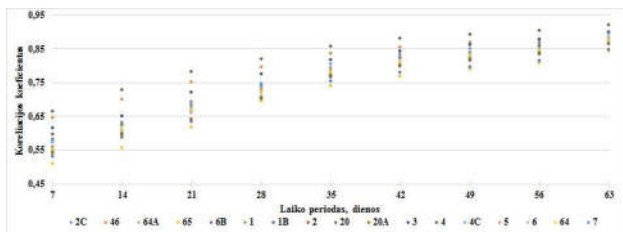


3 pav. Koreliacijos apskaičiavimo schema tarp vidutinės oro temperatūros ir vidutinės vandens paviršiaus temperatūros skirtingais laikotarpiais (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 dienos).

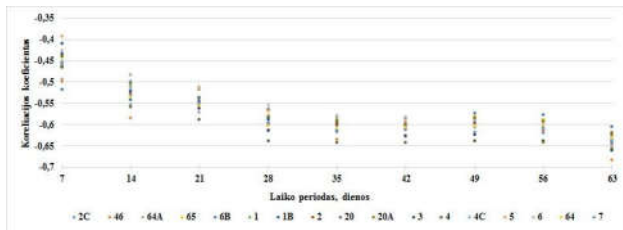
Rezultatų aptarimas ir išvados. Remiantis tyrimų rezultatais tarp oro temperatūros ir SST šis ryšys stiprėja didėjant laikotarpio trukmei iki 42 dienų ir vėliau ilgėjant laikotarpiui koreliacija silpnėja (4 pav.). Apskaičiuota koreliacija tarp SST ir skirtingo laikotarpio vidutinės saulės spindėjimo trukmės ir vėjo greičio parodė, kad kuo ilgesnis laikotarpis vidutinės saulės spindėjimo trukmės ir vėjo greičio, tuo koreliacija su SST yra stipresnė.



4 pav. Koreliacija tarp vidutinės oro temperatūros ir vidutinės vandens paviršiaus temperatūros skirtingais laikotarpiais (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 dienos).



5 pav. Koreliacija tarp vidutinės saulės spindėjimo trukmės ir vidutinės vandens paviršiaus temperatūros skirtingais laikotarpiais (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 dienos).



6 pav. Koreliacija tarp vidutinio vėjo greičio ir vidutinės vandens paviršiaus temperatūros skirtingais laikotarpiais (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 dienos).

Optimizuojant SST monitoringo stočių matavimus rekomenduotina matavimus atlikti ne visose I ir II grupės stotyse, nes šių grupių sudėtyje esančios stotys kiekviena reprezentuoja panašią jūros vandens paviršiaus variaciją laike ir erdvėje. Iš visų monitoringo stočių ženkliai išsiskiria 4 stotis ir 46 stotis, kurios priskirtos atitinkamai atskiroms III ir IV grupėms. 4 stoties SST variacija yra įtakojama Kuršių marių vandens. Todėl reiktų detaliau nagrinėti Kuršių marių ir 4 stoties vandens temperatūras ir jos variacijos ryšius, panašumus. 46 stotis yra labiausiai nutolusi nuo kranto, pasižymi didžiausia temperatūrine talpa ir dar lėčiau reaguoja į oro temperatūros pasikeitimus, lyginant su priekrantės stotimis.

Literatūra

- Alenius P., Myrberg K., Nekrasov A. 1998. The physical oceanography of the Gulf of Finland: a review. *Boreal Environment Research*, 3 (2), 97–125.
- Čekanaivičius V., Murauskas G. 2000. *Statistika ir jos taikymai*. I dalis, Vilnius: TEV.
- Leppäranta M., Myrberg K. 2009. *Physical oceanography of the Baltic Sea*. Chichester, UK: Praxis Publishing.
- Soomere T., Behrens A., Tuomi L. et al. 2008. Wave conditions in the Baltic Proper and in the Gulf of Finland during windstorm Gudrun. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8 (1), 37–46.
- Wie J., Moon B.K. 2015. Seasonal relationship between meteorological conditions and surface ozone in Korea based on an offline chemistry-climate model. *Atmospheric Pollution Research*.
- Galbraith P.S., Larouche P., Chasse J. et al. 2012. Sea-surface temperature in relation to air temperature in the Gulf of St. Lawrence: Interdecadal variability and long term trends. *Deep-Sea Research*, II, 77–80.

BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS ŽVEJYBOS BARŲ TALPOS ĮVERTINIMAS

Remigijus Sakas¹, Antanas Kontautas²

¹Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda,
²Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministerijos,
Klaipėda
remigijus.sakas@gmail.com

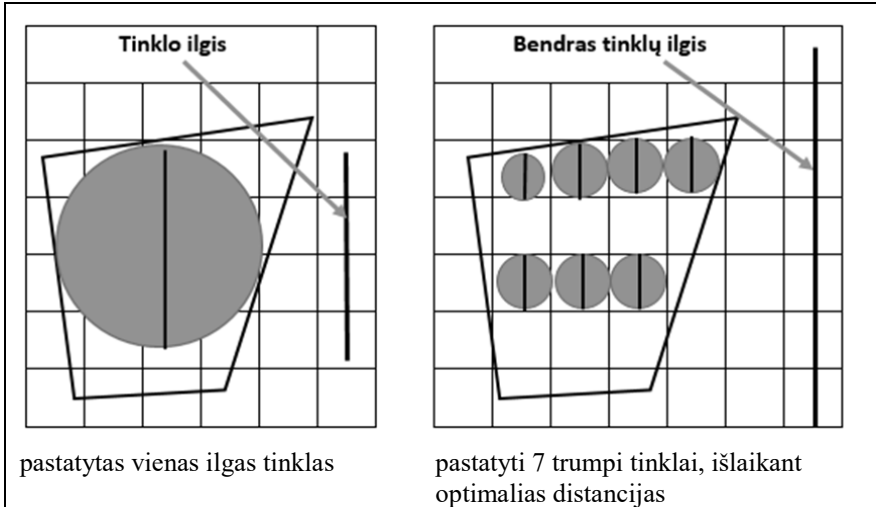
Įvadas. Lietuvos Baltijos jūros priekrantės raidoje verslinė žvejyba yra specifinė veiklos rūšis. Europos Žuvininkystės mokslinio, techninio ir ekonomikos komiteto (angliškas trumpinys STEFC) duomenis, 2013 metais Lietuvos smulkios apimties priekrantės žvejyba generuoja labai nedidelę pridėtinę vertę (tik 400 tūkstančių eurų), bet suteikė darbą 140 žmonių. Verslinės žvejybos įtaka žuvų ištekliams minimali (sugavimai apie 600 tonų per metus), tačiau viena tona sugautų žuvų išlaikė apie 0,23 darbo vietas. Tuo tarpu atviroje jūroje vienas tona sugautų žuvį išlaikė tik 0,017 darbo vietas, o tolimese jūrose – vos 0,003 (STEFC 2015). Kadangi Lietuvos priekrantės akvatorijoje sugaunama palyginti nedidelė kvotuojamų žuvų dalis, žvejyba sugavimų kvotomis nėra reguliuojama, tačiau būtina riboti žvejybos laivų skaičių bei pajėgumą, ir naudojamus žvejybos įrankius tam, kad nebūtų pažeista jautri ekosistema ir užtikrintos žuvų migracijos.

Jau eilę metų kai kuriuose žvejybos baruose dėl per didelio ūkio subjektų ir naudojamų žvejybos įrankių skaičiaus vienu metu negali žvejoti visi žvejai ir vėliau atplaukęs žvejas dažnai nebeturi vietos statyti savo tinklų, nes, laikantis nustatytų žvejybos taisyklėse atstumų tarp tinklų, visas plotas jau būna užstatytas. Taigi, kai kurie žvejybos barai yra perpildyti. Per daug intensyvi žvejyba taip pat gali turėti neigiamos įtakos žuvų migracijoms ir ištekliams. Pastaruoju metu dėl išaugusios mėgėjų žvejybos Baltijos jūroje ši problema tampa dar aštresnė. Siekiant paruošti problemas sprendimus, LR ŽŪM užsakymu KU 2015 metais atliko mokslinį taikomąjį tyrimą „Baltijos jūros priekrantės žvejybos barų talpos įvertinimas“ (Kontautas ir kt., 2015).

Metodai. Pagal Žuvininkystės tarnybos prie LR ŽŪM pateiktus duomenis, buvo įvertintas žvejybos intensyvumas pagal pagrindines žvejybos įrankių grupes per 2008–2014 metus. Žvejybos statomaisiais tinklaičiaus intensyvumas buvo įvertintas tūkstančiais tinklo metro dienų (Kontautas et al., 2012).

Pagal LR ŽŪM užduotį, žvejybos barų talpa turėjo būti išreikšta didžiausiu galimo naudoti tinklo ilgiu kiekviename žvejybos bare. Remiantis FAO ir kitais žvejybos pastangų ir žvejybos pajėgumų moksliniais tyrimais (Seijo et al., 1998; ICES, 1969; Трещев, 1983), buvo nustatyta, kad žvejybos barų talpa turi būti išreikšta ne tik tinklų ilgiu, bet dydžiu, kuris apjungtų ir tinklų ilgį ir tų tinklų

išdėstymo tvarką tam tikroje akvatorijoje. Taip pat modeliuojant situacijas, buvo nustatyta, kad norint išlaikyti ilgalaikį maksimalų žvejybos pajėgumą, didžiausią leistiną sugavimą tam tikroje akvatorijoje, bei optimizuoti pajėgumų paskirstymą tarp naudotojų, tinklų ilgis vienoje eilėje turi būti optimaliai trumpas (1 pav.).



1 pav. Bendras tinklų ilgis netaisyklingos formos žvejybos bare, priklausomai nuo tinklų ilgio eilėje.

Šiam uždaviniui išspręsti pasiūlėme naudoti tinklų išdėstymo vieneto sąvoką. Tinklų išdėstymo vienetas (*tiv*), tai dydis susidedantis iš trijų būtinųjų parametrų:

- didžiausias tarpusavyje sujungtų tinklaičių eilės ilgis (*l*), toliau tiesiog tinklų eilės ilgis;
- atstumas tarp žvejybos įrankių eilių linijose (*d*), toliau tiesiog distancija linijoje;
- atstumas tarp linijų (*dl*).

Žvejybos baro talpa išreiškta ne bendru tinklų ilgiu, o tinklo išdėstymo vienetais, ne tik nustato tinklų, kuriuos galima naudoti bare ilgį, bet kartu nustato ir tinklų išdėstymo reikalavimus.

Siekiant didžiausio žvejybos baro talpumo, tinklų išdėstymo vieneto plotas turi būti kuo mažesnis. Iš kitos pusės, norint pasiekti kuo didesnę sugavimą vienu tinklaičiu, jo apgaudymo plotas turi būti kuo didesnis. Variantas tenkinantis abi sąlygas kai distancija tarp tinklų linijoje ir tarp linijų yra lygi nustatytam tinklų ilgiui vienoje eilėje ($l_i = d_i = dl_i$). Distancijas, tenkinančias šias

sąlygas pavadino optimaliomis distancijomis. Tinklų išdėstymo vieneto, kuriame išlaikomos optimalios distancijos, plotas lygus: $S_{\text{tv}} = (l + l) * l = 2l^2$.

Siekiant palikti galimybę žvejoti ne tik statomaisiais tinklais, bet ir kitais žvejybos įrankiais visuose baruose siūlome taikyti koeficientą k ne didesnį nei 0,9. Baltijos jūros priekrantės žvejybos barų talpa nustatoma pirmą kartą istorijoje, todėl, manome, kad būtų reikalinga taikyti atsargumo principą. Vadovaujantis Europos Sąjungos žuvininkystės politikos ir žuvininkystės mokslo rekomendacijomis, tai būtų koeficientas lygus 0,8. Tokiu būdu žvejybos baro talpa turi būti skaičiuojama pagal sekančią formulę:

$$Q_L = 0,8 * k * S_{zb} * \frac{l}{S_{\text{tv}}}$$

Esant optimalioms distancijoms tarp tinklų, formulė tampa:

$$Q_L = 0,8 * k * \frac{S_{zb}}{2l}$$

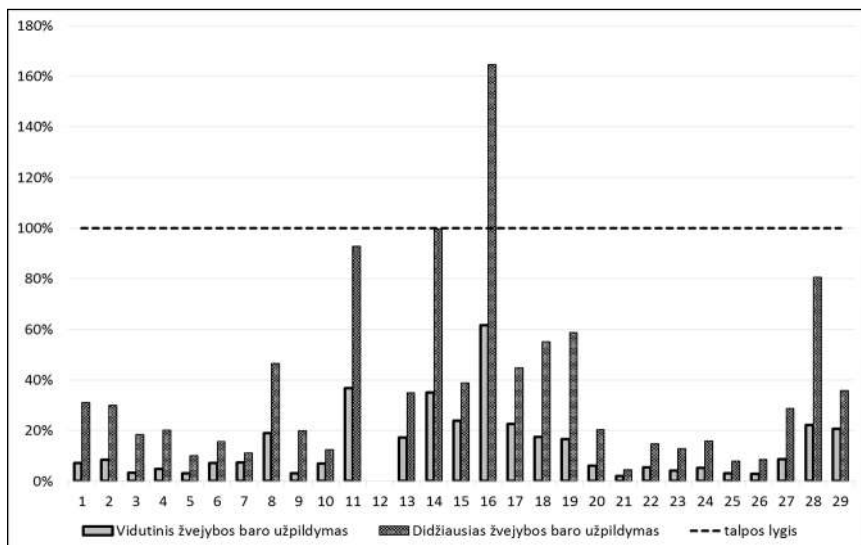
kur Q_L – žvejybos baro talpa išreikšta tinklo ilgiu;
 S_{zb} – žvejybos baro plotas.

Siekiant nustatyti ar faktiškai naudojamų tinklų ilgis yra optimalus buvo įvertintas žvejybos barų užpildymas, tai yra faktinio žvejybos bare tam tikrą laikotarpį naudojamų tinklaičių ilgio ir to baro talpos santykis procentais.

Rezultatai. Atsižvelgiant į galiojančius verslinės žvejybos Baltijos jūros priekrantėje reikalavimus, bendra Baltijos jūros priekrantės talpa yra apie 870 kilometrų tinklų. Atskiruose baruose ji svyruoja nuo 4,27 iki 123,75 kilometrų tinklų. Deja, šiuo atveju nėra išlaikomos optimalios distancijos tarp tinklų. Siekiant tvarios žvejybos, buvo pasiūlyti scenarijai, su optimaliomis distancijomis tarp tinklų. Baltijos priekrantės užpildymas tinklais nėra didelis: pagal didžiausią vieną mėnesį naudojamų tinklų ilgį 2008-2014 metų laikotarpį, jis vidutiniškai siekia tik apie 38 % talpos. Tačiau tinklų pasiskirstymas tarp žvejybos barų yra labai netolygus. Dėl nevienodo žvejybos barų patrauklumo, užpildymas tinklais 2008-2014 metų laikotarpiu atskiruose žvejybos baruose svyruoja nuo 4,7 % iki 175,5 % talpos. Trijų žvejybos barų užpildymas yra artimas arba viršija 100 % nustatytos talpos (2 pav.).

Išvados. Didžiausias naudojamų tinklų ilgio (talpos) nustatymas Baltijos jūros priekrantės žvejybos baruose Lietuvoje buvo vykdomas pirmą kartą. Būtinoji sąlyga, be kurios negalima nustatyti žvejybos barų talpos, yra tinklų išdėstymo tvarka. Tinklų išdėstymo tvarka gali būti išreikšta tinklų išdėstymo vienetais, kurie nustato tokias tinklų statymo sąlygas: tinklų ilgis eilėje, distancija tarp tinklų eilių ir distancija tarp tinklų linijų. Siekiant išlaikyti didžiausią ilgalaikį žuvų sugavimą Baltijos jūros priekrantėje ir atsižvelgiant į žvejybos intensyvumo ir efektyvumo kitimą per 2008–2014 metus galima teigti, kad, nustatant žvejybos barų talpą, reikėtų taikyti tinklų išdėstymo vienetus su optimaliomis distancijomis (distancija tarp tinklų eilių ir distancija tarp linijų lygi tinklų eilės ilgiui). Tokiu atveju, priklausomai nuo nustatyto tinklų eilės

ilgio, bendra Baltijos jūros Lietuvos priekrantės talpa gali būti nuo 280 iki 920 kilometrų tinklų.



2 pav. Vidutinis ir didžiausias žvejybos barų užpildymas lyginant su jų talpa nustatyta pagal nuo 2011 metų galiojančius tinklų išdėstymo apribojimus.

Be pastarųjų grynai taikomųjų išvadų, svarbi tampa ir kita išvada dėl smulkios apimties žvejybos (SAŽ), kaip visos jūros žuvininkystės adaptacinės hierarchinių struktūrų ekologinės sistemos dalies, svarbos (Holling, 2001).

SAŽ yra labai įvairialypė, tačiau skirtingai nuo žvejybos laivais atviroje jūroje, ji praktiškai neturi alternatyvų judėjime (Eikeland, 1998). Įvertinus SAŽ sugavimų kitimą, galima pastebėti net marginalinius pakitimus stambiose jūrinių žuvų populiacijose, ir imtis atitinkamų jūrinės žvejybos reguliavimo priemonių dar neprasidėjus globaliniams pakitimams šiose populiacijose. Pavyzdžiui, menkių žvejybos kolapso šiaurės vakarų Atlante XX amžiaus paskutiniame dešimtmetyje buvo galima išvengti, jei būtų laiku atsižvelgta į SAŽ sugavimų kitimą. Tačiau SAŽ gali būti panaudota ankstyvai pakitimų populiacijose analizei tik tuo atveju, jei yra reguliuojamas įrankių naudojimas, o ne leistini sugavimai (žvejybos kvotos).

Literatūra

- Eikeland S. 1998. Flexibility in Northern Waters. Northern Waters: Management Issues and Practice, Fishing New Books.
- Holling C.S. 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. Ecosystems, 4, 390–405.

- Kontautas A. ir kt. 2015. Baltijos jūros priekrantės žvejybos barų talpos įvertinimas. MTTV projekto ataskaita. Klaipėda.
- Kontautas A., Zolubas T. 2012. Small scale fishery management in coastal transitional waters: Curonian lagoon case. ECSA 51th International Symposium „Research and management of transitional waters“, abstract book. September 23–27, Klaipėda. p.31.
- Report of the ICES Working Group on vessel characteristics and fishing effort measurement. ICES Gear and Behaviour Committee C.M. 1969/B:9.
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). The 2015 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF-15-07). 2015. Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 27428 EN, JRC 97371, 434 pp.
- Sejjo J.C. et al. 1998. Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 368. Rome, FAO. 108 p.
- Трещев А.И., 1983. Интенсивность рыболовства. Москва, Легкая и пищевая промышленность: 236 с.

GENETINĖ MIDIJŲ (*MYTILLUS SPP.*) POPULIACIJŲ STRUKTŪRA IR POPULIACIJŲ JUNGIMOSI ANALIZĖ MIKROSATELITINIŲ DNR ŽYMENŲ PAGALBA

Aurelija Samuilovienė^{1,2}, Andrius Šiaulys², Ugnė Baronaitė³,
Anastasija Zaiko²

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda, ³Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda
aurelija.samuiloviene@jmtc.ku.lt

Įvadas. Populiacijų jungimasis yra labai svarbus populiacijų genetinės struktūros susiformavimui, rūšių genetinės įvairovės išsaugojimui ir rūšių išlikimui nepaisant lokalių populiacijų išnykimo. Manoma, kad jūrinės rūšys pasižymi mažesne geografinė diferenciacija negu sausumos rūšys. Tai lemia geografinių barjerų trūkumas, dideli jūrinių rūšių populiacijų dydžiai, didelis jų produktyvumas, platus paplitimas bei judrios pelaginės stadijos (sporų arba lervų) trukmė (Luttikhuizen et al., 2003; Kenchington et al., 2006; Bell, 2008).

Nors yra tyrimų, patvirtinančių, kad kai kurie jūriniai dvigeldžiai moliuskai (*Tridacna gigas* bei *Panopea abrupta*) nepasižymi geografinė diferenciacija (Benzie et al., 1992; Vadopalas et al., 2004), tačiau yra įrodymų, kad daugumai jų (austrėms, šukutėms bei midijoms) būdinga genetinė diferenciacija didesnėje arba mažesnėje geografinėje skalėje (Ridgway et al., 2001; Launey et al., 2002; Zhan et al., 2009; Xiao et al., 2010).

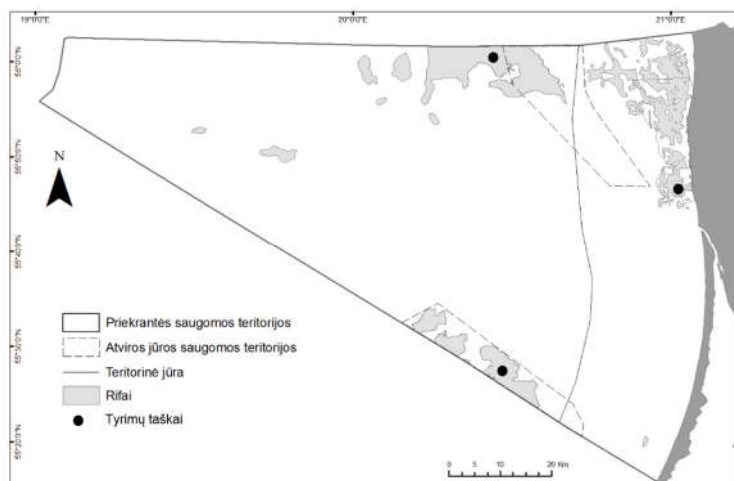
Kuomet populiacijų jungimosi tyrimai rėmėsi tik gyvenimo ciklo ypatumais ir priekrantės srovių stiprumu, buvo manoma, kad lervos ir sporos gali migruoti daugybę kilometrų, ir kad naujai susidariusioje kartoje visi individai yra imigrantai. Naujų tyrimo metodų atsiradimas ir genetinių žymenų taikymo genų srauto tyrimams galimybės leido rasti įrodymų, kad ne visos priekrantėje gyvenančių rūšių populiacijos yra genetiškai vienodos. Priešingai, šiuo metu vis daugėja tyrimų, kurie parodo, kad nepaisant gyvenimo ciklo ypatumų, kurie lemia didelį individų išplitimą, dauguma populiacijų yra “uždaros”, t. y. jos pasižymi didesnėmis ar mažesnėmis vidinėmis atsistatymo galimybėmis (Jones et al., 1999; Swearer et al., 1999; Cowen et al., 2006; Wood et al., 2007). Taigi, labai svarbu yra išsiaiškinti koku mastu populiacijos gali save palaikyti ir ar šios galimybės yra stabilios laike. Taip pat, svarbu yra nustatyti genų srauto dydį ir kryptį, bei identifikuoti šaltinio ir gavėjo populiacijas.

Atsakymai į šiuos klausimus yra labai svarbūs ne tik nykstančių rūšių išteklių valdymui bei bioįvairovės išsaugojimui, bet ir nevietinių rūšių poveikio masto nustatymui bei saugomų jūrinių teritorijų tinklo darnumo užtikrinimui.

Šio tyrimo tikslas – nustatyti midijų (*Mytilus spp.*) genetinę įvairovę bei populiacinę genetinę struktūrą Lietuvos priekrantėje bei teritorinėje jūroje, išanalizuoti populiacijų jungimosi ypatumus ir su tuo susijusias midijų populiacijų atsistatymo galimybes.

Metodai. Tyrimo metu buvo išanalizuotos 3 midijų populiacijos, išsidėsčiusios Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje bei teritorinėje jūroje (1 pav.).

Mėginiai buvo rinkti 2013–2014 metais ir užfiksuoti spiritu. DNR buvo išskiriama Chelex pagalba. Mikrosatelitiniai lokusai buvo amplifikuojami PGR pagalba, jų ilgis nustatomas automatinio DNR sekvenatoriumi. Mikrosatelitinės DNR žymenų pagalba buvo nustatyta genetinė midijų įvairovė, genetiniai skirtumai tarp populiacijų, populiacijų giminingumas bei įvertintos genų srauto tarp skirtingų populiacijų kryptis ir dydis.



1 pav. Midijų mėginių ėmimo vietos priekrantėje ir atviros jūros rifuose.

Rezultatai ir jų aptarimas. Remiantis gautais rezultatais, midijų populiacijos lyginamos genetinės įvairovės indikatorių atžvilgiu, nustatomas genetinės midijų populiacijų diferenciacijos bei struktūrizacijos mastas, įvertinamas mikrosatelitinių DNR žymenų tinkamumas populiacijų jungiamumo analizei. Taip pat nustatomas populiacijų jungimosi vaidmuo genetinės įvairovės išsaugojimui, populiacijų struktūros palaikymui bei nykstančių midijų išteklių atstatymui. Tyrimo rezultatai bus lyginami su Baltijos jūros konektyvumo modelio duomenimis, atliekama modelio validacija.

Šis tyrimas yra projekto BONUS BIO-C3 rezultatas ir buvo paremtas BONUS programos (Art 185), finansuojamos ES kartu su Lietuvos Mokslų Taryba.

Literatūra

- Bell J. 2008. Similarity in connectivity patterns for two gastropod species lacking. *Marine Ecology–Progress Series*, 357, 185–194.
- Benzie J., Williams S. 1992. No genetic differentiation of giant clam (*Tridacna gigas*) opulations in the Great Barrier Reef, Australia. *Marine Biology*, 113, 373–377.
- Cowen R., Pari, C., Srinivassan A. 2006. Scaling of connectivity in marine populations. *Science*, 311, 522–527.
- Jones G., Milicich M., Emslie M. et al. 1999. Self-recruitment in a coral reef fish population. *Nature*, 402, 802–804.
- Kenchington E., Patwary M., Zouros E. et al. 2006. Genetic differentiation in relation to marine landscape in a broadcast-spawning bivalve mollusc (*Placopecten magellanicus*). *Molecular Ecology*, 15, 1781–1796.
- Launey S., Ledu C., Boudry P. et al. 2002. Geographic structure in the European flat oyster (*Ostrea edulis* L.) as revealed by microsatellite polymorphism. *Journal of Heredity*, 93, 331–351.
- Luttikhuizen P., Drent J., Van Delden W. et al. 2003. Spatially structured genetic variation in a broadcast spawning bivalve: quantitative vs. molecular traits. *Journal of Evolutionary Biology*, 16, 260–272.
- Ridgway G. 2001. Interpopulation variation in blue mussels, *Mytilus edulis* L., over short distances. *Sarsia*, 86, 157–161.
- Swearer S., Caselle J., Lea D. et al. 1999. Larval retention and recruitment in an island population of a coral–reef fish. *Nature*, 402, 799–802.
- Vadopalas B., Leclair LL., Bentzen P. 2004. Microsatellite and allozyme analyses reveal few genetic differences among spatially distinct aggregations of geoduck clams (*Panopea abrupta*, Conrad 1849). *Journal of Shellfish Recourses*, 23, 693–706.
- Wood A.R., Gardner J.P.A. 2007. Small spatial scale population genetic structure in two limpet species endemic to the Kermadec Islands, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series*, 349, 159–170.
- Xiao J., Cordes J.F., Wang H. et al. 2010. Population genetics of *Crassostrea ariakensis* in Asia inferred from microsatellite markers. *Marine Biology*, 157, 1767–1781.
- Zhan A., Hu J., Hu X. et al. 2009. Fine-scale population genetic structure of zhikong scallop (*Chlamys farreri*): Do local marine currents drive geographical differentiation? *Marine Biotechnology*, 11, 223–235.

SIMBOLIŲ ATPAŽINIMO SISTEMA PAGRĮSTA VAIZDŲ APDOROJIMU NAUDOJANT MATLAB

Linus Silkauskas, Violeta Bulbenkienė

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Informatikos ir statistikos katedra, Klaipėda
linas5x@gmail.com, bulbenkiene@gmail.com

Anotacija. Darbe pateikta simbolių atpažinimo sistema sukurta naudojant Matlab programinę įrangą ir vaizdų apdorojimo modulį. Sistema pritaikyta atpažinti valstybinius numerius. Atlikti atpažinimo tikslumo ir proceso trukmės tyrimai esant 6-ioms skirtingoms aplinkos sąlygoms ir 5-ioms skirtingoms vaizdų rezoliucijoms.

Pagrindiniai žodžiai. Simbolių atpažinimas, vaizdų apdorojimas, filtravimas, šablono atitikimas, bottom-hat metodas.

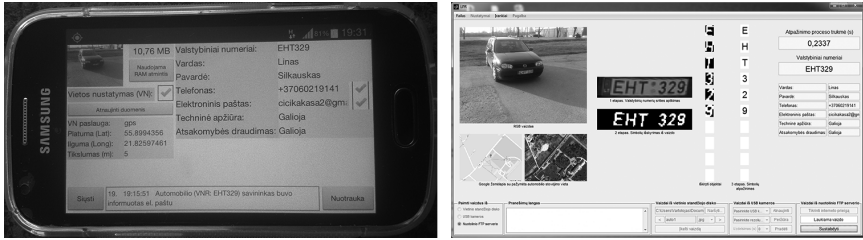
Įvadas. Simbolių atpažinimas yra plačiai naudojamas daugelyje sistemų: atpažįstant skenuotose, nufotografuotose knygos, vaizduose pateiktus užrašus, transporto priemonių valstybinius numerius, jūrinių konteinerių prefixą ir numerį, asmens identifikavimo dokumentuose pateiktus duomenis ir t.t.

Sistemos galinčios nusiųsti vaizdus iš vieno įrenginio į kitą, nustatyti buvimo vietos koordinatas, pagal jas pateikti žemėlapių vaizdą, atpažinti valstybinius numerius, automatiškai nusiųsti SMS žinutę į telefoną ar laišką į elektroninį paštą, internetiniame puslapyje pateikti norimą informaciją, registruoti vartotojus, redaguoti jų informaciją, jau egzistuoja. Tačiau šios visos sistemos yra skirtos tam tikriems procesams atlikti. Šiame darbe pateikta atpažinimo sistema, kuri pritaikyta atpažinti transporto priemonių valstybinius numerius. Sistema atlieka visas prieš tai įvardintas funkcijas.

Atpažinimo sistemos. Automatinis valstybinių numerių atpažinimas yra vienas iš svarbiausių transporto priemonių identifikavimo būdų. Tam šiuo metu naudojami įvairūs metodai: naudojant Gabor filtrą yra sukurtas programinis algoritmas numerių aptikimui vaizduose (Tadic et al., 2016); dviejų etapų simbolių segmentavimo metodas (Tian et al., 2015); numerių aptikimo metodas pagrįstas Wavelet transformacija (Yu et al., 2015); panaudojant SIFT metodą yra sukurtas valstybinių numerių atpažinimo algoritmas (Wang et al., 2015).

Vaizdų fiksavimas mobiliąja programa ir numerių atpažinimas Matlab aplinkoje. Pateiktoje sistemoje vaizdai fiksuojami mobiliuoju įrenginiu su Android OS bei sukurta mobiliąja programa. Vaizdai į serverį siunčiami Wi-Fi arba mobiliuoju interneto ryšiu. Buvimo vietos koordinatės (platuma, ilguma) nustatomos su GPS. Serveris pagal atpažintus numerius grąžina automobilio savininko duomenis, kurie pateikiami programos laukeliuose. Pagal gautą telefono numerį savininkui nusiunčiama informuojanti SMS žinutė, kad jo

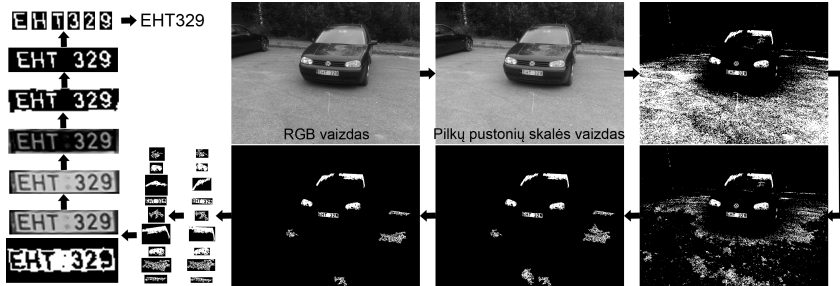
automobilis užfiksuotas stovint neleistinoje vietoje. Žinutėje pateikiami prisijungimo duomenys prie nurodyto internetinio puslapio. Puslapyje pateikiamas užfiksuotas vaizdas su automobiliu ir žemėlapis su pažymėta stovėjimo vieta. Pateiktoje sistemoje vaizdai apdorojami su valstybinių numerių atpažinimo programa (1 pav.). Programos kūrimui naudota Matlab R2014b programinė įranga ir vaizdų apdorojimo modulis Image Processing Toolbox.



1 pav. Mobilioji programa vaizdų fiksavimui ir programa numerių atpažinimui.

Atpažinimo sistemą sudaro trys etapai: numerių aptikimas, simbolių segmentavimas ir jų atpažinimas pagal šablonus.

Iš serverio gautas spalvotas vaizdas (RGB) yra paverčiamas į pilkų pustonių skalės vaizdą naudojantis vieno spalvino kanalo (raudonojo) metodu (2 pav.). Gauti pilkų pustonių skalės vaizdai yra paverčiami į dvejetainius. Pirmojo ciklo metu slenksčio reikšmė lygi 0,73. Ji pasirinkta todėl, kad apie ~40 % vaizduose su šia reikšme randami numeriai pirmosios ciklo iteracijos metu. Gautuose dvejetainiuose vaizduose yra daug nereikalingų objektų. Naudojantis gretimų pikselių žymėjimo (*angl.* Connected Components Labeling) metodu randami šie objektai.



2 pav. Vaizdų apdorojimo etapai.

Kadangi numerių sritis turi visa pilnai matytis, todėl vaizde pašalinami visi objektai, kurie liečia vaizdo kraštus. Maži objektai yra šalinami atsižvelgiant į jų plotą. Jeigu objekto plotas yra mažesnis už nurodytą ribą, jis pašalinamas. Ploto reikšmė pagal kurią yra šalinami maži objektai yra lygi vaizdo pločio ir aukščio

sandaugai padalintai iš 1500. Taip pat pašalinami objektai, kurių plotis mažesnis už aukštį.

Likę objektai pagal apskaičiuotus Bounding Box parametrus yra iškerpami iš dvejetainio ir iš RGB vaizdo. Kiekvienas iškirptas dvejetainis vaizdas yra pasukamas pagal apskaičiuotą orientacijos kampą. Pasukti objektai filtruojami atsižvelgiant į realios valstybinių numerių lentelės matmenis. Vaizde paliekami objektai, kurių pločio ir aukščio santykis yra intervale nuo 3,64 iki 5,66. Jeigu po šio filtravimo barjero nebelieka nė vieno objekto, tai keičiama slenksčio reikšmė, tol kol atsiranda bent vienas objektas tenkinantis visus prieš tai pateiktus kriterijus.

Simbolių segmentavimo metu likusiuose RGB vaizduose ieškomi simboliai. Jeigu, kuriame nors vaizde rasti objektai netenkina numeriuose esančių simbolių parametrų, tai atitinkamas RGB vaizdas yra pašalinamas iš pretendentų sąrašo. Likusių objektų RGB vaizdai yra paverčiami į pilkų pustonį skalės vaizdus naudojantis Luminosity metodu. Pirmiausia pilkų pustonį skalės vaizdas apdorojamas bottom-hat metodu, o po to su Otsu metodu paverčiamas į dvejetainį. Dvejetainiame vaizde objektai filtruojami. Jie turi tenkinti valstybiniuose numeriuose esančių simbolių parametrus. Naudojami du filtrai. Su pirmuoju filtru pašalinami objektai, kurių aukštis pakankamai mažas lyginant su vaizdo aukščiu, o su antruoju – pašalinami objektai, kurių aukštis pakankamai skiriasi nuo kitų objektų aukščių. Sritis, kurioje lieka objektų laikoma valstybinių numerių lentele. Iš vaizdo simboliai iškerpami į atskirus dvejetainius vaizdus.

Simboliai yra atpažįstami naudojant koreliacijos metodą. Kiekvienas iš vaizdo iškirptas simbolis yra lyginamas su simbolių šablonais, skaičiuojant koreliacijos koeficientą. Pasirenkamas to šablono tekstinis atitikmuo su kuriuo gauta didžiausia koreliacijos koeficiento reikšmė.

Atpažinimo tikslumo ir proceso trukmės tyrimai. Atlikti sistemos tyrimai įvairiomis aplinkos sąlygomis, kurių metu nustatytas atpažinimo tikslumas ir atpažinimo proceso trukmė. Tyrimai šviesiu paros metu atlikti su 5-iomis skirtingomis vaizdų rezoliucijomis. Tyrimui atlikti panaudota 20 skirtingų vaizdų kiekvienai rezoliucijai (viso 100 vaizdų). Rezultatai parodė, kad šviesiu paros metu bendrasis atpažinimo tikslumas svyruoja 95÷99 % intervale. Didžiausias bendrasis tikslumas gautas su 2048x1536 rezoliucijos vaizdais.

Taip pat atlikti tyrimai 5-iomis skirtingomis aplinkos sąlygomis. Du tyrimai atlikti šviesiu paros metu, tačiau 1-ame tyrime valstybiniai numeriai yra purvini ar apdulkę, o 2-ame – yra saulės atspindžių trukdžių. Trys tyrimai atlikti tamsiu paros metu (temstant, prietemoje, naktį). Tyrimo tikslas – nustatyti kokią įtaką sukurtai atpažinimo sistemai turi aplinkos sąlygos. Iš viso tyrimams panaudota 100 vaizdų (1 lentelė).

1 lentelė

Tyrimų rezultatai esant skirtingoms aplinkos sąlygoms

Aplinkos sąlyga		Tikslumas, %				Bendra atpažinimo proceso trukmė, s
		Numerių aptikimas	Simbolių		Bendras	
			Segmentavimas	Atpažinimas		
Šviesiu paros metu	Purvai, dulksės	84	59	77	73	1,1
	Atspindžiai	75	70	93	79	2,8
Temstant		89	76	90	85	1,0
Priemijoje		99	94	90	94	0,5
Naktį		75	59	88	74	1,1

Esant skirtingoms aplinkos sąlygoms bendrasis atpažinimo tikslumas svyruoja 73÷94 % intervale. Didžiausias bendrasis tikslumas yra priemijoje.

Taip pat atliktas tyrimas, kurio metu nustatyta atpažinimo sistemos viso apdorojimo proceso trukmė. Tyrimas atliktas šviesiu paros metu, naudojant 640x480 rezoliucijos vaizdus ir „Ežio“ mobilųjį internetą, kurio maksimalus greitis 0,5 Mbps. Užfiksuota 10 vaizdų. Nustatyta, kad viso apdorojimo proceso trukmė lygi 16,1 s. Ją sudaro vaizdo siuntimo trukmė (79 %), atpažinimo proceso trukmė (4 %) ir kitų procesų (buvimo vietos koordinatų, savininko duomenų, užklausų Google serveriui siuntimas, žemėlapių generavimas ir t.t.) trukmė (17 %). Keletas tyrimo metu naudotų vaizdų pateikiami 3 pav.



3 pav. Tyrimų metu naudoti vaizdai.

Išvados. Išanalizavus simbolių atpažinimo sistemas bei vaizdų apdorojimo metodus pateikiame sukurta atpažinimo sistemą, kurioje simboliai išskiriami iš vaizdo naudojant bottom-hat ir Otsu metodus, o atpažįstami pagal šablonus. Ši sistema buvo pritaikyta atpažinti transporto priemonių valstybinius numerius. Vaizdų fiksavimas vykdomas naudojant sukurta mobiliąją programą. Atlikti atpažinimo tikslumo ir proceso trukmės tyrimai esant 6-ioms skirtingoms aplinkos sąlygoms ir 5-ioms skirtingoms vaizdų rezoliucijoms. Tyrimai parodė, kad šviesiu paros metu bendrasis atpažinimo tikslumas svyruoja 95÷99 % intervale, o trukmė – 0,7÷2,5 s, priklausomai nuo rezoliucijos. Esant

sudėtingesnėms aplinkos sąlygoms tikslumas svyruoja 73÷94 % intervale, o trukmė – 0,5÷2,8 s. Viso apdorojimo proceso trukmė lygi 16,1 s.

Pakeitus atpažinimo sistemoje naudojamų metodų koeficientus, parametrus, ribines reikšmes, galima ją pritaikyti atpažįstant jūrinių konteinerių prefiksą ir numerį bei kitose panašiose sistemose.

Literatūra

- Yu S., Li B., Zhang Q. et al. 2015. A novel license plate location method based on wavelet transform and EMD analysis. *Pattern Recognition*, Vol. 48, Issue 1, 114–125.
- Tadic V., Popovic M., Odry P. 2016. Fuzzified Gabor filter for license plate detection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 48, 40–58.
- Tian J., Wang R., Wang G. et al. 2015. A two-stage character segmentation method for Chinese license plate. *Computers & Electrical Engineering*, Vol. 46, 539–553.
- Wang Y., Ban X., Chen J. et al. 2015. License plate recognition based on SIFT feature. *Optik*, Vol. 126, Issue 21, 2895–2901.

JUODAŽIOČIO GRUNDALO (*NEOGOBIUS MELANOSTOMUS*) MITYBA BALTIJOS JŪROS AKMENUOTO DUGNO PRIEKRAVĖJE

Artūras Skabeikis^{1,2}, Andrius Šiaulys², Jūratė Lesutienė³

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda, ³Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda
askabeikis@gmail.co

Įvadas. Juodažiotis grundalas – tai smulki, dugninė, dideliu invazyvumu pasižyminti žuvų rūšis, kuri iš savo natūralaus arealo – Ponto-Kaspijos regiono per pastarąjį dešimtmetį sparčiai išplito Baltijos jūroje (Kotta et al., 2016), Šiaurės Amerikos Didžiuosiuose ežeruose (Jude et al., 1992), jų intakuose (Carman et al., 2006) bei daugelyje Eurazijos upių (Copp et al., 2005). Juodažiočiai grundalai pasižymi sėkmingoms invazinėms rūšims būdingais bruožais: sugeba išgyventi esant kintančioms ar net ekstremalioms abiotinėms sąlygoms, minta įvairiu aplinkoje randamu maistu, yra agresyvūs kitų panašaus dydžio dugninių žuvų rūšių atžvilgiu, anksti subręsta, neršia keletą kartų per metus, o patinai efektyviai saugo lizdus su ikrais, tokiu būdu padidindami neršto efektyvumą (Corkum et al., 2004), todėl po introdukcijos praėjus keleriems metams, jų populiacijų gausumas ženkliai padidėja ir sukelia ekosistemos funkcinius pokyčius.

Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje pirmieji juodažiočiai grundalai sugauti 2002 metais ties pietiniu Klaipėdos uosto molu (Zolubas, 2003), o šiuo metu jie paplitę visoje priekrantės akvatorijoje; itin dideliu gausumu ši rūšis pasižymi Palangos-Karklės zonoje esančiuose riedulynuose, kurie suteikia slėptuves ir sudaro palankias sąlygas epifaunos bendrijų įsitvirtinimui (Olenin, Daunys, 2004). Šio darbo tikslas – nustatyti daugiametės juodažiočių grundalų ir midijų gausumo kaitos tendencijas, bei grundalų mitybos midijomis intensyvumą.

Metodai. Juodažiočiai grundalai Baltijos jūros Lietuvos priekrantės Karklės zonoje (55°47'34"N; 21°02'96"E) buvo gaudomi 2015 metų liepos ir rugsėjo mėnesiais. Mėginiai buvo renkami 5–12 metrų gylyje, naudojant dugninius įvairiaakius (14–60 mm) statomuosius tinklaičius, o sugautos žuvys buvo suskirstomos į 3 ilgių grupes (<100 mm, 100–150 mm ir >150 mm) ir užšaldomos tolimesniems tyrimams. Atliekant mitybinę analizę buvo išimami grundalų skrandžiai bei žarnynai, kurie vėliau sverti su turiniu ir tušti (±0,01 g). Skrandžių ir žarnynų turiniai buvo analizuojami naudojant šviesinį mikroskopą, o aptikti mitybiniai objektai identifikuojami iki žemiausio įmanomo taksono,

suskaičiuojami bei išmatuojami (\pm mm). Šlapias mitybinių organizmų svoris nustatytas naudojant alometrines ilgių-svorio priklausomybių funkcijas (Rumohr et al., 1987). Grundalų mitybos intensyvumas vertintas apskaičiuojant skrandžio užpildymo indeksą, o dietos sudėtis – remiantis virškinamuosiuose traktuose rastų aukų biomasėmis (Hyslop, 1980). Daugiametė grundalų gausumo dinamika vertinta analizuojant 2002–2015 metais Smiltynės zonoje ($56^{\circ}43'34''N$, $21^{\circ}04'37''E$) surinktus ichtiologinio monitoringo duomenis. Grundalų gausumas buvo išreikštas kaip individų skaičius, sugautas per 24 valandų periodą naudojant 75 m ilgio 20 mm akytumo statomąjį tinklą.

Midijų biomasės dinamikos tendencija buvo nustatyta analizuojant 2003, 2006, 2008, 2011, 2012 ir 2013 metais KU JMTC bentologų surinktus duomenis. Mėginiai nuo kietų substratų imti naudojant 20x20 cm rėmelį (Kautsky, 1993). Surinkti mėginiai buvo praplaunami per 0,5 mm sietelį, visos midijos išmatuojamos (\pm mm) ir pasveriamos (\pm 0,1 g). Midijų biomasė buvo išreiškiama kaip individų, surinktų nuo 1 m² kieto dugno svoris.

Rezultatai. Pirmuosius 9 metus po introdukcijos į Baltijos jūros Lietuvos priekrantę (2002–2010) juodažiočių grundalų gausumas buvo sąlyginai nedidelis ($9,9 \pm 11,3$ ind. 75 m/24 h), jis sparčiai išaugo 2011–2012 metais ($234,4 \pm 152,3$ ind. 75 m/24 h), o nuo 2013 metų pradėjo palaipsniui mažėti ($113,2 \pm 90,9$ ind. 75 m/24 h). Lietuvos priekrantėje midijų populiacija nuosekliai mažėjo nuo $2,31 \pm 1,51$ kg/m² 2003 metais iki $0,01 \pm 0,01$ kg/m² 2012 metais ir truputį padidėjo ($0,02 \pm 0,04$ kg/m²) 2013 metais.

Juodažiočių grundalų mitybos intensyvumas buvo didesnis rudenį, o nesimaitinančių individų dalis – vasarą (1 lent.).

1 lentelė

2015 metų vasaros ir rudens sezonais analizuotų skirtingoms ilgių grupėms priklausančių juodažiočių grundalų imčių dydžiai, tuščių skrandžių dalis (%), skrandžio užpildymo indekso (ISF) vertės, suvartotų midijų kiekio vidurkiai (\pm stand. nuokr.), ilgių intervalai bei vidurkiai (\pm stand. nuokr.)

Sezonas	Ilgių grupės, mm	n	% tuščių	ISF	Midijų skaičius, vnt.	Midijų ilgių intervalai, mm	Midijų ilgių vidurkiai, mm
Vasara	< 100	20	30,0	$1,5 \pm 0,9$	$1,0 \pm 0,0$	7 – 7	$7,0 \pm 0,0$
	100–150	158	32,9	$1,1 \pm 0,9$	$1,7 \pm 1,1$	3 – 18	$9,8 \pm 5,2$
	>150	83	53,1	$0,5 \pm 0,5$	$1,4 \pm 0,5$	6 – 18	$12,0 \pm 4,5$
Ruduo	< 100	14	7,1	$1,9 \pm 1,5$	$4,7 \pm 5,5$	2 – 9	$3,0 \pm 1,9$
	100–150	59	10,2	$2,2 \pm 0,9$	$7,5 \pm 11,6$	2 – 19	$2,7 \pm 2,3$
	>150	25	28,0	$1,1 \pm 0,7$	$4,6 \pm 5,5$	2 – 20	$4,1 \pm 4,0$

Grundalų dietos sudėtis skirtingais sezonais taip pat ženkliai kito: liepos mėnesį <100 mm ir 100–150 mm grundalų raciono pagrindą sudarė daugiašerės

kirmėlės (atitinkamai 96,1 % ir 79,4 % dietos), tuo tarpu midijų reikšmė jų racione buvo nežymi (0,2 % ir 5,1 %). Skirtingai nei <100 mm ir 100–150 mm individų, >150 mm grandulų dietoje svarbiausias mitybinis komponentas buvo midijos (36,0 %).

Rudenį <100 mm grandulų virškinamųjų traktų turiniuose dominavo midijos (64,5 %); 100–150 mm ir >150 mm ilgio grupėms priklausančių individų dietoje midijos taip pat buvo santykinai svarbus mitybinis objektas ir atitinkamai sudarė 30,1 % ir 30,3 % raciono. Vasarą juodažiočiai grandalai, kurių žarnynuose buvo rasta midijų, vidutiniškai suvartojo mažesnę kiekį stambių moliuskų, tuo tarpu rudenį jų racione buvo aptinkamas didesnis kiekis smulkesnių midijų (1 lent.).

Rezultatų aptarimas. Lietuvos priekrantėje esantys riedulynai yra palanki buveinė heterogeniškiems biotopams pirmenybę teikiantiems grandalams (Johnson et al., 2005; Bergstrom et al., 2008), nes didele slėptuvių gausa pasižyminčios buveinės užtikrina geros kokybės nerštavietes ir apsaugą nuo plėšrūnų. Palankių aplinkos sąlygų bei didelio lengvai prieinamų midijų kiekio dėka juodažiočių grandulų populiacija palaipsniui augo, o nuolatinį plėšrūnų spaudimą patirianti midijų populiacija drastiškai mažėjo. 2011–2012 metais grandulų gausumui pasiekus piką, midijų biomasė sumažėjo ~230 kartų lyginant su 2003 metais, o tai buvo viena iš pagrindinių priežasčių, nulėmusių juodažiočių grandulų gausumo mažėjimą 2013–2015 metais.

Nepaisant to, kad pastaruosiu metu stebimas juodažiočių grandulų gausumo mažėjimas, ženklus midijų biomasės atsistatymas kol kas neužfiksuotas, kadangi grandalai Baltijos jūroje intensyviausiai maitinasi rudenį (Skabeikis, Lesutienė, 2015) ir suvartoja didžiąją dalį smulkių naujos generacijos midijų.

Padėka. Šis darbas buvo dalinai finansuotas EU ir LMT vykdant projektą BONUS BIO-C3 (No. BONUS-1/2014). Dėkojame Žuvininkystės tarnybos prie LR ŽŪM Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyriui už suteiktą galimybę panaudoti daugiamečius ichtiologinio monitoringo duomenimis.

Literatūra

- Barton D.R., Johnson R.A., Campbell L. et al. 2005. Effects of round gobies (*Neogobius melanostomus*) on dreissenid mussels and other invertebrates in Eastern Lake Erie, 2002–2004. *Journal of Great Lakes Research*, 31 (2), 252–261.
- Bergstrom M.A., Evrard L.M., Mensiner A.F. 2008. Distribution, abundance and range of the round goby, *Apollina melanostomus*, in the Duluth-Superior harbor and St. Louis river estuary. *Journal of Great Lakes Research*, 34, 535–543.
- Carman C.M., Janssen J., Jude D.J. 2006. Diel interactions between prey behaviour and feeding in an invasive fish, the round goby, in a North American river. *Freshwater Biology*, 51, 742–755.
- Copp G.H., Bianco P.G., Bogutskaya N. et al. 2005. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 242–262.
- Corkum L.D., Sapota M.R., Skora K.E. 2004. The round goby *Neogobius melanostomus*, a fish invader on both sides of the Atlantic Ocean. *Biological Invasions*, 6, 173–181.

- Kotta J., Nurkse K., Puntila R. et al. 2016. Shipping and natural environmental conditions determine the distribution of the invasive non-indigenous round goby *Neogobius melanostomus* in a regional sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 169, 15–24.
- Hyslop E.J. 1980. Stomach content analysis-a review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17, 411–429.
- Olenin S., Daunys D. 2004. Coastal typology based on benthic biotope and community data: The Lithuanian case study. Coastline Reports, 4, 65–83.
- Rumohr H., Brey T., Ankar S. 1987. A compilation of biometrics conversion factors for benthic invertebrates of the Baltic Sea. Baltic Marine Biologists Publication No. 9, 56 pp.
- Skabeikis A., Lesutienė J. 2015. Feeding activity and diet composition of round goby (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) in the coastal waters of SE Baltic Sea. Oceanological and Hydrobiological Studies, 44 (4), 508–519.
- Zolubas T. 2003. Nauja invazinė žuvų rūšis Lietuvos vandenyse. Jūra ir aplinka, 2 (9), 52–56.

KUMULIACINIŲ KREIVIŲ TAIKYMAS VERTINANT KURŠIŲ MARIŲ IR BALTIJOS JŪROS PIETRYTINĖS DALIES MAKROZOOBENTOSO ILGALAIKIO MONITORINGO DUOMENIS

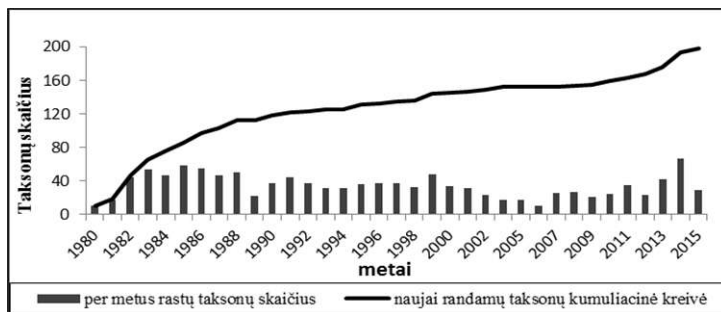
Sabina Solovjova

Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda
sabina.solovjova@aaa.am.lt

Nuo 1980 metų makrozoobentosos tyrimai Kuršių mariose ir Baltijos jūroje tapo neatsėjama kompleksinio aplinkos monitoringo dalimi. Mėginių ėmimo metodai bei analizė buvo paremti metodiniais nurodymais, rekomenduotais Baltijos jūros biologų asociacijos (Dybern et.al., 1976), HELCOM (1988), dabartiniu metu – tarptautiniais standartais (LST EN ISO 16665:2014). Ilgalaikio monitoringo duomenys apie paimtuose mėginiuose rastų bestuburių gausumą ir biomasę, taksonominę sudėtį padeda vertinti ilgalaikius aplinkoje vykstančius pokyčius. Šiame straipsnyje naudojamas vadinamų „atradimo kreivių“ (*angl.*, discovery curves) (Bebber et. al., 2007) metodas.

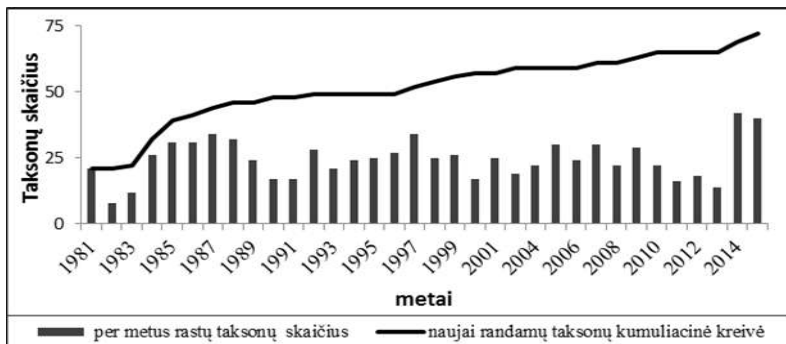
Tyrimų pradžioje rūšių ir iki rūšies neapibudintų stambesnių taksonų (pvz. Chironomidae, Oligochaeta) kumuliacinė kreivė staigiai išauga, kuomet buvo nustatomos pagrindinės rūšys, vėliau kreivės augimą lemia retų rūšių aptikimas.

Kuršių mariose (1 pav.) 43 % taksonų buvo rasta iki 1986 m. Vėliau vyko taksonominio sąrašo papildymas invazinėmis bei retomis rūšimis. 2014–2015 metais pastebėta *Diptera* bei *Trichoptera* rūšių lervų padidėjusi įvairovė, invazinių vėžiagyvių *Dikerogammarus villosus* ekspansija.



1 pav. Kuršių mariose per metus rastų bestuburių taksonų skaičius bei naujai randamų taksonų kumuliacinė kreivė 1980–2015 metais.

Baltijos jūroje (LEZ) (2 pav.) pirmaisiais tyrimų metais buvo rastas 21 bestuburių taksonas. 1984–1985 metais sąrašą papildė nektobentosos vėžiagyviai *Amphipoda*, *Mysidacea*. Vėlesnių tyrimų metų taksonominis sąrašas papildomas invazinėmis (*Marenzelleria neglecta*, *Gammarus tigrinus*, *Palaemon elegans*, *Rangia cuneata*) bei retomis rūšimis.



2 pav. Baltijos jūroje (LEZ) per metus rastų bestuburių taksonų skaičius bei naujai randamų taksonų kumuliacinė kreivė 1981–2015 metais.

Išvados. Per ilgalaikį, sistemingą makrozoobentosos tyrimų laikotarpį Lietuvos Baltijos jūros ir Kuršių marių dalyse (nuo 1980 iki 2015 metų) iš viso buvo nustatyti 72 taksonai (LEZ) jūroje, 198 – mariose. Po pirmųjų penkerių metų tyrimų jūroje buvo rasta 52 % rūšių, Kuršių mariose – 43 %. Nepaisant ilgalaikių tyrimų, bendras aptiktų rūšių skaičius dar tebeauga. Pastaraisiais metais tai labiausiai susiję su naujų svetimų rūšių atplitimū į Lietuvos vandenį, didesne retų rūšių aptikimo tikimybe, o taip pat stambesnių taksonų apibudinimu iki rūšies lygio.

Literatūra

- Bebber D.P., Marriott F.H.C., Gaston K.J. et al. 2007. Predicting unknown species numbers using discovery curves. *Proceedings of the Royal Society Series B*, 274, 1651–1658.
- Dybern B.L., Ackefors H., Elmgren R. 1976. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. *The Marine Biologists*, Publ. No. 1.
- HELCOM, 1988. Guidelines for the baltic monitoring programme for the third stage. Part D. Biological determinants. 91–100.
- LST EN ISO 16665:2014. Vandens kokybė. Minkšto jūros dugno makrofaunos kiekybinio ėminių ėmimo ir jų apdoravimo gairės.

PAJŪRIO ŠVENTOSIOS AUKŠTESNIŲJŲ VĖŽIAGYVIŲ SĄRANKA IR JŪRINĖS INVAZIJOS

Viktė Šniaukštaitė, Eglė Šidagytė, Kęstutis Arbačiauskas

Gamtos tyrimų centro Hidrobiontų evoliucinės ekologijos laboratorija, Vilnius
vikte.sn@gmail.com

Įvadas. XVII a. Šventosios uostas savo svarba konkuravo su Klaipėdos, Karaliaučiaus ir Rygos uostais. XVIII–XIX a. uosto svarba sumenko. XX a., Šventajai atitekus Lietuvai, imtasi uosto atstatymo darbų, tačiau didelės gramzdos laivams Šventosios uostas liko netinkamas dėl nuolat smėliu užnešamų uosto vartų. 2006 m. priimtas LR Šventosios valstybinio jūrų uosto įstatymas, numatantis uosto atkūrimą iki 2013 m., tačiau šie planai liko neįgyvendinti. Tiesa, uostas buvo oficialiai atidarytas 2011 m. pagilinus akvatoriją iki 2–3 m gylio, bet greit buvo užneštas smėliu ir dabar nefunkcionuoja (<http://www.portofklaipeda.lt/> ir kt. interneto šaltiniai).

Visgi Šventosios uostas, kaip ir visi jūriniai uostai, yra invazijų vartai. Štai *Dreissena polymorpha* pirmąkart Lietuvoje oficialiai užregistruota būtent Šventosios uoste (Šivickis, 1934). 2008 m. atlikti pajūrio Šventosios makrobestuburių tyrimai parodė, kad upės žemupyje ir žiotyse vyrauja svetimkraščiai vėžiagyviai (Arbačiauskas et al., 2011). Šio tyrimo tikslas – iširti Šventosios upės makrobestuburiams priskiriamų vėžiagyvių sąstatą ir gausumą, ir palyginti nūdienos duomenis su ankstesnio tyrimo rezultatais siekiant išaiškinti galimus vėžiagyvių sąrankos pokyčius ir charakterizuoti procesus, veikiančius šių vėžiagyvių sąstatą žemupyje.

Metodai. 2008 m. tyrimai atlikti rugpjūčio pabaigoje Šventosios žiotyse, žemupyje, vidurupyje ir aukštupyje, o 2015 m. – rugsėjo pradžioje (žiotys ir žemupys) ir spalio pradžioje (vidurupis). Mėginiai rinkti abiem atvejais tose pačiose vietose ir ta pačia metodika. Tyrimo stotyse aprašomas biotopas ir išmatuojamas srovės greitis ir savitasis elektros laidis (1 lentelė).

1 lentelė

Tyrimų vietų pajūrio Šventojoje aprašymas					
Vieta	Koordinatės		Srovė, cm s ⁻¹	Savitasis elektros laidis, μS cm ⁻¹	Dugno sudėtis
	Platuma	Ilguma			
Žiotys	56°01'45.4"	21°04'22.5"	0	825	Smėlis, dumblas
Žemupys	56°01'51.4"	21°05'16.0"	3	483	Dumblas, smėlis
Vidurupis ties Būtinge	56°02'49.2"	21°07'49.7"	28	409	Žvyras, smėlis, akmenys

Bestuburių imstai imti standartiniu 25x25 cm angos dydžio rankiniu graibštu 0,5 mm tinklo akelėmis. Kiekvienoje tyrimo vietoje įbrendamuose gyliuose apgaudomi visi biotopai, kur gali gyventi bentosiniai gyvūnai. Gaudoma 10 min – 5 min dugno substratų vartymo būdu ir 5 min vandens augalijos ir kitų „lanksčių“ substratų (pvz. šaknys) „šlavimo“ būdu. Tyrimų vietose, kuriose tikėtinas mizidžių buvimas, atliekami papildomi gaudymai 70 cm pločio nektobentosinio tipo draga traluojuojant ~20 m atstumą. Laboratorijoje gyvūnai išrenkami, rūšiuojami pagal taksonominę priklausomybę.

Esant dideliame organizmų gausumui naudojamas dalinis imsto išrinkimas. Vėžiagyviai apibūdinami ir suskaičiuojami. Vėžiagyvių rūšių gausumas vertinamas santykinio gausumo indeksu – per 10 rinkimo minučių surinktų individų kiekiu. Jei gyvūnai pagauti draga, jų santykinis gausumas vertinamas individų kiekiu 10 tralavimo metrų. Šoniaplaukų sąrankos sudėtis vertinama pagal visas tyrimo metu pagautas šoniaplaukas. Mizidžių rūšių santykinis vertinamas pagal gaudymus draga.

Rezultatai. 2008 m. Šventosios žiotyse rastos penkios šoniaplaukų rūšys – svetimkraštės kietašarvė (*Pontogammarus robustoides*), Varpachovskio (*Chaetogammarus warpachowskyi*) ir tigrinė (*Gammarus tigrinus*) šoniaplaukos ir dvi vietinės druskėtų vandenų šoniaplaukos *Gammarus zaddachi* ir korofijus (*Corophium volutator*). Vyravo korofijus *C. volutator*, o subdominavo tigrinė šoniaplauka. Žemupyje aukščiau stebėtos dvi svetimkraštės šoniaplaukos – kietašarvė ir Varpachovskio. Vidurupyje ir aukštupyje gyvena tik vietinė upelinė šoniaplauka (*Gammarus pulex*). 2015 m. žiotyse rastos irgi penkios šoniaplaukų rūšys, gausiausiai buvo kietašarvių ir tigrinių šoniaplaukų. Aptikta nauja Lietuvai svetimkraštė Ponto-Kaspijos kilmės šoniaplauka *Dikerogammarus villosus*. Iš autochtoninių šoniaplaukų žiotyse rastas tik *Corophium multisetosum*. Aukščiau žemupyje kaip ir anksčiau vyravo kietašarvės šoniaplaukos, taip pat rasta tigrinių šoniaplaukų. Vidurupyje vėl rastos tik upelinės šoniaplaukos (2 lentelė).

Šventosios žiotyse tiek 2008, tiek ir 2015 m. gana gausiai pagauta mėlynžnyplių krevečių *Palaemon elegans*. 2008 m. jų santykinis gausumas įvertintas 14 ind. 10 min⁻¹, o 2015 m. jis siekė net 112 ind. 10 min⁻¹. 2008 m. žiotyse ir žemupyje pagauta ir svetimkraščių Benedeno (*Limnomysis benedeni*) ir ežerinių (*Paramysis lacustris*) mizidžių, iš kurių virš 90 % buvo pirmųjų. Tuo tarpu 2015 m. mizidžių Šventojoje pagauti nepavyko. Dar viena aptinkama svetimkraštė vėžiagyvių rūšis yra rainuotieji vėžiai. Jų santykinis gausumas žemupyje abiem laikotarpiais sudarė apie 6–9 ind. 10 min⁻¹. Taip pat tiek žemupyje, tiek ir vidurupyje sutinkami pavieniai vietinių vandens asiliukų (*Asellus aquaticus*) individai.

Rezultatų aptarimas ir išvados. Šventosios žemupyje ir žiotyse rastos septynios svetimkraščių aukštesniųjų vėžiagyvių rūšys – keturios šoniaplaukų

(trys Ponto-Kaspijos ir viena amerikinės kilmės), dvi Ponto-Kaspijos mizidžių rūšys ir amerikinės kilmės rainuotasis vėžys. Prie svetimkraščių priskirtina ir druskėtuose vandenyse gyvenanti mėlynžnyplė krevetė. Beveik neabejojama, kad visos šios rūšys pateko į Šventąją per Baltijos jūrą. Neatmestina tik galimybė, kad rainuotasis vėžys buvo žmonių perkeltas į Šventąją iš kitur, nors jis galėjo atplisti ir pats per Baltijos jūrą, nes šie vėžiai jūroje buvo stebėti (Arbačiauskas ir kt., 2011). Atplisti per priekrantės vandenį iš Kuršių marių galėjo ir Ponto-Kaspijos mizidės, gal ir kai kurios svetimkraštės šoniplaukos. Visgi didesnė tikimybė, kad svetimkraštės šoniplaukos ir mizidės pasiekė Šventosios žiotis su laivais, laivų biologiniuose apaugimuose.

2 lentelė

Šoniplaukų rūšys ir jų santykinis gausumas pajūrio Šventosios tyrimų vietose 2008 ir 2015 m.

Vieta	Rūšis	Santykinio gausumo indeksas, ind. 10 min ⁻¹	
		2008	2015
1 Žiotys	<i>Pontogammarus robustoides</i>	21	112
	<i>Dikerogammarus villosus</i>	–	2
	<i>Gammarus tigrinus</i>	51	119
	<i>Chaetogammarus warpachowskyi</i>	9	10
	<i>Gammarus zaddachi</i>	27	–
	<i>Corophium volutator</i>	135	–
	<i>Corophium multisetosum</i>	–	58
2 Žemupys Šventojoje	<i>Pontogammarus robustoides</i>	285	234
	<i>Chaetogammarus warpachowskyi</i>	19	–
	<i>Gammarus tigrinus</i>	–	2
3 Vidurupis ties Būtinge	<i>Gammarus pulex</i>	895	491

Įdomiausias 2015 m. radinys Šventosios žiotyse – šoniplauka *D.villosus*. Šios šoniplaukos turi aiškius skiriamuosius požymius, todėl naujos rūšies invazija į pajūrio Šventąją nekelia abejonių. Tai tikrai agresyvi rūšis, todėl galima prognozuoti jos gausumo didėjimą Šventojoje. Neabejotinai ši rūšis pateko į Šventąją per Baltijos jūrą, tikriausiai su mažaisiais laivais, ir neseniai, nes kol kas stebėti tik pavieniai individai. Šią šoniplauką mes pavadiname gauruotąja šoniplauka pagal lotynišką pavadinimą.

Artimiausios gauruotosios šoniplaukos radvietės yra žinomos Lenkijoje, Aistmarėse (Dobrzycka-Kraheil et al., 2015), ir iš ten, tikėtina, ši rūšis pateko į Lietuvą. Tikėtina, kad jei gauruotoji šoniplauka yra Šventosios žiotyse, ji jau yra ar greitai bus ir Kuršių mariose. Tigrinė šoniplauka, priešpaskutinė atėvė per jūrą Lietuvoje, beveik tuo pat metu pasirodė Kuršių mariose ir Šventosios žiotyse (Daunys et al., 2006; Arbačiauskas et al., 2011).

Kitos svetimkraštės šoniplaukų ir mizidžių rūšys kolonizavo Šventosios žiotis ir žemupį iš Kuršių marių dar praeitame šimtmeityje. 2008 m. iš vietinių

šoniplaukų rastos druskėtų vandenų rūšys *G. zaddachi* ir korofijus *C. volutator*. Tais metais žiotyse surinktoje medžiagoje vienas individas apibūdintas kaip svetimkraštis Ponto-Kaspijos korofijus *Chelicorophium curvispinum* (Arbačiauskas et al., 2011). Visgi tai galėjo būti apibūdinimo klaida, nes 2015 m. žiotyse užregistruota kita druskėtų vandenų korofijų rūšis *C. multisetosum*, kuri yra gana panaši į anksčiau minėtą rūšį. Kodėl skirtingais metais stebėtos skirtingos korofijų rūšys, nėra aišku. Tai galima sieti su abiotinių sąlygų tyrimų laikotarpiais specifika, nors skirtumus galėjo lemti ir tai, kad 2008 m. į ekosistemą buvo tik ką įsiveržusi tigrinė šoniplauka, o 2015 m. ji jau buvo įsiliejusi į sistemą, o gauruotosios šoniplaukos invazija vos prasidėjusi.

Svetimkraščių Ponto-Kaspijos mizidžių nepagavimo 2015 m. neinterpretuotume kaip jų išnykimo Šventojeje. Iš žiočių jas galėjo išstumti ypač gausios tais metais mėlynžnyplės krevetės, tačiau aukščiau žemupyje jų turėtų būti. Galbūt mizidžių nepagauta dėl nepakankamos tyrimo pastangos.

Šventosios žiotyse bei žemupyje yra ir kitų svetimkraščių makrobestuburių rūšių. 2015 m. žiotyse aptikta pietinė dumblasraigė *Potamopyrgus antipodarum*, partenogentiškai besidauginanti invazinė sraigė rūšis iš Naujosios Zelandijos. Dauguma svetimkraščių makrobestuburių paplitę tik Šventosios žemupyje, o aukščiau, vidurupyje, iš svetimkraščių aptiktas tik rainuotasis vėžys.

Atlikti tyrimai aiškiai parodė, kad Šventosios žiotys, nors uostas nūnai nefunkcionuoja, yra tikri invazijų vartai. Vėžiagyvių daugumą čia sudaro invazinės rūšys. Matyt net pavieniai jūrinių laivų atplaukimai į Šventosios žiotis yra pakankami naujų rūšių introdukcijai. Šventosios žiotis, manome, galima panaudoti kaip modelinę jūrinio uosto sistemą biologinėms invazijoms tirti. Jos privalumas – santykinai mažas, lyginant su kitais uostais, dydis, iš to sekantis mažesnės tyrimo pastangos poreikis ir paprastesnė sistemos sandara.

Padėkos. Tyrimas finansuotas iš Lietuvos Mokslo Tarybos projekto RETRO (sutarties Nr. SIT-10/2015) lėšų.

Literatūra

- Arbačiauskas K., Višinskienė G., Smilgevičienė S. et al. 2011. Non-indigenous macroinvertebrate species in Lithuanian fresh waters, Part 1: Distributions, dispersal and future. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 402, 12, DOI: 10.1051/kmae/2011075.
- 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 Lituanica, 16, 20–26.
- Dobrzycka-Krahel A., Melzer M., Majkowski W. 2015. Range extension of *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) in Poland (the Baltic Sea basin) and its ability to osmoregulate in different environmental salinities. Oceanological and Hydrobiological Studies, 44, 294–304.
- Šivickis P. 1934. Šventosios uosto faunos tyrinėjimai 1934 m. vasarą. Kosmos, 15, 379–398.

POLICIKLINIAI AROMATINIAI ANGLIAVANDENILIAI KLAIPĖDOS UOSTO DUGNO NUOSĖDOSE IR JŲ POTENCIALUS POVEIKIS BIOTAI

**Rimutė Stakėnienė¹, Kęstutis Jokšas^{1,2}, Arūnas Galkus¹,
Eva Raudonytė-Svirbutavičienė¹**

¹Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius,

²Vilniaus universitetas, Vilnius

stakeniene@geo.lt

Įvadas. Policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA) vieni plačiausiai paplitusių organinių teršalų akvatorijose. Dėl savo atsparumo aplinkos poveikiui, bioakumuliacinių ir toksinių savybių Europos Bendrija ir JAV EPA 16 policiklinių aromatinių angliavandenilių yra įtraukusi į prioritetinių pavojingų medžiagų sąrašą. Uostai – būtent tos akvatorijos, kurios dažnai išsiskiria nuo aplinkinių akvatorių didesniais šių teršalų kiekiais.

Patekę iš įvairių šaltinių į vandens telkinį angliavandeniliai turi savybę išlaikyti savo kilmės požymius dėka selektyvių tirpumo, garavimo, cheminės ir foto-oksidacinių bei biodegradacinių savybių. Pagal randamus angliavandenilių kiekybinius ir kokybinius skirtumus, išreikštus įvairiais PAA santykiais (vadinamais diagnostiniais kriterijais) identifikuojama jų kilmė ir galimi šaltiniai (Kanzari et al., 2014; Baracat et al., 2011).

Pasižymintys santykinai stabilia chemine struktūra ir stipriomis hidrofobinėmis savybėmis bei mažu tirpumu vandens stovymeje, angliavandeniliai lengvai sorbuojami suspenduotomis dalelėmis, todėl jų koncentracija dugno nuosėdose gali būti daug kartų didesnė nei vandenyje. Būtent dugno nuosėdos yra ta akvatorijos terpė, kuri analizuojama angliavandenilių šaltiniams bei nuosėdų užterštumui vertinti.

Tranzitu per Kuršių marias į Klaipėdos sąsiaurį patenkantys teršalai iš Nemuno upyno, technogeninė uosto apkrova (uosto plėtros ir rekonstrukcijos darbai, laivyba ir kt.) stipriai įtakoja natūralią aplinką. Uosto užterštumas pastaruoju metu tyrinėjamas (Suzdalev et al., 2014; Galkus et al., 2012; Stakėnienė et al., 2011), tačiau duomenų apie PAA dar trūksta. Plačiau analizuoti tik 8 policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (Garnaga et al., 2008; Jokšas et al., 2003). Šio darbo tikslas: (1) nustatyti policiklinių aromatinių angliavandenilių sudėtį, koncentracijas ir galimus jų šaltinius Klaipėdos dugno nuosėdose bei (2) įvertinti nuosėdų užterštumą ir potencialų poveikį gyviems organizmams.

Metodai. 2012 m. tyrimams paimti 22 paviršinio (0–10 cm) sluoksnio Klaipėdos uosto dugno nuosėdų mėginiai. 14 dugno nuosėdų mėginių, kuriuose vyravo smėlis, buvo imti sąsiauryje nuo uosto vartų iki Kuršių marių vakaru

protakos ties Kiaulės nugaros sala. Dar 8 mėginiai, kuriuose vyravo smulkiagrūdės nuosėdos, imti pusiau uždaroje uosto akvatorijose ir įlankose. Stotys buvo išdėstytos taip, kad atspindėtų skirtingas sedimentacijos zonas ir užterštumo lygius.

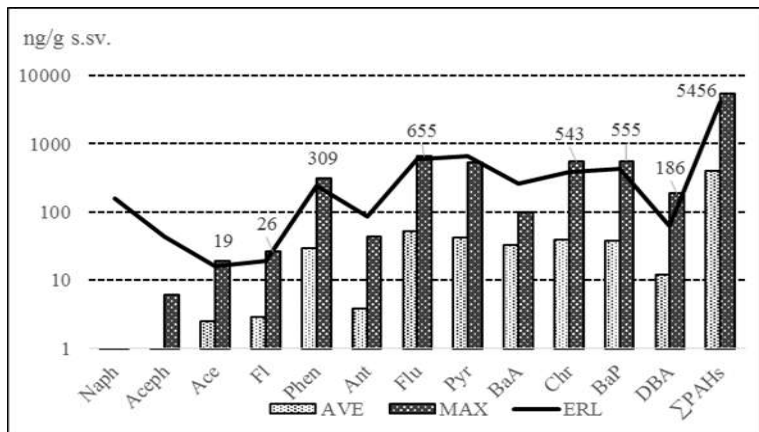
Šešiolikos policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) (naftalenas – Naph, acenaftilenas – Aceph, acenaftenas – Ace, fluorenas – Fl, fenantrenas – Phen, antracenas – Ant, fluorantenas – Flu, pirenas – Pyr, benzo(a)antracenas – BaA, chrizenas – Chr, benzo(b)fluorantenas – BbF, benzo(k)fluorantenas – 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).

PAA šaltiniams (pirogeninis/petrogeninis) atskleisti panaudoti policiklinių aromatinių angliavandenilių diagnostiniai kriterijai (Budzinski et al., 1997; Yunker et al., 2002): mažos (2–3 aromatiniai žiedai) ir didelės (4–6 aromatiniai žiedai) molekulinės masės PAA santykis (LMW/HMW) bei atskirų PAA santykiai (Flu/(Flu+Pyr), In/(In+BgP), BaA/BaA+Chr, Ant/(Ant+Phen). Nuosėdose užterštumas ir susikaupusių PAA galimas poveikis aplinkai (mažas-vidutinis-didelis) vertintas plačiai naudojamais (Long, 1995; Baracat et al., 2011) ir Helcomo bei EB aplinkosauginėse programose pritaikytais nuosėdų kokybės kriterijais, kurie remiasi empiriniu duomenų pagrindu. Nuosėdų toksiškumas taip pat analizuotas remiantis susikaupusių nuosėdose kancerogeninių ir potencialiai kancerogeninių PAA (BaA, BaP, BbF, BkF, Chr, DBA and In) koncentracijomis. Bendras toksiškumas apskaičiuotas pagal suminį benzopireno toksiškumo ekvivalentą (TEQ) (Annicchiarico et al., 2011).

Rezultatai ir aptarimas. Panašiai kaip kitų mažai užterštų akvatorių (Acquavita et al., 2014) PAA koncentracija Klaipėdos uosto dugno nuosėdose dauguma atveju buvo nuo mažo iki vidutinio užterštumo lygo ir nekėlė ženklaus poveikio aplinkai. Tik 5 % visų tirtų dugno nuosėdų su maksimalia 5456 ng/g s.s.v. PAA verte (Baltijos laivų statyklos akvatorija) turėjo potencialą toksiniam ir kancerogeniniam gyvųjų organizmų poveikiui. PAA, kurių koncentracija viršijo nuosėdų kokybės kriterijaus ERL reikšmes (1 pav.) ir buvo potencialiai pavojingi biotai – acenaftenas, fenantrenas, fluorantenas, benzo(a)antracenas, chrizenas, benzo(a)pirenas, dibenzo(a,h)antracenas.

Mažiausi kancerogeninių ir potencialiai kancerogeninių junginių buvo Kuršių marių protakoje, kur koncentracija sudarė 22,5 % bendro PAA kiekio, uosto vartuose padidėjo daugiau kaip 2 kartus, o apribotuose uosto akvatorijose beveik 3 kartus. Faktoriaus TEQ vertės identifikuojančio kancerogeninį nuosėdų potencialą, dauguma atveju buvo mažesnės nei akvatorių išsiskiriančiu dideliu nuosėdų toksiškumu (Annicchiarico et al., 2011; Sprovieri et al., 2007). Suminis benzo(a)pireno ekvivalentas TEQ vidutiniškai sudarė 62,9±197,5 ng/g.

Klaipėdos uosto nuosėdose vidurkinis santykinis kancerogeninių PAA indėlio pasiskirstymas bendroje TEQ sumoje buvo panašus į analogiškų parametrų pasiskirstymą maži užterštose akvatorijose (Acquavita et al., 2014): BaP(60,4)>DBA(15,1 %)>BbF(10,4 %)>Inp(9,19 %)>BaA(4,7 %)>BkF(0,31 %)>Chr (0,03 %).



1 pav. Policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA) maksimali (MAX) ir vidurkinė (AVE) koncentracija bei nuosėdų kokybės kriterijus (ERL) Klaipėdos uosto dugno nuosėdose.

Policiklinių aromatinių angliavandenilių sudėtyje pagal aromatinių žiedų skaičių Klaipėdos uosto dugno nuosėdose vyravo būdingi pirogeniniams šaltiniams didelės molekulinės masės keturių (Flu, Pyr, BaA and Chr), penkių (BbF, BkF, BaP and DBA) ir šešių (InP, BgP) aromatinių žiedų PAA, atitinkamai sudarydami 47,4 %, 23,6 %, ir 10,8 % bendro PAA kiekio. Mažesnės molekulinės masės PAA su dviem (Naph) ir trimis žiedais (Aceph, Ace, Fl, Phen, and Ant) vidutiniškai sudarė 18,1 %.

Dugno nuosėdose visais tyrimo atvejais rodiklio $\Sigma MPAA/\Sigma DPAA$ mažesnės už 1 reikšmės rodė vyraujant pirogeninius PAA šaltinius. Atskirų PAA junginių: $Flu/(Flu+Pyr) >0,4$; $BaA/BaA+Chr \geq 0,35$; $In/(BgP+In) >0,2$ koncentracijų santykių vertės patvirtino jų pirogeninę kilmę. Tik pietinėje uosto dalyje (27 % atvejų) $Ant/(Ant+Phen)$ reikšmės $<0,1$ siejosi su petrogenine PAA kilme. Dėl susidarantių stiprių asociacijų su suodžių dalelėmis pirogeniai PAA atsparesni biodegradacijai nei petrogeniai PAA. Laivų ir krovos darbams naudojamo sunkiojo bei miesto transporto išmetami teršalai gali būti pagrindiniai PAA šaltiniai Klaipėdos uosto dugno nuosėdose. Pirogeninių PAA indėlis iš šalia uosto ar Nemuno baseine išsidėsčiusių pramonės ir būsto šildymo įrenginių taip pat negali būti ignoruotinas.

Išvados. Klaipėdos uosto dugno nuosėdose vyrauja nedidelio užterštumo akvatorijoms būdingi kiekybiniai ir kokybiniai PAA rodikliai. PAA koncentracija Klaipėdos uosto dugno nuosėdose dauguma atveju yra nuo mažo (68 %) iki vidutinio (27 %) užterštumo lygo ir nesukelia ženklaus kancerogeninio ir toksinio poveikio gyviems organizmams. Tik 5 % dugno nuosėdų turi potencialą neigiamam biologiniam poveikiui. Vyraujantys PAA uosto dugno nuosėdose – pirogeninės kilmės.

Šie tyrimai buvo įgyvendinti pasinaudojus gamtos tyrimų centro atviros prieigos mokslinės tiriamosios ir eksperimentinės plėtos infrastruktūra.

Literatūra

- Acquavita A., Falomo J., Predonzani S. et al. 2014. The PAH level, distribution and composition in surface sediments from a Mediterranean Lagoon: The Marano and Grado Lagoon (Northern Adriatic Sea, Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, 81, 234–241.
- Annicchiarico C., Buonocore M., Cardellicchio N. et al. 2011. PCBs, PAHs and metal contamination and quality index in marine sediments of the Taranto Gulf. *Chem. Ecol.*, 27, 21–32.
- Barakat A.O., Mostafa A., Wade T.L. et al. 2011. Distribution and characteristics of PAHs in sediments from the Mediterranean coastal environment of Egypt. *Mar. Pollut. Bull.*, 62, 1969–1978.
- Budzinski H., Jones I., Bellocq J. et al. 1997. Evaluation of sediment contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in the Gironde estuary. *Mar. Chem.*, 58, 85–97.
- Galkus A., Jokšas K., Stakėnienė R. et al. 2012. Heavy Metal contamination of Harbour Bottom Sediments. *Pol. J. Environ. Stud.*, 21, 61–72.
- Garnaga G., Jančiauskienė V., Kondratjeva L. ir kt. 2008. Teršalai. Teršiančios medžiagos Baltijos jūros ir Kuršių marių vandenyje ir dugno nuosėdose. *Leid.: Baltijos jūra ir jos problemos. Utena: Utenos Indra*, 77–93.
- Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. The only Lithuanian Seaport and its Environment. Vilnius: Institute of Geology and Geography.
- Kanzari F., Syakti A.D., Malleret L. et al. 2014. Distributions of sources of persistent organic pollutants (aliphatic hydrocarbons, PAHs, PCBs and pesticides) in surface sediments of an industrialized urban river (Huveaune), France. *Sci. Total Environ.*, 478, 141–151.
- Long E.R., MacDonald D.D., Smith S.L. et al. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environ. Manage.*, 19, 81–97.
- Stakėniene R., Galkus A., Jokšas K. 2011. Pollution of Klaipėda Port Waters. *Pol. J. Environ. Stud.*, 20 (2), 445–459.
- Suzdalev S., Gulbinskas S. 2014. Total petroleum hydrocarbons in surface sediments of the Lithuanian coastal area of the Baltic Sea. *Baltica*, 27, 23–30.
- Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R. et al. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Org Geochem.*, 33, 489–515.
- Sprovieri M., Feo M.L., Prevedello L. et al. 2007. Heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in surface sediments of the Naples harbour (southern Italy). *Chemosphere*, 67, 998–1009.

KLAIPĖDOS ŠAŠIAURIO SEDIMENTACIJOS SĄLYGŲ RODIKLIŲ PRITAIKYMAS SUNKIŲJŲ METALŲ GEOCHEMINIŲ ANOMALIJŲ IŠSKYRIMUI

Sergej Suzdalev

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda
sergej.suzdalev@apc.ku.lt

Įvadas. Klaipėdos sąsiauris, kuriame yra įsikūręs Klaipėdos jūrų uostas yra nuolat gilinama navigacijos arterija bei 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 sąsiauris pasižymi intensyvia sedimentacijos sąlygų kaita, atsispindinčia nuosėdinės medžiagos sudėtį reprezentuojančiuose rodikliuose (granulimetrinė sudėtis, bendrosios organinės anglies kiekis). Nuo pastarųjų dugno nuosėdų sudedamųjų didžiąja dalimi priklauso potencialiai pavojingų sunkiųjų metalų kaupimosi galimybės. Metalai į Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdas patenka natūralių gamtinių procesų įtakoje, taip pat iš antropogeninių taršos šaltinių (laivyba, laivų remonto įmonės, miesto nutekamieji vandenys, krovos darbai ir kt.).

Ankstesniuose Klaipėdos sąsiaurio tyrimuose daugiausiai buvo atliekamas dugno nuosėdų užterštumo vertinimas lyginant faktiškai aptiktas reglamentuojamų teršalų koncentracijas su aplinkos kokybės standartais, limituojančiais uostų akvatorijose iškasto grunto šalinimą jūroje (Jokšas et al., 2003; Dudutytė et al., 2007; Garnaga ir kt., 2008). Deja, aplinkos kokybės standartai ir ribinės vertės ne visada yra mokslškai pagrįstos turimais geocheminiais duomenimis (įskaitant neapibrėžtą pavojingųjų medžiagų geocheminį foną) ar toksikologinių tyrimų rezultatais. Be to, taršos masto vertinimo metu beveik nėra akcentuojami gamtiniai veiksniai, galintys turėti įtakos metalų pasiskirstymui dugno nuosėdose.

Geocheminiuose moksluose natūralių geocheminių pokyčių įtakos pašalinimui ir tikslesniam anomalijų metalų kiekių išskyrimui taikomos normalizavimo procedūros. Normalizavimas atliekamas skaičiuojant praturtinimo koeficientus (*angl.* enrichment factors), panaudojant santykį tarp faktinės metalo koncentracijos ir pasirinkto *normalizavimo rodiklio* koncentracijos bei palyginant jį su geocheminio fono reikšmių, nustatytų minėtiesiems elementams, santykiu (Reimann, de Caritat, 2005; Cheng et al., 2007). Tarp dažniausiai naudojamų normalizavimo rodiklių išskirtini tokie cheminiai elementai kaip aluminis (Al), silicis (Si), geležis (Fe), titanis (Ti) (Pacyna et al., 1990; Quevauviller et al., 1989; Reimann et al., 2000). Vis dėlto intensyvios sedimentacijos telkiniuose normalizavimui gali pasitarnauti

smulkiųjų nuosėdų frakcijų procentinis kiekis arba organinės anglies kiekis paviršinėse dugno nuosėdose (Loring, 1990; Kersten et al., 2002).

Šio tyrimo metu pirmą kartą buvo atliktas bandymas Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdose aptinkamų sunkiųjų metalų kiekius normalizuoti pasinaudojant <0,063 mm frakcijos ir bendrosios organinės anglies sudedamosiomis, siekiant identifikuoti geochemines anomalijas galimai sąlygotas natūralių biogeocheminių procesų, vykstančių nagrinėjamoje barjerinėje zonoje.

Metodai. Tyrimo medžiaga buvo surinkta Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje 2012 metais, vykdant tarptautinį projektą SMOCS (Sustainable management of contaminated sediments). Sunkiųjų metalų koncentracijos bei sedimentacijos sąlygų rodikliai (granulimetrinė sudėtis, bendrosios organinės anglies kiekis) nustatyti 69 paviršinių nuosėdų (0–5 cm) mėginiuose, paimtuose iš skirtingų Klaipėdos sąsiaurio vietų, atsižvelgiant į sedimentacijos sąlygų ypatumus bei potencialių taršos šaltinių išsidėstymą.

Dugno nuosėdų mėginių cheminės sudėties tyrimai atlikti Suomijos laboratorijoje Ramboll Analytics. Prieš nustatant sunkiųjų metalų (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) bei arseno (As) bendrąsias koncentracijas (*angl.* real totals) mėginiai buvo ekstrahuoti azoto rūgšties ir hidroflioridinės rūgšties mišiniu ir išdžiovinti. Sunkieji metalai ir arsenas analizuoti induktyviai susietos plazmos masės spektrometrijos metodu (ICP-MS) pagal SFS EN ISO 17294-2 standartą.

Nuosėdų granulimetrinė sudėtis nustatyta lazerinės sklaidos metodu, pasitelkus lazerinį dalelių analizatorių “Analysette 22 MicroTec Plus, Fritsch”. Ypatingai svarbus <0,063 mm frakcijos, žyminčios ribą tarp smėlio ir aleurito nuosėdų, išskyrimas.

Bendroji organinė anglis nustatyta aukštos temperatūros (900°C) oksidacijos metodu pasitelkus Shimadzu TOC-V CPH analizatorių.

Prieš atliekant sunkiųjų metalų koncentracijų geocheminę normalizaciją buvo patikrintas statistinis ryšis tarp metalų kiekiu ir pasirinktų parametru (<0,063 mm frakcijos kiekis, %; bendrosios organinės anglies kiekis, %) panaudojus neparimetrinę Spirmeno (Spearman) rangų koreliacija (ρ). Koreliacija vertinta kaip statistiškai reikšminga kai $p < 0,05$.

$Md \pm 2MAD$ (Md – mediana, MAD – absoliutus medianos nuokrypis) metodas (Reimann et al., 2005) panaudotas kiekvieno elemento lokalaus geocheminio fono nustatymui, kuris reikalingas normalizavimo atlikimui.

Praturtinimo koeficientai (EF) buvo apskaičiuoti normalizuojant sunkiųjų metalų kiekius pagal <0,063 mm frakcijos kiekį (EFMUD) ir bendrosios organinės anglies kiekį (EFTOC), panaudojus formulę:

$$EF = \frac{\frac{C_i}{C_n} \text{ (sample)}}{\frac{C_i}{C_m} \text{ (background)}}$$

C_i – metalo kiekis tyrimo taške (sample) ir geocheminio fono vertė (background);

C_n – normalizavimo rodiklio kiekis tyrimo taške (sample) ir jo geocheminio fono vertė (background).

$EF > 2$ reikšmės traktuojamos kaip potencialios geocheminės anomalijos. Anomalijos buvo nagrinėjamos jų kontrastingumo didėjimo tvarka, t.y. skaičiuojamas procentinis vietų kiekis kur $EF > 2$, $EF > 4$, $EF > 8$, $EF > 16$, $EF > 32$.

Rezultatai. Sunkiųjų metalų kiekių sąsajos su nuosėdų sudėtimi. Spirmeno koreliacijos koeficientai su pasirinktais sedimentacijos sąlygas atspindinčiais rodikliais pateikiami toliau esančioje lentelėje ρ reikšmių mažėjimo tvarka (1 lentelė).

1 lentelė

Spirmeno rangų koreliacijos (ρ) tarp sunkiųjų metalų ir bendrosios organinės anglies kiekio bei smulkiųjų frakcijų ($< 0,063$ mm) kiekių ($n = 69$)

Spirmano rangų koreliacija (ρ) su bendrosios organinės anglies kiekiu							
Ni	Cd	Pb	Zn	As	Cu	Cr	Hg
0,841	0,827	0,825	0,814	0,788	0,766	0,725	0,310
Spirmano rangų koreliacija (ρ) su $< 0,063$ mm frakcijų kiekiu							
Ni	As	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Hg
0,864	0,786	0,785	0,769	0,768	0,754	0,706	0,183

Spirmeno ρ koeficiento reikšmės pažymėtos *Italic šriftu yra statistiškai nereikšmingos esant $p < 0,05$ lygmeniui.*

Dauguma analizuotų metalų (išskyrus Hg) parodė reikšmingą stiprų ryšį su abiem pasirinktais rodikliais, o tai įgalina naudoti juos atliekant normalizaciją. Stipriausias ryšys su abiem faktoriais būdingas Ni, toliau seka Pb, tuo tarpu Hg išsidėsto sekos pabaigoje. Geresnė sąsaja su $< 0,063$ mm frakcijų kiekiu būdinga tik siderofilams – Ni ir Cr. Beveik identiška priklausomybe nuo $< 0,063$ mm frakcijų ir bendrosios organinės anglies kiekio išsiskyrė As. Likę metalai geriau koreliuoja su organinės medžiagos kiekiu.

Lokalaus geocheminio fono nustatymas. Naudojant $Md \pm 2MAD$ metodą buvo išskirtos analizuotų metalų bei arseno lokalaus geocheminio fono vertės (BCGL) (2 lentelė). Šios reikšmės buvo vėliau panaudotos skaičiuojant praturtinimo koeficientus (EF) ir identifikuojant geochemines anomalijas.

Sunkiųjų metalų koncentracijų ir nuosėdų savybių statistiniai parametrai

Kintamieji	RSD	MAX	MED	MAD	BCG _L	LT	EU	BS	CL
<i>Mikroelementai</i>									
As, mg/kg	52,7	11,0	4,0	1,6	3,4	3,00	6,00	"-"	"-"
Cd, mg/kg	94,0	2,20	0,20	0,10	0,10	"-"	0,28	"-"	"-"
Cr, mg/kg	63,8	130	22	7,0	22	33,3	63,0	"-"	"-"
Cu, mg/kg	160	260	11	6,0	5,0	10,5	17,0	4,0	4,5
Hg, µg/kg	65,8	500	50	0	50	"-"	38	7,0	4,0
Ni, mg/kg	76,5	55,0	9,1	4,9	6,4	13,2	21,0	"-"	"-"
Pb, mg/kg	16,3	140	8,3	4,0	6,8	14,9	20,5	10,3	8,5
Zn, mg/kg	105	530	41	21	32	42,4	71,0	16,5	13,5
<i>Nuosėdų savybės</i>									
< 0,063, %	39,5	93,7	64,8	17,6	82,4	"-"	"-"	3,0	11,25
TOC, %	68,0	7,48	2,27	1,34	2,27	"-"	1,71	0,9	1,1

Santrumpos: <0,063 – < 0,063 mm frakcijos kiekis, %, TOC – bendroji organinė anglis, %; RSD – duomenų imties santykinis standartinis nuokrypis, %; MAX – maksimali reikšmė; MED – mediana, MAD – medianos absoliutus nuokrypis; BCG_L – lokalus geocheminis fonas, LT – medianos reikšmė Lietuvos upelių nuosėdose (Kadūnas et al., 1999), EU – medianos reikšmė Europos upelių nuosėdose (De Vos et al., 2006); BS – medianos reikšmė Baltijos jūros Lietuvos priekrantės smulkiadispersiniuose laukuose (pagal Galkus ir kt., 1999); CL – medianos reikšmė Kuršių marių šiaurinės dalies smulkiadispersiniuose laukuose (pagal Galkus ir kt., 1999) "-" – nėra duomenų.

Verta paminėti, kad daugumos sunkiųjų metalų nustatytos lokalaus geocheminio fono reikšmės Klaipėdos sąsiauryje buvo mažesnės, palyginti su foninėmis reikšmėmis, būdingomis Lietuvos upelių nuosėdoms (Kadūnas et al., 1999), ir daug kartu mažesnės nei Europos upelių dugno nuosėdų fonas (De Vos et al., 2006). Nustatyta Cu foninė reikšmė yra panaši į Baltijos jūros Lietuvos priekrantės bei Kuršių marių (Galkus ir kt., 1999) apskaičiuotas smulkiadispersinių laukų vidurkių medianos reikšmes, Pb foninė vertė yra kiek mažesnė, o Hg ir Zn – didesnės.

Geocheminių anomalijų išskyrimas. Normalizavimas pagal <0,063 mm frakcijos kiekį išskyrė Cu ir Cd dominavimą formuojant vienelementes geochemines anomalijas sąsiaurio nuosėdose (3 lentelė). Nuosėdų prisotinimas Cr yra mažai reikšmingas, o koncentracijų skirtumai matomai paaiškinami nuosėdų litologinės sudėties nevienodumu. Intensyvesnės anomalijos (EF_{MUD}>16) nustatytos As, Hg ir Pb. Įdomu, jog nuosėdų prisotinimas šiais elementais užfiksuotas ne tik uosto pramoninių objektų (krovos, laivų remonto ir statybos įmonių) zonose, bet ir smėlingose nuosėdose, besikaupiančiose uosto įplaukos kanale. Atlikus normalizavimą pagal <0,063 mm kiekį Cd, Cu ir Hg anomalijos taip pat išsiskiria vienoje tyrimo stotyje, esančioje pietinėje rajono dalyje, padengtoje smulkaus smėlio nuosėdomis.

EF_{MUD} koeficientu nustatytų anomalijų geocheminės sekos

$EF_{MUD}>2$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Ni	Zn	Pb	Hg	As	Cr
		81,2	78,3	60,9	56,5	42,0	31,9	26,1
$EF_{MUD}>4$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Zn	Pb	Hg	Ni	As	Cr
	42,0	36,2	17,4	11,6	10,1	8,7	7,2	7,2
$EF_{MUD}>8$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Hg	Ni	Pb	Zn	As	Cr
	23,2	8,7	7,2	5,8	5,8	5,8	4,3	2,9
$EF_{MUD}>16$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	As	Cd	Hg	Zn	Cr	Ni	Pb
	7,2	4,3	4,3	4,3	1,5	-	-	-
$EF_{MUD}>32$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Hg	As	Cr	Ni	Pb	Zn
	5,8	2,9	2,9	-	-	-	-	-

Atlikus normalizavimą pagal bendrosios organinės anglies kiekį aukštesnės anomalijų reikšmės nuosėdose susijusios su Cu ir Cd, kiek mažiau su Hg. Mažiausios anomalijos reikšmės būdingos Cr (4 lentelė). Kaip ir EF_{MUD} indekso atveju kontrastingiausias As, Cd, Cu, Hg ir Ni anomalijos nustatytos sąsiaurio jūrinėje dalyje.

EF_{TOC} koeficientu nustatytų anomalijų geocheminės sekos

$EF_{TOC}>2$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cd	Cu	Zn	Ni	Hg	Pb	As	Cr
		58,0	58,0	29,0	26,1	24,6	23,2	17,4
$EF_{TOC}>4$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Hg	Pb	Zn	As	Ni	Cr
	27,5	18,8	13,0	10,1	10,1	8,7	8,7	7,2
$EF_{TOC}>8$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Hg	As	Zn	Cr	Ni	Pb
	14,5	7,2	7,2	5,8	5,8	4,3	4,3	4,3
$EF_{TOC}>16$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Hg	Zn	As	Ni	Pb	Cr
	7,2	4,3	4,3	4,3	2,9	2,9	2,9	1,4
$EF_{TOC}>32$ anomalijos								
Dažnumas, %	Cu	Cd	Hg	As	Ni	Cr	Pb	Zn
	4,3	2,9	2,9	1,4	1,4	-	-	-

Rezultatų aptarimas. Atlikus aktualių sunkiųjų metalų kiekių normalizavimą pasinaudojus <0,063 mm frakcijos ir bendrosios organinės anglies sudedamosiomis dugno nuosėdose bei pritaikius geocheminio fono

vertes, Klaipėdos sąsiauryje išskirtos skirtingo lygio sunkiųjų metalų geocheminės anomalijos. Pagal abu normalizavimo rodiklius didžiausias geocheminių anomalijų skaičius būdingas variui (Cu) ir kadmiui (Cd), o kontrastingiausios anomalijos byloja apie minėtų metalų antropogeninę kilmę.

Normalizavimas taip pat įgalino identifikuoti intensyviais kitų metalų (As, Cd, Hg) geochemines anomalijas šiaurinėje ir pietinėje tyrimo rajono dalyse, kurios ankstesnių tyrimų metu nebuvo traktuojamos kaip galimai užterštos (Jokšas et al., 2003; Galkus ir kt., 2012). Žinant, kad šiose vietose nėra antropogeninės taršos šaltinių sunkiųjų metalų gausą nuosėdose gali būti paaiškinama druskingumo barjero buvimu Klaipėdos sąsiaurio žiotyse ir su tuo susijusiais fizikiniais-cheminiais suspenduotos ir ištirpusios medžiagos transformacijos procesais (Emelyanov et al., 1975; Emelyanov, 1982; Lukashin, 1986). Padidėjusios metalų koncentracijos gali būti paaiškinamos jų koaguliacija, vykstančia druskingumo barjere. Susidariusiems hidroksidams būdingas didesnis gebėjimas absorbuoti cheminius elementus (Lukashin, 1986). Savo ruožtu Cd, Cu ir Hg anomalijos pietinėje vandens telkinio dalyje leidžia manyti, kad nemaži šių metalų kiekiai atnešami su nuosėdine medžiaga iš Kuršių marių (Trimonis, Gulbinskas, 2000).

Išvados. Klaipėdos sąsiaurio sedimentacijos sąlygas atspindinčių rodiklių panaudojimas aktualių sunkiųjų metalų kiekių normalizavimui yra efektyvi priemonė, įgalinanti gana tiksliai identifikuoti antropogeninių taršos šaltinių sukeltas geochemines anomalijas šiuolaikinėse nuosėdose. Be to, gauti rezultatai leidžia geriau suprasti sudėtingus gamtinius biogeocheminius procesus, vykstančius barjerinėse zonose bei išskirti natūraliai besiformuojančias metalų anomalijas.

Literatūra

- Cheng J.L., Shi Z., Zhu Y.W. 2007. Assessment and Mapping of Environmental Quality in Agricultural Soils of Zhejiang Province, China. *Journal of Environmental Sciences*, 19, 50–54.
- De Vos W., Tarvainen T. (ed.) et al. 2006. *Geochemical Atlas of Europe. Part 2 – Interpretation of Geochemical Maps, Additional tables, Figures, Maps, and Related Publications*. Geological Survey of Finland, Otamedia Oy, Espoo, 692 pp.
- Dudutytė Z., Manusadžianas L., Ščeponavičiūtė R. 2007. Report on dangerous substances in the aquatic environment of Lithuania. 53 p.
- Emelyanov E.M., Pustelnikov J.S. 1975. Amount of suspended forms of elements (Corg, SiO₂, Fe, Al, Ti, Mn, Ni, Co, Cu) in 117 the Waters of the Baltic Sea, *Geokhimiya*, 1975, no. 7, pp. 1049–1063. [In Russian].
- Emelyanov E.M. 1982. *Sedimentation in the Atlantic Ocean Basin*. Moscow: Nauka, 1982. [In Russian].
- Galkus A., Jokšas K. 1999. Kuršių marių ir Baltijos jūros geocheminio fono formavimasis bei užterštumo problemos. *Lietuvos mokslas: Geomokslai*, 324–337.
- Galkus A., Jokšas K., Stakėnienė R. et al. 2012. Heavy metal contamination of harbor bottom sediments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21 (6), 1583–1594.

- Garnaga G., Jančiauskienė V., Kondratjeva L. ir kt. 2008. Taršiosios medžiagos Baltijos jūros ir Kuršių marių vandenyje ir dugno nuosėdose. Baltijos jūra ir jos problemos. Utena, 77–93.
- Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. The Only Lithuanian Seaport and its Environment, Vilnius.
- Kadūnas V., Budavičius R., Gregorauskiene V. et al. Geochemical atlas of Lithuania. Vilnius, 90 pp.
- Kersten M., Smedes F. 2002. Normalization procedures for sediment contaminants in spatial and temporal trend monitoring. *Journal of Environmental Monitoring*, 4, 109–115.
- Lapinskiene 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.
- Loring D.H. 1990. Lithium – a new approach for the granulometric normalization of trace metal data. *Marine Chemistry*, 29, 155–168.
- Lukashin V.N. 1986. Trace Elements in the Bottom Sediments of the Baltic Sea, in *Geochemistry of the Sedimentation in the Baltic Sea*, Moscow: Nauka, 194–201. [In Russian].
- Pacyna J.M., Winchester J.W. 1990. Contamination of the global environment as observed in the Arctic. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 82, 149–57.
- Reimann C., de Caritat P. 2000. Intrinsic flaws of element enrichment factors (EFs) in environmental geochemistry. *Environ Sci Technol*, 34, 5084–91.
- Reimann C., de Caritat P. 2005. Distinguishing between natural and anthropogenic sources for elements in the environment: regional geochemical surveys versus enrichment factors. *Science of the Total Environment*, Vol. 337, 91–107.
- Reimann C., Filzmoser P., Garret R.G. 2005. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. *Science of the Total Environment*, 346, 1–16. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2004.11.023.
- 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).
- Trimonis E., Gulbinskas S. 2000. Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdos. *Sedimentologija* (30), 20–27.
- Quevauviller P., Lavigne R., Cortez L. 1989. Impact of industrial and mine drainage wastes on the heavy metal distribution in the drainage basin and estuary of the Sado River (Portugal). *Environmental Pollution* 59, 267–86.

KURŠIŲ MARIŲ UNGURIŲ IŠTEKLIAI KAIP PAMARIO SOCIALINIŲ SPRENDIMŲ RAKTAS

Arvydas Švagždys^{1,2}, Tomas Zolubas²

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos, Vilnius
arvydasrusne@gmail.com

Įvadas. Kuršių mariose europinių unguriai visuomet buvo svarbus žvejybos objektas. Apie tai liudija jau nuo seno naudojami įvairių tipų žvejybos būdai. Pirmuose apie Kuršių marias mokslinėse studijose (Benecke, 1881) aprašoma virš 20 ungurių žvejybai naudojamų įrankių ir būdų. Tokiai įvairovei atsirasti ir sėkmingai taikyti reikėjo nemažų gamtinių išteklių bei žmogiškųjų pastangų. Tačiau situacija pasikeitė. Unguriai Kuršių mariose gaudomi vieno tipo įrankiais – marinėmis gaudyklėmis, o remiantis pastarųjų metų sugavimais, marių ungurių išteklių baigia sunykti. Šiame straipsnyje pateikiama esama ungurių biologinė charakteristika, išteklių kaitos dinamika, žvejybos apimtys, būdai ir reikšmė pamario socialiniam bei ekonominiam gyvenimui.

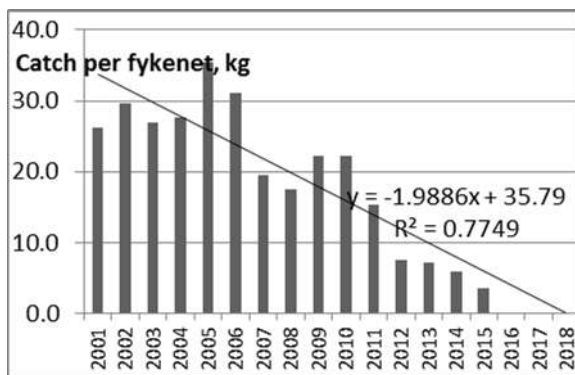
Medžiaga ir metodika. Ungurių biologinė medžiaga nuo 2011 metų renkama iš marinių (iki 2009 m. vadintų ungunių) gaudyklių. Tuo tikslu pilnai biologinei analizei kasmet išanalizuota po 100 vnt. individų. Ungurių ilgis (L) matuotas cm, kūno svoris įvertintas g. Lyties nustatinėti nereikėjo, nes visos verslinio dydžio žuvis, $L > 45$ cm buvo patelės. Ungurių metamorfozės stadija (sidabrinis ar geltonasis unguris) nustatyta pagal akių skersmens indeksą (EI), (Pankhurst, 1982). Individualus ungurių amžius nustatytas pagal otolitus (Vollestad, 1985). Prieš tiriant otolitus buvo nuvalyti 96 % etanolu, o atskiro individo amžius įvertintas binokuliario pagalba.

Statistiniai ungurių sugavimų duomenys imti iš ŽŪM Žuvininkystės departamento ir Kaliningrado srities Zapbaltrybodo archyvų bei literatūrinių šaltinių (Maniukas, 1959; Bružinskienė, 1973; Pelanis, 1973).

Rezultatai. Ungurių sugavimų kaita. Turimais statistiniais duomenimis, tarpukario 1927–1938 m. laikotarpiu ungurių būdavo sugaunama nuo 65 iki 260 t, vidutiniškai – 135 t. Pokario metais pradėjus plačius introdukcijos darbus, kai 6-ame – 7-ame dešimtmėčiuose kasmet į Lietuvos telkinius buvo įleidžiama 2–3 mln. stiklinių unguriukų stadijos individų (Švagždys ir kt., 2015), ungurių sugavimai ėmė augti. Nuo 1947 iki 1960 m. kartu su Kaliningrado sr. žvejais kasmet vidutiniškai buvo sugauta 150 t, septintame dešimtmetyje – 325 t. Rekordinis 1966 m. sugavimas siekė net 482 t. Nuo 1980 m. ungurių sugavimas kas dešimtmetį sumažėdavo po 5–6 kartus ir XXI a. pradžioje kasmet sugaunama tik po 7–13 t, o pastaraisiais metais – 1–2 tonos.

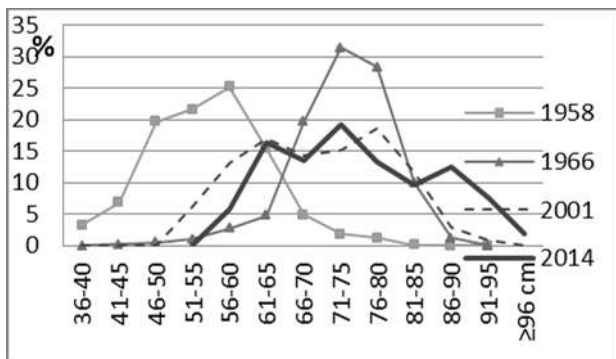
Ungurių žvejybos intensyvumas. XX a. antroje pusėje Kuršių mariose ungurių žvejybai intensyviai buvo naudojami trijų tipų įrankiai: ungurinės gaudyklės, unguriniai venteriai ir ūdos, o dabar tik marinės (ungurinės) gaudyklės. Marines gaudykles Kuršių mariose leidžiama eksploatuoti nuo gegužės 1 d. iki lapkričio 1 d. (LR AM įsakymas 2009 m. vasario 2 d. Nr. D1-40 “Dėl verslinės žvejybos limito Kuršių mariose 2009 m.“). Intensyviausiai gaudyklėmis buvo žvejojama nuo 1966 m. iki 1990 m. Tuomet kasmet mariose Lietuvos dalyje būdavo eksploatuojama iki 800 vnt. ungurinių gaudyklių (3 pav.) Nuo 2009 m. pradėjus vykdyti Ungurių valdymo planą (UVP), ungurių žvejybos intensyvumas Kuršių mariose buvo sumažintas, ungurinių gaudyklių skaičius sumažintas nuo 390 vnt. iki 223 vnt.

Žvejybos efektyvumas. Ungurių žvejybos efektyvumas yra svarbi charakteristika vertinant tiek trumpalaikius, tiek ilgalaikius ungurių išteklių pokyčius. XXI a. santykinis ungurių žvejybos efektyvumas pagal atskirus mėnesius nekiti, santykinai efektyviausiai unguriai buvo gaudomi gegužės–rugšėjo mėnesiais. Perskaičiavus ungurių žvejybos efektyvumą vienam įrankiui per sezoną (pagal skirtą maksimalų gaudyklių limitą), galimos šios išvados. Nežiūrint į įrankių skaičius, t. y. žvejybos intensyvumo mažinimą, žvejybos efektyvumas nuo 2001 iki 2015 m. Kuršių mariose sumažėjo 7–8 kartus (1 pav.). Gautas šio laikotarpio žvejybos efektyvumo trendas rodo, kad yra didelė tikimybė ($R^2 = 0,77$), jog, nevykdant aktyvesnių įžuvinimo darbų, ungurių išteklių Kuršių mariose gali visiškai sunykti.



1 pav. Ungurių žvejybos efektyvumas (1 gaudyklei /kg per metus) Kuršių mariose ir tendencijos.

Biologinė charakteristika. Laimikių pagrindą marinėse gaudyklėse (2014 m.) sudarė 70–100 cm ilgio, 6+–12+ m. amžiaus žuvis. Remiantis ankstesniais metais atliktų tyrimų medžiaga, šeštame dešimtmetyje versliniuose laimikiuose dominavo daug smulkesni unguriai (2 pav.).



2 pav. Ungurių ilginė sudėtis versliniuose laimikiuose Kuršių mariose 1958, 1966 m. (Apolova, 1968), 2001 m. (Maksimov, Švagždytis, 2003) ir 2014 m.

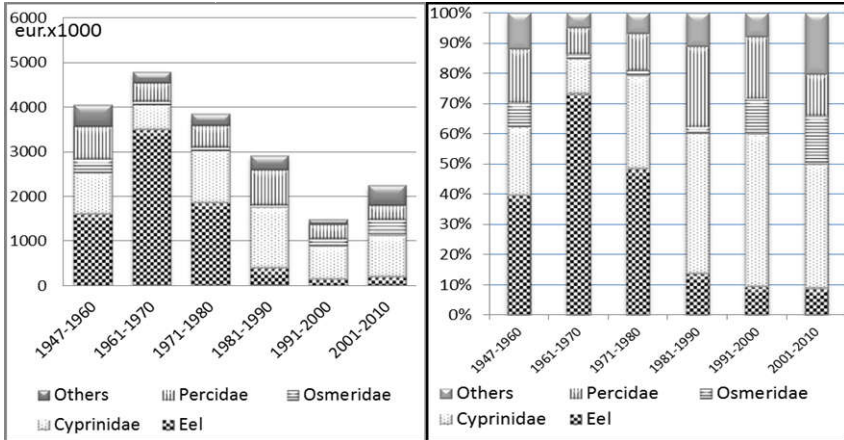
Socialinė ir ekonominė vertė pamario žuvininkystei. Europiniai unguriai iki 1980 m. buvo vienas iš svarbiausių žuvininkystės gamtinių išteklių daugelyje Atlanto ir Viduržemio jūros baseino šalių (Bevacqua, 2009). Europinės dalies šalių laimikiai oficialiais duomenimis siekė daugiau nei 25 000 t XX a. 7–8 dešimtmečiuose ir sumažėjo iki 4000 t XXI a. pradžioje (ICES WGEEL report, 2015). Tuo laikotarpiu Kuršių mariose išteklių sumažėjimas buvo dar didesnis ir siekė nuo 120–150 t iki 1,3–0,8 t – sumenko daugiau nei 100–150 kartų. Kaip pasekmė, pamario žvejų pajamų netekimas iš ungurių žvejybos buvo ženklus. Pagal šių dienų rinkos kainas 1961–1970 m. laikotarpiu kasmetinės žvejų pajamos iš ungurių galėjo sudaryti apie 3,5 mln. Eur., santykinai virš 70 % visų nuo žvejybos verslo Kuršių mariose pajamų (3 pav.). Dabar, kai sugavimas 2012–2015 siekia apie 1–1,5 t, tai tesudaro vos 15–20 tūkst. Eur.

Ungurių žvejyba reikalauja didelio žvejybos intensyvumo ir žmogiškų resursų. Priežiūros procese dalyvauja 2–3 žmonės, gaudyklės intensyviai eksploatuojamos apie pusę metų. Trys žvejai verslininkai per vieną žvejybą aptarnauja vidutiniškai apie 12 gaudyklių arba 4 gaudykles vienam asmeniui.

XX a. viduryje 150 t ungurių sugavimui buvo naudojama apie 800 gaudyklių, tad sumoje vien gaudyklių eksploatavimui Kuršių mariose turėjo dirbti apie 200 žvejų. Šiuo metu, nors leidžiama eksploatuoti 223 gaudykles, dėl ungurių žvejybos nerentabilumo, realiai žvejybai naudojama vos pusė leidžiamo kiekio, o jas aptarnauja apie 30 pamario žvejų.

Žvejybos verslo mažinimas turėjo skaudžių pasekmių pamario gyventojų bendruomenėms. 1970 m. surašymo duomenimis Šilutės rajone gyveno 72,4 tūkst. gyventojų (Mažoji..., 1971), kai 2014 m. – 42,4 tūkst., arba trečdaliu mažiau. Rusnės miestelyje, kur didžioji dalis gyventojų buvo susiję su versline žvejyba, 1970 m. gyveno 2,6 tūkst. gyventojų, kai 2014 m. – 1,6 tūkst., t. y. 1

tūkst. mažiau. Gyventojai buvo priversti išvykti ar emigruoti, nes kitų pajamų, be verslinės žvejybos bei žemės ūkio, jie neturėjo.



3 pav. Kuršių marių žvejų absoliučios ir santykinės pajamos pagal pagrindines žuvų grupes 1947–2010 m.

Nuo 2009 m., remiantis UVP, Lietuva vykdo ungurių išteklių atkūrimo darbus visoje Lietuvos teritorijoje. Tačiau Kuršių marios įžuvinamos ungurių mailiumi nebus, nes tai bendras telkinys su Kaliningrado sritimi. Kaimynai lenkai šią problemą išsprendė 2015 m. pateikę Europos komisijai bendrą UVP su Rusija ir, pasinaudojus ES lėšomis, ateinančiais metais bus dideliais kiekiais žuvinamos Aistmarės. Jei toks planas būtų parašytas Kuršių marioms ir pasienio vandenims, tai įpareigotų, dirbtinio įžuvinimo pagalba, siekti pradinio ungurių išteklių atstatymo iki 330 t (Lietuvos UVP, 2009), kas būtų raktas į pamario gyventojų socialinių ir ekonominių problemų sprendimą.

Literatūra

- Benecke B. 1881. Fische, Fischerei und Fischzucht in Ost- und Westpreussen. Königsberg.
- Bružinskienė A. 1973. Žvejyba Lietuvos TSR vidaus vandenyse 1947–1973 metais. Vilnius.
- Europinių ungurių *anguilla anguilla* L. išteklių valdymo Lietuvoje planas. 2008. Vilnius: Ekologijos institutas.
- ICES WGEEL report 2015. Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eel (WGEEL) 24 November–2 December 2015. Antalya, Turkey.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas “Dėl verslinės žvejybos limito Kuršių mariose 2009 m.” 2009 m. vasario 2 d. Nr. D1-40. Vilnius.
- Mažoji lietuviškoji tarybinė enciklopedija, 1971 T. 3: R–Ž, 953 p.
- Pankhurst N.W. 1982. Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* (L.). *Journal of Fish Biology*, 21, 127–140.
- Pelaniai P. 1973. Verslinė žvejyba Lietuvos TSR vidaus vandenyse. Vilnius: Periodika.

- Švagždys A., Maksimov J. 2002. Mokslinė ataskaita–autorinis darbas tema „Gaudyklių modernizavimas siekiant sumažinti vertingų žuvų priegaudą ungurių žvejyboje“. Vilnius: ŽŪM.
- Švagždys A., Zolubas T. 2015. Report on the eel stock and fishery in Lithuania 2014/15 ICES WGEEL report 2015.
- Vollestad L.A. 1985. Age determination and growth of yellow eels (*Anguilla anguilla* L.) from brackish water Norway. *J.Fish Biol.*, 26 (5), 521–525.
- Аполлова Т.А. 1969. Состояние популяции угря в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря. Труды Калинингр.техн.ин-т рыб.пром-ти и хоз-ва. №. 24, 20–27.
- Манюкас Й. 1959. Ихтиофауна, состояние запасов и промысел рыб в заливе Куршо Марес. Куршо марес, 375–380. Вильнюс.

KLAIPĖDOS MIESTO RŪŠIUOJAMŲ ŠIUKŠLIŲ KONTEINERIŲ STEBĖJIMO IR DUOMENŲ RINKIMO SISTEMA

Deimantas Špučys^{1,2}, Violeta Bulbenkienė¹

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto
Informatikos ir statistikos katedra, Klaipėda, ²MB „Imas ir Ko“, Klaipėda
deimantas.spucys@gmail.com

Anotacija. Nuolatinis duomenų apie miesto aplinką rinkimas iš mieste esančių sensorių padeda gauti reikiamą informaciją, kurią apdorojus galima ne tik kryptingai gerinti miesto infrastruktūrą, tačiau ir išpėti įvairias miesto tarnybas realiu laiku apie mieste iškilusias problemas, kurios trikdo miesto darbą. Darbe pristatoma Klaipėdos miesto išmanioji rūšiuojamų šiukšlių konteinerių duomenų stebėjimo ir surinkimo sistema, išmaniųjų konteinerių techninis sprendimas bei pateikiami šiukšlių konteinerių stebėjimo ir duomenų rinkimo sistemos duomenų perdavimo spartos matavimai.

Pagrindiniai žodžiai. Sensoriai, išmanusis konteineris, išmanusis miestas.

Įvadas. Miestuose gyvenančių žmonių skaičius šiuo metu sudaro daugiau nei pusę žmonijos populiacijos bei iki 2050 metų sudarys apie 70 % žmonijos (Letaifa, 2015). Dėl šio augimo kyla ir problemos, susijusios su miestų infrastruktūros pritaikymu tokiam gyventojų skaičiui: susiduriama su viešojo transporto, sveikatos sistemos, gyventojų apsaugos, šiukšlių bei jų tvarkymo problemomis (Calvillo et al., 2015). Europos sąjungoje 2012–2013 metais šiukšlių kiekis, generuojamas dėl išmetamų produktų pakuočių, vidutiniškai augo ~0.03 %, o Lietuvoje tuo pačiu laikotarpiu augimas siekė ~0.06 % ir viršijo ES vidurkį dvigubai. Augant atliekų kiekiui miestuose teršiama aplinka ir kyla pavojus ne tik miesto gyventojams, bet ir visai gamtai.

XXI a. didieji pasaulio miestai pradėjo diegti išmaniojo miesto sistemas – pagrindinė išmaniojo miesto savybė yra miestą apjungiančių modulių sistema, kurie savarankiškai veikia remdamiesi informacinėmis bei komunikacinėmis technologijomis (Debnath et al., 2014). Išmaniojo miesto sistema gali išpėti miesto gyventojus esant grėsmei jų gyvybėms dėl mieste susidariusių problemų, tokių kaip: cheminė avarija, plataus masto gaisras ar stichinė nelaimė. Akivaizdu, kad norint laiku išpėti gyventojus apie pavojų, reikalinga efektyvi bei sparti išmaniojo miesto sistema, kuri sugebėtų operatyviai surinkti bei apdoroti duomenis, kurie taip pat gali padėti gerinti ir esamą miesto infrastruktūrą. Panaudojus mažai energijos naudojančius mikrovaldiklius kartu su sensoriais bei egzistuojant tankiam bevielio interneto ryšio paplitimui miestuose, tokios išmaniojo miesto sistemos kūrimo bei išlaikymo sąnaudos yra minimalios. Sukūrus ir pritaikius minėtą išmaniojo miesto sistemą šiukšlių

konteinerių stebėjimui, įmanoma ne tik stebėti miesto šiukšlių konteinerių būsenas, bet ir pagal surinktus duomenis planuoti šiukšliavežių maršrutus siekiant efektyvesnio atliekų tvarkymo mieste (Anagnostopoulou et al., 2015).

Darbe pristatoma Klaipėdos miesto išmanioji rūšiuojamų šiukšlių konteinerių duomenų stebėjimo ir surinkimo sistema bei pateikiamas išmaniųjų konteinerių techninis sprendimas. Sistemą pasirinkta taikyti stiklo, popieriaus ir plastiko šiukšlių konteineriuose dėl plataus šių konteinerių paplitimo Klaipėdoje.

Išmaniųjų šiukšlių konteinerių stebėjimo sistema. Ši sistema susideda iš trijų pagrindinių dalių: sensorių, duomenų perdavimo bei duomenų peržiūros modulių. Duomenų perdavimui iš šiukšlių konteinerio į serverį reikalingas pastovus interneto ryšio palaikymas siekiant perduoti kuo naujesnius duomenis. Tokiam duomenų perdavimui reikalingas ne tik pastovus bevielės ryšys, bet ir šiam tikslui sukurtas tinklas, kurio esmė užtikrinti, kad duomenų perdavimo moduliai būtų pasiekiami nuolat. Be galo svarbu, kad konteinerio esantys sensorių ir duomenų perdavimo moduliai reikalautų kuo mažiau energijos savo darbui, veiktų dideliu atstumu bei būtų kompaktiški savo dydžiu.

Sistemos tinkle esantis sensorių modulis susideda iš trijų ultragarsinių sensorių bei papildomų sensorių pagal konteinerio tipą: stiklo, popieriaus ar plastiko konteineris. Du iš ultragarsinių sensorių yra lygiagretūs vienas kitam horizontalioje pozicijoje (konteinerio gaubiančioje dalyje) bei trečias viduryje jų – nukreiptas žemyn. Toks ultragarsinių sensorių skaičius ir pozicijos pasirinktos siekiant gauti tikslesnius duomenis apie konteinerių užpildymą. Šie sensoriai renka duomenis apie užpildymą siųsdami ultragarsinį signalą bei laukdami jo grįžtant. Signalui atsimušus į objektus konteinerio žinomas atstumas tarp sensoriaus ir objekto, tokiu būdu galima identifikuoti konteinerio užpildymą šiukšlėmis. Kiek kitaip veikia papildomas ugnies aptikimo sensorius, jis yra naudojamas popierių kaupiančiuose konteineriuose, siekiant operatyviai gauti informacija apie kilusį gaisrą, kuris yra fiksuojamas kuomet sensoriuje esantis infraraudonųjų spindulių imtuvas fiksuoją atsiradusios ugnies sklaidžiamas infraraudonąsias bangas.

Dėl savo kompaktiškumo (~15 mm skersmens) ir mažų energijos sąnaudų, duomenų perdavimui pasirinktas ESP-8266 mikrovaldiklis. Remiantis gamintojo specifikacija, šis mikrovaldiklis, perduodamas prijungto sensoriaus duomenis kartą per valandą, geba su vienu komplektu 3-jų paprastų AA tipo baterijų tarnauti ilgiau nei metus. Šis valdiklis turi WiFi ryšio modulį, gebantį pasiekti bevielio ryšio WiFi maršrutizatorių. Mieste egzistuojant plačiam viešų TEO WiFi maršrutizatorių su interneto prieiga paplitimui, kurioje sistemoje užpildoma duomenų perdavimo spraga tarp konteinerio ir duomenų peržiūros modulio (1 pav.). ESP-8266 mikrovaldiklis turi galimybę prisijungti prie TEO

viėtų maršrutizatorių ir internetu perduoti konteineriujė surinktus sensorių duomenis į duomenų peržiūros modulį sudarantį serverį.

Sistemos duomenų peržiūros modulį sudaro serveris, kuriame kaupiama informacija, gaunama iš konteinerių, bei viešai prieinama internetinė svetainė – www.iklaipeda.lt. Svetainėje sukurta vartotojo sąsaja, kurioje pateikta visa informacija kaip pradėti rūšiuoti bei kiti su šia tema susiję dažniausiai užduodami klausimai. Sukurtame internetiniame puslapyje taip pat viešai prieinami duomenys apie konteinerių užpildymą mieste, kurie kartu su konteineriais vizualiai atvaizduojami žemėlapyje, sukurtame Google Maps kodo plėtinio pagalba. Svetainę aptarnauja administratorių grupė, kuri turi galimybę stebėti visus konteinerių sensorių gautus parametrus, jų atnaujinimo laiką bei planuoti šiukšliavežių maršrutus pagal surinktus konteinerių užpildymo duomenis.



1 pav. TEO Wi-Fi maršrutizatorių bei konteinerių duomenų perdavimo modulių susijungimo žymės.



2 pav. Realaus šiukšliavežio maršruto (A) palyginimas su sukurtos sistemos svetainėje generuojamu optimizuotu maršrutu (B).

Tyrimo rezultatai. Tyrimo metu stebėta, kaip reaguoja sensoriai į konteinerio parametrai užpildymą. ESP-8266 valdiklis siuntė internetu duomenis į svetainės serverį, kuriame suprogramuota juos priimti bei talpinti į duomenų bazę kartu su užfiksuotu duomenų gavimo į serverį laiku.

Atlikus duomenų perdavimo į serverį spartos matavimus (1 lent.) pastebėta, kad duomenys pasiekia serverį vidutiniškai per 400 milisekundžių.

1 lentelė

Duomenų perdavimo iš valdiklio į serverį spartos matavimai

Matavimo Nr.	Duomenys pasiekė serverį per laiką, ms	Ar duomenys įrašyti duomenų bazėje?
1	390	Taip
2	400	Taip
3	410	Taip
4	380	Taip
5	420	Taip

Tyrimo metu taip pat bandyta sistemoje simuliuoti gaisrą bei stebėti, kaip ši informacija pasiekia serverį. Visi į serverį išsiųsti duomenys serverio duomenų bazėje buvo išsaugoti be trikdžių: visos į serverį siųstos užklauskos pasiekė serverį ir su kiekviena užklausa siųsti, iš konteinerio sensorių surinkti, duomenys buvo apdoroti serveryje patalpinto programinio kodo bei įrašyti į serverio duomenų bazėje.

Serverio duomenų bazėje kaupiami duomenys gali būti analizuojami bei apdorojami įvairiais aspektais. Svetainės pagrindinė funkcija – stebėti mieste esančių šiukšlių konteinerių duomenų surinkimą realiu laiku, todėl tyrimo metu svetainėje buvo pateikti duomenys, surinkti iš konteinerio sensorių bei svetainės žemėlapyje atvaizduota konteinerio lokacija.

Svetainėje sukurta optimalių maršrutų sudarymo funkcija padeda išvengti nereikalingų kelionių į tuos mikrorajonus, kuriuose šiukšlių konteineriai dar nėra užpildyti. Remiantis KRATC duomenimis, vienai konteinerių grupei, sudarytai iš 3–6-ių konteinerių, išvalyti reikalingos nuo 5-ių iki 15-likos minučių, t. y. vienai konteinerių grupei vidutiniškai yra skiriamos 7-ios minutės. Šiukšliavežio darbo laikas, skiriamas konteinerių išvalymui 8-iose konteinerių grupėse yra vidutiniškai 56-ios minutės. Jei vienai grupei, iš minėtų 8-ių, maršruto metu nebuvo reikalingas priverstinis šiukšlių surinkimas, tuomet šiukšliavežio laikas yra sugaištas 7-iomis minutėmis ilgiau, neskaičiuojant pačios kelionės laiko. Taip pat, turint omenyje, kad skirtingų tipų rūšiuojamų šiukšlių konteineriai pildosi atliekomis ne vienodai, sistema puikiai galėtų atlikti savo darbą pateikdama konteinerių užpildymo statistiką, kuria remiantis šiukšlių konteinerių grupes galėtų papildyti tų tipų konteineriais, kurie užsipildo greičiau, taip siekiant optimaliai išnaudoti kiekvieną šiukšliavežio apsilankymą prie konteinerių grupės. Dėl sudarytų optimalių maršrutų (2 pav.) yra taupomas ne tik kuras bei laikas, bet ir mažinama oro tarša, tausojama kelio danga.

Išvados. Tyrimo metu gauti rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad rūšiuojamų šiukšlių konteinerių stebėjimo ir duomenų rinkimo sistemą galima integruoti į realius šiukšlių konteinerius. Sensorių surinktų duomenų apie konteinerių užpildymą perdavimo laikas nėra aktualus, kadangi duomenys kaupiami kartą per valandą, o konteinerio užpildymas taip greitai nekinta. Svarbesnis yra ugnies aptikimo sensoriaus duomenų perdavimo laikas, jis trunka apie 600 milisekundžių ir tai yra daug greičiau nei skambučio sujungimas su bendroju pagalbos centru. Sistemos ugnies aptikimo funkcija suteikia papildomą apsaugą išvengti gaisrams popieriaus šiukšlių konteineriuose ir aplink juos.

Sukurtoji rūšiuojamų šiukšlių konteinerių stebėjimo ir duomenų rinkimo sistema internetinės svetainės pagalba leis surinktus duomenis panaudoti kuriant bei atvaizduojant trumpiausius maršrutus šiukšlių vežėjams. Sutaupius šiukšliavežių laiką atsiranda papildomai laisvo laiko bei lėšų, kurios gali būti

skiriamas intensyvesniam Kuršių Nerijos (UNESCO paveldo) bei kitos miesto ir priemiesčio aplinkos atliekų tvarkymui.

Literatūra

- Calvillo C.F., Sánchez-Miralles A., Villar J. 2015. Energy management and planning in smart cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 55, 273–287.
- Letaifa S.B. 2015. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. *Journal of Business Research*, Vol. 68, 1414–1419.
- Anagnostopoulou T., Kolomvatsos K., Anagnostopoulou C. et al. 2015. Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities. *Journal of Systems and Software*, Vol. 110, 178–192.
- Debnath A.K., Chin H.C., Haque M. et al. 2014. A methodological framework for benchmarking smart transport cities. *Cities*, Vol. 37, 47–56.

CHEMINĖS ANALIZĖS REZULTATAI APLINKOSAUGOJE – PASIRINKIMO LAISVĖ IR TAPATUMO PROBLEMA

Ričardas Taraškevičius¹, Sergej Suzdalev², Laura Gedminienė¹

¹Gamtos tyrimų centras, Vilnius, ²Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros
prieigos centras, Klaipėda

ricardas.taraskevicius@gmail.com

Įvadas. Medžiagų cheminės sudėties pažinimas ir panauda yra viena iš fundamentalių šiuolaikinės civilizacijos atsiradimo bei tolesnio vystymosi dalių. Neatitinkanti tikrovės pateiktoji vartotojui tiriamo objekto cheminė sudėtis gresia nepagamintomis laukiamų savybių medžiagomis arba klaidingai orientuotais sprendiniais. Pastarieji ypač svarbūs vaistų, maisto gamybos pramonėje, natūralios ar supančios gyvenamosios aplinkos apsaugos srityje. Jei, pasinaudojus netiksliais cheminės analizės duomenimis, nebus sukurti pageidaujamų savybių gaminiai, dėl to laikinai nukentės tik neskaitlingos materialiai suinteresuotų asmenų grupės. Tačiau mitybos ir sveikatinimo produktams, įrenginiams ir įrankiams, aplinkos ir sveikatos apsaugos poreikiams naudojant neadekvačius aplinkos būsenos vertinimo (geo)cheminius rodiklius jau gali būti pažeistos sveikatos apsaugai ir ekologiškai pusiausvyrai būtinos sąlygos. Potencialūs nukentėjusieji šiuo atveju bus biota ir mes.

Aplinkosaugai pasitelktų ir moksle bei praktikoje taikomų cheminės analizės metodų įvairovė yra begalinė, nes būvio formų ir jų kaitos pažinimui kasdien yra sukuriami ir pritaikomi nauji. Todėl šioje studijoje apsiribosime tik *formaliojoje aplinkosaugoje*, naudojančioje normatyvinius rodiklius paviršinio dirvožemio ir dugno nuosėdų būklės vertinimui taikomų cheminės analizės metodų, skirtų *visuminių* kiekių tyrimams, aptarimu.

Problema. Iki šiol nemaža dalis cheminės analizės rezultatų naudotojų gautuosius tyrimų duomenis vertina kaip determinuotus ir absoliučius, jų teisingumo matu laikydami arba prietaisų modernumą arba priklausomybę "autoritetingsoms" institucijoms. Neretai nesigilinama ar net neskiriama dėmesio tirtų mėginių paruošimo procedūrų (MPP) nuodugnesniems aprašymams (frakcionavimo, homogenizavimo, tirpinimo, ardymo sąlygos ir tam panaudotieji įrankiai). Tačiau gautieji tyrimų rezultatai informacinėje aplinkosaugos erdvėje yra gretinami su kitų tyrėjų paskelbtaisiais, nė nepasvarščius, kad potencialiai pavojingų cheminių elementų-analičių (PPE) absoliučios reikšmės jau vien dėl skirtingų MPP privalo būti netapačios (Baltrėnas et al., 2006; Tume et al., 2014; ir kt.). Neretai neįsigilinama, kad normatyviniuose dokumentuose PPE ribinės vertės dažniausiai yra įvardijamos ar yra menamos kaip *visuminės* (Lietuvos..., 2010; HN 60:2004; LAND 46A-

2002). *Visuminių* PPE kiekių nustatymo būdai yra standartizuoti (LST EN 13656:2003; LST EN 15309:2007). Tačiau neretai *visuminiiais* kiekiais yra pavadinami ir PPE kiekiai gautieji taikant tirpinimo "karališkąją degtinę" (*aqua regia*) procedūrą (Lietuvos..., 2008), nors tarptautiniame standarte išgautuosius PPE, pritaikius *aqua regia* procedūrą, vadinti *visuminiiais* draudžiama (EN 13650:2001). Todėl viena šios publikacijos užduočių yra parodyti galimybes, leidžiančias *aqua regia* metodu išgautų PPE kiekių sugretinimą su *visuminiiais*, kita užduotis – informuoti apie konferencijos metu numatomą pateikti praktinę metodologiją, skirtą įvairiais metodais ir būdais gautų cheminės analizės rezultatų teisingumo verifikavimui ir sugretinimui.

Duomenys ir metodai. Metodologiškai objektyviai teisingiausia skirtingų analizės procedūrų rezultatus teisingais laikyti tada, kai tų pačių bandinių tyrimus atlieka tuo didesnis laboratorijų, naudojančių vienodas paruošimo ir ekstrakcijos metodikas, bet skirtingus prietaisus, skaičius. Galimybę turėti tokius duomenis suteikia dalyvavimas Vageningeno universiteto rengiamoje tarptautinėje analizės rezultatų tarplaboratorinių mainų programoje "International Soil-analytical Exchange program of Wageningen Evaluating Programs for Analytical Laboratories" (ISE). Jos dalyvių analizės kokybės savipatikrai kasmet reguliariai yra atsiunčiama 16 dirvožemio ir dugno nuosėdų mėginių. Tuos pačius mėginius dalyviai tiria įvairiaisiais analizės metodais, įskaitant *aqua regia* analizės metodą ir *visuminių* ("real totals") kiekių analizės metodus, o gautus tyrimų rezultatus palygina tarpusavyje. Kelių metų bėgyje sukauptos tokių rezultatų imtys įgalina patikrinti bet kuriais metodais išgautų PPE rezultatų koreliacijos laipsnius, o esant jiems pakankamai patikimiems – sukurti tais metodais gautųjų absoliučių verčių sąryšių formules. Šis būdas sėkmingai taikytinas ir *aqua regia* bei *visuminių* kiekių analizės rezultatų sugretinimui bei palyginimams (Taraškevičius et al., 2013).

Kita nauda, kad keliais metodais keliolikoje pasaulio laboratorijų ištirtieji ISE mėginiai gali būti panaudoti kaip etaloniniai įvairių mums teikiančių duomenis laboratorijų rezultatų teisingumo, tikslumo ir panaudojamumo įvertinimams. Tai ir buvo atlikta, keletą ISE mėginių, tarpe eilinių kitų bandomų, pateikus kelių "autoritetinių" institucijų laboratorijoms, nustatančioms galimai *visuminius* PPE kiekius, panaudojant induktyviai susietos plazmos atominės emisijos spektro-analizatorius ir tris skirtingo rango rentgeno spektrometrijos analizatorius: portatyvųjį Thermo Scientific Niton® XL2, energo dispersijos Spectro Xepos ir bangų dispersijos Axios mAX. Šie rezultatai ir jų taikymo praktinė nauda bus pateikta konferencijoje.

Rezultatai ir diskusija. Pasinaudojus 32 tų pačių ISE programos bandinių, ištirtų naudojant ir *aqua regia*, ir *visuminių* kiekių analizės metodus, aptikta, kad *aqua regia* (ISO 11466:1995) metodu išgauto As kiekis tesudaro vidutiniškai apie 82 % nuo mėginiuose esančio jo *visuminio* kiekio, Ba – 22 %, B – 40 %,

Be – 51 %, Cd – 94 %, Co – 86 %, Cr – 56 %, Cu – 91 %, Hg – 98 %, Ni – 88 %, Mn – 89 %, Mo – 82 %, Pb – 79 %, Sb – 52 %, Se – 39 %, Sn – 58 %, V – 61 %, U – 35 %, Zn – 90 % (Taraškevičius et al., 2013).

Jų tikslesniam perskaiciavimui apačioje pateikiamos formulės, kuriose greta elemento esantis "RT" indeksas (PPE_{RT}) rodo *visuminį* kiekį, o "AR" indeksas (PPE_{AR}) – *aqua regia* išgauto elemento kiekį, o R^2 – jų koreliacijos koeficiento dydį (formulės surikiuotos R^2 mažėjimo eile):

$$Cd_{RT} = 1,0068 \times Cd_{AR} + 0,0123, R^2 = 0,9999, \quad (1)$$

$$Mn_{RT} = 1,034 \times Mn_{AR} + 32,86, R^2 = 0,9991, \quad (2)$$

$$Cu_{RT} = 1,0175 \times Cu_{AR} + 1,2745, R^2 = 0,998, \quad (3)$$

$$Co_{RT} = 1,1422 \times Co_{AR} + 0,0628, R^2 = 0,9971, \quad (4)$$

$$Mo_{RT} = 1,0277 \times Mo_{AR} + 0,1601, R^2 = 0,9971, \quad (5)$$

$$Zn_{RT} = 1,0472 \times Zn_{AR} + 3,1815, R^2 = 0,9967, \quad (6)$$

$$As_{RT} = 1,1429 \times As_{AR} + 0,3632, R^2 = 0,9960, \quad (7)$$

$$Hg_{RT} = 1,0917 \times Hg_{AR} - 4,6582, R^2 = 0,9942, \quad (8)$$

$$Ni_{RT} = 1,1056 \times Ni_{AR} + 0,1557, R^2 = 0,9942, \quad (9)$$

$$Pb_{RT} = 1,1593 \times Pb_{AR} + 1,9085, R^2 = 0,9866, \quad (10)$$

$$Sn_{RT} = -0,0206 \times (Sn_{AR})^2 + 1,382 \times (Sn_{AR}) + 0,6464, R^2 = 0,9934, \quad (11)$$

$$Be_{RT} = -0,0746 \times (Be_{AR})^2 + 1,5788 \times (Be_{AR}) + 0,1842, R^2 = 0,9899, \quad (12)$$

$$Sb_{RT} = 0,5071 \times (Sb_{AR})^2 + 0,7841 \times (Sb_{AR}) + 0,3399, R^2 = 0,9905, \quad (13)$$

$$V_{RT} = 0,0046 \times (V_{AR})^2 + 1,3785 \times (V_{AR}) + 2,7591, R^2 = 0,9318, \quad (14)$$

$$Ba_{RT} = -0,0015 \times (Ba_{AR})^2 + 1,6155 \times (Ba_{AR}) + 163,43, R^2 = 0,8419, \quad (15)$$

$$B_{RT} = -0,059 \times (B_{AR})^2 + 5,3751 \times (B_{AR}) - 19,815, R^2 = 0,7044. \quad (16)$$

Cr kieklių tarpusavio priklausomybė *aqua regia* metodu išgautiesiems šio elemento kiekiams iki 80 mg/kg naudotina polinomali regresijos formulė:

$$Cr_{RT} = -0,0104 \times (Cr_{AR})^2 + 2,3694 \times (Cr_{AR}) - 1,657, R^2 = 0,8443, \quad (17)$$

o Cr_{AR} reikšmėms viršijus 80 mg/kg – linijinė:

$$Cr_{RT} = 1,1367 \times Cr_{AR} + 26,313, R^2 = 0,7627, \quad (18)$$

Aqua regia išgautam U kiekiui esant iki 1,5 mg/kg taikytina formulė:

$$U_{RT} = -1,2552 \times (U_{AR})^2 + 3,948 \times (U_{AR}) - 0,0377, R^2 = 0,839, \quad (19)$$

o viršijus 1,5 mg/kg:

$$U_{RT} = 1,5089 \times U_{AR} + 0,8059, R^2 = 0,6606 \quad (20)$$

Būtina pažymėti, kad šios priklausomybės taikytinos, kai tiriamos frakcijos dalelės <0,5 mm, nes būtent tokia medžiaga yra siunčiama ISE dalyviams. Geocheminių tyrimų praktikoje įprastai tiriamą medžiagą, kurios dalelės <2 mm (Reimann et al., 2003). Žinant, kad frakcijai smulkėjant tiriamoje medžiagoje proporcingai didėja PPE kiekiai (Suzdalev, 2015), galima daryti prielaidą, kad tyrėjai, naudojantys nuosėdų ar dirvožemių tyrimui *aqua regia* ekstrakcijos metodiką ir analizuodami stambesnes negu 0,5 mm tiriamos medžiagos daleles, turėtų "aptikti" dar mažesnius santykinius PPE kiekius. Tuo labiau, kad ISO 11466:1995 metodikoje nėra nurodoma kurios frakcijos dirvožemis

analizuotinas. Ši ISO 11466:1995 spraga gali skatinti "taupyti" analizės išlaidas bei analizuoti "komercinius" mėginius be jų prasijojimo per 2 mm sietą ir vėlesnio sumalimo.

Tos pačios tyrimų vietos analizės rezultatų skirtumų išryškimumui pasinaudosime Baltrėno ir kt. (2006) bei šios publikacijos autorių, taikiusių standartizuotą visuminių kiekių analizės metodą (LST EN 15309:2007), Cr kiekių analizių rezultatais. Jie gauti tiriant mėginius, paimtus Klaipėdoje, Vitės mokyklos aplinkoje (mėginiai Nr. 20 ir Nr. 22; Baltrėnas ir kt., 2006). Šių autorių duomenimis, Cr kiekiai minėtoje vietovėje neviršija 120 mg/kg. Mes šiose vietose esame aptikę Cr kiekius, viršijančius 1000 mg/kg. Rezultatų absoliutūs kiekiai negali būti tapatinami net panaudojus formulę (18) – pagal ją tikėtinau minėtų autorių aptikti Cr kiekiai neviršytų 163 mg/kg. Rezultatų palyginamumo galimybę taip pat komplikuoja minėtoje publikacijoje nepateiktas detalios PPE ekstrakcijos procedūros aprašas bei informacija, ar grunto ėminiai, gaminant iš jų bandinius, buvo prasijoti per bent kokį sietą, ir ar po to buvo sumalti, kas įprasta nustatant *visuminius* kiekius.

Išvada. Įvairiais cheminės analizės metodais išgauti aplinkotyriinių duomenų absoliučios vertės gali būti palygintos tarpusavyje ne tik įvardijant naudotus analizės prietaisus, bet būtinau pateikiant (aprašant) ir išsamius mėginių ir bandinių paruošimo instrumentinei analizei ardymo ar ekstrakcijos procedūrų aprašus. Juose itin pageidaujami ir (re)kalibracijai panaudotų etaloninių (standartinių) mėginių pavadinimai. Be šios informacijos teikiami duomenys cituotini rezervuoti, nevertinant jų absoliučių kiekių.

Literatūra

- Baltrėnas P., Vaišis V. 2006. Research into soil contamination by heavy metals in the northern part of the Klaipėda city, Lithuania. *Geologija*, 55, 1–8.
- EN 13650:2001. International Standard, Soil improvers and growing media, Extraction of aqua regia soluble elements, 2001.
- HN 60:2004. Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje. Valstybės žinios, 41–1357.
- ISO 11466:1995. International Standard. Soil quality – extraction of trace elements soluble in aqua regia.
- LAND 46A-2002. Grunto kasimo jūrų ir jūrų uosto akvatorijose ir iškastų gruntų tvarkymo taisyklės.
- Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktoriaus 2008 m. birželio 17 d. įsakymas Nr. 1-104 „Dėl ekogeologinių tyrimų reglamento patvirtinimo“.
- Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktoriaus 2010 m. gruodžio 31 d. įsakymas Nr. 1-259 „Dėl savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijų patvirtinimo“.
- LST EN 13656:2003. Atliekų apibūdinimas. Atliekų skaidymas vandenilio fluorida (HF), nitrato rūgšties (HNO₃) ir druskos rūgšties (HCl) mišiniu, veikiant mikrobangomis, cheminiams elementams nustatyti. TK 36 Aplinkos apsauga. Lietuvos standartizacijos departamentas.
- LST EN 15309:2007. Atliekų ir dirvožemio apibūdinimas. Elementinės sudėties nustatymas rentgeno fluorescencijos būdu. TK 36 Aplinkos apsauga. Lietuvos standartizacijos departamentas.

- Reimann C., Siewers U., Tarvainen U. et al. 2003. Agricultural soils in Northern Europe: a geochemical atlas. Geologisches Jahrbuch Sonderhefte. Reihe D. Heft SD5. Hannover.
- Suzdalev S. 2015. Pavojingųjų medžiagų pasiskirstymas ir geocheminės anomalijos labai pakeisto vandens telkinio dugno nuosėdose. Daktaro disertacijos santrauka. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
- Taraškevičius R., Zinkutė R., Stakėnienė R. et al. 2013. Case study of the relationship between aqua regia and real total contents of harmful trace elements in some European soils. Journal of chemistry, Vol. 2013, article ID 678140, 15 p. DOI: 10.1155/2013/678140.
- Tume P., King R., González E. et al. 2014. Trace element concentrations in schoolyard soils from the port city of Talcahuano, Chile. Journal of geochemical exploration, 147, 229-236.

PSICHOFIZINIS ESTETINIS PAJŪRIO KRAŠTOVAIZDŽIŲ RANGAVIMAS: KURŠIŲ NERIJOS ATVEJO TYRIMAS

Arvydas Urbis¹, Ramūnas Povilanskas²

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Klaipėdos universiteto Sveikatos mokslų fakulteto Rekreacijos ir turizmo katedra, Klaipėda
arvydasurbisku@gmail.com

Įvadas. Kraštotvarkoje nuo XX a. vidurio vyrauja dvi skirtingos kraštovaizdžio estetikos vertinimo tyrimų kryptys – „objektyvus“ ir „subjektyvus“ (Jakobsen, 2007; Lothian, 1999; Zube et al., 1982). Iš šių dviejų skirtingų krypčių kilo du skirtingi metodologiniai požiūriai į pajūrio kraštovaizdžių estetinio patrauklumo vertinimą: pirmasis, grindžiamas „objektyvia“ ekspertų atliekama ekspertize (Phillips et al., 2010) ir kitas, besiremiantis „subjektyvia“ pajūrio lankytojų nuomone (Huang, 2013). Psichofizinis estetinis pajūrio kraštovaizdžių rangavimas apjungia šiuos abu požiūrius į integruotą kraštovaizdžio estetinio patrauklumo vertinimo metodiką (de Vries et al., 2012). Pranešime nušviečiame ir kitą ilgalaikę kraštovaizdžio estetikos tyrinėtojų diskusiją apie psichofizines kraštovaizdžio estetikos priežastis: ar tam tikri pajūrio kraštovaizdžiai gražūs dėl žmogaus kaip rūšies bei ankstyvosios visuomenės evoliucijos aplinkos ypatumų („evoliucinė“ kraštovaizdžio grožio kilmės teorija, žr. Kaltenborn et al., 2002), ar dėl istoriškai besiformuojančio bei kintančio modernios visuomenės sąmoningo požiūrio į kraštovaizdį („kultūrinė“ kraštovaizdžio grožio kilmės teorija, žr., de la Fuente de Val et al., 2014).

Metodai. Kraštovaizdžio estetinio vertinimo skirtingus požiūrius mėginome patikrinti praktiškai atlikę lyginamąjį Kuršių nerijos kopų ir miškų kraštovaizdžių patrauklumo vertinimą suporuotų kraštovaizdžio nuotraukų lyginimo metodu. Pagal kombinatorikos formulę ($N[N-1]/2$), buvo sudarytos 990 nuotraukų poros, kuriose buvo sugretinti visi 45 nerijos kopų ir miško kraštovaizdžiai bei jų deriniai. Ankstesniais pilotiniais tyrimais nustatėme, kad Kuršių nerijos lankytojai patikimai ($p < 0,00001$) skiria visus 45 nerijos kopų ir miško kraštovaizdžius bei jų derinius, nors ir ne visų kraštovaizdžių vaizdų sugretinimo atvejais. Todėl iš 990 nuotraukų porų pašalintos 238 poros, kuriose pavaizduotų vaizdų pilotinių tyrimų metu respondentai neatskyrė kaip skirtingų kraštovaizdžių. Tokiu būdu respondentams buvo pateiktos aiškiai skiriamų vaizdų 752 nuotraukų poros. Visi įmanomi kraštovaizdžių porų deriniai buvo pakartoti 15 kartų, taigi, tyrimui panaudota 11280 nuotraukų porų. Kiekviena iš trijų vieną kraštovaizdį reprezentuojančių nuotraukų turėjo vienodas galimybes

atsitiktinai būti sugretinta su bet kuria kita skirtingą kraštovaizdį vaizduojančia nuotrauka.

Visos skirtingus nerijos kraštovaizdžius vaizduojančių nuotraukų poros atsitiktinės atrankos būdu buvo suponuotos nuotraukų albumuose, kiekviename iš tokių albumų buvo sugretinta po 10 nuotraukų porų. Šie albumai buvo pateikti atsitiktinės atrankos būdu atrinktiems 1128 Kuršių nerijos lankytojams, kurie turėjo pakankamai laiko ir sutiko nuspręsti, kokia iš poroje esančių dviejų kraštovaizdžių nuotraukų jiems atrodo gražesnė. Tyrimai buvo atlikti 2015 m. liepos ir rugpjūčio mėnesiais prie Smiltynės Antrosios perkėlos, Juodkrantėje ir Nidoje. Greta nuotraukų patrauklumo vertinimo buvo renkami ir socio-demografiniai duomenys apie respondentus, kurie parodė, kad respondentų imtis yra reprezentatyvi Kuršių nerijos lankytojų iš Lietuvos daugiamečių socio-demografinių charakteristikų atžvilgiu.



1 pav. Baltosios pustomos kopos. Nuotrauka, kurią Kuršių nerijos lankytojai įvertino kaip patraukliausią (santykinis patrauklumo koeficientas $\alpha=1,0$) (Arvydo Urbio nuotrauka).

Rezultatai. Tyrimo rezultatai rodo, kad Lietuvos lankytojams patraukliausi Kuršių nerijos kopų kraštovaizdžiai yra: 1) Baltosios pustomos kopos (1 pav.); 2) Pilkosios (žoline augmenija apaugusios) kopos pirmame plane su Baltosiomis kopomis fone (2 pav.); 3) Baltosios kopos pirmame plane su Pilkosiomis kopomis fone (3 pav.). Kiti kraštovaizdžiai ir jų deriniai yra žymiai mažiau patrauklūs lankytojams.

Rezultatų aptarimas. Kaplan ir Kaplan (1989) kraštovaizdžio informacinėje interpretavimo teorijoje teigia, kad kraštovaizdžio estetinį patrauklumą galima paaiškinti keturiais tarpusavyje susijusiais faktoriais: kompleksiskumu, paslaptینگumu, rišlumu ir skaitomumu. Tveit et al., (2006), apibendrinę XX a. pusės kraštovaizdžio estetikos tyrimus pasaulyje, išplėtė šią koncepciją, teigdami, kad estetiškas kraštovaizdžio vertinimas yra daugialypis. Jį

sudaro keturi lygiai – nuo abstraktaus iki konkretaus: pažintiniai konceptai → aspektai → bruožai (atributai) → indikatoriai. Autoriai išskyrė devynis abstrakčius pažintinius konceptus: 1. Priežiūra. 2. Rišlumas. 3. Tarša. 4. Istoriskumas. 5. Vizualus mastas. 6. Vaizdingumas. 7. Kompleksiškumas. 8. Natūralumas. 9. Efemeriškumas.



2 pav. Pilkosios kopos su fone pavaizduotomis baltosiomis kopomis. Nuotrauka, kurią Kuršių nerijos lankytojai įvertino kaip antrą patraukliausią ($\alpha=0,92$) (Arvydo Urbio nuotrauka).



3 pav. Baltosios pustomos kopos su fone pavaizduotomis pilkosiomis kopomis. Nuotrauka, kurią nerijos lankytojai įvertino kaip trečią patraukliausią ($\alpha=0,91$) (Arvydo Urbio nuotrauka).

Visi šie devyni konceptai, papildantys ir išplečiantys aukščiau minėtus keturis kraštovaizdžio patrauklumo faktorius, akcentuoja kraštovaizdžio kompleksiskumą ir mozaikiškumą kaip esminius veiksnius, kurie lemia, ar lankytojai laiko tam tikrą kraštovaizdį patraukliu. Tokiu atveju, Kuršių nerijoje

patraukliausi turėtų būti tokie kraštovaizdžiai, kuriuose pro retą pušyną matosi pustomos kopos ir pan., t. y. tokie kraštovaizdžiai, kurie yra patrauklūs tiek kultūrinio pažinimo, tiek atavistinio saugumo atžvilgiu. Tuo tarpu mūsų tyrimai parodė, kad Kuršių nerijos lankytojams patraukliausi yra visiškai atviri pustomų Baltųjų kopų bei žole apaugusių Pilkųjų kopų kraštovaizdžiai, kurie neturi jokių tiesioginių socialinių ar ekologinių semantinių sąsajų.

Išvados. Atlikto Kuršių nerijos kraštovaizdžio estetinio patrauklumo tyrimo rezultatai paneigia tiek evoliucinio, tiek ir kultūrinio požiūrio į kraštovaizdžio estetiką svarbiausius teiginius ir atveria naujas perspektyvas psichofiziniam kraštovaizdžio patrauklumo priežasčių interpretavimui.

Literatūra

- Jacobsen J.K.S. 2007. Use of Landscape Perception Methods in Tourism Studies: A Review of Photo-Based Research Approaches. *Tourism Geographies*, 9 (3), 234–253.
- Lothian A. 1999. Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? *Landscape and Urban Planning*, 44, 177–198.
- Zube E.H., Sell J.L., Taylor J.G. 1982. Landscape perception – research, application and theory. *Landscape Planning*, 9, 1–33.
- Phillips M.R., Edwards A.M., Williams A.T. 2010. An incremental scenic assessment of the Glamorgan Heritage Coast, UK. *The Geographical Journal*, 176 (4), 291–303.
- Huang S-C.L. 2013. Visitor responses to the changing character of the visual landscape as an agrarian area becomes a tourist destination: Yilan County, Taiwan. *Journal of Sustainable Tourism*, 21(1), 154–171.
- De Vries S., de Groot M., Boers J. 2012. Eyesores in sight: quantifying the impact of man-made elements on the scenic beauty of Dutch landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 105, 118–127.
- De la Fuente de Val G., Mühlhauser H.S. 2014. Visual quality: An examination of a South American Mediterranean landscape, Andean foothills east of Santiago (Chile). *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 261–271.
- Kaplan R., Kaplan S. 1989. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Tveit M., Ode Å., Fry G. 2006. Key Concepts in a Framework for Analysing Visual Landscape Character. *Landscape Research*, 31 (3), 229–255.

INFORM – EUROPOS VIDAUS VANDENŲ EKOLOGINIO STATUSO STEBĖSENOS IR PROGNOZAVIMO GERINIMAS DERINANT NAUJUS DISTANCINIUS TYRIMŲ IR MODELIAVIMO METODUS

**Diana Vaičiūtė¹, Mariano Bresciani², Claudia Giardino²,
Artūras Razinkovas-Baziukas³**

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda, ²Optinių nuotolinių tyrimų grupė, CNR-IREA, Milanas, Italija, ³Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda
diana.vaiciute@jmtc.ku.lt

Gyventojų populiacijos augimas, industrializacija, intensyvus žemės ūkis ir klimato kaita keičia vandens sistemų funkcionavimą, todėl atsiranda subalansuoto vandens resursų valdymo poreikis. Pastaruoju metu žinios apie vidaus ir priekrantės vandenų būklę tapo labai svarbios, todėl atliekama intensyvi aplinkos būklės stebėseną. Šiuo tikslu Europoje yra įgyvendinama Bendroji Vandens Politikos Direktyva (BVPD, 2000/60/EK), Jūros Pagrindų Strategijos Direktyva (2008/56/EK), Buveinių Direktyva, Geriamojo Vandens Direktyva, Maudyklų Vandens Kokybės Direktyva ir kitos priemonės. Įgyvendinant šias direktyvas buvo kuriami, vertinami ir atrenkami pagrindiniai aplinkos kokybės rodikliai, kuriais vertinama ekosistemos būklė, nustatomi taršos šaltiniai, kurie turėtų būti stebimi subalansuotais metodais.

Kosminiai mokslinių misijų Duomenys (toliau – KD) tampa vertingu duomenų ir informacijos šaltiniu atliekant didelių vandens sistemų stebėseną įvairiems tikslams (Blondeau-Patissier et al., 2014). Netrukus naujausių misijų palydovai (EKA COPERNICUS programos Sentinel, EnMap, Hypersi, PRISMA) operatyviai teiks vertingus mokslinius duomenis bei paslaugas. Paskutiniu laikotarpiu didelis dėmesys buvo skirtas metodų kūrimui, kurių pagalba iš KD galima gauti informaciją apie Optiškai Aktyvius vandens kokybės Parametrus (OAP): chlorofilo a (chl-a), spalvotosios ištirpusios organinės medžiagos (CDOM), bendrosios suspenduotosios medžiagos (SPM) kiekį, vandens skaidrumą, vandens paviršiaus temperatūrą (SST).

Nuo 2014 metų Klaipėdos universitetas kartu su aštuoniais tarptautiniais partneriais iš Belgijos, Italijos, Jungtinės Karalystės, Vokietijos, Olandijos ir Vengrijos įgyvendina Europos Komisijos (7 BP) projektą „Europos vidaus vandenų ekologinio statuso stebėsenos ir prognozavimo gerinimas derinant naujus distancinių tyrimų ir modeliavimo metodus – INFORM“. Šio projekto tikslas – remiantis vartotojų poreikiais sukurti naujus vandens kokybės

stebėsenai naudotinus produktus, grįstus inovatyviais distanciniais ir modeliavimo metodais.

Projekto metu bus atlikti kosminių duomenų kalibravimas/validavimas su *in situ* matavimais ir hyperspektriniais matavimais iš oro, patobulinti arba sukurti lokalūs atmosferos korekcijos, chl-a, CDOM, SPM algoritmai. Taip pat bus kuriami vandens telkinių ekologinių parametrų ir aplinkos būklės rodiklių algoritmai:

1. Fitoplanktono funkcinės grupės;
2. Pirminė produkcijos;
3. Skandinavių medžiagų koncentracijos;
4. Spalvotosios ištirpusios organinės medžiagos kiekio;
5. Vandens stratifikacijos;
6. Šviesos pasiskirstymo vandens stromėje;
7. Makrofitų erdvinio padengimo ir rūšių.

INFORM projekto kuriami algoritmai bus kalibruojami ir testuojami su duomenimis, kurie surinkti įvairaus trofiškumo, ekologinės būklės Europos gėluose vandens telkiniuose (1 pav.).



1 pav. INFORM projekto tyrimų vietas.

Lietuvos Kuršių marių dalis yra viena iš INFORM projekto tyrimų vietų. Čia tyrimų darbai pradėti nuo 2014 metų, kurių metu renkama informacija INFORM projekte numatytų produktų kūrimui. Pagrindinis šio pranešimo tikslas – supažindinti su INFORM projekto veikla, apžvelgti Kuršių mariose atliktus darbus ir gautus preliminarius rezultatus, pristatyti tolimesnius planus.

Padėka. Darbai remiami Europos Komisijos (7 BP) INFORM projekto (sutarties Nr. 606865).

Literatūra

Blondeau-Patissier D., Gower J.F.R., Dekker A.G. et al. 2014. A review of ocean color remote sensing methods and statistical techniques for the detection, mapping and analysis of phytoplankton blooms in coastal and open oceans. *Progress in Oceanography*, 123, 123–144.

KURO AKTYVACIJOS ENERGIJOS NUSTATYMO SVARBA MODELIUOJANT VDV DARBO PROCESĄ

Nadežda Zamiatina, Vygintas Daukšys

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda
nadezda.zamiatina@ku.lt

Ivadas. Vidaus degimo variklių (VDV) projektavime plačiai naudojami matematinio modeliavimo metodai, kurių adekvatumą lemia išsamūs pradiniai duomenys.

Nors užsiliepsnojimo gaišties periodas (*angl.* induction periode) užima trumpą dyzelinio variklio darbo ciklo dalį: keletą milisekundžių (0,4–1,5 ms), tačiau yra reikšminga kuro degimo proceso dalis. Šis periodas turi didelę įtaką degimo dinamikai. Jo trukmė priklauso nuo oro užtaiso cilindre temperatūros, slėgio ir fiziko-cheminių kuro savybių. Žinant fiziko-chemines kuro savybes, t.y. aktyvacijos energiją, garavimą, paviršinį įtempimą ir kt. galima nustatyti kokie veiksniai daro poveikį indukcijos periodo trukmei (Князб, 2014).

Šio straipsnio užduotis yra atlikti aktyvacijos energijos nustatymo apžvalginę analizę, nustatyti aktyvacijos energijos įtaką VDV darbo proceso modeliavimo rezultatams.

Užsiliepsnojimo gaišties periodo fizikinis mechanizmas.

Užsiliepsnojimo gaišties periodas turi didelę įtaką dyzelinio variklio darbui, nes degimo proceso pradžios negalima inicijuoti priverstinai kaip Otto variklyje (Баев и др., 1981). Užsiliepsnojimo gaišties periodas prasideda nuo kuro padavimo momento į variklio cilindrą ir tęsiasi iki užsiliepsnojimo pradžios. Per šį periodą vyksta fiziko-cheminiai kuro paruošimo užsiliepsnojimui procesai. Prieš užsiliepsnojimą vyksta vidinės energijos augimas ir aktyvių centrų susidarymas – cheminis užsiliepsnojimo vėlavimas, skaičiuojamas nuo cheminių reakcijų pradžios momento. Įpurškus kurą vyksta mišinio paruošimo fizikiniai procesai: išpurškimas, garavimas, įšilimas, difuzija – fizikinis užsiliepsnojimo vėlavimas. Nėra griežto fazių pasikeitimo, todėl užsiliepsnojimo gaišties periodas vertinamas kaip vieningas procesas (Кавтарадзе и др., 2005).

Įvairių tyrėjų nuomonės dėl užsiliepsnojimo gaišties periodo fizikinių ir cheminių fazių yra prieštaringos. Lentelėje 1 surašytos matematinės lygtys pagal kurias įvairūs autoriai siūlo skaičiuoti užsiliepsnojimo gaišties periodą (Campbell et al., 2016). Lygtys yra supaprastinto pobūdžio, turi tam tikrą paklaidą, o empirinis koeficientas priklauso nuo gaišties periodo nustatymo eksperimento sąlygų.

Tam kad skaitiniais metodais išspręsti indukcijos periodo užduotį, reikia žinoti lygčių cheminės kinetikos konstantas – aktyvacijos energiją, cheminės

reakcijos laipsnį, cheminės reakcijos greičio konstantas. Tačiau būtina pažymėti, kad dyzeliniam kurui cheminės kinetikos konstantų nustatymas sudėtingas ir turi didelę paklaidą (Сеначин и др., 2009).

1 lentelė

Užsiliepsnojimo gaisties periodo matematinės lygtys

Lygtis	Numeris	Lygtis	Numeris
$\tau_{ign} = AP^a \phi^b C_n^c \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(1)	$\tau_{ign} = AP^a C_n^c X_{O_2}^g \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(7)
$\tau_{ign} = AP^a \phi^b \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(2)	$\tau_{ign} = AP^a \phi^b \exp(nX_{fuel}) \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(8)
$\tau_{ign} = A[\text{fuel}]^f [\text{O}_2]^g [\text{Ar}]^h \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(3)	$\tau_{ign} = AP^a \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(9)
$\tau_{ign} = \left(\frac{P}{R_u T}\right)^a \exp\left(A + \frac{B}{T}\right)$	(4)	$\tau_{ign} = AP^a \phi^b T^m \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(10)
$\tau_{ign} = AT^m [\text{fuel}]^f [\text{O}_2]^g [\text{Ar}]^h \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(5)	$\tau_{ign} = AP^a \phi^b \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(11)
$\tau_{ign} = A[\text{fuel}]^f [\text{O}_2]^g \rho^b \exp\left(\frac{B}{T}\right)$	(6)	$\tau_{ign} = A[\text{fuel}]^f [\text{O}_2]^g \exp\left(\frac{E_A}{R_u T}\right)$	(12)

Lentelėje [skliaustai] – koncentracija; R_u – idealių dujų konstanta; P – slėgis; T – temperatūra; ρ – tankis; ϕ – oro pertekliaus koeficientas; E_A ir B – aktyvacijos energija; A , a , b , ..., n , m – empiriniai koeficientai.

Lentelėje 1 matosi, kad kai kuriose lygtyse vertinamas oro užtaisas, kitose reaguojančių medžiagų (kuro, deguonies) koncentracijos, bet visur gaisties periodas priklauso nuo aktyvacijos energijos.

Aktyvacijos energijos fizikinis mechanizmas. Cheminės reakcijos tikimybė priklauso nuo molekulės būsenos, reakcijoje dalyvauja tik aktyvios molekulės. Aktyvacijos energija (E_A) – tai energija, kurią reikia suteikti molekulei, kad įvyktų cheminė reakcija. Nuo šiuo parametro priklauso cheminės reakcijos jautrumas temperatūrai, nustato kuro molekulių skilimo būdų ir temperatūros priklausomybę, tokiu būdų daro poveikį užsiliepsnojimo gaisties periodui. Reakcijos aktyvacijos energija priklauso nuo reaguojančių medžiagų prigimties ir reakcijos būdo, bet nepriklauso nuo temperatūros, jei jai keičiantis reakcijos mechanizmas nekinta (Маңуйллов и др., 2014). Tų pačių medžiagų cheminės reakcijos gali vykti skirtingai, keičiantis sąlygoms (temperatūrai, slėgiui, katalizatoriui ir t.t.), tokiu atveju cheminės kinetikos konstantos taip pat skirsis (Cocchi, 2015).

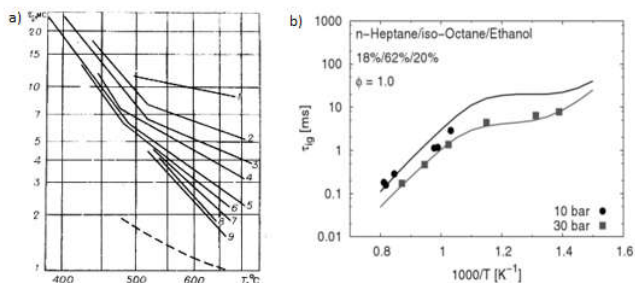
Tos pačios frakcijos angliavandenilių, artimų savo chemine sudėtimi, aktyvacijos energijos reikšmės neturi daug skirtis, nes kuro užsiliepsnojimo ir degimo procesų virsmas vyksta tokiomis pat limituojančiomis reakcijų stadijomis. Tuo tarpu skirtingų tyrėjų nustatytos (išskaičiuojant iš užsiliepsnojimo gaisties periodo) aktyvacijos energijos reikšmės keičiasi nuo 2 iki 50 kcal/mol, be to ne tik naudojant tos pačios frakcijos skirtingą kurą, bet ir nuo eksperimento eigos naudojant tą patį kurą. Be to, remiantis eksperimento

duomenimis, nustatant aktyvacijos energiją, paaiškėjo, kad reakcijos mechanizmas priklauso nuo temperatūros ir slėgio (Баев и др., 1981). Paveiksle 2 parodyta indukcijos periodo priklausomybė nuo temperatūros ir slėgio. Pagal O. M. Todesą aktyvacijos energija gali būti išreikšta lygtimi:

$$E_A = 2,303R \cdot \frac{\lg \tau_1 - \lg \tau_2}{1/T_1 - 1/T_2}, \quad (13)$$

čia T_i , τ_i – reikšmės iš $f(1/T_i) = \lg \tau_i$ grafiko (2 pav.) (Сеначин и др., 2009).

Iš $f(1/T_i) = \lg \tau_i$ priklausomybės grafiko parenkamos T_1 ir T_2 temperatūros ir jas atitinkančius τ_i reikšmės. Grafikas sudaromas pagal eksperimento duomenis, matuojant užsiliepsnojimo gaišties periodą, esant skirtingoms sąlygoms (temperatūros, slėgio) kuro įpurškimo metu (Campbell et al., 2013).



2 pav. a) benzino indukcijos periodo priklausomybė nuo temperatūros ir slėgio, kur 1–9 Δр.; (Баев и др., 1981); b) n-heptano, i-oktano ir etanolio mišinio indukcijos periodo priklausomybė nuo temperatūros esant skirtingam slėgiui (King, 2014).

Paveiksle 2 a) prie tam tikros temperatūros matosi lūžis, kur užsiliepsnojimo gaišties periodas turi dvi priklausomybės formas nuo temperatūros, dėl to skaičiuojant aktyvacijos energiją turėsime dvi reikšmes. Nors prie skirtingų slėgių priklausomybė τ_i nuo temperatūros yra tiesinė, linijos nėra lygiagrečios, tai reiškia, kad pagal Todeso lygtį reakcijos aktyvacijos energija prie skirtingų slėgių turės kitą skaitinę reikšmę. Pagal B. Rotavero eksperimentą aktyvacijos energija prie 1,5 atm ir 10,4 atm skiriasi 11 %. O paveiksle 2 b) priklausomybė turi gana ilgą perėjimo sritį, kur aktyvacijos energija turi neapibrėžtą vertę. Tai rodo, kad aktyvacijos energijos nustatymas yra sudėtingas. Kadangi aktyvacijos energija pagal apibrėžimą yra konstanta, kuri priklauso nuo medžiagos ir reakcijos mechanizmo, galima teigti, kad keičiantis temperatūrai ir slėgiui keičiasi ir cheminės reakcijos eiga. Todėl nustatant E_A pagal Todesą, sąlygos (T ir p) turi būti artimos realaus variklio cilindro darbo sąlygoms (arba skaitinio modelio sąlygoms).

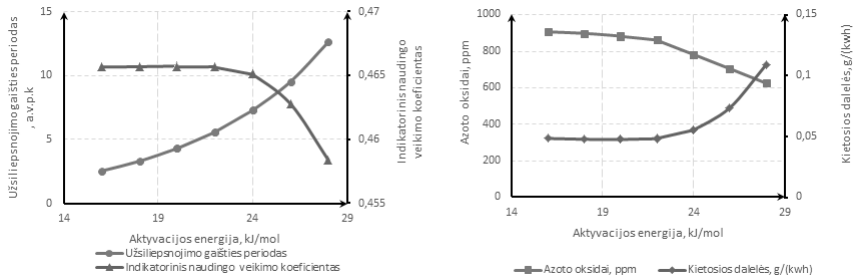
Aktyvacijos energijos įtaka modeliavimo rezultatams. Dėl nekorektiškai parinktos aktyvacijos energijos reikšmės modeliavime gali gautis klaidingas rezultatas. Siekiant įvertinti aktyvacijos energijos įtaką skirtingiems VDV darbo parametrams buvo atliktas VDV darbo proceso modeliavimas, naudojant matematinį modelį Diesel-RK. Šios programos skaičiavimo metodo pagrindą sudaro profesoriaus N. F. Razlejevo matematinis modelis, pasėkoje patobulintas Kulešovo. Užsiliepsnojimo gaišties periodas išskaičiuojamas iš lygties (Кулешов, 2004):

$$\tau_i = B (T_{pr} / P_{pr})^{0,5} \exp [E_a / (R T_{pr})], \text{ kur } B = 0,038 (1 - 0,00016 n), \quad (14)$$

čia T_{pr} , P_{pr} – temperatūra ir slėgis įpurškimo pradžioje.

Modeliavimui buvo parinktas keturtaktis dyzelinis variklis, kuris – dyzelinas, su aktyvacijos energijos dydžio 10 % variacija, nekeičiant kitų kuro parametrų. Rezultatai pateikti paveiksluose.

Dėl įvairių būdų, skaičiuojant aktyvacijos energiją, gali gautis skirtingi rezultatai, o paklaida modeliavime gali siekti iki 30 %.



3 pav. Variklio darbo parametrų priklausomybė nuo aktyvacijos energijos.

Tolimesniuose darbuose numatoma sukurti fiziko-cheminių savybių modelį, leidžiantį tiksliau vertinti kuro parametrų įtaką, nustatant gaišties periodą, atitinkamai variklio darbo procesus ir eksploatacinius rodiklius naudojant skirtingą kurą.

Išvados. Modeliuojant vidaus degimo variklio cilindro darbo procesą, siekiama kuo tiksliau parinkti pradinis duomenis, nuo to priklauso energetinių ir ekologinių rodiklių rezultatas. Remiantis matematinio modeliavimo rezultatais, nustatyta, kad aktyvacijos energijos parinkimo tikslumas variklio darbo proceso modeliavimo metu, ekologinių rodiklių rezultatus priverčia svyruoti iki 30 %. Taip pat aktyvacijos energija įtakoja užsiliepsnojimo gaišties periodui, nuo kurio priklauso energetiniai ir ekologiniai variklio rodikliai. Atlikus analitinę apžvalgą, pastebėta, kad keičiantis eksperimento sąlygoms, kinta reakcijos mechanizmas, o kartu ir aktyvacijos energijos reikšmė. Todėl

labai svarbu atlikti proceso aktyvacijos energijos kompleksinius tyrimus ir sukurti modelį, leidžiantį kuo tiksliau vertinti kuro fiziko-cheminių parametrų įtaką variklio eksploataciniams rodikliams.

Literatūra

- Campbell M.F., Davidson D.F., Hanson R.K. 2016. Scaling relation for high-temperature biodiesel surrogate ignition delay times. *Fuel*, 164, 151–159.
- Campbell M.F., Davidson D.F., Hanson R.K., Westbrook C.K. 2013. Ignition delay times of methyl oleate and methyl linoleate behind reflected shock waves. *Proceedings of the combustion institute*, 34, 419–425.
- Cocchi G. 2015. The relationship between thermal diffusivity, energy of activation and temperature rise in subcritical self heating of fuels in simple geometries. *Fuel*, 158, 816–825.
- King R. 2014. *Active Flow and Combustion Control 2014*. Springer.
- Rotavera B., Diervart P., Togber C. et al. 2011. Oxidation kinetics of n-nonane: Measurements and modeling of ignition delay times and product concentrations. *Proceedings of the Combustion Institute*, (33), 175–183 p.
- Баев В.К., Бажайкин А.И., Болдырев И.В. и др. 1981. Задержка воспламенения бензина при впрыске в модель камеры сгорания двигателя. *Физика горения и взрыва*, № 2., 28–35. Новосибирск.
- Кавтарадзе Р.З., Цайлингер К., Цитцлер Г. 2005. Задержка воспламенения в дизеле при использовании различных топлив. *Теплофизика высоких температур*, 43 № 6 (2005), 947–956.
- Кнауц Л.В. 2014. Влияние предпламенных реакций на продолжительность индукционного периода сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания.
- Кулешов А.С. 2004. Программа расчета и оптимизации двигателей внутреннего сгорания Дизель-РК. Описание математических моделей, решение оптимизационных задач. Москва: МГТУ.
- Мануйлов А.В., Родионов В.И. 2014. *Основы химии*. Центрполиграф.
- Сеначин А.П., Коржавин А.А., Сеначин П.К. 2009. Определение глобальной кинетики дизельного топлива численным решением обратной задачи динамики самовоспламенения в дизеле. *Ползуновский вестник*, № 4, 155–165.

KLAIPĖDOS UOSTO ZONOJE VYKDOMOS VEIKLOS SUKELIAMOS ORO TARŠOS VERTINIMAS

Goda Zobėlaitė-Noreikienė

Klaipėdos universiteto Jūros tyrimų atviros prieigos centras, Klaipėda, Kauno technologijos universiteto aplinkos inžinerijos institutas, Kaunas
goda.zobelaite@gmail.com

Įvadas. Klaipėdos uostas įsikūręs Klaipėdos sąsiauryje, kuris yra žinomas kaip viena labiausiai teršiamų ir nuolatinę antropogeninę apkrovą patiriančių Kuršių marių dalių (Lapinskienė ir kt., 2002; Žaromskis, 1996).

Uoste, užimančiame 12 km ilgio akvatoriją nuo Kiaulės nugaros salos pietuose iki jūros vartų siaurėje, vykdoma intensyvi ūkinė veikla (EPTD 2000/60/EB). Didėjant Klaipėdos uosto veiklos apimtims ir intensyvėjant jų poveikiui įvairiems aplinkos komponentams iškilo būtinybė identifikuoti Klaipėdos uosto zonoje veikiančias įmones, nustatyti jų veiklos pobūdį, išanalizuoti išmetamų oro teršalų kiekius ir tipus bei įvertinti į orą išmetamų teršalų įtaką aplinkos būklei.

Tyrimų medžiaga ir metodai. Pagal Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių TIPK leidimų, inventorizacijos ataskaitų duomenis identifikuota kiek oro taršos šaltinių veikia Klaipėdos uoste, kokie teršalai išmetami, kokios įmonės į aplinkos orą išmeta daugiausiai teršalų ir pagal išanalizuotus duomenis atliktas oro teršalų sklaidos modeliavimas.

Aplinkos teršalų sklaidos modeliavimas buvo atliekamas anglies monoksidui, azoto oksidams, LOJ ir kietosioms dalelėms, kurie išsiskiria Klaipėdos uosto zonoje veikiančioms įmonėms vykdant savo veiklą. Teršalų sklaidos modeliavimas atliktas kompiuterinių programų paketu „AERMOD View“, AERMOD matematinio modeliu, skirtu pramoninių šaltinių kompleksų išmetamų teršalų sklaidai aplinkoje modeliuoti.

Rezultatai. Pagal Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių pateikiamus duomenis identifikavome, kad Klaipėdos uoste veikia 761 stacionarus oro taršos šaltiniai, kurie į aplinkos orą išmetą 1328,11 t skirtingų teršalų per metus. Iš 50 į aplinkos orą išmetamų skirtingų rūšių teršalų daugiausiai išmetama:

- anglies monoksido – 36,5 %,
- azoto oksidų – 29,7 %,
- lakių organinių junginių (LOJ) – 11,6 %,
- kietųjų dalelių – 6,2 %,
- geležies ir jos junginių – 3,6 %.

Pagal išmetamų oro teršalų kiekius, didžiausią dalį teršalų išmeta: suskystintų gamtinių dujų terminalas – 40,52 %, AB "Klaipėdos kartonas" – 22,86 %, AB "Klaipėdos nafta" – 14,82 % visų uosto įmonių išmetamų teršalų.

Visų Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių sąrašas ir į orą išmetamų teršalų kiekis t/m ir procentais pateikiamas 1 lentelėje.

1 lentelė

Iš Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių į orą patenkančių teršalų kiekis

Įmonė	Bendras teršalų kiekis t/m	Teršalų kiekis, %	Stacionarių oro taršos šaltinių skaičius įmonėje
Suskystintų gamtinių dujų terminalas	538,16	40,52	11
AB "Klaipėdos kartonas"	303,60	22,86	40
AB "Klaipėdos nafta"	196,87	14,82	54
UAB "Vakarų Metalgama"	71,61	5,39	59
UAB "Vakarų Baltijos laivų statykla"	47,18	3,55	100
UAB KJKK "BEGA"	25,32	1,91	47
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Sausakrūvis uostas	23,41	1,76	51
UAB „Krovinių terminalas“	22,42	1,69	28
UAB "Vakarų konstrukcijos"	18,95	1,43	131
UAB "Vakarų laivų remontas"	17,34	1,31	25
UAB "Klaipėdos keleivių ir krovinių terminalas"	16,04	1,21	23
UAB "Vakarų krova"	13,59	1,02	79
UAB "Birių krovinių terminalas"	11,00	0,83	14
UAB "KUUSAKOSKI"	6,00	0,45	12
LKAB "Klaipėdos Smeltė"	4,58	0,34	34
AB "Klaipėdos jūrų krovinių kompanija" Jūrų perkėlos terminalas	5,93	0,45	7
UAB "Kaminera"	1,92	0,14	9
UAB "Klaipėdos konteinerių terminalas"	1,24	0,09	9
UAB "Mabre LPC"	1,01	0,08	6
UAB "Vakarų Buitis"	0,83	0,06	11
UAB "Klaipėdos Magma"	0,59	0,04	3
UAB "Granmax"	0,51	0,04	1
Viso:	1328,11	100	761

Išmetamų į aplinkos orą medžiagų ribinės vertės, nustatytos „Teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašas ir ribinės aplinkos oro užterštumo vertės“ (patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir sveikatos apsaugos ministro 2007-06-11 įsakymu Nr. D1-239/V-469), pateikiamos 2 lentelėje kartu su sklaidos modeliavimo metu nustatytais didžiausiomis koncentracijomis.

2 lentelė

Teršalų sklaidos skaičiavimo rezultatai

Teršalas	Ribinė vertė		Apskaičiuota didžiausia koncentracija	
	vidurkis	µg/m ³	µg/m ³	RV dalimis
Kietos dalelės KD ₁₀	Paros	50	20	0,4
	Metų	40	25	0,6
Kietos dalelės KD _{2,5}	Metų	25	10	0,4
LOJ	Pusės val.	5000	785	0,16
Anglies monoksidas	8 val.	10000	102	0,01
Azoto oksidai	Valanda	200	169	0,85
	Metų	40	9	0,2

Rezultatų aptarimas. Klaipėdos uoste veikiančios įmonės į aplinkos orą daugiausiai išmeta anglies monoksido, azoto oksidų, lakiųjų organinių junginių ir kietųjų dalelių. Daugiausiai anglies monoksido išmeta suskystintų gamtinių dujų terminalas, kietųjų dalelių – UAB KJKK "BEGA", LOJ – AB "Klaipėdos nafta". Daugiausiai azoto oksidų išmeta Suskystintų gamtinių dujų terminalas.

Pagal gautus oro sklaidos modeliavimo rezultatus matyti, kad Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių veiklos metu neviršijama ribinių verčių, todėl neigiamo poveikio aplinkai nenustatyta, tačiau azoto oksidų valandos koncentracija priartėja prie ribinės vertės. Įvertinus, kad Klaipėdos uoste vyksta laivyba ir veikia mobilus transportas, tikėtina, jog nepalankiomis sąlygomis galimi azoto oksidų ribinės vertės viršijimai.

Išvados

1. Klaipėdos uosto zonoje veikiančios įmonės daugiausiai į aplinkos orą išmeta anglies monoksido (apie 485 t/m), azoto oksidų (apie 395 t/m), LOJ (apie 155 t/m) ir kietųjų dalelių (apie 82 t/m). Šie teršalai sudaro 84 % nuo visų į aplinkos orą išmetamų teršalų iš stacionarių taršos šaltinių veikiančių Klaipėdos uoste.

2. Daugiausiai teršalų į aplinkos orą išmeta Suskystintų gamtinių dujų terminalas (apie 583 t/m), AB „Klaipėdos kartonas“ (apie 303 t/m), AB „Klaipėdos nafta“ (apie 197 t/m). Šių įmonių tarša sudaro apie 78 % nuo visos Klaipėdos uosto zonoje veikiančių įmonių taršos.

3. Sumodeliuotos pagrindinių teršalų – anglies monoksido, azoto oksidų, LOJ ir kietųjų dalelių koncentracijos. Maksimalios oro teršalų koncentracijos ore neviršija ribinių verčių, tačiau azoto oksidų valandos koncentracija labai artima ribinei vertei, todėl uoste esant didesnei apkrovai iš mobilių taršos šaltinių galimi ribinių verčių viršijimai.

Literatūra

EPTD – Europos parlamento ir tarybos direktyva 2000/60/EB, nustatanti bendrijos veiksmų vandens srityje pagrindus.

Lapinskienė A., Pustelnikovas O., Želvytė D. 2002. Subalansuota Klaipėdos uosto plėtra. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.

Žaromskis R. 1996. Okeanai, jūros estuarijos. Vilnius.

VĖJO ELEKTRINIŲ VYSTYMAS JŪROJE, JŲ POVEIKIS JŪRINEI FAUNAI BEI TYRIMŲ PERSPEKTYVOS

Ramūnas Žydelis

DHI, Hørsholm, Danija

rzy@dhigroup.com

Įvadas. Didėjant žaliosios energijos poreikiui jau prieš porą dešimtmečių dėmesys buvo nukreiptas į jūrą, kur atviros erdvės ir aplinkos sąlygos sudaro galimybę vystyti stambaus masto vėjo jėgainių parkus. Vėjo jėgainių statyba jūroje yra didelių investicijų reikalaujantys projektai nuo pat pradinių vystymo stadijų. Todėl poveikio aplinkai vertinimas yra ypatingos svarbos tiek aplinkosauginiu, tiek ekonominiu požiūriu.

Pastaraisiais metais vėjo elektrinės jūroje buvo intensyviausiai vystomos Danijoje, Jungtinėje Karalystėje, Olandijoje ir Vokietijoje. Būtent šiose šalyse suformuluoti poveikio aplinkai vertinimo principai ir standartai, skirti vertinti vėjo jėgainių vystymą jūroje. Taip pat šiose šalyse pastarąjį dešimtmetį vykdyti tyrimai sudaro žinių pagrindą apie vėjo elektrinių poveikį jūrinei aplinkai.

Šios publikacijos tikslas yra trumpai apžvelgti vėjo jėgainių poveikį jūrinei faunai paminint pagrindines žinių spragas ir tyrimų perspektyvas.

Metodai. Ši trumpa apžvalga paremta autoriaus patirtimi vykdant vėjo jėgainių poveikio aplinkai vertinimus ir susijusius strateginius tyrimus, taip pat remiantis kitų tyrėjų publikuotais rezultatais.

Rezultatai ir jų aptarimas. Vėjo jėgainių poveikis tradiciškai vertinamas atskirai skirtingiems jūros ekosistemos elementams susiejant juos pagal trofinius ar funkcinius ekosistemos ryšius. Dažniausiai išskiriami keturi biologinės aplinkos elementai: dugno bendrijos, žuvis, žinduoliai ir paukščiai. Be biotinių elementų, paprastai yra vykdomi ir detalūs abiotinės aplinkos tyrimai bei modeliavimas, siekiant numatyti kaip vėjo jėgainės paveiks hidrodinaminį režimą, dugno nuosėdas ir jų pernešimą.

Poveikis aplinkai vertinamas atskirai skirtingiems vėjo jėgainių veiklos etapams: statybos metu, eksploatacijos laikotarpiu ir uždarymo metu. Europos Sąjungos buveinių ir paukščių direktyvų nuostatai, Natura 2000 saugomų teritorijų tinklas kartu su nacionaliniais aplinkosaugos prioritetais sudaro teisinį poveikio aplinkai vertinimo pagrindą.

Vėjo jėgainių poveikis dugno bendrijoms dauguma atvejų yra nesunkiai numatomas ir prognozuojamas. Statybų metu dalis dugno bendrijų neišvengiamai patiria mechaninį poveikį ir būna sunaikinamos pamatų statybos ir kabelių tiesimo metu. Paprastai mechaniškai paveikto dugno plotas sudaro tik nedidelę jėgainių parko ploto dalį, neviršijančią 1–3 %. Papildomas laikinas

poveikis statybų metu gali kilti dėl padidėjusio vandens drumstumo, kas priklauso nuo dugno nuosėdų struktūros ir srovių režimo.

Statyboms pasibaigus, dugno bendrijos nebeatiria tiesioginio poveikio ir palapsniui atsistato arba formuojasi nauja bendrijų struktūra, kas ypač būdinga kai vėjo jėgainės statomos smėlėto dugno zonose. Povandeniniai vėjo turbinų pamatai suformuoja didelio ploto rifines struktūras, kurios neilgai trukus apauga epifauna ir epiflora (Gutow et al., 2014).

Biologiškai turtingi rifai dažnai vertinami kaip teigiamas ekosistemos elementas. Tačiau ne visuomet – neigiamai gali būti vertinamos vėjo jėgainės pastatytos ant smėlėto dugno kai naujai suformuoti dirbtiniai rifai bei ant jų įsikūrusios bendrijos reprezentuoja reikšmingą vietinės natūralios ekosistemos pokytį. Taip pat yra nuomonių, kad naujos rifinės struktūros gali sukurti sąlygas arba pagreitinti invazinių rūšių plitimą.

Žuvis vėjo jėgainių statybos metu dažniausiai patiria neigiamą poveikį. Vykdomi darbai keičia natūralias buveines; povandeninis triukšmas, ypač jei naudojamas monolitinių polių kalimas, trikdo žuvis dideliu atstumu ir gali būti letalus arti esantiems individams. Eksploatacijos periodu povandeninė ekosistema stabilizuojasi, kieto dugno bendrijos, įsikūrusios ant vėjo turbinų pamatų, pritraukia tokiose buveinėse gyvenančias žuvis. Elektromagnetiniai laukai susidare apie povandeninius elektros kabelius taip pat veikia žuvis trumpu atstumu: vienos rūšys patiria neigiamą poveikį, kitos – teigiamą, tačiau žinios apie elektromagnetinių laukų įtaką ichtiofaunai kol kas yra ribotos (Leonhard et al., 2013).

Verslinė žvejyba vėjo jėgainių parkuose paprastai yra ribojama, kas tikėtina gali sukurti nuo žvejybos apsaugotus „jūros rezervatus“ ir turėti teigiamą įtaką žuvų gausumui. Šis efektas kol kas yra aptariamas tik hipotetiniame lygmenyje, nes egzistuojantys vėjų jėgainių parkai yra pastatyti visai neseniai ir ilgalaikis jų poveikis dar nėra ištirtas.

Vertinant vėjo jėgainių poveikį jūros žinduoliams, gyvenantiems prie Europos krantų, didžiausias dėmesys yra skiriamas jūrų kiaulėms (*Phocoena phocoena*) ir ruoniams. Akustinė sensorika yra ypač svarbi banginiams ir jiems giminingai jūros kiaulei. Šie jūros žinduoliai yra ypatingai jautrūs povandeniniam triukšmui vėjo jėgainių statybų metu (Brandt et al., 2011). Panašus, bet kiek mažesnis povandeninio triukšmo poveikis nustatytas ir ruoniams. Siekiant apsaugoti šias jūros žinduolių grupes, vėjo jėgainių statybos metu dažnai naudojamos povandeninį triukšmą slopinančios priemonės.

Eksploatacijos periodu ruoniai nepatiria neigiamo poveikio, greičiau atvirkščiai – telemetriniai tyrimai parodė, kad kai kurie individai reguliariai lankosi vėjo jėgainių parkuose ir naudoja juos kaip mitybinę bazę (Russel et al., 2014). Dėl poveikio jūrų kiaulėms vėjo jėgainių eksploatacijos metu nesutariama: vienur nenustatoma neigiamo poveikio (Dähne et al., 2014), o kiti

autoriai mano, kad šie gyvūnai vengia jėginių parkų (Teilmann & Carstensen, 2012).

Šikšnosparniai yra atskira žinduolių grupė, kuri gali patirti neigiamą jūroje pastatytų vėjo jėginių poveikį. Žinios apie šių gyvūnų biologiją deja yra labai skurdžios, todėl poveikio vertinimas dažniausiai apsiriboja šikšnosparnių monitoringu naudojant akustinius detektorius. Kai kurios šikšnosparnių rūšys yra tolimieji migrantai, galimai skrendantys virš jūros migracijų metu, todėl potencialiai galintys susidurti su vėjo jėginių rotoriais ar patirti barotraumas. Sausumoje šikšnosparniai neretai maitinasi prie vėjo turbinų, tačiau nėra žinoma ar vėjo jėginių parkas jūroje galėtų būti naudojamas kaip šikšnosparnių mitybinė bazė.

Jūros ir sausumos paukščiai yra vienas svarbiausių vėjo jėginių jūroje poveikio aplinkai vertinimo elementų, nes, kaip žinia, aplinkosauga ir jos teisinis reglamentavimas didele dalimi remiasi paukščių apsauga. Vertinant poveikį paukščiams išskiriamos dvi pagrindinės tyrimų kryptys: poveikis migrantams ir poveikis vietiniams jūroje gyvenantiems paukščiams.

Didžioji dalis mūsų platumos paukščių rūšių migruoja neretai skridamos virš jūros ir dieną ir naktį. Yra žinoma, kad paukščiai kartais neišvengia mirtinų susidūrimų su kliūtimis pasitaikančiomis jų migracijos kelyje. Netruksta įrodymų apie migruojančių paukščių susidūrimus su vėjo jėgainėmis sausumoje, aukštais pastatais, elektros stulpais ir laidais. Todėl neabejojama, kad tokie susidūrimai vyksta ir su vėjo turbinomis jūroje, ypač jei jos stovi migraciniame kelyje. Vertinant galimą susidūrimų grėsmę vykdomi tyrimai siekiant nustatyti praskrendančių migrantų srautą, jų rūšinę sudėtį, migracijų periodus, skridimo laiką, skridimo aukštį ir meteorologinių faktorių įtaką šiems parametrams. Eksploatacijos periodu tiriama migruojančių rūšių reakcija į vėjo jėginių parkus. Jau žinoma, kad nemažai rūšių vengia vėjo jėginių parkų ir apskrenda juos aplinkui, tačiau yra rūšių kurios nekreipia į vėjo turbinas dėmesio ar net skrenda link jų. Beveik visi paminėti paukščių biologijos aspektai buvo mažai žinomi ir netyrinėti iki pastarojo laikotarpio, todėl vertinant susidūrimų su vėjo turbinomis grėsmę dažnai susiduriama su bazinių žinių trūkumu. Dėl to neretai poveikis vertinamas ir sprendimai daromi taikant atsargumo principą.

Vėjo jėgainės taip pat vertinamos kaip galima kliūtis paukščių migracijos kelyje, kurią aplenkiant padidėja skrydžio atstumas, o tuo pačiu ir energetinės skrydžio sąnaudos. Apskrendant vieną parką migracijos atstumo ir energetinių sąnaudų padidėjimas paprastai nėra didelis, atsižvelgiant į bendrą migracinį kelią, besitęsiantį šimtus ar net tūkstančius kilometrų. Tačiau jei dabartiniai vėjo jėginių statybų jūroje planai bus realizuoti, bendras barjero efektas kai kurioms rūšims turės reikšmingą neigiamą poveikį (Masden et al., 2010).

Vėjo jėginių poveikis jūros aplinkoje gyvenantiems paukščiams gali būti įvairialypis: pakinta natūralios buveinės ir galimai sukuriamos naujos, vizualinis

trikdymo efektas išstumia paukščius iš jėginių parkų ir aplinkinių akvatorijų, tai pat įtakoja vietinius perskridimus, sukeldamas barjero efektą, galų gale atsiranda pastovus susidūrimo su vėjo turbinomis rizikos faktorius. Ši poveikių visuma yra specifinė kiekvienai rūšiai, kurių, priklausomai nuo vietos, gali būti sutinkama nuo keleto iki kelių dešimčių. Kai kurios jūros paukščių rūšys vėjo jėginių nevensia arba jų gausumas netgi padidėja, pavyzdžiui tam tikros kirų rūšys, kormoranai. Bet kadangi kirai nebijo vėjo turbinų ir dažnai skraido gana aukštai, rotorius lygyje, jiems iškyla didelė susidūrimų rizika. Kitos rūšys, pavyzdžiui jūrinės antys, narai, alkiniai paukščiai, yra labai jautrūs vizualiniam trikdimui, todėl potencialiai praranda mitybines buveines jei jose pastatomos vėjo jėgainės. Šios rūšys vengia vėjo jėginių ir paprastai skraido žemai, palei vandens paviršių, todėl jų susidūrimo su vėjo turbinomis rizika yra gana žema.

Galų gale, apskaičiavus gausumą paukščių kurie praranda gyvenamąsias buveines ar žūva susidūrę su vėjo turbinomis, reikia įvertinti kokį poveikį tai turės biogeografinėms populiacijoms, o taip pat Natura 2000 saugomų teritorijų tikslų įgyvendinimui. Pastarieji klausimai yra ypač sudėtingi, nes iki pastarojo laikotarpio panašūs tikslai tik retkarčiais būdavo keliami akademinuose tyrimuose.

Visumoje, jūros ekosistemų tyrimai labai suintensyvėjo vėjo jėginių vystymo jūros aplinkoje dėka, o tuo pačiu aiškiai parodė egzistuojančias žinių spragas. Be poveikio aplinkai vertinimo studijų, trūkstamos informacijos poreikis davė pradžią visai eilei strateginių tyrimų analizuojant jūrinę aplinką. Tai apima kompleksinius hidrodinaminis ir nuosėdų pernašų modelius, detalų dugno biotopų kartografavimą ir laboratorines studijas, jūros žinduolių ir paukščių telemetriją, populiacijų dinamikos ir gyvybiškumo analizę.

Išvados. Vėjo elektrinių vystymas jūroje reikalauja detalių žinių apie įvairius jūros ekosistemos elementus. Pastaraisiais metais vykdyti tyrimai atskleidė, kad vėjo jėgainės jūroje turi daugialypį poveikį jūrinei faunai, kurio reikšmingumas labai priklauso nuo parinktos vėjo jėginių parko statybos vietos. Detalios informacijos poreikis tuo pačiu atskleidė aktualias žinių spragas, kurias siekiant užpildyti pastaraisiais metais vykdomi intensyvūs strateginiai tyrimai. Vykstant tolesnei vėjo jėginių tinklo plėtrai jūroje ir norint užtikrinti tvarią žaliosios energetikos plėtrą ir jos suderinamumą su aplinka, didės kompleksinių žinių poreikis apie jūros ekosistemą.

Literatūra

- Brandt M.J., Diederichs A., Betke K. et al. 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421, 205–216 p.
- Dähne M., Peschko V., Gilles A. et al. 2014. Marine mammals and windfarms: effects of *alpha ventus* on harbour porpoises. *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 133–149.

- Gutow L., Teschke K., Schmidt A. et al. 2014. Rapid increase of benthic structural and functional diversity at the alpha ventus offshore test site. *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 67–82.
- Leonhard S.B, Stenberg C., Støttrup J. et al. 2013. Fish: benefits from offshore wind farm development. *Danish offshore wind, key environmental issues – a follow up*. Danish Energy Agency, 31–45.
- Masden E.A., Haydon D.T., Fox A.D. et al. 2010. Barriers to movement: Modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1085–1091.
- Russel D.J.F., Brauseur S.M.J.M., Thompson D. et al. 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology*, 24 (14), R638.
- Teilmann J., Carstensen J. 2012. Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic – evidence of slow recovery. *Environmental Research Letters*, 7, 10 pp.

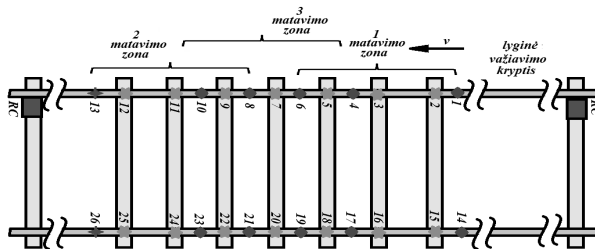
DVIEJŲ, DĖL RATO SU PAŽAIDA IR BĖGIO SAŲVEIKOS, MAKSIMALIŲ JĖGŲ NUSTATYMO METODŲ LYGINAMOJI ANALIZĖ

Rasa Žygienė¹, Marijonas Bogdevičius^{2,3}, Paulius Bogdevičius²

¹Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto institutas, Vilnius,
²Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto technologinių įrenginių katedra, Vilnius, ³Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Jūros mokslų ir technologijų centras, Klaipėda
rasazz@gmail.com

Įvadas. Straipsnyje vertikaliųjų kontaktinių apkrovų nustatymo metodu (KAM) gauti rezultatai (Bogdevičius ir kt., 2016a; 2016b) palyginti su sistemos ATLAS-LG realiais bandymų rezultatais. Šis palyginimas reikalingas, kad nustatytų sukurto supaprastintos KAM metodo tikslumą.

Sistemos ATLAS-LG jutiklių išdėstymo ant bėgių schema pateikta 1 paveiksle. Sistema ATLAS-LG atlieka bėgio pado ant pabėgio (pažymėti žvaigžde – R jutikliai) ir bėgio kaktliuko (deformuojamos zonos viduryje tarp dviejų pabėgių (pažymėti rombais – T jutikliai)), deformavimosi matavimus. RC pažymėti riedmenų jutikliai, skaičiais nuo 1 iki 26 pažymėti matavimo kanalo numeriai. Aširačiui įvažiuavus į matuojamą zoną, bėgiuose išmatuota visų jėgų suma atspindi bendrą jėgą, perduotą bėgiui nuo rato, matuojama vienu metu visuose apkrovos taškuose.

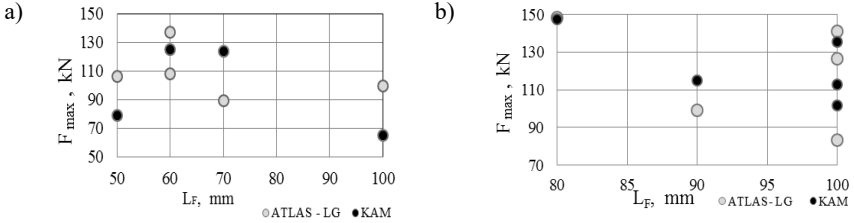


1 pav. ATLAS-LG jutiklių išdėstymo schema.

KAM metodo palyginimas su sistema ATLAS-LG. Gautos dviem metodais maksimalių jėgų reikšmės sulyginamos tam, kad būtų patikrintas metodikų patikimumas. Pagal gautus realius sistemos ATLAS-LG ir pagal KAM metodą suskaičiuotus duomenis sudaromos sistemos ATLAS-LG ir KAM metodu gautų jėgų reikšmių (kN) dvi statistinės eilutės: $F_{Ai} = 31,81; 73,43; 54,69; 227,01; 58,15; 98,88; 101,39; 62,89; 51,22; 106,09; 136,93; 107,90;$

89,21; 99,77; 99,33; 83,43; 141,16; 148,17; 126,64 ir $F_{KAMi} = 79,73; 78,16; 60,43; 197,27; 58,28; 63,44; 104,59; 72,47; 44,83; 79,11; 150,30; 125,25; 123,98; 65,11; 115,13; 112,87; 135,45; 147,43; 101,59$.

Esant 40 ir 50 km/val. eksperimentiniams riedėjimo greičiams sistemos ATLAS-LG ir KAM metodu gautos maksimalios jėgos reikmės pateiktos 2 paveiksle.



2 pav. KAM ir sistemos ATLAS-LG rezultatų palyginimas, kai greitis: a) 40 km/h, b) 50 km/h.

Nustatomi imties tūriai: pagal ATLAS-LG posistemio duomenis $n_{FA} = 19$, o pagal KAM $n_{FKAM} = 19$. Apskaičiuojamos padėties charakteristikos:

$\bar{F} = 1/n \sum_{i=1}^n F_i$, $\bar{F}_A = 99,9$ kN, $\bar{F}_{KAM} = 116,60$ kN. Skirtumas tarp vidutinių jėgų reikšmių: $\bar{F}_{KAM} - \bar{F}_A = 16,70$ kN.

Sudaromos variacinės eilutės, jėgų reikšmės surikiuojamos didėjimo tvarka, apskaičiuojami: mediana, moda, kvartilai. Apskaičiuojamos imties madianos: $m_d = L_{F((n+1)/2)}$, kai n nelyginis. Kadangi $n_{Fi} = 19$ – lyginis skaičius, tai imties medianos m_d : $m_{dFA} = F_{A((n+1)/2)} = 99,33$ kN, $m_{dFKAM} = F_{KAM((n+1)/2)} = 104,59$ kN. Pagal gautas jėgų reikšmes nustatomi kvartilai: $q_{1FA} = 68,16$ kN, $q_{2FA} = 99,33$ kN, $q_{3FA} = 117,27$ kN, $q_{1FKAM} = 68,79$ kN, $q_{2FKAM} = m_{oLF} = 104,59$ kN, $q_{3FKAM} = 197,27$ kN.

Nustatomos variacinės eilutės maksimalios ir minimalios reikšmės: $F_{Amax} = 227,01$ kN, $F_{KAMmax} = 197,27$ kN, $F_{Amin} = 31,81$ kN, $F_{KAMmin} = 44,83$ kN.

Randamas skirtumas tarp ATLAS-LG ir KAM maksimalių ir minimalių reikšmių: $F_{Amax} > F_{KAMmax}$, $F_{Amin} < F_{KAMmin}$.

Nustatytos ATLAS-LG ir KAM maksimalių jėgų sklaidos charakteristikos, apskaičiuoti imties asimetrijos ir eksceso koeficientai, rasti trečia ir ketvirtas centriniai momentai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

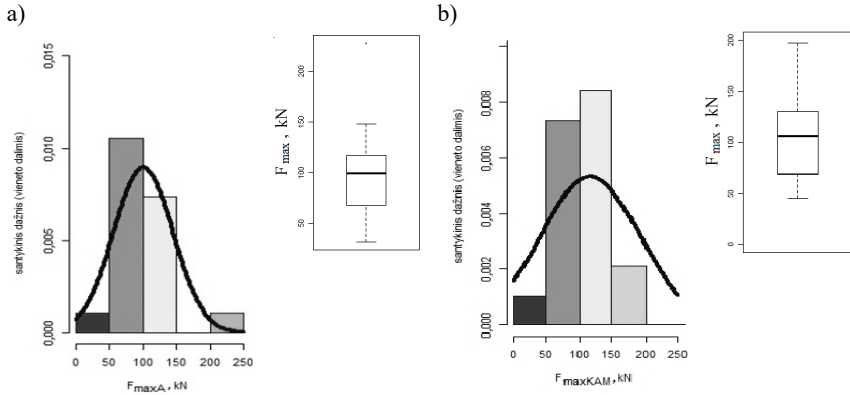
ATLAS-LG ir KAM maksimalių jėgų sklaidos charakteristikos, trečiasis ir ketvirtasis centriniai momentai, imties asimetrijos ir eksceso koeficientai

Sklaidos charakteristikos		ATLAS-LG	KAM
duomenų aibės plotis	$w_F = F_{\max} - F_{\min}$	$w_{F_A} = 195,20 \text{ kN}$	$w_{F_{KAM}} = 152,44 \text{ kN}$
kvartilų skirtumas	$iqr_F = q_{3F} - q_{1F}$	$iqr_{F_A} = 49,11 \text{ kN}$	$iqr_{F_{KAM}} = 55,82 \text{ kN}$
imties dispersija	$s_{\bar{F}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2$	$s_{F_A}^2 = 1979,47 \text{ kN}^2$	$s_{F_{KAM}}^2 = 5595,36 \text{ kN}^2$
imties standartinis nuokrypis	$s_{oF} = \sqrt{s_{\bar{F}}^2}$	$s_{oF_A} = 44,49 \text{ kN}$	$s_{oF_{KAM}} = 74,80 \text{ kN}$
variacijos koeficientas	$cv_F = s_{oF} / \bar{F}$	$cv_{F_A} = 44,53\%$	$cv_{F_{KAM}} = 64,15\%$
trečiasis centrinis momentas	$m_{3F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^3$	$m_{3F_A} = 86101 \text{ kN}^3$	$m_{3F_{KAM}} = 38081 \text{ kN}^3$
ketvirtasis centrinis momentas	$m_{4F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^4$	$m_{4F_A} = 16239546 \text{ kN}^4$	$m_{4F_{KAM}} = 258395465 \text{ kN}^4$
imties asimetrijos koeficientas	$g_{1F} = m_{3F} / s_{oF}^3$	$g_{1F_A} = 0,98$	$g_{1F_{KAM}} = 2,21$
eksceso koeficientas	$g_{2F} = m_{4F} / s_{oF}^4$	$g_{2F_A} = 4,14$	$g_{2F_{KAM}} = 8,25$

Santykinių dažnių (vieneto dalimis) pasiskirstymas pagal maksimalios jėgos reikšmes ir maksimalių jėgų stačiakampės diagramos pagal gautus rezultatus pateikti 3 paveiksle. Iškelta hipotezė: ar jėgų reikšmės, gautos skirtingais metodais skiriasi? Skirtingais metodais gautų jėgų reikšmės tikrinamos pagal Stjudento kriterijų (Sivilevičius, 2000):

$$T = \frac{\bar{F}_{KAM} - \bar{F}_A}{\sqrt{(n_{KAM} - n_A) s_{oFKAM}^2 + (n_{KAM} - 1) s_{oFA}^2}} \sqrt{\frac{n_{KAM} n_A (n_{KAM} + n_A - 2)}{n_{KAM} + n_A}}. \quad (1)$$

Nustatyta, kad pagal 0,05 reikšmingumo lygį, grupių statistika $T = -0,067$ yra mažesnė už kritinį tašką $t_{t \text{ krit}} = (0,05/1) = 6,313$.



3 pav. Maksimalių jėgų santykiniai dažniai ir stačiakampės diagramos pagal: a) ATLAS-LG sistemos gautus rezultatus, b) KAM gautus rezultatus

Tikrinimas pagal Bartleto kriterijų (Sivilevičius, 2000):

$$B = \frac{2,303 \left(b \cdot \lg s_{vid}^2 - \sum_{i=1}^l b_i \cdot \lg s_{0i}^2 \right)}{1 + \frac{1}{3(l-1)} \left[\sum_{i=1}^l \left(\frac{1}{b_i} - \frac{1}{b} \right) \right]} \quad (2)$$

čia l – liginamųjų grupių skaičius, $l=2$; b_i – laisvės laipsnių skaičius, $b_i = n_i - 1$; $b = \sum_{i=1}^l b_i$; s_{0i}^2 – i -tosios grupės dispersija; s_{vid}^2 – abiejų grupių vidutinė svertinė dispersija, $s_{vid}^2 = \sum_{i=1}^l b_i s_{0i}^2 / b$. Nustatyta, kad pagal 0,05 reikšmingumo lygį, grupių statistika $B=0,248$ yra mažesnė už kritinį tašką $\chi_{B krit}^2 = (0,05/1) = 3,841$, $B=0,248 < \chi_{B krit}^2 = 3,841$.

Išvados. Straipsnyje rezultatai, gauti taikant supaprastintą vertikaliųjų kontaktinių jėgų metodą (KAM), palyginti su sistema ATLAS-LG realiai gautais bandymų rezultatais. Skirtingais metodais gautų maksimalių jėgų reikšmės patikrintos pagal Stjudento ir Bartleto kriterijus, tam, kad nustatyti sukurtos vertikaliųjų kontaktinių apkrovų nustatymo metodo (KAM) tikslumą. Palyginus KAM su ATLAS-LG posistemio pateiktais bandymų rezultatais nustatyta, kad daugeliu atvejų maksimalių jėgų reikšmės panašios arba sutampa. Taip pat nustatyta, kad pagal ATLAS-LG ir KAM metodo gautus rezultatus dispersijos ir santykiniai nuokrypiai skiriasi nereikšmingai ir abu skaičiavimo metodai vienodai patikimi.

Acknowledgements. This work has been supported by the European Social Fund within the project “Development and application of innovative research methods and solutions for traffic structures, vehicles and their flows”, project code VP1-3.1-ŠMM-08-K-01-020.

Literatūra

- Bogdevicius M., Zygiene R., Bureika G. et al. 2016b. An analytical mathematical method for calculation of the dynamic wheel–rail impact force caused by wheel flat. *Vehicle System Dynamics*, DOI: 10.1080/00423114.2016.1153114, (online).
- Bogdevicius M., Zygiene R., Skrickij V. 2016a. Methodology for the determination of maximum contact vertical wheel loads. *TRANSBALTICA 2015: PROCEEDINGS OF THE 9th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE*. May 7–8, 2015. Vilnius Gediminas Technical University, Nr. 134, 348–352 p., Vilnius (online).
- Sivilevičius H. 2000. Lietuvoje naudojamų asfaltbetonio maišytuvų analizė ir kokybės vertinimas, *Miestų plėtra ir keliai*, mokslo žurnalo *Statyba*, priedas, 60–71, Vilnius.

APLINKOS PRATURTIMO PRIEMONIŲ ĮTAKA JUODOSIOS JŪROS AFALINŲ (*TURSIOPS TRUNCATUS PONTICUS*) ELGSENOS POKYČIAMS

Rūta Žilienė¹, Fabienne Delfour²

¹Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto Gamtos mokslų katedra, Klaipėda, ²Laboratoire d'Éthologie Expérimentale et Comparée E.A. 4443, Université Paris 13, Paryžius
ruta.zilienne@jmtc.ku.lt

Gyvūnų gerovė – vienas iš labiausiai diskutuojamų klausimų pastaraisiais metais, daugiausiai dėmesio susilaukia uždaroje sistemoje laikomi jūriniai žinduoliai (Kuczaj et al., 2002).

Jūrinių žinduolių laikymo sąlygos yra nustatomos pagal anatominius ir fiziologinius rūšiai būdingus reikalavimus, tačiau daugelis jūrinių žinduolių, laikomų uždaroje sistemoje yra socialinėse grupėse gyvenantys gyvūnai, todėl svarbu vertinti ir moksliskai pagrįsti galimus aplinkos sąlygų ir užimtumo pokyčius, remiantis jų natūralia elgsena.

Europos Tarybos Direktyva, 1999/22/EB dėl laukinių gyvūnų laikymo sąlygų zoologijos soduose skelbia, jog jūriniam žinduoliams, laikomiems uždaroje sistemoje turi būti taikomas rūšiai specifinės aplinkos praturtinimo priemonės. Tačiau nuo 1970 yra išleista tik 12 ISI straipsnių, knygų ir jų skyrių apie jūrinių žinduolių aplinkos praturtinimą be konkrečių rekomendacijų (Clark, 2013).

Aplinkos praturtinimas – uždaroje sistemoje laikomų gyvūnų aplinkos pasikeitimas skatinantis biologinių funkcijų aktyvumą (Newberry, 1995). Daugelis zoologijos sodų ir delfinarijų naudoja aplinkos praturtinimo priemones gyvūnų gerovei užtikrinti (Kuczaj et al., 2002).

Tačiau tik keletas įstaigų naudoja moksliskai pagrįstas programas aplinkos praturtinimo priemonių efektyvumui įvertinti (Clark, 2013; Delfour & Beyer, 2012). Detalesni moksliniai tyrimai yra reikalingi, norint įvertinti ir užtikrinti rūšiai specifinio aplinkos praturtinimo priemonių efektyvumą (Shepherdson, 2007; Kuczaj et al., 2014).

Todėl šio tyrimo tikslas išanalizuoti uždaroje sistemoje laikomų Juodosios jūros afalinų (*Tursiops truncatus ponticus*) individualią ir socialinę elgseną naudojant aplinką praturtinančias priemones.

Šio tyrimo metu, Attica zoologijos sodo delfinariume, šešioms Juodosios jūros afalinoms buvo praturtinama aplinka įvairiausiais objektais skirtingu paros metu ir stebima jų elgsena pagal sudarytą etogramą ir trenerio vertinimo kriterijus.

Preliminarūs tyrimo rezultatai rodo, jog aplinkos praturtinimas naujais objektais skatina bandoje esančių individų socialinę elgseną bei gyvenamojo ploto išnaudojimą.

Analizuojant rezultatus gauta koreliacija tarp domėjimosi elgsenos ir sąveikos su objektu elgsenos trukmės, Juodosios jūros afalinos labiau sąveikavo su naujais ir žinomais objektais, esančiais vandenyje, nei domėjosi jais (Spearman $r=0,63$; $p<0,05$).

Juodosios jūros afalinos su naujais objektais ilgiau sąveikauja grupėje ($p<0,01$), o su žinomais objektais individualiai ($p<0,001$).

Šie gyvūnai gyvena bandoje, todėl aplinkos praturtinimas vis naujais objektais yra galima priemonė afalinių natūralios elgsenos skatinimui uždarose sistemose.

Apibendrinant galima teigti, jog aplinkos praturtinimas daiktais yra svarbus delfinų individualios ir socialinės elgsenos pokyčiams.

Šis tyrimas buvo atliktas tik su šešiomis Juodosios jūros afalinomis, todėl rezultatai yra diskutuoti dėl aplinkos praturtinimo daiktais programos efektyvumo. Tačiau gauti rezultatai papildys jau esamus mokslinius tyrimus norint įvertinti ir užtikrinti rūšiai specifinio aplinkos praturtinimo priemonių efektyvumą.

Literatūra

- Clark F.E. 2013. Marine mammal cognition and captive care: A proposal for cognitive enrichment in zoos and aquariums. JZAR Review article.
- Delfour, F. 2010. Marine mammals enact individual worlds. *International Journal of Comparative Psychology*, 23(4).
- Delfour F., Beyer H. 2012. Assessing the effectiveness of environmental enrichment in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Zoo Biology*, 31, 137–150.
- Kuczaj S.A., Lacinak T., Fad O. et al. 2002. Keeping environmental enrichment enriching. *International Journal of Comparative Psychology*, 15, 127–137.
- Kuczaj S.A., Eskelinen H.C. 2014. Why do dolphins play? *Animal Behavior and Cognition*, 1, 113–127.
- Newberry R.C. 1995. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments. *Appl Anim Behav Sci.*, 44, 229–243.
- Shepherdson D.J. 2007. Environmental enrichment: past, present and future. *International Zoo Yearbook*, Vol. 38, Issue 1, 118–124.

KUR EGZISTAVO JUODKRANTĖJE ŠAŠIAURIS POST-LITORINOS METU

**Gintautas Žilinskas¹, Darius Jarmalavičius¹, Aldona Damušytė²,
Donatas Pupienis¹**

¹Gamtos tyrimų centras, Krantotyros ir krantotvarkos sektorius, Vilnius,

²Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius

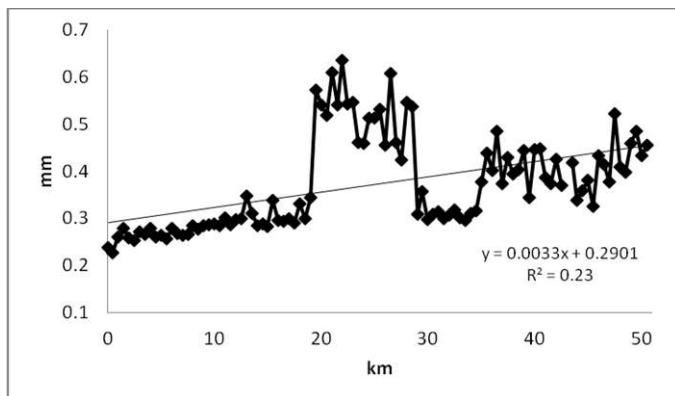
zilinskas@geo.lt

Kada Kuršių nerijos krantų kontūrai tapo artimi šiuolaikiniams, t. y. kada salų grandinės susijungė į vientisą neriją, vieningos nuomonės nėra (Kabailienė, 1967; Gudelis, 1998; Badiukova et al., 2008; Damušytė, 2011, Харин и др., 2006; Бадюкова и др., 2009; Сергеев, 2015). Visi minėti mokslininkai pažymi, kad Kuršių nerijos raidos metu tam tikrą (gana neapibrėžtą) laikotarpį pra‘nerija egzistavo kaip salų ir pratakų grandinė. Manoma, kad būtent per vieną iš pratakų, buvusią dabartinės Juodkrantės apylinkėse, į marias buvo sunėšti gintaro klodai (Katinas, 1983; Damušytė, 2011; Grigelis, 2015). Tačiau minimo sąsiaurio (pratakos) tikslesnė vieta, kaip ir egzistavimo laikotarpis, deja, iki šiol nėra aiškūs. Šio darbo tikslas, remiantis naujausiais Kuršių nerijos tyrimų duomenimis, nustatyti jo lokalizaciją erdvėje ir laike.

Tyrimų metu (2015 m. rudenį) palvėje į pietus nuo Juodkrantės gelbėjimo stoties (150–180 m nuo dabartinės Baltijos jūros kranto linijos) buvo iškasta 15 šurftų iki 1,5 m gylio, aprašyti jų sienelių geologiniai pjūviai, paimti smėlio pavyzdžiai. Pavyzdžiai paimti ir iš 2 grėžinių, išgręžtų (iki 7–8 m gylio) kopagūbrio viršūnėje statant Juodkrantės valčių nuleidėją. Itin daug vertingų duomenų atrasta aukštos įtampos elektros linijos tiesimo Smiltynės – Juodkrantės ruože projekto geologiniuose brėžiniuose (1986 m.). Juose pateikti 40 grėžinių, išgręžtų vidutiniškai kas 380 m iki 5–6 m gylio išilgai dabartinės elektros linijos proskynos bei kopagūbrio vakarinės papėdės, aprašymai. Pasinaudota ir kita geologine medžiaga (Bitinas ir kt., 2004; Damušytė, 2011; Žilinskas ir kt., 2016).

Vykdam LMT remiamą projektą „Morfologinės ir litologinės anomalijos nerijų krantuose“ 2014 m. GTC Krantotyros ir krantotvarkos skyriaus darbuotojai tyrė paviršinių kranto sąnašų litologiją PR Baltijos nerijoje (Kuršių, Vyslos, Hel). Analizuojant paviršinių kranto sąnašų vidutinio smėlio dalelių diametro kaitą išilgai nerijų jūrinių krantų, nustatyta, kad tik Kuršių nerijoje, piečiau Juodkrantės, ryškiai išsiskiria vidutinio smėlio diametro (d) padidėjimas lyginant jį su aplinkiniais ruožais (1 pav.). Tiesa, šis reiškinys buvo pastebėtas ir ankstesniuose tyrimuose (Jarmalavičius ir kt., 1996; Žilinskas ir kt., 2001; Jarmalavičius et al., 2006), o jo įtaka kranto morfologijai taip pat jau buvo

analizuota (Jarmalavičius ir kt., 1997, 2015; Jarmalavičius et al., 2015). Tačiau šios litologinės anomalijos priežastys nebuvo nustatytos.

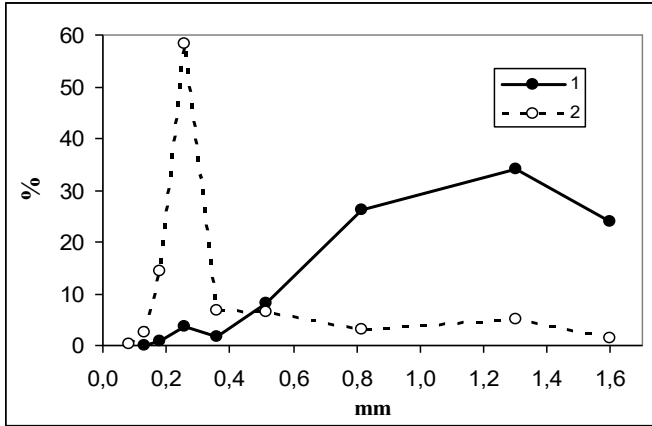


1 pav. Vidutinio smėlio dalelių dydžio (mm) kaita Lietuvai priklausančioje Kuršių nerijos dalyje. Atstumas nuo Klaipėdos uosto (km).

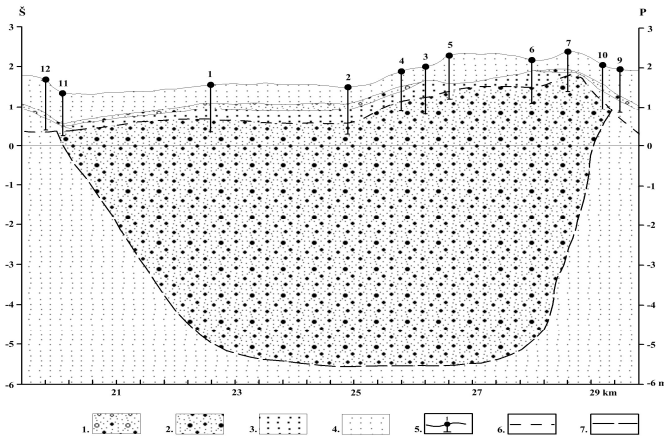
Tirto ruožo priekrantės vidutinis smėlio dalelių skersmuo artimas gretimuose ruožuose suklotu smėlio dalelių skersmeniui (Bitinas ir kt., 2004; Jarmalavičius et al., 2006), t. y. šiame kranto ruože priekrantės smėlis yra smulkesnis nei čia esančio kranto smėlis. Tai rodo, kad stambiagrūdis smėlis negalėjo „atkeliauti iš jūros“. Todėl ir buvo atlikti tyrimai jūros kranto „užnugaryje“ – palvėje. Joje iškastų šurfų sienelėse labai ryškiai išsiskyrė du sluoksniai: viršutinis – vidutingrūdžio smėlio su smulkiagrūdžio smėlio priemaiša, ir apatinis – stambiagrūdžio smėlio su žvirgždo priemaiša (2 pav.).

Viršutinio sluoksnio smėlio vidutinis dalelių dydis – 0,35 mm, o apatinio sluoksnio – net 1,09 mm. Abiejų sluoksnių smėlis labai gerai išrūšiuotas – atitinkamai 1,15 ir 1,26 – kas rodo, kad abu sluoksnius intensyviai veikė hidrometeorologiniai faktoriai (Анцыферов и др., 1986). Palyginus viršutinio sluoksnio smėlio sudėtį su ankstesnių tyrimų rezultatais (Žilinskas ir kt., 2001; Bitinas ir kt., 2004) nekyla abejonių, kad šis sluoksnis yra eolinės kilmės. Apatinio sluoksnio smėlis irgi labai gerai išrūšiuotas, tačiau tokio stambumo smėlio dalelių (vid. d–1,09 mm) vėjas nesugeba pernešti (Žilinskas ir kt., 2001), tai gali atlikti tik tekantis vanduo (Анцыферов и др., 1986). Todėl manome, kad būtent šį sluoksnį suformavo buvusio sąsiaurio tėkmės.

Apatinio (stambiagrūdžio) sluoksnio kraigo aukštis palvės šurfuose kito nuo 0,33 m iki 1,84 m virš dabartinio jūros vandens lygio (3 pav.), vidutinis jo aukštis – apie 1,2 m virš jūros lygio. Panašiam absoliučiajame aukštyje šis sluoksnis, remiantis gręžinių duomenimis, yra ir kopagūbrio vakariniam šlaite bei kopagūbrio viršūnėje.



2 pav. Palvės šurfų pavyzdžių granulimetrinė sudėtis. 1 - apatinis, 2 - viršutinis sluoksniai.



3 pav. Tikėtina piečiau Juodkrantės buvusio sąsiaurio vieta ir jo konfigūracija: 1 – žvirgždas su smėliu, 2 – stambiagrūdis smėlis su žvirgždu, 3 – vidutingrūdis smėlis, 4 – vidutingrūdis – smulkiagrūdis smėlis, 5 – dabartinis paviršius, šurfai (skaičiais pažymėti šurfų numeriai), 6 – Post-Litorinos jūros nuosėdų kraigas, 7 – tikėtina sąsiaurio skerspločio konfigūracija, km – atstumas nuo Klaipėdos uosto.

Remiantis archyvinių gręžinių tyrimų duomenimis (gręžinys Nr. 248 – šiaurinė tiriamojo ruožo pusė, apie 1 km į šiaurę nuo 1 šurfio, užkopėję, ir gręžinys Nr. 26248 – centro-pietinė dalis, tarp 3 ir 5 šurfio, apie 460 m į rytus nuo jūros kranto linijos) (Damušytė, 2011) tiriamojo sluoksnio nuosėdų amžius

(datavimo OSL metodu duomenys) abiejuose gręžiniuose beveik sutampa: Nr. 248 – 3200 ± 400 m., Nr. 26248 – 3300 ± 400 m. Taigi, šio sluoksnio nuosėdos buvo suklotos Post-Litorinos jūros transgresijos, kuri dabartiniuose Lietuvos krantuose prasidėjo prieš maždaug 3,7 tūkst. m. ir baigėsi prieš 2,4 tūkst. metų (Damušytė, 2011) metu. Šis sluoksnis užklotas (gręžinys Nr. 26248) jaunesniu jūrinio smėlio, kurio amžius yra 1800 ± 200 m., sluoksniu, o dar aukščiau jo (paviršiuje) supustytas jaunesnio nei 1500 m. eolinio smėlio sluoksnis.

Pagal palvėje iškastų šurfų duomenis, sąsiauris šioje vietoje buvo apie 9 km pločio. Pakankamai tiksliai pavyko nustatyti sąsiaurio šiaurinio kranto vietą palvėje (tarp 12 ir 11 profilio) (3 pav.). Pietinis sąsiaurio krantas buvo tarp 10 ir 9 profilių. Remiantis gręžiniais (šiauriausia tiriamojo ruožo dalis) skersiniame kranto profilyje (paplūdimys – gręžinys Nr. 27474, kopagūbris – gręžinys Nr. 27473, užkopė – gręžinys Nr. 27472) (Bitinas ir kt., 2004) Post-Litorinos nuosėdų (mIVPL) sluoksnis „tęsiasi“ maždaug iki – 4,5 m gylio žemiau dabartinio jūros lygio (jo storis 5,0–5,5 m). Labai panašūs duomenys (5,0–6,0 m) gauti atliekant tyrimus geolokaciniu metodu (Dobrotin et al., 2013).

Kad šis sluoksnis tyrimų vietoje skersai „kerta“ visą Kuršių neriją galima teigti ir remiantis ankstesnių tyrimų rezultatais. V. Kirllys ir R. Stauskaitė (1982), tirdami smėlio granulimetrinę sudėtį Kuršių marių Lietuvai priklausančios dalies krantuose, rašė: „...smėlio smulkinimo tendencija yra iš pietų į šiaurę, t. y. vyraujančios marių srovės kryptimi (pasroviui). Tačiau ši dėsningumą sutrikdo žymus frakcijos padidėjimas kranto atkarpoje tarp Avių įlankos (piečiau Juodkrantės) ir Agilos rago. Šioje kranto atkarpoje paplūdimiai padengti stambiagrūdžiais, gana gerai surūšiuotais smėliais ($Md - 0,5 - 0,7$ mm, $S_0 = 1,5$)“.

Labai tikėtina, kad stambiagrūdžio smėlio išeigos tęsiasi ir toliau į pietus, tačiau jos „palaidotos“ po smulkesniu eoliniu smėliu, byrančiu nuo Didžiojo kopagūbrio į marias. Tai liudija ir R. Povilansko (1998) pateikti Kuršių marių kranto zonos morfodinaminių tyrimų rezultatai. Taigi, V. Kirlio ir R. Stauskaitės nustatyta litologinė anomalija Kuršių nerijos marių krante tiek savo pobūdžiu (staigus smėlio dalelių padidėjimas), tiek ir buvimo vieta beveik atitinka aukščiau aprašytąją litologinę anomaliją Kuršių nerijos jūriniame krante. Remiantis kitų tyrėjų (Dobrotin et al., 2013) atliktų geolokacinių tyrimų skersai Kuršių neriją (profilio pradžia jūros pusėje apie 300 m į pietus nuo 1 šurfo (3 pav.), pabaiga – piečiausia Avies kalno rago dalis) duomenimis, taipogi galima teigti, kad analizuojamas mIVPL nuosėdų sluoksnis „kerta“ skersai Kuršių neriją. Taigi, manome, kad šiame darbe pateikti tyrimų duomenys leidžia teigti, kad maždaug prieš 3200 ± 400 m., Post-Litorinos jūros laikotarpiu, ties dabartine Juodkrantės gyvenvietė buvo apie 9 km pločio sąsiauris. Ar šis teiginys pasitvirtins – parodys tolesni tyrimai.

Padėka. Tyrimą remia Lietuvos mokslo taryba (projektas MIP-039/2014). Autoriai nuoširdžiai dėkoja A. Bitinui už paskatinimą skelbti šį darbą bei suteiktą naudingą informaciją.

Literatūra

- Badyukova E. N., Zhindarev L., A., Lukyanova S. A. et al. 2008. Geological Structure the Curonian Spit (of the Baltic Sea) and Its Evolution History (Revised). *Oceanology*, 47, 554–563.
- Bitinas A., Aleksa P., Damušytė A. ir kt. 2004. Baltijos jūros Lietuvos krantų geologinis atlasas. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnybos archyvas.
- Damušytė A. 2011. Lietuvos pajūrio geologinė raida poledynmečiu. Daktaro disertacija. Vilnius: GTC Geologijos ir geografijos institutas.
- Dobrotin N, Bitinas A, Michelevičius D. et al. 2013. Reconstruction of the Dead (Grey) Dune evolution along the Curonian Spit, Southeastern Baltic. *Bull. Geol. Soc. Finl.*, 85, 53–64.
- Grigelis A. 2015. Lietuvos gintaro prūsiškoji kilmė. *Geologijos akiračiai*, 3, 23–32.
- Gudelis V. 1998. Lietuvos įjūris ir pajūris. Vilnius: Lietuvos mokslas.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Buynevich I.V. et al. 2015. Aeolian sand differentiation along the Curonian Spit Coast, Baltic Sea, Lithuania. *The Proceedings of the Coastal Sediments 2015*. World Scientific, San Diego, 1–10.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Žilinskas G. ir kt. 2015. Morfolitologinių anomalijų Kuršių nerijos jūros krante nustatymas. *Geologija. Geografija*, 1(1), 1–10.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G. 1996. Paviršinių sąnašų granulometrinės sudėties pasiskirstymo ypatumai Baltijos jūros Lietuvos krante. *Geografija*, 32, 77–83.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G. 1997. Ryšiai tarp jūros kranto morfolitologinių parametrų. *Geografijos metraštis*, 30, 79–91.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2006. Peculiarities of sand sorting on the Lithuanian coast of the Baltic Sea. *Geologija*, 56, 36–42.
- Kabailienė M. 1967. The development of the Kuršių Nerijos Spit and the Kuršių Marios Lagoon. *Proceedings of the Institute of Geology*, 5, 181–207.
- Katinas V. 1983. Baltijos gintaras. Vilnius: Mokslas.
- Kirllys V., Stauskaitė R. 1982. Kuršių marių šiaurės vakarinės kranto zonos smėlio nešmenų granulometrinė ir mineraloginė sudėtis ir pasiskirstymas. *Geografijos metraštis*, 20, 113–122.
- Povilanskas R. 1998. Kuršių nerijos marių kranto zonos morfodinamikos bruožai. Daktaro disertacija. Klaipėda-Vilnius: Klaipėdos universitetas, Geografijos institutas.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Minkevičius V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius: Geologijos ir geografijos institutas.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. ir kt. 2016. Litologinių anomalijų išskyrimo nerijų krantuose metodologiniai aspektai. Jūros ir krantų tyrimai. Klaipėda (spaudoje).
- Анцыферов С. М., Косьян Р. Д. 1986. Взвешенные наносы в верхней части шельфа. Москва, Наука.
- Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А. и др. 2009. Особенности современной динамики лагунных берегов Куршской косы, юго-восток Балтики. Литодинамика донной контактной зоны океана. Москва: Изд-во ГЕОС.
- Сергеев А.Ю. 2015. История геологического развития Куршской косы в голоцене и современные литодинамические процессы в береговой зоне. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ.
- Харин Г.С., Харин С.Г. 2006. Геологическое строение и состав Куршской косы (Балтийское море). *Литология и полезные ископаемые*, 4, 354–361.

LITOLOGINIŲ ANOMALIJŲ IŠSKYRIMO NERIJŲ KRANTUOSE METODOLOGINIAI ASPEKTAI

**Gintautas Žilinskas, Darius Jarmalavičius, Donatas Pupienis,
Julija Fedorovič**

Gamtos tyrimų centras, Krantotyros ir krantotvarkos sektorius, Vilnius
zilinskas@geo.lt

Pietryčių Baltijos nerijas apibūdinantys litologiniai rodikliai išilgai jūros kranto dažniausiai kinta tolydžiai. Tačiau, tyrimų metu pastebima, kad, kai kuriose nerijų kranto atkarpose, litologinių rodiklių kaitoje ženkliai „pažeidžiama“ tolydumo sąlyga. Šios vietos įvardijamos kaip litologinės anomalijos. Moksliniuose tyrimuose jos gali pasitarnauti kaip indikatorius, atskleidžiantis geosistemos trūkumus, kuriuos formuoja įvairūs veiksniai (paleogeografiniai, geologiniai, hidrodinaminiai, meteorologiniai ir antropogeniniai) arba šių veiksnių kombinacijos (Jarmalavičius ir kt., 2015).

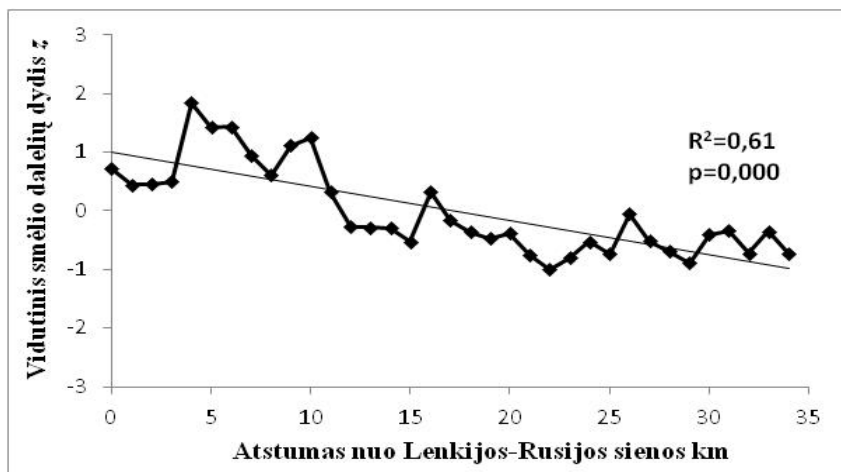
Anksčiau vykdytų PR Baltijos nerijų jūros krantų litologinių rodiklių (paviršines kranto sąnašas sudarančio smėlio vidutinis skersmuo) kaitos išilgai kranto tyrimai (Jarmalavičius ir kt., 1996, Žilinskas ir kt., 2001, Jarmalavičius et al., 2006; Žilinskas et al., 2007; Kobelyanskaya et al., 2009, 2011; Jarmalavičius ir kt., 2015; Rucinska-Zjadacz et al., 2015) atskleidė minėtų rodiklių santykinai tolygią kaitą išilgai jūros kranto. Vietomis užfiksuoti reikšmingi litologinių rodiklių nukrypimai nuo tolygios kaitos buvo traktuojami kaip statistinės eilės išskirtys, nesuteikiant joms didesnio dėmesio. Gausėjant duomenų pastebėta, kad tam tikrose nerijų kranto vietose specifiniai litologiniai rodikliai (anomalijos) išlieka gana stabilūs laike (Jarmalavičius ir kt., 2015). Šio straipsnio tikslas yra pateikti litologinių anomalijų identifikavimo nerijų krantuose metodologinius aspektus.

Jūros kranto paviršinių sąnašų pavyzdžiai buvo surinkti 2014 m. pavasarį Kuršių nerijos Lietuvai priklausančioje dalyje (51 km), vasarą Helio (ilgis apie 36 km) ir rudenį Vyslos nerijose (ilgis apie 30 km) Lenkijoje. Pavyzdžiai buvo imami kas 1 kilometrą: iš paplūdimio vidurio, kopagūbrio papėdės ir kopagūbrio jūrinio šlaito vidurio. Vertinant smėlio granulometrinės sudėties kaitos dėsninumus buvo naudotas vidutinis smėlio dalelių skersmuo krante. T. y., kiekvienam pavyzdžiui buvo apskaičiuotas vidutinis smėlio dalelių skersmuo iš trijų (paplūdimio vidurio, kopagūbrio papėdės ir kopagūbrio šlaito) pavyzdžių. Gauta reikšmė traktuojama kaip vidutinis kranto sąnašų skersmuo (d). Tokią vidutinio kranto sąnašų skersmens apskaičiavimo metodiką savo tyrimuose naudoja ir Rusijos bei Lenkijos tyrėjai (Kobelyanskaya et al., 2009, 2011). Gautos duomenų eilės, siekiant identifiikuoti atsirandančias išskirtys

(anomalijas), buvo standartizuotos (Čekanavičius ir kt., 2000). Gauti duomenys pateikiami 1-3 paveiksluose.

Darbe naudojamos standartinės išskirčių ribos, t. y. duomuo, kurio z reikšmė patenka į intervalą tarp 2 ir 3, laikomas *sąlygine išskirtimi*, o kai reikšmė didesnė už 3 – laikoma *išskirtimi* (Čekanavičius ir kt., 2000). Pažymėtina, kad duomenų analizės metu sąlygine išskirtimi arba išskirtimi buvo traktuojamos, tos vietos, kuriose ženklus padidėjimas ar sumažėjimas apima bent dviejų taškų duomenis. Kadangi ženklus duomenų reikšmių nuokrypis tik viename matavimų taške buvo traktuojamas kaip lokalus reiškinys, turintis atsitiktinį pobūdį ir išskirtimi nelaikomas.

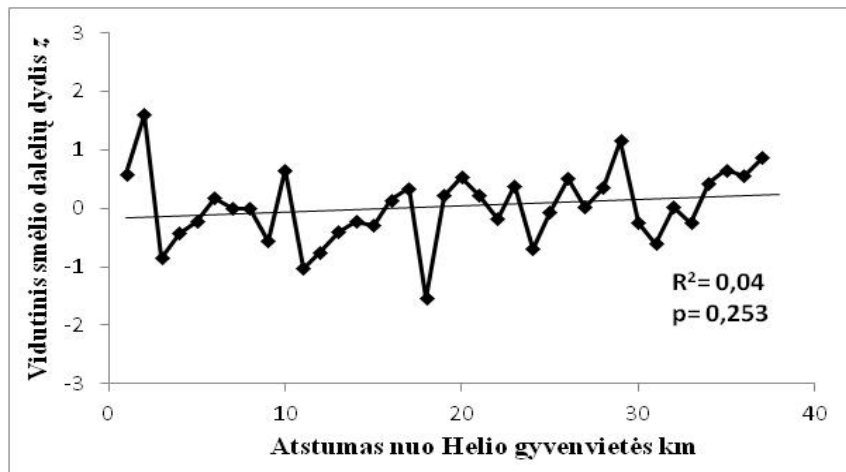
Analizuojant nerijų tyrimų duomenis, pateiktus 1–3 paveiksluose, ryškiai matosi, kad tolydžiausiai kranto sąnašų vidutinis smėlio skersmuo pasiskirsto Vyslos nerijoje (1 pav.), kur z reikšmės svyruoja tarp +1,9 ir –1. Tai leidžia teigti, kad Vyslos nerijos kranto sąnašų vidutinio smėlio skersmens pasiskirstymas išilgai jūros kranto kinta tolydžiai, be ženklesnių trūkių.



1 pav. Vidutinio smėlio dalelių skersmens standartizuotų reikšmių kaita Vyslos nerijoje.

Labiau kranto sąnašų vidutinio smėlio skersmens kaita išilgai jūrinio kranto įvairuoja Helio nerijoje (2 pav.), kur z reikšmės svyruoja tarp +1,8 ir –1,8. Tačiau Helio (kaip ir Vyslos) nerijos kranto sąnašų vidutinio smėlio skersmens pasiskirstymas išilgai jūros kranto nepasižymi net sąlyginėmis išimtimis. Labai tikėtina, kad didesnė z reikšmių pasiskirstymo amplitudė Helio nerijoje, nulemta nuo XX a. 9 dešimtmečio iki dabar vykdomos aktyvios antropogeninės veiklos – kranto ir priekrantės sąnašų papildymo. Vien per 1989–2010 m. laikotarpį įvairiuose Helio nerijos ruožuose kranto zonos sąnašos buvo papildytos apie 15,4 mln. m³ smėlio kiekiu (Ostrowski et al., 2011).

Kadangi sąnašų papildymui buvo panaudotas smėlis iškastas iš įvairių baseinų: Vladyslavovo uosto, Puck įlankos ir Baltijos jūros (Basinski 1995), tai savaime suprantama, kad ir jo granulometrinė sudėtis nebuvo tapati nei tarpusavyje, nei lyginant ją su Helio nerijos kranto natūralia smėlio sudėtimi. Todėl ir z reikšmių svyravimo amplitudė Helio nerijoje didesnė nei Vyslos nerijoje. Kadangi smėlio dalelių skersmens kaita išilgai Helio nerijos kranto yra santykinai didelė, todėl trendas nėra patikimas ($p=0,25$).



2 pav. Vidutinio smėlio dalelių skersmens standartizuotų reikšmių kaita Helio nerijoje.

Analizuojant vidutinio smėlio dalelių skersmens standartizuotų reikšmių kaitą Kuršių nerijoje (Lietuvos dalyje) matome, kad smėlio dalelės nuosekliai stambėja tolstant nuo Klaipėdos uosto molo (3 pav.).

Iš analizuojamos eilės išeliminavus kranto atkarpos tarp 20 ir 28 km duomenis, gaunamas labai tolygus ir patikimas ($p=0,00$) didėjimo trendas. Šią nuoseklią kaitą „suardo“ Juodkrantės kranto ruožo smėlio granulometrinės sudėties ypatumai. Kranto ruože maždaug tarp 20 ir 23 km smėlis pagal savo sudėtį patenka į sąlyginės išskirties ribas (čia z reikšmės $>2,0$), t. y., šio ruožo krantą formuojantys smėliai nėra būdingi visai likusiai Lietuvai priklausančiai Kuršių nerijos jūros kranto atkarpai (3 pav.). Ši išskirtis ties Juodkrante buvo stebima ir ankstesnių tyrimų metu t. y. 1993, 2011 ir 2014 metais (Žilinskas ir kt. 2001, Jarmalavičius et al. 2006, Jarmalavičius ir kt. 2015). Taigi, šis smėlio granulometrinės sudėties nukrypimas nuo bendros jo kaitos išilgai kranto išlieka stabilus laiko atžvilgiu. Detali šios išskirties savybių analizė yra pateikta straipsnio autorių ankstesniame darbe (Jarmalavičius ir kt., 2015).



3 pav. Vidutinio smėlio dalelių skersmens standartizuotų reikšmių kaita Kuršių nerijoje. Trendas pateiktas išeliminavus kranto atkarpos tarp 20 ir 28 km duomenis.

Taigi, apibendrinant galima teigti, kad iš trijų analizuotų nerijų (Hel ir Vyslos Lenkijoje bei Kuršių Lietuvoje) litologinė anomalija nustatyta tik Kuršių nerijoje, piečiau Juodkrantės gyvenvietės.

Padėka. Tyrimą remia Lietuvos mokslo taryba (projektas MIP-039/2014).

Literatūra

- Basinski T. 1995. Protection of the Hel Spit. Coastal Research, SI 22:197–201.
- Čekanaavičius V., Murauskas G. 2000. Statistika ir jos taikymas. T. I. Vilnius: TEV.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Buynевич I.V. et al. 2015. Aeolian sand differentiation along the Curonian Spit Coast, Baltic Sea, Lithuania. The Proceedings of the Coastal Sediments 2015. World Scientific, San Diego, 1–10.
- Jarmalavičius D., Pupienis D., Žilinskas G. et al. 2015. Morfolitologinių anomalijų Kuršių nerijos jūros krante nustatymas. Geologija. Geografija, 1(1), 1–10.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G. 1996. Paviršinių sąnašų granulometrinės sudėties pasiskirstymo ypatumai Baltijos jūros Lietuvos krante. Geografija, 32, 77–83.
- Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2006. Peculiarities of sand sorting on the Lithuanian coast of the Baltic Sea. Geologija, 56, 36–42.
- Kobelyanskaya J., Bobykina V. P., Piekarek-Jankowska H. 2011. Morphological and lithodynamic conditions in the marine coastal zone of the Vistula Spit (Gulf of Gdansk, Baltic Sea). Oceanologia, 53 (4), 1027–1043.
- Kobelyanskaya J., Piekarek-Jankowska H., Boldyrev V. L. et al. 2009. The morphodynamics of the Vistula Spit seaward coast (Southern Baltic, Poland, Russian). Oceanological and Hydrobiological Studies, 38 (1), 41–56.
- Ostrowski R., Skąja M. 2011. Zależność stabilności brzegów Półwyspu Helskiego od sztucznego zasilania, Inż. Mor. Geotech., 6, 495–502.
- Rucinska-Zjadacz M., Rudowski S. 2015. Morpholithodynamic conditions of the tip of the Hel Peninsula, the Baltic Sea. Oceanological and Hydrobiological Studies, 44 (2), 181–192.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D. 2007. Interrelation of morphometric parameters of the submarine shore slope of the Curonian Spit, Lithuania. Baltica, 20 (1–2), 46–52.
- Žilinskas G., Jarmalavičius D., Minkevičius V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius: GGI.

IŠMANAUS BŪSTO ELEKTROS ENERGIJOS TAUPYMO POSISTEMĖS PROJEKTAVIMO SPRENDIMAI

Evaldas Žulkas¹, Dalė Dzemydienė¹, Eleonora Guseinovicė²

¹ Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos institutas, Vilnius,

² Klaipėdos universiteto Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakulteto

Inžinerijos katedra, Klaipėda

evaldas.zulkas@mii.stud.vu.lt, daledz@mruni.eu

Santrauka. Darbe nagrinėjama išmaniojo būsto posistemės architektūra, grindžiama daiktų interneto technologine platforma, skirta kaupti duomenis apie energijos sąnaudas, juos analizuoti ir teikti el. paslaugas, reaguojant į situacijų analizę. Sistemos architektūroje siūloma panaudoti išmaniuosius galios parametrų matuoklius/skaitiklius, tačiau tai tik dalis siūlomos architektūros komponentų. Sistema projektuojama įjungiant galios skaičiavimo ir persiuntimo komponentus ir realizuojant ryšio sąsajas. Siūlomas holistinis požiūris į elektros energijos taupymo išmaniajame būste sistemos architektūrą, kuriuo remiantis, galima sukurti sistemą naudingą elektros energijos išteklių taupymui ir automatizuoto galios prietaisų reguliavimui, priimant sprendimus.

Reikšminiai žodžiai: išmaniojo būsto sistema, elektros energijos sąnaudų apskaita, el. paslaugos.

Ivadas. Daiktų interneto technologiniai sprendimai sparčiai vystosi. El. paslaugų sistemos sudaromos panaudojant daiktų interneto galimybes. Norint suteikti išmaniają paslaugą, būtini aplinkos stebėjimai ir jos analizė. Jutiklių tinklai ir įterptinės sistemos, sujungtos tarpusavyje vienam tikslui pasiekti yra pagrindinės sistemos įgyvendinimo komponentės. Nagrinėjant jutiklių tinklus būtina ištirti, kokiais aplinkos modeliais remiantis veikia kiekviena matavimų posistemė ir sukurti taikymo sluoksnį ryšio protokolams veikti (Žulkas et al., 2015). Informacijos išgavimas iš duomenų ir sprendimo priėmimas turi būti atliktas realiajame laike. Efektyviai valdant elektros energijos išteklius, skirtus paslaugai teikti, galima užtikrinti sklandesnę ir racionalesnę sprendimą sąnaudoms valdyti.

Dėl kylančio poreikio kuo efektyviau išnaudoti elektros energiją ir sumažinti sąnaudas, tenka spręsti išmaniųjų sistemų kūrimo žmogaus būsto valdymo sprendimuose klausimus susijusius su energijos sąnaudų taupymu. Darbas skirtas valdymo ir sprendimų paramos metodų parinkimui užtikrinant adaptyvias el. paslaugas elektros energijos išteklių valdymui išmaniajame būste.

Išmaniojo būsto valdymo sistemos architektūriniai sprendimai. Būsto energijos sąnaudų monitoringas gali būti atliekamas matuojant fizinius galios parametrus ir iš jų apskaičiuojant sunaudojamą elektros galią per laiko vienetą. Siekiant užtikrinti jutiklių integravimą į bendrą išmanaus būsto komponentų

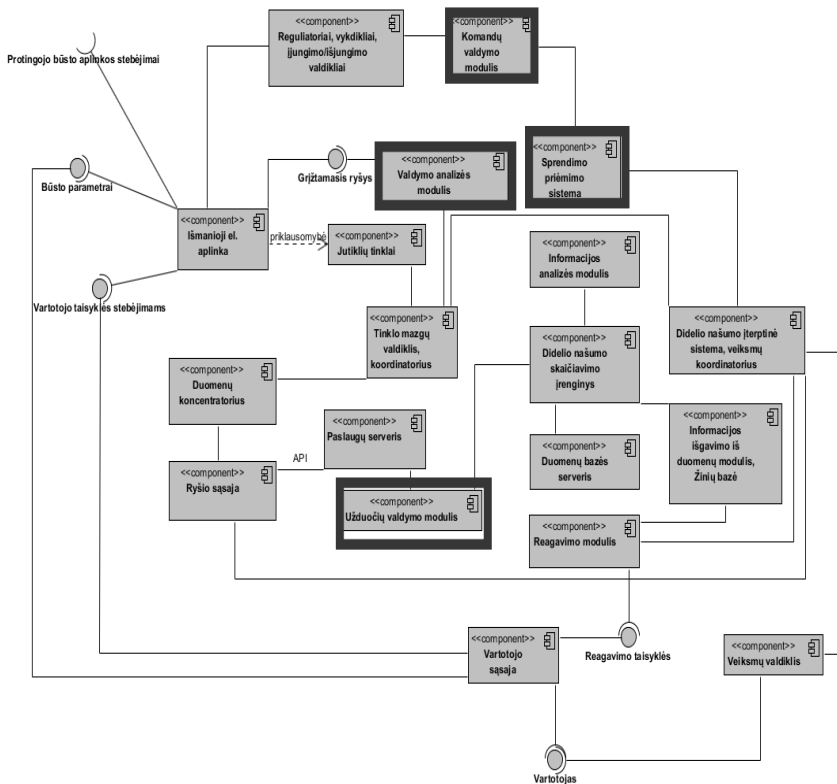
tinklą yra projektuojama architektūra grindžiama belaidžiai jutiklių tinklais, kuriuose įgyvendinamas apseiktimas duomenimis tinkle – persiunčiami tarnybiniai bei stebimo suvartojimo duomenys. Tarnybinė informacija yra skirta užtikrinti kokybišką duomenų persiuntimą, įgyvendinti tinklo saugumą ir užtikrinti duomenų vientisumą. Siekiant, kad mažo našumo įterptinių sistemų jutiklių tinklas būtų heterogeninio kompiuterių tinklo dalis, būtina sukurti taikomąjį tinklo sluoksnį, skirtą duomenims persiūsti, analizuoti ir gauti prieigą prie didelio našumo paslaugų serverių, didelio intensyvumo skaičiavimams atlikti. Siekiant autonomiškai ne tik rinkti sunaudojamos elektros energijos duomenis, bet ir įgyvendinti sprendimų priėmimo sistemą sąnaudoms taupyti, svarbu atlikti duomenų prognozę. Norint, kad atliekama duomenų prognozė būtų tiksli, prognozavimo modeliai reikalauja didelio našumo skaičiavimo įrenginių, turinčių didelius operatyviosios atminties resursus. Todėl dalis elektros sąnaudų stebėjimo ir analizės komponentų turi būti realizuoti didelio našumo paslaugų serveriuose.

Išmaniosios el. paslaugų aplinkos struktūrinės schemos sudarymas.

Siūloma architektūra apima sistemos komponentus, nuo išmaniojo būsto aplinkos parametrų surinkimo, būsto parametrų įvertinimo ir vartotojo taisyklių pritaikymo iki galios prietaisų reguliavimo pagal sistemos priimamus sprendimus (1 pav.). Atskiri moduliai leidžia automatizuoti sprendimo priėmimo procesus ir užtikrinti užduočių išskirstymą tarp paslaugų serverių. Užduočių valdymo modulis atlieka duomenų srauto valdiklio, koordinatoriaus funkcijas. Nustatomi užduočių vykdymo prioritetai ir vykdymo eilė, bei vykdomas kliento duomenų nepertraukiamas perdavimas. Reagavimo modulis skirtas nustatyti reagavimo sąlygoms į el. energijos sąnaudų analizės rezultatus, su galimybe pasirinkti reagavimo būdą. Reagavimo modulis atsakingas už duomenų persiuntimą automatiniam el. energijos sąnaudų valdymui. Reagavimo taisyklės įjungtos į reagavimo modulį nagrinėja susidariusias sąlygas ir perduoda veiksmus, kuriuos apibrėžia vartotojas. Taisyklėse aprašoma į kokias sąlygas ir kokius veiksmus reaguos sistema atskirais atvejais.

Užduočių valdymo modulis skirtas nustatyti užduoties ir matavimo duomenų tipą ir vykdyti paslaugos surenkamų duomenų nukreipimą į DB ir duomenų analizės serverius. Duomenų priėmimo prioritetas nustatomas, siekiant išsaugoti svarbiausius duomenis pirmiausiai. Perduodant žinutes į paslaugų serverį, kategorizuojamos užduotys, pagal siunčiamų duomenų kiekius ir dažnumą. Energijos išteklių valdymo sistemoje geriausia rinktis specializuotą programinę įrangą, kuri leistų lanksčiai išskirstyti duomenis ir sprendžiamas užduotis tinkle, atsižvelgiant į skirtingas užduočių kategorijas, duomenų paketų prioritetus bei duomenų apimtį. Duomenų nukreipimas vykdomas atsižvelgiant į tai, kokias analizės paslaugas gali teikti konkretus paslaugų serveris.

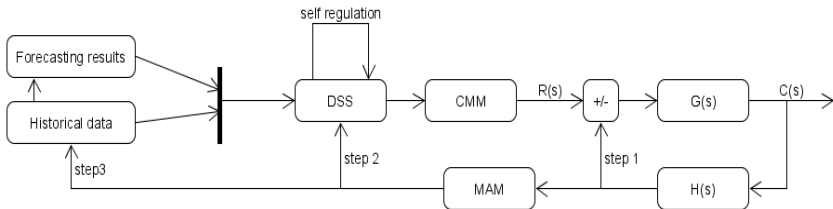
Valdymo analizės modulio paskirtis analizuoti sistemos atsaką į elektros energijos taupymo sprendimus. Sistema, priimdama sprendimą, pateikia ir siektiną rezultatą. Jeigu rezultatą galima pasiekti keliais būdais su esama paslaugų teikimo sistema, tai galima rinktis alternatyvų būdą ir vėl tikrinti grįžtamąjį ryšį. Analizės modulio pateikiamas rezultatas: koreguotas sprendimas realiu laiku ir tarnybinės informacijos grąžinimas į paslaugų serverio DB. Tarnybinės informacijos paskirtis, atliekant prognozę ir priimant valdymo sprendimą, patikslinti sprendimų priėmimo sistemos algoritmą ir pasiekti efektyvesnį valdymo rezultatą. Siektino rezultato nesutapimas su realiu yra galimas, kai aplinkoje yra nenumatytų veiksnių arba elektros energijos prietaiso galios reguliavimas ir prietaiso darbinė apkrova yra netiesiškai priklausantys dydžiai.



1 pav. Išmaniojo būsto elektros energijos išteklių taupymo posistemės struktūra.

Komandų valdymo modulio paskirtis valdymo sprendimą interpretuoti ir pritaikyti prie esamos sistemos įrangos. Šiame modulyje realizuotas komandų valdiklis, kuriame sukuriama ryšys su kiekvienu iš sistemos valdomu arba reguliuojamu prietaisu. Komunikacija realizuojama priklausomai nuo valdiklio arba regulatoriaus tipo. Jeigu sistema yra pakankamai didelė, gali neužtekti ryšio sąsajų arba jungčių, kuriomis būtų galima valdyti visus sistemoje esančius įrenginius. Tokiu atveju komandų valdymo modulį sudaro keli mazgai, kurie priskiriami valdyti vieną ar kitą aplinkos prietaisų grupę.

Sprendimų priėmimo būdai. Elektros energijos taupymo sprendimai priimami remiantis keliais būdais: nustatant valdymo komandas pagal istorinius duomenis, palyginant su kaimynais, atsitiktinio sprendimo pasirinkimo būdu. Palyginimo su kaimynais atveju, priimamas sprendimas patikslinamas, atsižvelgiant į duomenis iš kitų, panašiai veikiančių sistemų, pavyzdžiui įdiegtų kitame išmaniajame būste. Atsitiktinio sprendimo siūlymas remiasi vidutine valdomo prietaiso sąnaudų reikšme ir gali būti naudojamas be istorinių duomenų, tačiau yra labiausiai priklausomas nuo momentinio valdymo rezultato. Sprendimas yra koreguojamas realiu laiku, atsižvelgiant į gautą rezultatą. Suformuluojamas tikslas valdyti vienus ar kitus aplinkoje esančius prietaisus, siekiant sutaupyti elektros energijos bei valdyti išmanaus būsto aplinką.



2 pav. Trijų žingsnių grįžtamojo ryšio užtikrinimo struktūra.

Apibrėžti kriterijai priklauso nuo siektino sprendimo tikslo (išmanios aplinkos parametrų pakeitimo greitis, elektros energijos sąnaudos, ribotos naudojimo galimybės įvertinimas ir kt.). Pagal kriterijus ir valdymo prioritetus turi būti rekomenduojamas veiksmingiausias sprendimas. Sprendimas validuojamas remiantis valdymo rezultatu, kurį sudaro naudojamos galios charakteristikos ir aplinkos parametrų pasikeitimas. Įprastas grįžtamojo ryšio sprendimas susideda iš įėjimo $R(s)$, tiesioginio kelio $G(s)$, grįžtamojo ryšio kelio $H(s)$ ir išėjimo. Pritaikius sprendimą, skirtą įrangai valdyti prie energijos valdymo sistemos, atsiranda duomenų perdavimo ryšys tarp komandų valdymo modulio (CMM) ir įprastinio grįžtamojo mechanizmo įėjimo $R(s)$. Pritaikius tą

patį grįžtamojo ryšio principą galima koreguoti sprendimo priėmimo sistemos parametrus, kurie leistų nustatyti tikslesnį sprendinį.

Išvados. Straipsnyje pateikiami išmanaus būsto automatinio galios elektronikos prietaisų valdymo sprendimai, kurie leidžia autonomiškai priimti reguliavimo sprendimus. Siūlomi sprendimai projektuojami ir kuriami išmaniojo būsto sistemos architektūrai, skirtai elektros energijos taupymui.

Literatūra

- Žulkas E., Artemčiukas E., Dzemydienė D. et al. 2015. Energy consumption prediction methods for embedded systems // Ecological vehicles and renewable energies (EVER): 10th Item. Conf. on March 31-April 2, 2015, Monaco. [Monte-Carlo]: IEEE, p. 1-5.
- Lee D., Cheng C. 2016. Energy savings by energy management systems: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews, (56), April 2016, 760–777.

AUTORIŲ SĄRAŠAS

Andrašūnas Vaidotas.....	13	Jankauskienė Rita	13
Arbačiauskas Kęstutis	177	Janutėnienė Jolanta	32, 91
Bagdanavičiūtė Ingrida	145	Jarmalavičius Darius.....	235, 240
Bagočius Donatas.....	18	Jokšas Kęstutis.....	181
Baltranaitė Eglė.....	74	Kasorienė Jūratė.....	87
Barisevičiūtė Rūta	149	Kasperovičienė Jūratė.....	101
Baronaitė Ugnė	163	Kataržytė Marija	74
Berneckytė Živilė.....	23	Kelpšaitė-Rimkienė L.	153
Bitinas Albertas.....	27	Kontautas Antanas.....	121, 158
Bogdevičius Marijonas.....	32, 228	Kregždys Žilvinas.....	78
Bogdevičius Paulius	32, 228	Kriaučiūnienė Jūratė	83
Bresciani Mariano	211	Lesutienė Jūratė	87, 121, 140, 171
Bulbenkienė Violeta.....	55, 166, 197	Liaugaudaitė Simona	74
Burškytė Vilma	37	Ložys Linas.....	52, 71, 87
Chuševė Romualda.....	41	Lujanienė Galina.....	149
Crawford Rory	106	Makaras Tomas.....	101
Čerka Jonas	46	Malejevas Vitalijus	149
Čerkasova Natalja	74	Marčiukaitis Mantas	64
Dabulevičienė Laima.....	32	Mazur-Marzek Hanna	140
Dailidienė Inga	153	Metrikaitė Dovilė.....	91
Dainys Justas.....	52, 71, 87	Mėžinė Jovita.....	74, 96
Damušytė Aldona.....	27, 235	Misiūnas Gvidas	46
Daukšys Vygintas.....	214	Montvydienė Danguolė.....	101
Daunys Darius.....	41	Morkūnas Julius.....	64, 106
Delfour Fabienne.....	233	Morkūnė Rasa.....	64
Djačkov Vasilij	46	Narščius Aleksas.....	18, 64
Dzemydienė Dalė	110, 244	Naujikienė Ramutė	110
Eglynas Ovidijus	55	Navaišinskienė Judita.....	115
Eglynas Tomas	32	Nekrošienė Rita	117
Ertürk Ali	96	Nika Nerijus.....	121, 127
Fedorovič Julija.....	240	Nikitin Vadim	32
Ferrarin Christian	96	Norkevičius Lukas	46
Gadal Sebastien.....	60	Olenin Sergej	132
Gailiūšis Brunonas	83	Olsson Jens	71
Galiniienė Jelena	60	Paškauskas Ričardas	101
Galkus Arūnas	181	Petkevičiūtė Eglė.....	136
Garnaga-Budrė G.	127, 149	Pilkaitytė Renata.....	87, 140
Gasiūnaitė Zita R.....	64, 87, 121	Povilanskas Ramūnas	207
Gedminienė Laura	202	Preibys Dominykas	145
Giardino Claudia	211	Pupienis Donatas	235, 240
Grinienė Evelina.....	121	Pūtys Žilvinas	52, 87
Gudaitytė Ingrida	66	Rakauskas Vytautas	127
Guseinoviienė Eleonora	244	Raudonikis Liutauras	64, 106
Jakubavičiūtė Eglė	52, 71	Raudonytė-Svirbutavičienė E.	181

Razinkovas-Baziukas A.	96, 136, 211	Špučys Deimantas	197
Razmas Saulius	32	Šulčius Sigitas	101
Razmuviėnė Liuda	117	Švagždys Arvydas	192
Remeikaitė-Nikienė N.	127, 149	Taraškevičius Ričardas	202
Rukšėnienė Viktorija	18, 153	Tarzia Marguerite	106
Rulevičius Rokas	101	Umgiesser Georg	74, 96
Sakas Remigijus	158	Urbis Arvydas	207
Samuilovienė Aurelija	163	Vaičiūtė Diana	211
Schernewski Gerald	74	Vaikutienė Giedrė	27
Silkauskas Linas	166	Verkulevičiūtė-Kriukienė D.	60
Skabeikis Artūras	171	Zaiko Anastasija	163
Škaisgirienė Audra	91	Zamiatina Nadežda	214
Solovjova Sabina	175	Zemlys Petras	96
Stakėnas Saulius	127	Zobėlaitė-Noreikienė G.	219
Stakėnienė Rimutė	181	Zolubas Tomas	192
Stankevičius Algirdas	149	Žydelis Ramūnas	223
Statkus Romas	121	Žygienė Rasa	32, 228
Suzdalev Sergej	185, 202	Žilienė Rūta	233
Šiaulys Andrius	163, 171	Žilinskas Gintautas	235, 240
Šidagytė Eglė	177	Žulkas Evaldas	244
Šniaukštaitė Viktė	177		

