



5-oji mokslinė – praktinė konferencija

JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI - 2011

Konferencijos medžiaga

2011 balandžio 13-15
Palanga

Klaipėda, 2011

Leidinio spausdinimas finansuojamas iš ES fondų pagal 2007-2013 m. „Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos“ 3 prioriteto „Tyrėjų gebėjimų stiprinimas“ VP1-3.1 ŠMM-05-K priemonę Tematinių tinklų, asociacijų veiklos stiprinimas vykdant projektą „Asociacijos „Baltijos slėnis“ veiklos stiprinimas (BALTIJA)“.

LEIDINIŲ RECENZAVO: Dr. Nerijus Blažauskas, Dr. Darius Daunys,
Dr. Zita Gasiūnaitė, Dr. Saulius Gulbinskas

LEIDINIŲ REDAGAVO: Rosita Milerienė, Ilona Minevičiūtė

LEIDINIO VIRŠELIS: Vitalija Gasiūnaitė
Viršelio nuotraukos autorius Saulius Gulbinskas

Leidinyje pateikiama 5-osios mokslinės-praktinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai 2011“, kuri vyko 2011 metų balandžio 13-15 dienomis, Palangoje, pranešimų medžiaga.

Konferencijos pranešimuose analizuojama Baltijos jūros raida, ekologinės Baltijos jūros problemos, Baltijos jūros regiono vystymasis, globalūs pokyčiai ir kranto zonos problemos, pajūrio ir jūrinių teritorijų planavimas bei integruotas kranto zonos valdymas.

KONFERENCIJOS „JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI 2001“ ORGANIZATORIAI:



Asociacija „Baltijos slėnis“

Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos
tyrimų ir planavimo institutas

KONFERENCIJOS INICIATORIAI:

LR Aplinkos ministerija,
Aplinkos apsaugos agentūra,
Žuvininkystės tarnyba prie LR Žemės ūkio ministerijos,
Palangos m. savivaldybė,
Krantotyros komisija prie Lietuvos mokslų akademijos,
Klaipėdos universitetas,
Vilniaus universitetas,
Gamtos tyrimų centras,
Lietuvos energetikos institutas.

ORGANIZACINIS KOMITETAS:

dr. Saulius Gulbinskas, Asociacijos „Baltijos slėnis“ direktorius,
dr. Zita Rasuolė Gasiūnaitė, KU BPATPI direktorė,
dr. Nerijus Blažauskas, KU BPATPI.

MOKSLINIS KOMITETAS:

dr. A. Bitinas, KU BPATPI,
dr. I. Dailidienė, KU GMMF,
prof. A. Grigelis, Lietuvos mokslų akademija,
dr. K. Jokšas, GTC,
prof. K. Kilkus, VU,
prof. J. Kriaučiūnienė, LEI,
prof. S. Olenin, KU BPATPI,
dr. R. Paškauskas, GTC,
dr. A. Razinkovas-Baziukas, KU BPATPI,
dr. R. Repečka, GTC,
dr. A. Stankevičius, Jūrinių tyrimų departamentas,
L. Stoškus, AAA,
prof. R. Žaromskis, KU BPATPI.

KONFERENCIJĄ IŠ DALIES FINANSUOJA EUROPOS SAJUNGA:



Konferencija dalinai finansuojama iš ES fondų pagal 2007-2013 m. "Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos " 3 prioriteto " Tyrėjų gebėjimų stiprinimas" VP1-3.1 ŠMM-05-K priemonę Tematinių tinklų, asociacijų veiklos stiprinimas vykdant projektą "Asociacijos "Baltijos slėnis" veiklos stiprinimas (BALTIJA)".

KONFERENCIJOS RĖMĖJAI:



PRATARMĖ

Jūsų rankose – penktosios kasmetinės konferencijos „Jūros ir krantų tyrimai - 2011“ medžiaga. Šie kasmetiniai jūrinėse mokslo kryptyse dirbančių mokslininkų susibūrimai prasidėjo 2007 metais ir, sprendžiant pagal dalyvių skaičių bei besiplečiantį interesų ratą, įgyja vis daugiau populiarumo.

Šiuolaikinis jūrinis mokslas reikalauja tarpdisciplininių žinių ir glaudaus mokslininkų bendradarbiavimo – tiek šalies viduje, tiek ir tarptautiniu mastu. Tačiau, siekiant konkuruoti tarptautinėje mokslinėje rinkoje ir realizuoti Lietuvos, kaip jūrinės valstybės prioritetus, pirmiausia turime sukonzentruoti mūsų šalyje ir užsienyje dirbančių lietuvių mokslininkų potencialą.

Jūros mokslai Lietuvoje šiandien susiduria su naujais iššūkiais ir galimybėmis. 2009 m. pagaliau pradėta įgyvendinti Jūrinio slėnio programa. Kuriamą moderni infrastruktūra sudarys geras sąlygas atlikti kokybiškus tyrimus jūroje ir laboratorijose, todėl būtina pasiekti, kad naujos galimybės būtų optimaliai išnaudojamos ir prieinamos visiems jūrinių krypčių mokslininkams, skatintų naujas žinias ir technologijas.

2009 m. Europos komisija patvirtino Baltijos jūros regiono strategiją ir veiksmų planą. Ši strategija yra ypač svarbi visam Lietuvos jūriniam mokslui, nes jos prioritetų neįmanoma įgyvendinti be naujų Baltijos jūros ir kranto zonos tyrimų, jūrinių technologijų kūrimo. Strategijoje taikomas integruotas požiūris į aplinkosaugą ir ekonomiką, ji apjungia projektus skirtus geros Baltijos jūros būklės išsaugojimui ir darniai regiono ekonominei plėtrai. Jūriniam mokslui aktualūs Lietuvos prioritetai strategijoje yra susiję su jūrų transporto jungtimis, energetiniu saugumu, inovacijomis, universitetų bendradarbiavimu, saugia ir aplinkos neteršiančia laivyba, žuvininkystės plėtra, Baltijos jūros taršos mažinimu.

Viena iš svarbių strategijos priemonių yra Europos sąjungos BONUS programa, kurios tikslas – skatinti mokslinius tyrimus, skirtus Baltijos jūros regiono ateičiai.

Konferencijos tematika glaudžiai siejasi su krantotvarkos, Klaipėdos ir Šventosios uostų, žuvininkystės, aplinkosaugos ir kitomis jūriniam sektoriui aktualiomis praktinėmis problemomis.

Tikimės, kad konferencija „Jūros ir krantų tyrimai – 2011“ paskatins naujas idėjas, bendrų projektų iniciatyvas ir prisidės prie jūrinio mokslo plėtos, reikalingo Lietuvos ir viso Baltijos regiono jūrinių interesų įgyvendinimui.

Organizacinio komiteto vardu,

Saulius Gulbinskas

TURINYS

Grigelis A. „Akademikas Vytautas Gudelis - asmenybės traukos laukas. (Knygos pristatymui)	10
Olenin S., Gasiūnaitė Z., Gulbinskas S., Daunys D., Kataržytė M. Lietuvos jūrinio mokslo ir studijų integracija	21
Bacevičius E., Kregždys Ž., Toliušis Š., Petrėnaitė D., Špėgys M. Žuvų stebėseną Būtingės naftos terminalo plūduru rajone (473 žvejybos kvadratas)	27
Bajerčiūtė A., Pupienis D. Baltijos jūros centrinės dalies vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo kaita 1971 - 2009 m.	35
Bernotaitė R. Šventosios uosto likimas XX a.	41
Blažauskas N., Anusauskas F., Suzdalev S. Suskystintų dujų terminalo statybos Lietuvoje planavimas	44
Bučas M. Daugiamėčio raudondumblio (<i>Furcellaria lumbricalis</i>) augimvietės pokyčiai keičiantis vandens skaidrumui: scenarijų analizė	48
Burškytė V., Belous O. Cheminės taršos patekimo rizikos vertinimas Klaipėdos uoste	53
Damušytė A., Grigienė A., Bitinas A., Šlauteris A., Šeirienė V., Molodkov A. Šventosios apylinkių (Vakarų Lietuva) pleistoceno storumės viršutinės dalies stratigrafijos bruožai	60
Daunaravičienė A., Morkūnienė R., Styra D. ⁹⁰ Sr tūrinio aktyvumo kaita Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenyse 2004–2009 m.	67
Daunys D., Šečkus J., Damušytė A., Bitinas A., Zakarauskas M. Moreninių gūbrių kilmės tyrimai pietrytinėje Baltijos jūroje	71
Daunys D., Zaiko A., Šiaulys A. BQI indekso taikymas Lietuvos Baltijos jūros priekrantės dugno ekologinės būklės klasifikacijai	74
Demereckienė N. Daugiamėčiai šakotausių vežiagyvių (<i>Cladocera</i>) pokyčiai Baltijos jūros dampingo rajone	78
Didrikas T., Kubilius R. Mizidžių monitoringo perspektyvos panaudojant daugiadažnės hidroakustikos metodą	81
Dovydaitytė A., Ruginis T. Uodo trūklio (Chironomidae) lervų erdvinis pasiskirstymas centrinėje ir šiaurinėje Kuršių marių dalyse	89

Fedotova J. Priešnerštinių verslinių strimelių (<i>Clupea harengus membras</i> L.) sankaupų pagrindinės biologinės charakteristikos LEZ pavasarį 2010 m.	91
Galkus A., Stakėnienė R., Jokšas K., Lagunavičienė L. Skirtingo užterštumo arealų formavimasis Klaipėdos uosto akvatorijoje	96
Gelžinis A., Verikas A., Bačauskienė M., Olenina I., Olenin S. Automatinis svetimkraštės šarvadumblių rūšies <i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) Schiller ląstelių aptikimas fitoplanktono skaitmeniniuose vaizduose	101
Gerok D. Baltijos jūros Lietuvos akvatorijos seisminis iširtumas	109
Gulbinskas S., Suzdalev S. Uostuose iškasamo grunto tvarkymo optimizavimas	110
Jasaitis D., Pečiulienė M. Radono skilimo produktų Kuršių Nerijoje tūrinių aktyvumų tyrimai	114
Karosienė J., Paškauskas R. Fitobentosas ir jo reikšmė estuarinių lagūnų pakrantės tyrimuose	118
Kazlauskienė N., Vosylienė M.Z., Svecevičius G., Burba A., Marčiulionienė D., Montvydienė D., Taujanskis E., Slučkaitė A. Biologinių testų komplekso taikymas vertinant vandens aplinkos toksiškumą	122
Kelpšaitė L. Bangų modelio SWAN taikymas Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje	132
Kontautas A., Zolubas T. Žvejybos verslo patirtų nuostolių dėl kitos ūkinės veiklos Baltijos jūros priekrantėje kompensavimas	134
Koreivienė J., Kasperovičienė J., Karosienė J. Cianotoksinai hidroekosistemose: priežastys ir pasekmės	139
Kriauciūnienė J., Gailiūšis B. Uostų plėtra įvertinant hidrodinamikos veiksnius	147
Lagunavičienė L., Jokšas K., Stakėnienė R., Galkus A. Organinė anglis Klaipėdos sąsiaurio vandens storumėje	152
Laurekaitė G., Zaiko A., Olenin S. Biologinių invazijų poveikis vandens kokybės parametrams	157

Lujanienė G. Radioaktyvių ir stabilių izotopų panaudojimas jūriniuose tyrimuose	161
Mickuvienė K. Specifinių tikslų analizių parinkimas naftos išsiliejimui apibūdinti	166
Morkūnas J. Castren K. Gulbių giesmininkių (<i>Cygnus cygnus</i>) ir mažųjų gulbių (<i>C. Columbianus</i>) svarbiausios poilsio ir maitinimosi vietos Nemuno deltos regione	174
Morkūnienė R. ¹³⁷ Cs pasiskirstymas Kuršių nerijos jūros kranto zonoje	176
Narščius A., Olenin S., Zaiko A. Svetimkraščių rūšių registravimo ir poveikių vertinimo sistema	179
Näslund J., Didrikas T., Šaškov A. Strimėlių nerštaviečių kartografavimas Lietuvos priekrantėje	183
Navašinskienė J., Dailidienė I. Klimato kaita: Pajūrio krašto 2010 metų kontrastai ir ekstremalumas	192
Olenina I. Naujų pietryčių Baltijos jūros regionui halofilinių titnagdumblių rūšių daugiametė dinamika	197
Pakamorienė A. Klaipėdos uosto veiklos ribos sausumoje ir užjūryje	200
Pečiulienė M., Jasaitis D. Jonizuojančiosios spinduliuotės kaita Kuršių Nerijos pajūrio juostoje	205
Petraitis A. Dančiasnapių pavasarinė migracija Palangos pajūryje	208
Petraitis A., Uznytė R. Paukščių tyrimai vėjo elektrinių parke Kretingos rajone	210
Plauška K., Jankauskienė R. Upinių plekšnių jauniklių (<i>Platichthys flesus trachurus</i> , Duncker) erdvinis pasiskirstymas ir mityba Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje	212
Pupienis D., Žilinskas G., Jarmalavičius D. Nemuno avandelta paskutinaime šimtmetyje	217
Pustelnikovas O. Užterštumo vizija nuosėdų cheminės sudėties kaitos Baltijos raidoje duomenimis	224
Repečka R. Praeivių žuvų rūšių gausumo pokyčiai Baltijos jūros priekrantėje ir Kuršių mariose	227
Statkus R. Dugninių tralų selektyvumo savybių tyrimai	232

Šaškov A. Video mozaikos metodo panaudojimas povandeniniams tyrimams	238
Šiaulyš A., Daunys D., Bučas M., Bacevičius E. Dugno rajonavimas pagal vertę bentofagių žuvų mitybai	239
Taraškevičius R. Klaipėdos miesto pedogeocheminis vertinimas: 2010 metai	240
Tarvydienė D. Bretlingio (<i>Spratus spratus Balticus</i>) amžiaus nustatymo metodologija	246
Vaičiūtė D. In situ ir MERIS Envisat nustatytų bio-optinių vandens parametrų validacija Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenyse	248
Vaikutienė G., Olenina I. Titnagdumbliai Kuršių marių fitoplanktone ir paviršinėse dugno nuosėdose	251
Visakavičius E., Bagdanavičiūtė I. Lietuvos akvatorijos geologinis kartografavimas	255
Vitonytė I., Kasperovičienė J. Ar upių fitobentosas aktualus rengiant tarpinių ir priekrantės vandenų ekologinės būklės klasifikacinę sistemą?	260
Zemlys P., Ferrarin Ch., Umgiesser G. Kuršių marių ir Baltijos jūros vandens apykaitos bei antropogeninės įtakos jai modeliavimas	264
Zolubas T. Menkių išteklių būklė ir pastangos sumažinti išmetimus Baltijos jūroje	265
Žaromskis R., Gulbinskas S. Smėlio nešmenų migracijos ypatumai Baltijos jūros Lietuvos žemyniniame krante	272
Žilinskas G. Uosto atstatymo įtaka poilsiautojų sklaidai Šventosios rekreacinėje zonoje	277

AKADEMIKAS VYTAUTAS GUDELIS – ASMENYBĖS TRAUKOS LAUKAS (KNYGOS PRISTATYMU)

*Ir manyje ši sąsąuka varpų iš pamario atbunda,
Vos mano mintys praeitin nuklysta /
V. Gudelis. Pamario varpai*

Algimantas Grigelis

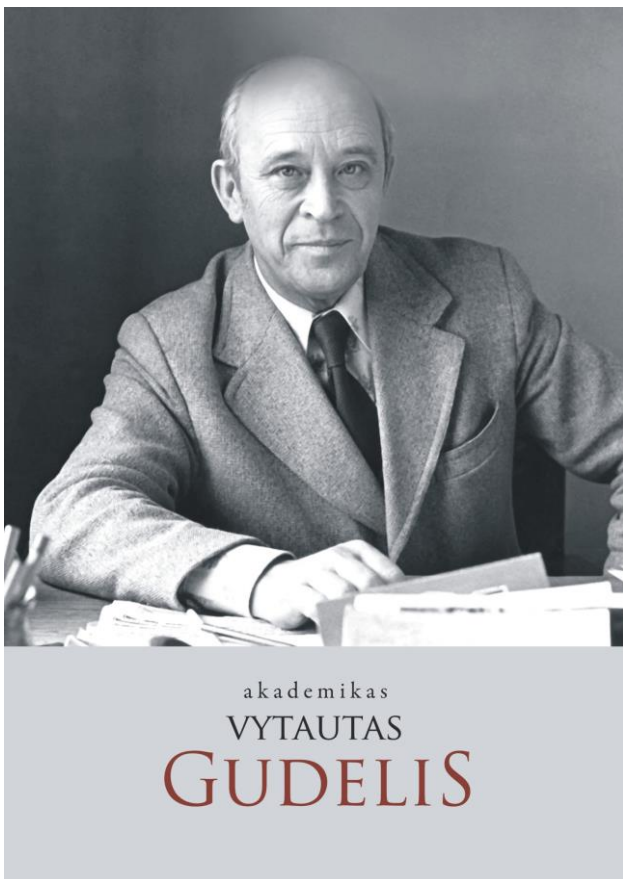
*Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius,
algimantas.grigelis@geo.lt*

Lietuvos mokslų akademijos tikrasis narys, Upsalos universiteto garbės daktaras, profesorius, habilituotas mokslų daktaras Vytautas Gudelis (1923–2007) šešis dešimtmečius savo gyvenimo metų paskyrė Baltijos jūrai, jos krantų ir gelmių sandaros tyrinėjimui. Akademikas V. Gudelis dirbo Lietuvos mokslų akademijos institute: Geologijos ir geografijos, Geografijos, Ekologijos. V. Gudelis išplėtojo Lietuvos pajūrio krantų bei Baltijos jūros raidos ir paleogeografijos tyrimus, buvo aktyvus mokslo visuomenės veikėjas. Jo indėlis į Lietuvos geologijos ir geografijos mokslo krypties raidą yra ypač žymus. Akademiko Z. R. Rudziko žodžiais, *Vytauto Gudelio mokslinė kūryba yra labai vertinama, o jo mokslininko autoritetas – nepralenkiamas*. V. Gudelio moksliniai darbai buvo skelbiami Lietuvos ir užsienio šalių mokslo leidiniuose ir periodikoje, jo darbų sąrašas yra 800 įrašų. Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių bibliotekos Rankraščių skyriuje saugomas didžiulis—1700 vienetų V. Gudelio asmeninis fondas.

Pristatoma knyga¹ – tai bandymas atspindėti Vytauto Gudelio – mokslininko – gyvenimo kelią, nušviečiant jo plačiašakę mokslinę ir pedagoginę veiklą, taip pat jo polinkį į poeziją, lingvistiką, istoriją – visa tai, kas persmelkta jūros alsavimo, nerijos vaizdų žavesio, senųjų pajūrio ar pamario žmonių, kurių jis daugelį pažinojo, kalbos turto, išminties, patyrimo ...

Knygos apie Vytautą Gudelį imtis paskatino keletas aplinkybių. 1992 m., man tapus Mokslų akademijos nariu, akademikas Vytautas Gudelis buvo Geomokslų sekcijos pirmininkas, *Baltica* metraščio vyriausiasis redaktorius. Pamažu šią veiklą jis perdavė man, tačiau nuolat domėjosi geomokslų būkle, naujovėmis. Ypač rėmė Baltijos jūrai skirtą mokslinio leidinio *Baltica* atgaivinimą. Tai pavyko padaryti, kai šis metraštis tapo tarptautiniu pripažintu recenzuojamu geomokslų žurnalu.

¹ *Akademikas Vytautas Gudelis / sudarytojas ir mokslinis redaktorius Algimantas Grigelis.* – Klaipėdos un-to l-ka, 2011, 364 p. : iliustr.



akademikas
VYTAUTAS
GUDELIS

Knygos Akademikas Vytautas Gudelis viršelis, 2011

Yra ir dar viena aplinkybė, paskatinusi rašyti knygą apie Vytautą Gudelį. Būdamas paleontologu, stratigrafu, „lauko“ geologu, dirbau prekarterio geologijos srityje, tyrinėjau mezozojaus ir kainozojaus geologinę istoriją, Baltijos jūros geologinę sandarą, tektoniką, paleogeografiją. Su akademiku bendrų tyrimų nevykdėme, tačiau pastaruoju dvidešimtmečiu teko su juo daug bendrauti. Galėdavome ilgai įvairiausiomis temomis kalbėtis, reikšti nuomones, diskutuoti. Todėl manau galįs —lyg ir šiek tiek iš šalies —peržvelgti ir įvertinti jo mokslinę kūrybą. Knygos rengimo ėmiausi 2007 metų rudenį. Tačiau po kiek laiko darbas pradėjo strigtį. Supratome, kad reikia šiek tiek sustoti, nuodugniau peržvelgti labai gausų akademiko palikimą, ypač jo archyvo duomenis, atrinkti išpūdžius, įprasminti apibendrinimus. Tam ir reikėjo šių poros metų.

Klaipėdos universiteto rektorius prof. Vladas Žulkus šios knygos įžangos žodyje, rašo:²

„... Nesuklysimė pasakę, kad akademikas Vytautas Gudelis paliko ryškų pėdsaką geografijos, kvartero geologijos, paleogeografijos, Baltijos jūros istorijos mokslo srityse, sukūrė krantotyros mokyklą, rengė ir leido žodynus, rinko ir kūrė marinistikos terminus. Visa jo daugiašakė veikla buvo nuolatos orientuota į Baltijos jūros, Kuršių nerijos ir marių, viso Vakarų Lietuvos pajūrio regiono raidos problemas ... Puikus mokslo organizatorius, itin iškalbus, V. Gudelis buvo nuolatinis mokslinių konferencijų, pasitarimų, įvairių tarybų, redakcinių kolegijų, komisijų narys, aktyviai atstovavo Lietuvos mokslų akademiją, Geologijos ir geografijos institutą, vėliau Geografijos skyrių tarptautiniuose projektuose, pats juos su kitais rengė ir jiems vadovavo. Vienas jo mėgiamų posakių buvo „navigare necesse est“. Ši knyga apie mokslininko gyvenimą ir laiką, prisilietimas prie Akademiko mokslinio paveldo, bruožas Lietuvos mokslo istorijai, mokslotyrai ir biografistikai.“

Mokslinis palikimas

V. Gudelis autobiografijoje taip apibūdino savo mokslinę veiklą:³

„Mano mokslinio darbo diapazoną ir atskiras sritis nulėmė įgytos geografo ir geologo specialybės ... Nemaža reikšmės turėjo svetimų kalbų mokėjimas bei kalbotyros ir archeologijos studijavimas ... Savo mokslinio darbo apžvalgą pateikiu pagal mokslinio tiriamojo darbo sritis ir kryptis:

- 1. Baltijos jūros paleogeografija ir geologija.*
- 2. Jūros krantų ir kopų dinamika.*
- 3. Kvartero darinių stratigrafija ir geomorfologija.*
- 4. Neotektonika.*
- 5. Toponimika ir leksikografija.*
- 6. Gamtosauga ir ekologija.*

1956–1993 metais buvau 26 daktarinių disertacijų mokslinis vadovas. Darbą įvairiose tarptautinėse organizacijose 1960–1993 m. laikau vienu iš didesnių mano mokslinės ir mokslinės -organizacinės veiklos pasiekimų...”

Akademiko Vytauto Gudelio mokslinis palikimas – tai mokslo leidiniai ir knygos, moksliniai ir populiarūs straipsniai, aktualūs interviu, pastebėjimai,

² Žulkus, V., 2011. Bruožas Baltijos jūros istorijai. – *Kn. Akademikas Vytautas Gudelis*, Klaipėdos un–to I–kla, 5.

³ Akademiko Vytauto Gudelio autobiografija. *Kn. Akademikas Vytautas Gudelis*, Klaipėdos un–to I–kla, 2011, 15–23.

rankraščių ir korespondencijos archyvas. Pristatomoje knygoje aptariami svarbiausieji jo mokslo darbai, parodyti per paties akademiko mokslo filosofijos prizmę. Jo rengtų knygų temos ir turiniai atspindi jo gebėjimą suvokti to meto aktualią mokslinę problemą, iškelti idėją, apibendrinti tyrimų rezultatus, patraukliai pateikti savo pažiūras visuomenei.

Jo pirmosios 1960-ųjų metų knygos – tai tarsi dar maži srauteliai, dar tik upeliai savo ištakose, kaip Nemuno ar Neries pradžia Naročės takoskyroje, kurie toliau plėtėjo, gilėjo ir galop sukūrė tą galingą srautą, kuriame būti profesorius jautė savo pašaukimą. Tas srautas – tai Kuršių marios, Baltijos jūra ir tarp jų įsiterpusi Kuršių nerija, jų praeitis, jų raida, jų dabartis ir ateitis. Pirmosiomis publikacijomis jaunas mokslininkas, ką tik perkopęs 30-metį, įgijęs pirmąjį mokslo laipsnį, veržliai užakcentavo savo tyrimų kryptį, savo mokslines nuostatas. Kodėl nuo jų pradėta vagoti jūrinių tyrimų klotus, pirmosios knygos pratarinėje autorius rašo:⁴

„ Baltijos jūra traukia prie savęs ne tik poilsiautojus ir turistus, bet ir mokslo darbuotojus, gamtininkus. Pati gamta mūsų pajūryje yra įrengusi retą laboratoriją paukščių ir žuvų gyvenimui stebėti, kopų susidarymui ir jų slinkimui, jūros kranto vystymuisi tirti. Šie tyrimai svarbūs ne tik mokslui, bet ir praktinei veiklai.

Baigdamas apybraižą autorius primena skaitytojui, koks nepaprastai įdomus ir patrauklus yra šeštasis arba žydrasis žemynas, kuriam priklauso ir Baltijos jūra“.

Autoriaus tekstas vietomis lyrinis, vietomis dalykinis, tačiau beletristinis:

„ Toli vakaruose, kur kasdien baigiasi diena, kur saulė pasineria į Baltijos bangas, tįso plonutis sausumos rėžis – Kuršių nerija. Už jos, atitvertos nuo atviros jūros bangų, raibuliuoja Kuršių marios, kuriose plačiai išsilieja Nemuno upyno vandenys, subėgę iš visų mūsų gimtojo krašto kampelių. Kuršių nerija ir marios – dvi seserys. Jos gimė ir augo kartu, todėl mes jų ir neišskirkime. ... Kam lemta, tas gal išgirs ir nerijos kopų muziką.“

Autorius daug kartų lankė Kuršių neriją ir dirbdamas, ir mintydamas. 1983 m. tas mintis išsakė eilėse *Nerijai*:

„Ačiū Tau, Nerija, už viską! Už žmogiškąją laimę, džiaugsmą ir svajas.

Už tai, kad leidai man Tave pamilti ir atskleidei man nuostabias savos sielos gelmes!“

1968 m. V. Gudelis apgina antrąjį disertacinį darbą *Pabaltijo reljefas ir kvartero dariniai*, įgydamas geografijos mokslų daktaro (dabar – habilituoto

⁴ —, *Kuršių nerija ir marios. Albumas. Lietuvos gantos vaizdai*. Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla, Vilnius, 1960.

daktaro) mokslinį laipsnį. 1969 m. jam suteikiamas profesoriaus mokslinis vardas. 1973 m. šis veikalas išleidžiamas Vilniuje.⁵ Jame autorius išanalizavo ir apibendrina aktualius Pabaltijo kvartero periodo geologijos ir paleogeografijos, Baltijos jūros istorijos, geomorfologijos ir neotektonikos klausimus. Knygos *motto* būtų galima nusakyti tokiais autoriaus žodžiais: *Geologinė praeitis palaiptams tampa geografinė dabartimi*. Plati autoriaus ir kitų tyrėjų medžiaga, nuoseklus dėstymas, geros iliustracijos, įdomūs apibendrinimai ir taiklūs pastebėjimai lėmė knygos populiarumą. Porą dešimtmečių, iki atsirandant skaitmeninėms technologijoms, ši V. Gudelio knyga buvo svarbus mokslinių duomenų apie Pabaltijo kvarterą šaltinis, buvo plačiai žinoma ir cituojama. Kai kurios V. Gudelio šioje knygoje išsakytos mintys tapo chrestomatinės:

„...Svarbiausiųjų genetinių reljefo tipų ir jiems atitinkančių nuogulų kompleksų pasiskirstyme stebimas tam tikras dėsningumas, o būtent – zoniškumas, ...kuris pasireiškia kraštinių ledyninių nuogulų juostų (zonų) ir tarpinių lyguminių arba silpnai kalvotų dugninių morenų plotų kaitaliojimu. ... Pabaltijo ledyninio reljefo zoniškumas atspindi ledyno dangos degradacijos etapus, t. y. degiaciacijos proceso pertraukiamumą, kuomet keitėsi stipresnio ir silpnesnio ledo tirpimo laikotarpiai.

– ...Kontinentinio ledyno atsitraukimo greitis ir pobūdis skirtinguose Pabaltijo rajonuose atskirų stadijų ir fazių metu buvo skirtingas (118 p.). ...Pilną paskutiniojo kontinentinio apledėjimo raidos ciklą galima pavaizduoti kaip asimetrinę zigzagišką kreivę, ...kurioje atsispindi skirtingi ledyninių dangų pasistūmimo ir atsitraukimo greičiai, o taip pat ir ritmiškas-svyruojamasis jų raidos pobūdis.

– ...Svarbiausias kvartero geologijos uždavinys – patikimo ir pakankamai tikslaus nebylių, mineralogeninių kvartero nuogulų stratigrafinio suskirstymo metodo sukūrimas. ...Autorius įsitikinęs, kad tiksliai radiogeologinių metodų sukūrimas ir taikymas leis sudaryti patikimą kontinentinių ledyninių nuogulų stratigrafijos pagrindą ir užtikrins patikimą regionines koreliacijas.

– ...Mes sutinkame, kad kvartero periodo stratigrafijos pagrindu turėtų būti klimatostratigrafijos (ritmostratigrafijos) principas, nes jis geriausiai atspindi gamtinių sąlygų kaitą ir, atitinkamai, nuosėdų susidarymo ir kaupimosi procesą.

– ...Naujausiems [tektoniniams] kvartero periodo Pabaltijoje judesiams būdinga svyruojamoji, aiškiai ritmiška Žemės plutos judėjimo eiga. Dabartiniai judesiai yra natūralus vėlyvojo holoceno tektoninių judėjimų tęsinys.

⁵ —, Рельеф и четвертичные отложения Прибалтики. "Минтис", Вильнюс, 1973.

– ...Kontinentiniai apledėjimai (gliacioizostazijos faktorius) – tai naujas ir galingas procesas, specifiskai paveikęs kvartero periodo neotektoninių judėjimų pobūdį. Tai leidžia kalbėti apie kvarterinį neotektoninių judėjimų Pabaltijyje tipą.“

Praėjus trejiems metams, Mokslų akademijos Geografijos skyrius Vilniuje išleidžia kolektyvinę monografiją, skirtą Baltijos jūros geologijai.⁶ Vienas jos redaktorių buvo Emilis Jemeljanovas.⁷ Rankraštį parengė Kaliningrado Okeanologijos instituto Atlanto skyriaus mokslininkai. Knygą buvo pasiūlyta išleisti Vilniuje, nes Rusijoje esą tam nebuvo lėšų. V. Gudelis sutiko tapti knygos redaktoriumi ir leidėju. Jo indėlis į šios knygos sudarymą yra labai svarus. Be keleto skyrių, joje jis paskelbė savo 1974 m. sudarytą naują suvestinę *Pabaltijo paleogeografinės raidos vėlyvajame ledynmetyje ir poledynmetyje schemą*. Ši monografija buvo gerai žinoma tarp rusiškai skaitančių mokslininkų. 1982 m. buvo išversta į lenkų kalbą, prof. Edwardo Rühle papildyta skyriumi apie pietinės Baltijos dalies geologiją.⁸ Tačiau dėl kalbos barjero knyga liko nenaudojama angliškai kalbančių šalių skaitytojo.

1961 m. 6-ajame INQUA kongrese Varšuvoje buvo įkurta Baltijos krantinių linijų pakomisė (angl. Subcommission on Baltic Shorelines), vėliau, 8-ajame INQUA kongrese Paryžiuje (1969) pavadinta Šiaurės Europos krantinių linijų pakomisė. Jos pirmininku tapo Heinzas Kliewe (Greifswaldas), vicepirmininkais – V. Gudelis (Vilnius) ir A. J. Wiggersas (Amsterdamas), sekretoriumi – Larsas Königas Königssoonas (Uppsala). Komisijos veiklos išdavoje buvo įsteigtas tarptautinis metraštis *Baltica*, kurio 1–sis tomas išėjo Vilniuje 1963 m., o 1974 m. buvo pradėta rengti monografijas apie Baltijos, Šiaurės ir Airijos jūrų kvartero istoriją. Pirmoji monografija „*The Quaternary History of the Irish Sea*“ buvo išleista 1977 m., o 1979 m. dienos šviesą išvydo „*The Quaternary History of the Baltic Sea* ir *The Quaternary History of the North Sea*“. Pastarosios dvi buvo skirtos Upsalos universiteto 500 metų jubiliejui ir 10-ajam INQUA kongresui (1977).

V. Gudelis ir L. K. Königssoonas puikiai tiko būti knygos apie Baltijos kvartero istoriją redaktoriais ir organizatoriais. Knygos pratarmėje Šiaurės Europos krantinių linijų pakomisės pirmininkas H. Kliewe pažymi, kad redaktorių suburta autorių grupė parengė vertingą leidinį, atitinkantį to meto žinių lygį:

„Aš tikiuosi, kad šios knygos išvados nužymės bendrų Baltijos jūros ir jos krantų naudojimo pastangų tęsinį ir dar iki šiol atvirų problemų

⁶ Геология Балтийского моря. Ред. проф. д-р В. Гуделис и канд. геол.-мин. н. Е. М. Емельянов. "Мокслас", Вильнюс, 1976.

⁷ Emeljan Michailovič Jemeljanov, Vilniaus universiteto auklėtinis, okeanologas, profesorius.

⁸ *Geologia morza Bałtyckiego*. Warszawa, Wydawnictwo geologiczne, 1982.

sprendimus. Aš taip pat tikiuosi, kad tai sudarys Baltijos regiono optimalaus naudojimo, aplinkos apsaugos ir aplinkos plėtros pagrindą.“

Šie lūkesčiai išsipildė, knyga įėjo į Baltijos jūros tyrimų istoriją, iki šiol dažnai cituojama. Apibendrinami šios monografijos rezultatus, V. Gudelis ir L. K. Königssonas rašo:

„ Kranto deformacijų tyrimas yra sudėtingas ir labai rizikingas užsiėmimas. Dėl tirtos medžiagos pobūdžio ir taikytų metodų įvairovės pagrindas išvadoms daryti yra labai nevienodas. Kai kurie pamatiniai duomenys yra dar per mažai ištirti, taip kad jeigu šie tyrimai bus plėtojami, mūsų teoriniai samprotavimai apie [Baltijos jūros] raidą greičiausiai gali iš esmės keistis.

– Kada tai įvyks, priklausys nuo to, kokie išteklių bus skirti Baltijos jūros gamtinėms sąlygoms ir kvartero istorijai tirti. Mineralinių išteklių poreikis praeityje iškėlė naujus vyriausybių interesus Baltijoje, kaip ir visuose kituose kontinentinių šelfų rajonuose. Tikėtina, kad be mineralinio pasaulio kartografavimo, krantų deformacijų tyrimai taip pat bus naudingi tokiems interesams. Sutinkamai su tuo mes turime būti pasirengę kurti naujus mūsų žinių apie Baltijos [jūros] baseino gamtines sąlygas pagrindus.“

Toliau redaktoriai konstatuoja, kad Baltijos jūros raidos klasikinis skirstymas į stadijas galioja ir toliau. Esama iškilusių kompleksinių problemų, kur reikia atlikti daugiau tyrimų. Tų problemų įvardijama net trylika. Redaktoriai reiškia viltį, kad ši monografija bus pagrindas naujiems tyrimams pradėti.

V. Gudelio ir L. K. Königssonso bendradarbiavimas tapo jų artimos pažinties ir mokslinės draugystės pradžia. V. Gudeliui 1992 m. buvo suteiktas Uppsalos universiteto garbės daktaro vardas, o L. K. Königssonas 1995 m. buvo išrinktas Lietuvos mokslų akademijos užsienio nariu.

Nuo 1970 m., įkūrus Ekonominės savitarpio pagalbos šalių tarybos (ESPT) Koordinacinį centrą, V. Gudelis tapo ESPT Baltijos jūros geologijos tyrimų koordinatoriumi. Į ekspedicinius tyrimus buvo įtrauktos visos Baltiją supančios šalys, tyrimus jūroje vykdė laivai *Professor Dobrynin, Šelf, Akademik Kurčiatov, Albrecht Penk, Alexander Humboldt, Hidromet, Aranda*. Kaupėsi jūros vėlyvojo kvartero dugno nuosėdų faktinė medžiaga, litologiniais ir paleontologiniais metodais buvo išanalizuoti atraminiai dugno kolonėlių (tarp jų iki 10–15 m ilgio) pjūviai. Gauti litostratigrafijos ir biostratigrafijos tyrimų duomenys 1985 m. buvo apibendrinti knygoje *Baltijos jūros dugno nuosėdų lito- ir biostratigrafija*.⁹ V. Gudelis pažymi, kad ši knyga sudaro trečiąją jo vadinamos *trilogijos* dalį – tai monografijos, išleistos Vilniuje (1976), Upsaloje (1979) ir pastaroji Vilniuje

⁹ *Лито- и биостратиграфия донных отложений Балтийского моря*. Ред. В. Гуделис. Отдел географии Академии наук Литовской ССР, Вильнюс, 1985. [Baltijos jūros dugno nuosėdų lito- ir biostratigrafija].

(1985). Be to, žymų indėlių į Baltijos jūros geologijos pažinimą įnešė monografijos: *Baltijos jūros sedimentacija* (red. A. P. Lisicinas ir E. M. Jemeljanovas, Maskva, 1981) ir *Baltijos jūra* (red. A. Voipio, Amsterdamas–Oksfordas–Niujorkas, 1981). Kartu buvo tyrinėjama ir Kuršių marių geochemija.¹⁰

Minimoje knygoje V. Gudelis padarė teoriniu požiūriu reikšmingų išvadų, pateikė naujai sudarytą bendrąją koreliacinę stratigrafinę schemą, kurioje pirmą kartą pabandyta pateikti jūros dugno sluoksnių (litokompleksų ir litozonų) paleontologines charakteristikas ir susieti šiuos sluoksnius su to paties amžiaus sausumos (senujų krantų) nuogulomis. Autorius rašo, kad ... *patirtis parodė, kad litokompleksai ir litozonos, išskirtos remiantis litologiniais-geocheminiais kriterijais, dažnai nesutampa su atitinkamų biostratigrafinių padalinių, t. y. sporų-žiedadulkių kompleksų ir palinozonų, ribomis*. Todėl buvo sudarytos atskiros litostratigrafijos ir biostratigrafijos schemas.

Apibūdinamas Baltijos jūros baseino savitumą, tai kad vėlyvojo kvartero istorija truko labai trumpą geologinio laiko tarpsnį, autorius pastebi labai svarbų faktą:

„...Dažna sedimentacijos sąlygų ir faktorių kaita vedė prie to, kad sedimentacinės aplinkos procesų metachroniškumas ir jų erdvinė kaita (heterogeniškumas) sąlygojo šliaužiančių chronostratigrafinių ribų atsiradimą, ką galima būtų paaiškinti vėlavimo arba inertiškumo efektu (Gudelis, 1957). Dėl to tiek atskirų Baltijos baseino raidos periodų ribos, tiek ir palinozonų amžiaus ribos turi, daugiausia, regioninį–nesinchroninį pobūdį. Ryšium su tuo stratigrafinių ir chronologinių ribų problema, iš esmės yra konvencionali, o jos sprendimas priklauso tarptautinių mokslinių institucijų kompetencijai.“

Šioje knygoje atliktas bandymas pažvelgti į Baltijos jūros viršutinio kvartero dugno nuosėdų stratigrafiją iš litostratigrafijos ir biostratigrafijos pozicijų parodė, kad

„... gauti rezultatai tarpusavyje nekonfliktuoja, o atvirkščiai, patikrina, patikslina ir papildo vienas kitą, ryškiau nušviesdami Baltijos jūros sedimentacinės aplinkos sąlygas ir faktorius, kurie, leidžiantis laiko laipteliais žemyn, tampa vis labiau neaiškūs ir dažnai prieštaringi.“

Metai bėga darbuojantis, tačiau senka ir sveikata: profesoriumi vystosi regėjimo negalia, todėl jis imasi rengti seniai sumanytą darbą—monografiją apie Lietuvos įjūrį ir pajūrį, kuris dienos šviesą išvysta 1998 m.¹¹ Ši knyga, rašo autorius, buvo rengiama jau atkūrus Lietuvos valstybės nepriklausomybę, kai

¹⁰ Биогеохимия Куршского залива. Ред. В. Гуделис и О. Пустельников. Отдел географии Академии наук Литовской ССР, Вильнюс, 1983. [Kuršių marių biogeochemija].

¹¹ —, *Lietuvos įjūris ir pajūris. Monografija*. Lietuvos mokslas, 17 kn., Vilnius, 1998.

„... itin aktualus tapo Baltijos pajūrio, jo gamtos ir žemės gelmių turtų, rekreacinių kurortinių resursų naudojimas, racionalesnis pramonės bei energetikos plėtojimas, užsienio turizmo skatinimas.“ Kita vertus, „... iki šiol nėra pasirodžiusio nė vieno veikalų, kuriame būtų pateikta populiariau išdėstytų geografinių mokslinių žinių apie Lietuvos pajūrį ir įjūrį.“ Trečia, „... būta ir subjektyvių priežasčių, kurios sutrukdė autoriui įgyvendinti savo sumanymą parengti stambų akademinį veikalą apie Lietuvos įjūrį ir pajūrį: pablogėjus regėjimui jis buvo priverstas tenkintis dabar pateikiamu monografijos variantu.“ Autorius tikisi, kad ši jo knyga „... padės geriau pažinti Lietuvos įjūrio ir pajūrio gamtines geografines sąlygas ir procesus, susipažinti su senųjų pamario žvejų kultūra ir laivyba, paskatins geriau suvokti svarbiausius gamtos saugos ir ekologijos problemas.“

V. Gudelis buvo neapaliekiamas Baltijos jūros ir Lietuvos pajūrio istorijos žinovas. Gal dėl to visą knygą persmelkia romantinė istorinio ir geografinio pažinimo gija, aiškinamas gausus geografinis vardynas, laivybos ir jūreivystės terminija. Kai kuriuos skyrius autorius užbaigia savo žinomais eilėraščiais: *Štormas, Nerijai, Pamario varpai*. Knygos tekstuose daug kur juntama didžiulė autoriaus meilė Baltijos jūrai, Kuršių nerijai, marioms, pajūriui, su nerimu kalbama apie gresiančius praradimus.

Knygoje prieš daugiau kaip 10 metų išsakytos autoriaus įžvalgos stebėtinai tikslios bei aktualios ir mūsų pajūrio nūdienai:

„ ...Pajūrio žemės mes turime labai mažai, tad privalome branginti ir tausoti kiekvieną jos pėdą.

– ...Mūsų pajūrio biologiniai ir mineraliniai išteklių nemaži. Tačiau kur kas didesnės vertės yra mūsų pajūrio landšaftiniai resursai. Todėl galima teigti, kad pagrindinė tolesnė mūsų pajūrio, kaip gamtinės teritorinės sistemos, plėtotės kryptis turi būti gamtos sauginė ir rekreacinė kurortinė.

– ...Pajūrio zonos kurortinę-rekreacinę sferą išplėsti galima ir būtina įtraukiant kitas paskirties teritorijas, naikinant mažavertes žemės ūkio naudmenas, įsisavinant pamario Drevernos–Kintų ruožą, kuriant atskirus poilsio ir turizmo kompleksus pajūrio užnugaryje.

– ...Be tiesioginės ir efektyvios valstybės įtakos ir paramos pašalinti mūsų pajūrio gamtai gresiančius pavojus nėra realių galimybių.

– ...Tarp Karklės–Nemirsetos bei Palangos–Šventosios paplūdimys jau dabar daugelyje ruožų stokoja smėlio ir po kiekvieno smarkesnio štormo jo vis mažės. Todėl būtina reikia nedelsiant planuoti tų paplūdimio ruožų nuolatinį smėlio išteklių papildymą išberiant jūros priekrantėje švaraus smėlio, kuris kasmet didžiuliais kiekiais iškasamas gilinant Klaipėdos uosto įplaukos kanalą.

– ...Turime būti atidūs ir jautrūs savo šalies pajūriui. Daugelyje ruožų reikia nedelsiant imtis efektyvių paplūdimio ir kopų apsaugos priemonių, priešingu atveju gana greit prarasime puikius Palangos smėlio paplūdimius, bus pažeista marių ekologija, ims nykti Kuršių nerija – Baltijos jūros puošmena ir mūsų pasididžiavimas. Tad sustokime, kol dar nepriejome savojo Rubikono...“

Rašydamas apie Baltijos apyžūrio geopolitiką, autorius mini Pabaltijo valstybių vienijimosi ir artimo bendradarbiavimo idėjų pradininkus prieškario Lietuvoje Juozą Tuma-Vaižgantą ir prof. Kazį Pakštą. Apžvelgęs laikotarpį po Antrojo pasaulinio karo, autorius rašo apie aplinkybes, atsiradusias atkūrus Lietuvos nepriklausomybę:

„ ...Dabar Baltijos apyžūryje jau prasidėjo naujas geopolitinis laikotarpis, per kurį visos Baltijos jūros valstybės siekia politiškai ekonomiškai ir sociališkai kultūriškai integruotis į naują bendrą socioekonominę ir etnokultūrinę struktūrą, sudarančią esmingą Europos tautų ir valstybių bendrijos ateities dalį.“

Kaip žinia, Vytautas Gudelis turėjo potraukį tyrinėti mūsų kalbos terminiją. Dar būdamas gimnazistu pradėjo rinkti geografijos bei geologijos terminus. Šį užsiėmimą tęsė daug metų, išleido daugiakalbius geologijos ir fizinės geografijos (1956) bei jūros krantotyros terminų (1993) žodynus. Rašė terminologijos klausimais, pats yra sudaręs naujų populiarių ir naudojamų terminų, neretai paimtų iš gyvosios kalbos. Terminus rinkdavęs pats, bet turėjo ir talkininkų tarp vietinių gyventojų. Prieš karą net Palangos burmistras dr. Jonas Šliūpas yra jam užrašęs kortelių su įdomiais senais terminais.¹² Vėliau, jau išleidus *Lietuvos įjūrį ir pajūrį* (1998), profesorius vis dažniau prabildavo apie marinistikos įvardus. Negalėjo jis to reikalo palikti likimo valiai...

Knyga *Lietuvos pajūrio žvejų marinistikos įvardai*, skirta unikaliam ir nebeapakartojamam Lietuvos pajūrio žvejų marinistikos paveldui, išvydo dienos šviesą 2006 m.¹³ Autorius pateikia terminus, surinktus iš įvairių šaltinių, žodynų, literatūros, tačiau svarbiausia – iš gyvosios vietinių žvejų kalbos. Tos kalbos, kurios atstovų šiuo metu beveik nebeliko. Prof. habil. dr. Vytauto Vitkausko nuomone, tai ... *labai svarbus pražuvusios tautos dalies leksikos rinkinys, turintis reikšmės mūsų kultūrai ir kalbos mokslui apskritai*. Prof. habil. dr. Vytautas Smailys rašo, kad ... *V. Gudelio žodynas pilniau ir tiksliau atspindi senąją Lietuvos pajūrio marinistinę terminologiją negu kitų autorių specializuoti jūriniai žodynai, [...] kad žodynas gali turėti ir betarpišką praktinę naudą kaip grynai lietuviškų alternatyvų šaltinis, siekiant mažinti svetimybų įtaką šiuolaikinėje*

¹² J. Šliūpo laiškas, 1944 03 30. LMA VB RS, F-323.

¹³ —, *Lietuvos pajūrio žvejų marinistikos įvardai*. Moksl. red. A. Grigelis, tekstą rinko ir iliustracijas parengė G. Raudonius. Vilnius, 2006.

Lietuvos jūrinėje terminijoje. Šio darbo išliekamoji vertė didžiulė. Autoriaus žodžiais, šis leidinys galėtų būti ... savotiškas paminklas bebaigiančiai išnykti senųjų Lietuvos pajūrio žvejų šnekai.

Akademiko Vytauto Gudelio mokslinis palikimas yra didžiulis ir to palikimo analizė bei vertinimas būtų ne vienerių metų darbas. V. Gudelio stambiųjų darbų problematikoje, jo filosofijos ir gamtos reiškinių suvokimo sampratoje išryškėja gilus, akademinis požiūris į problemų esmę. Vytauto Gudelio negalima priskirti vienai kuriai nors mokslo sričiai: nei geologijos, nei geografijos, nei kokiai kitai. Jo įgimtas žinių troškulys, tyrinėtojo ir organizatoriaus talentas lėmė jo mokslinių interesų platumas bei formavo jo asmenybės raidą. Ryškiausi jo asmenybės bruožai — didžiulė motyvacija mokslo darbui, puikus išsilavinimas, kalbų žinojimas, komunikabilumas, oratoriaus menas, mokslo idėjų generavimas, gilus mąstymas, polinkis apibendrinti, platūs tarptautiniai ryšiai, tyrimų krypties pradininko vaidmuo, aktyvi visuomeninė pozicija.

V. Gudelis buvo pasiekęs tikrą mokslo aukštumą. Jo svarbiausiųjų publikacijų visumos analizė rodo dėsninę jo idėjų evoliuciją, kuri nuo fizinės geografijos ir reljefo, kvartero, jūros geologijos, paleogeografijos bei neotektonikos tyrimų vedė jį iki apibendrinančių Baltijos jūros dugno nuosėdų stratigrafijos tyrimų, Lietuvos įjūrio ir pajūrio istorijos, gamtinės sandaros, geopolitikos vertinimo, o užbaigė pažerdama marinistikos terminų, tarp kurių esama nemažai tikrų lietuvių kalbos lobyno perlų.

LIETUVOS JŪRINIO MOKSLO IR STUDIJŲ INTEGRACIJA

**Sergej Olenin, Zita Gasiūnaitė, Saulius Gulbinskas, Darius Daunys,
Marija Kataržytė**

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

Jūrinių mokslinių tyrimų prioritetai

Europos Sąjunga (ES) vis daugiau dėmesio skiria jūrinių mokslų vystymui ir integracijai su jūriniu verslu. Europos jūrų ir jūrininkystės mokslinių tyrimų strategijoje (Europos Bendrijų Komisija, 2008) apibrėžtos prioritetinės mokslinių tyrimų temos: klimato kaita ir vandenynai; žmogaus veiklos įtaka pakrančių ir jūrų ekosistemoms ir jų valdymas; ekosisteminis požiūris į išteklių valdymą ir erdvinį planavimą; jūrų biologinė įvairovė ir biotechnologija; žemyno pakraščiai ir jūrų gelmės. Apžvelgusi jūrų politikos pažangą 2007-2009 metais, ES pažangos ataskaitoje (MEMO/09/453; MEMO/09/454; MEMO/09/455) nustatė šiuos integruotos jūrų politikos prioritetus: biologinės jūrų įvairovės apsauga, klimato kaita, jūrų sauga ir saugumas, tinkamos darbo laivuose sąlygos ir su jūromis susiję moksliniai tyrimai. Europos Vadovų Tarybos susitikime buvo patvirtinta Baltijos jūros regiono strategija (Europos Bendrijų komisija, 2009). Siekiant, kad Baltijos jūra būtų ekologiškai tvari ir saugi, apibrėžtos penkios prioritetinės sritys: jūros taršos iš pakrančių mažinimas iki priimtino lygio; buveinių ir bioįvairovės, įskaitant ir žuvininkystę, apsauga; teršiančių medžiagų neigiamo poveikio jūroje mažinimas; pavyzdinė švari laivininkystė; prevencinių priemonių dėl klimato kaitos įgyvendinimas.

Prioritetinėms sritims užtikrinti ES skiria paramą įvairių programų vykdymui: LIFE+, LEADER+, 7-oji Bendroji programa, Bonus-169, Ekoinovacijų programa, JASPERS, Šiaurės dimensijos matmuo, Šeštoji Bendrijos aplinkosaugos veiksmų programa, Europos kaimynystės ir partnerystės priemonė. BONUS tyrimų programa skirta finansuoti išimtinai Baltijos jūros tyrimus. Jos tikslas - apjungti Baltijos jūros mokslinius tyrimus į tarptautiniu bendradarbiavimu pagrįstą tarpdisciplininę, ilgalaikę, integruotą programą, siekiančią Baltijos regiono darnios plėtros.

Augantis Baltijos jūros problemų aktualumas bei dėmesys jų sprendimams, didina ir jūrinių tyrimų specialistų poreikį jūrų biologijos, fizikos, geologijos, chemijos ir technologijų srityse. Ši tendencija stebima tiek senas jūrinės tradicijas turinčiose šalyse, tiek šalyse, kurios tik pradeda dalyvauti jūriniuose tyrimuose. Lietuvoje visa pajūrio regiono ūkinė veikla yra susijusi su jūros ir kranto zonos gamtos išteklių naudojimu, o valstybės mastu su jūriniu sektoriumi tiesiogiai ir

netiesiogiai yra susiję apie 18% šalyje sukuriama bendro vidaus produkto. Tačiau nepakankami jūrinės srities valdymo gebėjimai (teisiniai, socialiniai, ekonominiai, o taip pat aplinkos planavimo ir kokybės valdymo) bei ribotas kvalifikuotų specialistų pasirinkimas lemia, jog ryšiai tarp jūrinės politikos, jūrinio mokslo ir jūrinio sektoriaus verslo yra silpni bei fragmentiški.

Nors LR Vyriausybės 2008 m. liepos 23 d. nutarimu Nr. 786 yra patvirtinta Integruoto mokslo, studijų ir verslo centro (slėnio) Lietuvos jūrinio sektoriaus plėtrai programa, kurios tikslas – sukurti Jūrinį slėnį, skirtą plėsti viso jūrinio sektoriaus bei jam reikalingo fundamentinio ir taikomojo mokslo konkurencines galimybes tarptautinėje rinkoje, užtikrinti aukščiausiosios kvalifikacijos specialistų rengimą, tačiau Lietuva dar iki šiol nėra apibrėžusi savo prioritetų jūriniuose moksluose.

Lietuvos jūrinis mokslas šiandien

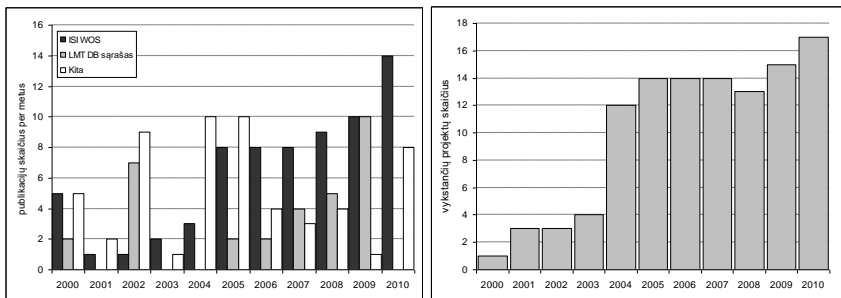
Sovietiniu laikotarpiu įvairių krypčių jūriniai moksliniai tyrimai buvo plėtojami tik Vilniaus ir Kauno mokslo institucijose. Klaipėdos hidrometeorologijos observatorijoje buvo atliekami žinybiniai hidrometeorologiniai, hidrocheminiai ir hidrobiologiniai stebėjimai Baltijos jūroje ir Kuršių mariose pagal Valstybinio okeanografijos instituto (GOIN) metodinius nurodymus. Atkūrus Lietuvos nepriklausomybę, jūriniai tyrimai buvo tęsiami Geologijos ir geografijos, Botanikos, Ekologijos institutuose (dabar Gamtos tyrimų centras), Lietuvos energetikos institute, Vilniaus universitete. Klaipėdoje sukurtas Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimų centras (dabar Jūrinių tyrimų departamentas), vykdamas jūros aplinkos monitoringą ir Žemės ūkio ministerijos Žuvininkystės tyrimų laboratorija (dabar Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius), atliekantis žuvų išteklių vertinimą.

1991 m. įkūrus Klaipėdos universitetą, čia persikėlė ne tik jūrinių krypčių specialistų rengimas, bet pradėjo koncentruotis ir jūrinis mokslas. Pradžioje jo pagrindą sudarė jūrų biologijos ir vandenų ekologijos šakose dirbančių mokslininkų darbai. Jūrinis verslas ir per du dešimtmečius iki europinio lygio išvystytas jūrinis mokslas bei studijos Klaipėdos universitete sudarė prielaidas universiteto bazėje formuoti Jūrinį slėnį, kurio branduolys turi būti sukurtas iki 2013 m.

Viena iš pagrindinių KU institucijų formuojanti slėnio pagrindus yra Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas. Šiandien jame dirba 64 darbuotojai, iš kurių 24 įvairiose okeanografijos mokslo srityse tyrimus vykdamys mokslininkai: biologai, geologai, geografs, chemikai, informatikai. Instituto mokslinių tyrimų tematika apima tarpdalykinius tyrimus, nukreiptus į jūros aplinkos kaitos analizę ir prognozę, jūros ir kranto zonos išteklių išsaugojimo ir valdymo mokslinių pagrindų kūrimą. 2002 metais institutas buvo pripažintas ES pavyzdiniu mokslo centru, vėliau tapo Europos pavyzdiniu mokslo

centrų tinklo nariu, jūros bioįvairovės srityje (MARBEF - Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning).

Remiantis ISI Web of Science duomenimis apie publikacijų skaičių leidiniuose, turinčiuose citavimo indeksą, KU mokslininkų publikacijos sudaro 98%, okeanografijai priskiriamų, visų Lietuvos autorių publikacijų. Publikacijų ISI WOS referuojamuose leidiniuose skaičiaus kaita per pastarąjį dešimtmetį buvo glaudžiai susijusi su tarptautinės projektinės veiklos intensyvumu. Apie 75% visų straipsnių paskelbtų 2006-2010 m. buvo paruošti bendraautorystėje su užsienio kolegomis, dalyvaujant bendruose mokslo tyrimų projektuose (1 pav.).



1 pav. Publikacijų (kairėje) ir tarptautinių mokslo tiriamųjų projektų (dešinėje) skaičiaus dinamika nuo 2000 iki 2010 metų

Šiuo metu BPATPI dalyvauja septyniolikoje tarptautinių mokslinių projektų, finansuojamų pagal ES BP 7, INTERREG, BONUS, LIFE ir kitas programas bei trijuose pagal nacionalines programas finansuojamuose projektuose. Šie projektai apima tokias tyrimų temas: ekosisteminio požiūrio taikymas naudojant jūros išteklius, geros jūros ir kranto zonos būklės užtikrinimas, atsinaujinanti energetika, integruotas kranto zonos valdymas, jūrinės aplinkos erdvinis planavimas. Tyrimų tematika taip pat siejama su verslo subjektų užsakymu vykdomais taikomaisiais tyrimais, skirtais Lietuvos pajūrio ekonominiam augimui ir darniam vystymui: Klaipėdos uosto vystymas ir Šventosios uosto rekonstrukcija, naftos gavybos ir transportavimo poveikis aplinkai, rizikos mažinimas, jūrinės vėjo energetikos vystymas, pajūrio juostos tvarkymas ir krantų apsauga nuo erozijos, gamtos vertybių išsaugojimas pajūrio ir jūrinėse saugomose teritorijose, okeanografinių stebėjimų sistemų ir metodų tobulinimas.

Jūrinių mokslų ir studijų integracija: tarptautinių ryšių vaidmuo

Lietuvos siekiai aktyviai dalyvauti įgyvendinant ES Integruotą jūrų politiką ir Baltijos jūros regiono strategiją reikalauja ne tik infrastruktūros plėtros, bet ir žmoniškųjų išteklių, gebėjimų stiprinimo. Akivaizdu, kad tolimesnis jūrinių

mokslių vystymasis mūsų šalyje neįmanomas be plataus profilio okeanografijos krypties ir jūrinių technologijų specialistų rengimo. Klaipėdos universitetas jau šiuo metu siūlo studijas susijusias su jūriniais tyrimais, kurių nesiūlo kiti Lietuvos universitetai. Tai - jūrų ekologija ir aplinkotyra, jūrų hidrologija, laivyno techninė eksploatacija, laivų energetinių įrenginių eksploatacija, laivų elektros įranga ir automatika, jūrų aplinkos inžinerija, jūrų uostų inžinerija, laivų projektavimas, jūrų uostų valdymas, laivavedyba. Rengiamos naujos studijų programos – ichtiologija ir žuvininkystė, geoinformatika. Studijų kokybė ir studijų kryptys glaudžiai susijusios su KU bendradarbiavimu su užsienio mokslo ir studijų institucijomis bei dalyvavimu tarptautiniuose projektuose.

BPATPI dalyvavimas Europos pavyzdinių mokslo centrų MARBEF tinkle atvėrė galimybę įsitraukti į Erasmus Mundus jungtinę magistrantūros programą „Marine Biodiversity and Conservation“ („Jūros bioįvairovė ir apsauga“) kartu su Gento (Belgija), Paryžiaus Marie-Curie (Prancūzija), Oviedo (Ispanija), Bremeno (Vokietija) ir Algarvės (Portugalija) universitetais (www.embc.marbef.org). Pagal šią tarptautinę magistro programą, kurioje KU dalyvauja nuo 2009 m., kiekvieną rudenį, atvykstantiems užsienio studentams kursus dėsto KU dėstytojai, taip pat paskaitas veda lektoriai iš kitų šalių universitetų ir institutų. Šios programos dalykus anglų kalba klauso ir KU ekologijos magistrantai, kurie vėliau sudaro didžiąją stojančiųjų į KU doktorantūrą dalį.

Klaipėdos universitete nuo 2003 metų vykdomos Ekologijos ir aplinkotyros krypties jūrų biologijos ir vandenų ekologijos šakos doktorantūros studijos, kurių tematika daugiausiai siejama su Baltijos jūros ir Kuršių marių ekosistemų tyrimais. Nuo 2010 m. Klaipėdos universitetas taip pat įsitraukė į tarptautinę Erasmus doktorantūros programą MARES „Doctoral Programme on Marine Ecosystem Health and Conservation“ („Jūros ekosistemos gerovė ir apsauga“; www.mares-eu.org). Programą parengė 24 partnerių konsorciumas, kuris jungia okeanografijos srityje pripažintus universitetus ir akademinis institutus, jūrinius tyrimus vykdančias mokslines kompanijas bei nevyriausybinės organizacijas iš Europos, Australijos ir JAV. Dalyvavimas tarptautinėse II ir III studijų pakopų programose jau dabar prisideda prie Europos jūros tyrimų specialistų rengimo vientisumo ir užtikrina tarptautinio lygio specialistų ruošimo kokybę jūrinių mokslų kryptyje.

Doktorantūros vykdymo patirtis parodė, jog jūrinės aplinkos tyrimai reikalauja visų okeanografijos šakų (fizinės ir cheminės okeanografijos, jūrų geologijos ir biologijos ir kt.) specialistų potencialo sutelkimo. Pagal tarptautinius mokslo klasifikatorius Okeanografijos mokslą sudaro šios pagrindinės tarpusavyje susijusios ir viena kitą papildančios disciplinos: fizinė okeanografija, cheminė okeanografija, jūrų geologija, biologinė okeanografija (jūrų biologija ir ekologija). Tačiau pagal Lietuvoje šiuo metu galiojančią mokslų klasifikaciją (ISAK-2419, 2007) okeanografijos mokslo šakos (B260 Hidrobiologija, jūrų

biologija, vandenų ekologija, limnologija; P460 Sedimentologija, P450 Stratigrafija, P500 Geofizika, fizinė okeanografija, meteorologija) yra išsklaidytos skirtingose kryptyse ir net srityse, o kai kurių, pvz. „Cheminės okeanografijos“ klasifikatoriuje iš viso nėra. Okeanografijos krypties nebuvimas Lietuvos mokslų klasifikatoriuje, apsunkina doktorantūros steigimą, aukščiausios kvalifikacijos jūros tyrimų specialistų rengimui. Dalyvavimas tarptautiniuose mokslo projektuose jūrų tyrimų srityje skatina glaudų bendradarbiavimą su geriausiais ES šalių mokslo centrais, užtikrina mokslinių tyrimų kokybę ir palengvina doktorantų įsitraukimą į tarptautinius tyrimus. Projektai sudaro prielaidas naujų doktorantūros temų formavimui, naujų metodų įsisavinimui (pvz. stabilių izotopų panaudojimą mitybinių tinklų studijoms, mikroelektrodų ir mezokosmų diegimą biogeocheminiuose tyrimuose, nuotolinių metodų taikymą planktono ekologijoje), padengia naujos įrangos įsigijimo ir panaudojimo kaštus, dalyvavimo tarptautiniuose kursuose išlaidas.

Pagal Jūrinio slėnio programą, greta mokslinių laboratorijų, planuojama įrengti laboratorijas skirtas studijoms, atnaujinti lauko tyrimų bazes Ventėje ir Juodkrantėje. Tai sudarys sąlygas kokybiškoms jūrinių mokslų studijoms ir tikėtina pritrauks daugiau gabaus jaunimo.

Apibendrinimas ir rekomendacijos

Pasaulio klimato kaita kartu su antropogeniniu poveikiu pavojinga ne tik gamtinės aplinkos stabilumui, bet ir gyvenimo kokybei, veikia įvairius ūkio sektorius. Jūros lygio kilimas, krantų ardymas, biologinės įvairovės nykimas, invazinių organizmų poveikis kelia visuomenei naujų rūpesčių. Akivaizdu, kad racionalus gamtos išteklių naudojimas turi būti grindžiamas ekosisteminiu požiūriu, paremtu kryptingais fundamentiniais ir tarpdalykiniais moksliniais tyrimais. Todėl siūloma parengti valstybinę prioritetinę programą jūrinių mokslų tyrimų srityje. Tokios programos reikalauja ir ES direktyviniai dokumentai (ES Jūros politika ir Baltijos jūros regiono strategija). Vientisos Okeanografijos krypties nebuvimas šiuo metu galiojančioje Lietuvos mokslų klasifikacijoje neleidžia formuoti vieningos jūrinių mokslų specialistų rengimo sistemos jungiant fundamentines jūrinių tyrimų šakas III-oje studijų pakopoje. Okeanografijos krypties doktorantūros studijų aktualumas šalyje pirmiausia siejamas su aukštos kvalifikacijos specialistų, galinčių užtikrinti jūrinio sektoriaus darnią plėtrą, poreikiu. Okeanografijos kryptis užtikrintų gebėjimus, kurie derintųsi su Europos jūrų ir jūrininkystės mokslinių tyrimų strategijoje numatytais uždaviniais ir prioritetinėmis temomis. Mokslo ir studijų integraciją jūrinių tyrimų srityje užtikrina dalyvavimas tarptautiniuose projektuose ir ilgalaikiai ryšiai su užsienio partneriais. Didžiausias dėmesys tenka III pakopos studijoms: doktorantams sudaromos galimybės dalyvauti tarptautinių tyrimų projektuose, stažuotis užsienio institucijose, rengti bendras publikacijas su užsienio partneriais.

Numatyta sukurti mokslo ir studijų infrastruktūra pagal Jūrinio slėnio programą, sudarys galimybes į I-III pakopos jūrinių mokslų studijas pritraukti daugiau gabių studentų ir didins tarptautinį ir tarpinstitucinį bendradarbiavimą.

Literatūra

- MEMO/09/455. 2009. Progress Report on the EU's Integrated Maritime Policy: questions and answers
- MEMO/09/454. 2009. Towards the integration of maritime surveillance in the European Union: questions and answers.
- MEMO/09/453. 2009. International dimension of the EU's Integrated Maritime Policy: questions and answers.
- Europos Bendrijų Komisija. 2009. Komisijos komunikatas Europos parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir region komitetui dėl Europos Sąjungos Baltijos jūros regiono strategijos.
- Europos Bendrijų Komisija. 2008. Komisijos komunikatas Europos parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir region komitetui Europos jūrų ir jūrininkystės mokslinių tyrimų strategija nuosekli Europos mokslinių tyrimų erdvės sistema tausiam vandenynų ir jūrų naudojimui remti.
- ISAK-2419. 2007. Patvirtintas LR švietimo ir mokslo ministro 2007 m. gruodžio 13 d. Mokslo krypčių klasifikatorius (Nr. ISAK-2419) ir mokslo šakų klasifikatorius (Nr. ISAK-2420).

ŽUVŲ STEBĖSENA BŪTINGĖS NAFTOS TERMINALO PLŪDURO RAJONE (473 ŽVEJYBOS KVADRATAS)

**Egidijus Bacevičius^{1,2}, Žilvinas Kregždys², Šarūnas Toliušis²,
Dinara Petrėnaitė², Marijus Špėgys²**

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,*

²*Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos respublikos Žemės ūkio ministerijos,*

Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius, Klaipėda, ztl@zuv.lt

Jūrinė Būtingės naftos perpumpavimo terminalo dalis (povandeninis vamzdynas, plūduras ir aplinkiniai vandenys) yra galimai padidinto pavojingumo priekrantės ekologinei sistemai šaltinis. Deja, iki pastarojo laiko moksliskai patikimų stebėjimų duomenų apie savaiminius pietryčių Baltijos dumblių, bestuburių bei žuvų bendrijos pokyčius buvo nepakankama. Siekiant turėti patikimą informaciją, renkami ilgalaikiai jūros aplinkos būklės įvertinimo duomenys. Ateityje tai būtų pagrindas bendriems priekrantės vandens augalų ir gyvūnų bendrijos dėsningumams nustatyti, taptų atskaitine medžiaga dėl naftos išsiliejimo susidariusių aplinkos pažeidimų įvertinimui.

2002-2010 m. vykdta Būtingės naftos perpumpavimo plūduro aplinkinių vandenų (pietryčių Baltija, ICES-26 porajonis, 473 žvejybos kvadratas, vid. gylis 35 m) nėgių ir kaulinių žuvų stebėseną. Pagrindiniai šių tęstinių tyrimų tikslai buvo šie: 1) Aprašyti nėgių ir kaulinių žuvų bendrijos pagrindinius kiekybinius ir kokybinius rodiklius, jų kaitą metų eigoje; 2) Nustatyti pagrindinius nėgių ir žuvų rūšių poreikius bei aplinkos naudmenų panaudą (t.y. nerštavietės, poilsio ir maitinimosi vietas ir maistinė išranka) Lietuvos ekonominės zonos (LEZ) vandenyse; 3) Įvertinti galimą ūkinės veiklos įtaką vietos žvejybos verslui.

Tyrimų medžiaga ir metodika

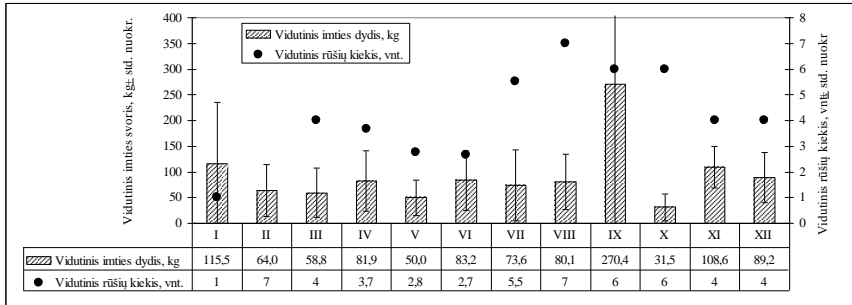
Žuvų stebėseną atviroje jūroje Būtingės plūduro rajone buvo atliekama dviem tyrimų būdais: 1) Kartą per ketvirtį TV3-520 ir KOBRA modelio dugniniais tralais imti poėmiai (n=120); 2) Vienai parai statyti įvairiaakiai (10, 20, 37.5, 40, 45, 50, 55, 75, 90 ir 100 mm akių skersmens) 30 m ilgio valinių tinklaičių rinkiniai. Tralinių imčių/tinklinių laimikių duomenys gretinti su analogiškai surinktais iš kontrolinių vietų 475 ir 534 žvejybos rajonuose, atitinkamai 20-39 ir 40-59 m gyliuose, bei priekrantėje. Pagal tralinių imčių dydžio kiekybinius ir kokybinius santykius nustatyta tiriamos vietos nėgių-žuvų bendrijos rūšinė sudėtis, bendrijos branduolio ir fakultatyvinės rūšys, apskaičiuoti Margalefo (D_{Mg}) ir Simpsono (D_s) bioįvairovės indeksai. Taip pat įvertintos rūšių biologinės ypatybės (kūno ilgis (t.y. amžius), svoris, lytis, lytinių darinių brandos

būklė), atskirai tirti nėgių ir žuvų skrandžių turiniai ir vidaus daugialąsčiai parazitai.

Tyrimų rezultatai

Imčių dydžiai ir rūšių įvairovė

2006-2010 m. vidutinis tralinės imties dydis siekė $92,2 \pm 7$ (std. nuokr.) kilogramus. Didžiausios reikšmės buvo sausio, kovo ir rugsėjo–lapkričio mėnesiais (1 pav.).



1 pav. Tralinių imčių dydis (kg), nėgių ir žuvų rūšių gausumas (vnt.) 473 žvejybos kvadrate 2006-2010 metais

Atitinkamai 534 žv. kvadrate vid. imtis buvo 84 ± 56 (std. nuokr.), o 475 kv. – 104 ± 94 (std. nuokr.) kilogramai. Didesni kiekiai buvo sugaunami (sausio) vasario, gegužės ir rugsėjo-gruodžio mėnesiais. Tralinėse imtyse ir tinklais sugauta < 17 rūšių (taksonominių vienetų): atitinkamai 1 upinė nėgė ir 16 kaulinių žuvų rūšis. Vidutiniškai imtyje iš 473 žv. kvadrato sugauta $4,6 \pm 1,7$ std. nuokr. (min-1 max-7), kontroliniuose 534 ir 475 žv. kvadratuose atitinkamai $3,6 \pm 1,5$ std. nuokr. (min-1; max-6) ir $2,9 \pm 1$ std. nuokr. (min-1; max-4) rūšys. Didžiausias žuvų rūšių (taks. vnt.) kiekis buvo kovo-gegužės ir rugsėjo-lapkričio (gruodžio) mėnesiais. Pagal ekologinį priklausomumą (jūrinės : gėlavandenės) jų santykis buvo 13:4. Palyginimui priminsime, kad priekrantėje sugauta > 31 nėgių ir kaulinių žuvų rūšis (Repečka, 1994, 2010; Piščikas 2000), visoje LEZ atviroje jūroje tikėtina sugauti 43 (2) skirtingų jūrinių: gėlavandenių: katadrominių apskritažiomenių (2) ir kaulinių (41) žuvų rūšių, atitinkamai pagal ekologines grupes 28(9):15:2. Taksonominis ir statistinis rūšių kiekis 20-39 ir 40-59 m gyliuose buvo panašus, tačiau jie buvo ženkliai mažesni nei <20 m gyliuose. Priekrantėje sugauta ~ 54 jūrinių, gėlavandenių ir katadrominių apskritažiomenių ir žuvų, atitinkamai 25:28:1 rūšių (Maniukas 1961; ŽTL 2003, 2004 ir 2005 m. ataskaitos, Bacevičius 2002, 2008, 2009). Margalefo (D_{Mg}) bioįvairovės indeksas (pagal rūšių ir individų kiekį) kovo-gegužės ir rugsėjo-lapkričio (gruodžio) mėnesiais buvo <0,1, D_{Mg} pagal biomases –< 0,002. Didžiausios reikšmės buvo

sausio-vasario ir birželio-liepos mėnesiais. 473 žvejybos kvadrato įvairovės rodikliai buvo panašiausi į 534 žv. kvadrato reikšmes. Nuo pastarųjų didesne įvairove išsiskyrė 475 žvejybos kvadratas. Atviros jūros (20-79 m gyliuose) nęgių-žuvų bendrijos branduolį pagal gausumą ir biomasę sudarė atlantinės (Baltijos) menkės (*Gadus morhua* L.), upinės plekšnės (*Platichthys flesus* L.) ir strimėlės (*Clupea harengus membras* L.) (1 lentelė). Kitos rūšys (13 taks. vnt.) vertintos kaip fakultatyvinės. Rūšių vyravimas pagal gausumą ir biomasės metų eigoje keitėsi: (sausio) vasario-gegužės (birželio) mėnesiais vyravo strimėlės, ir sudarė > 60-80 (100) % bendro imties kiekio, mažiau ir atsitiktinai sugauta menkių, upinių plekšnių ir kt. Birželio-rugpjūčio mėn. visų žuvų rūšių sugaunama atsitiktiniai ir negausiai. Rugsėjo-gruodžio mėn. bendrijos branduolyje įsivyraudavo upinės plekšnės ir atlantinės menkės, sudariusios >60-80 (rečiau–100) %. Mažiau, bet santykinai gausiai sugautos strimėlės ir kt. Hidrologinio pavasario, rudens ir žiemos pradžios mėnesiais kaip priegauda sugautos upinės nėgės (*Lampetra fluviatilis* L.), brėtlingiai (*Sprattus sprattus balticus*, Schneider), didstintės (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.), builiai (*Myoxocephalus scorpius* L.), otai (*Psetta maxima* L.), ciegoriai (*Cyclopterus lumpus* L.), juodieji grundalai (*Gobio niger* L.), gyvavedės vėglės (*Zoarces viviparus* L.), mažosios perpelės (*Alosa fallax fallax* (Lacepede) ir kt.

1 lentelė

Būtingės naftos perpumpavimo plūduro rajono nęgių-žuvų bendrijos branduolio rūšių skirstymas pagal biologines-ekologines ypatybes

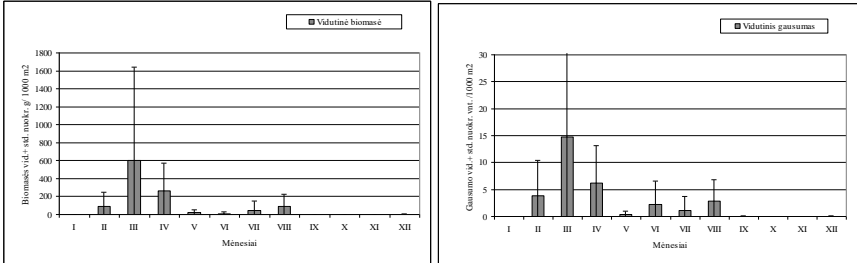
Žuvų rūšis	Vystymosi (ontogenetinė) būklė	Ekologinė grupė	Buveinių paskirtis/panaudojimas	Gyvenamoji vieta	Nerštinė aplinka	Maistinė gildija*
Strimėlė (<i>Clupea harengus membras</i> (L.))	Ov; L; Fry; Juv.; Adult	MJ, MS	B, N, F	Pl; Dm	BrW	Z; Dmi; F
Atlantinė (Baltijos) menkė (<i>Gadus morhua</i> (L.))	Fry; Juv.; Adult	MJ, MS	N, F	Pl; Dm	MarW; BrW	Bdmi; Dmi; F
Upinė plekšnė (<i>Platichthys flesus</i> (L.))	Fry; Juv.; Adult	MA, ER	D, N, F	Bdw	BrW	Bdwi; Dmi; F

*pagal Elliott & Dewailly, 1995.

Trumpas nęgių-žuvų bendrijos branduolio rūšių aptarimas

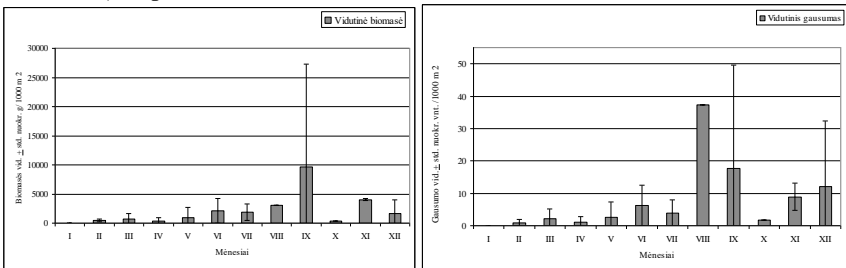
Didžiausi strimėlių kiekiai sugauti vasario-gegužės mėn. 473, bei kontroliniuose 475 ir 534 kvadratuose, t.y. 20-39, 40-59 ir 60-79 m gyliuose (2-3 pav.). Nuo gegužės mėn. pabaigos mėn. strimėlių kiekiai 20-39 m gyliuose

mažėja, būriai atsitraukia į gelmes. Šiltuoju metų laiku esant termoklinui (rugsėjo-gruodžio mėn.), išskyrus atskirus atvejus, strimėlių sugaunama negausiai. Didesnę metų dalį priekrantėje ir >80 m gyliuose strimėlių biomasės nedidelės. Maitinasi vandens storumės-priedugnio šakotaūšiais vėžiagyviais (*Copepoda spp.*), mizidėmis (*Neomysis integer*), mažiau žuvų lervomis, jaunikliais. Santalkos susidaro vasario-balandžio mėn., kai nerštinio amžiaus žuvų lytinių darinių brandos būklės įvertis būdavo III-IV (t.y. ramybės-priešnerštinė būklė). Sėkmingas nerštas vyksta balandžio-gegužės mėn. < 10 m sekluose šiauriau Klaipėdos ant akmenų ir augmenijos.



2-3 pav. Vidutinė strimėlių biomasė ($\text{g} \cdot 1000 \text{ m}^{-2}$) ir gausumas ($\text{vnt.} \cdot 1000 \text{ m}^{-2}$) tralinėse imtyse 473 žvejybos kvadrate 2006-2010 metais

Atlantinės (Baltijos) menkės plaukioja įvairiaamžiuose (2-3 kohortų) būriuose. (Sausio)vasario-birželio mėnesiais sugaunamų menkių biomasė buvo mažiausia (4-5 pav.).



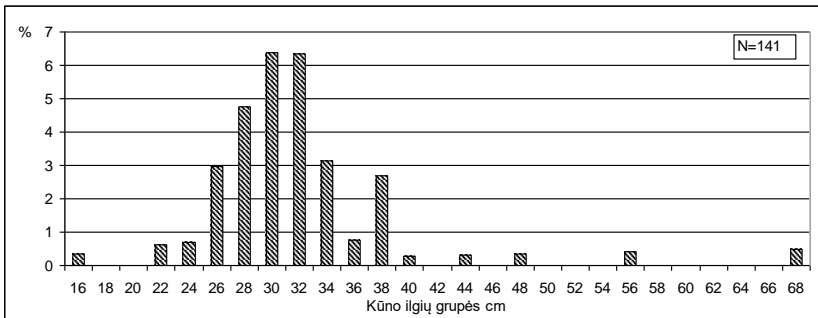
4-5 pav. Atlantinė menkių vidutinė biomasė ($\text{g} \cdot 1000 \text{ m}^{-2}$) ir gausumas ($\text{vnt.} \cdot 1000 \text{ m}^{-2}$) tralinėse imtyse 473 žvejybos kvadrate 2006-2010 metais

Rugsėjo-gruodžio mėnesiais 20-79 m gyliuose (473, 534 ir 475 žvejybos kvadratuose) stebėti didžiausi kiekiai ir biomasės. Patikimų skirtumų pagal ind. · 1000 m⁻² ir biomasės iš 534 ir 473 žv. kvadratų nerasta ($\alpha=0,05$; $p=0,0551$). Išskirtiniais atvejais daugiau ir didesnių (>4 metų amžiaus) menkių sugauta 475 žv. kvadrato hidrologinio rudens-žiemos pradžios mėnesiais.

Pagal *Kruskal'o – Volis'o testo* rezultatus tarp gausumo/ biomasės medianų iš 534-473 ir 475 žv. kv. (Nemuno senslėnio pietinis šlaitas) rastas statistiškai

patikimas skirtumas ($\alpha=0,05$; $p=0,036$). Vertinant menkių pasiskirstymą pagal gylius nustatyta, kad mažiausiai jų sugaunama gruodžio-kovo ir birželio- rugsėjo mėn. priekrantėje ir visais mėnesiais >80 m gyliuose. Išskirtiniais atvejais 473 žv. kvadrato daug sugauta 15-≤ 25 cm ilgio (vienmečių-dvimečių) menkių, pvz., 2009 08 27d. sužvejota 621 vnt. / 118 kg/1 trale.

Didžiausios upinių plekšnių santalkos stebimos <20 m ir vidutiniuose (20-59 m) gyliuose, kur biomasės buvo >4659 g·1000 m⁻², gausumas– 44,09 vnt. ·1000 m⁻². Mailius sugaunamas tik priekrantėje. Biomasės ir gausumo kaita metų eigoje visuose gyliuose panaši. Sausio-gegužės mėnesiais kiekiai maži ir didėjo pradėdant gegužės (birželio) mėnesiu.

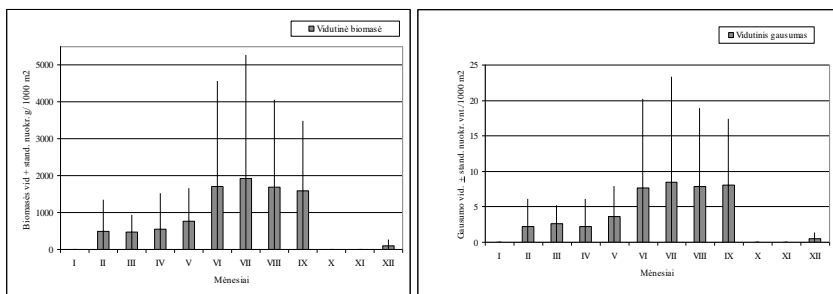


6 pav. Atlantinių menkių kūno ilgių sklaida (%) 2006 06 20 d. tralinėje imtyje

Didžiausios reikšmės buvo birželio-lapkričio mėnesiais (7-8 pav.), mažiausi kiekiai sugaunami priekrantėje gruodžio- kovo mėn. ir visais mėnesiais >80 m gyliuose. Upinių plekšnių ilgių sklaida ilgių grupėse (cm) 2006 06 20 d. trale parodyta 9 paveiksle. Tai atitinka 3-6 metų amžiaus žuvų kohortas. Upinių plekšnių iš 473 žv. kvadrato skrandžiuose rasta dvigeldžių moliuskų (*Macoma baltica*, *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*), šoniplaukų (*Monoporeia affinis*), daugiašerių kirmėlių (*Nereis diversicolor*). Skirtingai nei 475 žv. kvadrato, čia neaptikta priapulidų (*Halicryptus spinulosus*). Pietryčių Baltijoje upinių plekšnių nerštas vyksta Gdansko duburyje kovo-balandžio mėnesį, tačiau LEZ vandenyse neneršia. Iki birželio vidurio sugaunama 25-44 cm ilgio ponerštinėje būklėje esančių plekšnių. Lapkričio-gruodžio mėnesiais sugautų žuvų lytinių darinių brandos būklės įvertis buvo III-IV (t.y. ramybės-priešnerštinė būklė).

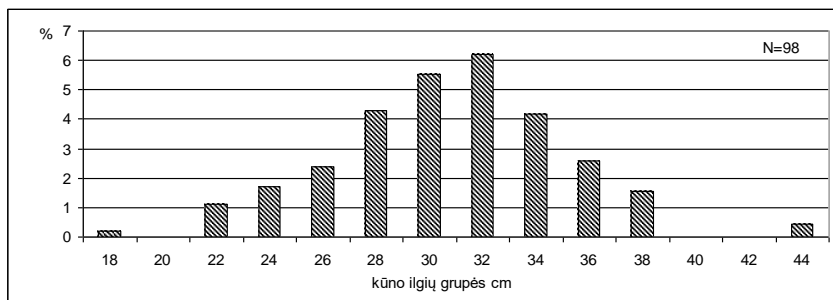
Trumpas fakultatyvinių bendrijos rūšių aptarimas

Didstinių biomasės ir gausumas (rugpjūčio) rugsėjo-gruodžio mėnesiais 473 žv. kvadrato, 20-39 ir 40-59 m gyliuose siekė 81,4 g·1000 m⁻² ir 3,2 vnt.·1000 m⁻². Priešnerštinės santalkos stebimos (lapkričio) gruodžio-sausio mėn., kuomet lytinių darinių brandos būklės įvertis buvo IV. Išskirtiniais atvejais sugaunama vienerių metų amžiaus jauniklių.



7-8 pav. Vidutinė upinių plekšnių biomasa (g·1000 m⁻²) ir gausumas (vnt.·1000 m⁻²) tralinėse imtyse 473 žvejybos kvadrate 2006-2010 metais

Otų biomasa/ gausumas 19,9-20 ir 20-39 m gyliuose siekė 3460 g·1000 m⁻²/ 0,0156 vnt.·1000 m⁻². 473 žv. kv. jų buvo ženkliai daugiau nei 475 ir 534 žv. kvadratuose. Neršia priekrantėje, į Šiaurę nuo Klaipėdos, kur gegužės mėnesį stebimos didelės neršiančių žuvų santalkos, o rugpjūčio- spalio mėn. mėn. sugaunami šiųmetukai. Brėtlingiai į LEZ vandenį užklysta atsitiktinai ir sugaunami kartu su strimėlėmis ir atlantinėmis menkėmis 20-39, 40-59 ir 60-79 m gyliuose. LEZ vandenyse vasaros-rudens metu sugaunami kiekiai, išskyrus retas išimtis, siekė 228,9 g·1000 m⁻²/ 52,2 vnt.·1000 m⁻². LEZ vandenyse tik maininasi, bet neneršia. Kitų nęgių ir žuvų rūšių sugaunami maži kiekiai. Iš retesnių atvejų paminėtini ančiuviai (*Engraulis encrasicolus* L.) sugauti 2003 11 11d. (6 vnt.) ir 2010 11 16 d. – 493 vnt., bei po vieną blyškiają menkę (*Merlangius merlangus* L.) sugautą 2004 07 12 d. ir 2008 07 10 d. Perpelės imtyse buvo retos. Tačiau išskirtinai daug jų sugauta 2001 12 18 d. (157 vnt./ 1 trale) ir 2005 09 28 d. (356 vnt./ trale).



9 pav. Upinių plekšnių ilgio sklaida (%) 2006 06 20 d. tralinėje imtyje

Daugiausia menkių (iki 4,67-9,9 kg) ir upinių plekšnių (15-90 vnt./ 4,66-16 kg/ 1 tinkle) sugauta tinklaičiuose su 50 mm akies skersmeniu. Mažiausi laimikiai visais metų laikais buvo 20, 37,5 ir 80, 90 mm aktytumo tinklaičiuose.

Apibendrinant galima teigti, kad Būtingės naftos perpumpavimo plūdūro (473 kvadratas) ir gretimuose žvejybiniuose rajonuose dėl kintančių gamtinės aplinkos sąlygų nęgių-žuvų bendrija nėra pastovi. Rūšys jame laikosi maitinimosi, priešnerštinio ir ponerštinio santalkų laikotarpiu. Daugiausia žuvų (rūšių/ ind.) sugauta iki susiformuojant termoklinui (gegužės-birželio mėn.) ir jam pasinaikinant rudenį (rugsėjo-spalio mėn.) (Ašmontas, 1995; Vyšniauskas, 2003). Visoms rūšims aptariamai rajonai yra praplaukiamieji (tranzitiniai). Daugelis rūšių čia užklysta nerštinių migracijų laike. Pagal turimus duomenis galima teigti, kad šiame rajone nei viena nęgių/žuvų rūšis neneršia. Aptariamam laikotarpiu 473 ir gretimuose žv. kvadratuose nukrypimų nuo anksčiau stebėtos žuvų įvairovės nestebėta. Esami įvairovės, gausumo ir biomasės svyravimai atitinka bendrą pietryčių Baltijos regiono žuvų bendrijų daugiamečius ir sezoninius rūšių įvairovės pokyčius. Stebimus ilgalaikius ir trumpalaikius gausumo ir kiekio svyravimus reikia vertinti kaip natūralius ir su Būtingės naftos perpumpavimo ūkine veikla nesusijusius.

Sutrupinimai. Vystymosi (ontogenetinė) būklė: Ov.- ikrai; L- lerva; Fry- mailius; Juv.- jaunikliai; Adult- suaugeliai; **Ekologinės grupės:** diadrominės (CA); gėlavandenės sezoninės praieivės (FW); estuarinės sėslios (ER); jūriniai atsitiktiniai (MA); jaunos jūrinės praieivės (MJ); jūrinės sezoninės praieivės (MS); **Buveinių paskirtis/ panauda:** jauniklių (N) ir suaugelių (F) maitinimuisi; tranzitinė (D), veisimosi (B); **Gyvenamoji vieta:** Dm-priedugnyje, Bdw,- dugninė, Pl- atvirų vandenų; **Nerštinė aplinka:** MarW- jūrinis vanduo; BrW- druskėti; **Maistinė gildija/ maistagyviai:** Z- zooplanktonas; Dmi- priedugnio fauna; F -žuvys; Bdw- dugno gyvūnai.

Padėka. Dalis šio tyrimo buvo atlikta vykdant Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą "Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą" (LT0047).

Literatūra

- Ašmontas, A. 1995. Climate and hydrolometeorological regime. Section 2, Natural conditions of nearshore aquatory. In: The Būtingė oil terminal. (*Ecological state*). Vilnius. Baltic Eco. 24-25.
- Bacevičius, E. 2008. Būtingės plūdūro rajono (473 žv. kv.) žuvų stebėsenos rezultatai 2005-2006 metais/Baltijos jūra ir jos problemos. Klaipėda. Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimų centras. p. 135-147.
- Elliott, M., Dewailly, F. 1995. The Structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 29:(3-4) 397- 417.
- Mačiūnas, D. 2006. Būtingės naftos terminalo ir grunto sąvartyno įtaka verslinėms žuvų rūšims. (Biologijos magistrinis darbas). Klaipėdos universitetas, Gamtos mokslų fakultetas. 24 p.
- Piščikas, V., 2000. Judraus smėlio biotopų ičtiocenožės Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje. *Jūra ir aplinka* 4(2):88-96.
- Repečka, R. 1994. Žuvų bendrijos rūšinė sudėtis ir gausumas. Būtingės terminalas. Vilnius. Baltic Eko. 99-107.

- Repečka, R. 2010. Ichtiologinio monitoringo ties Būtinge 2000-2009 m. rezultatai. 4-oji mokslinė praktinė konferencija Jūros ir krantų tyrimai 2010, konferencijos medžiaga. Palanga 2010 m. balandžio 13-16 d. 151-156.
- Vyšniauskas, I. 2003. Vandens temperatūros režimas pietrytinėje Baltijoje. 31-34. Kn., Baltijos jūros aplinkos būklė. Kaunas. Aušra.
- Zolubas, T. 2003. Galimas naftos išsiliejimų poveikis Baltijos jūros priekrantės biotai bei žvejybos verslui. 135-141. Kn.: Baltijos jūros aplinkos būklė. Kaunas, Aušra.

BALTIJOS JŪROS CENTRINĖS DALIES VANDENS PAVIRŠIAUS TEMPERATŪROS IR DRUSKINGUMO KAITA 1971-2009 M.

Asta Bajerčiūtė, Donatas Pupienis, Gintautas Stankūnavičius

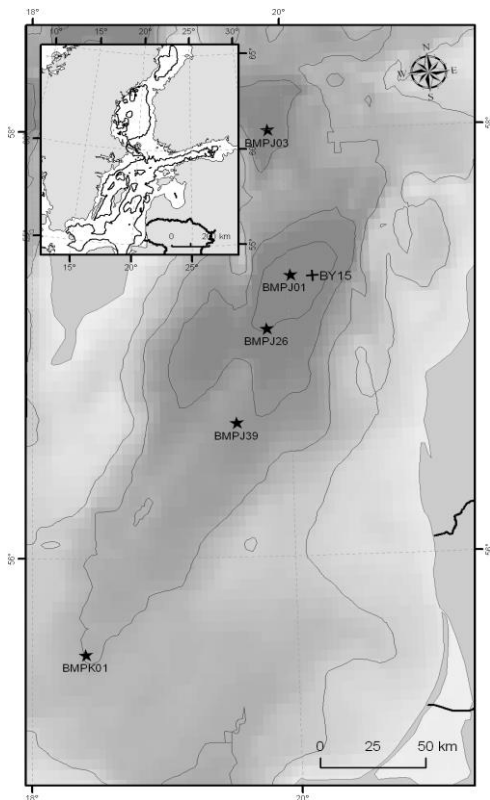
*Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakultetas, Vilnius,
asta.bajerciute@gmail.com*

Pusiau-uždara Baltijos jūra turi ribotą susisiekimą su druskinga Šiaurės jūra. Ribota vandens sąmaiša ir palyginus didelis upių nuotėkis lemia Baltijos jūroje dvisluoksnę stratifikaciją. Šiuos du sluoksnius 60-70 m gylyje atskiria pastovi haloklina (Matthäus, Frank, 1992).

Baltijos šalių mokslininkai vis dažniau atkreipia visuomenės dėmesį į galimus Baltijos jūros hidrologinės struktūros, vandens balanso pokyčius (Lepistö, Kivinen, 1997; Stigebrandt, Gustafsson, 2002; Fonselius, Valderrama, 2003; Dailys, 2007) susijusius su klimato kaita. Daugelio šalių mokslininkai ir visuomenė yra susirūpinusi galimomis globalaus klimato kaitos pasekmėmis, todėl vis dažniau atliekami išsamūs regioniniai tyrimai, kuriami galimų pokyčių scenarijai, pagrįsti ilgamečių stebėjimų duomenimis. Klimato pokyčiai ir intensyvi antropogeninė veikla gali turėti lemiamą poveikį Baltijos jūros hidrofiziniam ir hidrocheminiam režimui, o kartu ir ekosistemai. Šiame darbe analizuojama daugiametė vandens paviršiaus temperatūros (*SST*) ir druskingumo (*S*) kaita 1971-2009 m. laikotarpiu.

Tyrimų rajonas užima centrinės Baltijos jūros akvatoriją, kuri yra tarp 58°30' ir 54°50' šiaurės platumos ir 18°50' rytų ilgumos bei rytinės Baltijos jūros kranto linijos (1 pav.). Maksimalus tiriamosios akvatorijos gylis siekia 240 m, o vidutinis - 67 m. Tiriamoji akvatorija užima Vidurio (Centrinės) Baltijos jūros dugno orografinio rajono dalį. Šiaurės kryptimi tiriamoji akvatorija laipsniškai gilėja, pereidama iš Gdanskio įdaubos į Gotlando įdaubą, kurias iš rytų apriboja palyginti seklios moreninės povandeninės Kuršių-Sambijos ir Klaipėdos-Ventspilio plynaukštės, tarp kurių įsiterpia gerai išreikštas Nemuno senslėnis. Vakarinėje dalyje tyrimų rajoną riboja Gotlando sala.

Duomenų šaltiniai. Baltijos jūros vandens paviršiaus temperatūros (*SST*) ir druskingumo (*S*) kaitai 1971-2009 m. apibūdinti iš Tarptautinės jūrų tyrimų tarybos ICES (<http://www.ices.dk/ocean/>) duomenų bazės atrinkti temperatūros ir druskingumo duomenys, kurie buvo sukaupti per 1902-2009 m laikotarpį. Iš visos ICES duomenų bazės atrinktos 5 okeanografinės stotys (1 lentelė), kuriose buvo atlikta daugiausiai matavimų per visą 1971-2009 m. laikotarpį bei buvo nustatyti mažiausi duomenų trūkiai sekose. Darbe naudoti matavimų duomenys surinkti paviršiniam 0-10 m sluoksniui.



1 pav. Tyrimų rajonas. Okeanografinių stočių išsidėstymas Baltijos jūros centrinėje dalyje. Izobatos išvestos kas 50 m. Batimetrija sudaryta pagal T. Seiferto ir B. Kaiserio duomenis (Seifert, Kayser, 1995).

1 lentelė

Okeanografinių stočių koordinatės ir jūros gylis

Stotys	Ilguma, °	Platuma, °	Gylis, m
BMPJ39	19,58	56,63	145
BMPJ03	19,88	58,00	210
BMPJ01	20,03	57,32	240
BMPJ26	19,83	57,07	204

Šiaurės jūros druskingo vandens į Baltijos jūrą prietakos santykiniai dydžiai nustatyti laikotarpiui nuo 1880 iki 2005 metų (Matthäus, 2006). Šie duomenys parodo santykinę druskingo vandens prietaką ir jos intensyvumą (kai rezultatas

nuo 0 iki 10 – prietaka silpna, 11-20 – vidutinė, 21-40 – stipri, bei 41-60 – labai stipri.

Darbo metodika

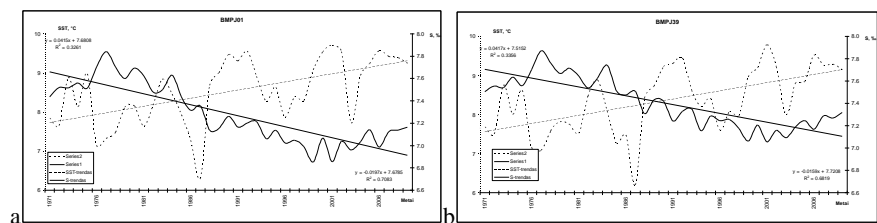
Darbe analizuojami vandens paviršiaus (0-10 m) temperatūros ir druskingumo vidutinės mėnesinės ir metinės kaitos bei metinių anomalijų duomenys. Vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo duomenys atrinkti pagal tą patį kriterijų. Išrinkti matavimai, kurie buvo vykdomi vienu laiku ir esant vienodoms oro sąlygoms. Sąvoka „vienu laiku“ vartojama, kai duomenys, surinkti okeanografinių stočių tinkle, apima dienas ir savaites, bet atliekant jų analizę tariama, kad jie yra sinoptiniai (gauti tuo pat metu). Sinoptiškumas yra labai svarbus meteorologijai, bet nėra toks reikšmingas okeanografijai, kur vandens masių ir jų sąveikų kitimas yra daug lėtesnis (Mažeika, 2001).

Atrinkus duomenis buvo sudarytos vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo 1971–2009 m. duomenų statistinės imtys. Nustatyti informacijos trūkiai BMPJ39, BMPJ03, BMPJ26 okeanografinių stočių duomenų sekose buvo rekonstruoti remiantis BMPJ01 duomenų sekomis, prieš tai atlikus koreliacinę analizę ($r \geq 0,9$). Atstatinėjant duomenų sekas buvo naudotas ryšio grafiko metodas. Pirmiausiai buvo brėžiama ryšio taškus aproksimuojanti kreivė, o duomenų sekos buvo rekonstruojamos naudojant formulę, kuri aprašo aproksimuojančią kreivę. Sudarius vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo 1971–2009 m. duomenų statistines imtis buvo apskaičiuoti vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo daugiamečiai vidurkiai arba klimatiniai vidurkiai (x_{vid}) už 1971–2000 laikotarpį. Vandens paviršiaus temperatūros (SST) ir druskingumo daugiamečių anomalijos buvo apskaičiuotos kaip absoliutus temperatūros arba druskingumo nuokrypis ($x - x_{vid}$) nuo visų šių atvejų vidurkio atskirais metais (čia x yra tiriamų metų vandens temperatūros ar druskingumo reikšmė, o x_{vid} – jų klimatologinis vidurkis).

Darbe analizuojamų SST ir S parametų kaita laiko atžvilgiu įvertinta naudojant regresijos lygtis. Tiesinių trendų patikimumo nustatymui darbe buvo naudotas neparametrinis Mann'o-Kendall'o testas, kuris gali būti naudojamas net ir esant trūkiams duomenų sekose, todėl jis plačiai vartojamas gamtos moksluose (Libiseller, 2002). Nustatant daugiamečių trendų patikimumą buvo pasirinktas 0,05 statistinio reikšmingumo lygmuo (α), taigi statistiškai reikšmingais, pagal Mann'o-Kendall'o testą, buvo laikyti tie kintamųjų pokyčiai, kai Mann'o-Kendall'o testo reikšmė didesnė nei 1,959 arba mažesnė už $-1,959$. Skaičiavimai atlikti MULTMK/PARTMK programa (Libiseller, 2002). Koreliacijos statistinis patikimumas įvertintas, nustatant statistinį kintamųjų regresinės priklausomybės ir koreliacijos patikimumo lygmenį (kai $\alpha < 0,05$). Determinacijos koeficientas (r^2) naudotas kaip regresijos modelio tinkamumo indikatorius.

Rezultatai

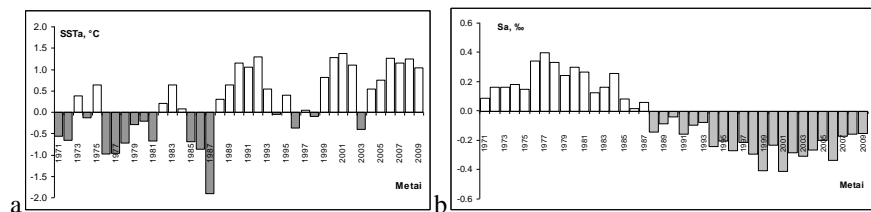
Atlikus vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo statistinės analizės nparametrinį Mann'o-Kendall'o testą (už 39 metus), gauti reikšmingi trendai. Atlikta analizė parodė, kad Baltijos jūros centrinėje dalyje vandens paviršiaus (0-10 m) temperatūra nežymiai kyla, tuo tarpu vandens paviršiaus druskingumas mažėja BMPJ01 okeanografinėje stotyje (2a pav.). Analogiškos vandens paviršiaus SST ir *S* tendencijos stebimos ir kitose Baltijos jūros centrinėje dalyje esančiose okeanografinėse stotyse - BMPJ39 (2b pav.), BMPJ03 ir BMPJ26. Gauti tyrimų rezultatai parodė, kad vandens paviršiaus temperatūros kilimas Baltijos jūros centrinėje dalyje suintensyvėjo nuo 1987 metų, tuo tarpu vandens paviršiaus druskingumo žymesnis padidėjimas nustatytas 1974-1976 ir 2003 metais, kuris sietinas su druskingo vandens prietaka iš Šiaurės jūros.



2 pav. Vidutinė metinė vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo kaita ir jų tiesiniai trendai, a-BMPJ01, b-BMPJ39 okeanografinėse stotyse 1971–2009 m.

Išanalizavus koreliacinius ryšius tarp vandens paviršiaus SST ir *S* atskirose Baltijos jūros centrinės dalies okeanografinėse stotyse nustatyti patikimi koreliaciniai ryšiai ($p < 0,005$). Visose nagrinėjamosiose okeanografinėse stotyse nustatytas silpnas neigiamas ryšys tarp SST ir *S* ($r \leq -0,47$).

Apskaičiavus Baltijos jūros centrinės dalies vandens paviršiaus temperatūros anomalijas 1971–2009 m. nustatyta, kad iki 1987 m. dažniau vyravo neigiamos SST anomalijos, tuo tarpu po 1987 m. vyrauja teigiamos SST anomalijos, kurias pasikartoja maždaug kas 4-6 metus (3a pav.).

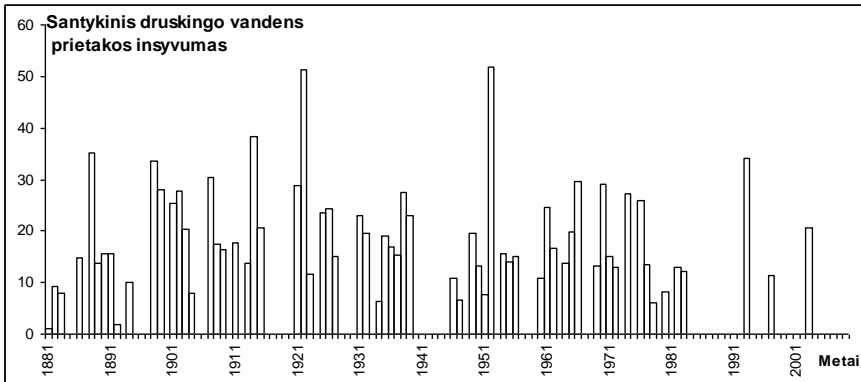


3 pav. Baltijos jūros Centrinės dalies SST (a) ir *S* (b) anomalijų kaita 1971–2009 m.

Priešingas vaizdas gautas apskaičiavus Baltijos jūros centrinės dalies vandens paviršiaus druskingumo anomalijas 1971–2009 m. (3b pav.). Vandens

paviršiaus temperatūros ir druskingumo anomalijų duomenys rodo, kad tuo metu kai vyravo neigiamos SST anomalijos Baltijos jūros centrinėje dalyje vandens paviršiaus druskingumas buvo didesnis, tačiau po 1987 metų vandens paviršiaus druskingumas pradėjo mažėti, o SST didėti.

Susilpnėjusi druskingo vandens prietaka iš Šiaurės jūros (4 pav.) ir padidėjęs upių nuotėkis (gėlo vandens prietaka) nulėmė Baltijos jūros vandens paviršiaus druskingumo mažėjimą (3b pav.).



4 pav. Šiaurės jūros druskingo vandens prietakos santykinis intensyvumas 1881-2005 m. (Matthäus, 2006)

Išvados

Apskaičiavus Baltijos jūros centrinės dalies vandens paviršiaus temperatūros anomalijas 1971–2009 m. nustatyta, kad iki 1987 m. dažniau vyraavo neigiamos SST anomalijos, tuo tarpu po 1987 m. vyrauja teigiamos SST anomalijos, kurias pasikartoja maždaug kas 4-6 metus. Vandens paviršiaus temperatūros ir druskingumo anomalijos rodo, kad tuo metu kai vyraavo neigiamos SST anomalijos Baltijos jūros centrinėje dalyje vandens paviršiaus druskingumas buvo didesnis, tačiau po 1987 metų vandens paviršiaus druskingumas pradėjo mažėti, o temperatūra didėti. Temperatūros ir druskingumo analizė papildomose okeanografinėse stovyse bei gilesniuose horizontuose, leistų papildyti šį tyrimą ir atsakyti į visus tyrimų metu iškilusius klausimus.

Padėka. Tyrimą finansuoja Lietuvos mokslo taryba (sutarties Nr. TAP-19/2010).

Literatūra

- Dailidienė, I. 2007. Hydroclimatic changes in the Southeastern Part of the Baltic Sea and Curonian Lagoon. Summary of Doctoral Dissertation Physical Sciences. Vilnius.
- Fonselius, S., Valderrama, J. 2003. One Hundred Years of Hydrographic measurements in the Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 50:229-241.

- Häkanson, L., Lindgren, D. 2008. On Regime Shifts and Budgets for Nutrients in the Open Baltic Proper: Evaluation Base don Extensive Data Between 1974 and 2005. *Joournal of Coastal Research* 24, 4C: 246-260.
- Lepistö, A., Kivinen, Y. 1997. Effects of climate change on hydrological patterns of a forecasted catchment: a physically based modeling approach. *Boreal environment research* 2:19–31.
- Libiseller, C. 2002. A Program for the Computation of Multivariate and Partial Mann-Kendall Test. Linköeping University, Department of Mathematics.
- Matthäus, W. 2006. The influence of river runoff on deep water conditions of the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 393:1–10.
- Mažeika, P. A. 2001. Baltijos jūros hidrodinamika. Klaipēda. 181.
- Seifert, T., Kayser, B. 1995. A high resolution spherical grid topography of the Baltic sea. Meerwissensch. Ber. Inst. für Ostseeforschung. Warnemünde. 9:72-88.
- Stigebrandt, A., Gustafsson, B.G. 2002. Response of the Baltic Sea Climate Change – Theory and Observation. *Journal of Sea Research* 49:243-256.

ŠVENTOSIOS UOSTO LIKIMAS XX A.

Reda Bernotaitė

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

Jau XII-XIII a. dokumentuose minima Šventosios upė, kurios pavadinimas nurodytas vokiečių kalba – Heiligen-Aa. Manoma, kad iš to kilęs ir Šventosios miestelio senovinis pavadinimas Elija (Kiaupa, 1981). Šventoji - tai sena žvejų gyvenvietė, įsikūrusi prie upės žiočių ir pirmą kartą H. Celijaus žemėlapyje pažymėta 1542 m. Vietiniai gyventojai prekiaudavo su kaimynais, čia atvykdavo pirkliai iš įvairių šalių. Jono III Sobieskio 1679 metais anglams suteikta privilegija Šventosios uoste verstis prekyba sudarė rimtą konkurenciją kitiems uostams, todėl 1701 m. švedai uostą sunaikino. Ilgą laiką Šventoji tenkinosi paprasto kaimelio teisėmis. Po pirmojo pasaulinio karo, Lietuvai atkūrus nepriklausomą valstybę, 1921 m. nustatant Lietuvos - Latvijos sieną Šventoji priskirta Lietuvai (Bendorius, 1964).

Neturint Klaipėdos, su Šventosios uostu buvo siejamos visos Lietuvos jūreivystės viltys. 1923-1925 buvo pradėta iš esmės naujo Šventosios uosto statyba: įrengti šiaurės ir pietų molai, vakarų krantinė, atlikti dugno gilinimo darbai, į uostą nutiestas siaurasis geležinkelis. 1932 m. buvo pastatyti vidiniai molai, pietų krantinė, 1932-1937 metais rytų krantinė, įrengti du žiemos baseinai. 1939 m. pradėti uosto praplėtimo darbai, jis sujungtas geležinkeliu su Darbėnų geležinkelio stotimi, buvo tvarkomi pietinis ir šiaurinis molas (Aničas, 1983).

Prieš II pasaulinį karą Šventosios uostas jau buvo reikšmingas ir klestintis Lietuvos žvejų uostas. Todėl 1939 m. kovo mėnesį vokiečiams užėmus Klaipėdos kraštą, iš jo evakuojamas visas Lietuvos karinis ir administracinis personalas, Klaipėdos uosto, pasienio policijos laivai ir buriavimo sporto centro jachtos prisiglaudė Šventijoje (Kirllys, 1972). Čia priregistruoti ir Lietuvos prekybos garlaiviai, nors uostas nebuvo pasiruošęs šių laivų priimti.

Vis dėlto, dažni šiaurės vakarų vėjai bei šiaurės vakarų srovės į Šventosios uostą prinešdavo daug žvyro, smėlio, todėl didelės gramzdos laivai į šį uostą įplaukti negalėdavo. Taip į Šventosios uostą perkeltas mokomasis karo laivas „Prezidentas Smetona“, priverstas išmesti inkarą atviroje jūroje, tapo vieninteliu pasaulyje karo laivu, neturinčiu savo uosto – dėl didelės grimzlės (2,55 m) negalėjo įplaukti į Šventosios uostą. Trumpam, kiek leido tarptautinė jūrų teisė, laivas įplaukdavo į Rygos ir Liepojos uostus. 1939 m. gegužės mėnesį Latvijos vyriausybė pareiškė, kad laivą teks nuginkluoti arba sulaukyti, jeigu jis ilgiau užtruks Liepojoje. Povilo Labanausko (Lietuvos jūrų skautų vado) iniciatyva vasaros talkai suburti gimnazistai, studentai, buriuotojai uostą pagilino, ir laivas, klaidžiojęs 4 mėnesius, pagaliau prisišvartavo Šventosios uoste. 1939 m.

rugpjūčio 8 d. Šventojoje iškilmingai pradėta Jūros savaitė, ji turėjo priminti Lietuvai, kad kova dėl jūrinės valstybės statuso nesibaigė. 1940 m. TSRS okupacija nutraukė bet kokią Lietuvos laivyno veiklą. Prekybinis laivynas buvo perduotas Latvijai, 1940–1941 m. dauguma Lietuvos prekybinio laivyno laivų subombarduoti. Pasionio apsaugos įstaigos laiveliai bei karo laivas „Prezidentas Smetona“, pervadintas „Pirmūnu“, perduoti Raudonajai Armijai (Balčius, 1999).

Vokiečių okupacijos metu, nors ir nedideliais mastais, toliau vykdyti uosto statybos darbai: 1941-1943 m. metais užbaigtos statyti 278 m ilgio medinės krantinės, užbaigti tiesti 3 kilometrų ilgio uosto keliai, nutiesta 12 kilometrų telefono linija, baigtos mūryti tolimosios žvejybos baseino 438,2 m betoninės krantinės ir statyti artimosios žvejybos baseino 345,0 m ilgio medinės krantinės. Tačiau 1945 m. sausio pabaigoje sovietų kariuomenei užėmus visą Lietuvos pajūrį, SSRS kaip vieną iš nedaugelio jos turimų neužšalantių Baltijos jūros uostų ekonominiiais sumetimais plėtojo Klaipėdą, tuo tarpu Šventosios uostas buvo užmirštas (Baltuška, 2009). Tvarkomas tik pačių gyventojų iniciatyva, žvejybos ūkis Šventojoje išliko. Buvo sukurta žvejų artelė, vėliau – kolūkis. Žvejai žuvis turėjo atiduoti artelei, todėl, kaip ir pirmosios vokiečių okupacijos metais, žuvis buvo vagiamos. Žvejų botai bazavosi vidiniame baseine. O į jūrą šiaip taip išplaukdavo Šventosios upės praplaunamu ir žemsiurbės kiek pagilintu kanalu. Neretai įplaukus vietą žvejai pasigilindavo savo laivų sraigtais (Žaromskis, 1998).

Beveik nelistas Šventosios istorijos puslapis - 1944 m. vasara, kai per Šventąją vyko lietuvių emigracija į Švediją. Artėjant frontui iš rytų, miestelį užplūdo besitraukiantys vokiečiai, kurie bėglius gaudydavo ir bausdavo. Todėl iš paties uosto plaukti nebuvo galima - laivai paprastai stovėdavo toliau nuo kranto, o vietiniai žvejai uždirbdavo plukdydami pabėgėlius savo valtimis iki laivo. Garsas, kad iš Šventosios galima išplaukti į Švediją, greitai pasklido po Lietuvą. Miestelį užplūdo žmonės: artistai, rašytojai, politikai. 1944-ųjų vasara buvo šilta, todėl laukdami išvykimo, žmonės nakvodavo kopose. Sekmadieniais visi susirinkdavo mažoje medinėje bažnytelėje, tačiau prabėgus kelioms savaitėms, publika pasikeisdavo. Anie jau būdavo išplaukę. Laivus samdydavo JAV lietuviai. Tie, kurie pirmieji ryžosi rizikingai kelionei, jau Švedijoje rūpinosi, kaip iš Šventosios parvežti kitus pabėgėlius (Godunavičienė, 1993).

Uosto teritorijoje, 780 metrų nuo jūros stovi 1957 m. pastatytas 39 m aukščio Šventosios švyturys. 1973 m. Klaipėdos jūrų muziejus buvo surengęs žvalgybinę ekspediciją į Šventąją. Aptiktas jūroje nuskendęs, veikiausiai XVII a. laivas, dugne įstrigę inkarai (Kiaupa, 1981). 1966–1976 m. netoli Šventosios archeologinius kasinėjimus atliko dr. Rimutė Rimantienė. Kasinėjimų metu rastas 5000 metų senumo 2 metrų aukščio medinis stulpas su pelėdos bruožų deivės kauke. 1970 m. Šventoji prijungta prie Palangos ir tapo jos poilsia vietės-kurorto dalimi. Tuo metu Šventojoje pastoviai gyveno iki 1200 žmonių. Vasaros metu gyventojų skaičius padidėdavo daugiau kaip dvigubai. Per kelerius metus tiek

prie pušyno, tiek prie krantinių, poilsiautojams pastatyta per 1000 mažagabaritinių vasarnamių (Gudelis, 1971).

Tiek sovietmečiu, tiek atgavus nepriklausomybę inicijuotas ne vienas projektas Šventosios uostui atkurti (1923; 1939; 1989 m). 1989 m. Kauno radiotechnikos gamyklos „Banga“ užsakymu parengtas Šventosios uosto atstatymo projektas, planuojant įrengti jachtų uostą su 4–5 metrų gyliu. 2003 metais LR susisiekimo ministerijos užsakymu atlikta Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija (Smailys, 1933). Šios studijos tikslas buvo suformuoti pasiūlymus dėl Šventosios jūrų uosto statuso, veiklos krypčių, uosto teritorijos ir akvatorijos ribų nustatymo tvarkos, uosto atstatymo darbų vykdymo apimčių ir eiliškumo, lėšų poreikio ir galimų finansavimo šaltinių. 2008-04-07 LR susisiekimo ministras patvirtino „Šventosios valstybinio jūrų uosto statybos programos įgyvendinimo priemonių planą“, pagal kurį šiuo metu jau pradėti uosto akvatorijos valymo bei įplaukos kanalo gilinimo darbai.

Literatūra

- Aničas, J., Areška V. ir kt. 1999. *Lietuviškoji tarybinė enciklopedija*. Vilnius. 10 T. 640 p.
- Balčius, M., Genienė, Z. ir kt. 1999. *Palangos istorija*. Klaipėda. 347 p.
- Baltuška, R. 2009. *Baltijos jūra ir Lietuvos laivynas*. Kaunas. 231 p.
- Bendorius, A., Čepėnas, P. ir kt. 1964. *Lietuvių enciklopedija*. Pietų Bostonas, JAV. 543 p.
- Godunavičienė, J. 1993. *1944-ieji. Šventoji-Gotlandas, Vakarinės naujienos*. Kaunas. Vasaris, 8,22,23d.
- Gudelis, V. 1971. Šventosios uostas ir jo apylinkės. *Mūsų gamta* 8: 4-6, 9:3-4.
- Kirlys, V. 1972. Šventosios uostas katastrofų nelaisvėje. *Tarybinė Lietuva, Klaipėda* 1972-07-13.
- Kiaupa, Z. 1981. Šventosios uostas. *Mokslas ir gyvenimas* 5:34.
- Smailys, V. 2003. *Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija*. Vilnius-Klaipėda. 73 p.
- Žaromskis, R. 1998. *Šventosios uostas*. Vilnius. 50 p.

SUSKYSTINTŲ DUJŲ TERMINALO STATYBOS LIETUVOJE PLANAVIMAS

Nerijus Blažauskas, Feliksas Anusauskas, Sergej Suzdalev

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

Pažvelkime į paskutinių metų Lietuvos energijos sistemos vystymo ir modernizavimo planus. Neskaitant žaidimų su atominės elektrinės statybų planais ir stringančiu Lietuvos-Lenkijos projektu įrengti dviejų grandžių 400 kV įtampos oro liniją Alytus-Elkas su modernia pastote Alytuje (<http://www.litpol-link.com>), kiti ne mažiau grandioziniai projektai sukasi apie Lietuvos pajūrį. 300 kV HVDC elektros tarp Lietuvos ir Švedijos perdavimo linijos jūra projektas tyliai, bet įsibėgėja, jau parengti jungties specialiojo plano sprendiniai (<http://www.litgrid.eu>). Užbaigtas du metus vykęs poveikio aplinkai vertinimas Klaipėdos –Telšių 330 kV įtampos elektros perdavimo oru linijai. Vyksta gamtinių dujų perdavimo sistemos modernizavimas naujais vamzdynais sujungiantis Klaipėdos ir Šakių dujų perskirstymo stotis. Svarstomos žaliavinės naftos ir naftos produktų transportavimo vamzdynu iš Būtingės į Klaipėdą alternatyvos sausuma ir jūra. Įgyvendinami vėjo energijos parkų projektai sausumoje: gauti leidimai 36 MW galios vėjo elektrinių parkams įrengti Klaipėdos rajone, 250 MW – Šilutės rajone, 43 MW – Palangos rajone ties Šventąja. Pradėti trys poveikio aplinkai vertinimo projektai vėjo elektrinių parkų įrengimui Lietuvos Išskirtinėje Ekonominėje Zonoje jūroje, kurių suminė galia viršija 1 GW. Gauti leidimai statyti termofikacinę elektrinę Klaipėdos laisvojoje ekonominėje zonoje (elektrinės pajėgumas - 50 MW šilumos ir 20 MW elektros energijos); vis dar neatskleistas jūrinės naftos gavybos potencialas. Tokiu būdu, Lietuva didelėmis pastangomis siekianti įgyti jūrinės valstybės statusą, be didesnio vargo tapo tradicinės ir atsinaujinančios energetikos projektų koncentracijos centru, matomu visame Pietryčių Baltijos regione.

Šiandien, bene svarbiausia energetine aktualija išlieka suskystintų gamtinių dujų - SGD (*angl. – liquefied natural gas, LNG*) terminalo statybos galimybės. Nors didžiausias dėmesys skiriamas galimo terminalo vietos parinkimui svarbu atkreipti dėmesį ir į kitus, ne mažiau svarbius, projekto planavimo aspektus. SGD terminalo projektą sudaro keli svarbūs komponentai: technologija (SGD laivų, degazifikavimo ir saugyklų tipai), pats terminalas, dujų tiekimo infrastruktūra – dujotiekis ir dujų paskirstymo stotys. Pradžioje apsibrėškime kokie gi faktoriai nulemia apsisprendimą statyti tokį terminalą ir tik po to panagrinėkime terminalo vietos parinkimą. Kodėl suskystintos dujos? Visų pirma reikia pabrėžti, jog SGD nėra naujas energijos šaltinis, tai tik kitas būdas tiekti dujas - ne vamzdynu, o specialiais laivais, prieš tai apie 600 kartų termiškai sumažinus jų tūrį, iš rinkų

kurios anksčiau buvo neprieinamos (Omanas, Alžyras, Kataras ir kt.). Tai, tam tikra prasme, yra alternatyvi energijos tiekimo ir saugumo užtikrinimo priemonė. Pasirinkdami tokį energijos tiekimo būdą neišvengiamai kalbame apie uostą.

Kur saugosime? Galimybių studijos metu buvo nagrinėjamos trys alternatyvos: (1) požeminė dujų saugykla Klaipėdos ir/arba Telšių apskrityse. Vertinant galimybes įrengti požeminę dujų saugyklą buvo išskirti trys potencialiai tinkami požeminių struktūrų tipai: natūralios geologinės struktūros Kambro ir viršutinio Vendo smiltainiuose arba mažiau perspektyvios druskų klodų kavernos; išeksploatuoti naftos telkiniai; vandeningo horizonto tipo struktūros. Pagrindiniai reikalavimai keliami požeminiams saugykloms – bendras tūris, darbinių dujų tūris, sandarumas bei atstumas nuo pagrindinio dujotiekio. Perspektyviausia išrinkta Syderių vandeningo horizonto struktūra, kuri tenkina daugelį tokio tipo rezervuarui keliamų reikalavimų – yra talpi, sandari ir netoli pagrindinio dujotiekio; (2) dujų saugykla SGD terminalo teritorijoje sausumoje arba jūroje (priklausomai nuo pasirinktos koncepcijos) bei (3) nedidelio tūrio saugykla suskystintoms dujų laikinam saugojimui prieš jas degazifikuojant ir nukreipiant į paskirstymo vamzdyną. Kam jas nauduosime? Atsižvelgiant į pasaulinę SGD paklausą ir esamą dujų transportavimo laivų potencialą, bei atstumus iki artimiausių tiekėjų, galima teigti, jog tokiu būdu atsigabentas dujas turėtume naudoti kasdieniams šalies buitiniams ir gamybiniais poreikiams tenkinti ir netgi numatant jų eksporto į gretimas valstybes galimybes. SGD terminalo kaip alternatyvios dujų importo infrastruktūros (minimalių apimčių, veikiančio tik esant poreikiui) naudojimas yra ekonomiškai neracionalus ir sunkiai įgyvendinamas, - šioje rinkoje vyrauja ilgalaikiai kontraktai tiek su dujų tiekėjais, tiek su dujas transportuojančiomis laivų kompanijomis.

Kadangi projektas yra kompleksinis, tai parenkant tinkamiausią vietą terminalo statybai, tenka susidurti su teritorijų planavimo procedūromis tiek sausumoje, tiek ir jūroje. Vertinant terminalo statybos galimybes, buvo išskirtos 4 potencialios zonos: (1) Būtingės variantas su SGD uostu jūroje ir naftos terminalu sausumoje; (2) SGD uostas kaip Klaipėdos giliavandens uosto dalis; (3) SGD terminalas Klaipėdos uosto šiaurinėje dalyje ir (4) ties Kiaulės nugaros sala. Visais atvejais tenka spręsti tas pačias problemas – užtikrinti prieplaukos kanalo ir gylį SGD laivo švartavimosi vietoj, rasti vietą terminalo statybai sausumoje įvertinant rizikos ir apsaugos zonas, numatyti trasą būsimam dujotiekiiui jungiančiu terminalą su esamu dujų paskirstymo tinklu, suderinti ekonominę veiklą su socialiniais interesais.

Būtingės uostas ir SGD terminalas sausumoje

Būtingės variantas yra patrauklus dėl santykinai nedidelių aplinkosauginių problemų, palyginti menko apgyvendinimo, nesudėtingo dujotiekio trasos iš Būtingės į artimiausią Palangos dujų perdavimo stoties (DPS) bei paties SGD

terminalo sausumoje planavimo. Suskystintos dujos galėtų būt tiekiamos į terminalą kriogeninio vamzdžio pagalba iš jūroje pastatytos SGD laivo švartavimuisi skirtos platformos. Pagrindinės techninės problemos – reikalinga nutiesti naują 250 mm diametro vamzdyną nuo Būtingės terminalo iki Palangos DPS, kurio ilgis apie 20 km. Iš jų tik apie 2,5 km tenka miškui, kiti 17,5 km – dirbamos žemės. Trasoje numatomos trys pagrindinės techninės kliūtys – Palangos Liepojos kelias, Šventosios upė ir 4 susikirtimai su vietinės reikšmės keliais. Kita svarstyta alternatyva – dujotiekio tiesimas nuo Būtingės terminalo iki magistralinio dujotiekio (Kursėnų DPS). Šio projekto įgyvendinimui reikėtų nutiesti naują 400 mm diametro vamzdyną, kurio bendras ilgis apie 150 km. Kita svarbi planavimo detalė – SGD laivo švartavimosi vieta jūroje. Tam, kad užtikrinti tinkamą gylį (ne mažiau 13 m) didelės grimzdos laivui, švartavimosi platformą būtina planuoti apie 6-8 km atstumu nuo kranto. Tokiu atveju būtina planuoti apie 10 km labai brangaus – kriogeninio vamzdžio tiesimą nuo platformos iki dujų degazifikavimo stoties sausumoje.

Klaipėdos giliavandenis uostas ir SGD terminalas dirbtinėje saloje jūroje arba sausumoje

Giliavandenio uosto statybos planai Klaipėdoje žinomi jau beveik dešimtmetį. Padarytos net kelios galimybių studijos parengti techninių sprendinių projektai. Uostas galėtų tenkinti įvairius poreikius, tame tarpe, jame galėtų būt įrengtas ir SGD terminalas. Šiandien atrodo, jog suskystintų dujų terminalo statybos planai jau lenkia giliavandenio uosto vystymo tempus. Todėl atsiranda galimybė paskatinti giliavandenio uosto vystymą, pradžioje įrengus SGD terminalą. Svarstyti du koncepciniai variantai: visas terminalas išoriniame uoste (arba platformoje) arba SGD laivo švartavimasis išoriniame uoste, o terminalo statyba sausumoje – dabartinėje uosto teritorijoje ties Melnragės gyvenvietė. Atsižvelgiant į uosto plėtros planus SGD terminalo statyba šioje akvatorijos dalyje atrodo labai patraukli ir strategiškai teisinga. Teigiamos projekto pusės – arti pagrindinio uosto ir jo infrastruktūros, planuojami gilinimo darbai leidžia projektuoti terminalą gana arti kranto, atsiranda galimybė sukurti Melnragėje naujo verslo ir turizmo centrą su plačia paslaugų sfera, nauju rekreaciniu potencialu ir technine baze. Vis dėl to susiduriama su via eile techninių, aplinkosauginių ir socialinių problemų. Visų pirma, pasikeis nešmenų tranzito išilgai kranto pobūdis; reikalinga ilgalaikė krantų apsaugos ir paplūdimių priežiūros strategija. Svarbus ir vietos gyventojų pasipriešinimas ekonominei uosto plėtrai. Be to – labai kompliktuotas dujų vamzdžio iš terminalo į magistralinį vamzdyną planavimas, taip pat reikalingi apsauginiai hidrotechniniai įrenginiai saugantys terminalą nuo bangavimo. Planuojant terminalą sausumoje sudėtinga (arba neįmanoma) išlaikyti saugius atstumus iki esamų gyvenamų namų.

SGD terminalas Klaipėdos uosto šiaurinėje dalyje

Pasirinkus SGD terminalo statybą šiaurinėje uosto dalyje sąnaudos įrengiant SGD laivų švartavimosi vietą būtų santykinai nedidelės – prie esamų arba naujai parengtų krantinų. Jūros gylis ties šiaurinėmis krantinėmis yra gana didelis, todėl gilinimo kaštai taip pat būtų maksimaliai sumažinti. Kita teigiama šios koncepcijos detalė – tai, kad terminalas atsirastų funkciškai panašioje aplinkoje – Klaipėdos naftos terminalo teritorijoje. Pagrindinės problemos susijusios su saugumo zonų išlaikymu ir konfliktais su vietos gyventojais. Be to išlieka ta pati – dujotiekio tiesimo per tankiai apgyvendintą šiaurinę miesto dalį – problema. Be ankščiau paminėtų techninių, socialinių, bei mažiau aktualių aplinkosauginių problemų, operuojant šiaurinėje uosto dalyje pastatytą terminalą, neišvengiamai susiduriama su navigacijos saugumu ir apribojimais uosto vidinėje akvatorijoje bei įplaukos kanale. SGD laivo apsisukimo zonos diametras yra apie 500 m. Siauroje šiaurinėje uosto akvatorijos dalyje tokio apsisukimo baseino suformavimas neišvengiamai apribos kitas uosto veiklas SGD laivo operacijų metu.

SGD terminalas Klaipėdos uosto pietinėje dalyje

Šiandien vis garsiau kalbama apie Kiaulės nugaros salą pietinėje uosto dalyje. Santykinai paprastesnės dujotiekio sausumoje planavimo procedūros, suderinamumo galimybė su kitais energetiniais ir infrastruktūriniais projektais (pietinės miesto dalies plėtra, NORDBALT elektros kabelio tiesimo planavimas sausumoje), geresnės sąlygos laivų apsisukimo manevrams, didesnis atstumas nuo artimiausių gyvenamųjų rajonų nulėmė, kad šis variantas minimas tarp labiausiai priimtinių. Visgi, objektyvių kliūčių, leidžiančių pritari terminalo statyboms būtent ties Kiaulės nugaros sala yra. Visų pirma – projekto vystymas turės reikšmingą poveikį vandens apykaitai tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros. Pasikeitusios hidrodinaminės ir hidrocheminės sąlygos mariose turės tiesioginę įtaką biologinei įvairovei, krantų stabilumui rytinėje Kuršių nerijos pakrantėje. Nemažiau svarbus faktoriumi išlieka – navigacijos problemos sąsiauryje dėl nuolat kursuojančių SGD transportuojančių laivų. Be to, neišvengiamai reiktų atlikti uosto veiklų reorganizaciją, matomai bus reikalinga esamo keleivių terminalo redislokacija, užtikrinant keleivių ir krovinių saugumą.

Yra ir daugiau alternatyvų, kurios svarstomos planuojant būsimo terminalo statybas, tačiau aišku, jog nei vienas iš galimų sprendimų nebus padarytas be aiškios politinės valios pasirenkant būsimo terminalo dydį ir paskirtį, išsamių aplinkos tyrimų ir modeliavimo, būtino norint prognozuoti galimus gamtinės aplinkos pokyčius ir sudėtingų teritorinio ir jūros planavimo procedūrų, kurių dėka pavyktų optimizuoti plėtrą, suderinant ją su socialiniais miesto gyventojų poreikiais.

DAUGIAMEČIO RAUDONDUMBLIO (*FURCELLARIA LUMBRICALIS*) AUGIMVIETĖS POKYČIAI KEIČIANTIS VANDENS SKAIDRUMUI: SCENARIJŲ ANALIZĖ

Martynas Bučas

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėdos universiteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda,
martynas@corpi.ku.lt*

Įvadas

Daugiametis raudondumblis šakotasis banguolis (*Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux) yra viena iš svarbiausių ir dominuojančių dugno augalų rūšių Lietuvos priekrantėje (Bučas et al., 2009). Lietuvos akvatorijoje banguolis pasiskirstęs ties žemyniniu krantu tarp Girulių ir Šventosios, kur povandeniniame šlaite yra tinkamo šiam augalui prisitvirtinti substrato – žvirgždo, gargždo ir riedulių. Čia banguolis formuoja dugno buveines (Olenin ir kt., 1996; Bučas et al., 2007), kur raudondumblio sąžalynai yra žinomi kaip natūralus nerštaviečių substratas Baltijos silkei (Olenin, Labanauskas, 1994) ir antrinis substratas siūliniams makrodumbliams bei dvigeldžiams moliuskams (Blinova, Tolstikova, 1972).

Pirmieji banguolio išteklių tyrimai prasidėjo 1955 m. (Kireeva, 1960) ir tęsiasi nereguliariai iki šiol, todėl apie rūšies gausumą bei pasiskirstymą yra sukaupta santykinai daug istorinės mokslinės informacijos. Šiandien žinoma, kad fiziniai aplinkos veiksniai labiausiai riboja bentosinių dumblių pasiskirstymą Baltijos jūroje (Sandman et al., 2008), iš jų banguoliui svarbiausi yra kietas substratas, vandens skaidrumas ir vandens judėjimas (bangos ir srovės) (Bučas, 2009). Dabartinis rūšies pasiskirstymas buvo nustatytas interpoliuojant lauko tyrimų duomenis visai priekrantei (Bučas et al., 2009), todėl neleido objektyviai prognozuoti augimviečių naujose teritorijose ir jų pasiskirstymo pokyčių pasikeitus aplinkos sąlygoms. Šiuos trūkumus sąlyginai leido išspręsti pastarąjį dešimtmetį išaugęs statistinių modeliavimo metodų, pagrįstų empiriniais rūšies sutinkamumo ir aplinkos veiksnių ryšiais (Miller ir kt., 2007), vystymas ir taikymas.

Eutrofikacija yra identifikuotas kaip didžiausią neigiamą poveikį turintis Baltijos jūros ekosistemos fenomenas (SEPA, 2009), todėl vandens skaidrumas (Secchi gylis) yra vienas iš pagrindinių vandens kokybės rodiklių, į kurį atsižvelgiama Baltijos jūros veiksmų plane. Pagal HELCOM parengtą planą atskiriems Baltijos jūros rajonams yra nustatytos etaloninės (iki intensyvos

eutrofikacijos pradžios) vandens skaidrumo vertės, kurias Baltijos jūros šalims reikėtų pasiekti norint pagerinti vandens kokybę iki eutrofikacijos laikotarpio.

Todėl šio tyrimo tikslas buvo remiantis modelio skaičiavimais numatyti banguolio augimvietės pokyčius keičiantis vandens skaidrumui pagal numatytus HECOM scenarijus.

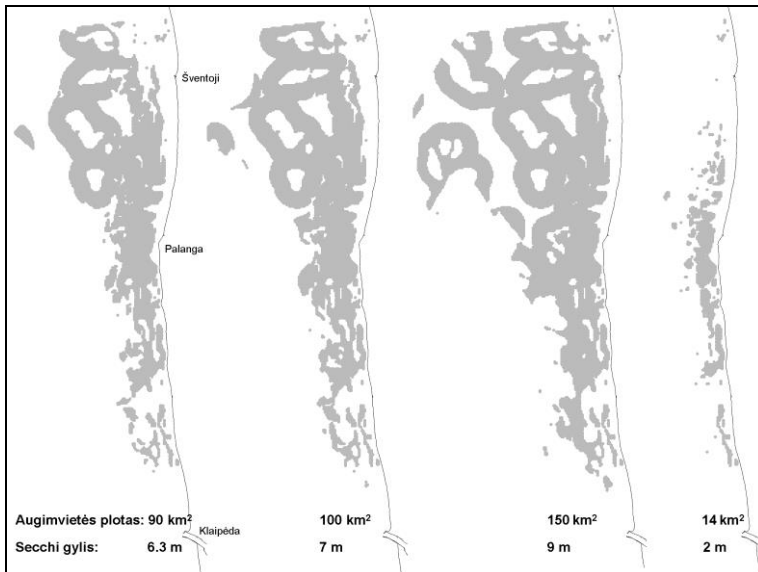
Metodai

Iš daugelio statistinių metodų pasirinktas netiesinės regresinės analizės (angl. Generalized additive modelling) metodas, kadangi gali modeliuoti netiesines priklausomybes ir atsižvelgti į nepriklausomų kintamųjų (aplinkos veiksnių) sąveikas (Miller *et al.*, 2007). Parinkti 8 žinomi aplinkos veiksniai, kurie gali įtakoti banguolio augimvietės pasiskirstymą: dugno nuosėdų tipas, vandens skaidrumas (pagal Secchi gylį), kieto (akmenuoto) substrato buvimas eufotiniame gylyje (Urbanski & Szymelfenig, 2003), atstumas iki smėlėto dugno, bangų orbitinis greitis, dugno šlaito statusas, dugno nelygumas, ekspozicija. Modeliavimui naudoti lauko tyrimų duomenys nuo 2003 iki 2008 m. (Bučas, 2009). Iš viso duomenų bazę sudarė 566 nardymo ir vaizdo transektos, padengiančios beveik visą žemyninę Lietuvos priekrantės dalį, 1–25 m gyliuose. Duomenys buvo padalinti į modelio kalibravimo (vidinio) ir jo testavimo (išorinio) duomenų aibes, priskiriant joms atitinkamai 70% ir 30% bendro duomenų kiekio. Vidinės ir išorinės prognozės tikslumas įvertintas AUC (angl. Area under the curve) rodikliu, kuris parodo kaip modelis tiksliai klasifikuoja banguolio buvimą ir nebuvimą lyginant su lauko tyrimų rezultatus. Prognozės tikslumas laikomas atsitiktinis, kai $AUC \leq 0,5$; geras - $AUC > 0,8$; puikus - $AUC = 1,0$. Įvertinus modelio tikslumą, visi esami duomenys buvo panaudoti banguolio augimvietės pokyčių prognozei pagal tris vandens skaidrumo scenarijus, paremtus Baltijos jūros veiksmų plano ir ekspertinių vertinimų. Pirmuose dvejuose scenarijuose vidutinis Secchi gylis buvo padidintas 11% ir 46% dabartinio gylio (6,3 m) norint pasiekti atitinkamai 25% „blogesnę“ nei etaloninių sąlygų ir etaloninių sąlygų vandens skaidrumą. Trečiame scenarijuje priešingai - numatyta įvertinti dumblių augimvietės pokyčius du kartus sumažėjus vidutiniam dabartiniam vandens skaidrumui priekrantėje. Banguolio augimvietės pasiskirstymo atvaizdavimui ir prognozuoto ploto skaičiavimui naudotos geografinės informacinės sistemos (ESRI® ArcMap™ 9.2).

Rezultatai ir jų aptarimas

Pagal gautą modelį dabartinė banguolio augimvietė išplitusi maždaug 33 km išilgai pakrantės, o modeliuotas augimvietės plotas, užimantis beveik visą akmenuotą dugną iki 17 m gylio, yra apie 90 km² (1 pav.). Gautas augimvietės plotas beveik dukart didesnis lyginant su interpoliacijos metodu gautais rezultatais (Bučas *et al.*, 2009). Tokį skirtumą galima paaiškinti tuo, kad šiame

tyrime naudotas modelis atsižvelgia į modeliuojamo objekto ryšius su aplinkos sąlygomis, tuo tarpu klasikiniai matematinio interpoliavimo metodai šių ryšių nevertina ir prognozei naudoja tik priklausomo kintamojo (banguolio aptinkamumas) reikšmes. Modelio prognozei svarbiausi aplinkos veiksniai buvo hidrodinaminiai veiksniai, atstumas iki smėlėto dugno ir gargždo-riedulių buvimas eufotiniame gylyje, tuo tarpu dugno paviršiaus įtaka buvo santykinai silpna (1 lentelė). Dėl kieto santykinai stabilaus gargždo-riedulių dugno dominavimo eufotiniame gylyje ir mažo bangų poveikio, susijusio su nuolaidžiu dugno šlaitu, didžiausi šakotojo banguolio augimvietės plotai yra Palangos-Šventosios ruože. Modelio prognozės vidinės ir išorinės validacijos tikslumas buvo labai geras ($AUC > 0,8$).



1 pav. Dabartinis daugiamečio raudondumblio (*Furcellaria lumbricalis*) augimvietės pasiskirstymas ir pokyčiai keičiantis Secchi gyliui pagal tris scenarijus (žr. tekste): 7, 9 ir 2 m.

Pagal pirmą scenarijų (Secchi gylis 7 m) banguolio augimvietės padidėjo 15%, ypač šiaurinėje ir nedaug pietinėje priekrantės dalyse (1 pav.). Tai galima būtų paaiškinti tuo, kad kietas substratas ties Šventąja-Būtinge yra sumažinto vandens skaidrumo zonoje, kurį, matomai, lemia Šventosios upė, todėl padidinus vandens skaidrumą padidėja ir pakankamai apšviesto substrato plotas. Panašūs veiksniai veikia ir pietinėje dalyje, kur vandens skaidrumą mažina į jūrą ištekėjęs Kuršių marių vanduo. Antrajame scenarijuje, augimvietė padidėjo

beveik du kartus, todėl akivaizdu, kad vandens skaidrumo didinimas reikšmingai įtakoja banguolio augimvietės ploto didėjimą.

1 lentelė

Aplinkos veiksnių santykinė svarba šakotojo banguolio augimvietės modelyje

Aplinkos veiksniai:	Svarba	Aplinkos veiksniai:	Svarba
bangų orbitinis greitis	10,8	dugno nuosėdų tipas	0,5
atstumas iki smėlėto dugno	4,9	dugno šlaito statumas	0
kieto substrato buvimas eufotiniame gylyje	1,1	ekspozicija	1,9
vandens skaidrumas (Secchi gylis)	0,4	dugno nelygumas	0

Trečiame scenarijuje, dumblio augimvietė sumažėjo šešis kartus, ypatingai priekrantės dalyje šiauriau Palangos. Mažesni augimvietės pokyčiai tikėtini pietinėje arealo dalyje, o stabiliausias augimvietės plotas išlieka Palangos-Karklės ruože, kur yra pakankamai kieto substrato eufotiniame sluoksnyje.

Rezultatų apibendrinimas

- gautas modelis yra tinkamas prognozuoti raudondumblio augimvietės pasiskirstymą, tačiau norint pagerinti modelio tikslumą reikėtų įtraukti dugno hidro-litodinaminį procesus atspindintį rodiklį;
- vandens skaidrumas reikšmingai įtakoja banguolio augimvietės pasiskirstymą ir plotą;
- vandens skaidrumo sumažėjimas reikšmingiau (apie 40%) įtakoja augimviečių plotą negu skaidrumo didinimas dėl galimų kitų aplinkos veiksnių sąveikos;
- stabiliausiai augimvietės plotas yra Palangos-Karklės ruože, kur yra optimaliausios aplinkos sąlygos banguoliui.

Padėka. Šis tyrimas buvo atliktas vykdant EU BONUS + projektą – „Baltijos jūros dugno buveinių erdvinė prognozė: įtraukiant antropogeninį poveikį ir ekonominį vertinimą“ (BONUS-163) bei Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą "Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą" (LT0047).

Literatūra

- Blinova, E.I., Tolstikova, N.E. 1972. Stocks of commercial agar-reach algae *Furcellaria fastigiata* (Huds.) J. V. Lamour in the coast of Lithuania. *Rastitelye Resursy* 8(3):380–388.
- Bučas, M., Daunys, D., Olenin, S. 2007. Overgrowth patterns of the red algae *Furcellaria lumbicalis* at an exposed Baltic Sea coast: The results of a remote underwater video data analysis. *Estuarine and Coastal Marine Science* 75(3):308-316.

- Bučas, M., Daunys, D., Olenin, S. 2009. Recent distribution and stock assessment of the red alga *Furcellaria lumbricalis* on an exposed Baltic Sea coast: combined use of field survey and modelling methods. *Oceanologia* 51(3):1-19.
- Bučas, M. 2009. Distribution patterns and ecological role of the red alga *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J.V. Lamouroux off the exposed Baltic Sea coast of Lithuania. Thesis of Biomedical sciences. Klaipėda, 124 p.
- Kireeva, M. 1960. Distribution and biomass of marine algae in the Baltic Sea. *Trudi WNIRO* 42:195-205.
- Miller, J., Franklin, J., & Aspinall, R. 2007. Incorporating spatial dependence in predictive vegetation models. *Ecological Modelling* 202(3-4):225-242.
- Olenin, S., Labanauskas, V. 1994. Lietuvos priekrantės povandeninių biotopų bei nerštaviečių kartografovimas. *Žuvininkystė Lietuvoje* 70-76.
- Olenin, S., Daunys, D. & Labanauskas, V. 1996. Classification principles of the Lithuanian coastal biotopes. *Annals of Geography* (Vilnius) 29:218-231 (in Lithuanian).
- Sandman, A., Isaeus, M., Bergström, U. & Kautsky, H. 2008. Spatial predictions of Baltic phytobenthic communities: measuring robustness of Generalized Additive Models based on transect data. *Journal of Marine Systems* 74:86-96.
- SEPA, Swedish Environmental Protection Agency. 2009. What's in the sea for me? Ecosystem services provided by the Baltic Sea and Skagerrak. Report nr 5872, 44p. Available at: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Nedre-meny/Webbokhandeln/ISBN/5800/978-91-620-5872-2/>.
- Urbanski, J.A. and Szymelfenig, M. 2003. GIS-based mapping of benthic habitats. *Estuar. Coast. Shelf Sci* 56(1):99-109.

CHEMINĖS TARŠOS PATEKIMO RIZIKOS VERTINIMAS KLAIPĖDOS UOSTE

Vilma Burškytė, Olga Belous

Klaipėdos universitetas, Klaipėda, vilmaburskyte@yahoo.com; olga.belous@ku.lt

Anotacija. Jūrinė industrija neišvengiamai įtakoja supančią aplinką, kadangi uostai dažnai būna įsikūrę jautriose gamtinėse zonose, kur dėmesys aplinkos kokybei turėtų būti itin didelis. Šiandien uosto vandens kokybė kelia susirūpinimą, kadangi šioje akvatorijoje daugelis vandens kokybės parametrų viršija didžiausias leistinas koncentracijas. Todėl taršos patekimo rizikos vertinimas ir priežasčių, sąlygojančių taršą šioje akvatorijoje, nustatymas yra vienas iš pagrindinių ES aplinkos apsaugos politikos įgyvendinimo principų.

Reikšminiai žodžiai: jūrinė industrija, taršos prevencija, rizikos vertinimas.

Įvadas

Švarus vanduo yra būtina sąlyga užtikrinti tvarų vandens išteklių valdymą, tačiau šiandien vandens užterštumas tapo aktualia problema daugelyje pasaulio šalių. Neturinio jokių priemaišų, absoliučiai, švaraus vandens gamtoje nebūna. Jūrinės industrijos poveikio zonoje, vandens užterštumo specifika lemia didelę antropogeninę apkrova (Galkus, 2001). Antropogeninė veikla įtakoja vandens kokybę, todėl cheminių medžiagų koncentracijos šiuose vandenyse nuolat didėja (Yidana and Ophori, 2008).

Lietuva, tapusi Europos Sąjungos (ES) nare, privalo vykdyti ES teisinius reikalavimus, susijusius su vandenų apsauga, kuriuose labiausiai akcentuojama vandenų taršos kontrolė (Europos parlamento..., 2000). Šiuo metu didelis dėmesys vandens išteklių valdymui skiriamas visose ES šalyse, ypač Vokietijoje, Olandijoje (Buijs, 2009). Nėra jokių abejonų, kad jūrinė industrija ir toliau intensyviai plėsis, tai reiškia ir tam tikrą buveinių praradimą (Darbra *et al.*, 2004), bei didesnę cheminės taršos riziką. Todėl aplinkos būklė yra ir ateityje taps dar reikšmingesniu, ilgalaikės ūkinės veiklos organizavimo garantu.

Tyrimo objektas ir metodai

Tyrimui buvo pasirinktas Klaipėdos jūrų uostas, ištįsęs iš šiaurės į pietus ilga siaura juosta, siekiančia apie 12 km ir esančia daugiausia šalia išvystytų Klaipėdos miesto teritorijų. Uosto akvatorija yra natūralus sąsiauris priskiriamas prie labai pakeistų vandens telkinių, jungiantis Kuršių marias ir Baltijos jūrą. Natūralus krantas rytinėje ir vakarinėje dalyse yra pakeistas uosto krantinėmis. Sąsiaurio hidrodinaminis ir nešmenų transporto režimas yra pakeistas dėka uosto vartų rekonstrukcijos ir nuolatinių akvatorijos gilinimo darbų vykdymo.

Klaipėdos sąsiaurio vandens kokybės nustatymas remiasi Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamento (JTD) valstybinio monitoringo duomenimis. Lyginamosios analizės metodu buvo nustatytas teršalų kiekio atitikimas didžiausioms leistinoms koncentracijoms, nurodytomis teisiniuose dokumentuose. Atlikus vandens kokybės vertinimą, buvo išskirtos pagrindinės teršiančios medžiagos, kurių patekimo į vandens ekosistemą rizika buvo įvertinta, naudojant modifikuotą Koskensisja vertinimo skalę. Tolimesnę analizę sudarė priežasties - pasekmės DPSIR modelio taikymas bei galimų taršos indikatorių sukūrimas.

Vandens kokybė uosto poveikio zonoje

Klaipėdos sąsiauris, dėl žmogaus vykdomos ūkinės veiklos, pakitusios morfologinės, hidrologinės ir cheminės būklės, priklauso labai pakeistų vandens telkinių tipui (Daunys *et al.*, 2007). Vieni svarbiausių Klaipėdos sąsiaurio bruožų yra ypač didelis erdvinis akvatorijos heterogeniškumas bei nuolatinė sąsiaurio kaita dėl žmogaus ūkinės veiklos. Aktualiausia vandens kokybės problema Klaipėdos sąsiauryje – tarša specifinėmis teršiančiomis medžiagomis.

Jūrinių tyrimų departamento valstybinio monitoringo duomenimis Klaipėdos sąsiauryje dažnai fiksuojamos didžiausios leistinos cheminių medžiagų koncentracijos (AM Jūrinių..., 2008):

- Maistinių medžiagų koncentracijos uosto akvatorijoje yra artimos didžiausioms leistinoms koncentracijoms (DLK): azoto koncentracijos kinta nuo 0,41 mg/l iki viršijančių DLK reikšmes – 3,61 mg/l (t.y. 1,4 karto viršija DLK), fosforo koncentracijos kinta nuo 0,02 mg/l iki 0,24 mg/l (2,4 karto viršija DLK).
- Naftos produktų koncentracijos kinta nuo 0,02 mg/l iki 0,55 mg/l, t.y. iki dešimties kartų viršija DLK (0,05 mg/l).
- Analizuojant Klaipėdos sąsiaurio užterštumą sunkiaisiais metalais, pastebėta, kad didžiausią susirūpinimą kelia vario (Cu) koncentracijos, kurios iki 17,7 karto viršija didžiausią leistiną koncentraciją (10 µg/l).
- Aktuali uosto akvatorijos problema dugno nuosėdų užterštumas policiklinių aromatinių angliavandenilių ir organinio alavo junginiais. Panaši specifinių teršalų tarša stebima ir dąpingo rajonuose, todėl akivaizdu, kad uosto veiklos įtaka vandens kokybei yra ne tik lokali, bet dėl resuspensijos procesų tarša pasklinda vandens stulpe ir yra išnešama į atvirą jūrą, tokiu būdu įtakodama ir Lietuvos paplūdimių vandens kokybę.

Panašiomis su uosto akvatorijos užterštumo problemomis susiduria daugelis pasaulio jūrų uostų. Atlikti tyrimai parodė, kad uostų akvatorijose esanti biota būna praturtinta sunkiųjų metalų ir tributilalavo junginių, kurių didžiausios koncentracijos fiksuojamos ties laivų statybos ir remonto įmonėmis (Kotrikla,

2009). Vandens tarša tributilalavo (TBT) junginiais kelia susirūpinimą dėl savo didelio toksinio poveikio jūrų gyvūnijai (Buggy, Tobin, 2006; Sudaryanto *et al.*, 2004; Martinez-Llado *et al.*, 2007). Yra žinoma, kad daugelį metų tributilalavo (TBT) junginiai buvo plačiai naudojami kaip biocidiniai priedai dažų preparatuose, kurie buvo skirti apsaugoti laivo povandeninę dalį nuo apaugimo jūriniais organizmais (Wade *et al.*, 2004). Tačiau dėl savo ūmaus toksiškumo TBT naudojimas buvo palaipsniui apribotas ir visiškai uždraustas 2008 m. (IMO, 2002). Nors šiuos preparatus buvo uždrausta naudoti, tačiau akivaizdu, kad šie junginiai vis dar patenka į vandens telkinius.

Ostuose aptinkama nemažai policiklinių aromatinių angliavandenilių (PAA). Nors jų koncentracija vandenyje būna gana maža, tačiau padidėja nuosėdose netoli taršos šaltinių. PAA akumuluojasi bestuburiuose bei dugninės mitybos žuvyse. Viduržemio jūroje atlikti tyrimai parodė, kad PAA koncentracijos bestuburiuose priklauso nuo atstumo iki taršos šaltinio (Wangersky, 2000).

Plėtojant jūrų uostus būtina identifikuoti taršos šaltinius, įvertinti taršos patekimo riziką, ją pašalinti ar sumažinti, kad būtų išsaugota ar atkurta bioįvairovė bei užtikrinta gera vandens kokybė jūrinės industrijos poveikio zonoje.

Taršos patekimo rizikos vertinimas

Osto akvatorijos užterštumas specifiniais teršalais glaudžiai susijęs su uoste vykdoma ūkine veikla (Burskyte *et al.*, 2010). Maistinių medžiagų ir sunkiųjų metalų patekimui į osto akvatoriją reikšmingos įtakos turi birių produktų krova. Naftos angliavandenilių koncentracija priklauso nuo daugelio veiksnių ir kartais labai sunku įvertinti jų reikšmingumą. Klaipėdos sąsiaurio naftos angliavandenilių koncentracijos dinamikai didelį poveikį turi Klaipėdos uosto technogeninė apkrova. Naftos angliavandenilių koncentracijoms įtakos gali turėti kelių transporto srautas, atvykstantis į Klaipėdos jūrų uosto teritoriją (Burskyte *et al.*, 2010). Tai parodo, kad uosto teritorijoje yra nepakankamas lietaus nuotekų tvarkymas. Naftos angliavandenilių koncentracijos Klaipėdos sąsiaurio vandens paviršiuje mažai priklauso nuo aplinkos veiksnių, tačiau jų pasiskirstymą lemia technogeninė apkrova (Stakėnienė, 2003).

Policiklinių aromatinių angliavandenilių ir tributilalavo junginių koncentracijos vandenyje būna mažos, tačiau šie teršalai dėl hidrofobinių savybių akumuluojasi dugno nuosėdose. Tiesioginio šių junginių ryšio su uosto veikla nepavyko rasti. Pagrindiniu PAA šaltiniu laikomas deginamas kuras, išmetamosios dujos bei išsiliejusi nafta (Pacchey, 2003). Taigi šio teršalo tiesioginį šaltinį nustatyti yra sudėtinga, bet galima numanyti, kad didžiausią įtaką jo atsiradimui turi į osto teritoriją atvykstančio transporto srautas ir laivyba.

Pagrindinių teršiančių medžiagų patekimo į uosto akvatoriją rizikos vertinimas atliktas pagal modifikuotą Koskensisja metodą. Rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Pagrindinių teršiančių medžiagų rizikos įvertinimas

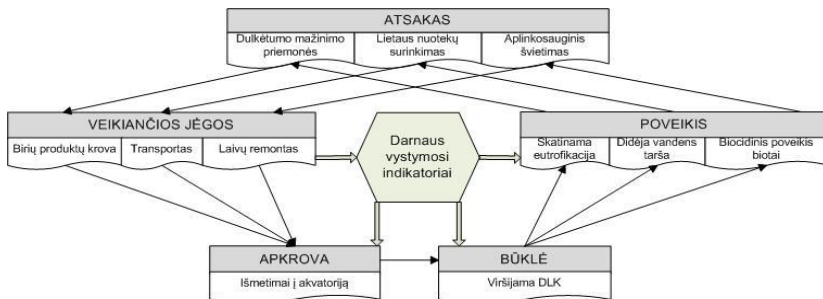
Ūkinė veikla	Teršiančios medžiagos	Medžiagos pavojingumas	Koncentracijos atitikimas DLK	Poveikis biotai	Galimybė įtakoti	Suma
Birių produktų krova	N(b)	1	1	1	1	4
	P(b)	1	1	1	1	4
	Cu	2	2	2	2	8
Transportas	Naftos angliavandeniliai	2	2	1	2	7
	PAA	2	2	2	2	8
Laivų remontas	TBT	2	2	2	2	8

PASTABA: kuo aukštesnis balas tuo poveikis svarbesnis

Daugeliu atvejų tiesioginių teršalų atsiradimo šaltinių nustatyti yra sudėtinga, kadangi tarša yra difuzinio pobūdžio, be to, netiesiniai ryšiai gali egzistuoti tarp daugelio šalutinių šios sistemos komponentų. Tačiau pirminė duomenų analizė parodė, kad egzistuoja glaudūs ryšiai tarp uosto vykdomos ūkinės veiklos ir akvatorijos užterštumo. Kaip matyti iš teršiančių medžiagų rizikos vertinimo kriterijų, didžiausią dėmesį reikia skirti specifinių teršalų patekimo rizikai mažinti, jų sąveikos su kitomis teršiančiomis medžiagomis analizei ir prevencijai.

Prevencinių priemonių taikymas taršos patekimo rizikai mažinti jūrų uosto poveikio zonoje

Uosto akvatorijos užterštumo problema yra reikšminga, nes poveikis aplinkai vis intensyvesnis, todėl yra būtina ieškoti prižasčių, sąlygojančių akvatorijų užterštumą bei galimų sprendimo variantų, galinčių sušvelninti daromą poveikį. Viena iš galimos taršos analizės priemonių yra priežastiniais ryšiais paremtas veikiančių jėgų – apkrovos – būklės – poveikio - atsako (DPSIR) modelis (1 pav.) Analizės rezultatai parodė, kad spręsti apie uosto veiklų poveikį akvatorijos būklei nepakanka esamų tyrimų duomenų. Todėl parenkant taršos prevencijos priemones, pirmiausia būtini detalesni tyrimai, leidžiantys identifikuoti galimus taršos šaltinius. Galimų taršos šaltinių nustatymas padėtų efektyviau valdyti jūrinės industrijos poveikio zonos vandens išteklių kokybę naudojant DPSIR modelį (1 pav.).



1 pav. Jūrų uosto poveikio aplinkai DPSIR modelis

Kaip matyti iš DPSIR modelio (1 pav.), maistingųjų medžiagų (N, P) ir Cu koncentracijas uosto akvatorijoje galima valdyti įdiegiant uosto krovos kompanijose efektyvesnes birių produktų krovos dulskėtumo mažinimo sistemas. Užterštumą naftos produktais galima mažinti, efektyviau surenkant ir išvalant lietaus nuotekų vandenį iš uosto įmonių teritorijų. Sudėtingiausiai valdoma policiklinių aromatinių angliavandenilių ir tributilalavo junginių sukeliama tarša. Pasaulinėje praktikoje, siekiant išvalyti uostų akvatorijas nuo šių teršalų, naudojamas dugno nuosėdų nusiurbimas ir valymas. Tačiau yra pripažįstama, kad šis vandens kokybės gerinimo būdas yra lėtas, labai brangus ir gali būti naudojamas tik kaip laikinas sprendimas (Espino *et al.*, 2010). Sprendžiant taršos mažinimą, praktikoje dažnai apsiribojama tik aplinkosaugos vadybos sistemos priemonių taikymu (Kotrykla, 2009; Dauvin, 2008), t.y. įmonių darbuotojų mokymu ir kompetencijos didinimu. Uosto įmonių darbuotojų supratimas apie aplinkos vaidmenį industrinėse teritorijose, darbuotojų motyvacija ir aplinkosauginis sąmoningumas yra gera taršos prevencijos priemonė (Darbra *et al.*, 2009). Taip pat reikalinga užtikrinti nuolatinę stebėseną ir laiku identifikuoti galimus taršos židinius. Būtina ne tik nuolat tirti akvatorijos užterštumą, atliekant monitoringinius stebėjimus, bet ir kokybiškai gautų rezultatų analizė, identifikuojant problemines sritis. Šiuo tikslu gali būti sudaromi darnaus vystymosi indikatorių rinkiniai (2 lent.).

Sudarius darnaus vystymosi indikatorių rinkinį, jį galima pritaikyti uosto vykdomos ūkinės veiklos poveikio vertinimui laike. Aplinkos būklės stebėseną yra labai svarbi aplinkosaugai skirtuose tarptautiniuose standartuose, tokiuose kaip: aplinkos apsaugos vadybos sistema, ISO 14001 ir aplinkosaugos vadybos ir audito schemą (*angl. EMAS*), ar uostų aplinkos peržiūros sistema (*angl. Port Environmental Review System PERS*). Taip pat stebėseną turi padėti geriau pasirengti bet kokiems nenumatytiems atvejams, kurie gali atsirasti uoste, įskaitant ir avarines situacijas (Darbra *et al.*, 2009).

Darnaus vystymosi indikatorių rinkinio pavyzdys

Siūlomas indikatorius	Stebėjimo dažnis		
	1 mėnuo	1 metai	5 metai
Bendrojo azoto koncentracija žiemos metu (mg/l) / durpių krova (t)	V	V	
Bendrojo fosforo koncentracija žiemos metu (mg/l) / birių produktų krova (t)	V	V	
Cu koncentracijos vandenyje (µg/l) / birių produktų krova (t)	V	V	
Naftos produktų koncentracija (mg/l) / transporto srauto angliavandenilių emisija (mg/l)	V	V	
PAA komponentų indeksai (pvz. Indeno(1,2,3-cd)pirenas / Indeno(1,2,3-cd)pirenas + Benzo(ghi)perilenas)/ laivų skaičius per metus	V	V	V
TBT koncentracija dugno nuosėdose (µg/kg) / laivų skaičius per metus		V	V

Išvados

1. Atlikus teršiančių medžiagų patekimo rizikos vertinimą nustatyta, kad didžiausią riziką sudaro PAA, TBT, naftos angliavandeniliai ir varis, kurie patenka į aplinką dėl krovos, transportavimo ir laivų remonto darbų.

2. Atlikta duomenų analizė parodė, kad įvertinus riziką santykiniais vienetais galima išvelgti ryšius tarp jūrinės industrijos veiklos ir vandens kokybės parametrų, tačiau jų kiekybinius rodiklius būtų galima identifikuoti tik atlikus detalius tyrimus.

3. Darnaus vystymosi indikatorių parinkimas ir taikymas leistų stebėti jūrinės industrijos poveikio kryptį bei dinamiką, siūlyti taršos prevencijos, vandens kokybės bei bioįvairovės išsaugojimo ir atkūrimo priemones uosto poveikio zonoje.

Literatūra

- AM Jūrinių tyrimų centras. 2008. *2007 metų valstybinio aplinkos monitoringo ataskaita*. Klaipėda.
- Buijs, A. E. 2009. Public support for river restoration. A mixed-method study into local residents' support for and framing of river management and ecological restoration in the Dutch floodplains. *Journal of Environmental Management* 47:1- 10.
- Buggy, C. J., Tobin J. M. 2006. Seasonal and spatial distributions of tributyltin in surface sediment of the Tolka Estuary, Dublin, Ireland. *Environmental Pollution* 143, 294 – 303.
- Burskyte, V., Belous, O., Stasiskiene, Z. 2010. Sustainable development of deep-water seaport: the case of Lithuania. *Environmental Science and Pollution Research*, DOI 10.1007/s11356-010-0415-y, published online: 23 November 2010.
- Darbra, R.M., Pittam, N., Royston, K.A., Darbram, J.P., Journee, H. 2009. Survey on environmental monitoring requirements of European ports. *Journal of Environmental Management* 90:1396–1403.

- Darbra, R.M., Ronza, A., Casal, J., Stojanovic, T.A., Wooldridge, C. 2004. The Self Diagnosis Method a new methodology to assess environmental management in sea ports. *Marine Pollution Bulletin* 48:420–428.
- Daunys, D., Olenin, S., Paskauskas, R., Zemlys, P., Olenina, I., Bučas, M. 2007. Typology and classification of ecological status of Lithuanian coastal and transitional waters: an update of existing system. *Procurement of services for the Institutional building for the Nemunas River Basin management. Transition Facility project No. 2004/016-925-04-06*. Klaipėda.
- Dauvin, J.C. 2008. The main characteristics, problems, and prospects for Western European coastal seas. *Marine Pollution Bulletin* 57:22–40.
- Espino, G. L., Rodriguez, I. P. Czistrom, S. P. R. 2010. Water quality of a port in NW Mexico and its rehabilitation with swell energy. *Marine Pollution Bulletin* 60:123–130.
- Europos parlamento ir tarybos direktyva 2000/60/EB. Nustatant bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus.
- Galkus, A. 2001. Nauji Klaipėdos sąsiaurio vandens drumstumo tyrimai. *Geografijos metraštis* 34:74–87.
- IMO (International Maritime Organisation). 2002. Resolutions adopted by IMO 21st Assembly—summaries. International Maritime Organisation.
- Yidana, S.M., Ophori, D., Banoeng –Yakubo, B. 2008. A multivariate statistical analysis of surface water chemistry data — The Ankobra Basin, Ghana. *Journal of Environmental Management* 86:80 – 87.
- Kotrikla, A. 2009. Environmental management aspects for TBT antifouling wastes from the shipyards. *Journal of Environmental Management* 90:577 – 585.
- Martinez-Llado, X., Gibert, O., Martia, V., Diez, S., Romo, J., Bayona, J.M., Pbalo, J. 2007. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and tributyltin (TBT) in Barcelona harbour sediments and their impact on benthic communities. *Environmental Pollution* 149:104 – 113.
- Paechey, R.B.J. 2003. Tributyltin and polycyclic aromatic hydrocarbon levels in Mobile Bay, Alabama: a review. *Marine Pollution Bulletin* 46:1365–1371.
- Stakėnienė, R. 2003. Angliavandenilių sklaidos ypatybės Klaipėdos sąsiaurio vandens stovymėje. *Geografijos metraštis* 36 (2):80-90.
- Sudaryanto, A., Takahaski, Sh., Iwata, H., Tanabe, Sh., Ismail, A. 2004. Contamination of butylin compounds in Malaysian marine environments. *Environmental Pollution* 130: 347 – 358.
- Wangersky, P.J. 2000. Marine Chemistry. Series Handbook of Environmental Chemistry. Hutzinger O. (Ed.). Volume Water Pollution. Springer, Berlin, 228.
- Wade, T.L., Sweet, S.T., Quinn, J.G., Cairns, R.W., King, J.W. 2004. Tributyltin in environmental samples from Former Derechtor Shipyard, Coddington Cove, Newport, RI. *Environmental Pollution* 129:315-320.

ŠVENTOSIOS APYLINKIŲ (VAKARŲ LIETUVA) PLEISTOCENO STORYMĖS VIRŠUTINĖS DALIES STRATIGRAFIJOS BRUOŽAI

**Aldona Damušytė¹, Alma Grigienė¹, Albertas Bitinas²,
Artūras Šlauteris³, Vaida Šeirienė⁴, Anatoly Molodkov⁵**

¹Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius, aldona.damusyte@lgt.lt,

²Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas

³UAB "Geoprojektas ir Ko", Klaipėda

⁴Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius,

⁵Talino technologijos universiteto Geologijos instituto Kvartero geochronologijos tyrimų laboratorija, Talinas

Vienas iš sudėtingiausių klausimų įvairialypiam kvartero nuogulų tyrimų spektre – glacigeninių nuogulų bei nuosėdų stratigrafinė koreliacija. Tai aktualu ir Vakarų Lietuvai, kur, nepaisant atliktų tyrimų gausos, pleistoceno nuogulų stratigrafinis suskirstymas ir koreliacija vis dar kelia nemažai klausimų ir diskusijų. Pastarajame

dešimtmetyje Klaipėdos sąsiauryje ir šalia jo atliktų geologinių tyrimų rezultatai leido padaryti prielaidą, kad Klaipėdos apylinkės, o tuo pačiu ir dalį visos Vakarų Lietuvos Vidurinio Nemuno laikotarpio pradžioje buvo užklojęs kontinentinis ledynas (Molodkov *et al.*, 2010, Bitinas *et al.*, 2011). Tarptautinėse kvartero chronostratigrafinėse schemose šis šalčiausias laikotarpis priskiriamas Vidurinio Nemuno (Middle Weichselian) apatinei daliai (Litt, Gibbard, 2008), t.y. tapatinamas su 4-ąją deguonies izotopine stadija (MIS 4), kurios metu, kaip kad teigia kai kurie Baltijos regiono tyrėjai (Svendsen *et al.*, 2004), ledynas plytėjo didesnėje dabartinės Baltijos jūros depresijos dalyje. Šią prielaidą dar svariau pagrindžia duomenys, pastaraisiais metais gauti Šventosios



1 pav. Tyrimų rajonas (gręžiniai, pjūvio linija).

priskiriamas Vidurinio Nemuno (Middle Weichselian) apatinei daliai (Litt, Gibbard, 2008), t.y. tapatinamas su 4-ąją deguonies izotopine stadija (MIS 4), kurios metu, kaip kad teigia kai kurie Baltijos regiono tyrėjai (Svendsen *et al.*, 2004), ledynas plytėjo didesnėje dabartinės Baltijos jūros depresijos dalyje. Šią prielaidą dar svariau pagrindžia duomenys, pastaraisiais metais gauti Šventosios

jūrų ooste ir jo artimiausiose apylinkėse tiriant viršutiniją kvartero nuogulų storumės dalį.

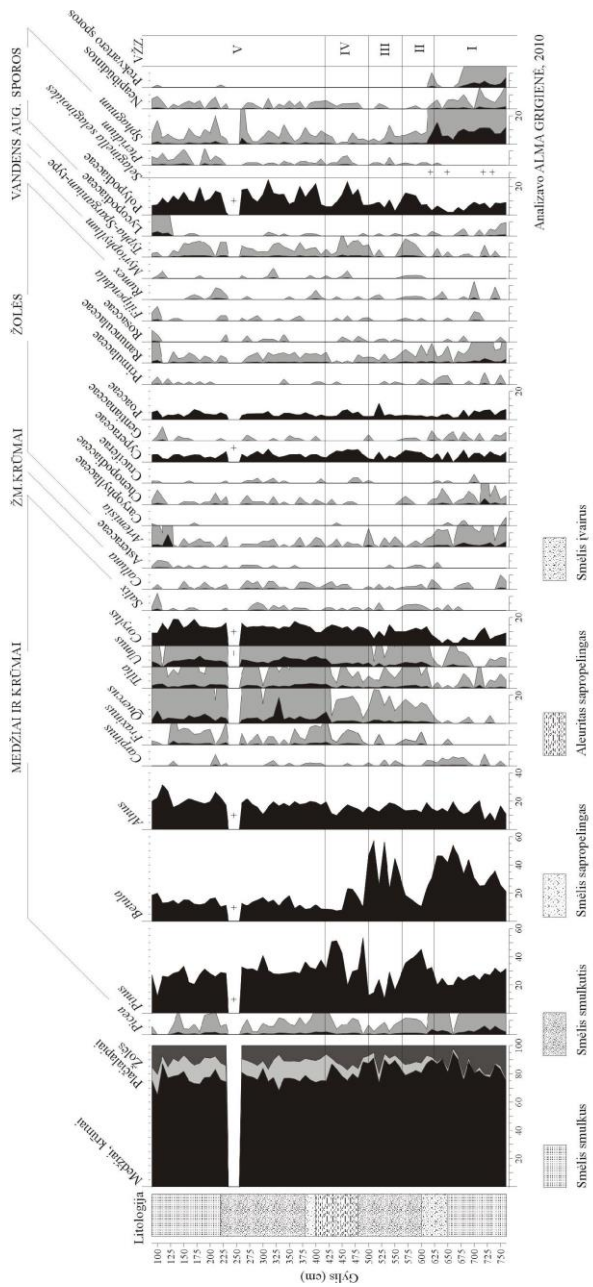
Tyrimų metu gręžinių pjūviuose (1 pav.), be holoceno jūrinių nuosėdų bei eolinių darinių, aptikti du skirtingi moreniniai ir juos skiriantys viršmoreninių bei tarpmoreninių nuosėdų sluoksniai (4 pav.).

Viršutinėje kvartero storumės dalyje slūgso holoceno ir vėlyvojo ledynmečio nuosėdos, dengiančios 0,5-1,5 metro storio smulkaus gelsvai pilko karbonatinio-feldšpatinio-kvarcinio smėlio sluoksnį. Šis smėlis, pagal sporų ir žiedadulkių tyrimų rezultatus (2 pav., 46813 gręž., 6,5 – 8,6 m gylis), klostėsi vandens baseine arktinio-subarktinio klimato sąlygomis, kuomet kiečių, balandinių, viksvinių, varpinių ir kitų žolių pievose augo pavieniai beržai, pušys ir eglės. Nors ganėtinai didelė medžių, jų tarpe ir plačialapių, žiedadulkių gausa nuosėdose gali būti ir dėl pastarųjų perklostymo, kadangi smėlyje rasta daug senesnių – prekvarterinių – sporų bei žiedadulkių.

Diatomėjų nuosėdose rasta nedaug (gręž. 46813, 6,5 – 8,6 m gylis), tačiau dažniausiai tokių jūrinių rūšių, kaip *Hyalodiscus scoticus* (Kutz.) Grun., *Rhabdonema arcuatum* (Lyngb. In Horn.) Kutz., *Rhabdonema minutum* Kutz., *Cocconeis scutellum* Ehr., *Actinocyclus octonarius* Ehr. ir kt. Tai leidžia spėti, kad tirtosios nuosėdos kaupėsi jūriniame baseine. Optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu nustatytas absoliutus šių nuosėdų amžius yra $43,7 \pm 4,0$ – $48,8 \pm 6,2$ tūkst. metų, t.y. jos susikauptė Viduriniojo Nemuno (Middle Weichselian) metu.

Po aprašytomis nuosėdomis slūgsančiam 2,3 – 5,5 m storio glacialinių nuogulų sluoksniui būdinga dvinarė sąranga – viršutinėje sluoksnio dalyje slūgso rudas bei pilkai rudas sutankėjęs masyvios tekstūros kietas moreninis priemolis su blogai ir vidutiniškai apzulinu žvirgždu ir gargždu, apatinėje sluoksnio dalyje šis moreninis priemolis įgauna rudai pilka spalvą (vietomis – su žalsvu atspalviu). Kai kuriuose pjūviuose šio sluoksnio kraige yra išlikę baseino, agraдавusio morenų, pėdsakai – kelių dešimčių centimetrų storio rudai pilko, tankaus, trupinės dėmėtos tekstūros, molingos-smėlingo aleurito su pilkai rudo ir rudo moreninio priesmėlio grumstais bei pavieniu (iki 10 mm skersmens) blogai apzulinu žvirgždu, sluoksnelis.

Po šia morena slūgso 7-12 metrų storio tarpmoreninių nuosėdų sluoksnis, suklotas iš smulkaus gelsvai ir rudai pilko karbonatinio-feldšpatinio-kvarcinio smėlio. Atlikus smėlyje išlikusių sporų-žiedadulkių analizę (3 pav.), paaiškėjo, kad sporų-žiedadulkių spektruose vyrauja medžių žiedadulkės (nuo 70 iki 90 %). Medžių žiedadulkių tarpe vyrauja pušies žiedadulkės (iki 55%), eglės ir lazdyno (*Corylus*) žiedadulkių kiekis siekia 10-15 %, beržo – iki 20 %, alksnio – iki 15 %. Rasta, nors ir labai mažai (iki 2-3 %), kėnio (*Abies*), maumedžio (*Larix*) ir plačialapių (skroblo (*Carpinus*), ąžuolo (*Quercus*), liepos (*Tilia*) bei guobos



2 pav. 46813 gręžinio viršutinės pjūvio dalies (1,0 – 7,5 m gylio) nuosėdų sporų-žiedadulkių diagrama (procentais).

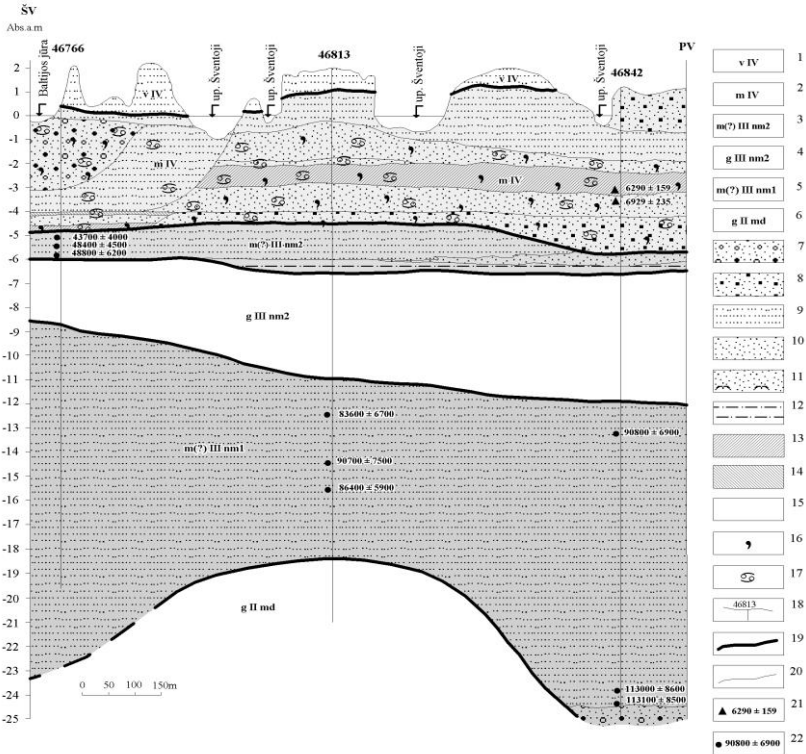
(*Ulmus*) žiedadulkių. Žemaūgių krūmų (beržo keružio (*Betula nana*)) žiedadulkių rasta tik viena kita.

Žolinių augalų įvairovė taip pat nedidelė: tarp rastų žiedadulkių vyrauja viksvinių žolių (*Cyperaceae*), kiekio (*Artemisia*) ir varpinių žolių (*Poaceae*) žiedadulkės, o balandinių žolių (*Chenopodiaceae*) ir saulenio (*Helianthemum*) rastos tik pavienės žiedadulkės. Sporų nuosėdose rasta labai nedaug, šiek tiek daugiau aptikta tik kiminių (*Sphagnum*) ir paparčių (*Polypodiaceae*) sporų, o taip pat žaliųjų dumblių (*Pediastrum*) liekanų. Nuosėdose rasta ir perklostytų prekartero sporų bei žiedadulkių. Visame pjūvyje vienoda sporų-žiedadulkių rūšinė sudėtis rodo buvus arba mažai kaičias klimato sąlygas, arba greitą nuosėdų sedimentaciją. Klimatas smėlio kaupimosi metu buvo šaltas ir drėgnas. Baseino apylinkėse augo pušų – beržų retmiškiai su pavienėmis eglėmis. Atviruose plotuose, aukštesnėse sausesnėse vietose augo šviesamėgės žolės (saulenis, balandinės, kietis ir kt.) ir efedros krūmai. Žemesnėse ir drėgnesnėse vietose vyravo tundros augalija – viksvos, beržas keružis, selaginėlė, varpenis. Perklostytos prekartero sporos ir žiedadulkės leidžia daryti prielaidą, kad ir kvartero žiedadulkių dalis taip pat galėjo būti perklostyta iš senesnių tarpledynmečių. Pagal kėnio žiedadulkių buvimą nuosėdose galima teigti, kad jos kaupėsi jau po Butėnų tarpledynmečio. 46813 gręžinyje, 13,0 – 20,5 m gylyje esančiame sluoksnyje diatomėjų flora labai skurdi, rasti tik pavieniai jų kiauteliai. Tarp rastų diatomėjų dažniausiai pasitaikė jūrinių rūšių – *Rhabdonema arcuatum* (Lyngb. in Horn.), *Hyalodiscus scoticus* (Kutz.) Grun., *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kutz. ir kt. – liekanų. Taigi, galima būtų manyti, kad nuosėdos kaupėsi sūraus vandens baseine. Šio smėlio absoliutus amžius, nustatytas optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu, yra nuo 83,6±6,7 iki 113,1±8,5 tūkst. metų, t.y. jos kaupėsi baseine Apatinio Nemuno (Early Weichselian) metu.

Po tarpmoreninėmis nuosėdomis slūgso kitas, daugiau nei 2 m storio, glacialinių nuogulų sluoksnis – tamsiai žalsvai pilkas smulkus labai sutankėjęs ir kietas masyvios tekstūros moreninis priesmėlis su blogai apzulintu žvirgždu ir gargždu.

Pateikti tarpmoreninių bei viršmoreninių nuosėdų geochronologinių bei paleobotaninių tyrimų rezultatai leidžia patikimai spręsti ir apie morenų amžių. Taigi, pirmasis glacialinių nuosėdų sluoksnis neabejotinai galėjo susiklostyti tik Viduriniojo Nemuno laikotarpiu. Tuo metu buvęs klimato atšalimas siejamas su paskutiniojo apledėjimo ledyno ankstyvąja stadija, kuri yra tapatinama su jau minėta 4-ąja deguonies izotopine stadija (MIS 4). Antrojo moreninio sluoksnio susidarymą, nors ir neturint pakankamai duomenų apie apatinės kvartero nuogulų storumės dalies geologinę sandarą, galima būtų sieti su viduriniojo pleistoceno Medininkų ledynu.

Gauti tyrimų rezultatai, autorių manymu, yra pakankamai pagrįsti, kad būtų galima teigti, jog Vakarų Lietuva 4-osios deguonies izotopinės stadijos (MIS 4)



4 pav. Viršutinės kvartero dalies nuosėdų pjūvis. Sutartiniai ženklai. *Stratigrafiniai-genetiniai*: Holocenas. 1 – eolinės sąnašos, 2 – jūrinės (atviros jūros ir lagūnos) nuosėdos. Viršutinis pleistocenas. Vidurinio Nemuno svita. 3 – jūrinės (?) nuosėdos, 4 – glacialinės nuogulos. Apatinio Nemuno svita. 5 – jūrinės (?) nuosėdos. Vidurinis pleistocenas. Medininkų posivė. 6 – glacialinės nuogulos. *Litologiniai*: 7 – žvirgždingas smėlis, 8 – įvairus smėlis, 9 – smulkus smėlis, 10 – smulkutis smėlis, 11 – smulkutis sapropelingas smėlis, 12 – smėlingas aleuritas, 13 – sapropelingas aleuritas, 14 – sapropelitas, 15 – priemolis ir priemolis. *Priemaišos*: 16 – smulkiadispersinė organinė medžiaga, 17 – moliuškų geldelės. *Kiti ženklai*: 18 – gręžinys, jo numeris, 19 – geochronologinė riba, 20 – genetinė ir litologinė riba, 21 – absoliutus nuosėdų amžius, nustatytas radiokarboniniu (^{14}C) metodu (kalibruoti metai prieš dabartį), 22 – absoliutus nuosėdų amžius, nustatytas optiškai stimuliuotos liuminescencijos metodu (OSL) metodu (metai prieš dabartį)

metu, t.y. apytikriai prieš 75-64 tūkst. metų (Bouwen *at al.*, 1986), neabejotinai buvo padengta ledyno, nors kol kas dar negalima tiksliai pasakyti, kiek toli šis ledynas buvo užklojęs Vakarų Lietuvos teritoriją. Taigi, naujausi tyrimų rezultatai verčia koreguoti Lietuvos kvartero stratigrafijos schemą (Satkūnas ir kt., 2007),

įvedant naują stratigrafinį padalinį. Reikia pažymėti, kad tai nėra visiškai nauja idėja. Prieš keletą dešimtmečių Lietuvos kvartero stratigrafijos schemoje viršutiniame pleistocene panašioje stratigrafinėje pozicijoje – virš Merkinės tarpledynmečio – buvo išskirta Varduvos svita (Vonsavičius, 1984), kuriai buvo priskirtos glacigeninės nuogulos, suformuotos, pasak šios schemos autoriaus, savarankiško apledėjimo, dengusio visą Lietuvos teritoriją, metu. Kadangi šis teiginys kitų tyrėjų nebuvo patvirtintas, tai vėlesnėse stratigrafinėse schemose viršutiniame pleistocene glacigeninės nuogulos buvo išskirtos tik kaip Viršutinio Nemuno (Late Weichselian) svita, atitinkanti 2-ąją deguonies izotopinę stadiją (MIS 2). Autorių nuomone, Vakarų Lietuvoje nustatytą Vidurinio Nemuno glacialinių nuogulų nederėtų tapatinti su minėta Varduvos svita, o reikėtų traktuoti kaip paskutiniojo (Nemuno, Weichselian) apledėjimo ankstyviausiosios stadijos metu suformuotus darinius ir išskirti kaip naują stratigrafinį padalinį – Melnragės posvitę, kaip jau buvo siūlyta vienoje iš tezėse minimų publikacijų (Bitinas *et al.*, 2011). Nauja posvitė būtų koreliuotina su Lenkijos tyrėjų išskirtos Leszno stadijos (Marks, 1998) ir Latvijos kvartero stratigrafijos schemoje esančiais Talsi stadijo (Zelčs, Markots, 2004) dariniais.

Atkreiptinas dėmesys, kad pirmąkart Lietuvos teritorijoje viršutinio pleistoceno pjūviuose nustatytos nuosėdos su jūrinėmis diatomėjomis. Remiantis šiuo faktu galima manyti, kad Apatinio ir Vidurinio Nemuno metu dabartinėje Baltijos jūros depresijoje ties Lietuvos krantais galėjo egzistuoti jūriniai baseinai, tačiau šiai prielaidai pagrįsti būtina atlikti daugiau detalesnių tyrimų.

Literatūra

- Bitinas, A., Damušytė, A., Molodkov, A. 2011. Geological Structure of the Quaternary Sedimentary Sequence in the Klaipėda Strait, Southeastern Baltic. In: J. Harff *et al.* (eds.), *The Baltic Sea Basin*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 135–148 (spaudoje).
- Bowen, D.Q., Richmond, G.M., Fullerton, D.S., Šibrava, V., Fulton, R.J., Velichko, A.A. 1986. Correlation of Quaternary glaciations in the Northern Hemisphere. *Quaternary Science Reviews* 5:509–510.
- Litt, T., Gibbard, P. 2008. A proposed Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Upper (Late) Pleistocene Subseries (Quaternary System/Period). *Episodes*, 31(2): 260–263.
- Marks, L. 1998. Middle and Late Vistulian Glaciation in Poland. *Geologija* 25:57–61.
- Molodkov, A., Bitinas, A., Damušytė, A. 2010. IR-OSL studies of till and inter-till deposits from the Lithuanian Maritime Region. *Quaternary Geochronology* 5:263–268.
- Satkūnas, J., Grigienė, A., Bitinas, A. 2007. Lietuvos kvartero stratigrafinio suskaidymo būklė. *Geologijos akiračiai* 1:38–46.
- Svendsen, J.I., Alexanderson, H., Astakhov, V.I. *et al.* 2004. The Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia. *Quaternary Science Reviews* 23:1229–1271.
- Vonsavičius, V. 1984. Stroenije četvertičnyh otloženij Litvy i problemy ich stratigrafičeskogo rasčlenenija. Kondratienė O. P., Mikalauskas A. P. (Red.), *Paleogeografija i stratigrafija četvertičnogo perioda Pribaltiki i sopedel'nyh rajonov*. Vilnius, 88–96. (Rusų k.)
- Zelčs, V., Markots, A. 2004. Deglaciation history of Latvia. In: J. Ehlers and P.L. Gibbard (Eds.), *Quaternary Glaciations – Extend and Chronology*. Elsevier B. V., 225–243.

⁹⁰Sr TŪRINIO AKTYVUMO KAITA BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRAVANTĖS VANDENYSE 2004–2009 METAIS

Asta Daunaravičienė, Rasa Morkūnienė, Dmitrijus Styra

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, astadaunaraviciene@ml.lt

Baltijos jūros geografinė padėtis – izoliacija nuo Pasaulinio vandenyno ir nedidelės vandens masės lėmė tai, kad jūroje susikaupė padidinti ilgaamžių radionuklidų kiekiai. Iki 1986 m. Baltijos jūrą labiausiai teršė globaliosios iškritos, susiformavusios po branduolinio ginklo bandymų atmosferoje. Apskaičiuota (Helcom, 2009), kad po branduolinio ginklo bandymų į jūrą pateko 500 TBq ⁹⁰Sr, o iš branduolinės pramonės įmonių ir kt. branduolinių objektų – dar apie 40 TBq. Tai sudaro 6 % bendrojo į jūrą patekusio jo kiekio (Ikaheimonen *et al.*, 2009). Šio radionuklido padidėjimas Baltijos jūroje dėl atominių elektrinių ir Vakarų Europos branduolinės pramonės įmonių veiklos nebuvo pastebėtas (Helcom, 2009).

1963 m. uždraudus branduolinio ginklo bandymus atmosferoje, radioaktyvioji aplinkos tarša pradėjo mažėti. Sumažėjus globaliosioms iškritoms mažėjo ir Baltijos jūros vandens radioaktyvumas. Iki Černobylio atominės elektrinės (ČAE) avarijos ⁹⁰Sr vidutinis tūrinis aktyvumas (TA) Baltijos jūros vandenyje buvo 24 Bq/m³ (Styra ir kt., 2003). Su ČAE radioaktyviosiomis iškritomis į jūrą pateko 80 TBq minėto radionuklido (Helcom, 2003). Buvo stebimas nuoseklus ⁹⁰Sr TA didėjimas nuo jūros centrinės dalies link Botnijos ir Suomijos įlankų. 1986–1987 m. Suomijos įlankoje buvo vietų, kur ⁹⁰Sr TA net 30 % viršijo 1985 m. nustatytas TA reikšmes (Исследование, 1992). Bornholmo įduboje, šio radionuklido TA paviršiniame vandenyje viršijo 50 Bq/m³ (Стыро и др., 1990).

⁹⁰Sr TA tyrimai Baltijos jūros Lietuvos priekrantės zonoje pradėti 1971 metais. Iki ČAE avarijos vidutinės ⁹⁰Sr TA vertės šiame regione kito nuo 13 iki 46 Bq/m³ (Стыро, 1989). Po ČAE avarijos, 1986 m. vasarą, žymesnio ⁹⁰Sr vidutinių TA reikšmių padidėjimo priekrantėje nebuvo nustatyta, tačiau matavimų duomenys, gauti rugpjūčio 13 dieną ties Juodkrante, parodė radioaktyviųjų iškritų pasiskirstymo netolygumą. Šią dieną gauta radiostronco TA reikšmė buvo lygi 179 Bq/m³ (Стыро и др., 1989). 1987–2002 m. laikotarpiu, ⁹⁰Sr vidutinis TA kito nuo 25 iki 17 Bq/m³ (Styro *et al.* 2001, Styra ir kt. 2004). 1987–1997 m. ⁹⁰Sr TA vertės kito plačiose ribose. Nustatyta minimali ir maksimali radionuklido TA reikšmės buvo atitinkamai lygios 9 ir 39 Bq/m³. 1998–2002 m., skirtumas tarp ekstremalių reikšmių ženkliai sumažėjo. Nustatyta, kad šio radionuklido TA reikšmių jūros vandenyje kaita glaudžiai susijusi su

atmosferinėmis iškritomis, Kuršių marių vandens prietaka bei hidrometeorologinėmis sąlygomis (Styro *et al.*, 2006).

Remiantis teorinių skaičiavimų duomenimis (Nielsen, 1997), Baltijos jūros vandenyje ^{90}Sr TA 2000 m. turėjo sumažėti iki 7–8 Bq/m^3 , tačiau per penkiolika metų nuo ČAE avarijos nebuvo pastebėta šio radionuklido mažėjimo tendencijos, nors dėl radioaktyviojo skilimo TA turėjo sumažėti 20–25 % (Styra ir kt., 2003; Styro *et al.*, 2006).

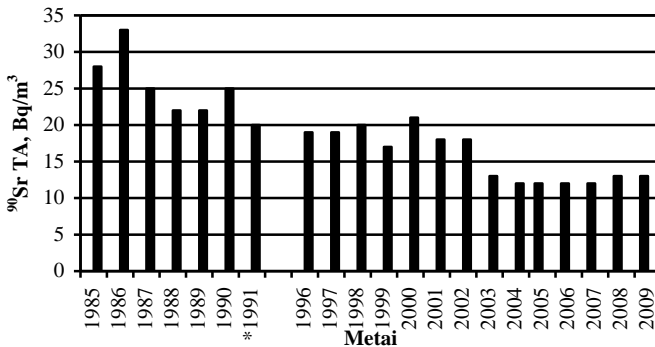
Darbe pateikiami 2004–2009 m laikotarpiu vykdytų stebėjimų rezultatai. ^{90}Sr TA tyrimai atlikti Baltijos jūros Lietuvos priekrantės zonoje ties Juodkrante. ^{90}Sr TA vandenyje nustatytas ferocianidiniu-karbonatiniu metodu, susidedančiu iš trijų pagrindinių etapų:

- radionuklido koncentravimo kartu su stabilioju nešikliu;
- mėginio valymo nuo Th, Ra ir retųjų žemės elementų;
- aktyvumo matavimo pagal β spinduliuotę.

^{90}Sr TA įvertintas pagal dukterinio produkto ^{90}Y spinduliuotę, naudojant žemo fono radiometrinį įrenginį УМФ–1500М. Stabiliojo stroncio išeiga nustatyta atominės absorbcinės spektroskopijos metodu, itrio nešiklio išeiga Y_2O_3 sudėtyje įvertinta gravimetriškai. Radiocheminio metodo paklaida lygi 15 %.

2004–2009 m. atliktų tyrimų Baltijos jūros priekrantėje prie Juodkrantės duomenimis, ^{90}Sr vidutinis TA tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 12 iki 13 Bq/m^3 (1 pav.).

2004 ir 2005 metais ^{90}Sr TA kaita tirta naudojant bandinius, imtus Baltijos jūros Lietuvos priekrantės paviršiniame vandenyje ties Juodkrante pavasario, vasaros bei rudens sezonų metu, esant skirtingoms hidrometeorologinėms sąlygoms. Bandinių ėmimo metu registruota vandens temperatūra, vandens savitasis elektrinis laidis, vėjo kryptis ir greitis. Tiriamuoju laikotarpiu nustatyti dažni ^{90}Sr TA verčių pokyčiai. 2004 m. liepos mėnesio pradžioje nustatytas maksimalus ^{90}Sr TA padidėjimas iki 17 Bq/m^3 . Liepos 7–13 dienomis buvo stebimas TA mažėjimas. Minėtu laikotarpiu didėjo vėjo greitis ir keitėsi kryptis. Tuo pat metu nustatytas mažesnis, nei įprastai, vandens savitasis elektrinis laidis. Tai, matomai, galėjo įtakoti radionuklido TA. Vandens savitasis elektrinis laidis galėjo mažėti dėl jūros vandens masių intensyvesnio maišymosi keičiantis vėjo kryptį bei vandens pernašos iš kitų rajonų. Tuo tarpu, liepos 12 – rugpjūčio 30 dienomis esant žymiems vandens savitojo elektrinio laidžio pokyčiams, bei vėjo krypties ir greičio pasikeitimui, žymesnių radiocezio TA pokyčių nepastebėta. ^{90}Sr TA pokyčių priežastimi galėjo būti vandens masių, su padidintu radionuklido kiekiu, pernaša, skirtingas vandens garavimo intensyvumas, priklausomai nuo oro sąlygų, atmosferinės iškritos, radiostroncio patekimas į jūros vandenį su miškų gaisrų tiesioginėmis iškritomis ir t. t. Nustatyti taktiškai ^{90}Sr TA kitimo priežastį yra sudėtinga, nes toks ekstremalių TA reikšmių santykis (2,5) galėjo būti dėl kurios nors vienos priežasties arba jų bendrojo poveikio.



I pav. ⁹⁰Sr vidutinis TA (Bq/m³) Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenyje ties Juodkrante 1985–2009 m. * – vienas ėminys

⁹⁰Sr ekstremalios TA reikšmės pateiktos 1 lentelėje. Iš pateiktų duomenų matyti, kad 2004 ir 2005 m ⁹⁰Sr TA kito gana plačiose ribose. Vėliau skirtumas tarp ekstremalių verčių mažėjo ir 2009 metais iš esmės atitinka metodo paklaidų ribas.

Palyginus radiostroncio vidutinį TA, nustatytą 2004 m. vasarą Lietuvos priekrantėje ties Juodkrante (12 Bq/m³) su TA vidutine verte, beveik tuo pačiu metu nustatyta Lenkijos priekrantės vandenyse (Zalewska *et al.*, 2006), matyti, kad pastaroji yra šiek tiek mažesnė (8,4 Bq/m³). Tokį skirtumą būtų galima aiškinti tuo, kad ties Lenkijos priekrante į jūrą įteka Vyslos ir kt. upės, kuriose ⁹⁰Sr TA yra nedidelis. Autorių (Zalewska *et al.*, 2006) tyrimų duomenimis, Lenkijos priekrantės vandenyse ⁹⁰Sr minimali ir maksimali TA reikšmės yra atitinkamai lygios 5,4 ir 10,1 Bq/m³.

I lentelė

⁹⁰Sr tūrinio aktyvumo ekstremalios reikšmės
Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje
prie Juodkrantės 2006–2009 metais

⁹⁰ Sr TA, Bq/m ³											
2004 m.		2005 m.		2006 m.		2007 m.		2008 m.		2009 m.	
min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
7	17	6	16	9	14	10	14	11	14	12	14

Gauti tyrimų duomenys rodo, kad Baltijos jūros vandens savivala nuo ⁹⁰Sr vyksta lėčiau nei prognozuota. Iki šiol stebimos gana aukštos šio radionuklido TA vertės.

Literatūra

- HELCOM 2003. Radioactivity in the Baltic Sea 1992-1998. *Environment Proceedings* 85: 103.
- HELCOM 2009. Radioactivity in the Baltic Sea 1999-2006. *Environment Proceedings* 117: 64.
- Ikaheimonen, T. K., Outola, I., Vartti, V., Kotilainen, P. 2009. Radioactivity in the Baltic Sea: inventories and temporal trends of ^{137}Cs and ^{90}Sr in water and sediments. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 282:419–425.
- Nielsen, S. P. 1997. A comparison between predicted and observed levels of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the Baltic Sea. *Radioprotection-Colloq.* 32(C2):387–394.
- Styra, D., Morkūnienė, R. 2003. Baltijos jūros savivalos nuo dirbtinės kilmės radionuklidų eksperimentinių ir teorinių rezultatų palyginimas. *Sveikatos mokslai* 13(3):23–28.
- Styra, D., Morkūnienė, R., Vdovinskienė, S. 2004. Baltijos jūros priekrantės vandens radioaktyvioji tarša ir papildoma žmogaus apšvita. *Sveikatos mokslai* 14(3):28–31.
- Styro, D., Bumelienė, Ž., Lukinskienė, M., Morkūnienė, R. 2001. ^{137}Cs and ^{90}Sr behavioural regularities in the southeastern part of the Baltic Sea. *Journal of Environmental Radioactivity* 53:27–39.
- Styro, D., Morkūnienė, R., Vdovinskienė, S. 2006. The process of self-purification of the Baltic Sea waters from artificial radionuclides. *Oceanology* 46(3):358–367.
- Zalewska, T., Lipska, J. 2006. Contamination of the southern Baltic Sea with ^{137}Cs and ^{90}Sr over the period 2000–2004. *Journal of Environmental Radioactivity* 91:1–14.
- Исследование радиоактивности Балтийского моря в 1991–1995 годах (отчеты). 1992–1996. Санкт-Петербург: НПО „Радиевый институт им. В. Г. Хлопина“, 240.
- Стыро, Д. Б. 1989. Вопросы ядерной гидрофизики. Ленинград: Гидрометеиздат, 255.
- Стыро, Д. Б., Астраускене Н.П., Банене Р.А., Каджене Г.И., Лукинскене М.В., Станкайтис А.К., Шпиркаускайте Н.К. 1989. Концентрация ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{144}Ce у берега Балтийского моря в Юодкранте летом 1986 г. *Физика атмосферы*, 14: 105–111.
- Стыро, Д. Б., Бумялене, Ж. В., Каджене, Г. И., Клейза, И. В., Лукинскене, М. В., Погребняк Е. В. 1990. Структура полей объемной активности радионуклидов искусственного происхождения в поверхностных водах Балтийского моря осенью 1986 и 1987 гг. *Атомная энергия* 68(1):14–18.

MORENINIŲ GŪBRIŲ KILMĖS TYRIMAI PIETRYTINĖJE BALTIJOS JŪROJE

**Darius Daunys¹, Jonas Šečkus², Aldona Damušytė³,
Albertas Bitinas¹, Mindaugas Zakarauskas⁴**

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda, darius@corpi.ku.lt*

²*Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius*

³*Lietuvos geologijos tarnyba, Vilnius*

⁴*Lietuvos saugios laivybos administracija, Klaipėda*

Įvadas

Moreniniai gūbriai arba jūros biologijoje dar vadinami geogeniniai rifai pietrytinėje Baltijos jūroje rasti tik 2006 metais. Šiuo metu tai vieninteliai, ir tikėtina piečiausiai Baltijos jūroje esantys tokio tipo moreniniai dariniai. Šių moreninių darinių kilmės tyrimus finansuoja Lietuvos Mokslo Taryba (projekto numeris MIP-127-GEORIFAI).

Pagrindinis šio projekto tikslas yra geomorfologiniais ir geologinės sandaros tyrimais bei skaitmeniniais modeliais nustatyti moreninių gūbrių kilmę ir raidą bei įvertinti jų vaidmenį biologinei įvairovei.

Moreninių gūbrių apžvalga

Detalūs geologiniai ir geomorfologiniai tyrimai Lietuvoje vykdyti jau keliasdešimt metų. Pagrindinis šių tyrimų postūmis buvo jūrinis geologinis kartografavimas 1:500000, 1:250000 ir 1:50000 masteliais, prasidėjęs 20 a. viduryje ir dėl lėšų stokos užbaigtas 2003 metais. Nežiūrint to, šio projekto metu tiriamos moreninės geomorfologinės formos Baltijos jūroje rastos tik 2006 metais. Sausumos ekosistemose panašių moreninių darinių geologiniai tyrimai pasaulyje tęsiasi jau apie šimtą metų (pvz. Högbom, 1885; Lindqvist, Svensson, 1957; Fisher, Shaw, 1992; Hätterstrand, 1997), aprašytos panašių darinių morfologinės klasifikacijos (Dunlop, Clark, 2006). Jūrinėje aplinkoje tokie dariniai iki šiol neaprašyti, kadangi modernūs akustiniai ir *in situ* povandeninių tyrimų metodai tapo prieinami mokslo bendruomenei tik praėjusio amžiaus 8-9-ame dešimtmetyje. Projekto metu tiriami moreniniai gūbriai yra susidarę 2-2,5 km į vakarus nuo kranto linijos ties Palanga. Tiriama teritorija (metrinės koordinatės: X1 – 498000; X2 – 501000; Y1 – 6195000; Y2 – 6199000) priskiriama moreninių lygumų plynaukštei, joje gylis kinta nuo 9 iki 20 m, reljefas - sudėtingas, moreninės kilmės, tačiau įtakotas erozinių procesų bei pakeistas skirtingų Baltijos jūros raidos stadijų metu. Reljefą sudaro trys pagrindinės reljefo formos:

1) moreninės lygumos 18-20- m gylyje;

2) Š-P krypties vingiuoti iščestos formos moreniniai gūbriai, kurių ilgis siekia 200-1000 m., plotis – iki 200 m, o peraukštėjimai tarp moreninės lygumos ir gūbrių keturų siekia 5-10 m. Rytinėje teritorijos dalyje peraukštėjimai tarp gūbrių ir lygumų sumažėja, siekia ne daugiau kaip 2 m. Šioje tiriamos teritorijos dalyje peraukštėjimus galimai švelnina holoceno laikotarpio nuosėdinės akumuliacinės medžiagos atsiradimas (pvz.: smėlis, aleuritas ir t.t.). Šios formos iki detalių batimetrinių matavimų projekto teritorijoje atlikimo nebuvo žinomos.

3) R-V krypties iščestos formos iki 100 m ilgio ir iki 10 m pločio moreniniai gūbriai, kuriems būdingi staigūs, iki 5 m peraukštėjimai. Šie gūbriai sudaryti iš sucementuoto moreninio priemolio arba priemolio, su gausiu žvirgždu ir gargždu. Morena sukietėjusi, vyrauja rudai pilkos - pilkai rudos spalvos nuogulos. Teritorijoje išskiriami trys pagrindiniai šių gūbrių masyvai.

Gūbrių kilmės hipotezės

Gavus pirmuosius duomenis apie moreninius gūbrius pradėtos formuluoti jų geologinės kilmės hipotezės. Šiuo metu projekto tyrėjų grupė yra iškėlusios dvi kilmės hipotezes: ledyninės ir/arba erozinės.

Šias reljefo formas sudarančios nuogulos neleidžia abejoti, kad tai glacigeninės kilmės geologiniai kūnai, galimai suklostyti paskutiniojo, Nemuno/Grūdės (Weichselian) arba Medininkų (Saalio) apledėjimo metu (Majore *et al.*, 1997, Bitinas *et al.*, 1999). Geogeninių rifų morfologinė forma, taip pat ir jų ilgųjų ašių tikslus orientacija leidžia manyti, kad tai gali būti Roggen morenos arba kitaip vadinamų „ribbed“ morenų atitikmenys. Šias hipotezes tikinąsi patvirtinti arba paneigti gavus geologinių tyrimų rezultatus. Nustatant geogeninių rifų kilmę analizuojama, ar ledyninio reljefo deformacija įvyko tiriamai teritorijai atsідūrus sausumoje, Baltijos jūros raidos metu. Šie eroziniai kūnai galėjo įgauti savo dabartinę formą sausumoje, veikiant upėms arba pavasarinių-rudeninių kritulių pagausėjimo metu atsiradus lokaliems upeliams formuojantiems griovams. Vėliau šios griovos galėjo būti transformuotos jūrinės transgresijos metu, tačiau nesunaikintos dėl itin didelio transgresijos greičio, kuris pasireiškė Joldijos jūros-Ancyliaus ežero stadijų metu (Gelumbauskaitė, Šečkus, 2005, Gelumbauskaitė, 2009, Šečkus, 2009). Ši kilmės hipotezė bus tikrinama geologinio modeliavimo pagalba.

Literatūra

- Bitinas, A., Repečka, M., Kalnina, L. 1999. Correlation of Tills from the South-Eastern Baltic Sea Bottom and Nearshore Boreholes. *Baltica* 12:5-10.
- Dunlop, P., Clark, C. D. 2006. The morphological characteristics of ribbed moraine. *Quaternary Science Reviews* 25:1668–1691.
- Fisher, T.G., Shaw, J. 1992. A depositional model for Rogen Moraine, with examples from the Avalon Peninsula, Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences* 29:669–686.

- Gelumbauskaitė, L.-Ž. 2009. Character of sea level changes in the subsiding south-eastern Baltic Sea during Late Quaternary. *Baltica* Vol. 22 No. 1: 23-36.
- Gelumbauskaitė, L.-Ž., Šečkus, J. 2005. Late Quaternary Shore Formations of the Baltic Basins in the Lithuanian Sector. *Geologija* 52:34-45.
- Hättestrand, C., Kleman, J. 1999. Ribbed moraine formation. *Quaternary Science Reviews* 18:43-61.
- Högbom, A., G. 1885. Glaciala och petrgrafiska iakttagelser i Jemtlands län. *Sveriges geologiska Undersökning C70*. 39 pp.
- Lindqvist, Å., Svensson, S. 1957. Glacialmorfologiska studier i Gysenområdet i nordvästra Jämtland. *Geographica*, 31:206-222.
- Majore, J., Rinke, R., Savvaitov, A., Veinbergs, I. 1997. Lithostratigraphical Identification of Tills in Southeastern Part of the Baltic Sea by the Method of Rounded Hornblende Grains. *Baltica* 10:9-12.
- Šečkus, J. 2009. Study of the south-eastern Baltic Sea development applying geological modeling methods (Doctor dissertation). *Vilnius University/Institute of Geology and Geography*. 150 pp.

BQI INDEKSO TAIKYMAS LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS DUGNO EKOLOGINĖS BŪKLĖS KLASIFIKACIJAI

Darius Daunys, Anastasija Zaiko, Andrius Šiaulyš

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

Įvadas

ES Bendroji vandens politikos direktyva (2000/60/EB) ir Jūrų strategijos pagrindų direktyva (2008/56/EB) iš esmės pakeitė požiūrį į vandens ekosistemų apsaugą ir paskatino kūrimą tokių ekologinės būklės nustatymo metodologijų, kurios regione šalyse atitiktų vieningus kriterijus. Remiantis šiomis metodologijomis šalis turi sugebėti klasifikuoti savo telkinių būklę pagal įvairius kokybės elementus ir numatyti priemones, leisiančias pasiekti „gerą“ aplinkos būklę.

Pagrindinis šio darbo tikslas yra parengti Lietuvos Baltijos jūros priekrantės dugno ekologinės būklės klasifikavimo metodą, pagrįstą dugno makrofaunos (bestuburių) rūšine sudėtimi, bendrijos struktūriniais rodikliais ir rūšių jautrumo vertinimu.

Šis tyrimas buvo atliktas vykdant Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą "Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą" (LT0047).

Bentoso kokybės indeksas

Jūrinių vandenų būklės klasifikavimui buvo pasirinktas bentoso kokybės indeksas (BQI, angl. Benthic quality index, Rosenberg et al, (2004)), kuris atitinka nustatytus bendrus reikalavimus ir yra vienintelis indeksas, pagrįstas objektyviu rūšių jautrumo vertinimu. Klasifikacijai parengti naudota modifikuota BQI versija (Fleischer et al., 2007; Fleischer, Zettler 2009):

$$BQI_{ES} = \left(\sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_{tot}} \times ES_{50,0.05i} \right) \right) \times \log(ES_{50} + 1) \times \left(1 - \frac{5}{5 + A_{tot}} \right)$$

kur: n – rūšių skaičius; A_i – i -osios rūšies gausumas; A_{tot} – bendras dugno makrofaunos gausumas; $ES_{50,0.05i}$ – i -osios rūšies jautrumas; ES_{50} – numatomas rūšių skaičius tarp 50 individų vertinamoje vietoje.

ES_{50} vertės buvo skaičiuojamos naudojant Primer (Clarke and Warwick 1994) programinę įrangą. Jautrumo vertinimas atliktas tik rūšims arba aukštesnio rango taksonams, kurių sutinkamumas didesnis nei 20 imčių.

Klasifikacijos kūrimui buvo naudoti penkių smėlėto dugno stebėjimo vietų (stočių žymėjimai programoje 4, 5, 6, 7, 16) duomenys, surinkti vykdant Baltijos jūros Valstybinio monitoringo programą 1982-2009 metais (Jūrinių tyrimų departamento duomenys).

Būklės klasifikacija pagal bentoso kokybės indeksą

Nustatytos dugno faunos taksonų jautrumo vertės kinta nuo 2,8 iki 5,8 (1 lent.) ir atitinka pietų Baltijos regiono jautrumo verčių (nuo 2,2 iki 13,4: Zettler, 2011) žemiausias reikšmes. Palyginimas su kitų Baltijos jūros šalių ekspertų rezultatais rodo, jog įvairiose Baltijos jūros regionuose rūšių jautrumas gana ženkliai kinta ir universalios jautrumo klasifikacijos šiuo metu nėra. Tolesniam klasifikacijos kūrimui Lietuvos Baltijos jūros priekrantės vandenims taksonai suskirstyti į 4 grupes pagal $ES_{50\ 0.05}$ reikšmes priskiriant jiems jautrumo rangus: 1 – labai tolerantiškos rūšys ($ES_{50\ 0.05} < 3$); 5 – tolerantiškos rūšys ($3 < ES_{50\ 0.05} < 4$); 10 – jautrios rūšys ($4 < ES_{50\ 0.05} < 5$); 15 – labai jautrios rūšys ($ES_{50\ 0.05} > 5$).

1 lentelė

Lietuvos Baltijos jūros dugno faunos taksonų jautrumo vertės ($ES_{50\ 0.05}$) ir jų palyginimas su kitų autorių duomenimis

Taksonas	Ši studija	Zettler, 2011	Osowiecki et al. 2008	Leonardsson et al., 2009
<i>Pygospio elegans</i>	1 (2,8)	(5,8)	5	5
<i>Macoma balthica</i>	5 (3,4)	(6,6)	5	5
<i>Oligochaeta</i>	5 (3,4)	(4,6)	1	1
<i>Mesidothea entomon</i>	5 (3,4)	(4,4)**	10	10
<i>Bylgides sarsi</i>	5 (3,5)	(6,6)	10	15
<i>Marenzelleria neglecta</i>	10 (4,1)	*	5	–
<i>Corophium volutator</i>	10 (4,3)	*	10	–
<i>Hediste diversicolor</i>	10 (4,3)	(6,9)	1	–
<i>Hydrobia spp.</i>	10 (4,4)	(4,4)	5	–
<i>Mya arenaria</i>	10 (4,4)	(6,0)	10	–
<i>Bathyporeia pilosa</i>	10 (4,5)	(4,5)	15	–
<i>Cerastoderma glaucum</i>	10 (4,8)	(6,6)	10	–
<i>Halicryptus spinulosus</i>	15 (5,1)	(6,6)	15	–
<i>Nemertini</i>	15 (5,6)	(7,0)	–	–
<i>Streblospio shrubsoli</i>	15 (5,8)	–	5	–

* – nepateikta 10-20 m gyliams; ** – pateikta gyliams > 20 m; “–“ – vertės nepateiktos)

Pagal dugno makrofaunos jautrumo grupių santykinį gausumą ekologinės būklės klasių BQI ribos nustatytos remiantis tokiais principais (2 lent.):

- „labai bloga būklė“ (BQI < 2,2) – bendrijos sudėtyje yra tolerantiškų rūšių (santykinis gausumas apie 20% bendro gausumo), dominuoja labai tolerantiškos rūšys (santykinis gausumas >60%), jautrių ir/arba labai jautrių rūšių gausumas labai mažas, labai jautrių rūšių sutinkamumas mažesnis nei 20%.

- „bloga būklė“ ($< 2,2$ BQI $< 2,7$) – labai tolerantiškų taksonų santykinis gausumas $< 60\%$ ir mažesnis nei tolerantiškų taksonų, jautrių taksonų gausumas didėja, labai jautrių taksonų gausumas $< 20\%$.
- „vidutiniška būklė“ ($< 2,7$ BQI $< 3,1$) – pagal santykinį gausumą dominuoja tolerantiškos dugno faunos rūšys, labai jautrių taksonų individai stebimi daugiau nei pusėje visų imčių,
- „gera būklė“ ($< 3,1$ BQI $< 3,6$) – bendrijoje dominuoja jautrios rūšys, labai tolerantiškų taksonų santykinis gausumas ne didesnis kaip 15%
- „labai gera būklė“ (BQI $> 3,6$) – labai jautrios rūšys stebimos visose imtyse.

2 lentelė

Lietuvos Baltijos jūros vandenų ekologinės būklės klasifikacijos apibūdinimas pagal BQI vertes ir dugno makrofaunos jautrumo grupių santykinį gausumą

Būklė	BQI vertė	Labai tolerantiški taksonai	Tolerantiški taksonai	Jautrūs taksonai	Labai jautrūs taksonai
		vidutinis santykinis gausumas %			
Labai bloga	$< 2,2$	69	25	5	$< 0,05$
Bloga	2,2-2,7	40	37	22	$< 0,05$
Vidutiniška	2,7-3,15	22	45	32	1
Gera	3,15-3,6	12	32	50	3
Labai gera	$> 3,6$	7	26	62	4

Baltijos jūros valstybinio monitoringo duomenims apskaičiuotos BQI vertės kito nuo 2,5 iki 3,5 ir reikšmingai neigiamai koreliavo su žiemos $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijomis ($p < 0,035$). Nors skirtingais metais visose stebėjimų vietose stebėti gana ženklūs BQI pokyčiai, indekso reikšmių augimo tendencija stebima nuo 1995-96 metų toliausiai nuo Kuršių marių esančiose vietose (6 ir 7 valstybinio monitoringo stebėjimų stotys).

Literatūra

- Fleischer, D., Zettler, M.L. 2009. An adjustment of benthic ecological quality assessment to effects of salinity. *Marine Pollution Bulletin* 58:351–357.
- Fleischer, D., Grémare, A., Labrune, C., Rumohr, H., Vanden Berghe, E., Zettler, M.L. 2007. Performance comparison of two biotic indices measuring the ecological status of water bodies in the Southern Baltic and Gulf of Lions. *Marine Pollution Bulletin* 54:1598–1606.
- 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.
- Osowiecki, A., Lysiak-Pastuszek, E., Piatkowska, Z. 2008. Testing biotic indices for marine zoobenthos quality assessment in the Polish sector of the Baltic Sea. *J. Mar. Syst.* 74, S124–S132.

- Rosenberg, R., Blomqvist, M., Nilsson, H.C., Cederwall, H., Dimming, A. 2004. Marine quality assessment by use of benthic species abundance distributions: a propose new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728–739.
- Zettler L.M. 2011. Sensitivity/tolerance of macrozoobenthic species of the southern Baltic Sea (ES500.05-values). <http://www.io-warnemuende.de/michael-zettler-en.html> (prieiga tikrinta: 2011 vasario 3 d)

DAUGIAMEČIAI ŠAKOTAŪSIŲ VĖŽIAGYVIŲ (*CLADOCERA*) POKYČIAI BALTIJOS JŪROS DAMPINGO RAJONE

Natalja Demereckienė

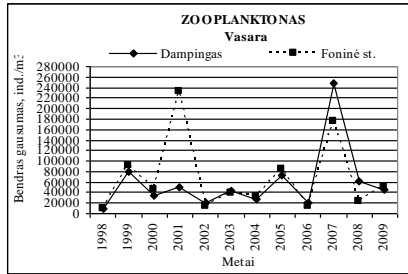
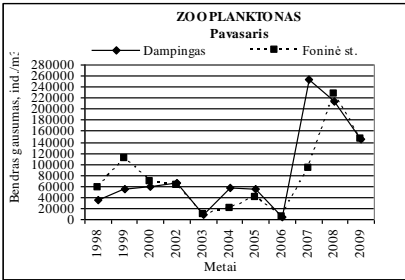
Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda, n.demereckiene@aaa.am.lt

Gilinant Klaipėdos uostą ir valant jame nuolat besikaupiantį dumblą, jis yra gramzdinamas Baltijos jūroje. Šis procesas dažniausiai yra vadinamas dampungu (nuo anglų kalbos žodžio „dumping“ – iškrovimas, išvertimas) (Jokšas, Galkus, 2000). Dampingas yra vienas iš antropogeninių veiksnių, įtakančių Baltijos jūros ekosistemos būklę. Po iškrovimo/išpylimo smulkios grunto frakcijos labai ilgai nenusėda ir išplinta dideliuose atviros jūros plotuose. Nuolat didėjantis smulkiadispersinės skendinčios medžiagos fonas gniuždomai veikia hidrobiontus, taip pat skurdina žuvų mitybos bazę ir sumažina bentosinių organizmų pelaginių lervų skaičių (Чернина, Старцева, 1991). Tam tikslui dampungo rajone ir foninėse stotyse buvo ištirti šakotaūsių vėžiagyviai (*Cladocera*). *Cladocera* tai hidrobiontai-filtratoriai, kuri labai jautriai reaguoja į technogeninį užterštumą ir yra vandens kokybės rodiklis.

Tyrimai vyksta dampungo rajone (20 stotis), kuris yra apie 19 kilometrų atstumu nuo kranto linijos. Netoli nuo dampungo yra foninė (20A) stotis, kuri yra apie 16 kilometrų atstumu nuo kranto linijos. Tyrimai atliekami remiantis HELCOM'o metodika (HELCOM, 1988). Per 1998-2009 m. laikotarpį išanalizuoti 45 zooplanktono mėginiai. Mėginiai buvo paimti tinklu WP-2 (tinklo viršutinis skersmuo 0,255 m², akučių diametras – 100 μm) vertikaliame vandens sluoksnyje. Naudojant mikroskopą OLYMPUS SZ61, panaudotas padidinimas 180x (HELCOM, 1988). Tam, kad nustatyti rūšinės sudėties panašumą tarp stočių, buvo panaudotas rūšių panašumo Sjerenseno koeficientas (Методика изучения, 1975):

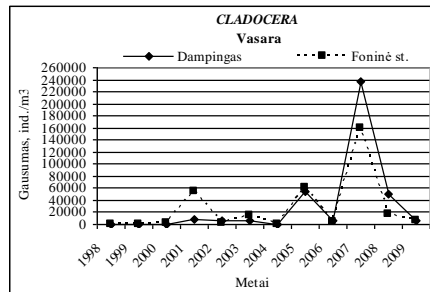
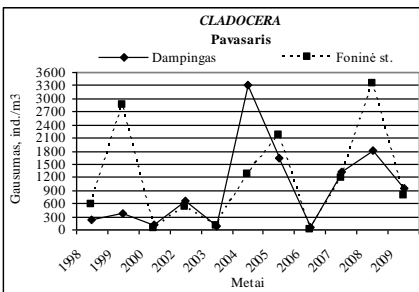
$$C = \frac{2d}{a+b} \times 100\%$$

Tyrinėjant šiuos rajonus nuo 1998 iki 2009 m. pavasario – vasaros sezonais, nustatyti rūšinės sudėties panašumai tarp stočių, kurie buvo 85%. Tai reiškia, kad didelio skirtumo pagal rūšinę sudėtį dampungė ir foninėje stotyse nėra, nedidelis skirtumas yra pagal zooplanktono gausumą, kas yra labai natūralu jūroje. Skirtumas tarp cenzos buvo 2007 m. pavasarį ir 2001 m. vasarą. 2001 m. vasarą foninėje stotyje buvo dominuojanti rūšis verpetė *Keratella quadrata*, kuri sudarė 165373 ind./m³ (71,4 %) nuo bendro zooplanktono gausumo, o dampungė tuo metu gausumas neviršijo 60000 ind./m³ (1 pav.).



1 pav. Daugiametiniai zooplanktono pokyčiai Baltijos jūroje dampingo rajone ir foninėje stotyje.

Šakotausių vėžiagyvių (*Cladocera*) grupė yra nedominuojanti zooplanktone, jų vystimasis priklauso nuo vandens masės temperatūros, o taip pat nuo vandenyje esančių jiems reikalingų maisto medžiagų kiekio, kaip ir visam zooplanktonui. Ši taksonominė grupė atsirado labai gerai įšilusiam vandens sluoksnyje, todėl pavasarį dampinge ir foninėje stotyje *Cladocera* neviršijo 3400 ind./m³ (2 pav.). Vasarą šakotausių vėžiagyvių (*Cladocera*) gausumas tiek dampinge, tiek ir foninėje stotyje buvo nedidelis. Smulkiadispersinei skendinčiai medžiagai labai jautrūs yra hidrobiontai-filtratoriai, kadangi jų virškinamąjį traktą veikia smulkios dalelės, ten patenkančios kartu su vandeniu. Šakotaūsiai vėžiagyviai masiškai žūsta tuomet, kai atliekami grunto gramzdinimo darbai jų aktyvaus maitinimosi laikotarpiu, susijusiu su fitoplanktono biomasės padidėjimu (fitoplanktono žydėjimu). Vienintelis pikas buvo 2007 metais vasarą, kada dampinge ir foninėje stotyje dominavo *Bosmina maritima*, kuri sudarė 95% ir 90% nuo bendro zooplanktono gausumo (2 pav.). Taip pat *Cladocera* gausumo skirtumo tarp dviejų stočių praktiškai nebuvo. Tam yra paaiškinimas, situacijos panašumas priklauso nuo grunto gramzdinimo metu vyraujančių vėjų bei vandens tėkmių krypčių.



2 pav. Daugiametiniai šakotausių vėžiagyvių (*Cladocera*) pokyčiai Baltijos jūroje dampingo rajone ir foninėje stotyje.

Nors grunto išpylimo darbų mastai nėra dideli, tačiau Baltijos jūros ekosistemoje jie gali sukelti rimtus pokyčius: vandenyje plaukiojančios smulkios grunto dalelės, nors ir nebūtinai tiesioginiu būdu, turi įtakos daugelio vandens organizmų, tarp jų ir zooplanktono, egzistavimui (Demereckienė, 2003).

Šakotausių vėžiagyvių (*Cladocera*) yra nedominuojanti grupė zooplanktone. *Cladocera* yra hidrobiontai-filtratoriai, kurie reaguoja labai jautriai į technogeninį užterštumą ir yra vandens kokybės rodiklis. *Cladocera* svarbį energetinį grandį tarp pirminių producentų (fitoplanktono) ir plėšrūnų (žuvų). Ši organizmų grupė yra viena iš pagrindinių elementų žuvų ir žuvų mailiaus mitybai.

Literatūra

- Černina, Starceva. 1991. Чернина, Е.Ю., Старцева, А.И. Влияние мелкодисперсной взвеси на морских гидробионтов/Е.Ю. Чернина, А.И. Старцева // *Гидробиол. журн.* 1991. Т. 27, № 2:9-15.
- Demereckienė, N. 2003. Dampingo įtaka zooplanktonui//Baltijos jūros aplinkos būklė. Monografija. Kaunas. 93-95.
- HELCOM, 1988. Guidelines for the Baltic monitoring programme for the third stage. No. 27 D. Part D. Biological determinands: 131-135.
- Jokšas, K., Galkus, A. 2000. Klaipėdos uosto akvatorijos dugno nuosėdų formavimosi ypatumai ir geocheminiai užterštumo aspektai//Klaipėdos uostas. Vilnius, Baltic ECO. 72-89.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М., 254.

POSSIBILITIES OF MYSID MONITORING USING MULTI-FREQUENCY HYDROACOUSTICS

Tomas Didrikas, Rokas Kubilius

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

Introduction

Mysids (*Mysidacea*) are group of crustaceans common in many freshwater and marine environments. Mysids are omnivores, but also feed effectively on zooplankton. In the Baltic Sea together with clupeid fish they are most important zooplanktivores (Rudstam *et al.*, 1986). Due to high content of polyunsaturated acids (Arts and Johannsson, 2003) mysids believed to be an important part of pelagic fish diet during autumn and winter when other food sources are scarce (Aneer, 1980; Szypula, 1985; Posey and Hines, 1991; Raid and Lankov, 1995; Lankov and Kukk, 2002). Mysids are known to perform nocturnal diel vertical migrations, which constitute important benthic-pelagic link by making energy which would normally be locked in sediment available to the pelagic food-web (Ogonowski, 2010).

Currently hydroacoustic methods are used widely for pelagic fish assessments (Simmonds and MacLennan, 2005). Traditionally, collection of fisheries acoustic data is optimized for one single frequency. However, it has been shown that using multi-frequency hydroacoustic (MFHA) technique is possible to detect and distinguish zooplankton and larger crustaceans from other organism groups (e.g. fish) in the water (different sources, for review see Simmonds and MacLennan, 2005). The methodology for the identification of different groups of marine organisms using MFHA has undergone rapid development recently. Method using frequency response signature is one of new techniques facilitating classification of marine organism (Korneliussen and Ona, 2003).

The main objective of this study was to develop effective method for differentiation of fish and mysids (zooplankton) acoustic targets.

This study was carried out within the EEA and Norwegian Financial Mechanism Programme project LT0047 “A system for the sustainable management of Lithuanian marine resources using novel surveillance, modelling tools and an ecosystem approach”.

Results and discussion

Sonar5 acoustic data post processing software (Balk and Lindem, 2008) was used to analyse acoustic data and develop the method. It contains a module of

multi-frequency analysis tools, which can potentially be used to remove fish-originating echoes from acoustic data and produce modified “fish clean” echograms for further analysis. We choose to test two the most appropriate procedures of this type which seemingly have the highest potential: “Frequency response thresholding” and “Masking”.

Frequency response thresholding

In general, sound backscattering of zooplankton-like organisms is stronger at high and weaker at low frequencies; while many of the fish (those which possess swim-bladder) are relatively stronger acoustic targets at low frequencies. Hence, it can be assumed that all objects in the water column reflecting relatively more acoustic energy at 38 than at 120 and/or 200 kHz are not fish with a swim-bladder. Therefore, for different organism classes in the water filters based on frequency response can be designed. Using such filters acoustic targets having higher energy (S_v) at 120 and 200 than at 38 kHz can be filtered out from 120 and 200 kHz data. In the same way, the 38 kHz data can be filtered by removing echoes which are weaker backscatters at 120 and 200 kHz than compared to 38 kHz.

Data set of 38, 120 and 200 kHz which was thresholded in a way presented above is shown in Figures 1a and 1b. This set contains pronounced fish layer at 12-14 m (confirmed by midwater trawl sampling). The height and width of filter can be adjusted in different ways. The data in echograms presented in Figure 1a were filtered with filter window of 1 and 3 acoustic samples vertically (depth) and 1 and 3 pings horizontally (time; 1x1 and 3x3). Figure 1b shows data filtered with windows filter size of 5x5 and 7x7.

The highest resolution of the processed data is attained with the small frequency response thresholding filter window size (Fig.1a). However, single fish targets were likely to be insonified by more than one ping, if they are at the larger distance from the transducers. Strong echoes from larger fish can also take more than one vertical sample. Effective filtering is achieved, if all acoustic backscattering that belongs to the same fish echo but appears around it is removed from the data as well. One way to solve this problem is by applying larger filter window (Fig.1b).

Applying of differently sized thresholding filter windows, had little influence on the filtered data volume backscattering frequency response curve shapes (Fig.1b). The actual S_v values at each of used frequencies were decreasing together with increased filtering window. This can indicate that by applying larger filter, more backscattering energy from echogram region close to fish was removed together with fish echo. The strong single fish echo observed at 38 kHz and ~20 m depth, were often about 4-6 pings long and 0.4 m high. Therefore,

frequency response thresholding with filter size of 7 pings and 7 acoustic samples was considered as most functional for depths, which < 25 m.

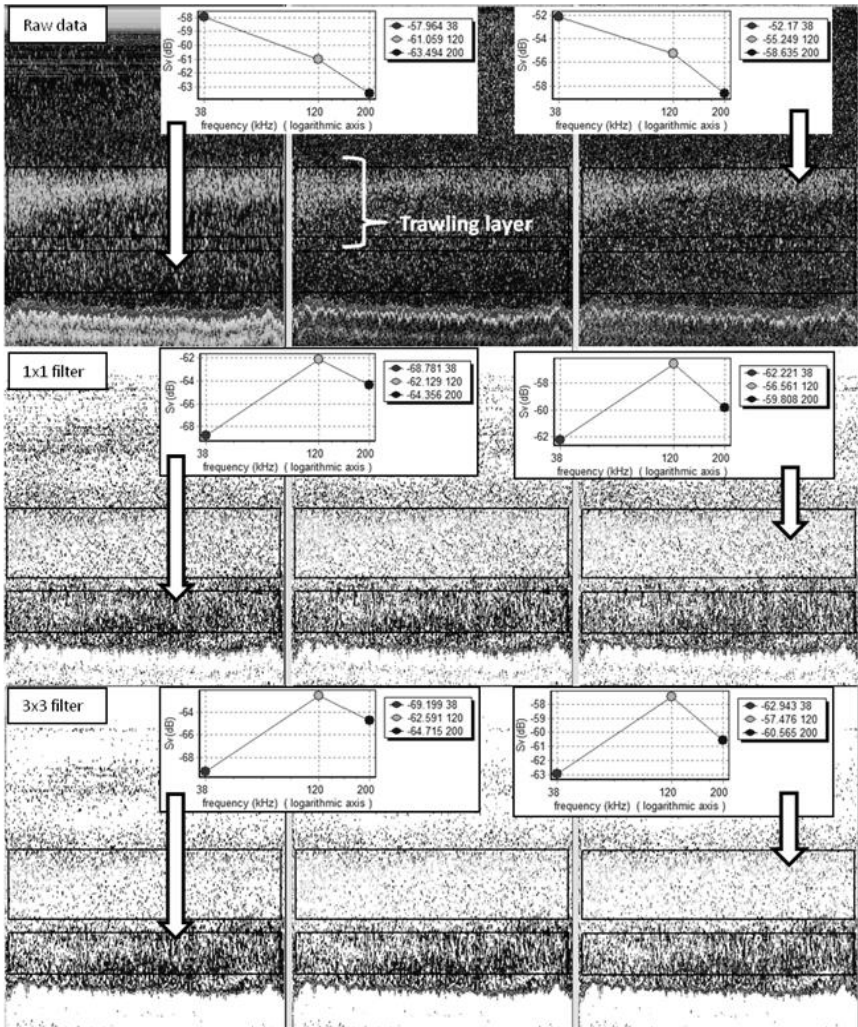


Fig.1a. Raw acoustic data with trawling layer (upper pane). Frequency response thresholding in two echogram regions with different window sizes, 1x1 – middle panel and 3x3 – lower panel. Midwater trawl catch confirmed that scattering layer at 12-14 m mainly consisted of herring and sprat (70% of catch weight). The frequency response of selected echogram regions are presented in graphs on the corresponding echograms.

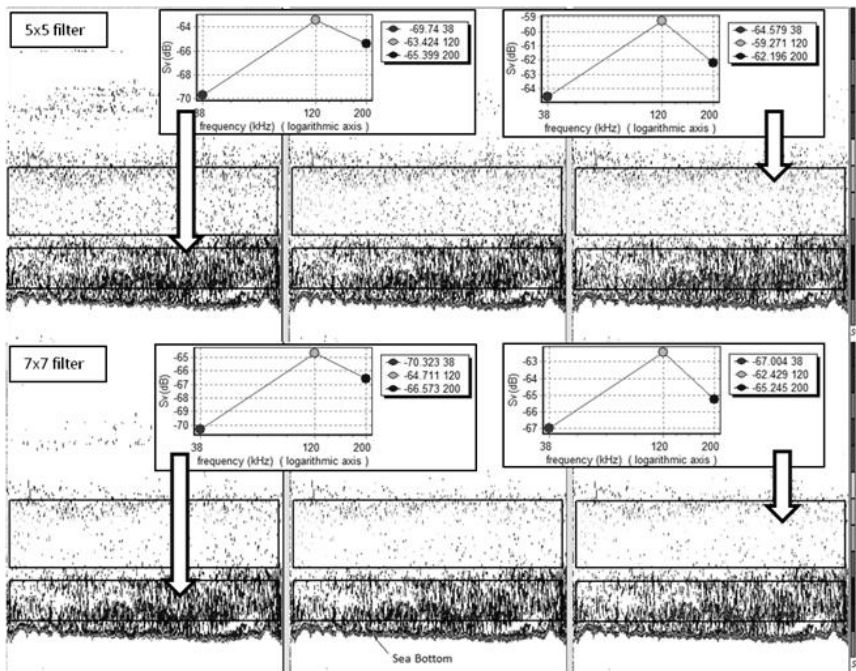


Fig. 1b. Frequency response thresholding in two echogram regions with different window sizes, 5x5 – upper panel and 5x5 – lower panel. Midwater trawl catch confirmed that scattering layer at 12-14 m mainly consisted of herring and sprat (70% of catch weight).

The frequency response of selected echogram regions are presented in graphs on the corresponding echograms.

Masking

The Sonar5 software has built in masking tool. The underlying concept of this tool is to remove unwanted acoustic echoes from one frequency echogram and apply it as a mask to the other simultaneously recorded echogram(s) of same water volume but at another acoustic frequency(s) in order to remove masked echoes from these echograms. The set of different acoustic backscattering signal-based rules are used to filter the raw data in order to keep or remove the relevant acoustic targets, e.g. fish. Similarly masking can be used also to filter out unwanted background noise.

Fish echoes often are “seen” slightly better at some frequencies, if multi frequency acoustic data is available. Using Sonar5 it was possible to cut out unwanted echoes in the echogram at one frequency and use the echogram as a “mask” to remove same acoustic targets from the echograms at another

frequency(s). This technique assumes perfect acoustic beam overlap of all used frequencies, however practically this is almost impossible to achieve. Three important decisions have to be made at the beginning of fish masking: selection of the frequency at which unwanted fish echoes will be identified, defining unwanted echo backscattering properties ensuring that entire echo is removed.

Sprat and herring which have swim-bladders were often the most abundant fish in the water column, and it was also confirmed by midwater trawling in the coastal area during August 2010 survey. Gas inclusion in the swim-bladder makes fish body a strong acoustic target and is accounted to reflect of 90-95% acoustical energy (Foote, 1980), especially at lower frequencies. Due to this reason, data collected with 38 kHz was used for fish echo identification.

Next step in masking procedure was to find the optimal threshold value of fish removal, at which majority of fish echoes are excluded, and most (preferably all) mysid backscattering energy is kept in remaining mask. Rudsdam et al (2008) have measured Mysid target strength (TS) in large fresh water lake Ontario. They reported that 9 mm long *Mysis relicta* had TS of approximately -86.3 dB at 120 kHz. Mysids are probably even less directive targets at 38 kHz, and it can be expected that their TS is even lower at this frequency. Trawl catches showed that in the water column sprat and herring between 8 and 15 cm in length were the most abundant fish. According to Didrikas and Hansson (2004) target strength on Baltic Sea herring and sprat of 8 cm is about -50 dB. Therefore, -60 dB fish exclusion threshold was considered conservative enough to identify the swim-bladder possessing fish echoes at 38 kHz in our data.

In order to select most suitable fish removal threshold (FRT), 38 kHz acoustic data collected during the midwater trawling in 2010 was scrutinized. Most of the fish backscattering were removed when -55 to -60 dB FRT applied together with 5x5 or 7x7 (pings x acoustic samples) dilution window. This resulted in almost entire removal of weaker fish echoes. Figure 2 shows results with removed echoes of fish possessing swim-bladder. However flounder echoes are most probably remaining, because they are in general weaker and much harder to identify. Due to this reason -65 dB FRT was probably more suitable than of -60 dB FRT, because it is still capable to remove swim-bladdered fish echoes (Didrikas and Hansson, 2004), but at the same time is well above the mysid target strength (Rudsdam et al. 2008). However, due to limited knowledge about flounder acoustical properties it is difficult to conclude if -65 dB FRT at 38 kHz is sufficient to remove flounder echoes.

Strong fish echoes observed on the echogram are often surrounded by weaker scattering from the same fish around it. The fish scattering is often expected to be much stronger than one resulting from mysids, therefore it is very important to use FRT well above it, but also high enough to fully remove fish echoes from total water volume. It can be made by cutting out a bit larger

echogram region around the fish echo. One way to do this is to use dilution window of larger size than the echo from fish before masking. The window size choice was based on the scrutinizing of single fish targets before and after fish echoes were cut out (Fig. 2). The 3 pings wide and 3 acoustic samples high (3x3) dilution window size seemed to be sufficient for fish echo exclusion in most cases when FRT was set to -65 dB, and 5x5 when FRT was -60 dB. However, in order to assure that no fish scattering from around strong fish echoes pass the masking, 5x5 (-65 dB FRT) and 7x7 (-60 dB FRT) dilution windows were used. Also due to partial acoustic beam overlap at shallower depths; larger fish exclusion window was applied to 38 kHz echograms, because it was expected that it will more likely fully mask same fish target detected on 120 and 200 kHz echograms respectively.

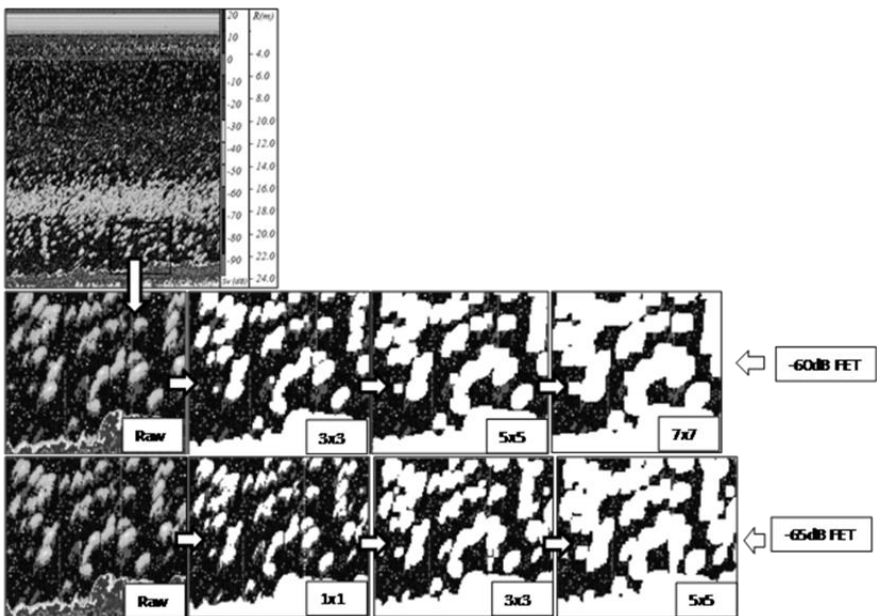


Fig. 2. Example of 38 kHz echogram containing many fish echoes, which were removed using -60 and -65 fish removal threshold filtering, with different size dilution windows used to cut out echogram region around strong fish echoes.

The described fish masking method can schematically be described by following steps: fish originating echoes were identified at 38 kHz data, then the -65dB upper threshold masking was applied in TS domain together with 5x5 pings by acoustic samples dilution window, which resulted in to a fish mask at 38 kHz.

The mask was saved in S_v domain, and then applied to 120 and 200 kHz echograms.

Using masking in order to remove fish from acoustic data made possible to create “fish free” echograms and analyse backscattering of remaining weaker echoes. Acoustic data examples with confirmed presence (by biological sampling) of fish, mysids and jellyfish were used to test efficiency of this masking technique.

European flounder (*Platichthys flesus*) was quite abundant in some of the midwater trawl hauls. This fish lacks swim-bladder and its frequency response curve probably have similar shape as one from zooplankton, i.e. relatively weak at low frequency and increasing at higher frequencies. Therefore, flounder echoes were probably not removed or removed not effectively using both fish filtering techniques.

Frequency response thresholding and masking techniques were initially considered to be possibly equally promising in removing the swim bladder-bearing fish contribution to the overall S_v . However, after developing filters and testing both differentiation techniques, masking showed to be more accurate in filtering process, and was preferred as the better option.

References

- Aneer, G. 1980. Estimates of feeding pressure on pelagic and benthic organisms by Baltic herring (*Clupea harengus* v. *membras* L.). *OPHELIA*:265-275.
- Arts, M. T. and Johannsson O. E. 2003. The distribution of lipids and essential fatty acids in selected macroinvertebrates of lake Ontario: implications for energy flow and food web stability in the Great Lakes. *Global threats to large lakes: managing in an environment of instability and unpredictability*. 223-224.
- Balk, H., Lindem, T. 2008. Sonar4 and Sonar5-Pro Post Processing Systems. Operator Manual, version 5.9.7. Oslo, Norway: Balk and Lindem Data Acquisition
- Didrikas, T., Hansson, S. 2004. In situ target strength of the Baltic Sea herring and sprat. *ICES Journal of Marine Science* 61(3):378-382.
- Foote, K.G. 1980. Importance of the swimbladder in acoustic scattering by fish: a comparison of gadoid and mackerel target strengths. *Journal of the Acoustical Society of America* 67:2084-2089.
- Korneliussen, R.J., Diner, N., Ona, E., Berger, L. & Fernandes, P.G. 2008. Proposals for the collection of multifrequency acoustic data. *ICES Journal of Marine Science* 65:982-994.
- Lankov, A., Kukk H. 2002. Feeding of herring in the Gulf of Finland in the 1970s-90s. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* 51:277-293.
- Ogonowski, M. 2010. Detecting and explaining vertical distributions of pelagic mysids (*Mysidacea*) – Studies in Lake Vättern and the Baltic Sea. Licentiate thesis, Dept of Systems Ecology, Stockholm University, 3:1-47.
- Posey, M. H. and A. H. Hines. 1991. Complex predator-prey interactions within an estuarine benthic community. *Ecology* 72:2155-2169.
- Raid, T. and A. Lankov. 1995. Recent changes in the growth and feeding of Baltic herring and sprat in the northeastern Baltic Sea. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, *Ecology* 5:38-55.

- Rudstam, L.G., Hansson, S., and Larsson, U. 1986. Abundance, species composition and production of mysid shrimps in a coastal area of the northern Baltic proper affected by increased nutrient loading. *Ophelia, suppl.* 4:225-238.
- Simmonds, J. & MacLennan, D. (2005). Fisheries acoustics: theory and practice. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Science.
- Snyder, R. J. and T. M. Hennessey. 2003. Cold tolerance and homeoviscous adaptation in freshwater alewives (*Alosa pseudoharengus*). *Fish Physiology and Biochemistry* 29:117- 126.
- Szypula, J. 1985. Comparative studies on herring and sprat feeding in the southern Baltic within 1978-1982. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 15:75-93.

UODO TRŪKLIO (CHIRONOMIDAE) LERVŲ ERDVINIS PASISKIRSTYMAS CENTRINĖJE IR ŠIAURINĖJE KURŠIŲ MARIŲ DALYSE

Aušra Dovydaitytė¹, Tomas Ruginis²

¹Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas, Biologijos katedra, Klaipėda

²Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda, tomas@corpi.ku.lt

Įvadas

Kuršių marios kaip lagūna pasižymi didele makrofaunos įvairove Baltijos jūros baseine. Vienas iš pagrindinių veiksnių yra nedidelis vandens druskingumas. Gausiausi mariose sutinkamų amfibiotinių bestuburių ekologinių grupių atstovai yra uodo trūklio (*Chironomidae*) lervos. Nepaisant išsamių Kuršių marių bentofaunos tyrimų šios sisteminės grupės rūšinė sudėtis yra mažai tirta, taip pat mažai žinomas gyvenimo ciklas ir generacijos bei produkcija. Ši gausi bestuburių grupė sutinkama daugelyje biotopų ir vaidina svarbų vaidmenį Kuršių marių ekosistemoje: vienas iš pagrindinių mitybos komponentų bentofagių žuvų mityboje, taip pat rausdamos urvus aeruoja sedimentus, padidindama maistmedžiagių srautus tarp sedimentų ir priedugnio vandens.

Tyrimų metodika

Tyrimams mėginiai buvo imti 2009 m. kovo ir liepos, 2010 m. gegužės ir rugpjūčio mėnesiais. 2009 m. mėginiai imti 4 centrinės ir šiaurinės Kuršių marių dalies taškuose (2 litoralėje ir 2 atvirame vandenyje), o 2010 m. - 3 litoralėje ir 7 atviroje akvatorijoje. Mėginiai imti gruntotraukiu, 1 stotyje imta po 9 mėginius. Iš viso paimti 252 mėginiai.

Rezultatai

Išanalizavus mėginius pagal chironomidų taksonominę įvairovę ir biomasę, galima išskirti 3 bendrijas: 1. *Chironomus* sp. (visos atviros akvatorijos dumblo sedimentų biotopai), 2. *Stictochironomus* sp., (šiaurinės dalies smėlio sedimentų biotopai), 3. *Chironomus*+*Stictochironomus*+*Glyptodendipes* (smėlio, smėlio-dumblo litoralės ir atviros akvatorijos biotopai). Šios bendrijos viena nuo kitos skiriasi tiek chironomidų biomase, tiek sudarančių chironomidų taksonų skaičiumi. Didžiausia chironomidų biomasė nustatyta litoralės Kairių ir Juodkrantės stotyse.

Atlikta RDA analizė, kurios pagalba tirtas chironomidų ir makrozoobentosos kiekybinių rodiklių bei aplinkos veiksnių ryšys. Nustatyta, kad aplinkos veiksniai

(gylis, atstumas nuo kranto, atstumas nuo jūros ir organikos kiekis) įtakojo makrozoobentosos erdvinį pasiskirstymą Kuršių mariose. Gylis ir atstumas nuo jūros neigiamai koreliavo su bendru chironomidų gausumu ir biomase.

Išvados

Kuršių marių chironomidų faunoje vyrauja 2 rūšys: *Chironomus* sp. - dumblo, o *Stictochironomus* sp.- smėlio sedimentuose. Didžiausia uodo trūklio lervų biomasė nustatyta smėlio ar smėlio-dumblo sedimentuose (šiaurinėje ir centrinės Kuršių marių dalyse). Kuršių marių dumblo gilesnių (> 3 m) vietų sedimentai paprastai pasižymi skurdžia chironomidų rūšine įvairove, gausumu ir biomase.

PRIEŠNERŠTINIŲ VERSLINIŲ STRIMELIŲ (*CLUPEA HARENGUS MEMBRAS L.*) SANKAUPŲ PAGRINDINĖS BIOLOGINĖS CHARAKTERISTIKOS LIETUVOS EKONOMINĖJE ZONOJE 2010 M.

Jelena Fedotova

Žuvininkystės tarnyba prie ŽUM, Klaipėda, jelena.fedotova@zuv.lt

Išanalizuotos verslinių strimelių sankaujų pagrindinės biologinės (ilgis, masė, lytis) charakteristikos kovo-gegužės mėn. 2010 m. LEZ. Žuvų amžius laimikiuose buvo įvairus: nuo 1 iki 10 metų ir vyresni. Strimelių ilgis laimikiuose buvo 10-28 cm. Lyčių santykis tarp patinų ir patelių - 1:1. Nustatytas ilgio-svorio santykis, mitybos intensyvumas ir ėmitimo koeficientas. Bertalanfio lygčių pagalba įvertinti linijinio augimo parametrai.

Vienas iš produktyviausių Baltijos jūros rajonų - tai TJTT 26 parajonis, į kuri įeina ir Lietuvos ekonominė zona (LEZ). Pastaraisiais metais strimelės tapo viena svarbiausių verslinių žuvų rūšimi Baltijos jūros (ICES, 2010). Strimelių ištekliai Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje nuolat kinta įtakojami įvairių faktorių (hidrologinių veiksnių, mitybinių ir žiemojimo sąlygų, ir kt.). Kaip ir kitų vertingų verslinių žuvų, strimelių biologinių charakteristikų tyrimai LEZ yra labai svarbūs, nes duoda galimybę laiku nustatyti jų išteklių kitimo tendencijas bei operatyviai paruošti rekomendacijas racionaliai šių žuvų išteklių eksploatacijai. Šių tyrimų rezultatai taip pat leidžia pateikti atitinkamus duomenis TJTT, kurie naudojami nustatant žuvų sugavimo kvotas visoms Baltijos jūros šalims, jų tarpe ir Lietuvai.

Strimelių verslinė žvejyba Lietuvoje vyksta visus metus, bet didžiausia dalis laimikių žvejojama pirmame pusmetyje centrinėje bei priekrantės LEZ teritorijoje, kada žuvis pradeda formuoti priešnerštinės koncentracijas. Strimelių išteklius sudaro dvi pagrindinės populiacijos – pavasarį ir rudenį neršiančios strimelės. Pavasarį neršiančios strimelės skirstomos į du pogrupius: priekrantės ir atviros jūros. Šios dvi grupės tarpusavyje skiriasi otolitų struktūra ir augimo tempu bei daugeliu biologinių rodiklių, iš jų svarbiausi – kūno ilgis ir masė. Lietuvos vandenyse paprastai sugaunama abiejų grupių žuvų, kurių santykis per metus kinta.

Mūsų darbo tikslas - biologiniai priešnerštinių strimelės sankaujų tyrimai Lietuvos ekonominėje zonoje.

Medžiaga ir metodika

Žuvų mėginiai imami iš verslinių žvejybinių laimikių LEZ š. m. kovo-gegužės mėn. Mėginiai renkami iš pagrindinio pelaginio tralo (su 10 mm aktytumu maiše) laimikio. Bendrai apdoroti 8 mėginiai: kovo mėn. – 2; balandžio

mėn. – 3 bei gegužės mėn. 3. Kiekviename mėginyje buvo ne mažiau 100 vnt. (bendrai – 814 vnt.) žuvų. Biologinė laimikių analizė buvo atliekama pagal standartines metodikas (Grygiel *et al.*, 2001). Strimelių amžius ir populiacijų tipai nustatomi pagal otolitų struktūrą ir formą (Kompowski, 1969; Оявеев, 1988; Fetter *et al.*, 1991), o lytis ir brandos stadijos, skrandžio užpildymas – vadovaujantis praktiniu vadovu (Алексеев, Алексеева, 1996, Правдин, 1966). Priklausomybė tarp žuvų ilgio ir masės buvo išreikšta pagal formulę:

$$W = aL^b,$$

kur W – žuvies kūno masė, g, L – kūno ilgis, cm, a bei b – koeficientai.

Strimelių augimo parametrai suskaičiuojami naudojant Bertalanfio lygtis:

$$L_t = L_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right) \text{ (ilgiui) ir } W_t = W_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)}\right)^b, \text{ (masei),}$$

kur L_∞ ir W_∞ – strimelės augimo ilgio ir masės teorinė riba (Hoendorf, 1966; Шибаев, 2007).

T. Fultono įmitimo koeficientas (QF), kuris rodo žuvies masės ir kūno ilgio santykį, apskaičiuotas pagal formulę:

$$CF = (W \cdot 100) / L^3,$$

kur W – žuvies kūno masė, (g) o L – žuvies kūno ilgis, cm (Методическое..., 1974).

Rezultatai ir jų aptarimas

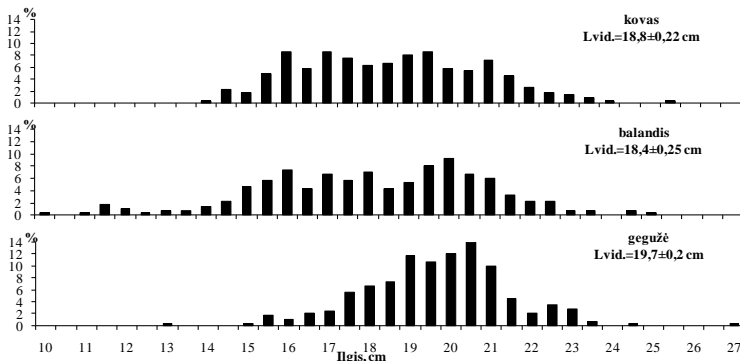
Priešnerštinės strimelės koncentracijos priekrantės zonoje 2010 m. prasideda vasario pabaigoje- kovo mėn. pradžioje. Ištirtų strimelių kūno ilgis svyravo nuo 10 iki 25 cm (vidutiniškai - 18,21±0,10 cm), o masė – nuo 8 iki 98,3 g (vidutiniškai – 41,51±0,67 g). Pagrindinės biologinės charakteristikos nurodytos 1 lent.

1 lentelė

Strimelių, sugautų tralais kovo-gegužės mėnesį, pagrindinės biologinės charakteristikos

Parametrai	Kovas	Balandis	Gegužė	Iš viso
Ištirta žuvų, vnt.	223	300	290	813
Vidutinis ilgis, cm	18,8±0,22	18,4±0,25	19,7±0,2	19,0±0,17
Vidutinė masė, g	42,8±1,61	40,64±1,59	49,7±1,58	44,5±1,14
Patelių dalis, %	42,3	48,6	53,6	48,1
Vidutinis skrandžio užpildymas, %	0,71±0,06	0,16±0,02	0,24±0,01	0,35±0,01
Fultono įmitimo koeficientas	0,62±0,002	0,61±0,002	0,62±0,001	0,62±0,001

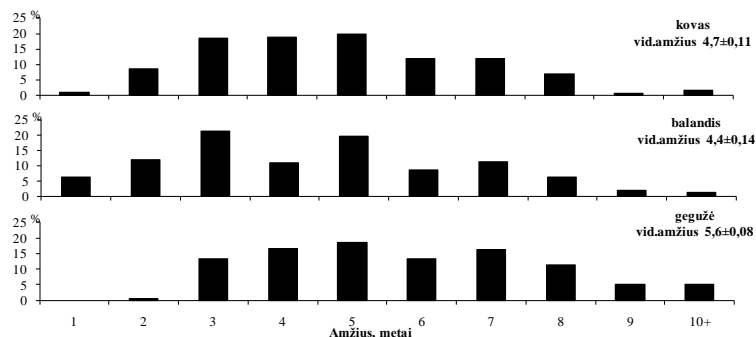
Tralo laimikiuose dominavo 3-7 amžiaus strimelės, kurios sudarė 77,4%, jų vidutinis kūno ilgis kito nuo 16 iki 22 cm, o svoris nuo 25,9 iki 69,5 g (1-2 pav.).



1 pav. Strimelių, sugautų tralais kovo-gegužės mėnesiais, ilgių struktūra.

Pagal otolitų analizę nustatytas strimelių amžius ir populiacijų tipai (priekrantės bei atviros jūros). Tyrimo metų tralo laimikiuose buvo sugautos įvairaus amžiaus žuvis abiejų populiacinių tipų, kurių kiekybinė sudėtis metų eigoje kinta. Kovo mėnesį dominavo atviros jūros strimelės (55,7%), balandžio mėn. – priekrantės (54,5%), o neršto sezono pabaigoje jų santykis jūroje buvo išlygintas.

Remiantis atliktais tyrimais nustatyta priklausomybė tarp žuvų ilgio ir masės: $W=0,0042L^{3,13}$. Gautą priklausomybę galima naudoti kaip raktą nustatant individualių žuvų svorį, turint tik masinį matavimą.



2 pav. Strimelių, sugautų tralais kovo-gegužės mėnesiais, amžiaus struktūra.

Gauti Bertalanfio lygčių linijinio augimo parametrai priekrantės ir atviros jūros strimelei atskirai:

Priekrantės: $L_t = 23,68(1 - e^{0,36(t+0,61)})$ – ilgiui; $W_t = 84,62(1 - e^{0,36(t+0,61)})^{3,13}$ – masei;

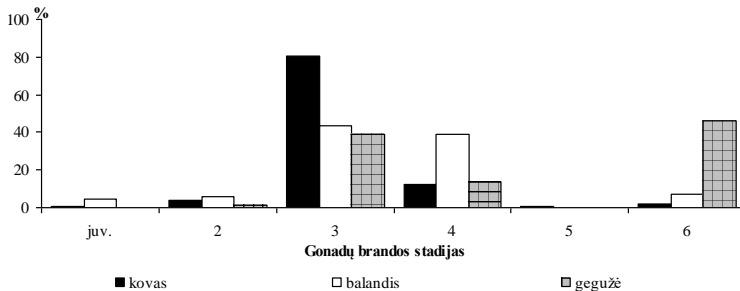
Atviros jūros: - $L_t = 24,45(1 - e^{0,21(t+1,09)})$ – ilgiui; $W_t = 95,761 - e^{0,21(t+1,09)}^{3,21}$ – masei

Mūsų analizė rodo, kad atviros jūros strimelių augimo ilgio ir masės teorinė riba didesnė nei priekrantės. Nustatyta, kad atviros jūros strimelių asimptotinis ilgis ir masė didesni, nei priekrantės. Konstanta (pastovioji) K - faktorius, kuris nulemia ilgio (masės) prieaugio greičio mažėjimą. Mūsų duomenimis atviros jūros strimelių K buvo didesnis, nei priekrantės.

LEZ sėkmingiausiai strimelių žvejyba vyksta metų pradžioje, kada jos sudaro priešnerštines sankaupas. Šiuo periodu strimelės yra 3-4 lytinės brandos stadijos, labiausiai įmitusios ir turi didžiausią prekinę vertę (3 pav.).

Strimelių analizės rezultatai rodo, kad didžiausia laimikių dalį kovo mėn. sudaro 3 lytinių gonadų brandos stadijos (80,1%). Balandžio-gegužės mėn. strimelės neršti migruoja į priekrantę, todėl tralavimų laimikiuose 5-os lytinės brandos stadijos žuvų nerasta, o baigiantis neršto periodui – II ketvirtčio gale išneršusių (6 lytinių gonadų stadija) žuvų skaičius didėja (46%).

Mūsų analizė rodo, kad tyrimo metų patelių buvo daugiau nei patinų (lyčių santykis 1,13:1). Skrandžio užpildymo analizė parodė, kad pavasarį strimelės beveik nesimaitina. 65,4% ištirtų strimelių buvo su tuščiais skrandžiais, dėl to įmitimo koeficientas turėjo nedidelę reikšmę ir beveik nepasikeitė (1 lent.).



3 pav. Strimelių, sugautų tralais, sudėtis (%) pagal gonadų brandos stadijos kovo-gegužės mėn. 2010 m.

Išvados

1. Verslinių strimelių priešnerštines sankaupas LEZ sudaro 2-7 metų amžiaus žuvis (77,2%). Sezono pradžioje (kovas-balandis) laimikių pagrindą sudarė 4-5 metų amžiaus strimelės. Gegužės mėnesį (neršto piko metu, kada subrendusios žuvis išplaukia arčiau kranto į savo nerštavietes) laimikiuose dominavo jaunesnio amžiaus žuvis (virš 40% - 1-3 metų).

2. Strimelių kūno ilgis vyravo nuo 10 iki 25 cm (vidutiniškai 18,2 cm).

3. Patelių ir patinų santykis buvo 1,13:1.

4. Žuvų imitimas buvo menkas, tai rodo, kad prieš nerštą ir neršto metu jos nesimaitina.

5. Linijinio augimo parametrai Bertalanfio lygtyse lygūs: $L_{\infty} = 23,68$, $W_{\infty} = 84,62$; $K = 0,36$; $t_{\infty} = -0,61$ (priekrantės strimelės) ir $L_{\infty} = 24,45$; $W_{\infty} = 95,76$; $K = 0,21$; $t_{\infty} = -1,09$.

Literatūra

- ICES. 2010. Report of the Advisory Committee on Fishery Management on Stocks in the Baltic Overview Cod, herring, sprat, flatfish, salmon, sea trout and special request in the International Baltic Sea Fishery Commission. ICES, Copenhagen, Denmark. 152 pp.
- Grygiel, W. 2001. Manual for sampling of the Baltic Sea commercial fisheries / W. Grygiel, E. Aro, H. Degel, P. Ernst, H. Müller *et al.* // EU project 98/024. 26 pp.
- Hohendorf, K. 1966. Eine Discussion der Bertalanffy – Functionen und ihre anwendung zur Charakterisierung des Wasktums von Fischen // Kieler Meer. Forch. 22. №1:70 – 97
- Fetter, M. 1990. Guide for the use of Baltic sprat and Herring otoliths in fisheries studies/M. Fetter, B. Groth, D. Kestner, M. Wyshinski//Fischerei Forschung, Index-Nr.31720. 42 pp
- Kompowski, A. 1969. Types of otoliths of southern Baltic herring. ICES CM 1969/H:12, 17 p.
- Алексеев, Ф.Е. 1996. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб: метод. пособие / Ф.Е. Алексеев, Е.И. Алексеева; АлантНИРО. – Калининград, 73с.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Под ред. Е.В. Боруцкого. – М.: Наука, 1974. 254 с.
- Оявеер Э.А. 1988. Балтийские сельди (биология и промысел)/Э.А. Оявеер.М.: Агропромиздат. 205с
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть. 376 с.;
- Шибавев С.В. 2007. Промысловая ихтиология. Санкт-Петербург, 399с.

SKIRTINGO UŽTERŠTUMO AREALŲ FORMAVIMASIS KLAIPĖDOS UOSTO AKVATORIJOJE

**Arūnas Galkus, Rimutė Stakėnienė, Kęstutis Jokšas,
Lina Lagunavičienė**

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

Anotacija. Straipsnis skirtas Klaipėdos uosto akvatorijos vandens savybių formavimosi prielaidų analizei ir šios akvatorijos užterštumo azoto ir fosforo junginiais, naftos angliavandeniliais ir sunkiaisiais metalais tyrimų apibendrinimui, užterštumo sezoninės ir erdvinės dinamikos bruožų atskleidimui.

Klaipėdos uosto akvatorijos vandens ir dugno nuosėdų savybės susiformuoja daugelio natūralių bei technogeninių veiksnių kompleksinio poveikio sąlygomis. Kadangi Klaipėdos sąsiauryje vyrauja kontinentinio vandens nuotėkis į jūrą, labai svarbų vaidmenį šiame kontekste vaidina 100,5 tūkst. km² baseino plote surinktas ir Kuršių mariose biogeocheminius pokyčius patyręs upių vanduo. Su šiuo vandeniu atkeliavusias ištirpusias ir kietąsias medžiagas Klaipėdos uosto akvatorijoje papildo iš Klaipėdos uosto bei miesto patenkantys teršalai. Priešinga kryptimi iš Baltijos jūros į Klaipėdos uostą atplūstantis druskingas vanduo ryškiai skiriasi nuo gėlo kontinentinio vandens ir pagal fizikines savybes, ir pagal cheminių komponentų kiekius. Hidrokarbonatinių-kalcio ir chloridinio-natrio vandenų maišymasis ir tarpusavio sąveika smarkiai paveikia ir keičia biogeocheminių procesų pobūdį: aktyvėja elementų migracinių formų kaita, biosorbicija, flokuliacija ir kt. Bent kiek pastovi sąlyginė pusiausvyrą Klaipėdos uosto vandens polidispersinėje sistemoje susiformuoti taip ir nespėja, todėl vandens kokybės rodiklių nestabilumas – Klaipėdos uosto akvatorijai būdingas reiškinys, o vandens rodiklių reikšmės labai priklauso nuo matavimų metu vyraujančio vandens tipo (gėlas, druskingas, sumišęs vanduo). Jūros vandens priemaišų laipsnis parodo ne tik ištirpusių vandenyje druskų kiekį, bet netiesiogiai nusako ir kitas tikėtinas vandens savybes: skaidrumą, suspensijų koncentraciją, prisotinimo azoto bei fosforo junginiais laipsnį ir kt. Šiuo metu vandens prasiskverbimai iš jūros į Klaipėdos sąsiaurį ir grįžtančio druskingo vandens srautai link jūros jau yra įgiję nuolat vykstančio proceso pobūdį (Galkus, 2007).

Klaipėdos uosto akvatorijos vandens rodiklių tyrimai atlikti 2006-2008 m. tarpsniu 12-je stočių, iš kurių 7-nios stotys – atviroje Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje (indeksas S), 5-ios stotys – pusiau uždaroje uosto įlankose (indeksas B).

Tyrimo stočių koordinatės ir vidurkinis matavimų periodui gylis

Soties Nr.	Koordinatės	Gylis, m
S1	55° 43'41Š 21° 04'52R	15,5
S2	55° 42'57Š 21° 06'24R	14,6
S3	55° 42'18Š 21° 07'04R	14,0
S5	55° 41'49Š 21° 07'31R	14,1
S13	55° 40'15Š 21° 08'11R	13,5
S7	55° 39'33Š 21° 08'00R	9,0
S8	55° 39'25Š 21° 08'32R	9,2
B9	55° 39'12Š 21° 09'13R	11,4
B10	55° 38'43Š 21° 09'43R	10,0
B12	55° 39'45Š 21° 08'50R	12,0
B14	55° 42'12Š 21° 07'33R	6,9
B16	55° 42'41Š 21° 07'14R	9,1

Tyrimų metu nustatyta: vandens skaidrumas, temperatūra, druskingumas, vandenilio jonų rodiklis pH, ištirpusio deguonies kiekis, vandens tėkmės greitis ir kryptis, skandinavių medžiagų koncentracija. Neorganiniai azoto ir fosforo junginiai vandenyje buvo tiriami cheminiais metodais (LAND 58-2003; LAND 38-2000; LAND39-2000; LAND 65-2005). Bendrųjų naftos angliavandenilių koncentracija vandenyje nustatyta infraraudonųjų spindulių spektrometrijos metodu (LAND 49:2002), sunkiųjų metalų Pb, Cu, Ni, Cr, Zn, Cd – atominės absorbcijos spektrometrijos metodu (LST EN ISO 15586-2004), Hg – fluorescencinės spektrometrijos metodu (LST EN 13506-2002).

Mūsų tyrimų metu vandens druskingumas Klaipėdos uoste kito plačiame spektre: nuo 0‰ iki 7,5‰. Klaipėdos uosto vandens druskingumo reikšmės ženkliai keičiasi priklausomai nuo matavimo vietos atstumo nuo jūros, padėties farvaterio atžvilgiu, akvatorijos uždaro laipsnio ir kt. Trijų metų tyrimų tarpiniu išilginiame Klaipėdos sąsiaurio profilyje didžiausios vidurkinės druskingumo reikšmės užfiksuotos arčiausiai Klaipėdos sąsiaurio žiočių. Kuršių marių kryptimi vidurkinis vandens druskingumas palaipsniui mažėja. Druskingam vandeniui atplūstant iš jūros, įlankose ir pusiau uždaruose uosteliuose vanduo dar kurį laiką išlieka gėlas, o druskingam vandeniui grįžtant į jūrą – druskingas. Toks druskingumo kaitos pobūdis demonstruoja įlankose tyvuliuojančio vandens mažesnę galimybę atsinaujinti, palyginus su atvirais Klaipėdos sąsiaurio plotais. Kietųjų vandens priemaišų koncentracija yra vienas iš svarbių vandens kokybę nusakančių rodiklių. Vandens stovymėje pasiklidusios smulkios dalelės prieš nusėsdamos ant dugno dažnai absorbuoja didžiąją dalį vandenyje esančių toksikantų ir taip gelbsti vandens ekosistemą nuo kritinio užterštumo. Daugiausia vandens suspensijų į Klaipėdos uostą patenka iš Kuršių marių. Baltijos jūros vandenyje suspenduotų dalelių yra daug mažiau, koncentracija gali skirtis iki kelių kartų. Suspensijų koncentracija ir sudėtis reikšmingai kinta priklausomai

nuo vandens mikroorganizmų sezoninių gyvybinės veiklos ciklą. Vandens pH rodiklio pH reikšmės mūsų tyrimų metu kito nuo 6,8 iki 9,3 ir praktiškai visur tenkino paviršinio vandens kokybės norminius reikalavimus (pH 6–9). Tik pavasario tyrimų metu, dėl fotosintezės procesų sukulto CO₂ pusiausvyros sutrikdymo, keletą kartų buvo užfiksuota kiek didesnė už 9 pH reikšmė. Žiemą uosto vandens pH vidurkinė reikšmė sumažėja iki 8,2, o uosto įlankose ir pusiau uždaruose uosteliuose išmatuotos dar mažesnės pH reikšmės (iki 7,1). Vasarą ir rudenį vidurkinės pH reikšmės uosto vandenyje siekia maždaug 8,4-8,5. Vasarą minimalia vidurkine pH reikšme (7,5) išsiskiria Malkų įlankos pietinės dalies priedugnio vanduo. Tokie pH reikšmių lokalūs sumažėjimai būdingi smarkiai užterštiems uostų rajonams, kuriuose dėl intensyvios organinės medžiagos skaidymosi procesų išsiskiria vandenilio jonai, sumažindami vandens pH reikšmes (Lee *et al.* 2008). Minėtoje Malkų įlankos pietinėje dalyje ir paviršiniame, ir priedugniniame vandens sluoksniuose užfiksuotos minimalios (iki 4,8 mg/lO₂) ištirpusio deguonies reikšmės.

Svarbiausios maistinės medžiagos, nuo kurių priklauso vandens telkinio produktyvumas, yra azoto ir fosforo junginiai. Į Klaipėdos uosto akvatoriją jie atkeliauja iš viso Kuršių marių baseino, atplūsta su Klaipėdos miesto nutekamaisiais vandenimis. Į Baltijos jūrą pro Klaipėdos sąsiaurį tekančiame vandenyje maistinių medžiagų būna 3-5 kartus daugiau, negu jūros vandenyje. Didžiausios vidurkinės nitratų koncentracijos ir paviršiaus, ir priedugnio vandens sluoksniuose nustatytos žiemą. Nuo pavasario iki rudens nitratų vandenyje rasta ženkliai mažiau. Padidėjusi nitritų koncentracija rodo, kad nitrifikacijos procesas iki galo nevyksta, savaiminio apšvalymo procesas yra sutrikdytas, o vandens užterštumas – padidėjęs. Nitritų koncentracija nėra didelė dėl jų nepatvarumo vandenyje. Vidurkinė nitritų koncentracija Klaipėdos uosto vandens stovymėje didžiausia vasarą. Šiuo sezonu pusiau uždaroje uosto akvatorijose nitritų dvigubai daugiau nei atvirame sąsiauryje. Tai demonstruoja nitrifikacijos proceso sutrikdymą ir padidėjusį vandens užterštumą uosto įlankose. Amonio koncentracija mūsų stebėjimų tarpsniu ribinių verčių neviršijo. Kaip ir nitritų, didžiausios jo vidurkinės koncentracijos buvo išmatuotos vasarą. Fosfatų kiekio vandenyje erdvinė ir sezoninė dinamika gana panaši į nitratų kiekio dinamiką. Žiemos laikotarpiu ir paviršiaus, ir priedugnio vandens sluoksniuose vidurkinės fosfatų koncentracijos buvo didžiausios, atskirais matavimų atvejais pusiau uždaroje uosto akvatorijose viršijančios ribines vertes.

Bendra naftos angliavandenilių koncentracija vandens stovymėje 2006–2008 metų laikotarpiu kito nuo ribinės tyrimų metodui (35 µg/l) iki 139 µg/l, t.y. beveik 3 kartus viršijančios DLK reikšmės. Kaip ir ankstesniais metais (Jokšas ir kt., 2003), Klaipėdos sąsiaurio vandenyje pastovių aiškiai apibrėžtų arealų su didele naftos angliavandenilių koncentracija neaptinkama. Viršijančios DLK naftos angliavandenilių koncentracijos nustatomos įvairių sezonų metu. Žiemą,

kuomet naftos angliavandenilių degradacija itin sulėtėja, Klaipėdos uosto vandenyje jų koncentracija didžiausia. Vandenyje esančių sunkiųjų metalų koncentracijos priklauso nuo jų sklaidos šaltinių galingumo ir išsidėstymo. Be to, jos jautriai reaguoja į vandens kokybės įvairaus pobūdžio pasikeitimus. Tirpioje ir suspenduotoje formose esančių metalų koncentracijos gali keistis keičiantis vandens druskingumui, pH, maisto medžiagų koncentracijai (Karbassi *et al.* 2008). Mažėjant vandenilio jonų rodiklio pH reikšmėms, sunkiųjų metalų Cu, Zn, Ni, Pb Cd tirpumas didėja, o gyvsidabrio – mažėja. Mūsų tyrimų tarpsniu Klaipėdos uosto vandenyje tik Hg didžiausią vidurkinę vertę pasiekė pavasarį, o visi kiti sunkieji metalai (Cu, Zn, Ni, Pb, Cr ir Cd) – vasarą. Visais sezonais vidurkinė sunkiųjų metalų koncentracija, kaip taisyklė, buvo didesnė priedugnio vandens sluoksnyje.

Vertinant vandens integralinį užterštumą azoto ir fosforo junginiais, naftos angliavandeniliais bei sunkiaisiais metalais, panaudojome vandens užterštumo rodiklį PI (Nemerow, 1991), kuris mūsų tiriamu trijų metų tarpsniu buvo apskaičiuojamas ir atskiriems metų sezonams, ir metams. Nustatyta, kad žiemos sezonu nežymiai užterštos yra visos tyrinėtos pusiau uždaros uosto akvatorijos, o Klaipėdos sąsiauriui PI neviršija 1, nors kai kuriose stotyse priartėja prie pat šios ribos. Užterštose akvatorijose didžiausią indėlį į vandens taršą žiemą įneša azoto ir fosforo junginiai (>50%). Naftos angliavandeniliai teršalų spektre sudaro 10-20%, o tarp sunkiųjų metalų išryškėja chromas. Pavasarį, kaip ir žiemą, nežymiai užterštos pusiau uždaros akvatorijos. Skirtingai negu žiemą, jose didžiausią indėlį į vandens taršą įneša sunkieji metalai, tarp kurių ypač išsiskiria švinas. Klaipėdos sąsiauryje pavasarį švino kiekiai yra gerokai mažesni, todėl užterštumo rodiklio PI reikšmės rodo ten esant švarų vandenį. Klaipėdos uosto vandens kokybės sezoninių svyravimų eigoje vasara išsiskiria didžiausiu vandens užterštumu ir plačiausia užterštumo rodiklio reikšmių svyravimo skale. Šiuo sezonu uoste nelieka vandens, kurį būtų galima vadinti visiškai švariu, o stipriai užterštas vanduo užpildo Žiemos ir Baltijos laivų statyklos uostus bei pietinę Malkų įlankos dalį. Visame uoste taršos spektre išsiskiria švino reikšmė, kuri ypač padidėja pusiau uždaroje akvatorijose. Rudenį, palyginus su vasara, Klaipėdos uosto vandens užterštumas smarkiai sumažėja, tačiau nemaža atvirų sąsiaurio vandenų dalis išlieka nežymiai užteršta. $PI > 1$ reikšmių arealų išsidėstymo pobūdis leidžia teigti, kad šiuo sezonu nežymiai užterštas vanduo atplūsta iš Kuršių marių ir Danės upės. Išlieka ir taršos iš lokalių šaltinių požymiai: intensyvios ūkinės veiklos rajonuose Malkų įlankos pietinėje dalyje ir įmonės „Baltija“ uoste PI reikšmės išauga maksimaliai. Pagal teršiančių medžiagų struktūrą labiausiai užterštas rudens vanduo primena vasaros švariausią vandenį. Rudens švariausio vandens PI spektre, palyginus su vasara, sumažėja sunkiųjų metalų, išauga – maistinių medžiagų ir naftos angliavandenilių reikšmė.

Skirtingai negu kitais sezonais, rudenį panašios sudėties teršiančių medžiagų spektras aptinkamas ir atvirame sąsiauryje ir pusiau uždaroje akvatorijoje.

Vidurkinių metams PI reikšmių pasiskirstymo Klaipėdos uosto akvatorijoje analizė leido apibrėžti potencialiai labiausiai teršiamus vandens arealus, tarp kurių patenka visos tirtos pusiau uždaro uosto akvatorijos. Maksimali vandens tarša nustatyta uosto Malkų įlankos pietinėje dalyje. Santykinai švarus vanduo (metų $PI < 1$) išlieka tik nuolat jūros bangų skalaujamoje Klaipėdos sąsiaurio dalyje ties Jūros vartais. Vidurkinis metams teršalų spektras visose pusiau uždaroje akvatorijose yra panašus: ten visur vyrauja sunkieji metalai (apie 70%), tarp kurių ryškiai išsiskiria švinas. Azoto ir fosforo junginių bei naftos produktų didžiausia dalis teršalų spektre būna santykinai švaresniame Klaipėdos uosto atvirų akvatorių vandenyje.

Literatūra

- Galkus, A. 2007. Gėlo ir druskingo vandens cirkuliacijos ypatumai Klaipėdos sąsiauryje ir Kuršių marių šiaurinėje dalyje. *Annales Geographicae* 40(1):3-16.
- Jokšas, K., Galkus, A., Stakėnienė, R. 2003. The Only Lithuanian Seaport and its Environment. Institute of Geology and Geography, Vilnius, 314.
- Karbassi, A.R., Nouri, J., Mehrdadi, N., Ayaz, G.O. 2008. Flocculation of heavy metals during mixing of freshwater with Caspian Sea water. *Environmental Geology* 53:1811-1816.
- LAND 38:2000. Vandens kokybė. Amonio nustatymas.
- LAND 39:2000. Vandens kokybė. Nitritų nustatymas.
- LAND 49:2002. Vandens kokybė. Naftos produktų nustatymas.
- LAND 58:2003. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas.
- LAND 65:2005. Vandens kokybė. Nitratų nustatymas.
- Lee, M., Bae, W., Chung, J., Jung, H.-S., Shim, H. 2008. Seasonal and spatial characteristics of seawater and sediment at Youngil bay. *Marine Pollution Bulletin* 57:325-334.
- LST EN 13506:2002. Vandens kokybė. Gyvsidabrio nustatymas.
- LST EN ISO 15586:2004. Vandens kokybė. Sunkiųjų metalų nustatymas.
- Nemerov, N. L. 1991. Stream, lake, estuary and ocean pollution, 2nd ed.; Environmental Engineering Series: New York, 472 p.

AUTOMATINIS SVETIMKRAŠTĖS ŠARVADUMBLIŲ RŪŠIES *PROROCENTRUM MIMUM* (PAVILLARD) SCHILLER LĄSTELIŲ APTIKIMAS FITOPLANKTONO SKAITMENINIUOSE VAIZDUOSE

Adas Gelžinis¹, Antanas Verikas^{1,2}, Marija Bačauskienė¹,
Irina Olenina^{3,4}, Sergej Olenin⁴

¹*Kauno technologijos universitetas, Kaunas, adas.gelzinis@ktu.lt*

²*Halmstado universitetas, Švedija*

³*Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda*

⁴*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda*

Įvadas

Dumblių žydėjimo stebėjimas, vandens kokybės parametrų skaičiavimas, ilgalaikiai vandens ekosistemų tyrimai – tai keli pavyzdžiai, kur reikalingas planktono ląstelių identifikavimas ir skaičiavimas. Didžiausia darbo dalis tenka įprastai mikroskopinei analizei, kuri yra laikui imli ir reikalaujanti daug kruopštaus ir įtempto darbo. Patikima automatizuota vaizdų analize grįsta sistema įgalintų sumažinti rankinio darbo bei atlikti žymiai platesnius tyrimus. Šiame darbe sprendžiamas vienas iš automatizuotos analizės kūrimo uždavinių – objektų aptikimas fitoplanktono vaizduose. Ypatingas dėmesys skiriamas vienai svetimkraštei fitoplanktono rūšiai – *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller (*P. minimum*).

Automatinė zooplanktono vaizdų analizė yra gana aktyvi tyrimų sritis, tačiau tyrimai automatinės fitoplanktono vaizdų analizės srityje gana negausūs. Gorsky ir kt. (1989) darbas yra vienas iš pirmųjų šioje srityje. Naudodami paprastus geometrinius požymius autoriai skyrė tris dydžiu ir forma besiskiriančias rūšis. Embleton ir kt. (2003) klasifikavo 4 fitoplanktono rūšis, aptinkamas ežero vandens mėginiuose. Cuiqing ir kt. (2010) pasitelkę įvairių objektų vaizdus nusakančių statistinių momentų bei atraminių vektorių modeliais grįstą klasifikatorių teisingai klasifikavo 89% objektų, išskirtų iš jūros fitoplanktono vaizdų, kuriuose buvo net 241 skirtingos rūšys. Tuo tarpu Blaschko ir kt. (2005) pasiektas tikslumas klasifikuojant fitoplanktono objektus į 12 plus "nežinoma" klasių svyravo tarp 50% ir 70%. Culverhouse ir kt. (2003) tyrė fitoplanktono vaizdų klasifikavimo tikslumą pasitelkę dirbtinių neuroninių tinklų kolektyvu grįstą automatinės analizės sistemą DiCANN (Ellis ir kt., 1997). Autoriai teigia, kad sistemos pasiektas 72% klasifikavimo tikslumas, sprendžiant fitoplanktono klasifikavimo į 6 klases uždavinį, labai panašus į tai, ką pasiekia gerai apmokytas personalas.

Apžvelgtų darbų autoriai daro prielaidą, kad sudėtingų vaizdų formavimo sistemų dėka objektų aptikimas – lengvai išsprendžiamas uždavinys. Tuo tarpu šiame darbe naudota paprasta fitoplanktono vaizdų formavimo sistema ir objektų aptikimas nėra lengvas, tačiau labai svarbus norint sukurti patikimą fitoplanktono vaizdų automatinės analizės sistemą. Uždavinio sprendimą apsukina sulipę ir vienas kitą užklojantys objektai. *Irigoien ir kt.* (2009) pažymi, kad tiesinis ryšys tarp esančių ir automatinio būdu aptinkamų objektų skaičiaus egzistuoja tik tuo atveju, kai objektai užima ne daugiau kaip 3% vaizdo. Viršijus šį slenkstį automatinės analizės sistemos paprastai aptinka mažiau objektų nei jų yra iš tikrųjų.

Šiame darbe pasiūlytas naujas metodas, sujungiantis fazės sutapimu grįstą vaizdų pirminį apdorojimą, apskritų objektų išskyrimą, atsitiktinę optimizaciją bei įprastą vaizdų segmentavimą. Tolimesniuose darbuose bus kuriami metodai ir algoritmai išskirtiems objektams klasifikuoti.

Fitoplanktono vaizdai

Vaizdų formavimui naudoti fitoplanktono mėginiai buvo gauti iš trijų šaltinių: 1) natūralus pietryčių Baltijos jūros vandenų fitoplanktonas, kuriame yra *P. minimum* tipo ląstelių; 2) kultūrinės *P. minimum* tipo ląstelės gautos iš Neapolio zoologinės stoties; ir 3) natūralus pietryčių Baltijos jūros vandenų fitoplanktonas, sumaišytas su kultūrinėmis *P. minimum* tipo ląstelėmis. Vaizdams formuoti buvo naudojama 1280×960 pikselių spalvinė kamera, sujungta su 400 kartų didinančiu invertuotu mikroskopu.

Vaizdų analizė

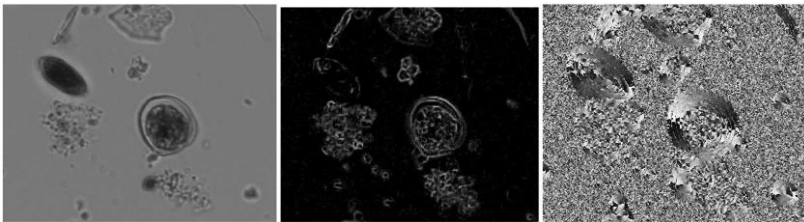
1. Pirminis vaizdų apdorojimas

Aiškus dvimatis kevalas yra vienas iš svarbių svetimkraštės rūšies ląsteles charakterizuojančių požymių. Vaizdams išryškinti pritaikytas fazės sutapimu (Kovesi, 2000) grįstas pirminis vaizdų apdorojimas. Fazės sutapimo idėja grindžiama prielaida, kad vaizdo požymiai, tokie kaip kraštai ir kampai, išryškėja tuose vaizdo taškuose, kuriuose analizuojamo signalo Furje transformacijos komponentų fazės labiausiai sutampa. Pagal Kovesi (2000) kartu su fazės sutapimo informacija apskaičiuojamas fazės sutapimo kampų vaizdas Φ bei fazės sutapimo amplitudės vaizdas M .

2 Apskritos formos objektų centro suradimas

P. minimum ląstelės dažniausiai yra apskritimo ar ovalo formos. Kurdami ląstelių aptikimo algoritmą išnaudojame šį faktą, sukurdami naują M ir Φ vaizdų analize grįstą būdą apskritų objektų centrams įvertinti. M vaizdas gali būti traktuojamas kaip kraštų aiškumo (pirminio vaizdo kiekviename taške) verčių

vaizdas, kai tuo tarpu Φ vaizdas nusako krašto kryptį kiekviename pirminio vaizdo taške. Pirminio ir jį atitinkančių M ir Φ vaizdų pavyzdžiai pateikti 1 pav.



1 pav. Pirminis fitoplanktono vaizdas (kairėje); jį atitinkantis M vaizdas (viduryje); kampų vaizdas Φ (dešinėje), kur balta spalva reiškia 0° ir juoda – 180° .

Visų pirma sukuriamas vaizdas C , atspindintis tikrumą apie tai, kad duotame vaizdo taške yra objekto centras. Vaizdo C dydis yra lygus pirminio vaizdo dydžiui. Vaizdo kūrimo procedūra pradeda tarus, kad $C_{ij} = 0, \forall i, j$.

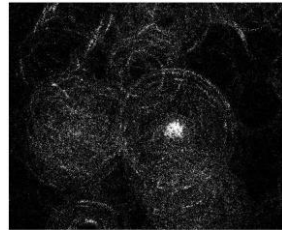
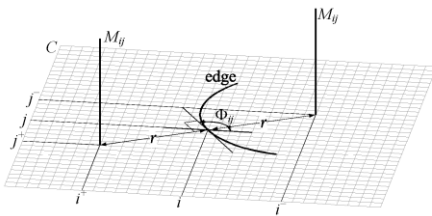
2 pav. kairėje esantis paveikslėlis iliustruoja vaizdo C generavimo procesą naudojant informaciją esančią taškuose Φ_{ij} ir M_{ij} . Sukurto metodo idėja artima Hough transformacijos idėjai, tačiau metodas yra daug mažiau jautrus triukšmams. Naudojant informaciją Φ_{ij} įvertinama normalė krašto linijai ir vertės C_{i-j^-} ir C_{i+j^+} , nusakančios tikrumo laipsnį apie tai, kad taškuose $[i^-, j^-]$ ir $[i^+, j^+]$ yra objekto centras, padidintos vertės M_{ij} . 2 pav. kairėje parodytuose atveju, daug vaizdo pikselių prisidės kuriant stiprų atsaką apie galimą objekto centrą taške $[i^-, j^-]$. 2 pav. dešinėje parodytas C vaizdas, kuris buvo paskaičiuotas naudojant 1 pav. parodytus M ir Φ vaizdus, kai parametras $r=45$. Kaip matyti iš paveikslėlio, didelės C_{ij} vertės gerai atspindi tikėtiną objekto centro padėtį.

3. Iteratyvusis algoritmas objektų kontūrai surasti

Suradus apskrito objekto centro padėtį, tolimesnei analizei aplink šį centrą iškerpamas kvadratinis langas tiek pirminiame vaizde, tiek ir M vaizde. Tolimesnė analizė grindžiama prielaida, kad objekto kontūre nėra staigių vingių ir apytikris objekto spindulys r yra žinomas, o kontūro taškai kraštų aiškumo vaizde M yra šviesūs. Siekiama surasti šviesiausią liniją į polinę koordinačių sistemą transformuotame M vaizde.

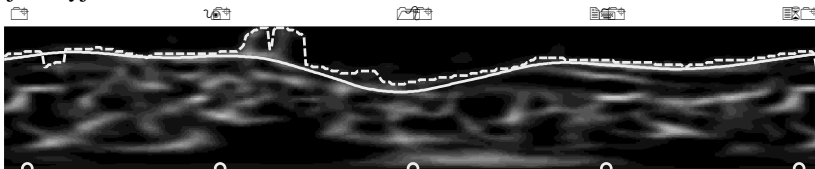
Kontūro linijai c surasti naudojame iteracinį algoritmą. Pradinė kontūro padėtis nustatoma kiekvienu kampu surandant toliausiai nuo centro esantį tašką, kurio intensyvumas didesnis už vidutinį. Paieškos metu kontūro linija iteratyviai perkeliama link įmanomai didesnio intensyvumo taškų. 3 pav. parodytas objekto M vaizdas polinėje koordinačių sistemoje kartu su pradine kontūro linija (brūkšnine) ir per 15 iteracijų surastąja kontūro linija (ištisine). Kampas

skaičiuojamas pagal laikrodžio rodyklę, pradedant "3-ia valanda", o vaizdo apačia atitinka objekto centrą pirminiame vaizde.

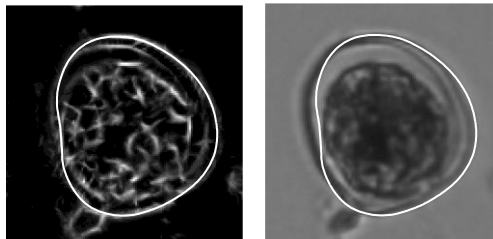


2 pav. Φ_{ij} ir M_{ij} informacija grįstas vaizdo C generavimas (kairėje), r reiškia tikėtiną objekto spindulį; apskaičiuotas centrų vaizdas C (dešinėje).

Kaip surastoji kontūro linija atrodo, perkėlus ją iš polinių koordinatų vaizdo į M vaizdą, galima matyti 4 pav. kairėje. Dešinėje parodytas ir pirminis objekto vaizdas. Kaip matyti iš 4 pav., triukšmo apatinėje kontūro linijos dalyje nebeliko. Tačiau surasta kontūro linija nevisai gerai sutampa su tikrąja kontūro linija srityje $140^\circ\text{--}220^\circ$.



3 pav. Pradinė (brūkšninė) ir galutinė (išsistinė) kontūro linijos polinėje koordinatų sistemoje.



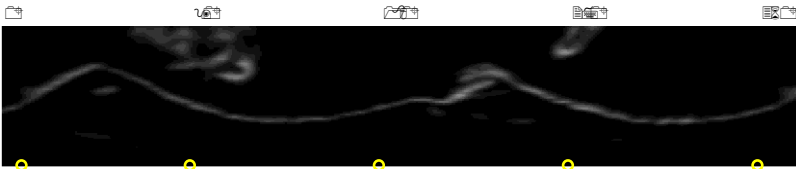
4 pav. Surasta kontūro linija M vaizde (kairėje) ir pirminiame vaizde (dešinėje).

4. Stochastinis kontūro linijos tikslinimas

Pasiūlytas iteratyvus apskritų objektų kontūro paieškos algoritmas veikia nevisai tiksliai tais atvejais, kuomet arti objekto kontūro yra kiti objektai ar ryškios pašalinių objektų ribos. Pavyzdžiu gali būti tamsus objektas, esantis 1 pav. pateiktuose paveikslėliuose, kairėje viršutinėje dalyje. Kaip matyti iš 1 pav.

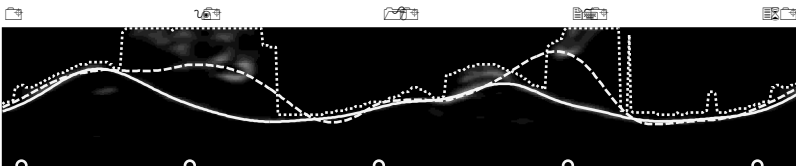
viduryje pateikto paveikslėlio, aukščiau ir žemiau minimo objekto yra kitų M vaizde ryškių objektų. 1 pav. pateikto vaizdo fragmentas polinėje koordinatinių sistemoje parodytas 5 pav. Paveikslėlyje galima atpažinti viduriu vingiuojančią kontūro liniją bei ties 90° ir 270° esančius objektus. Šie objektai neleidžia ieškamai kontūro linijai nusileisti iki "tikrojo kontūro". Šis trūkumas aiškiai matomas 6 pav., kuriame geltona spalva parodyta pradinė kontūro linija, o mėlyna – kontūro linija, gaunama naudojant aprašytąjį iteratyvų algoritmą. Kaip matyti, mėlyna linija ties 90° bei netoli 270° yra pravesta per šviesias sritis, tačiau yra stipriai atitolusi nuo objekto tikrojo kontūro.

Siekiant "peršokti" prie tikrojo kontūro bei tiksliau nustatyti kontūro padėtį vykdoma atsitiktinė paieška. Atsitiktinės paieškos algoritme adaptacijos žingsnis skaičiuojamas ne visame kontūro linijos ilgyje, kaip daro iteratyvus algoritmas, bet tik vienu atsitiktinai pasirinktu kampu..



5 pav. Objekto vaizdas polinėje koordinatinių sistemoje.

Atsitiktinės paieškos metodu patikslintas kontūras 6 pav. pavaizduotas ištisine linija. Dvi kontūro linijos, surastos naudojant iteratyvų bei atsitiktinės paieškos algoritmus, originaliame vaizde parodytos 7 pav. atitinkamai taškine ir brūkšnine linijomis. Atsitiktinės paieškos algoritmo pranašumas čia aiškiai matomas

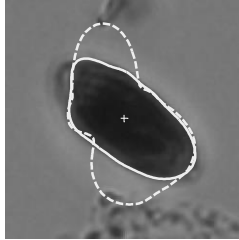


6 pav. Pradinė kontūro linija (taškine); iteratyviu algoritmu nustatyta kontūro linija (brūkšninė); stochastiniu algoritmu surastas kontūras (ištisinė linija).

5. Pirminių vaizdų segmentavimas.

Objektams aptikti naudojami tiek fazės sutapimo būdu apdoroti vaizdai, tiek ir pirminiai vaizdai. Kadangi RGB spalvų erdvė yra labai negomogeniška, pirminiai RGB vaizdai transformuojami į Lab spalvų erdvę ir po to segmentuojami į foną ir objektus, pasitelkus neraiškųjį k vidurkių klasterizavimo metodą (Fuzzy C-Means clustering FCM) (Bezdek, 1981). Segmentuoti vaizdą reikėtų į du klasterius: "objektai" ir "fonas". Tačiau skaidymas į du klasterius ne

visada duoda gerus rezultatus, pavyzdžiui, kuomet objektų spalvinės charakteristikos mažai skiriasi nuo fono arba stipriai skiriasi klasterių dydžiai. Siekiant tiksliau išskirti objektus FCM pagalba vaizdo taškai buvo klasterizuojami į didesnį klasterių skaičių. Toliau vykdomas klasterių sujungimas: dideli klasteriai sujungiami į vieną fono klasterį, sujungti mažai vaizdo taškų turintys klasteriai formuoja objektus.



7 pav. Kontūro linija surasta iteratyviu (brūkšninė linija) bei stochastiniu algoritmu (ištisinė linija).

6. Analizės rezultatų sujungimas objektų aptikimui

Įvairiais analizės metodais gautų rezultatų sujungimas yra efektyvus būdas padidinti šios analizės tikslumą. Todėl apskritų objektų centrų nustatymo algoritmas, objekto kontūro suradimo ir segmentavimo į foną ir objektus metodai jungiami į vieną ląstelių išskyrimo algoritmą. Algoritmas gali būti nusakomas žingsniais:

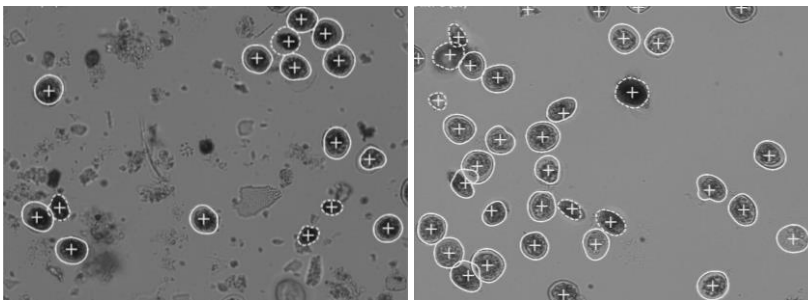
1. segmentuojant *Lab* vaizdus sukurti objektų vaizdą O ;
2. surasti apskritų objektų centrus;
3. nustatyti apskritų objektų kontūrus;
4. išmesti surastųjų objektų taškus iš O ; šis žingsnis užbaigia I-ąjį algoritmo etapą;
5. iš O išmesti objektus, kurių dydis žymiai mažesnis už ieškomų ląstelių dydį, bei ypač didelius objektus;
6. kol O ne tuščias, pasisrinkti vieną iš O objektų ir atlikti šiuos žingsnius (*II etapas*):
 - (a) surasti objekto centrą; jei objektas didesnis už dviejų vidutinio dydžio ląstelių užimamą plotą, centru išrenkamas toliausiai nuo objekto krašto esantis taškas;
 - (b) surasti objekto kontūrą;
 - (c) surastą objekto taškus išmesti iš O ;
 - (d) vaizdai O atlikti morfologinę atidarymo operaciją;
 - (e) išmesti atsiradusius mažus objektus iš O ;
 - (f) jeigu O yra bent vienas objektas eiti į žingsnį (6); priešingu atveju – pabaiga.

Šiuo metu nėra nagrinėjami ypač maži objektai bei objektų dariniai, sudaryti iš daugiau nei penkių ląstelių. Taip pat neapdoroti lieka objektai, kurių centrai yra pernelyg arti paveikslėlio krašto.

Eksperimentiniai tyrimai

Algoritmo darbas buvo vertinamas nustatant automatiniu būdu surandamų *P. minimum* ląstelių procentą nuo visų vaizduose esamų *P. minimum* ląstelių. Šis matas ekvivalentiškas jautrumo matui, plačiai naudojamam binarinių klasifikatorių darbo kokybei vertinti. Akivaizdu, kad surandami ir kai kurie kiti objektai, nepriklausantys *P. minimum* ląstelių klasei. Algoritmai surastiems objektams klasifikuoti į *P. minimum* ir kitas klases bus sukurti sekančiame projekto vykdymo etape.

8 pav. pateiktas objektų išskyrimo rezultatas analizuojant pilno dydžio fitoplanktono vaizdą. Objektai aptikti I-oje algoritmo fazėje apvesti ištisine linija, o II-oje – brūkšnine. Kaip galima matyti, vaizde esančios *P. minimum* ląstelės aptiktos I-oje algoritmo fazėje. Objektai aptikti II-oje fazėje nepriklauso *P. minimum* ląstelių klasei. Nesunku pastebėti, kad dauguma mažų, "neįdomių" objektų visai pašalinti, o *P. minimum* ląstelės yra surastos visos, išskyrus tas, esančias per arti vaizdo krašto. Kryželiais pažymėti objektai be kontūro linijos nebuvo analizuoti, kadangi jie yra per arti vaizdo krašto, lyginant su vidutiniu *P. minimum* ląstelės dydžiu.



8 pav. Vaizdai ir objektai išskirti I-oje (ištisinė kontūro linija) bei II-oje (brūkšninė kontūro linija) algoritmo fazėse.

Eksperimentų metu iš viso analizuota 114 vaizdų, o analizės rezultatai palyginti su tikru vaizduose esančių *P. minimum* ląstelių skaičiumi. Išanalizavus šiuos vaizdus buvo suskaičiuota, kad juose yra 2088 *P. minimum* ląstelės. Tuo tarpu sukurtieji algoritmai surado 2412 objektų. Tarp šių objektų buvo 1947 *P. minimum* ląstelės. Taigi, algoritmai aptiko 93.2% vaizduose esančių *P. minimum* ląstelių. Turint galvoje naudojamos vaizdų gavimo sistemos paprastumą ir palyginti didelį ląstelių užimtą plotą vaizduose, tai tikrai geras rezultatas.

Išvados ir tolimesni tyrimai

Šiame darbe nagrinėjamas labai svarbus objektų aptikimo uždavinys, kuris turi būti sprendžiamas kuriant automatinę sistemą, skirtą įvairių fitoplanktono rūšių aptikimui, atpažinimui bei kiekybinių rodiklių nustatymui naudojant skaitmeninius fitoplanktono vaizdus. Verta pastebėti, kad objektų aptikimo uždavinys literatūroje beveik nenagrinėjamas. Tuo tarpu patikimas objektų išskyrimas yra būtinas kuriant automatinę fitoplanktono vaizdų analizės sistemą.

Straipsnyje ypatingas dėmesys skiriamas vienos svetimkraštės rūšies, dinoflagellate *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller, objektų aptikimui. Skirtingai nuo egzistuojančių metodų, šiuose tyrimuose naudojama nesudėtinga fitoplanktono vaizdų gavimo įranga. Uždavinio sprendimui sukurtas naujas metodas, apjungiantis fazės sutapimu grįstą objektų centrų radimą, atsitiktinę optimizaciją, bei vaizdų segmentavimą. Eksperimentų rezultatai rodo, kad objektai patikimai aptinkami net didelio ląstelių gausumo vaizduose. Vidutiniškai aptinkama 93.25% *P. minimum* ląstelių. Tolimesniuose tyrimuose bus kuriami klasifikavimo algoritmai, leidžiantys grupuoti objektus į klases, atstovaujančias įvairias fitoplanktono rūšis.

Padėka. Tyrimą finansuoja Lietuvos mokslo taryba (sutarties Nr. LEK-05/2010).

Literatūra

- Bezdek, J. C. 1981. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. Plenum Press, New York.
- Blaschko, M. B., Holness, G., Mattar, M. A., Lisin, D., Utgoff, P. E., Hanson, A. R., Schultz, H., Riseman, E. M., Sieracki, M. E., Balch, W. M., Tuppe, B. 2005. Automatic In Situ Identification of Plankton. *7th IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV 2005)*:79-86, Breckenridge, CO, USA.
- Cuiping, S., Chenhui, Y., Huizhen, L., Lin, K. 2010. A System for Identification of Marine Phytoplankton. *Signal Processing Systems (ICSPS), 2010 2nd International Conference on*: 426-430. IEEE.
- Culverhouse, P. F., Williams, R., Reguera, B., Herry, V., Gonzalez-Gil, S. 2003. Do experts make mistakes? A comparison of human and machine identification of dinoflagellates. *Marine Ecology Progress Series* 247:17-25.
- Ellis, R., Simpson, R., Culverhouse, P. F., Parisini, T. 1997. Committees, collectives and individuals: Expert visual classification by neural network. *Neural Computing & Applications* 5(2):99-105.
- Embleton, K. V., Gibson, C. E., Heaney, S. I. 2003. Automated counting of phytoplankton by pattern recognition: a comparison with a manual counting method. *Journal of Plankton Research* 25(6):669-681.
- Gorsky, G., Guilbert, P., Valenta, E. 1989. The Autonomous Image Analyzer: enumeration, measurement and identification of marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 58:133-142.
- Irigoin, X., Fernandes, J. A., Grosjean, P., Denis, K., Albaina, A., Santos, M. 2009. Spring zooplankton distribution in the Bay of Biscay from 1998 to 2006 in relation with anchovy recruitment. *Journal of Plankton Research* 31(1):1-17.
- Kovesi, P. 2000. Phase congruency: a low-level image invariant. *Psychological Research* 64:136-148.

BALTIJOS JŪROS LIETUVOS AKVATORIJOS SEISMINIS IŠTIRTUMAS

Dmitrij Gerok

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda, dgerok@gmail.com*

Geologiniu požiūriu Baltijos jūros Lietuvos akvatorija yra Baltijos sineklizės centrinėje dalyje, kurioje vidurinio kambro uolienose yra susiformavusios lokaliai struktūros, talpinančios angliavandenilius. Būtent todėl Lietuvos akvatorija, kaip perspektyvus angliavandenilių telkinių paieškomis regionas, yra gan detalai ištirta naudojant seisminės žvalgybinius metodus. 1976-1991 metais tarptautinė bendrovė „PetroBaltic“ Lietuvos akvatorijoje vykdė detalius giliuosius 2D seisminius tyrimus. Buvo surasta visa eilė struktūrų, kuriose gali būti angliavandenilių telkinių, tačiau tik dvejose iš jų buvo išgręžti gręžiniai: D-5 struktūroje surasta nafta, o E-7 – aptikti naftos požymiai.

Specialios seisminių duomenų apdorojimo programos, leidžiančios efektyviau apdoroti duomenis, atsirado tik po 1990 metų. Šiuo metu yra potenciali galimybė pagerinti turimų seisminių tyrimų duomenų informatyvumą, t.y. atlikti jų pakartotinį apdorojimą naudojant šiuolaikinę programinę įrangą. Tai leistų ne tik patikslinti išskirtų angliavandenilių telkinių paieškomis perspektyvių kambro struktūrų parametrus, bet ir suteiktų daug naujos informacijos apie Baltijos jūros Lietuvos akvatorijos nuosėdinės dangos stovymą geologinės sandaros ypatumus.

Kita Baltijos jūros Lietuvos akvatorijoje seisminio ištirtumo dalis yra susijusi Lietuvos Geologijos instituto ir Stokholmo universiteto bendrais tyrimais, atliktais 1993-1995 ir 1998-1999 metais. Pastarieji seisminiai tyrimai buvo kur kas mažesnės apimties, o tyrimų gylis retai kada viršijo 100 metrų dėl giliau atsirandančių kartotinių atspindžių. Pastarųjų tyrimų duomenys galėtų tarnauti kaip papildoma medžiaga naujai apdorojant pagrindinį giliųjų seisminių tyrimų duomenų masę.

UOSTUOSE IŠKASAMO GRUNTO TVARKYMO OPTIMIZAVIMAS

Saulius Gulbinskas, Sergej Suzdalev

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

Uostų gilinimo ir gruntų tvarkymo problema nėra unikali. Su ja susiduria beveik visi pasaulio uostai, tarp jų ir Klaipėdos. Skirtingų šalių patirtis, suderinta su darnios plėtros principais ir aplinkosauginiais reikalavimais, yra apibendrinta tarptautiniuose susitarimuose ir konvencijose, kurių daugelį yra ratifikavusi ir Lietuva. Svarbiausi tarptautiniai dokumentai, kuriuose apibendrinta tarptautinė grunto šalinimą ir dämpingo jūroje patirtis yra: Londono Dämpingo konvencija 1972; IMO 1998; OSPAR 1998; PIANC, 1998. Baltijos jūros regione grunto kasimą ir gramzdinimą jūroje reguliuoja Helsinkio konvencija. Helsinkio komisija yra parengusi specialias gaires iškasto grunto gramzdinimui jūroje (HELCOM 2007). Lietuvoje, vykdam šiuos darbus, yra vadovaujamosi LR Jūros aplinkos apsaugos įstatymu ir normatyviniu dokumentu LAND 46-2002A.

Šiuolaikinėje gilinimo ir gruntų tvarkymo darbų organizavimo strategijoje yra laikomasi kelių pagrindinių principų (Neville Burt, Fletcher, 1997): gilinimas ir gruntų tvarkymas turi būti vykdomas darant mažiausią neigiamą poveikį aplinkai; darbų kaina turi būti įmanomai mažiausia; tarša, pirmiausia, turi būti kontroliuojama taršos šaltiniuose; turi būti siekiama maksimalaus iškasto grunto tikslingo panaudojimo.

Siekiant mažesnio grunto gramzdinimo poveikio jūrinei aplinkai ir ekonomiškai pagrįsto iškasto grunto tvarkymo darbų organizavimo, tikslinga optimizuoti Klaipėdos uoste iškasto grunto tvarkymą.

Klaipėdos uosto projektinių gylių užtikrinimui yra reikalingi reguliarūs vidinės akvatorijos ir jūrinio įplaukos kanalo valymo darbai. Siekiant padidinti projektinius gylius, atliekamas uosto akvatorijos gilinimas. Laikotarpiu nuo 2000 m. vidutiniškai per metus valymo metu buvo iškasama apie 426 000 m³ grunto, o gilinimo – apie 568 000 m³. 2000 - 2010 metų laikotarpiu bendras vidutinis per metus iškasamo grunto kiekis siekė apie 1 milijoną m³ grunto.

Didžioji dalis grunto, iškasamo atliekant uosto akvatorijos valymo ir gilinimo darbus, yra gramzdinama jūroje. Tam yra skirtos dvi dämpingo vietos: tolیمasis ir artimasis sąvartynai. Siekiant sumažinti krantų ardų intensyvumą, smėlis iškasamas valant jūrinį įplaukos kanalą yra naudojamas Melnragės – Girulių priekrantės papildymui.

Tolimasis dämpingas yra nutolęs nuo Klaipėdos uosto vartų apie 20 km. Jis yra eksploatuojamas nuo 1986 metų. Šiame rajone yra gramzdinami visų uosto akvatorijoje iškasamų tipų (dumblas, smėlis, morena) gruntai. Tolimojo

dampingo naudojimo intensyvumas yra nustatomas asimiliacinės talpos vertinimo, atliekamo kas 5 metai, rekomendacijomis. Kitas dampingo rajonas – artimasis sąvartynas – yra skirtas tik smėlingo grunto gramzdinimui. Jis yra apie 10 km atstumu nuo uosto vartų. Jame gali būti gramzdinami smėlingi gruntai. Jūroje leidžiama gramzdinti I, II ir III užterštumo klasių gruntus pagal LAND 46-2002A reikalavimus. IV užterštumo klasės gruntą jūroje gramzdinti draudžiama.

Svarbiausios Klaipėdos uosto gruntų tvarkymo problemos yra:

1. Neišspręstas užterštų gruntų (IV klasė) utilizavimo ar naudingo panaudojimo klausimas;
2. Giliavandenis dampingas yra toli nuo uosto vartų; didelė nuosėdinės medžiagos ir teršiančių medžiagų sklaida už šio dampingo rajono ribų (Jokšas ir kt. 2003); pasitaikantis grunto gramzdinimas grunto transportavimo traseje, trukdymai verslinei žvejybai (Žaromskis, Gulbinskas 1996).
3. Ribotos artimojo dampingo panaudojimo galimybės, nes jame leidžiama gramzdinti tik smėlingus gruntus.
4. Iš jūrinio įplaukos kanalo iškasamo smėlio naudojimas priekrantės papildymui ir kompensavimo priekrantės žvejams klausimai.

Reikia pripažinti, kad visas iškastas gruntas - užterštas ir neužterštas - daro didelį fizinių poveikį jūrinei aplinkai gramzdinimo vietoje. Tai ir jūros dugno užklojimas, dėl ko dūsta bentosiniai organizmai, ir lokalaus drumstumo debesies formavimasis, suspenduotų dalelių koncentracijų padidėjimas (Essink 1999). Dėl šių priežasčių pablogėja priimančiosios sistemos deguonies režimas, gali būti apsunkinta žuvų migracija, susidaro papildomos kliūtys žvejybai. Molio ir aleurito dalelių migracija ir kaupimasis gali pabloginti žuvų nerštaviečių bei rekreacinių zonų būklę. Šios problemos tampa dar aktualesnės, kai gramzdinamas kenksmingomis medžiagomis užterštas gruntas.

Saugant jūros aplinką ir išteklius, viena svarbiausių priemonių gali būti tinkamas grunto gramzdinimo vietos parinkimas, atsižvelgiant į gramzdinamų gruntų sudėtį ir rajono sedimentacines sąlygas (Gulbinskas 2001). Tinkamai organizavus grunto gramzdinimą galima ženkliai sumažinti fizinių poveikį. Tai galima padaryti įvertinus kaip gramzdinamo grunto sudėtis atitinka dampingo rajono litodinamines sąlygas ir prognozuojant nugramzdinto grunto tolimesnį likimą. Taikant atvirą gramzdinimą galima organizuoti išsklaidytą arba koncentruotą dampingą, t.y. gruntą įterpti į sedimentacinę aplinką taip, kad jis visas liktų gramzdinimo vietoje, arba būtų išneštas ir diferencijuotųsi tam tikrame prognozuojamame jūros dugno plote.

Klaipėdos uosto akvatorijos gilinimo ir valymo metu yra iškasami skirtingos litologinės sudėties gruntai (Jokšas, Galkus 2002). Pažymėtina, kad gruntų litologinė sudėtis ir užterštumas labai priklauso nuo jų genezės. Gilinimo metu yra iškasami beveik išimtinai ledyninės kilmės moreniniai priemoliai ir

priesmėliai. Uosto akvatorijos jūrinėje dalyje yra kasamas jūrinis švarus smulkus smėlis. Valant Klaipėdos sąsiaurį kasamos iš Kuršių marių atplukdomos sąnašos, formuojančios smulkaus smėlio, aleuritingo smėlio ir dumblo nuosėdas. Šios nuosėdos gali pasižymėti labai nevienodu užterštumu, priklausomai ne tiek nuo granulometrinės sudėties ar organinės medžiagos kiekio, bet labiau nuo taršos šaltinių poveikio.

Galimi Klaipėdos uosto grunto tvarkymo variantai:

0 alternatyva – esamų dampung vietų tolimesnis naudojimas.

1 alternatyva – naujos vietos parinkimas išsklaidytam dampungui. Tokia vieta galėtų būti teritoriniuose vandenyse vakarinėje Klaipėdos uosto reido pusėje, apie 16 km atstumu į vakarus nuo uosto vartų. Ši vieta yra nagrinėjama kaip galima alternatyva šiuo metu eksploatuojamam tolimajam dampungui. Šios vietos sedimentacinės sąlygos yra palankios įvairios litologinės sudėties gruntų gramzdinimui.

2 alternatyva – naujos dampung vietos parinkimas smėlingo ir moreninio grunto šalinimui 1986 m. uždaryto dampung rajono vietoje apie 3 km atstumu į ŠV nuo uosto vartų 20 - 24 m gylyje. Ši vieta nagrinėjama kaip alternatyva šiuo metu veikiančiam artimajam dampungui. Šis rajonas turi gerą litodinaminį ryšį su kranto zona ir galėtų būti papildomu nuosėdinės medžiagos šaltiniu krantams, esantiems į šiaurę nuo Klaipėdos uosto molų.

3 alternatyva – grunto gramzdinimas artimajame sąvartyne, leidžiant jame gramzdinti ir ledyninės kilmės švarų moreninį gruntą.

4 alternatyva – grunto panaudojimas naujų teritorijų formavimui. Jau dabar yra numatytas užteršto grunto sandėliavimas Smeltės pusiasalyje prie nenaudojamos valčių prieplaukos. Šioje vietoje taip pat svarstoma galimybė formuoti teritoriją naujoms uosto krantinėms. Kita vieta teritorijos formavimui yra už šiaurinio molo prie I Melnragės. Naujų teritorijų formavimui galėtų būti panaudoti visi be išimties Klaipėdos uosto akvatorijoje iškasami gruntai: smėliai, dumblai, moreniniai priemoliai ir priešmėliai, nepriklausomai nuo jų užterštumo. Grunto litologinės sudėties ir fizinių-mechaninių savybių nevienodumas turėtų būti įvertintas teritorijos formavimo projekte, numatant jų sandėliavimo ir sutankinimo technologijas.

Literatūra

- Burt, T.N., Fletcher, C.A. 1997. Dredged material disposal in the sea. *Terra et Aqua* 66:3-13.
- Essink, K. 1999. Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Coastal Conservation* 5:69–80.
- Gulbinskas, S. 2001. Klaipėdos uosto akvatorijoje iškasamo grunto gramzdinimo problemos. *Geografijos metraštis* 34(2):173-188.
- Helsinki commission. 2007. *HELCOM Guidelines for the Disposal of Dredged Material at Sea*.
- Jokšas, K., Galkus, A. 2000. Klaipėdos uosto akvatorijos dugno nuosėdų formavimosi ypatumai ir geocheminiai užterštumo aspektai. *Kn.: Klaipėdos uostas: ekonomika ir ekologija*. Vilnius, 72-89.

- IMO, 1998. *Guidelines on the Management of Dredged Material*. International Maritime Organization, London Convention, London, England.
- Jokšas, K., Galkus, A., Stakėnienė, R. 2003. *The only Lithuanian Seaport and its environment*. 314.
- OSPAR, 1998. *Guidelines for the Management of Dredged Material*. Oslo and Paris Commission, OSPAR secretariat, London, London, England.
- PIANC, 1998. *Management of Aquatic Disposal of Dredged Material* (Report), Permanent International Association for Navigation Congresses, PIANC Secretariat, Brussels, Belgium.
- Žeromskis, R., Gulbinskas, S. 1996. Dampingo problemos Lietuvos priekrantėje. *Žuvininkystė Lietuvoje* II:213-228.

RADONO SKILIMO PRODUKTŲ KURŠIŲ NERIJOJE TŪRINIŲ AKTYVUMŲ TYRIMAI

Dainius Jasaitis, Milda Pečiulienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, dainius.jasaitis@vgtu.lt

Radonas (^{222}Rn) yra radioaktyviosios bespalvės ir bekvapės inertinės dujos. Jos susidaro skylant radžiui ^{226}Ra , kuris savo ruožtu yra nuo pat Žemės atsiradimo gyvuojančio urano izotopo ^{238}U skilimo grandinės narys. Radonas ir jo skilimo produktai sudaro 55 % viso radioaktyvaus fono. Gyventojų vidutinė metinė apšvitos dozė Lietuvoje, sukelta gamtinės kilmės šaltinių, yra 2,2 mSv, iš kurių daugiausia – apie 1 mSv lemia radonas ir jo skilimo produktų jonizuojančioji spinduliuotė (Mastauskas, Morkūnas, 1996).

Inertinės radono dujos skykla, sudarydamos metalų jonus – skilimo produktus. Iškart po atsiradimo šie jonai yra laisvi, tačiau gana greitai prilimpa prie dulkių ir kitų dalelių, esančių ore. Būtent nuo šių nedujinių radono skilimo produktų, daugiausiai vyksta apšvita. Didžiąją dalį radono ir jo skilimo produktų spinduliuotės nesunkiai sugeria žmogaus odos paviršius, todėl svarbiausia yra žmogaus vidinė apšvita, t. y. apšvita dėl kvėpuojant į organizmą patekusių radono skilimo produktų, alfa spindulių, kurių jonizacijos galia žymiai didesnė nei beta dalelių ir gama spindulių (Morkūnas, Pilkytė, 2004). Labiausiai apšvitos dozė lemia trumpaamžiai radono skilimo produktai – ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po .

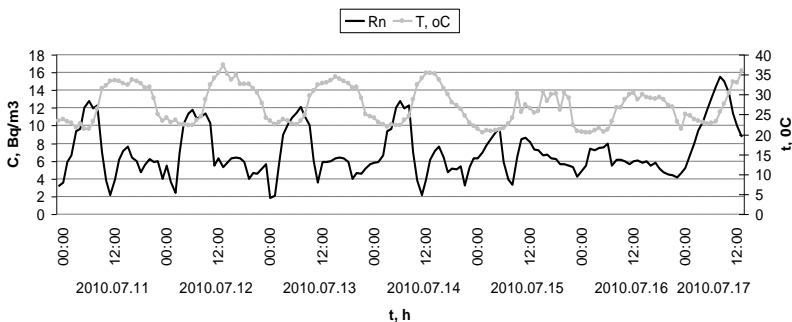
Lietuvoje, kaip ir daugelyje šalių svarbiausias radono šaltinis yra gruntas (Clavensjo ir kt., 1999). UNSCEAR duomenimis, dėl lauke aptinkamo radono pasaulyje kasmet vidutiniškai gaunama 0,095 mSv metinė efektinė dozė (UNSCEAR, 2000).

Siekiant įvertinti radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų pasiskirstymą, pokyčius bei juos lemiančius veiksnius Baltijos jūros pakrantėje Kuršių nerijoje, buvo naudojama sukurta matavimo metodika bei įranga nenutrūkstamiems radono trumpaamžių skilimo produktų tūrinių aktyvumų matavimams (Jasaitis, Girgždys, 2005). Tai hermetiniame metaliniame korpuse įtaisytas radiometras, matuojantis slenkančios filtrinės juostos, pro kurią siurbiamas oras, aktyvumą. Radiometro duomenys visą laiką siunčiami ir įrašomi į kompiuterį. Oro siurbimo ir juostos persukimo laikai užprogramuoti elektroniniais laikmačiais leidžiančiais atlikti matavimus bet kuriam laikui ir nustatytomis valandomis. Tyrimų metodo įrangos komplekte taip pat yra ir nuotolinė meteorologinė stotelė.

Ši metodika bei įranga buvo įdiegta Vilniaus Gedimino technikos universiteto Hidrofizikos laboratorijos mokomųjų *praktikų bazėje Juodkrantėje. Jos pagalba buvo* atlikti radono trumpaamžių skilimo produktų tūrinių aktyvumų tyrimai atmosferos pažemio sluoksnyje Baltijos jūros pakrantėje. Eksperimentas

atliktas 2010 m. liepos 11 – 17 dienomis. Liepos 11 – 14 dienomis vyravo giedras oras, liepos 15 – 16 dienomis lijo lietus, vėliau vėl įsivyravo giedra.

1 paveiksle pavaizduota temperatūros ir trumpaamžių radono produktų kasdieninė α aktyvumo kaita matavimo laikotarpiu.



1 pav. Radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų ir temperatūros kaita atmosferos pažemio sluoksnyje Baltijos jūros pakrantėje Juodkrantėje.

Matavimo laikotarpiu radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų vertės kito nuo 2 iki 16 Bq/m³. Išmatuota vidutinė tūrinių aktyvumų vertė buvo 7 Bq/m³.

Būdingas kasdieninės radioaktyvumo kaitos požymis, esant giedram anticikloniniam orui, yra didelis dienos ir naktinės koncentracijos skirtumas. Kaip matyti 1 pav. su galutiniu dienišku žemės išilimu, apytikriai nuo 22 – 23 valandos vakaro, prasideda oro radioaktyvumo augimas. Naktinis maksimumas siekia nuo 5 iki 6 valandos ryto ir yra artimas saulės tekėjimui. Tai paaiškinama, kad radono trumpaamžių skilimo produktų tūrinių aktyvumų kaita yra veikiamą oro turbulencijos maišymosi intensyvumo dieną ir vakare, bei radono kaupimu esant temperatūros inversijai nakties metu.

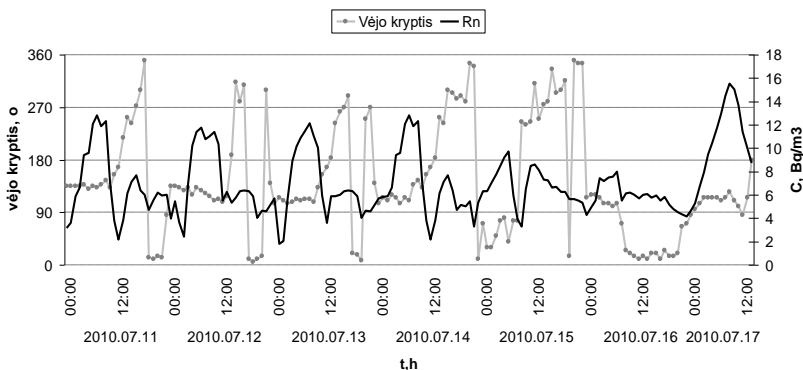
Dieną saulės spinduliai sušildo žemės paviršių ir virš žemės susidaro teigiamas temperatūros gradientas. Vakare, kai saulės šiluma nėra tokia efektyvi, nuolat vyksta pokytis teigiamo temperatūros gradiento link neigiamo gradiento. Naktiniam periodui būdinga lėta oro temperatūros kaita. Netoli žemės paviršiaus, 0,1–0,2 metro lygyje, temperatūros gradientas žymiai sumažėja ir yra kintamas laike. Šiuo metu tęsiasi radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų augimas, kuris periodo pabaigoje artėja prie maksimumo. Ketvirtasis periodas prasideda tada, kai pateka saulė. Oro temperatūra, kai saulės spinduliai sušildo žemės paviršių, nuolat didėja, sumažėja temperatūros gradientų visuose sluoksniuose. Šiam periodui būdinga temperatūros inversija.

Radono skilimo produktų tūrinio aktyvumo augimas ankstyvą rytą aprašomas žemėjančios temperatūros ir ekshaliacijos didėjimo nakties periodu priklausomybe. Nustatyta neigiama koreliacija tarp radono trumpaamžių skilimo

produktų tūrinių aktyvumų ir temperatūros (-0,77). Pastebėta, kad radono produktų fliktuacijos mažiau priklauso nuo santykinės drėgmės nei nuo temperatūros.

Kaip matyti 1 pav. esant lietingam orui (liepos 15 – 16 d.) radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų vertės sumažėja. Taip yra todėl, kad po radono skilimo atsiradę jo skilimo produktai dažniausiai prisijungia prie ore normalioje aplinkoje visada esančių aerozolio dalelių, o krituliai juos išplauna iš oro.

Nustatyta, kad kiekvieną matavimo dieną, vidurdienį, maždaug nuo 12 h, radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų vertės šiek tiek padidėdavo, o prieš vidurnaktį vėl sumažėdavo (1 pav.). Pastebėta, kad šis pokytis sutampa su vėjo krypties pasikeitimu.



2 pav. Radono skilimo produktų tūrinis aktyvumas ir vėjo krypties pokyčiai atmosferos pažemio sluoksnyje Baltijos jūros pakrantėje Juodkrantėje

Kaip matyti 2 pav. maždaug nuo vidurnakčio iki vidurdienio vyraudavo pietryčių vėjai, o po vidurdienio pasikeisdavo vėjo kryptis ir iki vidurnakčio išivyraudavo šiaurės, šiaurės vakarų vėjas. Tai galėjo sąlygoti nedidelį radono skilimo produktų tūrinių aktyvumų padidėjimą (atpučiant didesnės koncentracijos radono dujas). Kita vertus šiam tūrinių aktyvumų padidėjimui įtakos galėjo turėti ir matavimo dienomis vyravusi aukšta temperatūra. Jau 7 – 8 h ryto oro temperatūra siekdavo 25°C, o minėtu laikotarpiu ore vyravo 30 – 35°C temperatūra. Tai sąlygojo didelį žemės įkaitimą, o kylant temperatūrai galėjo padidėti ir radono ekshalicijos greitis nuo žemės paviršiaus. Matavimo laikotarpiu vėjo greitis buvo nedidelis – 0 – 2 m/s, todėl didesnės įtakos radono išsklaidymui atmosferoje negalėjo turėti.

Meteorologinės sąlygos taip pat veikia radono ir jo skilimo produktų tūrinį aktyvumą patalpose, todėl egzistuoja tiesioginis aktyvumų išorėje ir patalpoje ryšys. Buvo atlikti nuolatiniai matavimai pastatų išorėje ir viduje (Porstendorfer ir

kt., 1994). Nustatyta, kad esant mažam oro turbulentiškumui, stebimas aiškus radono tūrinio aktyvumo maksimumas išorėje, kuris turėjo įtaką susidarant tūrinio aktyvumo maksimumui viduje.

Literatūra

- Clavensjo, B., Akerblom, G., Morkūnas, G. 1999. *Radonas patalpose. Jo kiekio mažinimo būdai*. Vilnius. 126 p.
- Jasaitis, D., Girgždys, A. 2005. The variations of radon and its short – term decay products in living rooms. In: *Proceedings of 6th International Conference “Environmental engineering”*. Vilnius: Technika, Vol 1:114–117.
- Mastauskas, A.; Morkūnas, G. 1996. Problem of indoor radon in Lithuania. *Health Physic* 70(6):581–581.
- Morkūnas, G.; Pilkytė, L. 2004. Lietuvos gyventojų gamtinė apšvita. *Sveikatos mokslai* 14(2):48–51.
- Porstendorfer, J., Butterweck, G., Reineking, A. 1994. Daily variation of indoor radon concentration indoors and outdoors and the influence of meteorological parameters. *Health Physics* 67(3):283–287.
- UNSCEAR 2000. 2000. Report to the General Assembly. Annex B: Exposures from natural radiation sources. United Nations, New York, p. 89–92.

FITOBENTOSAS IR JO REIKŠMĖ ESTUARINIŲ LAGŪNŲ PAKRANTĖS TYRIMUOSE

Jūratė Karosienė¹, Ričardas Paškauskas^{2,3}

¹*Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas, Hidrobotanikos laboratorija, Vilnius, jurate.karosiene@botanika.lt*

²*Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas, Radioekologijos laboratorija, Vilnius*

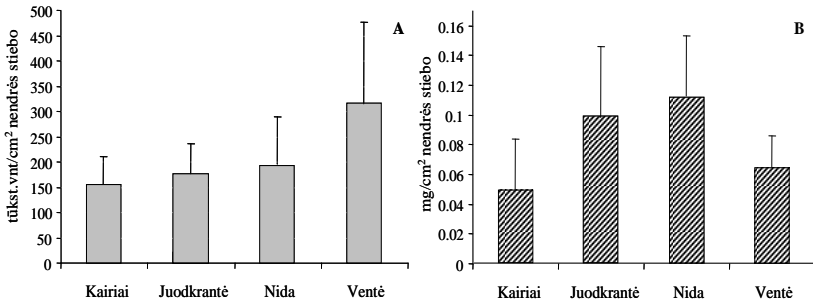
³*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda*

Fitobentosas, plačiąja prasme apibūdinamas kaip mikro- ir makrodumplių bendrijos, tarpstančios ant įvairios kilmės substratų, yra reikšmingas seklių estuarijų ir lagūnų biotinės struktūros komponentas. Dalyvaudamas pirminės organinės medžiagos sintezėje, sąlygoja kitų trofinės grandinės komponentų funkcionavimą (Hansson, 1992). Bentoso dumbliai asimiliuodami į vandens telkinius patenkančias eutrofikaciją skatinančias mitybines medžiagas, taip pat organinius junginius, sunkiuosius metalus, radionuklidus dalyvauja vandens natūralios savivalos procesuose ir dažnai yra naudojami vandens telkinių ekologiniame vertinime (Lakatos *et al.*, 1999; McGlathery *et al.*, 2007). Fitobentosas, kaip vienas iš vandens biologinę kokybę atspindinčių elementų, dažnai yra įtraukiamas į vidaus vandens ekosistemų tyrimus (Heinonen *et al.*, 2004; Ács *et al.*, 2005). Kita vertus, bentoso dumplių, ypač siūlinių, intensyvus vystymasis gali sukelti antrinį organinį ekosistemos užterštumą ir mažinti pakrančių rekreacinę vertę.

Vis dėlto estuariinių lagūnų tyrimuose fitobentosą formuojančios ir skirtingoms ekologinėms grupėms priklausančios bendrijos sulaukia nevienodo tyrėjų dėmesio. Siekiant įvertinti fitobentoso, kaip organinės medžiagos procentų vaidmenį ir svarbą medžiagų transformacijos procesuose tarp dugno nuosėdų ir vandens storumės, vykdomi išsamūs dugno nuosėdose tarpstančių dumplių (epipsamono, epipelono) tyrimai. Literatūroje nurodoma, kad jų susintetintos organinės medžiagos kiekis temperatinėse lagūnose gali kisti nuo 2 iki 80 mg C/m² per valandą ir sudaryti iki 50 % ar daugiau bendros ekosistemos bioprodukcijos (Underwood, Kromkamp, 1999; Sündback, Miller, 2000; Gerbersdorf *et al.*, 2005).

Vandens kokybės vertinimo tyrimuose svarumą įgauna dumbliai ant stabilų substratų: epifitonas, epilitonas, perifitonas, kadangi jų bendrijų formavimasi, lyginant su fitoplanktonu, žymiai mažiau įtakoja hidrodinaminiai veiksniai arba sedimentaciniai procesai, kurie svarbūs epipsamono ir epipelono bendrijų formavimuisi (Sand-Jensen, Borum, 1991; Snyder *et al.*, 2005). Ypač pabrėžiamas jų vaidmuo nustatant potencialius, specifinius taršos šaltinius (Mattila, Räsänen, 1998; Snyder *et al.*, 2005). Šiame kontekste, Kuršių mariose,

kur didžioji pakrantės dalis yra apaugusi makrofitais, ypač nendrynais (Balevičienė ir kt., 2007), reikšmingos tampa ir epifitono dumblių bendrijos. Tačiau epifitono tyrimų aktualumą gali susilpninti kasmet Kuršių mariose stebimi intensyvūs melsvabakterių sukelti vandens „žydėjimai“, akivaizdžiai stelbiantys fitobentos vystymąsi. Tai, kad bentoso dumbliai pralaimi konkurencinėje kovoje dėl šviesos su fitoplanktonu patvirtino 2008, 2009 m. Kuršių mariose mūsų atlikti epifitono dumblių tyrimai. Nustatyti iki trijų kartų mažesni kiekybiniai ir funkciniai epifitono ant paprastosios nendrės rodikliai 2008 m., kuomet įtakojo intensyvus fitoplanktono vystymasis (1 pav., 2 pav.).

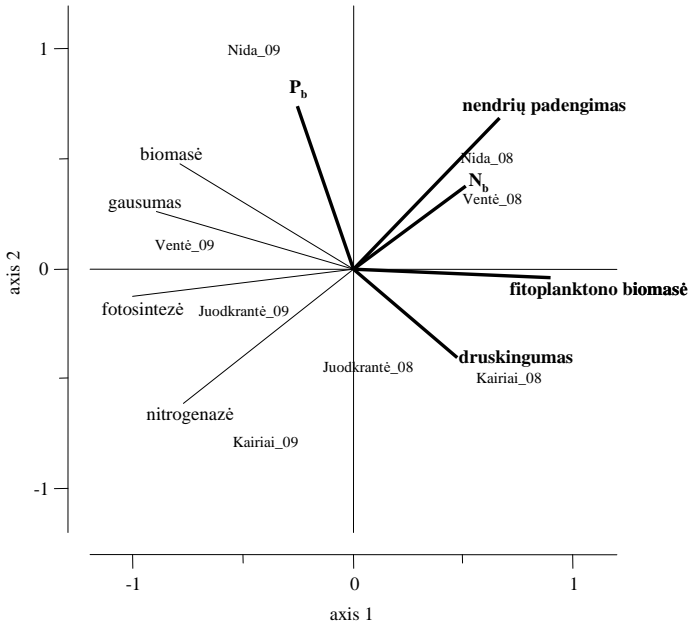


1 pav. Epifitono dumblių gausumo (A) ir biomasės (B) kaita Kuršių marių zonoje, 2008, 2009 m. liepos mėn.

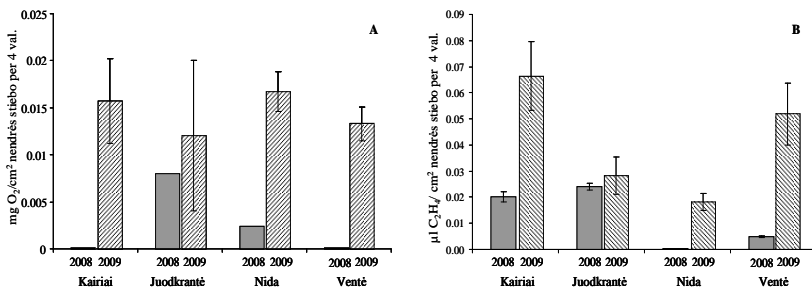
Nepaisant minėtų skirtumų, epifitono dumblių gausumo ir biomasės kaita įvairiose Kuršių marių tyrimų zonos turėjo panašią tendenciją ir parodė tam tikrus aplinkos sąlygų pokyčius (1 pav.). Nors druskingumas nebuvo statistiškai patikimas veiksnys, nulėmęs erdvinį epifitono dumblių pasiskirstymą, dumblių gausumas akivaizdžiai mažėjo sąlyginai didėjant druskingumui. Biomasės didžiausios vertės nereikšmingai koreliavo su nustatytomis didžiausiomis bendrojo fosforo koncentracijomis ties Nida ir Juodkrantė, kur pagrindinę biomasės dalį sudarė didelės mitybinių medžiagų koncentracijas toleruojančios titnagdumblių *Navicula cari* ir *Actinocyclus normanii* rūšys. Melsvabakterės, dažniausiai siūlinės *Leptolyngbya* spp., *Heteroleibleinia pusilla*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena* spp. buvo būdingos rytinėje Kuršių marių pakrantėje ties Kairiais ir Vente.

Kuršių marių epifitono bendrijose nustatytas mažas fotosintezės ir nitrogenazinio aktyvumo procesų intensyvumas (3 pav.). Paskaičiuotos dumblių fotosintetinio aktyvumo vertės iki 70,8 mg O₂ per val. 1 m² nendrių sąžalyno plotui buvo analogiškos kai kurių Baltijos jūros lagūnų epipsamono ar epipelono vertėms (Sündback, Miller, 2000; Gerbersdorf *et al.*, 2005). Nustatytas nitrogenazinis aktyvumas iki 99 μg N per val. 1 m² nendrių sąžalynų plotui atitiko minimalias kitų fitobentos ekologinių grupių vertes. Nežiūrint į tai, kad

tyrimų laikotarpiu epifitono bendrijos pasižymėjo silpnais funkciniais procesais, bendrijų vaidmuo lagūnų biogeocheminiuose virsmuose yra nekvestionuojamas, todėl šios krypties tyrimai būtini ir turėtų būti numatomi ateityje.



2 pav. Epifitono dumblių kiekybinių ir funkcinų rodiklių pasiskirstymas priklausomai nuo aplinkos veiksnių. Aplinkos veiksnių poveikis paaikšina 91 % parinktų kintamųjų dinamikos. Reikšmingi veiksniai: fitoplanktono biomasė ($p < 0,05$).



3 pav. Epifitono dumblių fotosintezė (A) ir nitrogenazinis aktyvumas (B) Kuršių marių zonose, 2008, 2009 m. liepos mėn.

Padėka. Tyrimą finansavo Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas (sutarties Nr. T–73/08).

Literatūra

- Ács, É., Reskóne, N. M., Szabó, K., Taba, G., Kiss, K. T. 2005. Application of epiphytic diatoms in water quality monitoring of lake Velence – recommendations and assignments. *Acta Botanica Hungarica* 47(3-4): 211-223.
- Balevičienė, J., Balevičius, A., Stanevičius, V., Vaitkus, G., Gurova, E. 2007. Kuršių marių pakrantės augmenijos plovimo, siekiant iš marių pašalinti dalį biogeninių medžiagų, galimybių studija. Ataskaita. Aplinkos apsaugos agentūra, 72 psl.
- Gerbersdorf, S. U., Meyercordt, J., Meyer-Reil, L. A. 2005. Microphytobenthic primary production in the Bodden estuaries, southern Baltic Sea, at two study sites differing in trophic status. *Aquatic microbial ecology* 41:181-198.
- Hansson, L. A. 1992. Factors regulating periphytic algal biomass. *Limnology Oceanography* 37(2):322-328.
- Heinonen, P., Pietiläinen, O. P., Airaksinen, O., Haapala, A., et al. 2004. Monitoring and assessment of the ecological status of lakes. A pilot procedure developed and tested in the Life Vuoksi project. Edita Prima Ltd., Helsinki, pp. 108.
- Lakatos, G., Kiss, M., Mészáros, I. 1999. Heavy metal content of common reed (*Phragmites australis*/Cav./Trin. Ex Steudel) and its periphyton in Hungarian shallow standing waters. *Hydrobiologia* 415:47-53.
- Mattila, J., Räsänen, R. 1998. Periphyton growth as an indicator of eutrophication; an experimental approach. *Hydrobiologia* 377:15-23.
- McGlathery, K. J., Sundbäck, K., Anderson, I.C. 2007. Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons: the role of plants in the coastal filter. *Marine ecology progress series* 348:1-18.
- Sand-Jensen, K., Borum, J. 1991. Interaction among phytoplankton, periphyton, and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries. *Aquatic Botany* 41(1-3):137-175.
- Snyder, R. A., Lewis, M. A., Nocker, A., Lepo, J. E. 2005. Microbial biofilms as integrative sensors of the environmental quality. In: Bortone, S.A., (Ed.), *Estuarine indicators*. CRP Press, Washington, pp. 111-124.
- Sundbäck, K., Miles, K. 2000. Balance between denitrification and microalgal incorporation of nitrogen in microtidal sediments, NE Kattegat. *Aquatic microbial ecology* 22:291-300.
- Underwood, G. J. C., Kromkamp J. 1999. Primary production by phytoplankton and microphytobenthos in estuaries. *Advances in Ecological research* 29:93-153.

BIOLOGINIŲ TESTŲ KOMPLEKSO TAIKYMAS VERTINANT VANDENS APLINKOS TOKSIŠKUMĄ

**Nijolė Kazlauskienė, Milda Zita Vosylienė, Gintaras Svecevičius,
Aloyzas Burba, Danutė Marčiulionienė, Danguolė Montvydienė,
Edvinas Taujanskis, Asta Slučkaitė**

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

Įvadas

Europos Parlamento ir Tarybos Vandens politikos direktyvoje (2000/60/EB) pabrėžiama, kad galutinis visų reguliuojančių įstatymų tikslas yra vandens ekosistemų apsauga vykdant ekologinės būklės vertinimą naudojant įvairius aplinkos kokybės matavimus. Tuo tarpu Lietuvoje nei viena veikianti laboratorija, kurioje atliekami ekotoksiškumo tyrimai, negali pilnai užtikrinti visų kokybės kontrolės procedūrų ir iki šiol nesukurta nacionalinė vertinimo sistema, kuri įgalintų interpretuoti gautus ekotoksiškumo tyrimų rezultatus. 2004 m. Aplinkos apsaugos agentūra sudarė darbo grupę, į kurią įėjo žymiausi Lietuvos ekotoksikologijos specialistai. Ši grupė parėngė ir 2005 m. birželio 2 d. tarptautinio seminario metu pristatė pasiūlymus ekotoksiškumo tyrimų Lietuvoje strategijai. Gamtos Tyrimų Centro (GTC) Botanikos ir Ekologijos institutų bei Vilniaus universiteto (VU) mokslininkai kartu su Aplinkos ministerijos Aplinkos Apsaugos Agentūra (AAA) parėngė preliminarį Lietuvos ekotoksinių tyrimų schemą. Į šią schemą įtraukti Lietuvos mokslininkų naudojami metodai bei testorganizmai, kurie visiškai atitinka ES direktyvos keliamus reikalavimus, nes dauguma jų yra ES standartiniai metodai. Atsižvelgiant į seminario dalyvių rekomendacijas, buvo pasirašytas kreipimasis į aplinkos bei švietimo ir mokslo ministrus su prašymu „numatyti 2007 – 2013 m. tarp strateginių veiklos prioritetų Nacionalinio ekotoksiškumo tyrimų laboratorijų tinklo, esamų mokslo institucijų bei Aplinkos ministerijos laboratorijų bazėje, sukūrimą“.

Lietuvos vandens telkinių pagrindiniai taršos šaltiniai yra komunalinis ūkis ir pramonė (taškinė tarša), žemės ūkis ir sąvartynai (pasklidoji tarša), pavieniai pavojingųjų medžiagų taršos avariniai atvejai (lokalinė tarša). Į vandens telkinius patenka teršiančių medžiagų (sunkieji metalai, herbicidai, pesticidai, detergentai, naftos produktai, sąvartynų filtraciniai vandenys ir kt.), pasižyminčių toksiniu ir genotoksiniu poveikiu vandens organizmams (Aplinkos būklė, 2001).

Teršiančios medžiagos, patekusios į vandens telkinius, tampa vienu iš pagrindinių gamtinių vandenų taršos rizikos veiksnių, nes keičia juose cheminę vandens sudėtį, ardo biologinę pusiausvyrą ir savivalos procesus, kurie gali sukelti neprognozuojamą ekologinės sistemos pokyčių.

Dažniausiai vandens užterštumas (kokybė) vertinamas fiziniais ir cheminiais metodais, tačiau šie metodai turi ir kai kurių trūkumų:

- 1) šie metodai neatskleidžia teršiančių medžiagų transformacijos vandenyje, jų tarpusavio sąveikos bei biologinio prieinamumo;
- 2) neleidžia įvertinti integruoto teršiančių medžiagų toksinio poveikio organizmams, nes gamtinių vandenų tarša paprastai būna daugiakomponentė;
- 3) vandenyje esančių teršiančių medžiagų koncentracijos neparodo šių medžiagų toksinio poveikio vandens organizmams, nes toksiškumas yra biologinė charakteristika (Филенко, 1988).

Gamtiniai ir nutekamieji vandenys gali būti stipriai užteršti, bet netoksiški ir atvirksčiai – mažai užteršti, tačiau toksiški. Todėl būtina žinoti ne tik teršiančių medžiagų koncentracijas vandenyje, bet ir jų sukeltus biologinius (toksinius) efektus, kurie gali būti įvertinti tik naudojant biologinių testų kompleksą (Флепов, 1989).

Pagrindinis biologinių testų taikymo tikslas – operatyviai nustatyti teršiančių medžiagų, gamtinių ir nutekamųjų vandenų, dugno nuosėdų toksiškumo laipsnį, kad kuo mažiau teršiančių medžiagų patektų į aplinką, taip pat siekiant padidinti taršos kontrolę, užtikrinti nuotekų valymo veiksmingumą, kad būtų išlaikyta esama gamtinių vandenų kokybė. Biologiniai testai turi būti naudojami atliekant nepriklausomą įvairių nutekamųjų vandenų toksiškumo bei potencialiai gamtai pavojingų objektų aplinkos ekotoksikologinės būklės vertinimą. Įvertinus gamtinių vandenų taršos lygį galima prognozuoti jos poveikį vandens organizmų populiacijoms ir bendrijoms.

Tyrimų objektas ir metodai

Taršos biologinio vertinimo metodologija buvo rengiama ir tobulinama:

- **vykdant valstybinę mokslo programą „Atominė energetika ir aplinka“;**
- **atliekant užsakomuosius darbus:**
 - ▶ „Dniepro kaskados vandens saugyklų (po Černobylio AE avarijos) ekotoksikologinės būklės įvertinimas“;
 - ▶ „Leningrado AE nuotekų toksiškumo ir genotoksiškumo įvertinimas“;
 - ▶ „Mažeikių ir Akmenės rajonų atmosferos taršos įvertinimas“;
 - ▶ „Elnio“ fabriko ir Šiaulių miesto valymo įrenginių nuotekų toksiškumo įvertinimas“;
 - ▶ „Šiaulių rajono vandens telkinių vykdymo programa“;
 - ▶ „Kairių sąvartyno filtracinio vandens avarinio išsiliejimo poveikio aplinkai biologinis įvertinimas“;
- **atliekant mokslo tiriamuosius darbus:**
 - ▶ „Biotestavimo metodų Lietuvos vandenų užterštumui įvertinti parengimas“;

► „Lietuvos ir JAV 31-as projektas „Aplinkos taršos ekologiniai efektai ir jų prognozavimas“;

► „NATO/CCMS „Biogeninių medžiagų apkrovos ir atsako upių ir deltų sistemose modeliavimas“;

► „Lietuvos vandenyse vyraujančių teršalų biologinio poveikio kompleksiniai tyrimai“;

► „Lietuvos energetikoje naudojamų skystųjų kurų ir sorbentų poveikis vandens organizmams ir jų ekoksikologinių pasekmių įvertinimas“;

► „Naftos išsiliejimo Baltijos jūros priekrantėje poveikio žuvims įvertinimas“;

► „Prioritetinių sunkiųjų metalų subletalus poveikio ypatumų vandens gyvūnų elgsenai tyrimai“.

Rengiant biologinio vertinimo metodologiją buvo atlikta normavimo sistemų, apimančių ekotoksiškumo metodų taikymo reglamentavimą Vokietijoje, Didžiojoje Britanijoje, Norvegijoje, Prancūzijoje, Nyderlanduose, Čekijoje/Lenkijoje, JAV, Kanadoje, apžvalga. Įvertintas šių šalių ekotoksikologinių tyrimų pasirinkimas, specifiškumas (priklausomai nuo pramonės šakų), metodų atranka (jų kaštai, testorganizmų privalumai, mėginių analizės dažnis ir t.t.) (Vosyliienė, 2008).

GTC Ekologijos ir Botanikos institutų mokslininkai, įvertindami daugiametę praktiką ir patyrimą, t.y. nuolat tirdami įvairaus toksiškumo nuotekas, užterštus gamtinius vandenis ir dugno nuosėdas bei vykdydami biologinę stebėseną (monitoringą), pirmieji pasiūlė Lietuvos sąlygoms pritaikytus eksperimentinius standartizuotus ir nestandartizuotus biologinio (toksinio) poveikio vertinimo testus. Parinkti Lietuvos sąlygomis jautriausi indikatoriai skirtingo trofinio lygio ir ontogenezės biologiniai testai (bakterijos, augalai, dëlės, vėžiagyviai ir žuvis visose jų vystymosi stadijose) bei įvairūs jų biologiniai rodikliai, parodantys organizmui gyvybiškai svarbių organų ir jų sistemų funkcionavimą. Šie biologiniai testai gali būti naudojami tiek žemo, tiek ir aukšto toksiškumo nuotekoms, gamtiniams vandeniems bei dugno nuosėdoms testuoti (Vosyliienė ir kt., 2003).

Nuotekų, filtratų, nuoplovų, dugno nuosėdų, gamtinių vandenų toksiškumui įvertinti naudojami biologiniai testai, testorganizmai

ATRANKOS (SCREENING) TESTAI (iki 24 val.)

BAKTERIJOS – Mikrotox™ (ISO 11348-3:1998).

AUGALAI – Aukštesnieji – Pipirnė (*Lepidium sativum*) (OECD Guideline 227, 2003);

DĖLĖS – Medicininė dëlė (*Hirudo verbana*) elgsenos reakcijos;

VĖŽIAGYVIAI – Daphnoxkit F™ (LST EN ISO 6341+AC:2001).

ŪMINIAI TESTAI (nuo 24 iki 96 val.)

BAKTERIJOS – Mikrotox™ (ISO 11348-3:1998), *Vibrio fischeri* citotoksiškumo testas (ISO 11348-1:1998); (ISO 11348-2:1998); (ISO 11348-3:1998);

AUGALAI – Aukštesnieji – Sausumos augalų testas (OECD Guideline 227, 2003);

VĖŽIAGYVIAI – *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*) (LST EN ISO 6341+AC: 2001); (LAND 45-2001);

ŽUVYS (visų vystymosi stadijų) – (LAND 45-2001); (LST EN ISO 7346-1:2000); (LST ISO 7346-2:2000); (OECD TG 212, 1998 pagal ISO 12890:1999).

ILGALAIKIAI TESTAI (nuo 96 val. iki 30 parų ir ilgiau)

AUGALAI – Aukštesnieji – Genotoksiškumo testas su tradeskante (*Tradescantia*) [OECD Guide 227 (2003)], Plūdena (*Lemna sp.*) [OECD Guide 221 (2002)];

DĖLĖS – Medicininė dėlė (*Hirudo verbana*) morfologiniai, fiziologiniai rodikliai, elgsenos reakcijos;

VĖŽIAGYVIAI – *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*) reprodukcijos bandymas [OECD TG211 (1998)];

ŽUVYS (visų vystymosi stadijų) – žuvų ankstyvose vystymosi stadijose toksiškumo testas (OECD 210, ISO 12890:1999), medžiagų ilgalaikio toksiško poveikio žuvims nustatymas (LST ISO 10229:2000), genotoksiškumo nustatymas [mikrobranduoliai (OECD Stnd. 474); chromosomų pažaidos (OECD Stnd. 475, 479)].

Siūlomas biologinių testų kompleksas yra atvira sistema. VU Gamtos fakultete vandens, dugno nuosėdų, dirvožemio toksiškumui įvertinti naudojamas fotobakterijų liuminescencijos slopinimo testas (MICROTOX) (Četkauskaitė, Beržinskienė ir kt., 1998); GTC Botanikos institute vandens toksiškumui įvertinti naudojami Algaltokit F™ (OECD 201, ISO: 8692); menturdumbliai (AAD-1995) - atrankos testai; *Scenedesmus subspicatus* ir *Selenastrum capricornutum* (LST EN 28692:2001); (ISO: 8692) - ūminiai testai (Manusadžianas ir kt., 1995); GTC Ekologijos institute vandens toksiškumui vertinti naudojamos medicininės dėlės, tiriami jų morfologiniai, fiziologiniai rodikliai, elgsenos reakcijos (Petrauskienė, 2008); vykdomi genotoksiškumo tyrimai [mikrobranduolių testas (OECD Stnd. 474); tiriamos chromosomų pažaidos (OECD Stnd. 475, 479)] (Baršienė ir kt., 2009).

GTC Ekologijos ir Botanikos institutuose atsižvelgiant į Lietuvos ekologines sąlygas toliau ieškoma įvairios prigimties taršai jautrių testorganizmų, pasižyminčių specifinėmis morfologinėms-fiziologinėmis, fiziologinėmis ir

elgsenos reakcijomis, kurios leistų nustatyti organizmų pažeidų pirmines (ankstyvasias) stadijas, ypač esant ilgalaikiai mažų koncentracijų taršai. Taikant žuvų ekspresyvių elgsenos reakcijų testą, naudojant vaivorykštinio upėtakio jauniklius ir kitas endemines, lengvai prieinamas žuvų rūšis (ešeržuves ir dygliažuves), per trumpą laiką (iki 2 val.) galima įvertinti teršiančių medžiagų, gamtinių ir nutekamųjų vandenų toksiškumo laipsnį ir apskaičiuoti jų numatomas neveikliąsias koncentracijas žuvims (Svecevičius, 2003).

Ekotoksiškumo tyrimų rezultatų vertinimas

- LC50 – medianinė letalinė koncentracija. Priklausomai nuo poveikio trukmės, nustatoma 24, 48 arba 96 val. LC50.
EC50 – medianinė efektyvioji koncentracija, kai kriterijumi pasirenkama ne mirtingumas, o koks nors kitas svarbus gyvybinės veiklos pakitimas, pvz. augimo, judėjimo slopinimas. Priklausomai nuo poveikio trukmės, nustatoma 24, 48 arba 96 val. EC50.
- Didžiausia neveiklioji koncentracija (DNK), t.y. eksperimento metu nustatyta didžiausia teršiančios medžiagos koncentracija, nesukelianti pastebimo neigiamo ir statistškai patikimo poveikio organizmui (pagal jautriausius jo rodiklius) (NOEC angl.). Mažiausia veiklioji koncentracija (MVK), t.y. eksperimento metu nustatyta mažiausia teršiančios medžiagos koncentracija, dar sukelianti statistškai patikimą neigiamą poveikį organizmui (pagal jautriausius jo rodiklius) (LOEC angl.). Didžiausia priimtina koncentracija (DPK) yra apskaičiuotas DNK ir MVK geometrinis vidurkis, t.y. teršiančios medžiagos koncentracija vandenyje nesukelianti neigiamo poveikio jautriausiems organizmams (pagal jautriausius jų rodiklius) (MATC angl.). Remiantis mažiausia DPK jautriausiam gyvūnui priimama atskirų teršiančių medžiagų didžiausia leidžiama koncentracija (DLK) vandenyje.
- Eksperimento metu nustatytomis LC50, EC50 ir DNK, pritaikius pastovų įvertinimo koeficientą, galima apskaičiuoti prognozuojamą teršiančios medžiagos neveikliają koncentraciją (PNK) (PNEC angl.). Manoma, kad ekosistemos struktūra ir funkcijos nepakis, jei jautriausia ekosistemos rūšis bus saugi. PNK santykis su prognozuojama teršiančios medžiagos koncentracija aplinkoje (PKA) (PEC angl.) t.y. PKA/PNK naudojamas nuotekų, sedimentų rizikos įvertinimui. Šiam rodikliui didėjant rizika ekosistemai didėja.
- Vykdoma paieška naujų ekotoksiškumo tyrimų rezultatų integruoto vertinimo kriterijų (Pvz. toksiškumo vienetai (TV) (TU angl.).

Vertinant vandenų toksiškumą biologiniais metodais siūloma naudoti (ne mažiau kaip 3) skirtingo filogenetinio ir ontogenetinio lygio testorganizmus, bakterijas, dumblius, dafnijas bei suaugusias žuvis, kadangi jie pasižymi skirtingu

jautrumu įvairios kilmės cheminėms medžiagoms (Environmental Protection Series. Report EPS, 1992).

Testorganizmai turi būti: 1) plačiai paplitę; 2) jų biologija – gerai iširta; 3) veisimas ir laikymas laboratorinėmis sąlygomis – nesudėtingas; 4) jautrūs cheminių medžiagų poveikiui; 5) jų reakcijų į poveikį fiksavimas ir registravimas nesudėtingas ir pakankamai pigus (Лесников, 1989; Кабилов, 1997).

Testorganizmų biologiniai rodikliai turi atskleisti gyvybiškai svarbių organų ir jų sistemų (dauginimosi, kvėpavimo, kraujotakos, virškinimo, šalinimo, uoslės ir kt.) funkcionavimą (Лукьяненко, 1989; Филенко, 1988; van Leeuwen, Hermens, 1995).

Teršiančių medžiagų, gamtinių ir nutekamųjų vandenų, dugno nuosėdų toksiškumo biologinis vertinimas turi būti atliekamas kontroliuojamomis laboratorinėmis sąlygomis (vandens temperatūra, pH, kietumas, elektrinis laidis ir deguonies koncentracija).

Tik biologinio poveikio vertinimo testais nustačius įvairios prigimties nuotekų toksiškumo laipsnį ir įvertinus gamtinių vandenų bei dugno nuosėdų taršos lygį, galima prognozuoti taršos poveikį vandens organizmų populiacijoms ir bendrijoms.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

GTC Ekologijos ir Botanikos institutų mokslininkai ištyrė toksikantų [atskirų sunkiųjų metalų (Kazlauskienė ir kt., 1994; Marčiulionienė ir kt., 2002), jų dvinarių ir daugianarių mišinių (Marčiulionienė ir kt., 1998; Kazlauskienė ir kt., 2003; Vosylienė ir kt., 2003; Kazlauskienė ir kt., 2008, Petrauskienė 2008), naftos ir jos produktų (Kazlauskienė ir kt., 2004; Vosylienė ir kt., 2005; Kazlauskienė ir kt., 2008; Kazlauskienė ir kt., 2010), azoto junginių (Vosylienė ir kt., 2004)] sukeltų biologinių efektų ypatumus augalams, dafnijoms, dėlėms ir žuvims visose jų vystymosi stadijose (embrionai, lervos, suaugę individai). Įvertinus morfologinių, fiziologinių [kardiorespiracinių (Kazlauskienė, 2004; Vosylienė ir kt., 2010;), hematologinių, imuninių (Vosylienė, 1999; Vosylienė ir kt., 2010)] rodiklių, fiziologinių biomarkerių (Kazlauskienė ir kt., 1999) pokyčius bei elgsenos atsakus (Svecevičius, 1999; 2001; 2003; 2005; 2007; 2009) nustatyti teršalų sukelti organizmo funkcinių sistemų sutrikimai, priklausomai nuo poveikio dydžio ir jo trukmės (Kazlauskienė ir kt., 2008; Vosylienė ir kt., 2010). Išaiškinta toksikantų poveikio biologinių efektų specifika bei nustatyti pažeidžiamiausi tirtų test-objektų ontogenezės periodai, vystymosi anomalijos, jautriausios organizmo funkcinės sistemos, išaiškinti organai –“taikiniai” toksikantams (Kazlauskienė, 2004). Nustatyti sunkiųjų metalų mišinių, nuotekų, bei kitų veiksnių bendro neigiamo poveikio efektai (adityvumas, sinergizmas) (Vosylienė ir kt., 2001; Kazlauskienė ir kt., 2004; Vosylienė ir Kazlauskienė, 2004; Kazlauskienė ir kt., 2008) priklausomai nuo organizmo vystymosi stadijos.

Vertinant trumpalaikį ir ilgalaikį toksikantų ir jų mišinių poveikį žuvisms, aiškunami poveikio mechanizmai ir dėsningumai. Prognozuojami toksikantų žemų koncentracijų gamtiniuose vandens telkiniuose efektai jautriausioms vandens gyvūnų rūšims, jų bendrijų ir populiacijų pažeidimų specifikai ir tendencijoms.

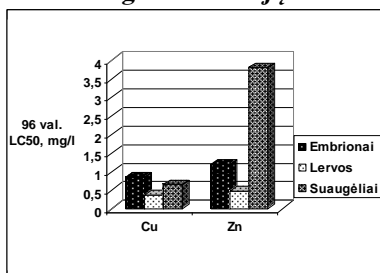
Skirtingo filogenetinio ir ontogenetinio lygio testorganizmų jautrumo sunkiesiems metalams, palyginimas

- **Vaivorykštinis upėtakis (LC50):**
 - ikrai: Cu > Zn > Ni > Fe > Cr;
 - lervos: Cu > Zn > Ni > Fe > Cr;
 - suaugę individai: Cu > Zn > Ni > Cr > Fe.
- **Sėjamoji pipirinė (EC50):** Cr(VI) > Cu > Ni > Zn.
- **Daugiašaknė maurė (EC50):** Cu = Cr(VI) > Ni > Zn > Fe (II).
- **Tradeskantė (EC50):** Ni > Cu = Cr(VI) > Zn.
- **Dafnijos (LC50):** Cu > Cr > Zn > Ni > Fe, (Marčiulionienė ir kt., 2002).

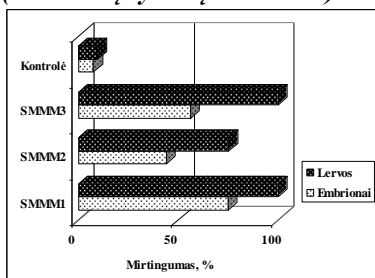
Vykdydami fundamentinius tyrimus, abiejų institucijų mokslininkai toliau ieško įvairios prigimties taršai jautrių vietinių testorganizmų, pasižyminčių specifinėmis morfologinėmis, fiziologinėmis ir elgsenos reakcijomis.

GTC Botanikos ir Ekologijos institutų mokslininkų gauti įvairių toksikantų biologinio poveikio efektų įvertinimo duomenys yra būtini sprendžiant šių medžiagų biologinio normavimo aplinkoje klausimus. Mokslininkų ilgametė patirtis, žinios bei įdirbis, taikant plataus spektro biologinių testų kompleksą, sėkmingai naudojami vertinant vandens aplinkos ekotoksikologinę būklę bei vykdant Lietuvos vandens telkinių stebėseną (monitoringą) ir sprendžiant svarbias aplinkos apsaugos problemas. Tyrimai taip pat yra labai svarbūs kuriant nuotekų ekotoksiškumo kontrolės sistemą Lietuvoje, skirtą vertinti nuotekų poveikį aplinkai. Remiantys projektu “Nacionalinio ekotoksiškumo tyrimų laboratorijų tinklo (NETL) sukūrimas” ir partnerystės sutartimi (tarp GTC ir AAA) nuotekų ekotoksiškumo tyrimai, taikant priimtą ir patvirtintą biotestų sistemą, bus vykdomi naujai įkurtoje ir įrengtoje akredituotoje pagal LST ISO EN 17025 Centrinėje ekotoksiškumo tyrimų laboratorijoje.

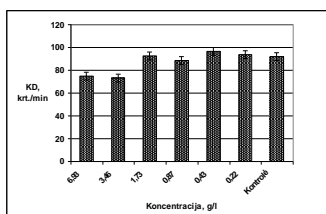
Sunkiųjų metalų, jų mišinių, naftos ir jos produktų, nuotekų toksinio poveikio įvertinimas naudojant skirtingo filogenetinio ir ontogenetinio lygio testorganizmus ir jų rodiklius (mokslinių tyrimų rezultatai)



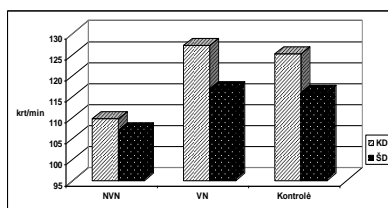
Pav. 1. Cu ir Zn 96 val. LC50 vaivorykštinio upėtakiui ontogenezėje (Marčiulionienė ir kt., 2002).



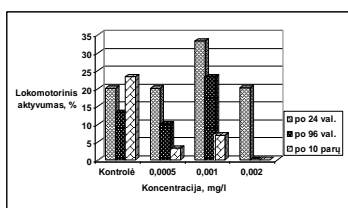
Pav. 2. Sunkiųjų metalų modeliųjų mišinių poveikis vaivorykštinio upėtakiui embrionų ir lervų mirtingumui (Marčiulionienė ir kt., 1998).



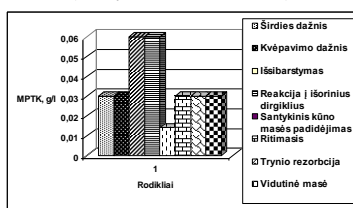
Pav. 3. Naftos toksinis poveikis vaivorykštinio upėtakiui kvėpavimui (KD) (Kazlauskienė ir kt., 2008).



Pav. 4. Nevalytų (NVN) ir valytų (VN) Vilniaus m. nuotekų toksinis poveikis vaivorykštinio upėtakiui kvėpavimui (KD) ir širdies darbui (ŠD) (Vosyliienė ir kt., 2010).



Pav. 5. Cu toksinis poveikis *Daphnia magna* lokomotoriniam aktyvumui (Metinė ataskaita, 2010).



Pav. 6. Mazuto MPTK nustatytos pagal vaivorykštinio upėtakiui jautriausius rodiklius (Kazlauskienė ir kt., 2004).

Padėka. Šis darbas buvo finansuojamas Lietuvos Mokslo Tarybos, projekto Nr. MIP-58/2010

Literatūra

- Aplinkos būklė 2001. 2002. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, Vilnius.
- Bakšienė, J., Vosylienė, M. Z., Andreikėnaitė, L., Milukaitė, A. 2009. *Acta Zoologica Lituanica* 19(3): 188-197.
- Četkauskaitė, A., Beržinskienė, J. ir kt. 1998. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B* 52: 226–231.
- Environmental Protection Series. Report EPS 1/RM/28. December 1992. Canada.
- EPA. 1992. Introduction to Water Quality Based Toxics Control for the NPDES Program. Washington, DC 20460, USA.
- Kazlauskienė, N. 2004: Ed. M. Anke ir kt. 22. Workshop 2004. Macro and Trace Elements; Mengen- and Spurenelemente. Schubert-Verlag, Leipzig. 1. Auflage, 1172-1177.
- Kazlauskienė, N., Burba, A., Svecevičius, G. 1994. *Ekologija* 1: 33-36.
- Kazlauskienė, N., Marčiulionienė, D., Virbickas, T. 2008. *Polish Journal of Environmental Studies* 17(1):163-167.
- Kazlauskienė, N., Svecevičius, G., Vosylienė, M.Z. 1999. In: D.A. Lovejoy (Editor), Heavy Metals in the Environment: An Integrated Approach, Lithuania, 231-234.
- Kazlauskienė, N., Marčiulionienė, D., Montvydienė, D., Svecevičius, G., Vosylienė, M.Z. 2003. *Environ. and Chemical Physics*. 25(3):116-122.
- Kazlauskienė, N., Svecevičius, G., Vosylienė, M. Z., Marčiulionienė, D., Montvydienė, D. 2004. *Environmental Toxicology* 19: 449-451.
- Kazlauskienė, N., Vosylienė, M. Z., Karpovič R., Taujanskis E. 2010. *Food and Environment Safety* IX(4):118-124.
- Kazlauskienė, N., Vosylienė, M. Z., Marčiulionienė, D., Montvydienė, D., Beržinskienė, J. 2004. Vandens telkinių apsauga ir valdymas (Protection and Management of Water Bodies. Kaunas, 100-109.
- Kazlauskienė, N., Vosylienė, M. Z., Ratkelytė, E. 2008. In: Hlavinec P., Bonacci O., Marsalek J. Mahrikova I. (eds) *Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle*. Springer, 307-316.
- Kazlauskienė, N., Vosylienė, M.Z. 2008. *Polish Journal of Environmental Studies*, 17(2): 291-293.
- Kazlauskienė, N., Svecevičius, G., Petrauskienė, L., Vosylienė, M. Z. 2010. *Polish Journal of Environmental Studies*, 19(2):429-433.
- Manusadžianas, L., Vitkus, R., Sakalauška, V. 1995. *Environ. Toxicol. Water Qual.* 10: 49–56.
- Marčiulionienė, D., Lakačiauskienė, R., Montvydienė, D., Kazlauskienė, N., Svecevičius, G., Burba, A. 1998. *Ekologija* 4:54-59.
- Marčiulionienė, D., Montvydienė, D., Kazlauskienė, N., Svecevičius, G. 2002. *Environmental and Chemical Physics* 24:73-78.
- Metinė ataskaita 2010. LMT finansuojamo projekto Prioritetinių sunkiųjų metalų subletalus poveikio ypatumų vandens gyvūnų elgsenai tyrimai.
- Petrauskienė, L. 2008. *Lauterbornia* 65:163-175.
- Svecevičius, G. 1999. In: D.A. Lovejoy (Editor), *Heavy Metals in the Environment: An Integrated Approach, Lithuania*, 275-278.
- Svecevičius, G. 2001. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 67:680-687.
- Svecevičius, G. 2003. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 71:226-233.
- Svecevičius, G. 2005. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 74:845-852.
- Svecevičius, G. 2007. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 79:596-600.
- Svecevičius, G. 2009. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 82:564-568.
- van Leeuwen, C. J., Hermens, J.L.M. (Ed.). 1995. *Risk Assessment of Chemicals: an Introduction*. Kluwer Academic Publishers.
- Vosylienė, Z.M. 2008. Kn.: *Biota ir globali kaita II*, VU Ekologijos institutas, Vilnius, 51-66.
- Vosylienė, M. Burba, A., Kazlauskienė, N., Petrauskienė, L., Svecevičius, G., Stasiūnaitė, P. 1999. In: *Metals in the Environment: an integrated approach*, ed. by D. Lovejoy, Vilnius, 213-216.

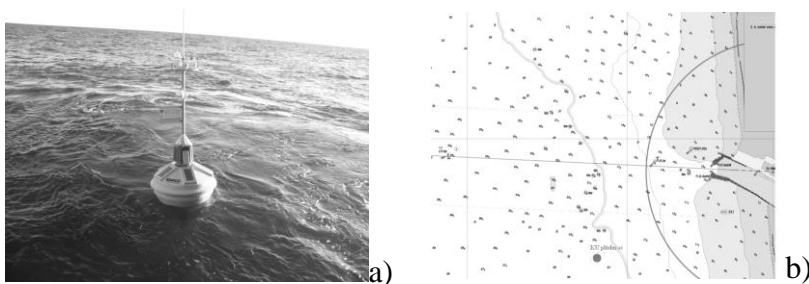
- Vosyliienė, M.Z., Svecevičius, G., Kazlauskienė, N. 2001. Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in ontogenesis: In: *Industrial Toxicology 2001*, Proceedings. Ed. V. Romančík. Bratislava, 145-149.
- Vosyliienė, M. Z., Kazlauskienė, N., Svecevičius, G. 2003. *Environmental science and Pollution research* 10(2):103-107.
- Vosyliienė, M.Z., Kazlauskienė, N., Jokšas, K. 2005. *Environ. Sci. & Pollut. Res.* 12(3):136-139.
- Vosyliienė, M.Z., Marčiulionienė, D., Kazlauskienė, N., Montvydienė, D., Svecevičius, G. 2003. *Leidinyis „Biologinių testų komplekso taikymas vertinant vandenų toksiškumą“*. Vilnius, LHD, 16 p.
- Vosyliienė, M.Z., Kazlauskienė, N. 2004. *Acta Zoologica Lituanica* 14(1):13-18.
- Vosyliienė, M. Z., Kazlauskienė, N. 2004. *Vandens telkinių apsauga ir valdymas* (Protection and Management of Water Bodies) Straipsnių rinkinys (Proceedings). Kaunas, 219-222.
- Vosyliienė, M.Z., Svecevičius, G., Kazlauskienė, N. 2004. Fish Physiology, Toxicology, and Water Quality, Tallinn, Estonia, May 12-15, 2003, U.S. Environmental Protection Agency, Ecosystems Research Division, Athens, Georgia. EPA 600/R-04/049. 159-170.
- Vosyliienė, M. Z., Kazlauskienė, N., Bakšienė, J., Andreikėnaitė, L., Milukaitė, A., Taujanskis, E. 2010. *Water Science and Technol.* 62(4):859-865.
- Лесников, Л. А. 1989. *Методические указания по установлению предельно допустимых концентраций вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов и дополнительных характеристик, нужных для расчетов ПДС*.
- Лукьяненко, В.И., Карпович, Т.А. 1989. *Биотестирование на рыбах*.
- Кабилов, Р.Р., Сагитова, А.Р., Суханова, Н.В. 1997. *Экология* 6:408-411.
- Филенко, О. Ю. 1988. *Водная токсикология*.
- Флеров, Б. А. 1989. *Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных*.

BANGŲ MODELIO SWAN TAIKYMAS BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖJE

Loreta Kelpšaitė

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

Instaliavus automatinę vandens kokybės stebėjimo sistemą (pav. 1) Lietuvos priekrantėje 2010 metų rugsėjo –lapkričio mėnesiais buvo sukaupti hidrometeorologiniai duomenys, kurių pagrindu galima patikrinti ir sukalibruoti matematinius hidrologinius modelius.



1 pav. (a) Automatinės vandens kokybės stebėjimo sistema ir (b) jos instaliavimo vieta, pažymėta apskritimu.

Bangos yra viena iš svarbiausių hidrodinaminių veiksnių jūriniuose procesuose. Bangos dalyvauja nešmenų transporte, krantodaros procesuose, ekosistemos funkcionavime. Vizualūs bangų stebėjimai dažnai yra nepakankami įvertinant bendrą bangų režimą visoje Lietuvos priekrantėje. Šio darbo tikslas Lietuvos priekrantėje pritaikyti SWAN modelį, naudojant automatinės vandens kokybės stebėjimo sistemos vėjo stiprumo ir krypties duomenis.

SWAN (Simulating WAVes Nearshore) - trečios kartos, atviros prieigos, bangų modelis. SWAN modelis yra paremtas bangų balanso lygtimi, savyje išsaugojęs bangų generavimo, sklaidos, bangų tarpusavio sąveiką iš WAM giliavandenio bangų modelio (Komen ir kt., 1994). Modelis sukurtas Delfto Technologiniame Universitete yra prieinamas <http://www.swan.tudelft.nl>. Šiai dienai tai plačiausiai naudojamas priekrantės bangų modelis.

Matavimo sistemų instaliavimas Lietuvos priekrantėje suteikia duomenų matematinių modelių pritaikymui, jų kalibravimui ir validavimui. Matavimų duomenys yra tikslius, tačiau taškiniai. Jie negali būti taikytini visoje Lietuvos priekrantėje. Tuo pat metu modeliavimo rezultatai padengia visą tiriamąjį plotą. Šiame pranešime bus pristatyti SWAN modelio validacijos rezultatai, gauti panaudojus okeanografinio plūduro duomenis ir pristatyti pirmieji modeliavimo

rezultatai apie priekrantės bangų režimą.

Šis tyrimas buvo atliktas vykdant Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą "Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą" (LT0047)

Literatūra

Komen, G. J., Cavaleri, L., Donelan, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S., Janssen, P. A. E. M. 1994. *Dynamics and Modelling of Ocean Waves*. Cambridge Univ. Press, New York, 532 pp.

ŽVEJYBOS VERSLO PATIRTŲ NUOSTOLIŲ DĖL KITOS ŪKINĖS VEIKLOS BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖJE KOMPENSAVIMAS

Antanas Kontautas¹, Tomas Zolubas²

*¹Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas, Biologijos
katedra, Klaipėda, antanas.kontautas@ku.lt*

²Žuvininkystės tarnyba prie LR ŽŪM, Klaipėda

Nuo seniausių laikų žvejyba žmonijai buvo vienas pagrindinių maisto gavybos būdų, darbo vieta bei ekonominė nauda. Vandens išteklių gausa buvo laikoma neišmatuojama gamtos dovana. Tačiau, vis labiau pažįstant ir ypač vykstant dinamiškam žuvininkystės vystymuisi po Antrojo pasaulinio karo, šis mitas išblėso supratus, kad vandens ištekliai, nors ir savaime atsistatantys, nėra begaliniai ir turi būti tinkamai tvarkomi norint palaikyti tolesnę aprūpinimo maistu, ekonominę ir socialinę palaikymo politiką vis didėjant pasaulio žmonių skaičiui (International..., 1992). Tarptautinės konferencijos dėl atsakingos žuvininkystės, įvykusios 1992 metais Kankune (Meksikoje) deklaracijoje (ją ratifikavo Jungtinių Tautų ir FAO vėliau vykusios konferencijos, daugelis pasaulio valstybių, tame tarpe ir Lietuva), 6.9 straipsnyje rašoma “Šalys privalo garantuoti, kad žuvininkystės interesai, įskaitant būtinybę išsaugoti žuvų išteklius, būtų paisomi daugiaplaniame pakrančių zonos panaudojime ir būtų įtraukti į pakrančių zonos valdymą, planavimą ir vystymą” (International..., 1992).

Numatant vykdyti tam tikrus darbus uoste arba jūroje, būtina iš anksto numatyti kompensacines priemones žuvų išteklių atstatymui ir nuostolių žuvininkystei kompensavimo mechanizmą. Įvairūs darbai, vykdomi jūroje ir priekrantėje, daugeliu atvejų turi neigiamos įtakos ekologinėms sąlygoms ir sąlygoja produktyvumo sumažėjimą. Visus minėtus faktorius galime apibendrinti ir įvertinti kaip galimą žalą žuvininkystei.

Tyrimų metu buvo išanalizuota apie 7000 žvejų atskaitų, tyrimai apėmė 2003-2009 metų laikotarpį. Priekrantės žvejybos verslas Lietuvoje atsinaujino 1992 m. Palaipsniui žuvų sugavimai didėjo, o 2004 m. pasiekė maksimalų dydį – 593 t. Žvejybos intensyvumas didėjo iki 2001 m., o po to turėjo tendenciją mažėti. 2009 m. priekrantės žvejai sugavo 392 tonas žuvų. Didžiąją sugavimų dalį sudarė menkės (135,9 t, 34,6 %), stintos (107,6 t, 27,4 %), strimelės (84,4 t, 21,5 %), upinės plekšnės (18,1 t, 4,6 %), žiobriai (16,1 t, 4,1 %), otai (9,8 t, 2,5 %). Pirmais metais nustatyti tokie dideli versliniai vėjažuvių (6,6 t) sugavimai. 2009 metais, lyginant su 2001 m., žvejybos intensyvumas sumažėjo 2,2 karto, o žvejybos efektyvumas padidėjo 1,8 karto. Žvejybos efektyvumo padidėjimui šiuo atveju didelę įtaką turėjo ne tik žvejybinio intensyvumo sumažėjimas bet ir labai sparčiai atsikuriantys menkių ištekliai, menkėms sudarant vis didesnes

koncentracijas priekrantėje. Dėl labai netolygaus žvejojimo žvejojimo įmonių pasiskirstymo pagal veiklos pobūdį ir pajėgumus, bei žvejojimo verslo sezoniškumo, numatant kompensacijas už žvejojimo verslo galimybių praradimą dėl kitų ūkio subjektų veiklos Baltijos jūroje yra naudojamas pajamų per vieną žvejojimo pastangą dydis. Atsižvelgiant į žvejojimo Baltijos priekrantėje ypatumus, šis dydis: Baltijos priekrantėje yra 30 metrų ilgio statomo tinklaičio pajamos per vieną žvejojimo dieną. Baltijos pakrantė įvairi, todėl atsižvelgiant į hidrologines, hidrobiologines, žuvų migracijos, žvejojimo pajėgumų pasiskirstymą, aplinkosauginius aspektus, Baltijos jūros priekrantėje yra išskirti keturi rajonai su skirtingomis žvejojimo sąlygomis. Žvejojimo intensyvumas labai varijuoja, priklausomai nuo žvejojimo rajono bei metų laiko: didžiausias apkrovimas tinklaičiais stebimas II rajone (metinis vidurkis – $140,72 T_{30D_{km}}$), mažiausias – III rajone (metinis vidurkis – $21,3 T_{30D_{km}}$). Didžiausias vidutinis apkrovimas tinklaičiais Baltijos jūros priekrantėje stebimas sausio - gegužės mėnesiais, mažiausias – liepos mėnesį, kuomet žvejojimas beveik nevyksta. Didžiausios pajamos iš vieno 30 metrų ilgio tinklaičio per parą visuose rajonuose būna sausio – vasario bei lapkričio – gruodžio mėnesiais, kitu metų laiku pajamos būna mažesnės. Įvertinus žvejojimo charakteristikų pokyčius, įvykusius per 2004-2009 m., buvo palygintos vidutinės pajamos iš vieno 30 metrų ilgio tinklaičio per vieną žvejojimo dieną (įverčius) pagal Baltijos priekrantės rajonus ir mėnesius 1996-2003 m. ir 2004-2009 m. Nustatyta, kad įverčių reikšmės priklausomai nuo rajono padidėjo nuo 1,2 iki 2,3 karto. Tai reiškia, jog tokiais dydžiais padidėjo vidutiniai įverčių dydžiai. Tai įtakojo žvejojimo efektyvumo padidėjimas beveik 1,8 karto bei labai sparčiai atsikuriantys menkių ištekliai.

Kaip vienas iš būdų įvertinti tiesioginius žvejojimo patiriamus nuostolius tai žuvų sugavimų įvertinimas prieš pradėdant darbus jūroje ir po to kada dalis ar visi darbai atlikti, žvejojimą vykdančioms pat pastangoms tuo pačiu metų laiku ir tose pat vietose. Turint kelių metų duomenis galima gana tiksliai paskaičiuoti reikiamos teritorijos ploto vieneto produktyvumą per metus. Įvertinant sugavimų skirtumą taip pat būtina įvertinti bendrą visai jūrai arba aplinkinėms ekonominėms zonoms sugavimų sumažėjimą ar padidėjimą atsižvelgiant į rūšinius pokyčius.

Kai kuriose šalyse pvz. Švedijoje (Hammer, 1994) nuostolius padariusi organizacija žvejams moka nustatyto dydžio kompensacijas dar 20 m po žalą darančios veiklos pabaigos. Dėl įvairių organizacijų ūkinės veiklos padarinių pakitusio dugno reljefo Šiaurės jūroje Anglijos žvejojimo asociacijos už tralinei žvejojimui prarastas teritorijas gauna kasmetines kompensacijas po 725 svarus sterlingų už kiekvieną kvadratinį kilometrą (Buchan, Allan, 1992). Panašaus dydžio kompensacijos mokamos ir Norvegijos žvejams. Kompensacijos dydis nustatomas įvertinant potencialius rajono kuriame negalima tralinė žvejojimas sugavimus (Патин, 1997).

Kaip ir daugelyje valstybių, Lietuvoje vieno subjekto neigiama veikla (pvz.: Klaipėdos valstybinis jūrų uostas) kito subjekto atžvilgiu (pvz.: žvejybos įmonės) įstatymo pagrindu pripažįstama kaip žala, ir pagal patvirtintą metodiką apskaičiuojami tiesioginiai nuostoliai dėl nepagautos žuvies (kompensacijos). Pagal patvirtintą metodiką taip pat turėtų būti skaičiuojama neigiama įtaka dėl padidėjusio drumstumo ir nuosėdų daroma žala fitoplanktonui, zooplanktonui, mitybiniam bentosui, nerštavietėms ir t.t.

Bendru atveju, visiškai pasitraukus visoms žuvisms, poveikį galime apskaičiuoti pagal formulę:

$$N = P \times S \times M \times 10^{-3} \text{ (1 formulė), kur:}$$

N - poveikis (žala) pasitraukus visoms žuvisms, tonomis;

P - teritorijos arba jos dalies produktyvumas (prieš poveikį) per laikotarpį (pvz. metus) kg / ploto vienetui (kg / km²);

S - teritorijos ar jos dalies plotas (km²);

10⁻³ - daugiklis kg pavertimui tonomis.

M – daugiklis, įvertinantis žuvų pasitraukimo laikotarpio trukmę arba per kurį žvejai negali žvejoti.

Visiškai pasitraukus visoms žuvisms poveikis (žala) turėtų būti vertinami visam laikotarpiui kol žuvų išteklių atsistatys.

Žuvų produktyvumas, įvertinant migracinius ciklus, gali būti nustatomas įvairioms žuvų rūšims atskirai ir atskiriems metų periodams. Tokiu atveju galima paskaičiuoti numatomą žalą kiekvienai žuvų rūšiai atskirai ir apskaičiuoti visą žalą pagal formulę:

$$N = \sum P \times S \times M_n \times 10^{-3} \text{ (2 formulė), kur:}$$

M_n – daugiklis įvertinantis per kokį laikotarpį pilnai atsistatys konkrečios žuvies rūšies išteklių.

Kadangi monitoringo duomenis surinkti yra labai brangu, jie dažnai nepadengia tų rajonų, kuriuose reikėtų įvertinti teritorijos produktyvumą, arba atspindi realią situaciją didelės skalės laiko mastelyje (pvz.: ketvirtis). Neturint pilnos informacijos apie išteklių sumažėjimą, tenka naudoti žvejybinio efektyvumo arba oficialios statistikos duomenis. Todėl, vertinant žvejų patirtus nuostolius, galime pasinaudoti oficialia verslinių sugavimų statistika ir tik dalinai monitoringo tyrimų duomenimis.

Vieno kvadratinio kilometro laimikio vertė šiame darbe yra dydis, atspindintis pajamas už žuvį, pagautą vieno kvadratinio kilometro plote. Trumpiau ši rodiklį vadinsime laimikio verte - L_{V/km}, ši rodiklį sąlygoja ne tik pagautos žuvies kiekis, bet ir rūšinė sugavimų sudėtis. Jis skaičiuojamas pagal formulę:

$$L_{v/km} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{Ri} * K_{Ri})}{S} \quad (3 \text{ formulė}),$$

kur: L_{Ri} – atitinkamos žuvų rūšies sugavimas rajone kilogramais;

K_{Ri} – atitinkamos žuvų rūšies kaina litais;

S – rajono plotas kvadratiniais kilometrais.

Vieno kvadratinio kilometro laimikio vertę padalinę iš vieno kvadratinio kilometro apkrovimo 30 m ilgio tinklaičiais, gausime pajamas vienu 30 metrų tinklaičiu per vieną žvejybos dieną:

$$L_{v30} = \frac{L_{v/km}}{T_{30} D_{km}} \quad (4 \text{ formulė}),$$

kur: L_{v30} - pajamos iš vieno 30 metrų tinklaičio per dieną litais;

Kompensacijos suma litais skaičiuojama sekančiai:

$$K = \frac{l * d * L_{v30}}{30} \quad (5 \text{ formulė}),$$

kur K – kompensacijos suma litais ;

l – žvejybos įmonei leidžiamų naudoti statomų tinklų ilgis metrais;

d – dienų, kuriomis buvo sustabdyta žvejyba dėl kitos ūkinės veiklos Baltijos jūroje, skaičius;

L_{v30} – vidutinės pajamos iš vieno 30 metrų ilgio tinklaičio per vieną žvejybos dieną litais atitinkamame rajone ir atitinkamą mėnesį.

Uždarant žvejybą dėl tam tikros ūkinės veiklos atskiruose baruose ilgesniam laikui - keliems metams arba visiškai, įmonei gali būti išmokėta kompensacija už rajono produktyvumo pasikeitimą pagal darbe nurodytą formulę arba - jei įmonė traukiasi iš verslo - sumokama kompensacija pagal tuos pačius principus, pagal kuriuos buvo paskaičiuota kompensacijų suma žvejybos įmonėms, pasitraukiant iš žvejybos veiklos priekrantėje pagal Lietuvos žuvininkystės sektoriaus 2007–2013 metų veiksmų programos prioritetinės krypties „Jūrų žvejybos laivyno pritaikymo priemonės“ priemonę „Žvejybos laivų atidavimas į metalo laužą“. Žvejybos atviroje Baltijos jūroje atveju, kompensacijos skaičiuojamos pagal tą patį principą, t.y. kompensuojamos negautos pajamos dėl kitų ūkinių subjektų veiklos.

Literatūra

Buchan, G., Allan, R. 1992. The impact on the fishing industry. London and New York. Elsevier Applied Science.

- Hammer, M. 1994. Natural and human-made capital interdependencies in fisheries. Examples from the Baltic Sea, Stocholm University.
- International conference on responsible fishing, Cancun, Mexico, 6-8 May 1992.
- Kontautas, A. ir kt. 2003. Ataskaita „Būtingės terminalo ūkinės – gamybinės veiklos įtaka žuvų mitybini bazei, nerštavietėms ir jauniklių atsiganymo vietoms Baltijos jūroje. Padarytos žalos žvejybos verslui įvertinimas“. Klaipėda.
- Maksimovas, J. ir kt. 1999. Įvertinti dampungo įtaką Baltijos jūros verslinių žuvų ištekliams. LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorijos mokslinė 1999 m ataskaita. Klaipėda
- Maksimovas, J. ir kt. 2000. Sąvartyno įtakos verslinių žuvų ištekliams Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje tyrimas. LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorijos mokslinė 2000 m. ataskaita. Klaipėda.
- Maksimovas, J. ir kt. 2001. Sąvartyno įtakos verslinių žuvų ištekliams Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje tyrimas. LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorijos mokslinė 2001 m. ataskaita. Klaipėda.
- Repečka, R. 1994. Būtingės naftos terminalas. (Ekologinė situacija). Žuvų bendrijos rūšinė sudėtis ir gausumas. Ekologijos institutas, Vilnius.
- Патин, С. А. 1997. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. Москва. Издательство ВНИРО.
- Рыбоохрана. Сборник документов. 1988. Москва. Юридическая литература.

CIANOTOKSINAI HIDROEKOSISTEMOSE: PRIEŽASTYS IR PASEKMĖS

Judita Koreivienė, Jūratė Kasperovičienė, Jūratė Karosienė

*Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas, Hidrobotanikos laboratorija, Vilnius,
judita.koreiviene@botanika.lt*

Nuo XX a. pradžios 3,5 karto padidėjusi gyventojų populiacija ne tik intensyviai naudoja Žemės resursus, tačiau keičia supančią aplinką, įtakoja globalius geocheminius virsmus (Brand *et al.*, 2010; Kinnear, 2010). Dėl plėtojamos žemdirbystės ir gyvulininkystės bei padidėjusios dirvos erozijos, augant miestams didėja biogeninių medžiagų prietaka į hidroekosistemas, skatinama pirmiausia mažųjų vandens telkinių (tvenkinių, ežerų, upių), toliau lagūnų, estuarijų ir jūrų, jų tarpe ir Baltijos jūros, eutrofikaciją (Brand *et al.*, 2010). Vienas akivaizdžių poveikio aplinkai pavyzdžių – melsvabakterių ir dumblių vystymosi arealų plėtimasis ir intensyvėjantys „žydėjimai“, kurių metu į aplinką išsiskiriamos kitiems organizmams toksiškos medžiagos. Toksiniai dumblių „žydėjimai“ šiuo metu yra viena iš aktualiausių gamtosaugos problemų (Figueiredo *et al.*, 2004). Apskaičiuota, kad jų ekonominė žala JAV akvakultūrai, turizmui, rekreacijai, monitoringui ir „žydėjimų“ valdymui siekia 50 mlrd. dolerių per metus (Cruz *et al.*, 2010). Be mažėjančios kraštovaizdžio estetinės vertės, ekologinių problemų, ekonominių nuostolių didžiausios ir svarbiausios melsvabakterių „žydėjimų“ pasekmės yra neigiamas, kartais ir letalus, poveikis žmonių sveikatai (Rogalus, Watzin, 2008).

Pirmasis apsinuodijimo melsvabakterių sintetiniais toksinais atvejis aprašytas Pietų Australijoje (Francis, 1878). Šiuo metu toksiniai vandens „žydėjimai“ užregistruoti daugiau nei 60 pasaulio šalių (Merel *et al.*, 2010), nustatyta, kad nuo 25 iki 75 % melsvabakterių „žydėjimų“ gali būti toksiški (Chorus, 2001). Kadangi ta pati rūšis gali formuoti toksinus sintetinančias ir nesintetinančias populiacijas, todėl melsvabakterių „žydėjimas“ indikuoja tik potencialią grėsmę (Mazur *et al.*, 2003; Kurmayer, Cristiansen, 2009). Vienos rūšies populiacija gali sintetinti net kelis toksinius junginius (Mazur *et al.*, 2003). Pagal Orr ir Jones (1998) hipotezę visi aplinkos veiksniai cianotoksinų sintezę įtakoja netiesiogiai, t.y. veikdami melsvabakterių ląstelių dalijimąsi ir augimą (cit. pagal Kurmayer, Cristiansen, 2009).

Melsvabakterės – plačiai paplitę prokariotiniai organizmai, pasižymintys didele morfologijos, fiziologijos ir metabolizmo įvairove, aptinkami sausumos ir vandens ekosistemose (Messineo *et al.*, 2009). Tai seniausi fotosintezę vykdančios organizmai, ilgos (2,5 bilijonų metų) evoliucijos eigoje prisitaikę prie kintančios aplinkos. Melsvabakterių pagalbinių pigmentai leidžia joms efektyviai absorbuoti saulės šviesą ir apsaugo nuo jos pertekliaus (Mazur-Marzec, 2006). Dauguma

„žydėjimus“ sukeliančių melsvabakterių turi aerotopus, kurių pagalba reguliuojama optimali padėtis vandens stulpe, o savybė formuoti dideles kolonijas ir aglomeratus sumažina jų išėdimo galimybes (Mankiewicz *et al.*, 2003). Kai kurios rūšys gali fiksuoti molekulinį azotą heterocistose bei akumuliuoti fosforo junginius, kas leidžia jiems būti konkurencingesniais dėl maistmedžiagių su kitais pirminiais producentais. Nepaisant to, maistmedžiagių (azoto ir fosforo junginių) prietaka, dažniausiai antropogeninio poveikio įtakoje, skatina melsvabakterių vystymąsi. Daugumos melsvabakterių vystymosi temperatūros optimumas yra aukštesnis nei eukariotinių dumblių, todėl vidutinio klimato juostos vandens telkiniuose jos paprastai intensyviai vystosi antroje vasaros pusėje ir ankstyvą rudenį. Nuo XX a. pradžios žmogaus įtakojama globali klimato kaita nulėmė planetos klimato atšilimą, kuris prailgino melsvabakterių vystymosi trukmę, didėjo „žydėjimo“ intensyvumas, paspartėjo tropikams ir subtropikams būdingų, dažnai potencialiai toksinių, melsvabakterių rūšių skverbimasis bei įsikūrimas šiauriau jų arealo esančiose teritorijose (Merel *et al.*, 2010).

Cianotoksinai – melsvabakterių antriniai metabolitai išsiskiriantys į aplinką ląstelėms suirus, todėl didžiausi jų kiekiai aptinkami „žydėjimo“ pabaigoje (Mankiewicz *et al.*, 2003). Šiuo metu pasaulyje yra žinoma apie 90 toksinus sintetinančių melsvabakterių rūšių, priklausančių daugiau nei 40 genčių. Pagal cheminę struktūrą cianotoksinai yra peptidai, alkaloidai, fenoliai, lipopolisacharidai (Messineo *et al.*, 2009), tačiau dažniau cianotoksinai skirstomi pagal jų poveikį žmonėms ir gyvūnams: hepatotoksinai, neurotoksinai, citotoksinai ir dermatotoksinai (Kurmayer, Cristiensen, 2009). Nustatyta daugiau nei 140 melsvabakterių sintetinančių skirtingų cianotoksinų, tačiau manoma, kad tai sudaro apie 30 % šių prokariotų sintetinančių junginių (Hisem *et al.*, 2011). Išskirtos penkios pavojingiausios žmonėms ir gyvūnams cianotoksinų grupės: mikrocystinai, nodularinai, cilindrospermopsinas, anatoksinai ir saksitoksinai (Merel *et al.*, 2010).

Hepatotoksinai inhibuoja kepenų ląstelių proteinfosfatazę. Fosforilinti baltymai kaupiasi ląstelėje, sukeldami jų nekrozę, to pasekoje iššaukiamas kepenų kraujavimas, hemoraginis šokas ir ištinka mirtis (Merel *et al.*, 2010). Šie toksinai pasižymi genotoksiškumu, subletalios dozės sukelia vėžinius susirgimus. Dvidešimt dviejų genčių melsvabakterės gamina dažniausiai aptinkamus hepatotoksinius-mikrocystinus, identifikuotos apie 90 skirtingo toksiškumo toksino izoformos (1 lentelė; Messineo *et al.*, 2009; Pearson *et al.*, 2010). Tai monocikliniai heptapeptidai, kuriuos gėluosiuose vandens telkiniuose dažniausiai sintetina *Microcystis*, *Anabaena*, *Planktothrix* genčių melsvabakterės (Mazur-Marzec, 2006). Baltijos jūroje mikrocystinus sintetina *Anabaena* melsvabakterės (Halinen *et al.*, 2007), tačiau dažniau jūroje aptinkami *Nodularia* sintetinami cikliniai pentapeptidai nodularinai (Mazur-Marzec, 2006; Pearson *et al.* 2010). Dėl *Cylindrospermopsis raciborskii* invazijos iš tropikų į vidutinio klimato juostos

vandens telkinius, ežeruose vis dažniau aptinkamas cilindropermopsinas (Merel *et al.*, 2010) (1 lentelė). Tai biologiškai aktyvus guanidino alkaloidas, pasižymintis hepatotoksinu, neurotoksinu ir citotoksinu poveikiu (Pearson *et al.* 2010).

1 lentelė

Cianotoksinų grupės, juos sintetinančios melsvabakterės ir cianotoksinų toksiškumas žinduoliams

Cibnotoksinų grupė	Melsvabakterių gentys sintetinančios toksinus	Izoformų skaičius	LD ₅₀ , µg/kg	Toksiškiausias junginys (LD ₅₀)
Mikrocystinai	<i>Anabaena</i> , <i>Anabaenopsis</i> , <i>Aphanocapsa</i> , <i>Arthrospira</i> , <i>Chroococcus</i> , <i>Cyanobium</i> , <i>Fischerella</i> , <i>Haplosiphon</i> , <i>Leptolyngbya</i> , <i>Limnothrix</i> , <i>Merismopedia</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Phormidium</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Plectonema</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>Radiocystis</i> , <i>Synechococcus</i> , <i>Synechocystis</i> , <i>Woronichinia</i>	90	50-1200	MC-LR 50-1200 µg/kg
Nodularinai	<i>Nodularia</i>	9	50-60	
Cylindropermopsinai	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Cylindropermopsis</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Raphidiopsis</i> , <i>Umezakia</i>	3	2100	
Anatoksinai	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Oscillatoria</i> (bentosinės), <i>Phormidium</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Cylindropermum</i>	3	20-500	ANTX-a(s) 20 µg/kg
Saksitoksinai	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Cylindropermopsis</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Trichodesmium</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Rivularia</i>	53	10	dcSTX 10 µg/kg

* LD – letali dozė

Jis negrįžtamai inhibuoja gliutinationo, citochromo P450, baltymų sintezę ir lemia ląstelių žūtį, pasižymi genotoksinu poveikiu. Šis toksinas pažeidžia inkstus, plaučius, kepenis, širdį, užkrūčio liauką, žarnyną, gali sukelti navikinius susirgimus, taip pat yra toksiškas embrionui.

Neurotoksinai veikia žmogaus ir kitų organizmų nervų sistemą. Paralyžuodami skeleto ir kvėpavimo sistemos raumenis, šie toksinai sutrikdo kvėpavimo funkciją ir keleto minučių ar valandų bėgyje žmogus uždūsta (Skullberg, 1999; Yunes *et al.*, 2009; Merel *et al.*, 2010; Pearson *et al.*, 2010). Anatoksinus (ANTX), mažos molekulinės masės biciklinius antrinius aminos, gamina septynių genčių melsvabakterės, dažniausiai *Anabaena* genties rūšys. Saksitoksinai, kitaip dar vadinami jūros gėrybių paralyžiuojančiais nuodais, tai – heterociklinis guanidinas, kurį sintetina aštuonių genčių melsvabakterės, dažniausiai *Anabaena circinalis* ir *Aphanizomenon flos-aquae* bei šarvadumbliai (Merel *et al.*, 2010). Saksitoksinų poveikis žmogui pasireiškia jau po 30 min., juntamas lūpų, liežuvio, burnos dilgčiojimas ar deginimas, veido tirpimas,

prakaitavimas, iššaukiamas vėmimas ir viduriavimas. Stipriai apsinuodijus, prarandama koordinacija, ištinka kūno ir kvėpavimo takų paralyžius, sustoja širdis. Pastaruoju metu nustatyta, kad visos melsvabakterės sintetina mažo molekulinio svorio labai reaktyvių neurotoksinu poveikiu pasižyminčią amino rūgštį – beta-N-metilamino-L-alaniną (BMAA) (Brand *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2010). Net labai mažos 10-30 nM BMAA koncentracijos yra toksiškos, gali sukelti Alzheimerio, Parkinsono ir išsėtinės sklerozės ligas (Cox, Banack, 2006).

Dauguma cianotoksinų yra vandenyje tirpūs junginiai, tačiau toksiškumas (1 lentelė) ir rezistentiškumas skiriasi. Didelė mikrocystinų izoformų įvairovė sąlygoja platų jų toksiškumo variavimą. Mikrocystinų ir nodularinų cikliška struktūra lemia didelį šių junginių stabilumą: atsparūs virimui, cheminei hidrolizei, oksidacijai. Juos ardo intensyvi UV radiacija ir stiprūs oksidatoriai (ozonas, chloras) (Merel *et al.*, 2010). Cylindrospermopsinai – nestabilūs junginiai, šviesoje suyrantys po 3 dienų, terpės pH ir temperatūra poveikio jų degradacijai nedaro. Neurotoksinai anatoksinai nestabilūs junginiai, ypač šarminėje aplinkoje (Merel *et al.*, 2010). ANTX-a greitai transformuojasi į netoksiškus junginius saulės šviesoje, ANTX-a(s) yra jautrus aukštai temperatūrai (Villatte *et al.*, 2002). Saksitoksinų toksiškumas priklauso nuo jų izoformos: dekarabomoilsaksitoksinas yra 10-100 kartų toksiškesnis nei N-sulfokarbamoilo derivatai (Merel *et al.*, 2010; Pearson *et al.*, 2010). Pastarieji yra labilūs junginiai, lengvai virstantys toksiškesnėmis izoformomis. Saksitoksinai yra stabilūs junginiai, gėluosiuose vandens telkiniuose išliekantys iki 90 dienų, žmogaus organizme jų skilimo pusperiodis yra apie 90 min. (Merel *et al.*, 2010; Pearson *et al.*, 2010). Vandens virinimas tik padidina saksitoksinų toksiškumą, kadangi jie palaipsniui degradouoja į toksiškesnius junginius.

Žmonės apsinuodija cianotoksinais gerdami vandenį, hemodializės metu, kai naudojamas „žydinčių“ ežerų ir vandens saugyklų vanduo; maudantis; maistui naudojant žuvis, moliuskus ir kitas jūrų gėrybes, kuriuose kaupiasi melsvabakterių sintetiniai cianotoksinai; naudojant iš melsvabakterių gaminamus maisto papildus (Mazur-Marzec, 2006; Kurmayer, Christiansen, 2009; Cruz *et al.*, 2010; Pearson *et al.*, 2010). 1979 m. Australijoje pateko į ligoninę 148 žmonės su cylindrospermopsino sukeltu gastroenteritu (Pearson *et al.*, 2010). Skaudžiausi pasaulyje apsinuodijimo cianotoksinais atvejai užfiksuoti Brazilijoje 1988 m., kai mikrocystiniais geriamame vandenyje apsinuodiję mirė 88 žmonės, o 1996 m. – 76 hemodializės pacientai (Mazur-Marzec, 2006). Pasaulinė sveikatos organizacija nustatė saugias ribines mikrocistino-LR koncentracijas geriamam vandeniui (1 µg/l) ir rekreaciniams vandens telkiniams (20 µg/l) (Chorus, Bartram, 1999; WHO guideline, 2003). Rekomenduojama 1 µg/l cylindrospermopsino koncentracija geriamam vandeniui (Merel *et al.*, 2010). Tačiau kitiems cianotoksinams nustatyti normatyvus nėra pakankamai duomenų (Rogalus, Watzin, 2008; Merel *et al.*, 2010).

Lietuvoje aptinkama daugiau nei 50 potencialiai toksinus sintetinančių melsvabakterių rūšių, priklausančių 25 gentims. Didžioji dalis yra planktoninės (2 lentelė). Ežeruose aptinkamos 46, upėse – 20, pelkėse ir sausumoje – 5, Kuršių mariose – 26, Baltijos jūroje – 29 rūšys. Septyniolika potencialiai toksinių melsvabakterių rūšių vyravo sudarydamos daugiau nei 10 % dumblių gausumo ar biomasės. Dažniausiai aptinkamos fitoplanktone vyraujančios rūšys: *Anabaena circinalis*, *A. flos-aquae*, *A. lemmermanii*, *A. macrospora*, *A. spiroides*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Limnothrix redekei*, *Microcystis aeruginosa*, *Merismopedia tenuissima*, *Planktothrix agardhii*. Mūsų tyrimų duomenys rodo, kad vis dažniau hidroekosistemose aptinkamos *Aphanizomenon gracile*, *A. issatschenkoii*, *Microcystis viridis*, *M. flos-aquae* melsvabakterės.

Europoje ir kitose pasaulio šalyse vykdomas cianotoksinų monitoringas, kontroliuojama rekreacinių vandens telkinių būklė, reglamentuojami pavojingiausių toksinų kiekiai geriamam vandeniui ir rekreaciniams vandens telkiniams. Duomenų apie cianotoksinų kiekius Lietuvos vandens telkiniuose yra mažai. Imunofermentiniu ELISA ir aukšto slėgio chromatografijos metodais mikrocystinai tirti 18-oje eutrofinių ir hipertrofinių ežerų bei Kuršių mariose (Kasperovičienė, 2004, 2008; Kasperovičienė *et al.*, 2005, Paldavičienė *et al.*, 2009). Hepatotoksinų mikrocistinių kiekiai ežeruose svyravo nuo 0,2 iki 2,62 µg/l. 2006/2007 m. Kuršių mariose nustatyti maksimalūs noduliarino ir penkių mikrocystinų izoformų kiekiai atitinkamai buvo NOD 5,81/284,6, MC-LR 134,25/0, MC-RR 30,69/7,5, MC-YR 20,67/0, MC-LY 0,61/0, MC-? 17,35/0 µg/l (Paldavičienė *et al.*, 2009). Kuršių mariose mikrocystinų kiekiai tik 2006 m. viršijo pasaulio sveikatos organizacijos rekreacinių vandens telkinių normatyvus.

Taigi, Lietuvoje pradėti hidroekosistemų vandens „žydėjimą“ sukeliančių melsvabakterių sintetinančių toksinų tyrimai, tačiau gauti rezultatai tai tik nedidelis žingsnis, sprendžiant šių dienų aktualias sveikatos, ekonomines, rekreacijos problemas. Reikalingi tolimesni ir intensyvesni moksliniai tyrimai, įvertinant Lietuvos vandens telkinių „žydėjimo“ mastus, jų metu sintetinančių ir kaupiamų aplinkoje cianotoksinų kiekius, poveikį organizmams. Remiantis gautais duomenimis galima bus siūlyti ribines cianotoksinų koncentracijas Lietuvos rekreaciniams vandens telkiniams.

Padėka. Tyrimus finansavo Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas (sutarties Nr. T–13/04, Nr. T–83/08).

Potencialiai toksinės melsvabakterių rūšys Lietuvos vandens telkiniuose

(trumpiniai: Pl – planktonas, Bt – bentosas, KM – Kuršių marios, BJ – Baltijos jūra; A – anatoksinais, C – cilindrospermopsinas, CT – citotoksinais, D – dermatotoksinais, H – hepatotoksinais, M – mikrocystinais, N – neurotoksinais, S – saksitoksinais, BT – biologiniai toksiško testai su pelėmis).

	Rūšis	Toksinais	Ekologinė grupė	Ežerai	Upės	Dirvos, pelkės	KM	BJ
1	<i>Anabaena bergii</i> var. <i>limnetica</i>	C (?)	Pl	1	-	-	-	-
2	<i>Anabaena circinalis</i>	A, M, S	Pl	25(4*)	1	-	+	+
3	<i>Anabaena flos-aquae</i>	A, M	Pl	95(33)	11	-	+	+
4	<i>Anabaena lemmermanii</i>	A, M, S	Pl	24(6)	1	-	+	+
5	<i>Anabaena macrospora</i>	A	Pl	35(7)	-	-	+	+
6	<i>Anabaena planctonica</i>	A, C, S	Pl	3	-	-	-	+
7	<i>Anabaena solitaria</i>	BT	Pl	-	3	-	-	+
8	<i>Anabaena spiroides</i>	A	Pl	64(7)	5(2)	-	+	+
9	<i>Anabaena variabilis</i>	M	Pl	3	-	-	-	-
10	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	A, S, C	Pl	61(19)	30(8)	-	+	+
11	<i>Aphanizomenon gracile</i>	S	Pl	2(1)	-	-	-	+
12	<i>Aphanizomenon issatschenkoii</i>	S, A	Pl	6	-	-	+	+
13	<i>Aphanizomenon vezoense</i>	BT	Pl	-	-	-	-	+
14	<i>Aphanizomenon klebanii</i>	BT	Pl	3	-	-	-	-
15	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	BT	Pl	10	-	-	+	-
16	<i>Aphanocapsa incerta</i>	BT	Pl	69(6)	3	-	+	+
17	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	BT	Pl	66(5)	3	-	+	+
18	<i>Cyanodictyon imperfectum</i>	BT	Pl	6	-	-	-	-
19	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	A, C, S	Pl	1	-	-	-	-
20	<i>Cylindrospermum</i> spp.	N	Bt	2	1	-	-	-
21	<i>Geitlerinema acutissimum</i>	D	Bt	2	-	-	+	-
22	<i>Gloeothechia echinulata</i>	N, H	Pl	11	-	-	+	+
23	<i>Gloeothechia pisum</i>	BT	Pl	3	-	-	-	-
24	<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	M, N	Bt	2	-	+	-	-
25	<i>Limnothrix redekei</i>	M	Pl	68(33)	6	-	+	+
26	<i>Merismopedia tenuissima</i>	M	Pl	49(3)	3	-	+	+
27	<i>Microcystis aeruginosa</i>	M	Pl	88(29)	11	-	+	+

	Rūšis	Toksina	Ekologinė grupė	Ežerai	Upės	Dirvos, pelkės	KM	BJ
28	<i>Microcystis botrys</i>	M	PI	4	-	-	-	-
29	<i>Microcystis flos-aquae</i>	M	PI	11(2)	-	-	+	+
30	<i>Microcystis ichthyoblabe</i>	M	PI	1	-	-	+	+
31	<i>Microcystis novacekii</i>	M	PI	1	-	-	+	+
32	<i>Microcystis viridis</i>	M	PI	6	-	-	+	+
33	<i>Microcystis wesenbergii</i>	M (?)	PI	29(2)	-	-	+	+
34	<i>Nodularia spumigena</i>	N	PI	1	-	-	+	+
35	<i>Nostoc linkia</i>	M	Bt	1	-	+	-	-
36	<i>Nostoc commune</i>	BMAA	Bt	-	1	26	-	-
37	<i>Nostoc linkia</i>	M	Bt	1	-	1	-	-
38	<i>Nostoc paludosum</i>	M	Bt	3	-	-	-	-
39	<i>Nostoc spongiaeforme</i>	M	Bt	4	1	-	-	-
40	<i>Oscillatoria limosa</i>	M	Bt	17	36	+	-	+
41	<i>Phormidium formosum</i>	A, M	Bt	-	12	-	-	-
42	<i>Planktothrix agardhii</i>	M, A	PI	78(39)	7	-	+	+
43	<i>Planktothrix mougeotii</i>	M, A	PI	3	-	-	-	-
44	<i>Planktothrix rubescens</i>	M, A	PI	-	1	-	-	-
45	<i>Pseudanabaena catenata</i>	A	Bt	4	-	-	-	-
46	<i>Radiocystis geminata</i>	BT	PI	4	-	-	+	+
47	<i>Raphidiopsis medeteranea</i>	HA, A	PI	5	-	-	-	-
48	<i>Snowella lacustris</i>	M, BT	PI	66(1)	8	-	+	+
49	<i>Tolypothrix tenuis</i>	CT	Bt	1	-	-	-	-
50	<i>Trichormus variabilis</i>	A	Bt	4	-	-	+	+
51	<i>Woronichinia naegeliana</i>	N, H	PI	22(1)	3	-	+	+
	Viso			46	20	5	26	29

*vandens telkinių, kuriuose rūšis vyravo, skaičius

Literatūra

- Brand, L.E., Pablo, J., Compton, A., Hammerschlag, N., Mash, D.C. 2010. Cyanobacterial blooms and the occurrence of the neurotoxin, beta-N-methylamino-L-alanine (BMAA), in South Florida aquatic food webs. *Harmful Algae* 9: 620–635.
- Chorus, I. 2001 (ed.). Cyanotoxins, occurrence, causes, consequences. Heidelberg, Springer.
- Chorus, I., Bartram, J. 1999 (ed.). Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management E & FN Spon, London.
- Chorus, I., Bartram, J. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E&FN Spon, London.
- Cox, P.A., Banack, S.A. 2006. A non-protein amino acid and neurodegeneration. *Science* 314:1242.
- Figueiredo, D.R., Azeiteiro, U.M., Esteves, S.M., Gonçalves, F.J.M., Pereira, M.J. 2004. Microcystin-producing blooms - a serious global public health issue. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 59:151–163.

- Halinen, K., Jokela, J., Fewer, D.P., Wahlsten, M., Sivonen, K. 2007. Direct evidence for production of microcystins by *Anabaena* strains from the Baltic Sea. *Applied and environmental microbiology* 73(20):6543–6550.
- Hisem, D., Hrouzek, P., Tomek, P., Tomšicková, J., Zapomelová, E., Skácelová, K., Lukešová, A., Kopecký, J. 2011. Cyanobacterial cytotoxicity versus toxicity to brine shrimp *Artemia salina*. *Toxicon* 57:76–83.
- Kasperovičienė, J. 2004. Toksiniai dumbliai ir cianobakterijos Lietuvos gėluose vandenyse. Ataskaita. Vilnius.
- Kasperovičienė, J., Koreivienė, J., Paskauskas, R. 2005. Cyanoprokaryotes and microcystins dynamics in shallow hypertrophic lake (SE Europe). *Oceanol. Hydrobiol. St.* 34:93–104.
- Kasperovičienė, J. 2008. Planktono melsvabakterių sklaida vandens telkiniuose ir jų toksiškumas. Ataskaita. Vilnius.
- Kinney, S. 2010. Cylindrospermopsin: a decade of progress on bioaccumulation research. *Mar. Drugs* 8:542–564.
- Kurmayer, R., Christiansen, G. 2009. The genetic basis of toxin production in Cyanobacteria. *Freshwater Reviews* 2:31–50.
- Li, A., Tian, Z., Li, J., Yu, R., Banack, S.A., Wang, Z. 2010. Detection of the neurotoxin BMAA within cyanobacteria isolated from freshwater in China. *Toxicon* 55:947–953.
- Mankiewicz, J., Tarczyńska, M., Walter, Z., Zalewski, M. 2003. Natural tolins from cyanobacteria. *Acta biologica Cracoviensia (Series botanica)* 45(2):9–20.
- Mazur, H., Lewandowska, J., Błaszczyka, A., Kot, A., Pliński, M. 2003. Cyanobacterial tolins in fresh and brackish waters of Pomorskie province (northwestern Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies* 32(1):15–26.
- Mazur-Marzec, H. 2006. Characterization of phycotoxins produced by cyanobacteria. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 35(1):85–109.
- Merel, S., Clément, M., Thomas, O. 2010. State of the art on cyanotoxins in water and their behaviour towards chlorine. *Toxicon* 55:677–691.
- Messineo, V., Bogiatti, S., Melchiorra, S., Sechi, N., Lugliè, A., Casiddu, P., Mariani, M.A., Padedda, B.M., DiCorcia, A., Mazza, R., Carloni, E., Bruno, M. 2009. Cyanobacterial tolins in Italian freshwaters. *Limnologia* 39:95–106.
- Paldavičienė, A., Mazur-Marzec, H., Razinkovas, A. 2009. Toxic cyanobacteria blooms in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon. *Oceanologia* 51(2):203–216.
- Pearson, L., Mihali, T., Moffitt, M., Kellmann, R., Neilan, B. 2010. On the chemistry, toxicology and genetics of the cyanobacterial toxins, microcystin, nodularin, saxitoxin and cylindrospermopsin. *Marine Drugs* 8:1650–1680.
- Rogalus, M.K., Watzin, M.C. 2008. Evaluation of sampling and screening techniques for tiered monitoring of toxic cyanobacteria in lakes. *Harmful Algae* 7:504–514.
- Skullberg, O.M. 1999. The biological nature of cyanotoxins-types and effects. ICRO-UNESCO workshop and training course notes. Pannon Agric. University, Hungary.
- Villatte, F., Schulze, H., Schmid, R.D., Bachmann, T.T. 2002. A disposable acetylcholinesterase-based electrode biosensor to detect anatoxin-a(s) in water. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 372(2):322–326.

UOSTŲ PLĖTRA ĮVERTINANT HIDRODINAMIKOS VEIKSNIUS

Jūratė Kriaučiūnienė, Brunonas Gailiušis

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

Projektuojant ar rekonstruojant uostus reikia išspręsti daug uždavinių. Tai uosto molų ilgio pagrindimas ir jų gylio nustatymas, uosto gylio ir pločio pagrindimas, uosto įplaukos kanalo krypties, gylio ir pločio nustatymas, molų ir krantinių išdėstymas uoste. Siekiant išspręsti šiuos uždavinius, tikslinga modeliuoti uosto jūrinės dalies hidrodinaminę struktūrą (tėkmių greitį ir kryptį), nešmenų pernašos kryptis bei dugno pokyčius (akumuliacijos ir erozijos zonas) pučiant įvairios krypties stipriems vėjams.

Uostų plėtros uždaviniams spręsti naudojama tokia skaitmeninio modeliavimo seka:

- pradinių sąlygų (batimetrinis planas, vėjo greitis, ir kryptis, dugno nuosėdų granulimetrinė sudėtis) nustatymas;

- hidrodinaminio, nešmenų ir dugno deformacijų modelio sudarymas remiantis hidrodinaminių reiškinų modeliavimo sistema MIKE-21 (MIKE 21 Coastal ..., 2005) ir pradiniais duomenimis;

- įvairių uosto plėtros variantų palyginimas tarpusavyje ir palankiausio varianto parinkimas.

Lietuvos energetikos instituto Hidrologijos laboratorijos darbuotojai dalyvavo vykdant kai kuriuos Klaipėdos ir Šventosios uostų plėtros projektus. Jau seniai yra svarstomas Klaipėdos uosto plėtros šiaurinis variantas, naujų molų statyba atviroje jūroje, apsupant molais akvatoriją ties Melnrage. Pastačius molus, pasikeistų tėkmių struktūra Klaipėdos uosto jūros vartų akvatorijoje. Hidrodinaminio režimo pokyčiai pakeistų nešmenų pernašos procesus ir turėtų įtakos krantų linijos formavimuisi. Baltijos priekrantės hidrodinaminio modelių įvertinti galimi tėkmių struktūros pokyčiai iki ir po uosto molų statybos esant ekstremalioms gamtinėms sąlygoms bei nustatyta galimo poveikio zona (Gailiušis, Kriaučiūnienė 2000). Dėl molų poveikio tėkmės greičių pokyčiai yra limituojantis veiksnys nustatant uosto molų padėtį bei galvų pagrindo gylį. Naudojant Baltijos priekrantės hidrodinaminį modelį galima parinkti tokią uosto molų konfigūraciją, kuri minimaliai veiktų jūros krantų būklę ir sudarytų palankias sąlygas laivybai.

Rekonstruojant Klaipėdos uosto įplaukos kanalą, šiaurinis molas pailgėjo 202 m, o pietinis – 278 m. Patys uosto vartai susiaurėjo ir tapo „priverti“. Tuo buvo siekiama sumažinti ilgosios bangos, kuri susidaro pučiant šiaurės–vakarų vėjams, pavojingumą laivams. Šašiaurio tėkmės struktūros ir pralaidumo pokyčiai dėl Klaipėdos uosto jūros vartų rekonstrukcijos aprašyti ankstesniuose darbuose

(Gailiušis ir kt., 2004). Klaipėdos uosto jūros vartų rekonstrukcija sumažina sąsiaurio pralaidumą iki 4,0 % tekant tėkmei iš Kuršių marių į Baltijos jūrą ir iki 2,5 % – iš Baltijos jūros į Kuršių marias. Ši priemonė iš dalies kompensuoja Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo padidėjimą, kuris atsiranda dėl uosto farvaterio gilinimo. Kitas Klaipėdos uosto ūkinės veiklos uždavinys (uosto įplaukos kanalo rekonstrukcija) taip pat buvo išspręstas Baltijos priekrantės nešmenų modelio pagalba. 2000 m. buvo atlikta įplaukos kanalo rekonstrukcija – suformuotas įplaukos kanalo povandeninio šlaito nuolydis 1:7, o įplaukos kanalas pagilintas nuo 12,5 m iki 14 m. 2002 m. vasario mėn. atlikti uosto akvatorijos batimetriniai matavimai parodė, kad pagilintame laivybos kanale yra susikaukę dideli nešmenų kiekiai, ir pakitusios povandeninio šlaito formos (naujai susiformavęs nuolydis yra nuo 1:20 iki 1:120). Taikant Baltijos priekrantės nešmenų modelį buvo nustatytos Klaipėdos uosto akvatorijos dugno deformacijos pučiant pietvakarių, vakarų ir šiaurės–vakarų krypčių stipriems vėjams ir esant jūrinio kanalo povandeninio šlaito nuolydžiams 1:20, 1:30 ir 1:40 (Kriauciūnienė, Gailiušis 2004). Remiantis modeliavimo rezultatais prieita išvados, kad geriausias įplaukos kanalo farvaterio šlaito nuolydis yra 1:30. Suformavus tokį povandeninį šlaitą, šiuo metu uosto įplaukos kanale nevyksta aktyvi nešmenų akumuliacija.

Pagal LR Vyriausybės strateginio planavimo komiteto 2003-11-06 posėdžio protokolą Nr. 19, planuojama Šventosios uosto rekonstrukcija. Ispanijos konsultacinė firma ALATEC kartu su Lietuvos mokslininkais atliko Šventosios uosto rekonstrukcijos galimybių studiją. LEI Hidrologijos laboratorijos darbuotojai palygino galimas Šventosios uosto alternatyvas hidrodinaminiu aspektu. Galimos uosto rekonstrukcijos alternatyvos yra šios: „0” – nulinė alternatyva, dabartinė Šventosios uosto būklė; „1” - trumpi 400 m ilgio molai, 6 m uosto gylis ir 7 m gylio įplaukos kanalas; „2” - ilgi molai (800 m ilgio), 6 m uosto gylis ir 7 m gylio įplaukos kanalas; „3” - ilgi molai (800 m ilgio), 8 m uosto gylis ir 9 m gylio įplaukos kanalas. Šventosios uosto atstatymas pagal „1” alternatyvą tenkina minimalius uosto reikalavimus ir daro mažiausią įtaką priekrantės litodinaminiam procesams. „2” uosto atstatymo alternatyva taps krantų erozijos priežastimi tiek uosto pietų, tiek uosto šiaurės pusėje. Uosto gylio didinimas („3” alternatyva) iki 8 m uosto padidins uosto poveikį nešmenų pernašos procesams. Prieš atliekant Šventosios uosto rekonstrukciją, būtina atlikti Šventosios uosto akvatorijos valymo darbus, suformuojant 3 m gylio įplaukos kanalą. Nagrinėti šie Šventosios uosto įplaukos kanalo variantai:

„0“ variantas – pagal dabartinę dugno būklę.

1 variantas. Kasama stačiakampio formos iškasa. Kasimo riba parenkama taip, kad iškasus susiformuotų povandeninis šlaitas su 1:6 – 1:10 nuolydžiu.

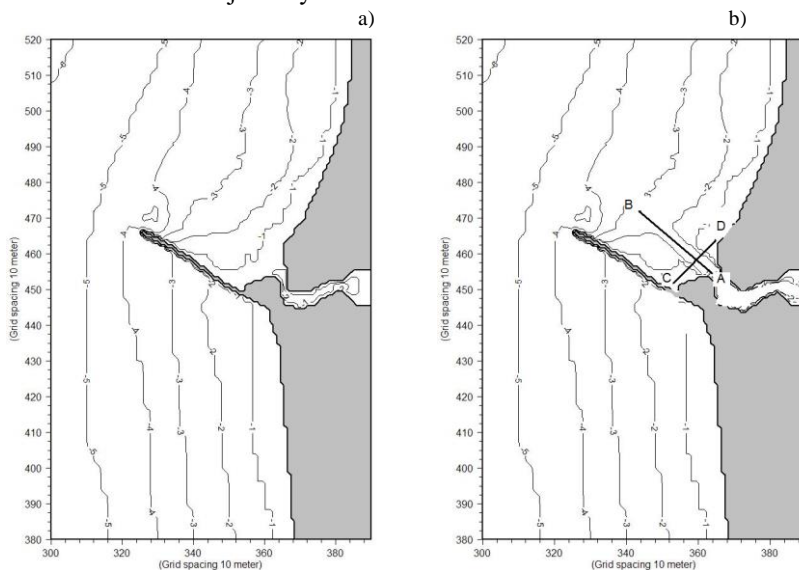
2 variantas. Jūros įplaukos kanalo ašies kryptis sutampa su 2 varianto kryptimi. Stačiakampio formos iškasa išplatinama 15 m ties kranto linija siekiant sumažinti nešmenų akumuliaciją laivybos kanale.

Tyrimo tikslas – Šventosios uosto jūros įplaukos kanalo parametru pagrindimas pagal hidrodinamines ir litodinamines savybes.

Bangų, hidrodinaminiai ir nešmenų pernašos procesai buvo modeliuoti naudojant dvimačių skaitmeninių modelių sistemą MIKE 21, sukurtą Danijos hidraulikos institute. Tai priekrantės bangų (NSW), hidrodinaminis (HD) ir smėlio pernašos (ST) modeliai. Bangų kryptys, periodai ir aukščiai priekrantės zonoje turi didelę įtaką pietryčių Baltijos jūros litodinaminiam procesams.

Hidrodinaminį ir nešmenų pernašos procesų modeliavimui buvo paruoštos dvi Baltijos priekrantės batimetrijos. Tai Lietuvos Baltijos priekrantės batimetrija (gardelės dydis – 100 m) ir detali Šventosios uosto akvatorijos batimetrija (gardelės dydis – 10 m). Batimetrija, suskirstyta didelėmis gardelėmis, apima visą Lietuvai priklausančią Baltijos jūros akvatoriją. Ši batimetrija reikalinga kraštinėms sąlygoms paruošti modeliuojant bangų, hidrodinaminis ir nešmenų pernašos procesus Šventosios uosto akvatorijoje.

Detalesnė Šventosios uosto akvatorijos batimetrija yra sukurta norint ištirti uosto akvatorijos valymo variantus. Ši batimetrija apima apie 4,5 km jūros akvatorijos tiek į šiaurę, tiek į pietus nuo uosto molų (tinklelio dydis – 400 gardelių x kryptimi ir 900 gardelių y kryptimi). 1 pav. pateikta „0“ ir „1“ Šventosios uosto akvatorijos valymo variantas.



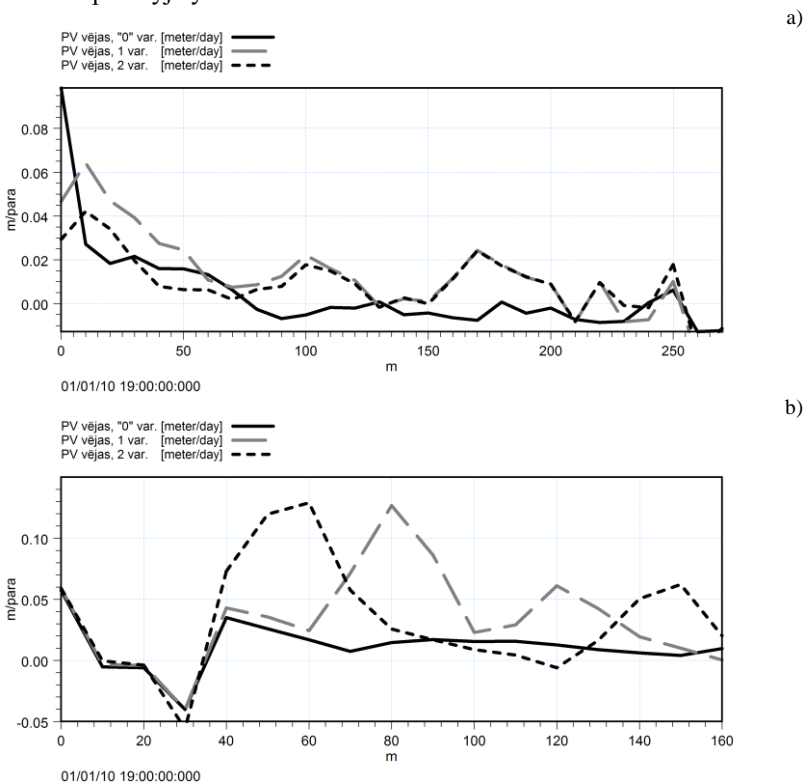
1 pav. Šventosios uosto akvatorijos batimetrijos fragmentas „0“ (a) ir „1“ akvatorijos valymo variantams (A-B – išilginis pjūvis, C-D – skersinis pjūvis)

Įvertinus Baltijos jūros priekrantės vėjų dažnį ir stiprumą, sumodeliuota „0“,

1 ir 2 variantų tškmių struktūros ir dugno deformacijos pučiant 20 m/s greičio ŠV, V ir PV vėjams.

Hidrodinaminio modelio rezultatai panaudoti nešmenų pernašos modelyje apskaičiuojant dugno deformacijas eroziją (išplovą) ir akumuliaciją (sankaupas). Skaičiavimo rezultatai – dugno pokyčiai (m per parą), padauginti iš audringų laikotarpių trukmės, rodo laivybos gylio sumažėjimą. Šiuo rodikliu galima palyginti tarpusavyje akvatorijos valymo variantus.

Analizuojant nešmenų pernašos kryptis, erozijos ir akumuliacijos vietų padėtis jūros įplaukos kanalo išilginiame profilyje AB (1 pav.) pastebime didžiausią sąnašų akumuliaciją pučiant pietvakarių vėjui ties kranto linija priekrantėje (2a pav.). Tuo tarpu skersinis profilis CD (1 pav.) rodo ypač didelę akumuliaciją pučiant visų kryptių vėjui išplatintoje kanalo dalyje (2b pav.). Kanalo ašis profilyje yra ties 100 m.



2 pav. Šventosios uosto akvatorijos dugno deformacijos išilginiame A-B pjūvyje (a) ir skersiniame C-D pjūvyje pagal tris variantus, pučiant 20 m/s greičio PV krypties vėjams. Įplaukos kanalo ribos yra tarp 90-110 m skersiniame pjūvyje

Nagrinėdami dugno sąnašų pasiskirstymą skersiniame įplaukos kanalo profilyje (2b pav.) pastebime, kad antrojo valymo varianto atveju sąnašų sankaupos labiau nutolusios nuo kanalo ašies palyginus su pirmuoju valymo variantu. Tai duoda laivybos kanalo eksploatacijos trukmės atsargą. Antrojo uosto valymo varianto iškasa, praplatinta po 15 m į abi puses kranto linijos zonoje, ženkliai sumažina nešmenų akumuliaciją laivybos kanale pučiant visų kryptių vėjams.

Laivybos kanalo užnešimo laikotarpis skaičiuotas metais, priimant, kad šio laikotarpio metu 3,0 m gylis sumažėja iki 2,0 m pučiant vidutinės trukmės (16 parų per metus) 20 m greičio vėjams. Priimant vidutinę daugiametę įvairių kryptių audrų trukmę (6 paros PV krypties, 5 paros V krypties, 3 paros ŠV krypties ir 2 paros likusių kryptių) ir taikant pirmąjį dugno valymo variantą, laivybos kanalas neteks 1,0 m gylio per 1,14 vidutinio audringumo metų, o taikant antrąjį variantą – per 2,07 metų. Nors antrojo uosto valymo varianto kasimo darbų apimtis didesnė, tačiau pasiūlytas kanalo platinimas ties kranto linija garantuoja ilgesnį eksploatacijos laikotarpį.

Išvada

Intensyviausia nešmenų pernaša ir didžiausios dugno deformacijos vyksta pučiant pietvakarių vėjui. Įplaukos kanalo praplatinimas intensyvios nešmenų akumuliacijos zonoje (ties kranto linija) sumažina akumuliaciją ir dvigubai prailgina laivybos kanalo eksploatacijos laikotarpį palyginus su antruoju akvatorijos valymo variantu.

Literatūra

- Danish Hydraulic Institute, 2005. MIKE 21 Coastal Hydraulics & Oceanography. User Guide. 188 p.
- Gailiusis, B., Kriaučiūnienė, J. 2000. Changes in Baltic coastline flow structure induced by development of Klaipėda port sea-gate. *Nordic Hydrological Programme. XXI Nordic Hydrological Conference, Uppsala, NHP No. 46. Vol. 2:519–525.*
- Gailiusis, B., Kriaučiūnienė, J., Kriaučiūnas, R. 2004. Klaipėdos uosto įplaukos kanalo tėkmės hidrodinaminio režimo pokyčiai dėl molų pertvarkymo. *Energetika* 1:57–61.
- Kriaučiūnienė, J., Gailiusis, B. 2004. Changes of sediment transport induced by reconstruction of Klaipėda Seaport entrance channel. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 2(28):3–9.

ORGANINĖ ANGLIS KLAIPĖDOS SĄSIAURIO VANDENS STORYMĖJE

**Lina Lagunavičienė, Kęstutis Jokšas, Rimutė Stakėnienė,
Arūnas Galkus**

*Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius, lina@geo.lt,
joksas@geo.lt, stakeniene@geo.lt, galkus@geo.lt*

Anotacija. Organinės anglies koncentracijų tyrimai vandens storymėje buvo atlikti 2008 m. Klaipėdos sąsiaurio išilginiame profilyje nuo uosto vartų iki Kiaulės nugaros salos. Organinė anglis nustatyta liquiTOC prietaisu aukštatemperatūrinio oksidavimo metodu. Tyrimų rezultatais atskleisti organinės anglies koncentracijų pasiskirstymo ypatumai vandens storymėje bei jų sezoninė kaita.

Įvadas

Anglies apykaitos tyrimai yra svarbūs dėl pastaraisiais metais didėjančio antropogeninio CO₂ kiekio atmosferoje, kuris yra vienas iš pagrindinių klimato kaitos ir augančio šiltnamio efekto rodiklių. Dėl organinės medžiagos produkcijos ir destrukcijos anglies apykaitos ratas yra tarpiai susijęs su daugeliu elementų. Anglies tyrimai reikalingi nagrinėjant organinę medžiagą, kuri yra vienas svarbiausių bet kurios akvasistemos funkcionavimo rodiklių. Nuo organinės medžiagos kiekio priklauso vandens pH, spalva, skaidrumas ir šviesos pralaidumas, reikalingas vandens organizmų vystymuisi (Cole *at al.*, 1982, Del Giorgio, Peters, 1994).

Organinė anglis yra vienas geriausių organinės medžiagos kiekio indikatorių. Organinę anglį iš įvairių organinių junginių yra analitiškai lengviau nustatyti nei atskirų organinių junginių kiekius. Be to, svarbų vaidmenį vaidina tai, kad anglies kiekis organinėje medžiagoje yra santykinai pastovus (apie 50%) ir tai leidžia korektiškai lyginti gautus rezultatus (Emerson, Hedges, 2008).

Klaipėdos sąsiauris, kuriame yra įsikūręs Klaipėdos uostas, jungia Kuršių marias su Baltijos jūra. Klaipėdos sąsiauriui būdinga kaiti hidrodinaminė situacija. Sąsiauryje vyrauja ištekančios iš Kuršių marių tėkmės. Srovių greičiai kartais pasiekia iki 2,0 m/s. Klaipėdos sąsiauryje į šiaurę teka 80% paviršinių ir 60% priedugninių srovių. Dažnos yra „dvisluoksnės“ srovės. Pučiant vakarų ir šiaurės vakarų vėjams druskingas jūros vanduo patenka į marias. Pasikeitus vėjo kryptims, giliose vietose jūros vanduo kartais ties dugnu pasilieka Klaipėdos sąsiauryje. Vidutiniškai per metus vanduo iš jūros į Kuršių marias teka 74 dienas (Rainys, 1978).

Vandens masių stratifikacijos ypatumai Klaipėdos sąsiauryje priklauso nuo labai dinamiškų hidrometeorologinių veiksnių, todėl „klasikinę“ dvisluoksnę stratifikaciją kartais pakeičia vienos vandens masės (dažniausiai – Kuršių marių)

vyravimas, o kartais (prie stiprių vakarų ir šiaurės vakarų vėjų) būna stebimi ekstremalūs jūros vandens išsiskverbimo į sąsiaurį atvejai.

Vandens cirkuliacijos tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros pobūdis, sezoniškumas ir meteorologinės sąlygos lemia Klaipėdos sąsiaurio vandens storumės hidrofizinių ir hidrodinaminių rodiklių dinamiką, kurie tiesiogiai įtakoja organinės anglies koncentracijų svyravimus vandens storumėje.

Vieni autoriai teigia, kad organinės anglies koncentracija vandenyje daugiausia priklauso nuo biologinių procesų produkcijos, destrukcijos ir transformacijos intensyvumo (Carlson, Ducklow, 1995), kiti – nuo vandens masių hidrodinaminių savybių (Menzel, 1964; Menzel, Ryther, 1968; Bussmann, Kattner, 2000). Pagrindinis šio darbo tikslas – atskleisti organinės anglies koncentracijų pasiskirstymo ypatumus vandens storumėje bei sezoninę kaitą.

Medžiaga ir metodika

Lauko tyrimai buvo atlikti 2008 m. žiemos (gruodis), pavasario (gegužė), vasaros (rugpjūtis) ir rudens (spalis) sezonais. Klaipėdos sąsiaurio atraminės tyrimų stotys išsidėsčiusios farvateryje nuo sąsiaurio žiočių (1 st. – 0,5 km nuo uosto vartų) iki Kiaulės nugaros salos (vakarinė, 7 st. – 9,8 km ir rytinė, 8 st. – 10,1 km protakos) (1 pav.). Vandens mėginiai analitiniams tyrimams buvo paimti 7-iose Klaipėdos sąsiaurio stotyse iš paviršiaus (0-10 cm) ir priedugnio (0,5-1 m atstumu nuo dugno) vandens horizontų. Organinė anglis, pašalinus neorganinę anglį druskos rūgštimi, vandens mėginiuose nustatyta liquiTOC prietaisu aukštatemperatūrinio oksidavimo metodu (Sugimura, Suzuki 1988). Vandens temperatūra ir druskingumas matuoti betarpiškai lauko sąlygomis, naudojant ekspres prietaisą Multi 340I.

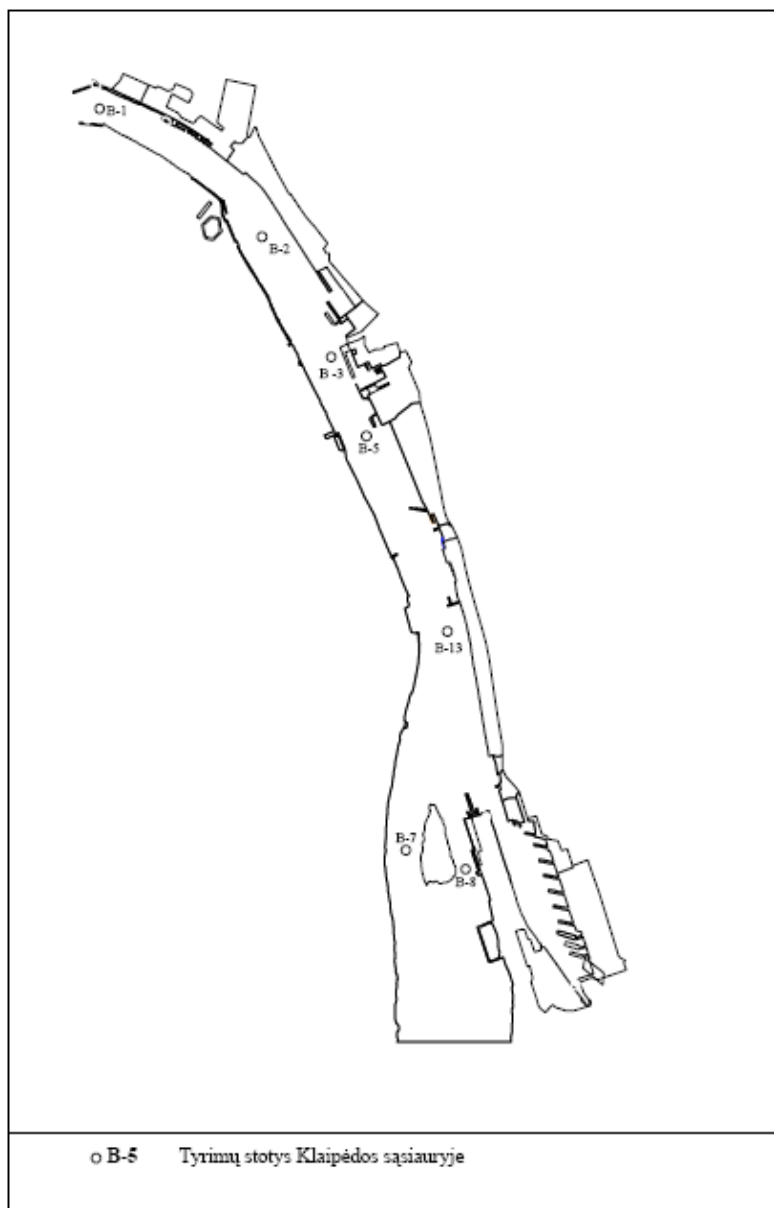
Organinės anglies, vandens temperatūros ir druskingumo koncentracijų korektiškam palyginimui nustatytos reikšmės buvo standartizuotos naudojant formulę (Čekanavičius, Murauskas 2000):

$$z = \frac{(x - \bar{x})}{s} ;$$

kur: z – standartizuota reikšmė; x – nustatyta komponento reikšmė; \bar{x} – komponento vidurkinė reikšmė; s – komponento standartinis nuokrypis.

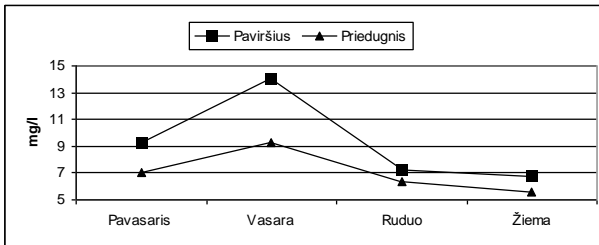
Rezultatai ir apibendrinimas

Organinės anglies koncentracijos Klaipėdos sąsiauryje tyrimo laikotarpiu paviršiniame vandens sluoksnyje kito nuo 5,00 mg/l iki 17 mg/l, o priedugniniame – nuo 3,79 iki 15,5 mg/l. Didžiausia vidutinė organinės anglies (OA) koncentracija Klaipėdos uosto paviršiniame vandens sluoksnyje buvo vasarą ir vidutiniškai sudarė 14,1 mg/l, mažiausia žiemą – 6,75 mg/l.

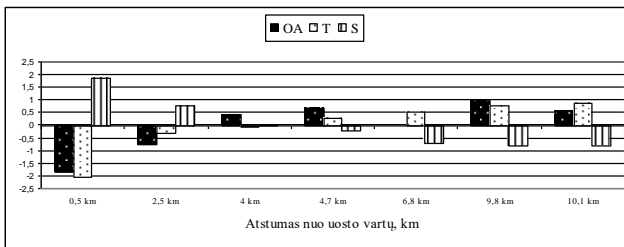


1 pav. Klaipėdos sąsiaurio situacinė schema

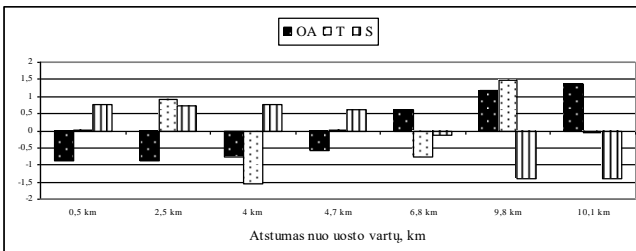
Priedugniniame vandens sluoksnyje didžiausios vidutinės OA koncentracijos vasarą – 9,28 mg/l, žiemą – 5,59 mg/l (2 pav.).



2 pav. Organinės anglies koncentracijų sezoninė kaita Klaipėdos sąsiaurio vandens storumėje



3 pav. Organinės anglies (OA), temperatūros (T) ir druskingumo (S) standartizuotų reikšmių svyravimai paviršiniame vandens horizonte



4 pav. Organinės anglies (OA), temperatūros (T) ir druskingumo (S) standartizuotų reikšmių svyravimai priedugniniame vandens horizonte

Atlikus organinės anglies, temperatūros ir druskingumo sezoninę analizę išilginiame Klaipėdos sąsiaurio profilyje (nuo Klaipėdos sąsiaurio žiočių iki Kiaulės nugaros salos), suskaičiavus vidurkius ir standartizavus nustatytas reikšmes išryškėjo jų svyravimų įvairovė vidurkiu atžvilgiu (3 ir 4 pav.) Neigiami skaičiai ordinačių ašyje rodo, kiek kartų organinės anglies, temperatūros ir druskingumo reikšmės paviršiniame (3 pav.) ir priedugniniame (4 pav.) vandens

sluoksniuose mažesnės sezoninio vidurkio atžvilgiu (duotuoju atveju – 0), o teigiamos – kiek kartų didesnės. Organinės anglies koncentracija ir temperatūra tolstant nuo uosto vartų didėja ir didžiausią koncentraciją pasiekia vakarinėje protakoje, o druskingumo koncentracijos tolstant nuo uosto vartų mažėja. Vandens druskingumą Klaipėdos sąsiaurio vandens stovymėje labiausiai nulemia gėlo Kuršių marių ir druskingo Baltijos jūros vandens cirkuliacijos ypatumai. Organinės anglies koncentracijos vandenyje priklauso nuo vandens druskingumo ir temperatūros. Druskingumui didėjant organinės anglies koncentracijos mažėja, o didėjant temperatūrai organinės anglies koncentracijos didėja.

Išvados

Organinės anglies koncentracijos Klaipėdos sąsiaurio vandens stovymėje priklauso nuo sezonų. Didžiausia vidutinė organinės anglies (OA) koncentracija sąsiaurio vandenyje buvo vasarą ir vidutiniškai sudarė: 14,1 mg/l paviršiniame sluoksnyje ir 9,28 mg/l priedugniniame, mažiausia žiemą – 6,75 mg/l paviršiniame ir 5,59 mg/l priedugniniame.

Organinės anglies koncentracijos priklauso nuo Klaipėdos sąsiaurio vandens temperatūros ir druskingumo. Druskingumui didėjant organinės anglies koncentracijos mažėja, o didėjant temperatūrai organinės anglies koncentracijos didėja.

Literatūra

- Bussmann, I., Kattner, G. 2000. Distribution of dissolved organic carbon in the central Arctic Ocean: the influence of physical and biological properties. *Journal of marine systems* 27 (1-3):209-219.
- Carlson, C.A., Ducklow, H.W. 1995. Dissolved organic carbon in the upper ocean of central equatorial Pacific Ocean, 1992: daily and finescale vertical variations. *Deep-Sea Research II* 42:639-656.
- Cole, J., Likens, G., Strayer, D. 1982. Photosynthetically produced dissolved organic carbon: An important carbon source for planktonic bacteria. *Limnol. Oceanography* 27(6):1080-1090.
- Čekanaivičius, V., Murauskas, G. 2000. *Statistika ir jos taikymas*. I dalis.
- Del Giorgio, P.A., Peters, R.H. 1994. Patterns in planktonic P:R ratios in lakes: Influence of lake trophy and dissolved organic carbon. *Limnol. Oceanogr.* 39(4):772-787.
- Emerson, S. R., Hedges, J. I. 2008. *Chemical Oceanography and the Marine Carbon Cycle*. Cambridge University press. 475.
- Gailiušis, B., Kriaučiūnienė, J. 2009. Klaipėdos uosto plėtros galimybių vertinimas. *Jūros ir krantų tyrimai 2009. Konferencijos medžiaga*. Nida. 62-65.
- Menzel, D.W. 1964. The distribution of dissolved organic carbon in the Western Indian Ocean. *Deep-Sea Research* 11:757-765.
- Menzel, D.W., Ryther, J.H. 1968. Organic carbon and the oxygen minimum in the South Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research* 15:327-337.
- Rainys A., 1978. *Kuršių marios I ir II t.*, Vilnius.
- Sugimura, Y., Suzuki, Y. A. 1988. High-temperature catalytic oxidation method for the determination of nonvolatile dissolved organic carbon in seawater by direct injection of a liquid sample. *Marine Chemistry* 24:105-131,

BIOLOGINIŲ INVAZIJŲ POVEIKIS VANDENS KOKYBĖS PARAMETRAMS

Greta Laureckaitė, Anastasija Zaiko, Sergej Olenin

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

Invazinių rūšių poveikį ekosistemoms, gana sunku empiriškai išmatuoti. Poveikio pobūdis gali būti įvairus nuo tiesioginės įtakos pramonei iki rūšių išnykimo tam tikrame regione, pokyčių bendrijose, išskirtiniais atvejais - ekosistemų funkcinių ryšių ar būdingų buveinių išnykimo. Siekiant įvertinti invazinių rūšių poveikio mastus reikalingi tam tikri indikatoriai, kuriais gali būti klasikiniai invazijų ekologijos rodikliai, pvz.: procentinis arealo padengimas svetimkraštės rūšies populiacija, rūšies gausumas ir pasiskirstymas šalies teritorijoje, santykinė svetimkraščių rūšių įvairovė ekosistemoje (išreikšta procentais nuo bendros rūšinės įvairovės) (McGeoch et al. 2006). Bioinvazijų poveikio įvertinimas skiriasi nuo cheminės taršos ar eutrofikacijos poveikio tyrimo metodikų, nes nėra sukurtų parametru, kuriais būtų galima tiksliai įvertinti poveikį aplinkai, atsižvelgiant į aplinkos, socialinius ir ekonominius faktorius. Skirtingai nei cheminės medžiagos, biologinė tarša – t.y. invazinės rūšys, neišsisklaido laike ar erdvėje, atvirksčiai, jie prisitaiko, vystosi ir plinta (Olenin et. al. 2010).

Europos Sąjungos Bendroji vandens politikos direktyva 2000/60/EB nustato visą rinkinį parametru, kurie padeda įvertinti vandens kokybę Europos vandenyse. Šios direktyvos V priede pateikiami kokybės elementai, kuriuos reikia įvertinti siekiant nustatyti ekologinę būklę. Vandens kokybė yra aprašoma fizinių, cheminių ir biologinių parametru charakteristikomis. Šitie parametrai yra tarpusavyje susiję vandens ekosistemose ir gali būti paveikti invazinių rūšių.

Tyrimo tikslas:

Nustatyti invazinių rūšių poveikį Vandens direktyvos parametrams atliekant sistematišką literatūros analizę.

Metodai

Šios studijos metu buvo atliekama invazinių rūšių poveikio kokybės parametrams analizė remiantis lauko stebėjimais arba eksperimentais įrodytais invazinių rūšių poveikiais užregistruotais mokslinėje literatūroje. Į šią apžvalgą įtrauktos 23 iš 36 vandens rūšių, kurios minimos 100 Europoje labiausiai paplitusių invazinių rūšių sąrašė (Drake, 2009). Didžiąją dalį apžvelgiamų invazinių organizmų sudaro dugno makrofauna (36%), vandens augalai (28%), žuvis (24%); mažumą - zooplanktono (8%) ir žinduolių (4%) rūšys. Visos į

apžvalgą įtrauktos rūšys (1 pav.) yra invazinės Europoje (išskyrus *Lutjanus kasmira*).

Siekiant įvertinti rūšies poveikio iširtumą bei svarbą direktyvoje minimiems vandens kokybės elementams, buvo sukurta rangavimo sistema, kurioje kiekvienam poveikio registravimo atvejui priskiriami balai nuo 0 iki 3:

- 0- Poveikis išanalizuotas, nustatyta, kad poveikis negalimas arba mažai tikėtinas.
- 1- Sąveika galima, tačiau jokių dokumentuotų įrodymų nerasta.
- 2- Poveikis labai tikėtinas, nustatytas ir aprašytas.
- 3- Poveikis direktyvoje aprašytiems kokybės elementams nustatytas ir aprašytas.

Rezultatai

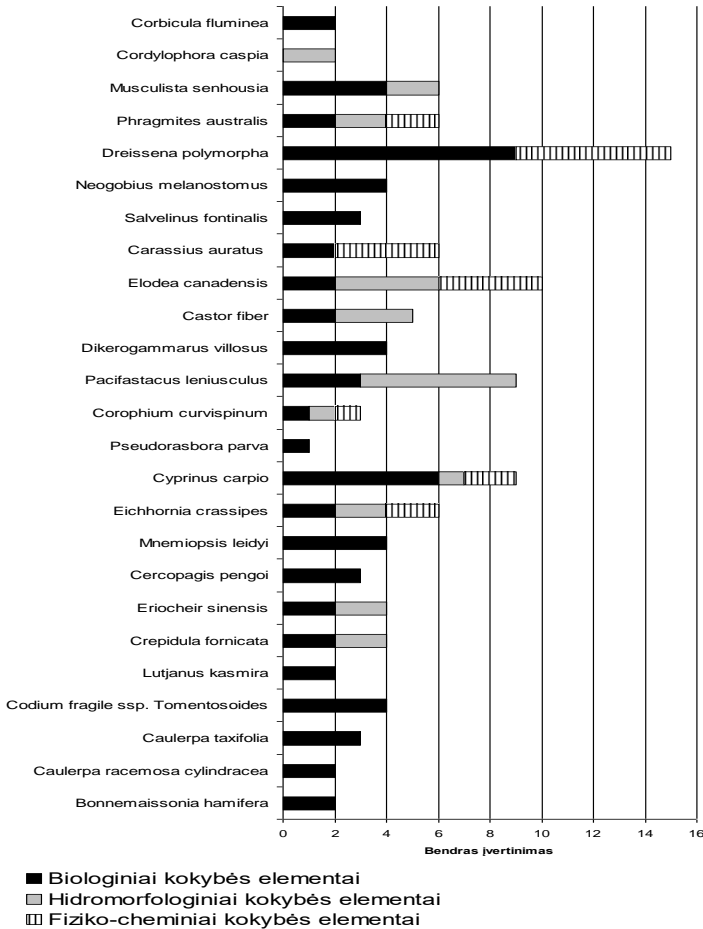
Šios studijos rezultatai atskleidė, kad invazinių rūšių poveikis gali būti įvairus. Aprašytų rūšių buvimas gali sukelti mikro-, makro-, neigiamus ar teigiamus pokyčius vandens ekosistemose. Poveikis gali skirtis priklausomai nuo vandens telkinio tipo ir invazinės rūšies taksonominės grupės. Kai kurios rūšys galėtų tapti indikatoriais nustatant vandens telkinio ekologinę būklę. Atliekant vandens telkinių ekologinės būklės klasifikaciją didžiausią reikšmę turi biologiniai kokybės elementai. Pagal analizės rezultatus galima teigti, kad yra svarių įrodymų, kad invazinės rūšys gali pakeisti biologinius ir kitus kokybės elementus (pav. 1). Šie pokyčiai tampa ypač aktualūs nustatant ekologinės būklės statusą. Invazinių rūšių buvimas vandens telkinyje didina klaidingos ekologinės būklės nustatymo grėsmę.

Atliktos analizės rezultatai parodė, jog yra aiškių įrodymų, kad dvigeldis moliuskas (*Dreissena polymorpha*), kanadinė plūdė (*Elodea canadensis*), žymėtasis vėžys (*Pacifastacus leniusculus*) ir paprastasis karpis (*Cyprinus carpio*) gali ypač pakeisti vandens kokybės elementus. Buvo nustatyta, kad tokios rūšys, kaip paprastoji nendrė (*Phragmites australis*), kanadinė plūdė (*Elodea canadensis*), šoniplauka korofija (*Corophium curvispinum*), paprastasis karpis (*Cyprinus carpio*) ir vandens hiacintas (*Eichhornia crassipes*) gali įtakoti tiek fizinius ir cheminius, tiek ir biologinius kokybės elementus, dėl to nustatyta vandens telkinio ekologinė būklė, neįvertinus šių rūšių poveikį, gali būti netiksli. Beveik visos nagrinėjamos invazinės rūšys, išskyrus betaurį jūrinį hidroidą (*Cordylophora caspia*), gali įtakoti biologinius kokybės elementus.

Išvados

Šios apžvalgos dėka norima atkreipti dėmesį į invazinių rūšių gebėjimą įtakoti bei pakeisti vandens telkinių ekologinę būklę. Svetimkraščių rūšių sąlygoti ekologiniai pokyčiai gali kisti nuo nereikšmingų iki ženklų „kaskadinių efektų“. Vienos rūšies organizmai skirtinguose vandens telkiniuose gali pakeisti skirtingus

vandens kokybės parametrus. Reikšminga tai, kad iš 16 nagrinėtų būklės indikatorių vienintelis druskingumas negali pakisti dėl invazinių rūšių. Tolimesnių studijų tikslu turėtų tapti invazinių rūšių poveikio aplinkos sąlygoms eksperimentiniai tyrimai.



I pav. Invazinių rūšių poveikis Vandens pagrindų direktyvos kokybės elementams

Literatūra

Anonymous. 2005. The characterisation and analysis of Ireland's river basin districts in accordance with section 7(2 & 3) of the European Communities (Water Policy) regulations 2003 (SI 722 of 2003) national summary report (Ireland) 2005. Available via <http://www.wfdireland.ie>

- Atalah, J., Quinn, M., K., Irvine, K., Crowe, T. P. 2010. Impacts of invasion by *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) on the performance of macroinvertebrate assessment tools for eutrophication pressure in lakes. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-010-0391-8.
- Bertness, M., D. 1984. Habitat and community modification by an introduced herbivorous snail. *Ecology* 65: 370-381.
- Blanchard, M. 1997. Spread of the slipper limpet *Crepidula fornicata* (L. 1758) in Europe. Current state and consequences. *Scientia Marina* 61: 109–118.
- Borja, A. 2005. The European water framework directive: A challenge for nearshore, coastal and continental shelf research. *Continental Shelf Research* 25:1768–1783.
- Brenchley, G.,A., Carlton, J.,T. 1983. Competitive displacement of native mud snails by introduced periwinkles. *Biol Bull* 165:543-548.
- Byers, E., J. 2000. Competition between two estuarine snails: implications for invasions of exotic species. *Ecology* 81:1225-1239.
- Drake, J.A. (ed.) 2009. *DAISIE Handbook of alien species in Europe*. Springer, Dordrecht, 400 pp.
- Cardoso, A.,C., Free, G. 2008. Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive. *Aquatic Invasions* 3(4):361-366.
- Carlton, J.,T., Geller, J.,B. 1993. Ecological roulette: the global transport of non-indigenous marine organisms. *Science* 261:78-82.
- Carlton, J., T. 1989. Man's role in changing the face of the ocean: biological invasions and implications for conservation of near- shore environment. *Conserv Biol* 3:265-273.
- Ceccherelli, G., Cinelli F. 1997. Short-term effects of nutrient enrichment of the sediment and interactions between the seagrass *Cymodocea nodosa* and the introduced green alga *Caulerpa taxifolia* in Mediterranean bay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 217:165-177.
- Chauvaud, L., Jean, F., Ragueneau, O., Thouzeau, G. 2000. Long-term variation of the Bay of Brest ecosystem: benthic- pelagic coupling revisited. *Marine Ecology Progress Series* 200:35–48.
- Developing an eu framework for invasive alien species, 2008. Discussion Paper. Available at: http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm
- Elton, C.,S. 1958. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Methuen, London, 181 pp.
- European Community. 2000. Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC, establishing a framework for community action in the field of water policy, p. 62.
- European Community . 2005. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. WFD CIS Guidance Document No. 13.
- Ferreira, J., G., Vale, C., Soares, C., V., Salas, F., Stacey, P., E., Bricker, S., B., Silva, M., C., Marques, J., C. 2007. Monitoring of coastal and transitional waters under the E.U. Water Framework Directive. *Environ. Monit. Assess.* 135:195–216.
- Grosholz, E. 2002. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology and Evolution*. 17:22–27.
- Hilton, C. 2001. Biological takeover. *Canadian Geographic* Nov/Dec2001, 121(6):30, 1/3p.
- McGeoch, M.A., Chown, S.L., Kalwij, J.M. 2006. A Global Indicator for Biological Invasion. *Conservation Biology* 20:1635-1646.
- Pauža, D.H., Arbačiauskas, K., Būda, V., Gudžinskas, Z., Mildažienė, V., Omenin, S., Stančikaitė, M. 2010. Galimybių studija. Lietuvos ekosistemos: klimato kaita ir žmogaus poveikis. Biologinės invazijos ir rūšių arealų kaita. Nacionalinė mokslo programa.
- Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D., Hines, A.H. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *Am Zool* 37:621-32.
- Salafsky, N., Salzer, D., Ervin, J. 2003. Conventions for defining, naming, measuring, combining, and mapping threats in conservation. Bethesda, MD Foundations of Success.
- Teminė jūrų aplinkos apsaugos ir išsaugojimo strategija. 2006-02-08. Komisijos komunikatas tarybai ir europos parlamentui. Teminė jūrų aplinkos apsaugos ir išsaugojimo strategija.

RADIOAKTYVIŲ IR STABILŲ IZOTOPŲ PANAUDOJIMAS JŪRINIULOSE TYRIMULOSE

Galina Lujanienė

VMTI Fizinių ir technologijos mokslų centras, Vilnius, lujaniene@ar.fi.lt

Radioaktyvūs ir stabilūs izotopai plačiai naudojami įvairiems vyksmams aplinkoje tirti. Jų taikymas grindžiamas bendruoju „žymės“ supratimu, kai naudojami natūraliai esantys gamtoje bei dirbtinai (pvz., atliekant tam tikrus natūrinius eksperimentus arba branduolinių objektų avarių metu) įterpti į aplinką izotopai. „Žymės“, pėdsakiniais kiekiais natūraliai arba dirbtinai įterptos į aplinką, fizikiniai, cheminiai ir dinaminiai parametrai turi gerai atitikti tiriamos medžiagos savybes, bei jos elgseną tiriamose sistemose, kad galima būtų kuo tiksliau iširti dominančius vyksmus.

Traserinių metodų taikymas visada buvo svarbi fizikinės okeanografijos sritis. Žymus proveržis šioje srityje buvo pasiektas po antrojo pasaulinio karo – kai aplinkoje buvo aptikti kosmogeniniai anglies ir vandenilio izotopai (^{14}C , ^3H) bei pradėti taikyti dirbtiniai radionuklidai (^{90}Sr , ^{137}Cs), įterpti į aplinką branduolinio ginklo bandymų metu (Lujanas, 1978, Broecker *et al.*, 1982, Lujanienė *et al.*, 2006, Povinec *et al.*, 2006, Liu *et al.*, 2011).

Pastaruoju metu vis didesnę populiarumą įgyja ilgaaamžiai radioaktyvūs nuklidai ir izotopai - tokie kaip $^{239,240}\text{Pu}$, ^{129}I (Hirose, 2009, Hou, 2004, Lindal *et al.*, 2010), o taip pat ir natūraliai gamtoje susidarantys – ^{234}Th , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{238}U , ^{235}U , ^{210}Pb , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{222}Rn , ^7Be , ^{32}P , ^{33}P , ^{32}Si ir kiti (Shaw, 2003; Povinec, and Sanchez Cabeza, 2006; Dulaiova *et al.*, 2006; Cochran *et al.*, 2006; Burnett *et al.*, 2008). Gamtinės kilmės radionuklidai plačiau pritaikomi įvairiems plataus masto vyksmams tirti ir integruotiems aplinkos sistemų parametrms vertinti, dėl jų didelio paplitimo aplinkoje, bei dėl galimybės juos naudoti plačiose laiko ir erdvės skalėse. Dirbtinės kilmės radionuklidų panaudojimas paprastai būna ribotas ir tinka tik tam tikriems vietiniams vyksmams nagrinėti.

Tačiau ^{129}I ir plutonio izotopai pastaruoju metu vis plačiau taikomi okeonografijos tyrimuose (Hou *et al.*, 2009, Yi *et al.*, 2011). ^{129}I (pusėjimo trukmė $T_{1/2} = 15600000$ metų) buvo dideliais kiekiais įterptas į aplinką per pastaruosius 50 metų dėl žmogaus technogeninės veiklos. Manoma, kad ^{129}I sklaidos tyrimai yra svarbūs ne tik dėl jo ypač didelio mobilumo radioaktyviųjų atliekų saugyklų aplinkoje, bet ir dėl to, kad jau įterptas į aplinką šis jodo izotopas gali būti panaudotas kaip naujas geocheminis mikroelementas („traseris“) geochronologijoje ir aplinkotyroje. Tikimasi, kad jis padės spręsti problemas susijusias su jodo deficito poveikiu sveikatai, nagrinėti jodo izotopų geochemiją, tirti jodo organinių junginių srautą iš okeano į atmosferą ir jų poveikį šiltnamio efektui bei ozono sluoksnio nykimui. Tačiau, didžiausios naudos jo panaudojimo

žymekliniuose tyrimuose tikimasi, taikant $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ santykius geochronologijoje (50 metų ir mažiau skalėje) bei vertinant organinių medžiagų srautus sausuma - jūra. Tai ypatingai svarbu, nes radioanglies taikymai šiam periodui daugeliu atvejų yra dviprasmiški, o žymus ilgaamžio jodo izotopo padidėjimas per pastaruosius 50 metų ir jo biofilinė prigimtis suteikia tokias galimybes.

Kitas daug žadantis mikroelementas yra plutonis, kurio didžiausia dalis pateko į aplinką su globalinėmis iškritomis branduolinio ginklo bandymų metu, po kurių jo izotopai aptinkami atmosferoje, sausumoje ir hidrosferoje (Lujanienė *et al.*, 2009). Manoma, kad plutonis yra puikus žymeklis, tiriant dalelių srautus ir biogeocheminius vyksmus jūrinėje aplinkoje. Todėl didelės pastangos dedamos, nagrinėjant jam būdingą geochemiją, vertinant jo gyvavimo įvairiuose rezervuaruose laikus bei plėtojant jo nustatymo metodus.

Klasikiniai izotopiniai metodai grindžiami radioaktyviųjų ir stabiliųjų izotopų kiekio ir santykio tyrimais uolynuose, mineraluose, gamtiniuose vandenyse ir organinėje medžiagoje. Labiausiai išplėtoti ir taikomi absoliutaus amžiaus nustatymo metodai (^{235}U — ^{207}Pb ; ^{238}U — ^{206}Pb ; ^{232}Th — ^{208}Pb ; ^{87}Rb — ^{87}Sr ; ^{40}K — ^{40}Ar ir kiti). Naudojant ^{230}Th — ^{230}Th ; ^{230}Th — ^{231}Pa , o taip pat ^{14}C ir ^{10}Be , nustatomi sedimentacijos greičiai ir dugno nuosėdų amžius (Dickin, 2005).

Toris yra vienas plačiausiai naudojamų mikroelementų cirkuliacijai pasaulio vandenynuose tirti. Platų jo taikymą lemia gerai žinomi ^{234}Th ir ^{230}Th gamybos iš ištirpusių jūros vandenyje urano izotopų (^{238}U ir ^{234}U) greičiai bei didelė suspenduotų jūros vandenyje dalelių sorbcijos geba torio izotopams. Metodai, pagrįsti nuolatine ^{230}Th ($T_{1/2} = 75400$ m) gamyba ir pašalinimu su dalelėmis, yra pripažintas įrankis ilgalaikiams vyksmams, tūkstančių metų skalėje, giliau vandens jūrose tirti. Tačiau trumpaamžis ^{234}Th ($T_{1/2} = 24,1$ d) gerai tinka paviršiniame vandenyno sluoksnyje, dienų iki kelių mėnesių laiko skalėje, vykstantiems procesams nagrinėti. Be to, jis sėkmingai taikomas greitiems vyksmams priekrantės zonoje tirti (Feng *et al.*, 1999 a,b, Yeager, Santschi, 2002).

Priekrantė dėl žmogaus ūkinės veiklos, gamtinių išteklių naudojimo bei buitinių nuotekų kenčia nuo užteršimo. Pastaraisiais metais gamtiniai radionuklidai buvo plačiai naudojami įvairioms kranto zonos problemoms spręsti. Kranto zonai būdingi intensyvūs biogeocheminiai vyksmai, dideli sedimentacijos greičiai, organinės anglies cirkuliacija, intensyvūs sorbcijos – desorbcijos procesai ir įvairių cheminių medžiagų persiskirstymas sistemoje – suspenduota medžiaga-jūros vanduo. Suspenduotų dalelių sklaidai ir sedimentacijos vyksmams tirti taikomi radionuklidai parenkami pagal jų gyvavimo laiko atitikimą tiriamam vyksmui ir būdingą geocheminę elgseną.

^{234}Th ($T_{1/2} = 24$ dienos) taikomas suspenduotos anglies srautui vertinti. ^{234}Th yra ištirpusio jūros vandenyje ^{238}U dukterinis skilimo produktas, jo tirpumas labai mažas ir jis greitai prikimba prie dalelių. Nustatytas kristalinio ThO_2 tirpumas $\sim 10^{-15}$ mol/l yra gerokai mažesnis nei stebėtas ^{232}Th jūros vandenyje (10^{-12} mol/l).

Jo tirpumą jūros vandenyje lemia torio junginių įvairovė. Toris sudaro kompleksinius junginius su humuso rūgštimis ir polisacharidais, sorbuojasi ant organinių koloidų arba ant organiniais ligandais modifikuotų neorganinių dalelių paviršių (Santschi *et al.*, 2006). Tačiau yra labai mažai duomenų apie torio organinių kompleksų susidarymą bei atitinkamas jų stabilumo konstantas. Nepaisant duomenų trūkumo, jis, kartu su kosmogeniniu ^7Be , sėkmingai naudojamas organinės anglies sklaidai priekrantėje tirti. Kosmogeninis radionuklidai ^7Be ($T_{1/2}=53$ dienos) susidaro aukštesniuose atmosferos sluoksniuose kosminių spindulių sąveikos su atmosferos dujomis pasėkoje. Jis patenka į jūrą su krituliais ir sauso nusėdimo keliu, kur, taip pat kaip ir toris, labai greitai susiriša su dalelėmis ir pašalinamas iš vandens stovymės. ^7Be naudojamas suspenduotų medžiagų maišymosi greičių ir akumuliacijų spartos vertinimui (Feng *et al.*, 1999 a,b; Cochran *et al.*, 2006; Waples *et al.*, 2006). Be sedimentacijos vyksmų ^7Be kartu su ^{137}Cs , ^{210}Pb ir kitais nuklidais (pvz., ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{14}C , ^{32}Si , ^{26}Al , ^{36}Cl) taikomi dirvos erozijos problemoms spręsti (Zapata, 2003; Mabit *et al.*, 2009; Matisoff *et al.*, 2002).

Anglies izotopai plačiai taikomi žymekliniuose tyrimuose, tačiau tik per paskutinius dešimtmečius buvo išplėtoti nauji metodai, kurie leido matuoti atskirų organinių junginių anglies izotopinę sudėtį. Dažniausiai atliekami stabilios anglies $\delta^{13}\text{C}$ ir radioanglies $\Delta^{14}\text{C}$ izotopų sudėties matavimai tiriamuose junginiuose. Konkrečių junginių stabilios anglies matavimai nėra sudėtingi, metodai yra žinomi ir nesunkiai įgyvendinami (Hoefs, 2004). Tačiau išmatuoti konkrečių junginių radioaktyviosios anglies izotopinius santykius yra gana sudėtinga. Tai pirmiausia susiję su reikalingų analizei medžiagų kiekiais, sudėtingomis analizės procedūromis, reikalaujančiomis didelių laiko sąnaudų, modernios įrangos, būtino adekvataus standarto bei paties matavimo sudėtingumo problemomis (Ziolkowski and Druffel, 2009; Keil and Druffel, 2010). Pastarojo metodo konkrečių junginių radioanglies izotopiniai tyrimai parodė, kad daugumoje natūralios kilmės ėminių aptinkami sudėtingi tų pačių organinių junginių mišiniai, kurių amžius ir šaltiniai yra labai įvairūs. Pavyzdžiui, ištirpusios organinės anglies ir organinės anglies, randamos dugno nuosėdose, vidutinis amžius nesutampa su fitoplanktono biomasėje nustatytu organinės anglies amžiumi (Ingalls *et al.*, 2004). Analizuojant konkrečių junginių radioanglies duomenis atsiranda unikali galimybė suprasti sudėtingus biocheminius ir sedimentacinius vyksmus, atsakingus už organinės medžiagos persiskirstymą jūrinėse sistemose (Walsh *et al.*, 2008, Uchikawa *et al.*, 2008). Tam, kad sekti organinių junginių šaltinius ir migracijos kelius jūrinėje aplinkoje, stabilios anglies ir radioanglies izotopinę sudėtį nustatoma gyvų organizmų specifiniuose organiniuose junginiuose – „bio-žymekliuose“. Tokius tyrimus riboja stabilių izotopų ir radioanglies metodų matavimo jautrumas, nes organinių medžiagų koncentracija kinta plačiose ribose (nuo 40 iki 150 $\mu\text{mol/l}$ jūros vandenyje, o dugno nuosėdose -

0.1-5.0 % pagal masę). Todėl tokiems tyrimams reikia apie 200 litrų vandens ir 100g dugno nuosėdų mėginio. Nauji pažangūs greitintuvų masių spektrometriniai metodai leido sumažinti reikalingo analizei mėginio masę trimis eilėmis, o taikant pažangias technologijas reikalinga analizei anglies masė faktiškai sumažėjo iki ~ 1 µg (Santos *et al.*, 2010).

Taigi, šiuolaikinės aplinkotyrynės technologijos suteikia galimybę naudoti platų spektrą gamtinių ir technogeninių izotopų – žymeklių sprendžiant įvairias problemas jūrinėje aplinkoje.

Literatūra

- Broecker, W. S., Peng, T.-H. 1982. *Tracers in the Sea, Lamont Doherty Geological Observatory*. 690 p.
- Burnett, W.C., Peterson, R., Moore, W. S., Oliveira, J. 2008. Radon and radium isotopes as tracers of submarine groundwater discharge e Results from the Ubatuba, Brazil SGD assessment intercomparison. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76:501-511.
- Cochran, J. K., Feng, H., Amiel, D., Beck, A. 2006. Natural radionuclides as tracers of coastal biogeochemical processes. *Geochem. Explor.* 88:376– 379.
- Dickin, A.P. 2005. Radiogenic Isotope Geology. Cambridge University Press, Second ed. 492 p.
- Dulaiova, H., Burnett, W.C., Chanton, J.P., Moore, W.S., Bokuniewicz, H.J., Charette, M.A., Sholkovitz, E. 2006. Assessment of groundwater discharges into West Neck Bay, New York, via natural tracers. *Continental Shelf Research* 26:1971–1983.
- Feng, H., Cochran, J.K., Hirschberg, D.J. 1999. ²³⁴Th and ⁷Be as tracers for the transport and dynamics of suspended particles in a partially mixed estuary. *Geochim. Cosmochim. Acta* 63:2487–2505.
- Feng, H., Cochran J.K., Hirschberg D.J. 1999. ²³⁴Th and ⁷Be as tracers for the sources of particles to the turbidity maximum of the Hudson River Estuary, *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 49:629–645.
- Liu, Z., Zheng, J., Pan, S., Dong, W., Yamada, M., Aono, T., Guo, Q. 2011. Pu and ¹³⁷Cs in the Yangtze River Estuary Sediments: Distribution and Source Identification *Environ. Sci. Technol.* 45:1805–1811.
- Hirose, K. 2004. Plutonium in the Ocean Environment: Its Distributions and Behavior. *Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences* 10:7-16.
- Hoefs, J. 2004. Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag, Berlin, 5th Edition. 244 p.
- Hou, X. Application of 129I as an environmental tracer. *Radioanal and Nucl Chem.* 262 (1):67-75
- Hou, X., Hansen, V., Aldahan, A., Possnert, G., Lind, O.Ch., Lujanienė, G. 2009. A review on speciation of iodine-129 in the environmental and biological samples. *Analytica chimica acta* 632(2):181-196.
- Ingalls, A. E., Anderson, R. F., Pearson, A. Radiocarbon dating of diatom-bound organic compounds. *Marine Chemistry* 92:91– 105.
- Ingalls, A. E., Ellis, E. E., Santos, G. M., McDuffee, K. E., Truxal, L., Keil, R. G., Druffel E. R. M. 2010. HPLC Purification of Higher Plant-Derived Lignin Phenols for Compound Specific Radiocarbon Analysis. *Anal. Chem.* 82:8931–8938.
- Lindal, P. Lee, S-H, Worsfold, P. Keith-Roach, M. 2010. Plutonium isotopes as tracers for ocean processes: A review. *Marine Environ. Res.* 69:73-84.
- Lujan, V. 1978. *Kosmogeniniai radionuklidai atmosferoje*. Vilnius, Mokslas.
- Lujanienė, G., Jokšas, K., Šilobritienė, B., Morkūnienė, R. 2006. Physical and chemical characteristics of ¹³⁷Cs in the Baltic Sea. *Radioactivity in the Environment* 8:165-179.
- Lujanienė, G., Aninkevičius, V., Lujan, V. 2009. Artificial radionuclides in the atmosphere over Lithuania. *Environ radioact.* 100(2):108-119.

- Mabit, L., Klik, A., Benmansour, M., Toloka, A., Geisler, A., Gerstmann, U.C. 2009. Assessment of erosion and deposition rates within an Austrian agricultural watershed by combining ^{137}Cs , ^{210}Pb ex and conventional measurements. *Geoderma* 150:231-239.
- Matisoff, G., Bonniwell, E., Whiting, P. J. 2002. Soil erosion and sediment sources in an Ohio Watershed using ^7Be , $^{137}\text{Cesium}$, and Lead-210. *Environ. Qual.* 31:54-61.
- Povinec, P.P., Sanchez Cabeza, J.A. 2006. Radionuclides in the Environment. In *Radioactivity in the Environment Series* Vol. 8. Elsevier, Amsterdam. 646 p.
- Santos, G. M., Southon, J. R., Drenzek, N. J., Ziolkowski, L. A., Druffel, E., Xiaomei, X., Zhang, D., Trumbore, S., Eglinton, T. L., Hughen, K. A. 2010. Blank assessment for ultra-small radiocarbon samples: chemical extraction and separation versus AMS. *Radiocarbon* 52(2-3):1322-1335.
- Santschi, P.H., Murray, J.W., Baskaran, M., Benitez-Nelson, C.R., Guo, L.D., Hung, C.-C., Lamborg, C., Moran, S.B., Passow, U., Roy-Barman, M. 2006. Thorium speciation in seawater *Marine Chemistry* 100:250-268.
- Shaw, T. J. 2003. Biogeochemical Processes in Coastal Aquifers and Permeable Sediments. *Aquatic Geochemistry* 9: 165-169.
- Uchikawa, J., Popp, B.N., Schoonmaker, J.E., Xu, L. 2008. Direct application of compound-specific radiocarbon analysis of leaf waxes to establish lacustrine sediment chronology. *Paleolimnol* 39:43-60.
- Walsh, E. M., Ingalls, A. E., Keil R. G. 2008. Sources and transport of terrestrial organic matter in Vancouver Island fjords and the Vancouver-Washington Margin: A multiproxy approach using $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$, lignin phenols, and the ether lipid BIT index. *Limnol. Oceanogr.* 53(3):1054-1063.
- Waples, J. T., Benitez-Nelson, C., Savoye, N., Loeff, M.R., Baskaran, M., Gustafsson, O. 2006. An introduction to the application and future use of ^{234}Th in aquatic systems. *Marine Chemistry* 100:166-189.
- Yeager, K.M., Santschi, P.H. 2003. Invariance of isotope ratios of lithogenic radionuclides: more evidence for their use as sediment source tracers *Journal of Environmental Radioactivity* 69:159-176.
- Yi, P., Aldahan, A., Hansen, V., Possnert, G., Hou X.L. 2011. Iodine Isotopes (^{129}I and ^{127}I) in the Baltic Proper, Kattegat, and Skagerrak Basins *Environ. Sci. Technol.* 45:903-909.
- Zapata, F. 2003. The use of environmental radionuclides as tracers in soil erosion and sedimentations: recent advances and future developments. *Soil & Tillage Research* 69:3-13.
- Ziolkowski, L. A. Druffel, E. R. M. 2009. Quantification of Extraneous Carbon during Compound Specific Radiocarbon Analysis of Black Carbon *Anal. Chem.* 81:10156-10161.

SPECIFINIŲ TIKSLIŲ ANALIČIŲ PARINKIMAS NAFTOS IŠSILIEJIMUI APIBŪDINTI

Kristina Mickuvienė

Klaipėdos universitetas, Klaipėda, kristina.mickuviene@ku.lt

Anotacija. Su nafta susijusiuose aplinkos tyrimuose yra labai svarbu tiksliai nustatyti išsiliejusios naftos galimus migracijos kelius ir identifikuoti kilmės šaltinius. Pasirenkant nustatymo metodus ir atliekant duomenų interpretaciją remiamasi pakopiniu analitiniu požiūriu, atsižvelgiama į naftos bendras savybes ir cheminę sudėtį, dūlėjimo poveikį angliavandeniliams, naftos diferenciaciją. Naudojami naftos angliavandenilių pasiskirstymo modeliai, specifinių žymenų analizė, nustatomi specifiniai naftos sudedamųjų dalių diagnostiniai santykiai, atliekama stabilių izotopų analizė, taikomi statistiniai modeliai ir kiti metodai.

Įvadas

Naftos išsiliejimai sukelia didelę žalą jūros bei sausumos organizmams, žmonių sveikatai ir gamtos ištekliams. Todėl, aiškinantis jos migracijos kelius ir elgesį, prognozuojant galimą ilgalaikį išsiliejusios naftos poveikį aplinkai, labai svarbu identifikuoti išsiliejusią naftą ir susieti ją su žinomais taršos šaltiniais. Poveikių priklauso nuo naftos cheminės sudėties ir koncentracijos (Douglas *et al.*, 1996). Žaliavinės naftos sudėtis yra labai įvairi, priklausanti nuo originalios organinės anglies šaltinio, diagenezės, katagenezės ir migracijos aplinkos sąlygų. Naftos migracija priklauso nuo ją sudarančių angliavandenilių tirpumo, lakumo, cheminio reaktyvumo, taip pat nuo aplinkos sąlygų - jūros būklės, vėjo greičio, temperatūros, vandens gylio, jūros dugno ir priekrantės geologijos, vietinio biologinio aktyvumo (Jordan, Payne, 1980).

Žaliavinė nafta yra tūkstančių skirtingų organinių junginių kompleksinis mišinys, kurie buvo chemiškai keičiami, veikiant skirtingiems geologiniams procesams. Žaliavinę naftą pirmiausia sudaro anglis ir vandenilis (platus angliavandenilių spektras nuo lengvų dujų iki sunkių liekanų). Joje taip pat yra mažesni kiekiai sieros, deguonies, azoto, taip pat metalų, tokių kaip nikelis, vanadis, geležis. Dėl nevienodų šių sudedamųjų dalių proporcijų ir atsiranda cheminiai skirtumai tarp naftų (Jokuty *et al.*, 1999).

Žaliavinės naftos sudėtis labai skiriasi. Priklausomai nuo anglies šaltinio, iš kurio susidaro nafta, ir geologinės aplinkos, kurioje ji migruoja, jos sudėtis gali labai įvairuoti (C_5 - C_{40} angliavandenilių intervale). Joje gali būti skirtingas santykinis parafinų, aromatinių junginių, asfaltenu, skirtingą alkanų ir neištirpusių kompleksinių mišinių (UCM) kiekis, skirtingas izoprenoidų ir n-alkanų santykis (Kennicutt II, M.C., 1998).

Žaliavinės naftos tankis yra apie $0,85 \text{ g/cm}^3$, todėl jei jūros paviršius yra ramus, išsiliejusi nafta iš pradžių formuoja plėvelę. Plėvelė yra veikiamą fizikinių procesų, tokių kaip advekcija ir turbulencija, verčiančių ją judėti vertikaliai ir/ar horizontaliai. Dėl advekcijos naftos dėmė išplinta horizontaliai, o jei netoliese yra žemė, tai nafta yra išmetama ant kranto. Turbulencija skatina emulsijų, dar vadinamų „šokoladiniais putėsiais“ (*angl.* chocolate mousse), formavimąsi. Jie gali transformuotis į dervos gabalėlius. Mažos molekulinės masės junginiai paprastai išgaruoja arba ištirpsta. Kai kurių mažo molekulinio svorio naftos frakcijų tirpumas yra apie 10 mg/l. Kai kurios frakcijos yra fotochemiškai oksiduojamos (S. Libes, 2009).

Naftai dūlant, cheminiai pokyčiai įvyksta per vieną dieną po išsiliejimo, palikdami liekanų, kurių sudėtis skiriasi nuo originalios naftos. Laikui bėgant, pasikeitusi nafta transportuojama srovių arba horizontaliai arba vertikaliai, skęstant dervos kamuoliams. Dalis naftos pasiekia jūros dugną, adsorbuojasi ant skęstančiųjų dalelių arba yra biologiškai įsisavinama. Dervos gabalėliai gali būti pernešami dideliais atstumais dėl jų inertiškumo ir mažo tankio. Nafta, kuri pasiekia nuosėdas, dėl mažo biodegradacijos greičio išlieka dešimtmečius.

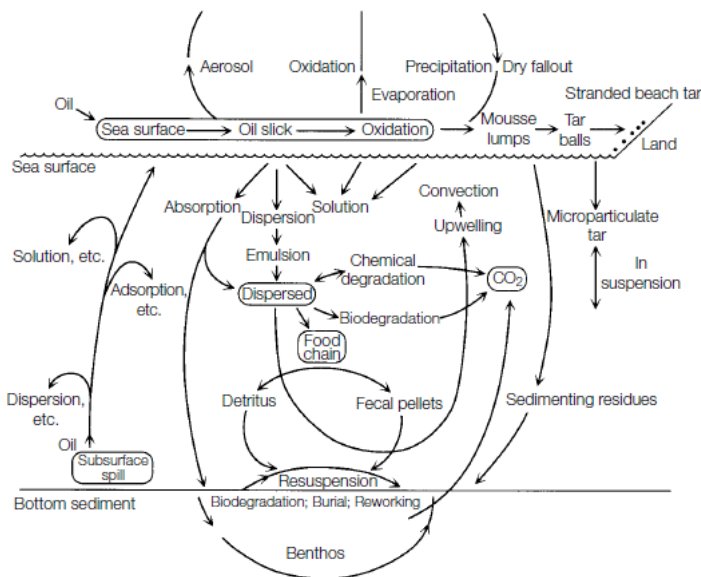
Arkties vandenyne svarbūs abiotiniai faktoriai, įtakojantys išsiliejusios naftos plitimą ir dūlėjimo procesus – sniego ar ledo dangos buvimas/nebuvimas, vandens temperatūra, apšvietimo sąlygos, vertikalios, horizontalios srovės (Mackay, 1985; Payne *et al.*, 1991). Tie patys faktoriai įtakoja naftos elgesį ir Baltijos jūroje. Bendrai naftos išsiliejimo pasekmės Baltijos jūroje priklauso nuo metų laiko, nes biologiniai reiškiniai yra griežtai sezoniniai (Sunı *et al.* 2007).

Dūlėjimo procesų įtaka naftos angliavandenilių aptikimui

Dūlėjimas sukelia išsiliejusios naftos didelių cheminių, fizikinių savybių pasikeitimus. Dūlėjimo laipsnis (lengvas, vidutiniškas, aukštas) ir greitis skirtingas kiekvieno išsiliejimo atveju ir priklauso nuo daugelio sąlygų - išsiliejusios naftos tipas, išsiliejimo vieta, aplinkos sąlygos, mikrobiologinis aktyvumas ir kt. (Page *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 1999). Žaliavinę naftą patekusią į aplinką nedelsiant pradeda veikti įvairūs dūlėjimo procesai (Jordan, R.E., Payne, J.R., 1980): garavimas, suskaidymas, mikrobinė degradacija, kiti procesai, tokie kaip sklaida, susidaro vandens-naftos emulsija, fotooksidacija, adsorbcija ant suspenduotų dalelių, naftos-mineralų agregacija (1 pav.).

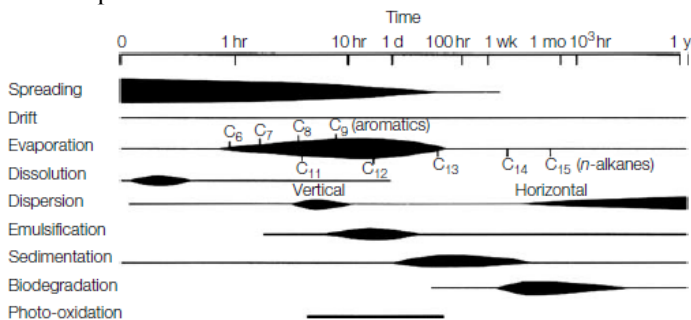
Iškart po išsiliejimo nafta, ypač lengvi naftos produktai, ima garuoti (2 pav.). Per pirmas kelias dienas po išsiliejimo lengvos naftos nuostoliai gali būti virš 70% tūrio, o naftos produktų – 40% tūrio. Sunkios ir liekaninės naftos nuostoliai siekia tik 5-10% tūrio (Fingas, 1995). Naftos junginiai, kurių virimo temperatūra žemesnė nei 250°C , išgaruoja.

Ištirpusių vandenyje angliavandenilių kiekis didžiąja dalimi priklauso nuo naftos komponentų molekulinės struktūros ir poliškumo.



1 pav. Išsiliejusių naftą veikiantys dūlėjimo procesai (Preston, 1988)

Poliaromatiniai angliavandeniliai (PAA) labiau tirpūs nei alifatiniai. Tirpumas didėja, kai alkilinto benzeno ir PAA alkilinimo laipsnis mažėja, be to, mažesnės molekulinės masės angliavandeniliai labiau tirpūs nei didesnės molekulinės masės toje klasėje (Barakat, 2002). Didelio molekulinio svorio PAA yra nepoliniai, todėl jų tirpumas labai žemas. Jūros vandenyje jie adsorbuojasi ant dalelių ir iškrenta į nusėdas. PAA toksiškumą taip pat padidina fotocheminės reakcijos su UV spinduliais.



2 pav. Įvairių dūlėjimo procesų, veikiančių išsiliejusių naftą, veikimo laikas (Whittle et al., 1982)

Angliavandenilių biodegradacija, veikiant natūraliai mikroorganizmų populiacijai, yra vienas iš pagrindinių mechanizmų, kuriuo nafta eliminuojama iš aplinkos (Prince, 1993; Leahy, Colwell, 1990). Jautrumas biodegradacijai mažėja sekančiai: n-alkanai>šakotieji alkanai>mažo molekulinio svorio aromatiniai junginiai>aukšto molekulinio svorio aromatiniai junginiai ir cikliniai alkanai (Paasvirta, 1991).

Kitas svarbus procesas veikiantis išsiliejusią naftą - fotooksidacija (Garrett *et al.*, 1998). Fotocheminės degradacijos produktai – oksiduoti junginiai, kurie gerai tirpsta vandenyje. N-alkanai yra labai atsparūs fotodegradacijai, o antriniai ir tretiniai alkanai lengviau fotodegraduojami. Poliaromatiniai angliavandeniliai (PAA) buvo identifikuoti kaip fotosintetinantys, atsakingi už daugelio reakcijų inicijavimą. Aromatinis distiliatas fotodegraduojamas 10 kartų greičiau negu homologų distiliatas su mažu aromatikos kiekiu (Maria J. Garcí'a-Martí'nez., *et al.*, 2006). Fotoindeguotos naftos ir PAA toksiškumas patvirtinamas dėl susidariusių trumpalaikių fotodegradacijos tarpinių produktų, kurie yra labiau toksiški ir tirpūs negu pirminiai junginiai, bet vėliau sunaikinami fotokatalitinių procesų metu (Zioli *et al.*, 2002; Zioli, *et al.*, 2003).

Naftos-mineralų agregatai (OMA) susidaro sąveikaujant naftos liekanoms, mineralų dalelėms ir jūros vandeniui. OMA susiformavimas palengvina natūralų naftos pasišalinimą. OMA formavimąsi sustiprina fizikiniai procesai, tokie kaip bangos, energija, potvyniai, srovės. OMA susidarymas sustiprina naftos biodegradaciją.

Esant lengvo dūlėjimo laipsniui, žymūs praradimai įvyksta mažo molekulinio svorio n-alkanų terpėje. Esant aukštam dūlėjimo laipsniui, n-alkanai ir net izoprenoidai kai kuriais atvejais visiškai sudūla. Kai naftos dūlėjimas yra apie 20-25%, BTEX (benzenas, toluenas, etilbenzenas, trys ksileno izomerai) ir C₃-benzenai visiškai išnyksta. Žymiai sumažėja naftaleno ir padidėja krizeno kiekis palyginus su kitais alkilintais PAA, žymiai sumažėja naftaleno, fenantreno, dibenzotiofeno, fluoreno sumos ir krizeno santykis (Mackay, D., 1985).

Tyrimų metodai

Nustatant naftos angliavandenilius naudojami įvairūs instrumentiniai ir neinstrumentiniai metodai - dujų chromatografija (GC), dujų chromatografijai-masės spektrometrija (GC-MS), efektyvioji skysčių chromatografija (HPLC), dydžio išskyrimo HPLC, infraraudonųjų spindulių spektroskopija (IR), superkritinių skysčių chromatografija (SFC), plonasluoksnė chromatografija (TLC), ultravioletinė (UV) ir fluorescencinė spektroskopija, izotopų santykių masės spektrometrija, gravimetriniai metodai (Wang *et al.*, 1999). Iš visų šių metodų plačiausiai naudojami dujų chromatografijos metodai. Palyginus su molekuliniais matavimais prieš du dešimtmečius, dujų chromatografija dabar papildyta didesniu skaičiumi sudėtingų analitinių metodų, tokių kaip kapiliarinė

GC-MS, kuri gali analizuoti naftos specifinius biožymenų junginius ir policiklinius aromatinčius angliavandenilius. Analitinių duomenų tikslumas ir patikimumas pagerinami ir optimizuojami, atliekant patikrinimo/kokybės kontrolinių matavimų seriją. Buvo publikuota keletą apžvalgų apie analitines metodologijas, charakterizuojančias ir identifikuojančias naftos angliavandenilius (Wang *et al.*, 1999; Sauer, Boehm, 1995; Krahn, *et al.*, 1993; Whittaker *et al.*, 1995; Lundanes, Greibrokk, 1994; Kaplan *et al.*, 1996; Stout *et al.*, 2002). Priklausomai nuo cheminės/fizinės informacijos poreikio, pritaikymo pobūdžio ir analizės išsamumo lygio, metodai, naudojami naftos išsiliejimo tyrimui, gali būti skirstomi į dvi kategorijas: nespecifinius ir specifinius skirtus išsamiai komponentų analizei. Nespecifiniuose metoduose nustatomos tik cheminių angliavandenilių grupės ar frakcijos.

GC-MS, GC-FID ir kitais analitiniais metodais nustatomas platus individualių naftos angliavandenilių intervalas, atliekama naftos šaltinio identifikavimas, metodai naudojami dūlėjimo ir biologinės degradacijos procesų monitoringui, interpretuojant cheminius naftos išsiliejimo duomenis (Barakat *et al.*, 1997).

Dauguma metodų, kurie yra naudojami nustatant aromatinčius angliavandenilius išsiliejusioje naftoje, yra sukurti nuotekų vandeniui ir pramoninėms atliekoms tirti. Pagrindinis šių metodų trūkumas tai, kad jie negali pateikti informacijos apie atskirus cheminius junginius, kurie sudaro išsiliejusią naftą.

Specifinių tikslų analizių parinkimas

Naftos išsiliejimo identifikavimui reikia tiksliai nustatyti specifinius junginius ir izomerų grupes. Tinkamų tikslų naftos analizių atrinkimas priklauso nuo išsiliejusios naftos tipo bei aplinkos, į kurią ji pateko. Pagrindinės naftos specifinės analizės, kurios gali būti naudojamos naftos šaltinio identifikavimui ir aplinkos vertinimui, yra šios:

- Individualūs sotūs angliavandeniliai, įskaitant n-alkanus (C₈-C₄₀) ir pasirinktus izoprenoidus pristaną (PRIS) bei fitaną (PHY) (kai kuriais atvejais įtraukiami ir farnesanas, trimetil-C₁₃, norpristanas). Gamtoje pristaną ir fitaną iš izoprenoidų biosintetina planktonas. Šie junginiai yra paplitę jaunoje nuosėdose, kuriose tęsiasi naftos susiformavimas. Abu šie junginiai yra labiau atsparūs biodegradacijai, negu n-alkanai. PHY yra labiau atsparus, negu PRIS. Šių medžiagų santykis (PRIS : PHY) yra naudojamas siekiant įvertinti naftos taršalų aplinkoje amžių ir kilmę.
- Lakūs angliavandeniliai, įtraukiant BTEX (benzenas, toluenas, etilbenzenas, trys ksileno izomerai), alkilinti benzenai (C₃-, C₅-benzenai), lakūs parafinai ir izoparafinai, naftenai (pagrindė pentano ir cikloheksano junginiai).

- PAA alkilinti (C_1 - C_4) homologai (alkilinti naftalenas, fenantrenas, dibenzotiofenas, fluorenas, krizenas). Šie alkilinti PAA yra naftos išsiliejimo vertinimo cheminio apibūdinimo ir identifikavimo pagrindas. Yra keletas metodų, kuriais galima nustatyti PAA šaltinius. Naudojami specifinių alkilintų PAA/pirminių PAA, pirminių PAA/pirminių PAA santykių skaičiavimai (Notar *et al.*, 2001). Sunkumai iškyla identifikuojant jų kilmę, kai yra keli naftos šaltiniai.
- Biožymenų terpano ir sterano junginiai. Gamtoje esantys junginiai suteikia svarbią informaciją apie naftos šaltinius, dūlėjimo būklę. Biožymenys terpanas ir steranas yra žaliavinės naftos sudedamosios dalys. Keli specifiniai biožymenų junginiai, taip pat keli geologiškai reti acikliniai alkanai randami tik tam tikrose naftose, todėl gali būti naudojami kaip unikalūs žymenys, tiriant naftos išsiliejimo šaltinį ir suteikia informacijos apie organinių medžiagų tipus, iš kurių susidaro žaliavinė nafta.
- Bendras angliavandenilių skaičius, neištirpę kompleksiniai mišiniai (UCM), stabilios anglies izotopų santykis ($\delta^{13}C$).

Kita potenciali angliavandenilių grupė, kuri vertinga tiriant išsiliejusią naftą yra azoto ir deguonies heterocikliniai angliavandeniliai. Naftoje šių heterociklinių angliavandenilių koncentracija palyginus su PAA yra maža. Tačiau jų padidėja, veikiant dūlėjimo procesams, nes jie yra bioatsparūs ir patvarūs aplinkoje. Dauguma organinių azoto angliavandenilių žaliavinėje naftoje yra kaip alkilinti aromatiniai heterociklai su dominuojančiomis neutraliomis pirolitinėmis struktūromis. Naftoje didžioji dalis azoto yra sutinkama asfaltenu pavidalu. Individualūs ir alkilinti karbazolo, kvinolo, piridino homologai nustatomi daugelyje žaliavinių naftų. Šie junginių pagalba galima spręsti apie galimus angliavandenilių šaltinius aplinkoje ir padeda atrasti galimus naftos molekulių biologinius pirmtakus.

Išvados:

1. Vertinant išsiliejusios naftos žalą aplinkai, aiškinantis jos kelius ir elgesį, prognozuojant galimą ilgalaikį poveikį svarbu apibūdinti išsiliejusią naftą ir susieti ją su žinomais šaltiniais.
2. Dauguma metodų, kurie yra naudojami nustatant angliavandenilius išsiliejusioje naftoje, yra sukurti nuotekų vandeniui ir pramoninėms atliekoms tirti. Pagrindinis šių metodų trūkumas tai, kad jie negali pateikti informacijos apie atskirus cheminius junginius sudarančius išsiliejusią naftą. Kompleksiniams naftos mišiniams, paveiktiems dūlėjimo procesų, neužtenka vieno tyrimo metodo, kuris leistų spręsti apie angliavandenilių šaltinius.
3. Naftos išsiliejimui apibūdinti turi būti naudojamos specifinės tikslios analitės, kurios leidžia nustatyti naftos ir jos produktų junginių kilmę, jų elgseną veikiant dūlėjimo procesams. Turi būti derinami analitiniai ir statistiniai metodai.

Literatūra

- Barakat, A.O., Mostafa, A., El-Gayar, M.S., Rullkotter, J. 1997. Source-dependent biomarker properties of five crude oils from the Gulf of Suez. *Egypt Org. Geochem* 26:441–450.
- Barakat, A.O., Qian, Y., Kim, M., Kennicutt M.C., II. 2002. Compositional changes of aromatic steroid hydrocarbons in naturally weathered oil residues in the Egyptian Western Desert. In: *Proceedings of the 25th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar*. Environment Canada, Ottawa. 477–488.
- Bragg, J.R., Owens, E.H. 1994. Clay-oil flocculation as a natural cleansing process following oil spill: Part 1—studies of shoreline sediments and residues from past spills. In: *Proceedings of the 17th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar*. Environment Canada, Ottawa, Ontario. 1–25.
- Douglas, G.S., Bence, A.E., Prince, R.C., McMillen, S.J., Butler, E.L. 1996. Environmental stability of selected petroleum hydrocarbon source and weathering ratios. *Environ. Sci. Technol.* 30:2332–2339.
- Fingas, M., 1995. A literature review of the physics and predictive modelling of oil spill evaporation. *Hazard. Mater.* 42:157–175.
- Garrett, P.M., Pickering, I.J., Haith, C.E., Prince, R.C. 1998. Photooxidation of crude oils. *Environ. Sci. Technol.* 32:3719–3723.
- Hamacher, C.; Brito, A.P.X.; Bruning, I.M.R.A.; Wagener, A.; Moreira, I. 2000. *Rev. Bras. Ocean.* 48:167.
- Jokuty, P., Whiticar, S., Wang, Z.D., Fingas, M., Fieldhouse, B., Lambert, P., Mullin, J. 1999. Properties of Crude Oils and Oil Products (Report Series No. EE-165). Environment Canada, Ottawa, ON.
- Jordan, R.E., Payne, J.R. 1980. Fate and Weathering of Petroleum Spills in the Marine Environment: A Literature Review and Synopsis. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Michigan.
- Kaplan, I.R., Galperin, Y., Alimi, H., Lee, R.P., Lu, S., 1996. Pattern of chemical changes during environmental alteration of hydrocarbon fuels. *Ground Water Monitor. Remediat.* Fall, 113–124.
- Kennicutt, II, M.C. 1998. The effect of biodegradation on crude oil bulk and molecular composition. *Oil Chem. Pollut.* 4:89–112.
- Krahn, M.M., Ylitalo, G.M., Buzitis, J., Chan, S., Varanasi, U. 1993. Rapid HPLC methods that screen for aromatic compounds in environmental samples. *Chromatogr.* 642:15–32.
- Leahy, J.G., Colwell, R.R. 1990. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Microbial Rev.* 54:305–315.
- Libes S. *Introduction to Marine Biogeochemistry*. 2009, 906.
- Lundanes, E., Greibrokk, T. 1994. Separation of fuels, heavy fractions, and crude oils into compound classes: a review. *High Resolut. Chromatogr.* 17:197–202.
- Mackay, D. 1985. The physical and chemical fate of spilled oil. In: *Petroleum Effects in the Arctic Environment*. Engelhardt, F.R. (ed). Elsevier Applied Science Publishers, Essex, pp. 37–61.
- Maria, J. Garcí'a-Martí'nez, Ignacio Da Riva, Laureano Canoira. 2006. Photodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in fossil fuels catalysed by supported TiO₂. *Applied Catalysis B: Environmental* 67:279–289.
- Notar, M., Leskovsek, H., Faganeli, J. 2001., *Mar. Pollut. Bull.* 42:36-17.
- Paasvirta, J. 1991. *Chemical Ecotoxicology*. Lewis Publishers Inc., Chelsea. 166-167.
- Page, D.S., Bence, A.E., Burns, W.A., Boehm, P.D., Douglas, G.S. 2002. A holistic approach to hydrocarbon source allocation in the subtidal sediments of Prince, William Sound, Alaska, Embayments. In: *Proceedings of the 25th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar*, Environment Canada, Ottawa. 547–563.
- Payne, J.R., McNabb, G.D. Jr., Clayton, R. Jr. 1991. Oil-weathering behaviour in Arctic environments. *Polar Res.* 10, 631–662.

- Peters, K.E., Moldowan, J.W. 1993. *The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Preston, M. R. 1988. *Chemical Oceanography*, Vol. 9, Academic Press, pp. 53–96.
- Prince, R.C. 1993. *Petroleum Spill Bioremediation in Marine Environment*. Crit. Rev. Microbiol 19, 217–242.
- Sauer, T.C., Boehm, P.D. 1995. Hydrocarbon chemistry analytical methods for oil spill assessments. Technical Repot 95-032. Marine Spill Response Corporation, Washington, DC.
- Stout, S.A., Uhler, A.D., McCarthy, K.J., Emsbo-Mattingly, S., 2002.
- Suni, S., Koskinen, K., Kauppi, s., Hannula, E. 2007. Removal by Sorption and In Situ Biodegradation of Oil Spills Limits Damage to Marine Biota: A Laboratory Simulation. *Ambio* 36(2–3), April 2007
- Wang, Z.D., Fingas, M., Page, D. 1999a. Oil Spill Identification. *Chromatogr.* 843:369–411.
- Whittaker, M., Pollard, S.J.T., Fallick, T.E. 1995. Characterization of refractory wastes at heavy oil-contaminated sites: a review of conventional and novel analytical methods. *Environ. Technol.* 16:1009–1033.
- Whittle, K. J., *et al.* 1982. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences 297, 193–218.
- Ziolli, R.L., Jardim W.F. 2003. *Photochem. Photobiol. A-Chem.* 155(1–3):243–252.
- Ziolli, R.L., Jardim, W.F. 2002. *Photochem. Photobiol. A- Chem.* 147(3):205–212.

GULBIŲ GIESMININKIŲ (*CYGNUS CYGNUS*) IR MAŽŪJŲ GULBIŲ (*C. COLUMBIANUS*) SVARBIAUSIOS POILSIO IR MAITINIMOSI VIETOS NEMUNO DELTOS REGIONE

Julius Morkūnas¹, Krister Castren²

¹*Gamtos tyrimų centras, juliusmorkunas@gmail.com*

²*Lietuvos ornitologų draugija, castren@castrade.lt*

Gulbė giesmininkė (*Cygnus cygnus*) ir mažoji gulbė (*C. columbianus*) – vidutinio nuotolio migrantai, reguliariai stebimi visoje Lietuvos teritorijoje pavasario ir rudens migracijų metu. Šių dviejų rūšių gulbių pagrindinės žiemavietės yra Vokietijoje, Olandijoje, Belgijoje, Anglijoje, Danijoje.

Lietuvos teritorijoje pavasarinės gulbių migracijos yra žymiai labiau išreikštos negu rudeninės. Pavasarį nuo kelių individų iki tūkstantinių pulkų maitinasi užliejamose pievose, žiemkenčių laukuose, o rudenį keliasdešimties paukščių pulkai stebimi agrariniame kraštovaizdyje. Pavasariniai potvyniai Nemuno deltoje ir aplinkinėse teritorijose suformuoja tinkamas sąlygas migruojančių gulbių poilsiui ir maitinimuisi.

Priklausomai nuo pavasario sezono eigos (vidutinių oro temperatūrų bei pavasario pradžios), pirmosios gulbės Lietuvoje pasirodo vasario mėnesį, vėliausiai - kovo mėnesį. Pirmosios gulbės Nemuno deltoje pasirodo tik pradėjus tirpti ledui. Pastebima, kad kuo ankstyvesnis pavasaris, tuo paukščių migracija yra ankstesnė ir ilgesnė. Kai gulbės Nemuno deltos regione pasirodo vasario mėnesį, jos čia užsibūna ilgiau negu tais sezonais, kuomet pirmieji migrantai pasirodo kovo mėnesį.

Didžiausios gulbių giesmininkių ir mažųjų gulbių sankaupos Nemuno deltos regione yra stebimos Mingės užliejamose pievose, Kintų žuvininkystės tvenkiniuose, Rupkalvių ornitologiniame draustinyje (1 pav.), Sausgalviuose, Sakučiuose, Rusnėje, Drevernos ir Vilkyčių laukuose.

Pastaraisiais metais migruojančios gulbės keičia savo tradicinius maitinimosi biotopus ir pobūdį. Pirmieji paukščiai pasirodo ne užlietose pievose, o dirbamuose laukuose, kur ankstesniais metais buvo auginti kukurūzai. Užliejamose pievose paukščiai pradeda maitintis tik tada, kai nebelieka pašaro laukuose. Gulbių nakvynės vietos nesikeičia; nakvoti skrenda į atviro vandens plotus - Kuršių marias ar užlietas pievas.



1 pav. Pavasarinės gulbių giesmininkių sankaupos Rупkalvių ornitologiniame draustinyje

1997-2003 metais Nemuno deltos regione būdavo stebimi iki 2000-3000 individų būriai, vėlesniais metais stebimos mažesnės gulbių giesmininkių sankaupos. Mažųjų gulbių skaičius regione išlieka pastovus ir piko metu siekia iki 200-300 individų.

¹³⁷Cs PASISKIRSTYMAS JŪROS PAKRANTĖJE TIES KURŠIŲ NERIJA

Rasa Morkūnienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, radioch@vgtu.lt

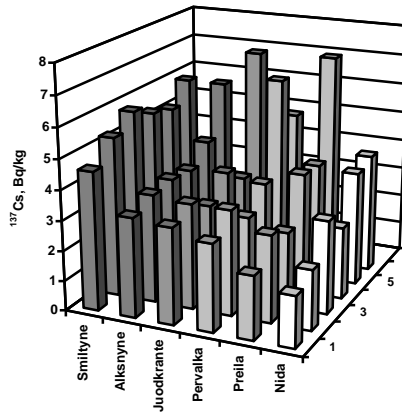
Yra žinoma, kad dirbtinės kilmės radionuklidai į jūros pakrantę patenka dėl eilės priežasčių: su atmosferos iškritomis, jūros purslais, druskos dalelėmis, puta, suspenduotomis dalelėmis ir mirusiu fitoplanktonu. Radionuklidų pasiskirstymą pakrantėje sąlygoja eilė faktorių, tokių kaip hidrodinaminės ir eolinės jėgos, dirvožemio savybės ir kt. Atkreipiamas dėmesys ir į kopų augmenijos įtaką smėlio radioaktyviajai taršai (Copplesstone *et al.*, 2001). Radionuklidų savitojo aktyvumo pasiskirstymo, jį įtakančių faktorių jūros pakrantėje tyrimai atliekami eilėje šalių (Copplesstone *et al.*, 2001; Kannan *et al.*, 2002; Seddeek *et al.*, 2005; Alam *et al.*, 1999; Tarasiuk *et al.*, 2000).

Šių tyrimų tikslas įvertinti ¹³⁷Cs savitojo aktyvumo vertikalųjį bei horizontalųjį pasiskirstymą Kuršių nerijos pakrantės ekosistemos smėlyje bei radiocezio savitąjį aktyvumą vienoje labiausiai paplitusių augmenijos rūšių.

Tyrimai atlikti 2008 m. šešiose stotyse: Smiltynėje, Alksnynėje, Juodkrantėje, Pervalkoje, Preiloje ir Nidoje. Smėlio dirvožemio ėminiai imti iš 0-5 cm gylio bangų užsiritimo ant kranto šlaito zonoje (1), 3-5 metrų atstumu nuo kranto linijos (2), apsauginio paplūdimio kopagūbrio vakarinėje papėdėje (3), vakarinio šlaito viduryje (4), kopagūbrio viršūnėje (5) ir rytinėje kopagūbrio papėdėje (6). Juodkrantėje ėminiai imti iš 0-30 cm gylio. Vėliau jie padalinti į 0-5 cm sluoksnius. Mėginių gama spektrometrinė analizė atlikta gama spektrometrine sistema CANBERRA (skiriamoji geba 2keV, efektyvumas 15%) su labai švaraus germanio detektoriumi (HPGe). Maksimali matavimo paklaida neviršijo 10%. Mėginių pH vertės nustatytos WTW pH – metru pH 315i, kurio matavimo paklaida ± 0,01. Organinės medžiagos kiekis nustatytas iš svarių skirtumo prieš ir po deginimo 550°C temperatūroje. Augalų tyrimams imtas pajūrinis pelėžirnis (*Lathyrus maritimus*) ir smiltyninė smiltlendrė (*Ammophila arenarius*).

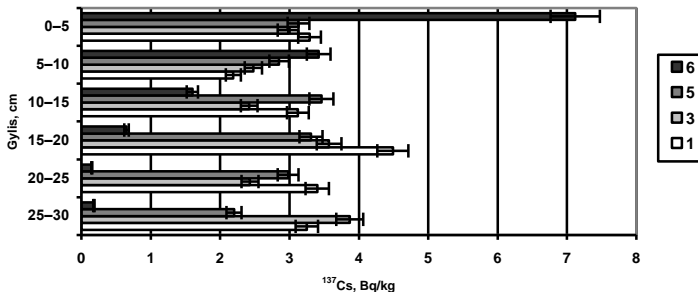
¹³⁷Cs tyrimų paviršiniame smėlio dirvožemio sluoksnyje rezultatai ruože tarp Smiltynės ir Nidos patekti 1 pav. Radionuklido savitojo aktyvumo vertės tiriamajame ruože kito nuo 1,7±0,2 Bq/kg iki 7,2±0,6 Bq/kg. Didžiausios savitojo aktyvumo vertės nustatytos Smiltynėje (4,6±0,4-5,9±0,5 Bq/kg), o mažiausios – Nidoje (1,7±1,2-4,0±0,3 Bq/kg). Didžiausia ¹³⁷Cs savitojo aktyvumo vertė nustatyta Juodkrantėje apsauginio kopagūbrio rytinio šlaito papėdėje – 7,2±0,6 Bq/kg. Tai gali būti siejama su organinių medžiagų kiekio padidėjimu ėminyje iki 2,5%. Organinių medžiagų įtaka radionuklidų savitojo aktyvumo pasiskirstymui dirvožemyje plačiai aptariama mokslinėje literatūroje (Lee, Lee, 2000; Staunton,

Dumat, Zsolnay, 2002). pH vertės paviršiniame tiriamojo ruožo sluoksnyje kito nuo 4,73 iki 6,38, mažiausios vertės nustatytos ėminiuose už kopagūbrio.



1 pav. ^{137}Cs savitojo aktyvumo pasiskirstymas 0-5 cm smėlio dirvožemio sluoksnyje Kuršių nerijos Smiltynės-Nidos kranto ruože

Paplūdimio smėlyje radionuklidų vertikalų pasiskirstymą iš esmės lemia mineralinė matricos sudėtis ir mechaninis maišymasis dėl jūros vandens ir vėjo. Radionuklidų pasiskirstymui kopose įtaką turi lietus, vėjas bei augmenija, stabilizuojanti smėlio pernašą. Augalai taip pat gali sulaikyti jūros aerozolius taip įtakodami savitojo aktyvumo padidėjimą smėlyje (Alam *et al.*, 1999). Antra vertus, augalai gali ir patys absorbuoti ^{137}Cs . Nustatyta, kad ^{137}Cs koncentracijų pajūriniam pelėžirnyje ir dirvožemyje santykis lygus 2,9, o smiltyninėje smiltlendrėje ir dirvožemyje – 1,6. Pastarasis artimas vertei (1,4) gautai tiriant smėlio kopų ekosistemą Selafilde, Anglijoje (Alam *et al.*, 1999).



2 pav. ^{137}Cs vertikalusis savitojo aktyvumo pasiskirstymas Juodkrantės 1, 3, 5, 6 taškuose

Vertikalaus ^{137}Cs savitojo aktyvumo pasiskirstymo 0-30 cm smėlio storumėje tyrimai parodė, kad paplūdimyje (1), apsauginio kopagūbrio papėdėje (3), kopagūbrio viršūnėje (5) ir rytinėje kopagūbrio šlaito papėdėje (6) radionuklidai pasiskirstę netolygiai, tačiau didesnių savitojo aktyvumo pokyčių nepastebėta, išskyrus paviršinio smėlio ėminių (0-5 cm) kopagūbrio papėdėje (2 pav). ^{137}Cs savitasis aktyvumas storumėje kito nuo $2,2\pm 0,4$ iki $7,2\pm 0,6$ Bq/kg. Organinių medžiagų kiekis kito nuo 0,04 iki 2,5%. pH vertės kito nuo 5,57 iki 6,62.

Organinės medžiagos bei pH įtakos ^{137}Cs savitajam aktyvumui smėlio dirvožemyje įvertinti, apskaičiuotas koreliacijos koeficientas tarp šių parametų. Jis atitinkamai lygus 0,6 ir 0,02.

Literatūra

- Alam, M.N., Chowdhury, M.I., Kamal, M., Ghose, S., Islam, M.N., Mustafa, M.N., Miah, M.M.H., Ansary, M.M. 1999. The ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K activities in beach sand minerals and beach soils of Cox's Bazar, Bangladesh. *Journal of Environmental Radioactivity* 46: 243-250.
- Copplestone, D., Johnson, M.S., Jones, S.R. 2001. Behaviour and transport of radionuclides in soil and vegetation of a sand dune ecosystem. *Journal of Environmental Radioactivity* 55:93-108.
- Kannan, V., Rajan, M.P., Iyengar, M.A.R., Ramesh, R. 2002. Distribution of natural and anthropogenic radionuclides in soil and beach samples of Kalpakkam (India) using hyper pure germanium (HPGe) gamma ray spectrometry. *Applied Radiation and Isotopes* 57: 109-119.
- Lee, M. H., Lee, C. V. 2000. Association of fallout-derived ^{137}Cs , ^{90}Sr and $^{239,240}\text{Pu}$ with natural organic substances in soils. *Journal of Environmental Radioactivity* 47:253-262.
- Seddeek, M.K., Badran, H.M., Sharshar, T., Elnimr, T. 2005. Characteristics, spatial distribution and vertical profile of gamma-ray emitting radionuclides in the coastal environment of North Sinai. *Journal of Environmental Radioactivity* 84:21-50.
- Staunton, S., Dumat, C., Zsolnay, A. 2002. *Journal of Environmental Radioactivity* 58:163-173.
- Tarasiuk, N., Špirkauskaitė, Petelski, T., Chomka, M. 2000. Radiocesium load on the Baltic Sea beach. *Environmental and Chemical Physics* 22(3-4):103-111.

SVETIMKRAŠČIŲ RŪŠIŲ REGISTRAVIMO IR POVEIKIŲ VERTINIMO SISTEMA

Aleksas Narščius, Sergej Olenin, Anastasija Zaiko

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

Neseniai paskelbtoje Europos aplinkos politikos instituto ataskaitoje teigiama, kad invazinės rūšys (IR) yra vienas iš penkių svarbiausių biologinę įvairovę veikiančių veiksnių, kartu su buveinių pokyčiais, klimato kaita, pernelyg dideliu gamtos išteklių eikvojimu ir tarša (Shine et al., 2010). Nors yra sukurtos ES priemonės, skirtos keturioms (iš šių penkių) problemoms spręsti, tačiau šiuo metu nėra jokios išsamios ES priemonės IR susijusiems klausimams spręsti. 2008 metais paskelbtame ES pranešime (Developing an EU Framework for Invasive Alien Species, 2008) minima, kad invazinių rūšių sukeliama ekonominė žala Europos Sąjungos šalyse siekia 12 mlrd. EUR kasmet. Taip pat nurodoma, kad šalys narės turi vystyti ir įgyvendinti invazinių rūšių problemos sprendimo strategiją tarptautiniu ir nacionaliniu lygmeniu.

Kuriant nacionalinę strategiją, biologinių invazijų srityje pirmu žingsniu turi tapti objektyvios mokslinės informacijos apie biologinių invazijų pobūdį ir keliamas problemas surinkimas bei apibendrinimas. Būtent tam ir buvo skirtas BINLIT (Biologinės invazijos Lietuvos ekosistemose klimato kaitos sąlygomis: priežastys, poveikis, prognozės) projektas. Jo eigoje buvo iškeltas uždavinys: sukurti Lietuvos svetimkraščių rūšių integruotą informacinę sistemą, leidžiančią ne tik registruoti Lietuvoje pastebėtas svetimkraštes rūšis, bet ir standartizuotu būdu įvertinti jų poveikį aplinkai, ir kaupti išsamią informaciją apie jas.

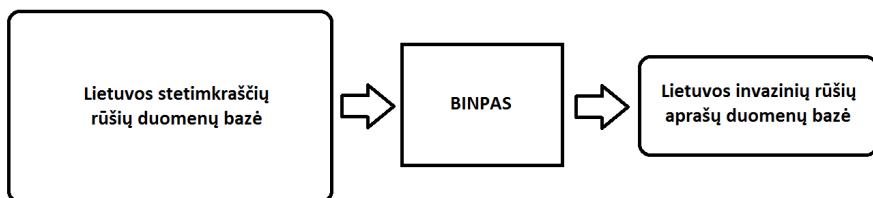
Svetimkraščių rūšių registravimo ir poveikių vertinimo sistema

Po pirmos regioninės svetimų rūšių (SR) duomenų bazės pasirodymo 1997 m. (Olenin et al., 2002; Baltic Sea Alien Species Database, 2010) Europoje ir Pasaulyje buvo sukurta nemažai įvairių tarptautinių, regioninių ir nacionalinių internetinių informacinių šaltinių, skirtų biologinių invazijų klausimams (Vandekerkhove, Cardoso, 2010). Daugeliu atvejų šie šaltiniai pateikia tam tikrą informaciją apie šalyje (regione, pasaulyje) aptiktas rūšis, tačiau jose paieškos funkcijos arba neegzistuoja, arba yra pakankamai ribotos; taip pat ne vienas mums žinomas internetinis SR šaltinis neturi poveikio vertinimo sistemos. Todėl atlikus esamų internetinių SR informacinių šaltinių analizę, BINLIT projekto vykdymo metu buvo sukurta integruota sistema, kurios pagrindinė paskirtis yra:

- kaupti duomenis apie Lietuvoje aptinkamas svetimkraščias rūšis, jų atplitimo laiką, kilmę, vektorius, dabartinę būklę, poveikius aplinkai ir socialinei gerovei ir kt.,

- pagal eksperto turimas žinias apie invazinių rūšių poveikį apskaičiuoti biologinės taršos lygį (Olenin et al., 2007),
- vykdyti duomenų analizę ir atlikti svetimkraščių rūšių tikėtino poveikio prognozę.

Lietuvos svetimkraščių rūšių integruota informacinė sistema sudaryta iš trijų modulių (1 pav.): Lietuvos svetimkraščių rūšių duomenų bazės; Biologinių invazijų poveikių vertinimo sistemos (BINPAS); Lietuvos invazinių rūšių aprašų duomenų bazės. Tokia sistemos struktūra leidžia ne tik užregistruoti Lietuvoje pastebėtas svetimkraštes rūšis, bet ir įvertinti jų poveikį vietinėms bendrijoms, buveinėms ir ekosistemų funkcionavimui, bei kaupti išsamią informaciją apie jas.



1 pav. Lietuvos svetimkraščių rūšių registravimo ir poveikių vertinimo sistema modulių tarpusavio sąsaja

Sąsaja tarp integruotos informacinės sistemos modulių vyksta šiuo būdu. Lietuvos svetimkraščių rūšių duomenų bazėje kaupiama informacija apie Lietuvoje užregistruotas svetimkraštes rūšis. Registruojama tokia informacija kaip rūšies atplitimo laikas, vektoriai, dabartinė būklė, poveikiai aplinkai, socialinei gerovei ir kt. BINPAS modulyje eksperto atliekamas standartizuotas užregistruotų rūšių poveikių vertinimas, esant informacijai apie svetimkraščių rūšių gausumą ir paplitimą, daromą poveikį vietinėms bendrijoms, buveinėms ir ekosistemų funkcionavimui (Olenin, Narščius, 2010). Pagaliau, Lietuvos invazinių rūšių aprašų duomenų bazėje informaciją apie Lietuvoje užregistruotas svetimkraštes rūšis siejama su jų poveikių įvertinimais ir kaupiama išsamesnė struktūrizuota informacija apie svarbiausias Lietuvos invazines rūšis.

Visi moduliai realizuoti sukūrus reliacinę duomenų bazę ir internetines vartotojo sąsajas. Lietuvos svetimkraščių rūšių ir Lietuvos invazinių rūšių aprašų duomenų bazių moduliai prieinami tik registruotiems vartotojams internetiniu adresu <http://www.corpi.ku.lt/databases/binlit>. Biologinių invazijų poveikių vertinimo sistema prieinama internetiniu adresu <http://www.corpi.ku.lt/databases/binpas>.

Rezultatai

BINLIT projekto vykdymo metu sukurta Lietuvos svetimkraščių rūšių integruota informacinė sistema yra skirta ne tik projekto tikslams, bet ji gali tapti

Lietuvos biologinių invazijų stebėsenos, visuomenės informavimo pagrindu invazinių rūšių problemos valdymo strategijai kurti. Joje kaupiami duomenys leidžia atlikti Lietuvoje aptinkamų svetimkraščių rūšių išsamią apžvalgą, analizuoti svetimkraščių rūšių įvairovės ir jų daromo poveikio ekosistemoms pokyčius laike ir erdvėje.

Bendromis BINLIT projekto dalyvių pastangomis buvo ženkliai padidintas Lietuvoje aptiktų svetimžemių rūšių sąrašas: pagal 2010 m. gruodžio mėn. duomenis mūsų šalyje yra užregistruotos 996 SR. Kaip ir visame Europos kontinente didžiąją dalį šių rūšių (52%) sudaro induočiai augalai, antroje vietoje pagal rūšių įvairovę yra grybai ir į grybus panašūs organizmai (Fungi ir Oomycota, 23%), nariuotakojai (Insecta, Crustacea ir Araneae kartu) sudaro 16 %. Iš duomenų nustatyta, kad didžiausias SR antplūdis buvo stebimas paskutiniiais XX amžiaus dešimtmečiais, kas sietina su mūsų regione vykdomomis planinėmis rūšių introdukcijomis (iki Nepriklausomybės Atkūrimo), intensyvėjančia tarptautine prekyba, o nuo 1990 m. - pagyvėjusiu žmonių mobilumu. Daugiausia aptiktų SR yra kilusios iš vidutinių platumų regionų su į Lietuvą panašiomis klimato sąlygomis: Europos, vidutinių platumų Azijos bei Šiaurės Amerikos. Tačiau galimas klimato kaitos (atšilimo) poveikis pasireiškia šiltamėgių atogrąžų kilmės rūšių dalies padidėjimu bendrame SR kiekyje, pastebėtu pastaraisiais metais. Įprasta, kad iš pradžių rūšys patenka į kitas Europos šalis, o po to savaiminiu būdu ar su žmogaus pagalba atplinta į Lietuvą iš kaimyninių šalių. Tik 18-ai rūšių pirmoji introdukcija buvo užfiksuota būtent Lietuvoje, daugiausiai dėl tikslinės introdukcijos. Svarbiausi atplitimo vektoriai yra „Atsitiktinis užnešimas antžeminiu ar oro transportu“ ir „Sodininkystė“. Tokia tendencija paaiškinama tuo, kad dauguma SR yra induočiai augalai.

Projekto vykdymo metu Lietuvos invazinių rūšių aprašų duomenų bazėje parengti detalūs 33 Lietuvos svetimkraščių rūšių aprašai: samanų (1 rūšis), grybų (5 rūšys), induočių augalų (3 rūšys), dumblių (4 rūšys), sausumos bestuburių (7 rūšys), vandens bestuburių (7 rūšys), žinduolių (4 rūšys).

Aprašai buvo rengiami tiek svetimkraštėms invazinėms rūšims, pasižymėjusioms reikšmingais poveikiais Lietuvos sausumos ir vandens ekosistemoms, tiek neseniai atvykusioms rūšims, kurių poveikis dar nepasireiškė Lietuvoje, bet, remiantis kitų regionų patirtimi, gali turėti didelę reikšmę joms įsikūrus ir paplitus didesnėse teritorijose. Be bendro pobūdžio informacijos apie rūšies taksonomiją, pagrindines biologines ir ekologines charakteristikas, kilmę ir paplitimą pasaulyje bei Lietuvoje, aprašuose pateikiamas rūšies poveikio (biologinės taršos) įvertinimas tam tikrose Lietuvos ekosistemose bei rekomendacijos dėl tolimesnio plitimo prevencijos ir sunaikinimo būdų. Aprašuose pateikta informacija yra paremta BINLIT projekto metu vykdytu tyrimų rezultatais ir išsamia literatūros šaltinių analize.

Literatūra

- Developing an EU Framework for Invasive Alien Species. 2008. Discussion Paper. Available at: http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm.
- Olenin, S., Minchin, D., Daunys, D. 2007. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. *Marine pollution bulletin* 55(7-9):379-394.
- Olenin, S. 2002. Black Sea - Baltic Sea invasion corridors. In: *Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black Seas*. CIESM Workshops Monograph. F Briand (ed.) Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Mediterranee. Monaco:29-33
- Olenin, S., Narščius, A. 2010. Beaufort Scale for bioinvasion impacts. *Aliens: The Invasive Species Bulletin*. Newsletter of the IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group. ISSN 1173-5988. 29: 52-54.
- Shine, C., Kettunen, M., Genovesi, P., Essl, F., Gollasch, S., Rabitsch, W., Scalera, R., Starfinger, U. and ten Brink, P. 2010. Assessment to support continued development of the EU Strategy to combat invasive alien species. Final Report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.
- Vandekerkhove, J., Cardoso, AC. 2010. Alien species databases in Europe. Complementarity, coverage and compatibility. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (in print).
- Alstrup V., 1977. Cryptogams on imported timber in West Greenland. *Lichenologist* 9: 113–117.

POTENTIAL HERRING (*CLUPEA HARENGUS*) SPAWNING GROUNDS ON THE LITHUANIAN COAST

Johan Näslund¹, Tomas Didrikas², Aleksej Šaškov²

¹*AquaBiota Water Research, Stockholm, Sweden, johan.naslund@aquabiota.se*

²*Coastal Research and Planning Institute, Klaipėda University, Klaipėda*

Abstract

In order to manage the marine environment, maps of species and habitats are necessary. In this study, GIS layers of environmental variables such as depth, substrate, terrain roughness and wave exposure were prepared for the Lithuanian coast. By using spatial modelling in the program MaxEnt, the GIS layers of environmental variables were used to predict herring (*Clupea harengus*) spawning grounds on the Lithuanian coast. Higher resolution environmental data was available for a smaller sub-area of the coast, near Palanga, and was used separately to model herring spawning grounds at a higher level of detail (25 m resolution). In the Palanga area, the detailed bathymetry also allowed the creation of accurate depth derived environmental layers, such as various terrain indices. The modelling in the Palanga sub-area resulted in a more reliable prediction of potential herring spawning grounds. This also allowed a more detailed assessment of what type of environmental characteristics that are related to herring spawning grounds in the Lithuanian coast. Although this study was constrained by a limited spatial distribution of data on herring spawning grounds and variances in the quality of the predictor variables, the results are ecologically sound and may prove valuable for management purposes.

Introduction

Geographic Information systems (GIS) have been shown to be an important tool for both research and management. In order to effectively manage marine resources and apply an integrated ecosystem based management of resources, where e.g. important recruitment areas of fish, mammals and birds is protected, data is needed as a basis for informed management. Fisheries are important on a global level, both economically and as a common resource. The Baltic Sea herring (*Clupea harengus*) supports an economically and culturally important fishery. It is also a critical component of the Baltic Sea ecosystem capable of restructuring lower trophic levels (Hansson et al. 1990; Arrhenius and Hansson 1993), influencing nutrient dynamics (Hjerne and Hansson 2002) and is closely linked with cod (*Gadus morhua*) and sprat (*Sprattus sprattus*) dynamics, the other two abundant Baltic Sea fish populations (Sparholt 1994; Köster and Möllmann 2000; Harvey et al. 2003). In order to have a sustainable use of fish stocks, it is

crucial to ensure that the recruitment level is large enough. An essential factor for successful recruitment of fish is that suitable spawning habitats are available. Thus, by identifying important spawning habitats it is possible to protect these areas. Herring is an economically and culturally important fish species in the Baltic Sea, but its spawning grounds are relatively poorly known. The present study was carried out in order to produce a map of potential herring spawning grounds in Lithuanian coastal waters.

This study was carried out within the EEA and Norwegian Financial Mechanism Programme project LT0047 “A system for the sustainable management of Lithuanian marine resources using novel surveillance, modelling tools and an ecosystem approach”.

Materials and methods

The study area was limited to the Lithuanian exclusive economic zone and data on herring spawning was collected by the Coastal Research and Planning Institute, Klaipeda University, mainly during 2009 and 2010 using diving censuses. A total of 128 locations were visited. At each visited location the depth, position and whether herring roe were observed or not were noted. Herring roe were observed at a total of 57 locations. Data collection was limited to the northern part of the coast as this is the region where herring spawning mainly have been observed previously.

Open source software was used for the development of GIS layers: GRASS 6.4.0 (GRASS Development Team 2010) and SAGA API 2.0.6 (Conrad 2006). Different sources of environmental data were used as input for the creation of GIS predictor variable layers. Grids with a spatial resolution of 50 m were created for the whole Lithuanian coast. More detailed bathymetry was available for a sub-area of the coast, where multibeam measurements have been performed (Palanga area). For the multibeam sub-area, grids with a spatial resolution of 25 m were created. Bathymetry was available for the whole Lithuanian EEZ as lines (isobars) with 5 m depth interval which was used to calculate a continuous grid with depth for the Lithuanian EEZ. The developed depth grid was used as input for the SAGA “Standard terrain analysis” module in order to calculate curvature (planar and profile curvature), slope and aspect (later transformed to eastness [sin aspect] and northness [cos aspect] using *r.mapcalculator* in GRASS). Two ruggedness measures were also calculated in SAGA using the modules “Terrain ruggedness index” and “Vector ruggedness measure”. Data on the geology of the Lithuanian exclusive economic zone was available as polygons containing substrate classes. The polygons were converted into grids in GRASS using the *v.to.rast* function.

For a sub-area of the coast, near Palanga, data were also available from multibeam measurements as points with about 5-10 m interval. A continuous grid

at 25 m resolution for the multibeam area was created using the SAGA “Triangulation module”. The detailed bathymetry allowed the creation of more accurate topography related predictor layers at finer scale than was possible for the whole coastal area. The developed depth grid was used to calculate curvature (planar and profile), curvature index, eastness (sin aspect), northness (cos aspect), slope, terrain roughness index (75, 150 and 250 m calculation window), vertical terrain roughness index and protection index using the SAGA modules “Standard terrain analysis”, “Terrain ruggedness index” and “Vector ruggedness measure”. The SAGA module Wind effect (Windward/Leeward index) was used to create a grid that describes the degree of exposure/shelter to wave energy coming from west by using the depth grid as elevation input and a western wind direction. As wind effect is a somewhat confusing term for this predictor layer grid is called “Western wave energy exposure index” in this article. Wave exposure at the sea surface was previously calculated for Lithuanian waters with a resolution of 25 m (Wijkmark and M. 2010) by using the Simplified Wave Model method SWM (Isæus 2004). The SWM is calculated using wind data from land and fetch length (i.e. the distance of open water over which the wind can act and develop waves). The wave exposure at the sea floor (depth corrected SWM) was calculated in GRASS with *r.mapcalc*, see Bekkby, Isachsen et al. (2008).

R version 2.12.1 (R development core team 2011) was used in order to identify correlated environmental variables, by plotting the degree of collinearity using the *Hmisc* package. Environmental variables that are highly correlated cannot be used in the same model. Therefore, only non-correlated variables were used as predictor layers for the modelling. Predictor variables that only contributed a very small degree to models were also removed, whereupon the model was re-run.

The program MaxEnt (Maximum Entropy Modelling of Species Geographic Distributions), version 3.3.3e, was used to model probability maps of potential herring spawning habitats (Phillips, Anderson et al. 2006). All observations on herring spawning locations (presences) from the data were used as input for a GIS vector layer containing the coordinates for all points. Some presence points were located in the same grid cell, leading to a final number of 39 presence localities for the whole coast model and 36 for the Palanga area model. The model for the whole coast was reduced in spatial cover to the part of the coast containing suitable substrate. The boundary for the whole coast model was between E 20°58'36.211" – 21°5'29.621", and N 55°43'28.995" – 56°4'9.552". The restriction of the model to this area was also made in order to not inflate the model performance (VanDerWal, Shoo et al. 2009). The Palanga model was restricted to the area where multibeam measurements had been made. MaxEnt was run with default settings with the exceptions that 10 replicate bootstrap runs were performed and 30% of the data was withheld for model testing.

The correlation between the two models was compared in the overlapping area using the `r.covar` function in GRASS. The correlation between the two models was 0.30. From this it was clear that the whole coast model greatly overpredicted the probability for herring spawning habitats, compared to the more detailed Palanga area model (approximately 4.74 times higher). Therefore, the difference in prediction for the two models was used to correct the predictions for the whole coast model. In order to do this, it was assumed that the degree of overprediction was 4.74 times for the whole coast model area.

In order to analyse potential bias due to stratification in the collection of samples the following procedure was used: (1) the vector layer containing all visited locations was updated by sampling all predictor layers used in the models with the `v.what.rast` function in GRASS. (2) The attribute table was exported to Microsoft Excel and the environmental variables were plotted in graphs. (3) Corresponding statistics for the whole predictor layer was calculated using the `r.univar` function in GRASS. The distribution of environmental variables at the sampled locations for the whole coast model showed that (1) samples at relatively deep (2) low depth corrected wave exposure and (3) with a low or high terrain ruggedness index were slightly under-representatively sampled. However, bedrock was considerably over-representatively sampled for the whole coast area with 88% of the sampling effort, compared to its extent of 51% in the modelling area. The distribution of environmental variables at the sampled locations for the Palanga area showed that samples with a low or very high terrain ruggedness index and Western wave energy exposure index were slightly under-representatively sampled. However, the substrate “stones” was over-representatively sampled for the Palanga area with 94% of the sampling effort, compared to its extent of 69% in the modelling area.

Results

The distribution of potential herring spawning habitats for the whole coast model was best explained by a model including depth corrected SWM (66% contribution), substrate (28% contribution) and terrain ruggedness index (5% contribution). The model was stable, with an average training AUC of 0.944 with a standard deviation of 0.009. The predicted map for the whole coast model is shown in Figure 1.

The distribution of potential herring spawning habitats in the Palanga area model was best explained by a model including terrain roughness index (35% contribution), western wave energy exposure index (19% contribution), depth (16% contribution), SWM (15% contribution), compass direction (9% contribution) and substrate (6% contribution). The model was stable, with an average training AUC of 0.954 with a standard deviation of 0.01. The map with

predicted herring spawning habitats in the Palanga area model is shown in Figure 2.

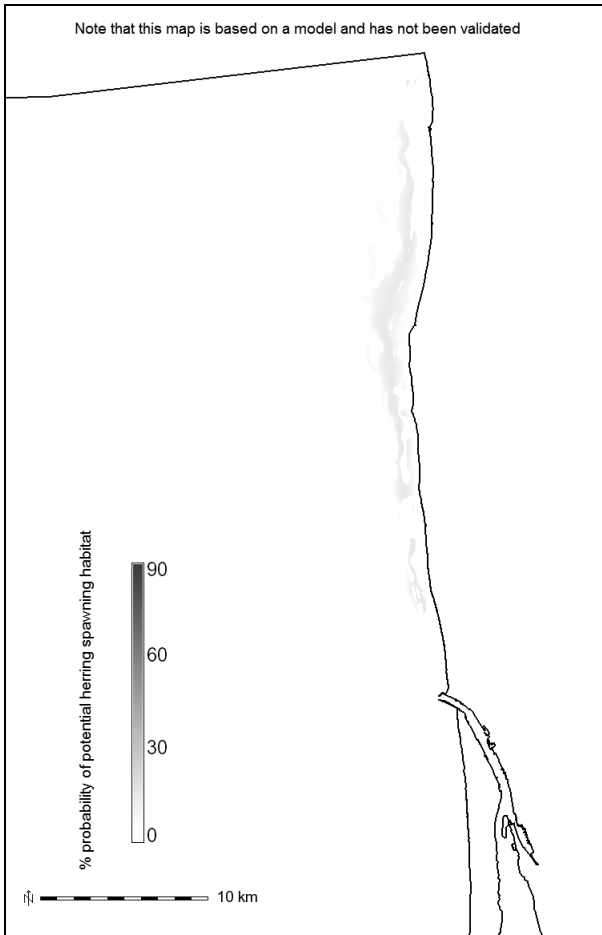


Fig. 1. The modelled probability for presence of Herring spawning habitat on the Lithuanian coast

Discussion

Due to the fact that no independent validation data was available for the study, the maps of predicted potential herring spawning habitat should be interpreted with caution. However, these spatial predictions of potential herring spawning grounds are ecologically sound in general. They are useful as a guide

for further studies of potential distribution of important herring recruitment areas in Lithuanian waters. However, it is important that the models are evaluated further in the future by using independent control data.

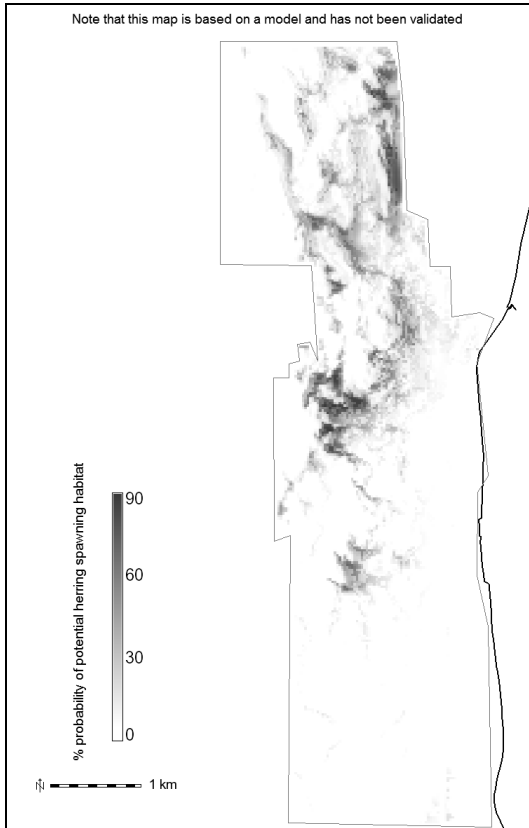


Fig 2. The modelled probability for presence of Herring spawning habitat in the Palanga area

The models of potential herring spawning grounds are based on data collected by divers and where they have observed herring roe directly. The models therefore predict the relative probability for a diver to find roe at a specific location. As some locations were visited during consecutive years and, in some cases, herring roe was observed in one of the years but not the other, not only spatial but also temporal variation seems to be important. Additionally, spawning at some suitable spawning sites may also occur later than they were visited by divers, since herring spawning at this latitude usually takes place

between March-June, but often lasts also through June (Aneer 1989; Fey 2001; Krasovskaya 2002), longer than the sampling period of the diving censuses.

The whole coast model does not have a very detailed resolution, due to the lack of appropriate environmental variables that may function as suitable predictor layers.

Despite this, the predicted map for the whole coast may give a broad overview on where suitable herring spawning grounds can be found. The response curves from the model indicate that herring spawning grounds are mainly occurring with an intermediate wave exposure, on hard substrate (bedrock) and in rugged terrain. These results are in agreement with Aneer (1989) and Rajasilta et al. (1993) studies in Swedish and Finnish archipelagos respectively, where herring spawning most often occurs on vegetation and/or hard substrate. The whole coast model has a relatively coarse resolution in the environmental predictor layers and predicts spatial patterns on a relatively coarse and large scale, compared to the Palanga model. Aneer (1989) observed most of the herring spawning sites at the depths between 2.5-10 m, but they can also occur up to 20 m depth. During this study eggs were found at spawning sites with depth between 4-10.5 m. Spawning at the Lithuanian coastal areas seems to take place at similar depths, although slightly deeper than in the Swedish archipelago (Aneer 1989). The importance of intermediate wave exposure for the model may have been affected by potential erosion of herring roe from sites with relatively high exposure, which mostly are shallower. Even if this would be the case, i.e. herring spawning do occur at locations with a high degree of exposure but is quickly eroded away; these sites would still be comprised of locations without herring roe – which is needed for successful hatching of larvae.

The high relative importance of topography related environmental variables in the Palanga area model, where a detailed bathymetry was available, clearly shows the importance of access to high quality bathymetric data for marine spatial predictive modelling. The importance of topography related environmental variables in order to predict where herring spawning occur is further highlighted by a high correlation (0.91) between the two different depth grids used in the models. This correlation indicates that solely differences in depth cannot explain the large discrepancy between the two models. Thus, it is more likely the poor spatial resolution of the bathymetry for the whole coast model, which does not allow calculations of topographic features at a finer scale, which has caused the low level of detail in the whole coast model.

The Palanga area model has a higher level of detail but is, naturally, limited to a much smaller area than the large scale model. Despite this, the high level of detail in the bathymetry provides a way to investigate which terrain features that are related to herring spawning grounds. The response curves in the Palanga area model indicate that the environmental characteristics related to suitable herring

spawning grounds are: (1) Rugged terrain (2) an intermediate wave exposure (3) an intermediate degree of shelter to West (4) locations not deeper than 10-15 m (5) A slope facing either West or East (6) Hard substrate. However, the analysis of potential stratification in the diving censuses indicates that some response curves should be interpreted with caution. On the other hand, this mainly seems to have been a potential problem for the substrate. The lack of samples from soft substrate locations makes it difficult to draw the conclusion that herring spawning almost exclusively occur at hard substrates.

The two models in this study complement each other and may be used and interpreted in different ways. The whole coast model may provide more useful from a spatial planning perspective, and gives indications on a larger scale where important herring spawning grounds are located in Lithuania. The Palanga model on the other hand, shows that various terrain related features, at a level of detail not available for the whole Lithuanian coast, are important for herring spawning and may provide more accurate indication on which environmental characteristics that are associated with spawning site selection.

Acknowledgements. We gratefully acknowledge the funding from the EEA and Norwegian financial mechanism programme. Sincere thanks to the project leader Dr. Darius Daunys, Klaipeda University and Dr. Martin Isæus, AquaBiota Water Research for making this project possible and to Göran Sundblad, AquaBiota Water Research, for helpful discussions on spatial modelling and herring ecology.

References

- Aneer, G. 1989. Herring (*Clupea harengus*) spawning and spawning ground characteristics in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 8:169-195.
- Arrhenius, F., Hansson, S. 1993. Food consumption of larval, young and adult herring and sprat in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 96:125-137.
- Bekkby, T., Isachsen, P. E. *et al.* (2008). GIS modelling of wave exposure at the seabed – a depth-attenuated wave exposure model. *Marine Geodesy* 31:1-11.
- Conrad, O. 2006. SAGA – program structure and current state of implementation. SAGA – Analysis and Modelling Applications. Göttinger Geographische Abhandlungen. J. Böhner, McCloy, K.R., Strobl, J. 115:130 pp. Available at http://downloads.sourceforge.net/saga-gis/gga115_04.pdf.
- GRASS Development Team. 2010. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 6.4.0., Open Source Geospatial Foundation. <http://grass.osgeo.org>.
- Hansson, S. Larsson, U., Johansson, S. 1990. Selective predation by herring and mysids, and zooplankton community structure in a Baltic Sea coastal area. *Journal of Plankton Research* 12:1099-1116.
- Harvey, C. J., Cox, S.P., Essington, T.E., Hansson, S., and Kitchell, J.F. 2003. An ecosystem model of food web and fisheries interactions in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 60:1-12.
- Hjerne, O., Hansson, S. 2002. The role of fish and fisheries in Baltic Sea nutrient dynamics. *Limnology and Oceanography* 47:1023-1032.
- Isæus, M. 2004. Factors structuring *Fucus* communities at open and complex coastlines in the Baltic Sea. Dept. of Botany. Stockholm, Sweden, Stockholm University: 40.

- Köster, F.W., Möllmann, C. 2000. Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod? *ICES Journal of Marine Science* 57:310-323.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., *et al.* 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190(3-4):231-259.
- R development core team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.
- Rajasilta, M., Eklund, J., Hänninen, J., Kurkilahti, M., Kääriä, J., Rannikko, P., Soikkeli, M. 1993. Spawning of herring in the Archipelago Sea. *ICES Journal of Marine Science* 50:233-246.
- Sparholt, H. 1994. Fish species interactions in the Baltic Sea. *Dana* 10:131-162.
- VanDerWal, J., Shoo, L. P., *et al.* 2009. Selecting pseudo-absence data for presence-only distribution modeling: How far should you stray from what you know? *Ecological Modelling* 220(4):589-594.
- Wijkmark, N., I. M. 2010. Wave exposure calculations for the Baltic Sea. *AquaBiota Report* 2010:02, *AquaBiota Water Research*: 37.

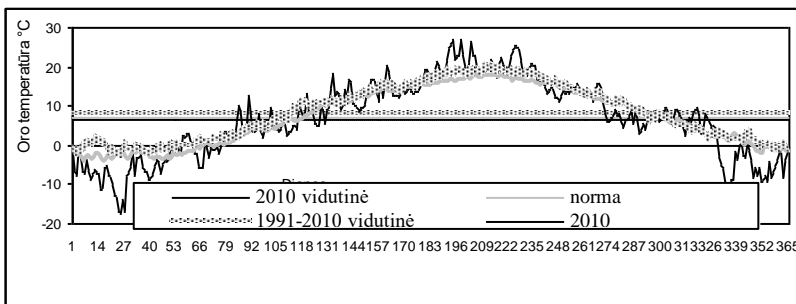
KLIMATO KAITA: PAJŪRIO KRAŠTO 2010 METŲ KONTRASTAI IR EKSTREMALUMAS

Judita Navašinskienė, Inga Dailidienė

Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba; Klaipėdos universiteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda, j.navasinskiene@meteo.lt

Neįprasti karšćiai, šalćiai, škvainiai vėjai, smarkios ir intensyvios liūty, perkūnijos, lijundros tai 2010 metų gamtos išdaigos. Meteorologiniu požiūriu tai buvo išskirtinai spalvingi ir turtingi meteorologiniais reiškiniais metai.

Vidutinė metinė oro temperatūra Klaipėdoje (+6,7°C) buvo nežymiai žemesnė už klimatinę normą (+7,0°C). Klimatinė norma yra klimatinio 1961-1990 metų laikotarpio meteorologinio elemento vidurkis (Galvonaitė ir kt. 2007, Bukantis ir kt. 2007). Pastarųjų porą dešimtmečių fone 2010 metinė temperatūra buvo 1,2°C žemesnė. Būtent žiemų šiltėjimas ir lėmė vidutinės metinės temperatūros augimą per paskutiniuosius dešimtmečius, nes per paskutiniuosius 20 metų labiausiai pasikeitė žiemos – jos pasidarė šiltesnės. Tačiau 2010 metų žiema priskirtina prie labai šaltų (1 lentelė). Šių metų metinė oro temperatūros svyravimo amplitudė buvo didžiausia per 50 metų, net 29°C, kai skirtumas tarp šilčiausio ir šalčiausio mėnesių vidutinės temperatūros pajūryje vidutiniškai svyruoja apie 19-20°C (1 pav.).

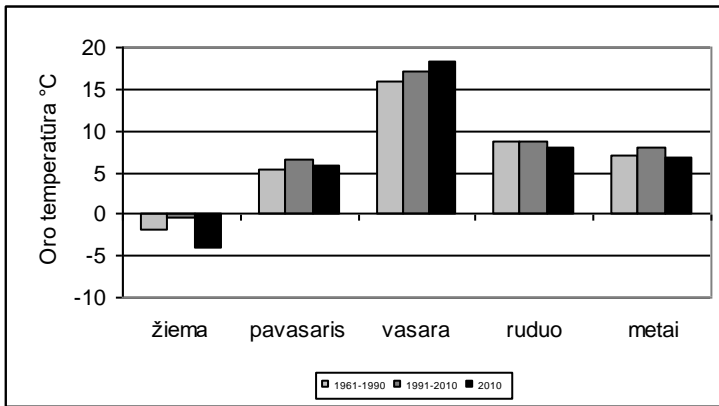


1 pav. 2010 metų oro temperatūros (°C) kaita Klaipėdoje ir palyginimas su klimatine 1961-1990 metų norma

Metinės oro temperatūros amplitudės kitimas rodo didelį nepastovumą, ryškų sezoniškumą. Lietuvos pajūrio klimatinis rajonas išsiskiria mažais šiltojo laikotarpio paros svyravimais ir didesniais žiemos laikotarpiu. 2010-ųjų paros oro temperatūros amplitudės reikšmės didžiausios buvo ne tik šaltuoju, bet ir šiltuoju laikotarpiu.

2010 metų žiema buvo šalta ($-4,1^{\circ}\text{C}$), pagal žiemų statistiką aštunta pagal šaltumą per pastaruosius 50 metų, o nuo 1991-ųjų – užima antrą vietą. Antrasis žiemos mėnuo sausis buvo išskirtinis, vidutinė mėnesio temperatūra siekė $-8,1^{\circ}\text{C}$ šalčio (šaltesnis sausis buvo tik 1987 m. – $-11,8^{\circ}\text{C}$, lyginant nuo 1961 metų), o sausio trečioji dekada ($-11,2^{\circ}\text{C}$) buvo šalčiausia per 50 metų (3 pav.).

Pavasaris buvo vėsokas (2 pav.), palygint su paskutiniais dešimtmečiais ir kritulių iškrito beveik norma, bet jų pasiskirstymas labai netolygus. Balandį iškrito tik 7 mm kritulių, o gegužę dviguba mėnesio norma, kovą pliaupė intensyvi liūtis, 18,7 mm per parą - beveik pasiektas kovo mėnesio rekordas (19,9 mm).



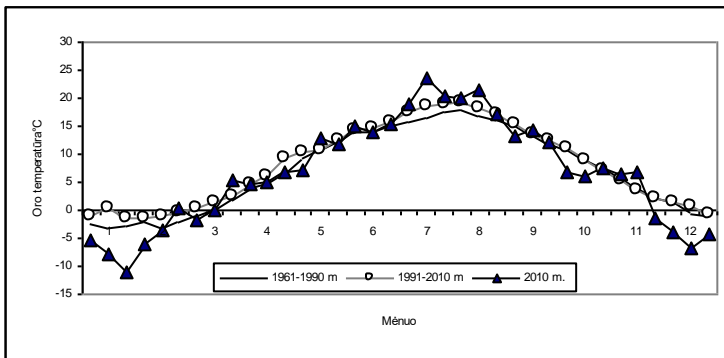
2 pav. Oro temperatūros ($^{\circ}\text{C}$) pokyčiai ir palyginimas Klaipėdoje 1961- 1990 m., 1991-2010 laikotarpių ir 2010 metų

Vasara buvo labai šilta (2 pav.), jos vidutinė temperatūra buvo $+18,4^{\circ}\text{C}$. Pastaraisiais dešimtmečiais karštesnė buvo tik 2002 metų vasara ($+18,9^{\circ}\text{C}$). Antra vasaros pusė buvo ekstremaliai karšta ne tiek dėl aukštų temperatūrų dienomis, bet ir naktimis. Liepos mėnesį užplūdę karščiai buvo tikra anomalija visai šiaurinei Europai, tame tarpe ir Lietuvai. Liepos vidutinė temperatūra buvo $+20,9^{\circ}\text{C}$ ($4,3^{\circ}\text{C}$ aukštesnė nei vidutinė daugiametė). Tai pati karščiausia liepa nuo meteorologinių stebėjimų pradžios. Pajūryje liepos mėnesį 5-7 dienas karštis buvo $\geq +30^{\circ}\text{C}$. Per pastaruosius 50 metų Lietuvoje karščio bangų, kai temperatūra perkopia 30°C dvigubai padaugėjo, o pajūryje beveik patrigubėjo. Karštų orų vyravimas tęsėsi ir rugpjūtį. Šį mėnesį karščio banga tęsėsi 3-4 dienas, kai buvo $\geq 30^{\circ}\text{C}$ kaitra. Antroji rugpjūčio dešimtadienio vidutinė oro temperatūra ($+21,6^{\circ}\text{C}$) buvo karščiausia per paskutiniuosius 50 metų (3 pav.). 2010 metų vasara buvo išskirtina karščio bangomis ir šiltumu (1 lentelė), tačiau pagal trukmę ji tęsėsi trumpiau nei įprastai, t.y. tik 63 dienas. Vidutiniškai Lietuvos pajūrio

klimatiniam rajone vasaros trukmė yra 77 dienos. Kriterijus meteorologinės vasaros pradžios, pabaigos ir trukmės yra vidutinė paros temperatūra $\geq +15^{\circ}\text{C}$.

Augant vasaros oro temperatūrai, daugėja konvekcinės kilmės audrų, per kurias susidaro perkūnija, smarkios ir pavojingos liūtys, škvalai. 2010 metų liepą ir rugpjūtį praūžę škvalai ir smarkios trumpalaikės audros pridarė daug nuostolių. Pajūryje škvalinio vėjo greitis siekė 15-21 m/s ir 19-26 m/s. Dažnai buvo stebimas pavojingas meteorologinis reiškinys – perkūnijos. Pažymėtina, kad 2010 metais buvo net 30 dienų su perkūnija. Nežymiai didesniu skaičiumi su perkūnija tiriamajame laikotarpyje išsiskyrė tik 1972 metai, kai buvo stebėtos su perkūnija 32 dienos per metus.

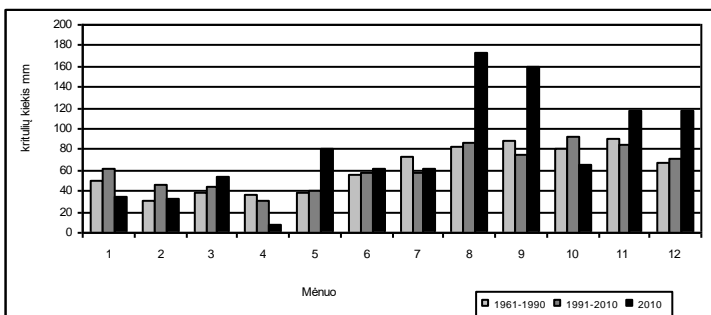
Kritulių pajūryje (Palangoje ir Klaipėdoje) liepos mėnesį iškrito arti normos, tik Nidoje mažiau – apie 50% normos (42 mm). Didžioji dalis kritulių iškrisdavo trumpalaikių intensyvių liūčių metu. Kritulių rugpjūtį iškrito neįprastai daug 174-203 mm, t.y. 2 – 2,5 kartus viršijo klimatinę šio mėnesio normą. Daug kur lijo smarkūs pavojingi liūtiniai lietūs, dažnai griaudėjo perkūnija. Nidoje užfiksuotos 2 smarkios trumpalaikės liūtys (>40 mm), Klaipėdoje smarki (>30 mm) ir labai smarki (50 mm) liūtys (4 pav.).



3 pav. Oro temperatūros ($^{\circ}\text{C}$) kaita dekadomis Klaipėdoje 1961-2010 m.

Ruduo buvo vėsesnis už normą, ypač šaltas buvo spalio mėnuo. Mėnesio vidutinė oro temperatūra pajūryje buvo $6,4^{\circ}\text{C} - 7,2^{\circ}\text{C}$ (t.y. 2 – $2,5^{\circ}\text{C}$ žemesnė nei vidutinė daugiametė). Didensnę lapkričio mėnesio dalį vyravo neįprastai šilti šiam metų laikui orai. Aukščiausia oro temperatūra užregistruota antrąjį dešimtadienį siekė $11 - 13^{\circ}\text{C}$. Kritulių rudens laikotarpiu iškrito beveik 1,5 normos (4 pav.).

Rugsėjį iškrito 160 mm kritulių (2 normos), spalį beveik norma, o lapkritį 1,5 normos. Nuo lapkričio 26 dienos orai atšalo, paros vidutinė temperatūra tapo neigiama ir kelių dienų bėgyje susiformavo pastovi sniego danga (t.y. priskirtina ankstyvam sniego dangos susiformavimo laikotarpiui). Pajūryje pastovi sniego danga vidutiniškai susiformuoja tik sausio 6 dieną.



4 pav. Kritulių kiekio (mm) kaita Klaipėdoje 1961-2010 m.

2010 metų gruodį vyravo šaltoki orai (-4,9°C – 5,7°C), t.y. 4-5°C žemesni nei norminiai vidutiniai daugiamečiai. Pajūryje buvo užfiksuotos tik 5 - 6 atodreškio dienos, kai temperatūra pakyla $\geq 0^{\circ}\text{C}$. Kritulių Klaipėdoje ir Nidoje iškrito 118-120 mm. Toks kritulių kiekis 1,5 ir daugiau kartų viršijo normą. Gruodžio pradžioje sniego dangos storis buvo 1-3 cm. Sniego danga storėjo ir mėnesio pabaigoje siekė 48 cm. Toks sniego dangos storis ≥ 20 cm viršijo per pastaruosius 50 metų buvusį didžiausią sniego dangos storį (24 cm) gruodžio pabaigoje. Lyginant 2010 metus su klimatiniu laikotarpiu (1 lentelė) ir paskutiniais dešimtmečiais (1991-2009 m.), matome, kad jie išsiskyrė meteorologinių parametūrų ir reiškinijų anomalijų gausa ir ekstremalumu.

1 lentelė

Oro temperatūros ($^{\circ}\text{C}$) nuokrypiai ir ekstremalumas 2010 metais, lyginant su klimatine norma

Sezonas	1961-1990 STN (δ)	2010 m. STN(δ)	Vid. 2010	Vid.1961-1990	Skirtumai	Nuokrypis	
Žiema	1.5	2.4	-5.4	-0.1	-5.3	$>2\delta$	Labai šalta
Pavasaris	1.3	4.7	5.8	5.4	0.4	$x \leq \delta$	Norma
Vasara	0.7	3.2	18.4	15.9	2.2	$>2\delta$	Labai karšta
Ruduo	1.3	4.7	8.0	8.7	0.7	$x \leq \delta$	Norma

(STN – standartinis nuokrypis).

Ekstremalumo rodikliai 2010 metų: šalčio bangos žiemą – anomaliai šaltas sausis, kai oro temperatūra buvo nukritusi žemiau -20°C ; ankstyva žiema metų pabaigoje, rekordinis sniego dangos storis gruodžio pabaigoje; karščio bangos ir kaitra vasaros liepos - rugpjūčio mėnesiais, kai oro temperatūra 3 dienas iš eilės paeiliui ir daugiau buvo aukštesnė nei 25°C ir 30°C ; smarkios pavojingos liūtys liepos - rugpjūčio mėnesiais; perkūnijų reiškiniai stebimi ne tik šiltuoju, bet ir šaltuoju laikotarpiu; trumpalaikių liūčių, lijundrų ir pūgų gausa.

Anomalijų dažnumas yra svarbus rodiklis klimato ekstremalumui įvertinti (Bukantis, Valiuškevičiene 1999). Todėl, apibendrinant, 2010 metus galime priskirti prie kontrastų, anomalijomis išsiskiriančių metų, pažyminčių klimato ekstremalumo didėjimą.

Literatūra

- Bukantis, A., Valiuškevičienė, L. 1999. Oro temperatūros anomalijos Lietuvoje. *Geografijos metraštis* 32:57-64.
- Galvonaitė, A., Misiūnienė, M., Valiukas, D., Buitkuvienė, M.S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Vilnius, 78-93
- Bukantis, A., Dailidienė, I., Česnuliavičius, A., Gelumbauskaitė, Ž. E., Jarmalavičius, D., Kažys, J., Laukaitytė, J. ir kt. 2007. *Klimato kaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje*. 130.

NAUJŲ PIETRYČIŲ BALTIJOS JŪROS REGIONUI HALOFILINIŲ TITNAGDUMBLIŲ RŪŠIŲ DAUGIAMETĖ DINAMIKA

Irina Olenina

*Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, i.olenina@aaa.am.lt
Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda*

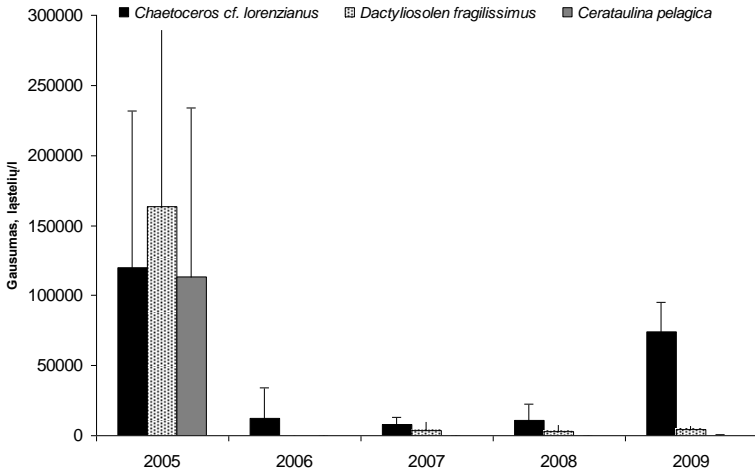
Fitoplanktonas yra svarbus vandens ekosistemos būklės rodiklis, jo struktūriniai pokyčiai gali liudyti apie aplinkos sąlygų pakitimus. 2005 m. mes stebėjome netipiską jūrinės kilmės titnaginių dumblių rūšių ekspansiją į pietrytinės Baltijos jūros rajonus, kuriems būdingas mažesnis vandens druskingumas. Iki tol nuo 1981 m. pradėto Lietuvoje fitoplanktono monitoringo metu šios rūšys nebuvo rastos. Sekantys penkeri monitoringo metai parodė, kad šių rūšių plėtra nebuvo atsitiktinis įvykis, ir minėtos rūšys šiuo metu pakankamai reguliariai pasitaiko ir netgi dominuoja rudeniniame pietrytinės Baltijos jūros vandens mikrodumblių komplekse.

Šio darbo tikslas buvo nustatyti 2005 m. pirmą kartą atsiradusių halofilinių titnagdumblių rūšių likimą bei jų gausumo dinamiką Baltijos jūros Lietuvos vandenyse.

2005 m. lapkričio mėn. halofilinės, tipiskai gyvenančios labiau druskinguose (virš 10‰) Kategato bei pietinės Baltijos jūros regionų vandenyse, titnagdumblių rūšys *Cerataulina pelagica* (P.T. CLEVE) HENDEY 1937, *Chaetoceros* cf. *lorenzianus* GRUNOW 1863, *Dactyliosolen fragilissimus* (BERGON) HASLE 1996 buvo aptiktos pirmą kartą Baltijos jūros Lietuvos vandenyse (Hajdu *et al.*, 2006; Olenina, 2008). Jų masinis vystymasis (gausumas iki $0,5 \times 10^6$ ląst. L^{-1} , arba iki 33 % nuo viso fitoplanktono gausumo; biomasė iki $3800 \mu g L^{-1}$, arba 82% nuo bendros biomasės) visoje Lietuvos akvatorijoje buvo pastebėtas esant vandens temperatūrai 9.0-10.8°C bei druskingumui - 6.27-7.26‰. Naujų titnagdumblių atsiradimas Lietuvos vandenyse padidino rudens fitoplanktono biomasę tiriamame rajone dvigubai ir net 7 kartus – titnagdumblių biomasę (Olenina, 2008).

Po masinio 2005 m. vystymosi rūšis *C. pelagica* per sekančius trejus metus nepasirodė Baltijos jūros Lietuvos vandenų planktone ir vėl buvo stebima tik 2009 m. spalio-gruodžio mėn. (1 pav.). Lyginant su 2005 m. kiekybinėmis *C. pelagica* rūšies charakteristikomis, 2009 m. jos gausumas bei biomasė buvo žymiai mažesni (80-800 ląst. L^{-1} ; $1-23 \mu g L^{-1}$) ir jos reikšmė fitoplanktono struktūroje buvo nežymi (0.1% pagal gausumą ir 2% pagal biomasę). Gausiausias 2005 m. „ateivis“ - *D. fragilissimus* nebuvo rastas fitoplanktono mėginiuose tik

2006 m. Vėlesniais metais ši rūšis tapo įprastu rudens fitoplanktono komponentu, nors jos gausumas taip pat nesiekė 2005 m. gausumo lygio (1 pav.). Trečia nauja Lietuvos vandenims itin naginė rūšis *C. cf. lorenzianus*, pradedant nuo pirmo pasirodymo 2005 m., 2006-2009 m. buvo pastoviai aptinkama rudens fitoplanktone (1 pav.). Kaip ir kitos minėtos rūšys, *C. cf. lorenzianus* vėlesniais metais nesiekė masinio vystymosi lygio, bet dažnai dominavo fitoplanktone sudarant iki 42% planktoninių dumblių bendrijos biomasės.



1 pav. Daugiametė *Chaetoceros cf. lorenzianus*, *Dactyliosolen fragilissimus* bei *Cerataulina pelagica* gausumo dinamika (vidurkis \pm st. nuokrypis) Baltijos jūros Lietuvos vandenyse

Visos trys naujos Lietuvos vandenims itin nagdumblių rūšys maždaug tuo pačiu laiku atsirado ir Baltijos jūros Lenkijos vandenyse: 2003 m. Gdanskio įlankoje pirmą kartą pasirodė ir nuo tuo laiko tapo rudens fitoplanktono dominantu *C. lorenzianus* (Olenina & Kownacka, 2010); 2005 m. spalio-lapkričio mėn. buvo stebimas *D. fragilissimus* rūšies masinis vystymasis (Lotocka 2006); 2008 m. pirmą kartą buvo rasta, o 2009 m. jau dominavo fitoplanktone *C. pelagica* rūšis (Olenina & Kownacka, 2010).

Šių halofilinių rūšių prasiskverbimo nuo Kategato iki pietrytinės Baltijos jūros regiono mechanizmas kol kas nėra aiškus, bet labiausiai sietinas su gamtiniais veiksniais (druskingo vandens įtekėjimais), negu su antropogeniniais vektoriais (pvz. introdukcija su laivų balastiniais vandenimis). Faktas, kad rūšys įsikūrė Lietuvos bei Lenkijos vandenyse gali reikšti, kad aplinkos sąlygos rytinėje Baltijoje pasikeitė ir tapo palankesnės „druskingoms“ rūšims.

Literatūra

- Hajdu, S., Olenina, I., Wasmund, N., Edler, L., Witek, B. 2006. Unusual phytoplankton events in 2005. *HELCOM Indicator Fact Sheets 2006*. Online: 2010-08-28, http://www.helcom.fi/environment2/ifs/ifs2006/en_GB/phyto.
- Lotocka, M. 2006. The first observed bloom of the diatom *Dactylosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle 1996 in Gulf of Gdansk. *Oceanologia* 48(3):447-452.
- Olenina, I. 2008. "Nauji" Lietuvos pajūriui planktoniniai titnagdumbliai. *Baltijos jūra ir jos problemos (Monografija)*. Aplinkos ministerija, Jūrinių tyrimų centras. UAB „Utenos Indra“, pp. 59-66.
- Olenina, I., Kownacka, J. 2010. An unusual phytoplankton event five years later: the fate of the atypical range expansion of marine species into the south-eastern Baltic. *HELCOM Indicator Fact Sheets 2010*. Online: 27.12.2010, http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2010/en_GB/unusual_phytoplankton_events/

KLAIPĖDOS UOSTO VEIKLOS RIBOS SAUSUMOJE IR UŽJŪRYJE

Angelė Pakamorienė

*Socialinės geografijos katedra Klaipėdos universitetas, Klaipėda,
pakamoriene@gmail.com*

Įvadas

Uosto ekonominė reikšmė neatsiejama nuo jo rinkos teritorijos. Kaip teigia Antverpeno uosto studijos autoriai “uosto veikėjų ir užuosčio ryšių geografinė analizė leidžia įvertinti uosto veikos teritoriją ir atlikti erdvinio planavimo sprendimus. Nustačius vietinių, regioninių, nacionalinių ar tarptautinių ryšių geografines teritorijas, galima daryti reikalingus sprendimus lokaliame, valstybiniame ar globaliame lygmenyje” (Coppens, 2007). Lietuvos geografų darbų nėra daug ir stokojama ekonominės geografinės Klaipėdos uosto veiklos analizės. Krovinių šaltinių ir paskirties vietų erdvinė analizė padeda įvertinti uosto veiklos teritoriją, jos aktyvumą ir racionaliau atlikti erdvinį planavimą.

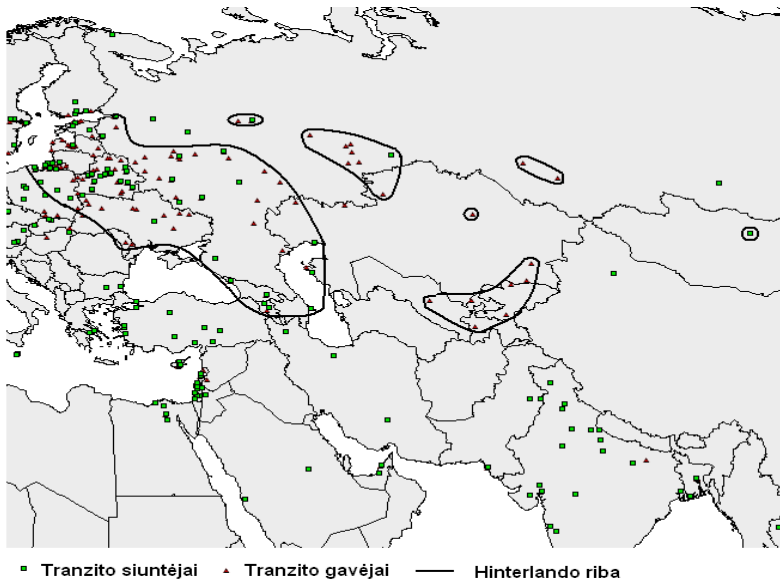
Uosto veiklos ribų nustatymo principai

Lietuvos statistiniai duomenys atskleidžia tik krovinių gavimo ir paskirties geografiją. Norint nustatyti tikslesnę uosto įtakos teritoriją, tokių duomenų neužtenka. Pranešime naudojami Muitinės departamento statistikos skyriuje duomenys, kur muitinės deklaracijose reikalinga nurodyti ne tik krovinio šalį siuntėją ar gavėją, bet nurodomas ir gavėjo bei siuntėjo adresas. Pastarieji duomenys leidžia krovinių priskirti konkrečiai geografini vietai ir tiksliau nustatyti uosto veiklos arealą sausumoje ir užjūryje. Uosto veiklos teritorija nustatoma pagal per uostą gabenamų krovinių pasiskirstymą. Lietuvos atveju visa valstybės teritorija patenka į Klaipėdos uosto veiklos zoną, todėl Klaipėdos uosto veiklos teritorijos riboms nustatyti yra labai svarbūs tranzitiniai kroviniai ir tranzitinių krovinių gavėjai. Pagal tai, kaip tankiai pasiskirstę krovinių paskirties taškai išskiriama pagrindinė – nepertraukiama per uostą gabenamų krovinių zona ir toliau esančios, labiau atitolusios, krovinių paskirties zonos arba krovinių paskirties salos. Per Klaipėdos uostą gabenamų krovinių paskirties zonos skirstomos į taškines (vieno miesto su apylinkėmis) ir teritorines (kelių miestų regionai). Išskiriant užjūrio ekonominius regionus vertinamas importo, eksporto ir tranzitinių krovinių teritorinis pasiskirstymas. Per Klaipėdos uostą gabenamų krovinių zoniškumas sudarytas pagal 2005 metų krovinių pasiskirstymo duomenis. Uosto ekonominių ryšių teritorija priklauso nuo uosto krovos galimybių, transporto sistemos išvystymo, ekonominių ryšių, logistikos centrų

aktyvios veiklos kaimyninėse šalyse, politinių bei ekonominių nacionalinės ir kitų šalių valdžios sprendimų.

Klaipėdos uosto veiklos ribos sausumoje

Į nepertraukiamą per Klaipėdos uostą gabenamų krovinių zoną (2005 m. duomenimis) patenka visa Lietuva, Kaliningrado sritis, Lenkijos rytinis pakraštys, visa Baltarusijos valstybės teritorija, beveik visa Moldova, Ukrainos teritorija, išskyrus pietines šalies pakrantes, Gruzijos ir Armėnijos teritorijos, Kazachstano vakarinė dalis, Rusijos europinės dalies pietvakarinis regionas, visa Latvijos teritorija ir Estijos pietrytinis pakraštys.



1 pav. Per Klaipėdos uostą gabenamų tranzitinių krovinių pasiskirstymas sausumoje 2005 metais

Be tiesioginės veiklos teritorijos išskiriamos 6-ios krovinių paskirties salos, iš kurių dvi didesnės. Viena apima teritoriją, kurią sudaro Rusijos Permės, Jekaterinburgo, Čeliabinsko sritys bei Kazachstano Kustanajaus ir Aktobės miestų regionai. Kita, didesnė - apima Kazachstano pietryčiuose esančių Uralsko ir Almatos miestų regionus bei Kirgizijos, Uzbekistano, Tadžikistano didesnių miestų apylinkes. Du atskiri krovinių paskirties taškai yra Mongolijos ir Kazachstano sostinės. Kitos dvi krovinių paskirties zonos tapatinamos su Rusijos Pionersko – Kirovo ir Novosibirsko – Gurevsko miestų apylinkėmis.

Atskirų krovininių paskirstymo zoniškumas

Atskirų rūšių kroviniai gabenami į ir iš mažesnių teritorijų Vidurio ir Rytų Europos valstybėse, Kaukazo šalyse ir Vidurio Azijoje. Nepertraukiamą per Klaipėdos uostą gabenamų gyvū gyvūnų ir gyvulinės kilmės produktų krovininių zoną sudaro Estija, Latvija, Kaliningrado sritis, Baltarusijos šiaurinė ir rytinė dalis. Toliau uosto veiklos teritorija išsiskiria į dvi zonas, kurių viena apima Ukrainos šiaur rytinį regioną, o kitas - Moldovos centrinę dalį. Uosto įtakos zoną papildo keturios taškinės krovininių paskirties zonos: Rusijoje Maskva, Pionierskij ir Gurevsk, bei Uzbekistano sostinė Taškentas.



Kroviniai pagal rūšį

- Gyvi gyvūnai, gyvulinės kilmės produktai
- - Paruošti maisto produktai
- Katilai, mašinos ir mechaniniai įrenginiai, jų dalys

Krovinijų pagal rūšį tranzitas

- Tranzito gavėjai
- ▲ Tranzito gavėjai
- Tranzito gavėjai
- Tranzito siuntėjai
- ▲ Tranzito siuntėjai
- Tranzito siuntėjai
- Tranzito siuntėjai

2 pav. Atskirų krovininių gabenamų per Klaipėdos uostą pasiskirstymo zoniškumas 2005 metais

Nepertraukiamą per Klaipėdos uostą gabenamų paruoštų maisto produktų zoną sudaro Latvija, Kaliningrado sritis, dalis Lenkijos nuo pasienio iki Varšuvos, Baltarusija. Ši zona įlinkiu apkabina nedidelę dalį Ukrainos iki Kijevo ir siaura juosta per Smolenską, Maskvą nutįsta iki Nižnij Novgorodo į Rusijos teritoriją. Mongolijos sostinė Ulanbatoras ir Atyrau miestas Kazachstane sudaro šios krovininių rūšių taškinės krovininių paskirties zonos. Be jų išskiriamos dvi teritorinės krovininių paskirties zonos, kurių viena apima Gruzijos sostinę Tibilisį ir

Kurgelauri miestus bei Vanadzorą Armėnijoje, o kita – Stara Zagora ir Pomorie miestus Bulgarijoje.

Nepertraukiama per Klaipėdos uostą gabenamų kitų krovinių (katilai, mašinos ir mechaniniai įrenginiai, jų dalys) zona apima Estiją, Latviją, Baltarusiją ir rytų Lenkiją, Rusijoje plačia juosta driekiasi per Oriolą, Maskvą iki Frunzės bei apima nedidelę teritoriją San Peterburgo apylinkėse, kita juosta driekiasi Ukrainoje iki Dnepropetrovsko. Pagrindinę zoną papildo dvi taškinės krovinių paskirties zonos: Dušanbė Tadžikistane ir Zarafšan Uzbekistane.

Klaipėdos uosto užjūris

Pagal visų krovinių, gabenamų per Klaipėdos uostą jūros keliu pasiskirstymą, intensyviausia užjūrio veiklos teritorija apima Vakarų ir Vidurio Europą bei Šiaurės Europos pietines pakrantes. Šiaurės Amerikoje išskiriamos trys užjūrio teritorijos: didžiausia teritorija juosia rytinę JAV pakrantę ir pietrytinį Kanados pakraštį, kiti du mažesni užjūrio veiklos regionai išsidėstę vakarinėje pakrantėje. Pietų Amerikoje tankiausiai krovos taškai pasiskirsto Brazilijos pietinėje dalyje sudarydami tik vieną užjūrio regioną šiame žemyne.

Per Klaipėdos uostą aktyviausiai krovinių apsikeitimas vyksta su Artimaisiais Rytai, Japonijos pietrytiniu regionu ir Kinijos rytine pakrante, todėl šias teritorijas galime išskirti kaip aktyviausią užjūrį. Tokį užjūrio arealų išsidėstymą įtakoja ekonominiai veiksniai: šalių ekonominė situacija, turimos žaliavos, gaminamos produkcijos konkurencingumas, uostų išsidėstymas, komerciniai ryšiai. Ekonominė veikla neatsiejama nuo politinių ir karinių sprendimų.

Išvados

Kadangi Lietuvos teritorija nedidelė, Klaipėdos uosto veiklos ribų sausumoje nustatymui lemiamą reikšmę turi tranzitinių krovinių pasiskirstymas. Nepertraukiamą per Klaipėdos uostą gabenamų krovinių zoną sudaro Latvija, Estija, Baltarusija, beveik visa Ukraina ir Moldova, dalis Lenkijos ir vakarinė Rusijos dalis nuo Sant Peterburgo iki pietvakarinės dalies, siekdama Kaukazo šalis. Nepertraukiamą uosto veiklos zoną papildo šešios krovinių paskirties salos.

Remiantis krovinių pasiskirstymo tankumu išskiriami aktyviausi užjūrio regionai: trys veiklos arealai Šiaurės Amerikoje ir trys - Azijoje, du – Europoje, vienas – Pietų Amerikoje. Afrikoje ir Australijoje per uostą gabenami kroviniai pasiskirsto retai, nesudarydami tankiai susitelkusių krovinių teritorijų, todėl šiuose žemynuose užjūrio intensyvios ekonominės veiklos regionai neišskiriami.

Literatūra

Atlantic Transnational Network of Economic and Social partners. 2006. Intermodality in freight transport: ports and hinterland, maritime transport including short sea shipping. www.rta-atn.org

- Coppens, F., Lagneaux, F., Meersman, H., Sellekaerts, N., Van de Voorde, E., van Gastel, G., Vanelslander, Th., Verhetsel, A. 2007. Economic impact of port activity: a disaggregate analysis. The case of Antwerp. *National Bank of Belgium Working paper document No. 110*
- Notteboom, T., Rodrigue, J.P. 2006. Challenges in the Maritime-Land Interface: Port Hinterlands and Regionalization.
- Paulauskas, V. 2000. *Uostų plėtra*. Klaipėdos universitetas. P. 69 – 73.
- Vaitekūnas, S. 1996. Uostų reikšmė valstybių gyvenime. *Mokslinės konferencijos „Klaipėdos uosto vystymosi raida ir jo įtaka Lietuvos valstybei“ medžiaga.*

JONIZUOJANČIOSIOS SPINDULIUOTĖS KAITA KURŠIŲ NERIJOS PAJŪRIO JUOSTOJE

Milda Pečiulienė, Dainius Jasaitis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, milda@vgtu.lt

Žmogų nuolat veikia foninė jonizuojančioji spinduliuotė. Dėl ūkinės žmogaus veiklos (statybos, kelių tiesimo, trąšų naudojimo, kasybos, metalurgijos ir pan.) intensyvėja daugelio gamtinės kilmės radionuklidų apykaita. Kartais jonizuojančioji spinduliuotė gali kelti rimtą grėsmę žmonių sveikatai.

Informacija apie jonizuojančiąją spinduliuotę ir radionuklidų pasiskirstymą Kuršių nerijos pajūrio juostoje yra svarbi, nes remiantis ja, galima įvertinti žmonių apšvitą rekreacinėse zonose iš natūralių šaltinių ir atskirti nuo apšvitos, gaunamos iš žmogaus sukurtų šaltinių. Atliki kompleksiniai jonizuojančiosios spinduliuotės tyrimai leidžia įvertinti jos pokyčius dėl žmogaus veiklos.

Svarbiausias parametras geriausiai atspindintis jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį žmogui yra lygiavertės dozės galia. Duomenų apie radionuklidų aktyvumą vietovėje kaupimas yra būtinas nustatant apsaugojimo nuo apšvitos normas ir instrukcijas (Pan, *et al.* 1998). Gama spinduliuotės pokyčio dėl žmogaus veiklos įvertinimui atlikti įvairių geofizinių vietų spektrometriniai ir dozimetiniai matavimai Kuršių nerijos pajūrio juostoje. Dozimetriniais tyrimais nustatyta lygiavertės dozės galia, sukelta radionuklidų jonizuojančiosios spinduliuotės. Pagal gamtinės kilmės radionuklidų sukeltą gama spinduliuotės intensyvumą nustatytas vieno ar kito objekto indėlis jų sukeltai apšvitos dozei. Dozės galiai įvertinti virš įvairių paviršių naudotas SRP-68 tipo radiometras. Šią įrangą gana patogiu transportuoti, todėl nesunkiai galima įvertinti lygiavertės dozės galios kaitą esant dideliems matavimo plotams. Dirvožemyje gama kvantų siekis sumažėja apytikriai atvirkščiai proporcingai tankiui ir yra juntamas prie žemės paviršiaus iš 15–20 cm dirvos gylio. Į tai buvo atsižvelgta matuojant lygiavertės dozės galią prie žemės paviršiaus (Lebedytė, ir kt., 1999; Мойсеев, 1990). Norint tiksliau įvertinti pagrindinių gama spindulių ^{40}K , ^{226}Ra ir ^{232}Th įtaką apšvitai, lygiavertės dozės galios matavimo vietose, naudojantis spektrometrine analize, buvo išmatuotas šių radionuklidų savitasis aktyvumas dirvožemyje. Bandinių savitasis aktyvumas matuotas gama spektrometrine sistema (CANBERRA) su puslaidininkiniu HPGe jutikliu. Radionuklidai buvo identifikuojami pagal tokias energines linijas: ^{226}Ra – 186 keV, ^{40}K – 1460 keV, o ^{208}Tl – 583 keV. ^{208}Tl yra ^{232}Th skilimo produktas, todėl jų savitojo aktyvumo santykis laikytas lygiu 1,6 (Aycik, Erkan, 1997) ir atitinkamai perskaičiuotas.

Paplūdimio būklė priklauso nuo povandeninio kranto šlaito geologinės sandaros, nešmenų kiekio bei litodinaminės situacijos. Viršvandeninę kranto

juostos dalį sudaro smėlėtas paplūdimys, kranto kopos. Pakrantėje vyrauja smulkiagrūdis smėlis. Lygiavertės dozės galią prie žemės paviršiaus lemia ^{40}K , trumpaamžių ^{222}Rn skilimo produktų ir kosminė spinduliuotės. 1 lentelėje pateiktos išmatuotos lygiavertės dozės galios vertės prie žemės paviršiaus, virš įvairių paklotinių paviršių.

1 lentelė

Lygiavertės dozės galia virš įvairių paklotinių paviršių

Paklotinis paviršius	Minimali vertė (nSv/h)	Maksimali vertė (nSv/h)	Vidutinė vertė (nSv/h)	Vidutinis kvadratinis nuokrypis (nSv/h)
Pajūrio smėlis (paplūdimys)	17	31	25	1
Pajūrio smėlis (užliejama paplūdimio dalis)	16	28	24	2
Pajūrio smėlis (kopagūbris)	14	35	25	3
Prieškopė (priesmėlis)	24	58	43	2
Miško dirvožemis	38	56	47	3
Pamario smėlis (kopa)	36	46	40	1
Asfaltuota kelio danga	30	72	68	2
Pakelė	25	38	34	1

Ryškus gama spinduliuotės pokyčiai gauti kelių zonose. Lygiavertės dozės galios virš asfaltuoto kelio dangos kitimo intervalas, palyginti su kitų tipų, pateiktų 1 lentelėje, dirvos kitimo intervalais, plačiausias. Iš atliktų radiometrinių matavimų nustatyta, kad užliejamoje pajūrio dalyje lygiavertės dozės galia yra mažiausia. Lygiavertės dozės galios vertės priklauso nuo paklotinio paviršiaus tipo, nes visų pirma gama spinduliuotė priklauso nuo radionuklidų kiekio dirvoje (skirtinga grunto sudėtis) (Harley, 1999). Didžiausios gama spinduliuotės sukeltos lygiavertės dozės galios vertės išmatuotos miestelyje prie kelių (virš betonuotos ir asfaltuotos dangos). Mažesnės vertės gautos matuojant virš miško dangos ir pajūryje bei kopose. Didesnės vertės išmatuotos Juodkrantėje, Kuršių marių pakrantėje, kadangi didžiąją pakrantės dalį dengia akmenys ir specialūs betoniniai kranto sutvirtinimai.

Žinoma, kad lygiavertės dozės galią virš bet kokio paklotinio paviršiaus lemia radionuklidų, esančių paviršiuje, jonizuojančioji spinduliuotė. Iš lyginamųjų eksperimentų nustatyti gamtinės kilmės radionuklidų sukeltos lygiavertės dozės galios virš asfalto dangos ir greta esančios dirvos santykiai siekia nuo 1,2 iki 1,5 kartų. Nustatytų santykių nesutapimą lemia nevienodi gamtinės kilmės radionuklidų savitieji aktyvumai atskiruose asfalto ruožuose bei skirtinga šalikelių grunto sudėtis. Radionuklidų, esančių kelio dangoje, sukelta spinduliuotė yra apie 1,3 karto didesnė nei esančių dirvoje. Šis faktas parodo antropogeninės veiklos įtaką gamtinei spinduliuotei. Detaliai vietovės ištyrimui

išmatuotas pagrindinių gama spindulių ^{40}K , ^{226}Ra ir ^{232}Th savitasis aktyvumas grunte bei asfalto bandiniuose. Dangų radioizotopinės sudėties įvertinimas paaiškina atskiruose ruožuose stebimos dozės galios reikšmių padidėjimą.

Spektrometrinei analizei pasirinkti įvairaus tipo bandiniai (2 lentelė). Nustatyta, kad iš tirtų radionuklidų, didžiausi savitieji aktyvumai yra ^{40}K . Iš tyrimo rezultatų akivaizdu, kad ^{40}K savitasis aktyvumas apie 20 kartų didesnis už ^{226}Ra . Didžioji dalis ^{226}Ra skilimo produktų (^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{210}Pb) lieka dirvoje, kurie taip pat turi nemažą įtaką išorinei lygiavertės dozės galiai. Yra žinoma, kad ^{40}K spinduliuotės sukelta išorinės lygiavertės dozės galia vidutiniškai sudaro 33 % bendros lygiavertės dozės galios vertės (Konstantinova, Butkus, 2003).

Tirtose pakelėse vyrauja priešmėliai ir priemoliai. Asfalto bandiniuose išmatuoti gamtinės kilmės radionuklidų savitieji aktyvumai gerokai didesni nei dirvožemio bandiniuose. 2 lentelėje pateikti spektrometrinių matavimų rezultatai.

Išmatuotieji savitieji aktyvumai asfalto bandiniuose rodo, kad ^{226}Ra savitasis aktyvumas tris kartus didesnis nei dirvožemyje. ^{40}K savitasis aktyvumas asfalto bandiniuose apie 60 % didesnis nei dirvožemyje. Analizuojant eksperimentų rezultatus, galima teigti, kad kelių tiesimas (ypač asfaltuotų) pakeičia natūralų gamtinį radiacinį foną. Dažniausiai jis padidėja.

2 lentelė

Gamtinės kilmės radionuklidų savitieji aktyvumai (Bq/kg)

Bandinio tipas	Savitasis aktyvumas, Bq/kg		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Asfaltas	668±50	37±7	21±2
Priesmėlis	281±21	15±2	5±1
Priemolis	237±16	12±1	3±1
Smėlis	120±7	13±1	4±1

Užfiksuota keletas atskirų atvejų, kai gama spinduliuotė pakinta 2 kartus. Savaime suprantama, ši kitimą lemia statybinės medžiagos, naudotos keliams tiesti. Įvairūs statiniai bei dirbtinės dangos iškreipia natūralų gama foną, todėl išmatuotos dozės galios vertės gana įvairios.

Literatūra

- Pan Ziqiang, Yang Yin, Guo Mingqiang. 1988. Natural radiation and radioactivity in China. *Radiat. Protect. Dosim.* 24(114):29-38.
- Lebedytė, M., Butkus, D., Morkūnas, G. 1999. Estimation of external equivalent gamma dose rate caused by gamma radionuclides in soil. *Environmental and Chemical Physics* 21(3-4):78-82.
- Мойсеев, А.А. 1990. *Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене*. 4-е изд. Перераб. И доп. М.: Энергоатомиздат. 252 с.
- Aycik, G. A., Erkan, A. 1997. Radioactivity measurement of coals and ashes from coal fired power plants in the Southwestern part of Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* 35:23-35.
- Harley, N. H. 2000. Back to Background: Natural Radiation and Radioactivity exposed. The 1999 Lauriston S. Taylor Lecture. *Health Physics* 79 (1):121-128.
- Konstantinova, M., Butkus, D. 2003. Natūralios kilmės gama spindulių, esančių dirvoje, sukeltos išorinės lygiavertės dozės galios įvertinimas. *Sveikatos mokslai* 3:50-54.

DANČIASNAPIŲ PAVASARINĖ MIGRACIJA PALANGOS PAJŪRYJE

Algimantas Petraitis

*Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas, Ekologijos
katedra, Klaipėda, algimantas.petraitis@gmail.com*

Darbe nagrinėjami trijų dančiasnapių rūšių (didysis – *Mergus merganser*, vidutinis – *M. serrator* ir mažasis – *M. albellus*) gausumo dinamikos ypatumai pavasario sezone. Vizualūs stebėjimai atlikti pagal E. Kumari (Kumari 1955; Kumari 1979) metodiką 1974-2005 metais. Migracijos intensyvumo priklausomybei nuo oro sąlygų nustatyti panaudota 14 meteorologinių parametru.

Migracijos fenologija. Dančiasnapių pavasarinė migracija visumoje priklauso nuo pavasario eigos ir jos kalendorinės datos ženkliai skiriasi skirtingais metais. Didžiojo dančiasnapio traukimas pajūryje prasideda vidutiniškai 03.11±7 d. (03.01-03.27) ir baigia 05.06±1,3 d. (04.02-05.28); vidutinio dančiasnapio – vidutiniškai 03.18±11 d. (03.01-04.14) ir baigiasi 05.12±12 d. (03.27-05.30); mažasis dančiasnapis pradeda migruoti 03.11±35 d. (03.16-05.07), o baigiasi 03.26±43 d. Migracijos periodo vidutinė trukmė sekanti: didžiojo - 57±18 d. (7-85 d.), vidutiniojo - 56±16 d. (1-87 d.) ir mažojo - 16±18 d. (1-57 d.).

Metinė gausumo dinamika. Stebėjimo laikotarpiu buvo užregistruota 16430 trijų rūšių dančiasnapių. Gausiausiai pajūryje traukia didysis dančiasnapis: viso jų stebėta 10425 paukščiai (63,45 % nuo bendro individų skaičiaus). Gausumo pikas buvo 1994 metais (1476 ind.), o mažiausiai – 1979 metais (14 ind.). Vidutinių dančiasnapių užregistruota 5591 (34,0 % visų paukščių); jų gausumo pikai stebėti 1980 (472 ind.), 1987, 1989 ir 1991 metais (atitinkamai 437, 395 ir 372 ind.). Mažieji dančiasnapiai pavasarį pajūriu traukia negausiai ir buvo stebėti ne kiekvienais metais – iš viso jų buvo 414 paukščiai (2,5 % ind.). Gausiai jie skrido 1981 m. (73 ind.), o kitais metais jų stebėta tik iki 10 individų.

Visumoje stebima didžiųjų ir vidutinių dančiasnapių nežymi mažėjimo tendencija, o mažųjų dančiasnapių skaičius palyginti stabilus.

Sezoninė gausumo dinamika. Didysis dančiasnapis gausiausiai traukia kovo VI ir balandžio II penkiadieniais (atitinkamai 16,7 ir 14,5 %), balandžio antroje pusėje jų skaičius mažėja ir negausiai jie stebimi gegužės mėnesį. Tik 1991 m. jie stebėti nuo kovo I iki gegužės VI penkiadienio. Vidutinis dančiasnapis – vėlyvesnis migrantas: gausiau stebėti balandžio IV – gegužės II penkiadieniais (60,8 % ind.); negausiai jie traukia visą gegužės mėnesį (III-IV penk., 5,8 % ind.). Mažasis dančiasnapis gausiau traukė kovo VI (26,6 % ind.), o kovo IV, V ir balandžio II penkiadieniais skrenda mažiau. Balandžio antroje pusėje jų skaičius sumažėja ir traukimas baigiasi iki gegužės III penkiadienio.

Nustatyta, kad didžiojo dančiasnapio pavasarinio traukimo intensyvumas koreliavo tik su oro temperatūra (neigiamai). Mažojo dančiasnapio skrydžio intensyvumą įtakojo net 9 iš 14 meteorologinių veiksnių: atmosferos slėgis, matomumas, debesų aukštis, vėjo kryptis (teigiamas ryšys), temperatūros skirtumas per parą, santykinės drėgmės skirtumas per parą, apatinis debesuotumas, debesų forma ir krituliai. Nenustatyta oro parametrų įtaka vidutinio dančiasnapio traukimo intensyvumui.

PAUKŠČIŲ TYRIMAI VĖJO ELEKTRINIŲ PARKE KRETINGOS RAJONE

Algimantas Petraitis¹, Rasa Uznytė²

¹Klaipėdos universiteto Gamtos ir matematikos mokslų fakultetas, Ekologijos katedra, Klaipėda, algimantas.petraitis@gmail.com

²Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėda

Tiesioginė vėjo elektrinių įtaka vietinių ir migruojančių paukščių populiacijoms Lietuvoje iki šiol nebuvo tyrinėta, tačiau tokie tyrimai vykdomi veikiančių vėjo elektrinių parkuose užsienio šalyse. Duomenys apie paukščių elgseną vėjo elektrinių atžvilgiu yra gana skirtingi ir priklauso nuo vietovės sąlygų (buveinių tipo, kraštovaizdžio struktūros) bei klimatinėms sąlygoms (pavyzdžiui, vėjo, termikų formavimosi). Paukščių elgsenos tyrimai veikiančiame vėjo elektrinių parke Kretingos rajone buvo vykdomi siekiant išsiaiškinti tiesioginį vėjo elektrinių poveikį paukščiams pajūrio zonoje bei įvertinti paukščių pavasarinės migracijos intensyvumą rajone. Tokie tyrimai reikalingi duomenų apie vėjo elektrinių poveikį paukščiams surinkimui veikiančiuose vėjo elektrinių parkuose. Surinkti duomenys gali padėti efektyvių priemonių paukščių įvairovės išsaugojimui ir gausinimui, retų paukščių rūšių išsaugojimo programų ruošimui ir įvykdymui.

Tyrimai buvo vykdomi Kretingos rajone veikiančiame 30 MW galios vėjo elektrinių parke, kurį sudaro 15 vėjo elektrinių. Dėl vėjo elektrinių veiklos žuvusių paukščių apskaitos buvo vykdomos kas tris dienas, neatsižvelgiant į oro sąlygas. Kita tyrimų dalis - paukščių migracijos stebėjimai - buvo vykdomi pastovioje taškoje 10 dienų iš eilės intensyviausių migracijų laikotarpiu, atsižvelgiant į pavasario eigą. Paukščių migracijų apskaitą metu registruojami visi skrendantys, besiilsintys, besimaitinantys sausumos ir vandens paukščiai. Stebėjimai pradėti 0,5 valandos iki saulės patekėjimo ir truko 4 valandas. Paukščiai buvo skaičiuojami neriboto pločio juostoje (kiek regima) aplink stebėjimo postą, pažymint jų atstumą nuo artimiausių vėjo elektrinių.

Iš viso buvo atlikti 24 maršrutiniai stebėjimai nuo kovo 24 d. iki gegužės 15 d., iš jų 15 stebėjimų (62,5 %) balandžio mėnesį. Buvo užregistruotos 38 paukščių rūšys, priklausančios 8 būriams. Iš vandens komplekso paukščių stebėta 10 rūšių (pilkasis garnys, 3 gulbių rūšys, 2 žąsų rūšys, 3 kirų ir 2 tilvikų rūšys), t.y. 26,3 % nuo bendro rūšių skaičiaus. Daugumą migrantų sudarė stambūs vandens komplekso paukščiai: 3 gulbių rūšys, pilkoji gervė, 2 žąsų rūšys – pilkoji ir želmeninė bei 3 kirų rūšys – rudagalvis, sidabrinis ir paprastasis kirai. Jų užregistruota 1284 paukščiai t.y. 99,2 % visų vandens komplekso migrantų arba 83,2 % nuo bendro migrantų skaičiaus.

Kitos užregistruotos 28 rūšys priklauso sausumos komplekso paukščiams, iš kurių skaitlingiausias buvo žvirblinių paukščių būrys (20 rūšių, 52,6 %). Iš sausumos komplekso paukščių gausiausias buvo kikilis (160 ind. arba 10,4 % visų migrantų), keršulis (53 – 3,4%) ir dirvinis vieversys (30-1,9 %). Sausumos paukščiai sustoja būriais pasimaitinti žiemkenčiuose ar kitose žemės ūkio naudmenose.

Dėl vėjo elektrinių veiklos žuvusių paukščių paieškų metu buvo aptiktos dvi žvirblinių būrio paukščių rūšys – juodasis strazdas (1 ind.) ir dirvinis vieversys (5 ind.). Juodasis strazdas – tipiškas naktinis migrantas, greičiausiai žuvęs tamsiu paros laiku, kovo 30 d. Dirvinis vieversys gausiausiai perinti atviro kraštovaizdžio paukščių rūšis tirtoje vėjo elektrinių zonoje. Visi individai buvo patinai, aptikti 12 - 40 m atstumu nuo artimiausių vėjo elektrinių. Pavasarij intensyviai giedantys patinai nuo žemės statmenai kyla į viršų, dažnai prie pat sparnų sukimosi zonos. Dažnai teko stebėti kaip pakilę į viršų 30-40 m giedantys patinai lengvai išlaviruoja tarp besisukančių sparnų menčių. Pavienės geltonosios startos, pavieniai kalviukai nusileidžia ant aplink kiekvieną vėjo elektrinę esančios metalinės tvorelės, tačiau šių rūšių žuvusių paukščių neaptikta.

Tirti vėjo elektrinių parkai yra palyginti silpno pavasarinių migrantų traukimo zonoje ir pastebimai neveikia paukščių migracinio pobūdžio ir elgsenos. Be to, vandens ir sausumos paukščių koncentracijoms tyrimų rajone svarbus vaidmuo tenka pavasarinei žemės ūkio veiklai: žemės arimui, kultivavimui ir javų sėjai. Pavasarinis paukščių traukimas 2010 m. pavasario sezonu vėjo elektrinių zonoje buvo santykinai negausus. Užregistruota 17 vandens ir sausumos komplekso paukščių rūšių, skridusių tik pavieniais būriais. Visi jie stebėti 5 km pločio migracinėje juostoje, 5-10 km atstumu nuo Baltijos jūros.

UPINIŲ PLEKŠNIŲ JAUNIKLIŲ (*PLATICHTHYS FLESUS TRACHURUS*, DUNCKER) ERDVINIS PASISKIRSTYMAS IR MITYBA BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖJE

Kęstas Plauška¹, Rita Jankauskienė²

¹*Žuvininkystės tarnybos prie LR Žemės ūkio ministerijos, Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius, Klaipėda, kestas.plauska@gmail.com*

²*Klaipėdos universitetas, Klaipėda*

Įvadas

Upinės plekšnės (*Platichthys flesus trachurus*, Duncker) yra vienos svarbiausių tiek verslinės, tiek mėgėjiškos žūklės objektų Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje (LEZ), tačiau nemaža dalis šios rūšies ekologijos, biologijos klausimų vis dar nėra atsakyti. Ypač mažai duomenų surinkta apie upinės plekšnės gyvenimą iki pirmojo neršto. Upinės plekšnės jaunikliai (0+,1+ amžinės grupės) aptinkami visoje Baltijos jūros LEZ priekrantėje, o vidutinis gausumas rudenį priklausomai nuo metų gali siekti iki 57 ind./100 m² (Plauška ir kt., 2010). Upinės plekšnės jaunikliai labiausiai koncentruojasi gyliuose iki 1 m (Piščikas, Maksimov, 2009), pasiskirstymas tendencingas - kuo ilgesnis individas, tuo giliau jis aptinkamas (Pihl, 1989, Martinsson, Nissling, 2011).

Upinės plekšnės yra oportunistiniai plėšrūnai, jų dietos sudėtis keičiasi priklausomai nuo dydžio (Pihl, 1989; Kostrzewska – Szlakowska, Szlakowski, 1990; Nissling *et al.*, 2007), mažesni nei 45 mm individai minta mezofauna, o 46 – 101 mm jau makrofauna (Aarnio *et al.*, 1996). Šiųmetukai ir metinukai kaip epibentosiniai plėšrūnai vaidina labai svarbų vaidmenį priekrantės smėliuose sėkliuose tiek letaliai, tiek subletaliai (atkūsdami moliuko sifono dalį) struktūrizuodami bentosines grupes (Pihl, 1989).

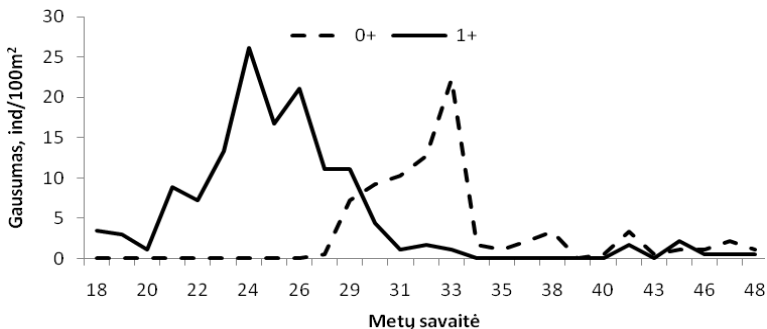
Medžiaga ir metodai

Upinės plekšnės jauniklių mėginiai buvo renkami pietryčių Baltijos priekrantės vandenyse, Kuršių Nerijos teritorijoje tarp Smiltynės paplūdimio ir uosto vartų pietinio molo naudojant smulkiaakę (maišiagalio akies dydis 5 mm) traukiamąją gaudyklę (Maksimovas ir kt., 2000). Mėginiai rinkti 2010 m nuo balandžio iki gruodžio, 3 – 9 kartus per mėnesį po tris pakartojimus 0,1 – 0,5 m ir 1 – 1,5 m gyliuose. Iš viso surinkti 176 mėginiai, sugauti 374 upinės plekšnės jaunikliai, išmatuojamos pagrindinės biologinės charakteristikos – ilgis (mm, ±0,5 mm), svoris (g, ± 0,01 g), paimti otolitai amžiaus nustatymui, vėliau žuvis užšaldytos mitybos tyrimams. Kadangi gaudomos dalies plotis 1 metras, o gaudyklė traukiama 30 m, buvo apgaudoma ne mažesnė nei 30 m² dugno juosta,

gausumas buvo transformuotas į standartinę 100 m². Norint išsiaiškinti skirtingų gylių reikšmę upinės plekšnės šiūmetukams buvo skaičiuota gausumo dalis (%) kiekviename gylyje nuo tos dienos sugavimų, naudojant duomenis, surinktus iki rugsėjo mėn., nes rezultatus galėtų įtakoti prasidedanti žiemojimo migracija į gilesnius vandenis (Florin, 2005; Martinsson, Nissling, 2011). Tikrinant skirtumą tarp skirtingų gylių šiūmetukų gausumo naudotas *Mann-Whitney W* testas (Arlinghaus, 1995). Upinių plekšnių mityba nagrinėta sugautų gegužės-birželio mėnesiais pagal Hyslop (1980), Kostrzewska-Szlakowska, Szlakowski (1990) ir Nissling *et al.* (2007) pasiūlytas metodikas. Nustatytas maistinių organizmų aptikimo dažnis (NI, %), reikšmingumas pagal biomasę (WI, %), žarnyno pripildymo indeksas (ŽPI) atskiroms žuvų ilgio grupėms. Žuvys suskirstytos į 2 ilgio grupes < 40 mm ir ≥ 40 mm (Nissling *et al.*, 2007).

Rezultatai

2010 m. sugavimuose dominuoja 1+ amžinės grupės upinės plekšnės jaunikliai, kurių gausumo pikas užfiksuotas 24 metų savaitę (birželio vidurys) ir siekė 26,1 ind./100m². Šiūmetukų gausumas savo piką pasiekė 33 metų savaitę (rugpjūčio vidurys) – 22,2 ind./100m² (1 pav.).

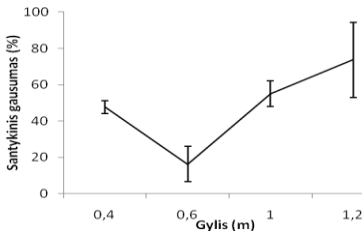


1 pav. Upinės plekšnės 0+ bei 1+ amžinių grupių gausumo kaita 2010 m.

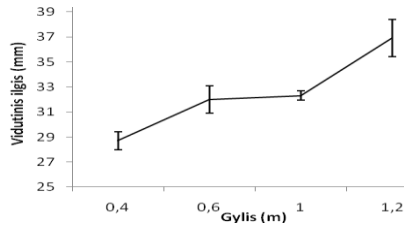
Santykinė upinės plekšnės šiūmetukų gausumo dalis labai varijuoja priklausomai nuo gylio (2 pav.). Atlikus *Mann-Whitney W* testą nustatyta, jog vidutinės upinės plekšnės šiūmetukų santykinio gausumo dalies medianos statistiškai patikimai ($p < 0,05$) didesnės 1,2 m gylyje lyginant su 0,4 m ar 0,6 m. Statistiškai patikimo skirtumų tarp 1 m bei 1,2 m gylyje sugautų santykinų plekšnių gausumų dalių negauta.

Vidutinės upinės plekšnės 0+ amžinės grupės ilgis keičiasi priklausomai nuo gylio (3 pav.), statistiškai patikimai trumpesni individai aptinkami 0,4 m gylyje lyginant su 0,6 m taip pat 0,6 lyginant su 1 m (*Mann-Whitney*, $p < 0,05$),

vienintelis nepatikimas skirtumas gautas tarp 0,6 m ir 1 m (*Mann-Whitney*, $p > 0,05$).



2 pav. Vidutinė upinės plekšnės (0+) gausumo plekšnės (0+) ilgis dalis (%) skirtinguose gyliuose



3 pav. Vidutinis upinės plekšnės (0+) ilgis skirtinguose gyliuose

Mitybos tyrimas atliktas 60 upinių plekšnių jauniklių, kurių ilgis varijavo nuo 3,5 iki 8,9 cm, svoris – 0,3 – 6,0 gr. Žuvų žiočių aukštis kinta nuo 2,5 iki 7 mm, dominuojančių aukų aukštis nuo 0,5 iki 3 mm. Upinių plekšnių žarnynuose skaitlingiausi bei pagal biomasę reikšmingiausi vėžiagyviai – *Neomysis integer* (NI – 30, WI – 4,8) ir *Gammarus* sp. (NI – 60, WI – 6,2). Kiek rečiau aptinkami *Corophium volutator* individai (NI – 10, WI – 0,3). Žarnyno pripildymo indeksas < 40 mm ilgio grupėje vidutiniškai siekė $3,0 \pm 0,9$, ≥ 40 mm žuvų – $1,0 \pm 0,8$. Nustatytas skirtingas maistinių organizmų biomasės santykis žarnyne dviejose upinių plekšnių jauniklių ilgio grupėse (1 pav.).

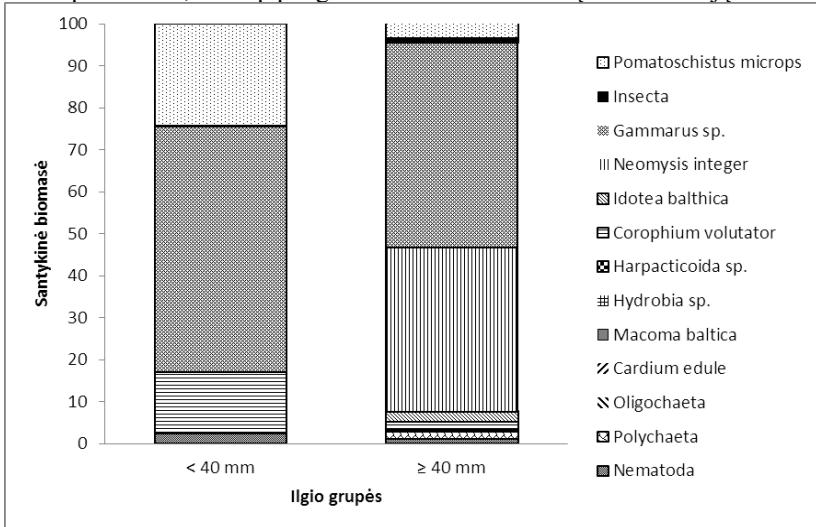
Dieta plastiškesnė ≥ 40 mm žuvų ilgio grupėje, lyginant su < 40 mm upinių plekšnių jaunikliais, tačiau abiejose ilgio grupėse kaip maistiniai organizmai dominuoja vėžiagyvių atstovai.

Aptarimas

1+ amžiaus upinės plekšnės nuo savo atsiganymo plotų sėkliuose nutolę kur kas mažesniu atstumu nei šiųmetukai (0+), kurie išneršti priekrantėje ar atviroje jūroje (Flatfishes..., 2009), iš pradžių lervinės stadijos, vėliau patyrę metamorfozę į priekrantės seklumas atkeliauja dviem mėnesiais vėliau už pirmamečius. Šis aspektas labai svarbus vertinant upinės plekšnės išteklius – žinant apytikslį atkeliavimo laiką, galima įvertinti šiųmetinio ir praeitų metų neršto sėkmę ar mirtingumą.

Sprendžiant iš 2010 m. surinktų duomenų, 2009 metų upinių plekšnių nerštas buvo gerokai sėkmingesnis, 1+ amžinės grupės plekšnės gausumu lenkia šiųmetukus. Šiame darbe gauti rezultatai apie skirtingų gylių svarbą šiųmetukams kontrastuoja su Martinsson ir Nissling (2011), kurie kaip svarbiausius išskyrė 0,2 – 0,6 m gylius, tačiau sutinka su Gibson (2005), kur taip pat rasta, kad plekšnių pasiskirstymo centras maždaug 1 -1,2 m. Tyrime rastas ryšys tarp gylio ir

šiųmetukų ilgio paantrina tiek Martinsson ir Nissling (2011), tiek Gibson (2005), kur užsimenama, kad tai gali būti susiję su didesniu mizidžių, kurios svarbesnis mitybinis objektas mažesnėms plekšnaitėms (Arnio *et al.*, 1996), gausumu gyliuose iki 0,6 m, o taip pat su mažiau gausiai aptinkamoms smėlinėmis krevetėmis, kurios potencialiai pavojingos neseniai po metamorfozės nusėdusioms upinėms plekšnėms, tai taip pat gali sumažinti vidurūšinę konkurenciją.



4 pav. Maistinių organizmų biomasės santykis žarnyne dviejose upinių plekšnių jaunikių ilgio grupėse

Preliminariais upinių plekšnių jaunikių mitybos tyrimo duomenimis šių žuvų dominuojantis maisto komponentas yra vėžiagyviai – mizidės (*N. integer*) ir šoniplaukos (*Gammarus* sp.). Šių aukų patrauklumą lemia tai, kad plekšnės yra vizualūs plėšrūnai (Aarnio and Mattila, 2000), medžiojantys ramiai gulėdami ant dugno. Mobilios aukos yra labiau matomos, nei tos, kurios užsirausios smėlyje, tokios kaip mažašerės ar daugiašerės kirmėlės. Florin ir Navada (2010) nustatė, kad plekšnės jaunikių dietoje dominuoja daugiašerės ir mažašerės kirmėlės bei irklakojai vėžiagyviai, kai aplinkos sąlygos yra pažeidžiamos, pvz. bangų, ir minėtos aukos, tampa prieinamos plekšniažuvėms. Tai galima aiškinti upinių plekšnių mitybos plastiškumu, kai dietoje vyrauja skirtingose buveinėse gausiausiai aptinkamos aukos. Eksperimentais nustatyta (Aarnio and Mattila, 2000, Andersen *et al.*, 2005), kad kiautuotos aukos (*Ostracoda*, *Hydrobium* sp.) energetiškai nėra naudingos, kadangi jos nesuvirškintos pašalinamos iš žarnyno, išskyrus *Macoma balthica*, kurios kriauklė yra saudoma ir moliuskas panaudojamas kaip puikus baltymų šaltinis. Šiame tyrime šių aukų aptikimas nėra

dažnas, tai gali lemti ir tai, kad jos dažniau aptinkamos buveinėse su makrofitų danga, kas sumažina plekšnėms aukų prieinamumą. Ontogenetiniai pokyčiai dietoje nenustatyti dėl mažo < 40 mm ilgio individų kiekio, tačiau yra tyrimų, kur pažymima, kad įvairaus ilgio plekšnių jaunikliai minta panašiai (Andersen *et al.*, 2005). Tačiau Aarnio ir Mattila (2000) pažymi, kad ontogenetinis mitybos pokytis pasireiškia 45 mm ilgio žuvyse, kai jų dietoje pradeda dominuoti makrobentosiniai organizmai, o mažesnės žuvys minta meiofauna. Kitų autorių darbuose pokyčiai dietoje minimi kai jaunikliai pasiekia 40 mm dydį (Nissling *et al.*, 2007). Taigi, galima daryti išvadą, kad upinės plekšnės jaunikliai gali misti įvairiu prieinamu maistu, kurio gausumas priklauso nuo buveinės sąlygų.

Literatūra

- Aarnio, K., Bonsdorff, E., Rosenback, N. 1996. Food and feeding habits of juvenile flounder *Platichthys flesus* (L.), and turbot *Scophthalmus maximus* L. in the Åland archipelago, northern Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 36(3-4): 311-320.
- Aarnio, K., Mattila, J. 2000. Predation by juvenile *Platichthys flesus* (L.) on shelled prey species in a bare sand and a drift algae habitat. *Hydrobiologia* 440:347-355.
- Andersen, F., Carl, D., Grønkvjær, P., Støttrup, G. 2005. Feeding ecology and growth of age 0 year *Platichthys flesus* (L.) in a vegetated and a bare sand habitat in a nutrient rich fjord. *Journal of Fish Biology* 66:531-552.
- Arlinghaus, S. L. 1995. *Practical handbook of spatial statistics*. New York, CRC press: 305 p.
- Flatfishes: biology and exploitation*. 2009: Monograph / Edited by R. N. Gibson – UK: Blackwell publishing, 391 p.
- Florin, A. B., Sundblad, G., Bergstrom, U. 2009. Characterization of juvenile flatfish habitats in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and shelf science* 82:294-300.
- Florin, A. B., Lavados G. 2010. Feeding habits of juvenile flatfish in relation to habitat characteristics in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86:607-612.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis- a review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology* 3:411-427.
- Kostrzewska-Szlakowska, I., Szlakowski, J. 1990. Summer food of juvenile turbot, *Psetta maxima* (L.) and flounder, *Platichthys flesus* (L.) at Swientoustcia, zatoka Pomorska. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* Vol. XX:73-89.
- Maksimovas, J., Piščikas, V., Statkus, R., Didžiulis, V., Tamašauskas, P. 2000. Plekšnių ir kitų žuvų jauniklių biomasės, jos pasiskirstymo ir mitybos vietų Baltijos jūros Lietuvos ekonominės zonos priekrantėje tyrimai. *LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorijos ataskaita*. 65 p.
- Martinsson, J. & Nissling, A. 2011: Nursery area utilization by turbot (*Psetta maxima*) and flounder (*Platichthys flesus*) at Gotland, central Baltic Sea. *Boreal Env. Res.* 16:60-70.
- Nissling, A., Jacobsson, M., Hallberg, N. 2007. Feeding ecology of juvenile turbot *Scophthalmus maximus* and flounder *Pleuronectes flesus* at Gotland, central Baltic Sea. *J. Fish Biol.* 70:1877-1897.
- Pihl, L. 1989. Abundance, biomass and production of juvenile flatfish in southeastern Kattegat. *Neth. J. Sea Res.* 24(1):69 – 81.
- Piščikas, V., Maksimov, J. 2009. *Dirbtinio uotų veisimo galimybių ir perspektyvų įvertinimas*. Lietuvos hidrobiologų draugija. Vilnius. 46 p.
- Plauška, P., Kregždys, Ž. Tamašauskas, P. 2010. Plekšnių ir kitų žuvų jauniklių biomasės, jos pasiskirstymo ir mitybos vietų Baltijos jūros Lietuvos ekonominės zonos priekrantėje tyrimai. *LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorijos ataskaita*. 24 p.

NEMUNO AVANDELTA PASKUTINIAME ŠIMTMETyje

Donatas Pupienis^{1,2}, Gintautas Žilinskas², Darius Jarmalavičius²

¹*Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakultetas, Vilnius,
donatas.pupienis@gf.vu.lt*

²*Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius*

Įvadas

Avandeltose, kur vyksta intensyvi ir sunkiai prognozuojama hidrografinio tinklo ir krantų kaita, dažnai kyla daug laivavedybos, potvynių pavojaus, žvejybos ir net tarpvalstybinių santykių (pasienio ruožuose) problemų. Šias problemas dar pagilina kylantis Pasaulinio vandenyno lygis, kuris pirmiausiai pažeis pajūrio žemumų bei deltų ekosistemas (Syvitski, 2008). Tai turės neigiamų pasekmių ir deltų gyventojams (Overeem, Syvitski, 2009).

Nemuno deltos sandaros ir raidos tyrimai buvo pradėti XIX a. antroje pusėje G. Berendo (Berendt, 1869), tačiau jo paskelbtos žinios dabar turi tik istorinę – pažintinę vertę. Pirmasis Nemuno deltos geomorfologines – paleogeografines sąlygas išsamiai aprašė M. Grigatas (Grigat, 1931). Vėliau, Nemuno deltos apymario geologijos, fizinės geografijos, organogeninių sluoksnių stratigrafijos ir paleogeografijos bei nešmenų dinamikos problemas analizavo visa eilė tyrėjų (Gudelis, 1955, 1959; Kabailienė, 1959; Kuskas, 1982; Basalykas 1961; 1965; 1977; Seibutis, 1967; Nemuno..., 1985; Bitinas ir kt., 2002; Vaikasas, 2003).

Nepaisant nemažo mokslininkų dėmesio Nemuno deltai, darbų, atspindinčių jos dinamiką laike ir erdvėje, nėra daug. Duomenų, gautų remiantis senųjų kartografinių šaltinių analize, apie Nemuno deltos kaitą galima rasti E. Scofield (Scofield, 1938), J. Petrulio (Petrulis, 1968), E. Červinsko (Červinskas, 1958; 1972; 1978) M. Beconio (Beconis, 1967) bei G. Žilinsko ir D. Jarmalavičiaus (Žilinskas, Jarmalavičius, 2001) darbuose.

Atsiradus naujiems žemėlapiams bei galimybei geodinaminių pokyčių analizei avandeltose taikyti GIS metodus, šiame darbe pateiksime Nemuno avandeltos pokyčių įvykusių 1910 – 2005 m. tyrimų rezultatus.

Metodika

Nemuno deltos pradžia žemyne laikoma vieta, kur atsiskiria pirmoji Nemuno deltos kairės pusės atšaka – Gilija, tekanti per Kaliningrado sritį (Rusija) į Kuršių marias. Prie Rusnės miestelio nuo Nemuno atsiskiria antroji kairios pusės atšaka – Skirvytė, kuri teka pietvakarių kryptimi. Jos farvateriu eina Lietuvos – Rusija (Kaliningrado sritis) siena. Nuo Skirvytės atsišakojimo pagrindinė Nemuno vaga, pasukusi šiaurės vakarų kryptimi, vadinama Atmata. Remiantis Nemuno deltos vystymosi dinamika, šiuo metu Nemuno deltą galima

skirstyti į dvi dalis: pasyvią – Deima-Skirvytė (Rusijos dalis) ir aktyvią – Skirvytė-Atmata (Lietuvos dalis).

Šiame darbe avandelta suprantama kaip *priekinė, aktyvioji deltos dalis su salomis*. Analizuojant Nemuno avandeltos kaitą ji buvo suskirstyta į du sektorius: *Atmos avandeltą*, kuri tęsiasi nuo Kniaupo įlankos iki Rusnaitės upės ir *Skirvytės avandeltą*, kuri tęsiasi nuo Rusnaitės upės šiaurėje iki Skirvytės upės pietuose. Vienas iš būdų, kuris gali būti taikomas Nemuno avandeltos teritorijų kaitos tyrimams – lyginamoji kartografinė analizė ir GIS metodai. Šiame darbe buvo palyginta trijų laikotarpių (1910, 1958, 2005 m.) kartografinė medžiaga.

Nemuno deltos frontinės dalies kaitos analizė atlikta šiais tyrimų periodais: 1910-1958, 1958-2005 ir 1910-2005 m. Toks tyrimų periodas (1910-1958, 1958-2005) pasirinktas todėl, kad šiuos laikotarpius skiria panašus metų tarpas (atitinkamai 48 ir 47 metai). Be to, kaip parodė pirminė įvairių laikotarpių kartografinės medžiagos analizė, esminiai avandeltos geodinaminių tendencijų pokyčiai prasidėjo nuo 1959 m., pastačius Kauno hidroelektrinę, kurios eksploatacijos metu buvo pradėtas reguliuoti Nemuno nuotėkis.

Rezultatai

Atmos avandeltos sektorius. Analizuojant kaip keitėsi Atmos avandeltos sektorius 1910-1958 m. nustatyta, kad šiuo laikotarpiu jos žiotys intensyviai skverbėsi į Kursių marias. Šiaurinėje Atmos žiočių pusėje esančios Zingelinio salos plotas per šį laikotarpį padidėjo daugiau nei 2 kartus (nuo 0,98 km² iki 2,051 km²), o kranto linija pasistūmėjo marių link nuo 100-150 m Kniaupo įlankoje bei 420-445 m ties Upaitės žiotimis iki 620-700 m ties Atmos žiotimis. Pietinėje Atmos pusėje minėtu laikotarpiu vyko dar intensyvesnė akumuliacija, kur Didžiosios salos teritorija padidėjo 2,088 km² (sausuma pasistūmė į lagūną 500 - 1050 m) (1 lentelė). Šiuo laikotarpiu visame ruože ardos procesai praktiškai nevyko, išskyrus vietas, kur Amata bei jos atšakos keitė savo vagą arba buvo vykdomi įplaukos į Atmos žiotis gilavimo darbai.

1 lentelė

Nemuno avandeltos ploto pokyčiai 1910-2005 m.

Avandeltos kaita	1910 – 1958 m.		1958 – 2005 m.		1910 – 2005m.	
	Plotas, km ²					
Sektorius	<i>Atmos</i>	<i>Skirvytės</i>	<i>Atmos</i>	<i>Skirvytės</i>	<i>Atmos</i>	<i>Skirvytės</i>
Akumuliacija	4,842	3,528	1,079	3,120	5,921	6,648
Erozija	-0,202	-1,237	-0,649	-0,402	-0,851	-1,639
Bendras*	4,640	2,291	0,430	2,718	5,070	5,009

*–bendras sausumos plotų padidėjimas atėmus eroduotos sausumos plotų reikšmes

Didžiausia akumuliacija vyko ties Atmos žiotimis, o tolstant nuo jų tiek į šiaurę, tiek į pietus sąnašų kaupimasis mažėjo. Audrų metu dalis avandeltos nešmenų buvo pernešami išilgai kranto. Kadangi šiame regione vyrauja

pietvakarių krypties vėjai, turintys didžiausią vėjo išibėgėjimo kelią, tai nešmenys dažniausiai transportuojami nuo Atmos žiočių į šiaurę. Tai sąlygojo pakankamai aktyvią akumuliaciją Kniaupo įlankoje. Šioje įlankoje įtekanti Minijos atšaka Upaitė žymesnio nešmenų kiekio per 1910-1958 m. netransportavo.

Antroje XX amžiaus pusėje bei XXI a. pradžioje (1958-2005 m.) sausumos plotų priaugimas šiame sektoriuje sumažėjo net 10,8 karto, o kai kuriuose ruožuose ėmė vyrauti net erozijos procesai. Pavyzdžiui, šiauriau Upaitės žiočių kranto linija atsitraukė apie 70 m, o piečiau Atmos žiočių erozijos procesai apėmė didžiąją šio sektoriaus dalį. Vietomis Didžiosios salos kranto linija čia atsitraukė net iki 100 m. Aktyviau į marias stūmėsi tik artimiausiai Atmos žiočių esančios salų dalys. Šiose vietose Zingelinio sala priaugo apie 50 m, Didžioji sala – 270 m. Tačiau šiuos salų padidėjimus nulėmė ne tiek nešmenų akumuliacija, kiek farvaterio gilinimo darbai, kurių metu iškastas smėlis buvo pilamas abipus įplaukos kanalo į Atmos žiotis. Vien 1995-2005 m. laikotarpyje Atmos žiotyse buvo iškasta ir išpilta apie 323 010 m³ grunto.

Skirvytės avandeltos sektorius. Analizuojant Skirvytės avandeltos sektoriaus kaitą 1910-1958 m. nustatyta, kad šiuo laikotarpiu Skirvytės bei jos atšakų žiotys intensyviai skverbėsi į Kuršių marias. 1910-1958 m. laikotarpyje šiauriausioje Skirvytės avandeltos sektoriaus dalyje dėl santykinai nedidelio Rusnaitės, Pakalnės, Naikupės ir kitų mažų Skirvytės atšakų nuotėkio akumuliaciniai procesai buvo daug mažiau intensyvūs nei Atmos žiočių ruože. Toliausiai į marias šioje atkarpoje krantas pasislinko abipus Rusnaitės bei Pakalnės žiočių – atitinkamai 340 ir 325 m, o ties Naikupe jau tik apie 50-120 m. Dar labiau į pietus, maždaug 1 km atkarpoje iki Skatulės žiočių, krantas buvo ardomas – vidutiniškai jis atsitraukė 76 m. Pagrindiniai pokyčiai vyko Vytinės atšakoje, kur 1910 m. buvusias 3 salas, 1958 m. pakeitė 5 salas, o sausumos plotas padidėjo 1,678 km² (1 lentelė). Sausuma pasistūmė į marias 210-675 m. Tačiau šiuo laikotarpiu Briedžio salos (esančios tarp Vytinės ir Skirvytės Tiesiosios) didžioji dalis buvo eroduojama, kranto linija vietomis čia atsitraukė iki 100 m. Per 1910-1958 m. laikotarpį bendras Skirvytės avandeltos plotas padidėjo 2,291 km².

1958-2005 m. akumuliaciniai procesai tarp Rusnaitės ir Naikupės dar labiau sulėtėjo. Kranto linija marių pusėn čia vidutiniškai pasistūmėjo tik apie 18 m. Priešinga situacija nustatyta nuo Skatulės žiočių į šiaurę, anksčiau ardomame kranto ruože, nusidriekė net keli iškyšuliai, kurių ilgis didesnis nei 1 km. Šiuo laikotarpiu, seklėjant Vytinei bei jo atšakom, mažėjo ir vandens nuotėkis, o tuo pačiu ir jomis transportuojamų sąnašų kiekiai. Todėl ir sausumos prieaugis čia ženkliai sulėtėjo – kranto linija pasistūmėjo marių pusėn tik 55-110 m. Didžiajai Skirvytės vandens masei pasukus Tiesiosios kryptimi, suaktyvėjo avandeltos skverbimasis į marias pietinėje sektoriaus dalyje. Kranto linija šiaurinėje Skirvytės žiočių pusėje pasistūmėjo marių link apie 550 m, pietinėje – 110 m.

Taigi, Skirvytės žiočių rajonas 1958-2005 m. laikotarpyje pasižymėjo intensyviausia akumuliacija visoje Nemuno avandeltos dalyje. Bendras Skirvytės avandeltos plotas 1958–2005 m. padidėjo 2,718 km². Antroje XX amžiaus pusėje bei XXI a. pradžioje (1958-2005 m.) sausumos plotų priaugimas šiame sektoriuje padidėjo 1,2 kartus (1 lentelė).

Apibendrinant tyrimų rezultatus galima teigti, kad jei pirmoje XX a. pusėje intensyviausiai sausuma skverbėsi į Kuršių marias Atmos ir Vytinės žiočių rajonuose, tai XX a. antroje pusėje šiuose rajonuose nešmenų akumuliacija ženkliai sumažėjo, tačiau ji padidėjo Skirvytės Tiesiosios žiočių rajone.

Diskusija

Atsižvelgiant į IPCC 2007 metų klimato kaitos prognozes XXI a. teigiama, kad deltose, kurių paviršius yra žemiau 2 m, bus apsemta pusė jų užimamų teritorijų (Overeem, Syvitski, 2009). Nemuno deltos paviršius lėkštas, žemas – didžiojoje dalyje neviršija 1,0-1,5 m, o avandeltose – 0,3-0,5 m aukščio. Nemaža avandeltos paviršiaus dalis yra žemiau (iki -0,5 m) daugiamečio Baltijos jūros lygio. Žemiausia Lietuvoje vieta yra būtent Nemuno deltoje – prie Dumblio ežero (1,3 m žemiau jūros lygio). Todėl, net atsižvelgiant į optimistines Pasaulinio vandens lygio kilimo prognozes Nemuno delta artimiausioje ateityje bus užlieta.

Apibendrinti visos Nemuno avandeltos šiaurinės dalies (1910-2005 m. laikotarpyje) sausumos pokyčiai rodo, kad per paskutinius 47 metus sausumos prieaugis avandeltose sumažėjo 2,2 kartus. Tam turėjo įtakos žymus Nemuno debito mažėjimas antroje XX a. pusėje, kurį sąlygojo gamtiniai veiksniai ir 1959 m., pastatius Kauno hidroelektrinę ir pradėjus iš dalies reguliuoti Nemuno nuotėkį. Veikiant Kauno HE, kasmet potvynių metu nuotėkis žemiau Kauno (ties Smalininkais) sumažėja vidutiniškai 7,8%, o esant mažiems potvyniams iki 13%.

Be to, XX a. 6 dešimtmčio pabaigoje prasidėjo intensyvi tvenkinių statyba Nemuno baseine, kuriuose kaupiasi pavasario potvynio vanduo, o tai lemia Nemuno nuotėkio sumažėjimą. Kita priežastis - 1976 m. Baltarusijos teritorijoje Neries aukštupyje įrengtas tvenkinys, iš kurio siurbliais dalis vandens (vandens debitas 12 m³/s) iš Nemuno baseino nukrepiama į Dniepro baseino Svisločiaus upę (Gailiušis ir kt., 2001).

Tyrimais nustatyta, kad įrengus tvenkinius Nemuno baseine bei nukreipus dalį Neries nuotėkio į kitą baseiną, Nemuno metinis nuotėkis, ypatingai pavasarinio potvynio metu, sumažėjo net 18% (Gailiušis, Kriauciūnienė, 1998). Taigi, pridėjus Kauno HAE įtaką gauname, kad pavasarinio potvynio metu Nemuno debitas per pastaruosius 50 metų sumažėjo 26-31%. Pakitimai Nemuno baseine tiesiogiai įtakoja ir nešmenų kiekį, patenkantį į Nemuno deltą. Palyginus 1945-1960 m. ir 1961-1996 m. laikotarpių vidutinius metinius nešmenų kiekius ties Smalininkais, jis sumažėjo nuo 680000 iki 356000 tonų per metus (Nemuno..., 1997). Taip pat nustatyta, kad daugiausia nešmenų suspensijos

pavidalu (apie 58% metinio nešmenų kiekio) plukdoma per pavasarinį potvynį (kovo-balandžio mėn.), o būtent šiuo laikotarpiu fiksuojamas didžiausias Nemuno debito mažėjimas. Nuosėdų mažėjimas deltose, dėl žmogaus ūkinės veiklos upių baseinuose (dažniausiai dėl užtvankų statybos), būdingas reiškinys visame pasaulyje (Vörösmarty ir kt., 2003). Manoma, kad visame pasaulyje esančios 45 000 saugyklų sulauko apie 25-30% sąnašų, kurios normaliomis sąlygomis būtų patekusios į deltas.

Antra vertus, Nemuno debitas mažėja ir dėl klimato kaitos: pastaruju metu Lietuvoje mažesnio vandeningo metų dažnėjimas, rečiau pasitaikančios sniegingos žiemos, dažnesnės sausros vasarą ir kt. tai taip pat mažina Nemuno nuotėkį. Analizuojant Nemuno nuotėkio nagrinėjamu laikotarpiu kaitą, nustatyta, kad 1910-1958 m. laikotarpiu vidutinis metinis Nemuno nuotėkis buvo $573 \text{ m}^3/\text{s}$, o jo tendencija buvo nežymiai kylanti – $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Tuo tarpu 1958-2005 m. laikotarpiu stebima visai kitokia situacija. Šiuo laikotarpiu vidutinis metinis debitas buvo $514 \text{ m}^3/\text{s}$, o tendencija pasikeitė į neigiamą – vidutiniškai $-0,79 \text{ m}^3/\text{s}$. Remiantis įvairiais klimato kaitos scenarijais Nemuno nuotėkis XXI a. dar sumažės nuo 17% iki 41% (Kriaučiūnienė ir kt., 2008).

Antra nepalanki aplinkybė Nemuno avandeltai - tai Baltijos jūros, o tuo pačiu ir Kuršių marių vandens lygio kilimas. Analizuojant jūros lygio dinamiką ties Klaipėda nustatyta, kad 1910-1958 m. laikotarpiu vidutinis metinis vandens lygis buvo $-3,5 \text{ cm}$ žemiau daugiamečio Baltijos nulio. O jo kilimo tendencija ($+0,8 \text{ mm/m}$) artima neotektoniniam žemės plutos grimzdimui šioje vietoje. Tuo tarpu 1958-2005 m. laikotarpiu vidutinis metinis vandens lygis jau sudarė $+3,0 \text{ cm}$, o jo kilimo tendencija padidėjo iki $+3,8 \text{ mm/m}$.

Kadangi Kuršių marios susisiečia su Baltijos jūra, tai atitinkamai kinta ir Kuršių marių lygis. Tiesa, dažnai marių lygis (ypač pavasarį) dėl Nemunu atnešamo vandens būna aukštesnis nei Baltijos jūros, tačiau kylantis jūros lygis šiais atvejais formuoja vis didesnę Nemuno vandens patvanką deltoje. Be to, dėl farvaterio gilinimo darbų, Klaipėdos sąsiauryje gyliai padidėjo nuo $3,5\text{-}5,5 \text{ m}$ XX a. pradžioje iki $14,5 \text{ m}$ XX a. pabaigoje. Toks Klaipėdos sąsiaurio pralaidos didėjimas sudarė sąlygas vis dažniau ir didesniais kiekiais audrų metu išsiskverbti jūros vandeniui į Kuršių marias, patvenkiant Nemunu atitekančią vandenį, o tuo pačiu ir apsemiant dalį Nemuno avandeltos. Dar viena nepalanki aplinkybė Nemuno avandeltai – tai neotektoniniai žemės plutos judesiai. Naujausiais duomenimis (Zakarevičius ir kt., 2009) deltos rajone žemės paviršius grimzta $2,5 \text{ mm}$ per metus greičiu. Taigi, vien tik nepalankūs neotektoniniai judesiai ($-2,5 \text{ mm/m}$) ir marių lygio kilimas (apie $+3,0 \text{ mm/m}$) hipotetiškai sąlygotų, kad per 50 metų būtų užlieta didžioji dalis Nemuno avandeltos, kadangi jos paviršius didžiojoje dalyje neviršija $0,3\text{-}0,5 \text{ m}$ aukščio, o nemaža dalis yra ir žemiau jūros lygio. Tą gali pagreitinti ir Nemuno kietųjų nešmenų nuotėkio ženklus sumažėjimas. Tiesa, gamtoje vykstantys procesai labai įvairuoja ir aukščiau

pateikta hipotetinė prognozė tikėtina taip greitai neišsipildys, tačiau tai rodo, kad Nemuno avandeltos didžiosios dalies intensyvios erozijos bei užliejimo grėsmė ateityje pakankamai reali.

Išvados

Nuo XX a. vidurio dėl antropogeninių (hidroelektrinių, tvenkinių statybos bei jų eksploatacijos ir vandens permetimo iš Nemuno baseino į Dniepro baseiną) bei gamtinių (Nemuno ir jo intakų vandeningumo mažėjimas dėl klimato kaitos) veiksnių stebimas intensyvus Nemuno nuotėkio, o tuo pačiu ir jo nešmenų mažėjimas. Be to stebimas Baltijos jūros bei Kuršių marių lygio kilimas ir žemės plutos grimzdimas Nemuno deltos rajone. Dėl šių priežasčių pastaruoju metu mažėja akumuliacijos procesų intensyvumas Nemuno avandeltoje. To pasėkoje Nemuno avandeltos šiaurinėje dalyje sausumos prieaugis 1958-2005 m. laikotarpyje, lyginant jį su 1910 – 1958 m. laikotarpiu, sumažėjo daugiau nei 2,1 karto. Jei šios tendencijos išsilaikys ir ateityje, tai per artimiausią 50-metį avandeltoje akumuliacijos tendencijas keis erozija. Kadangi Nemuno avandeltos paviršius lėkštas ir žemas – didžiojoje dalyje neviršija 0,3-0,5 m aukščio, o nemaža dalis yra ir žemiau jūros lygio, tai tikėtina, kad Nemuno avandeltos didžiosios dalies intensyvios erozijos bei užliejimo grėsmė jau per artimiausius 50 metų pakankamai reali.

Literatūra

- Basalykas, A. 1961. Nemuno deltos žemuma. *Geografijos metraštis* 4:5-44.
- Basalykas, A. 1965. *Lietuvos TSR fizinė geografija II*. Mintis, Vilnius.
- Basalykas, A. 1977. *Lietuvos kraštovaizdis*. Mokslas, Vilnius.
- Beconis, M. 1967. Kai kurie duomenys apie naujų landšaftų formavimąsi Nemuno avandeltos rajone. *Geografinis metraštis* 8:43-52.
- Berendt, G. 1869. Geologie des Kurischen Haffes und seiner Umgebung, Königsberg.
- Bitinas, A., Damušyte, A., Stancikaite, M., Aleksa, P. 2002. Geological development of Nemunas River Delta and adjacent areas, West Lithuania. *Geological Quarterly* 46(4): 375-389.
- Červinskas, E. 1958. Kuršių marios. Lietuvos TSR fizinė geografija I. Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla, Vilnius. 280-293.
- Červinskas, E. 1972. Nauji Kuršių marių ploto matavimai. *Geografija ir geologija* 9:45-49.
- Červinskas, E. 1978. Kartografinio vaizdo raida. Rainys A. (red.): Kuršių marios I. Mokslas, Vilnius. 93-154.
- Gailiušis, B., Jablonskis, J., Kovalenkoviėnė, M. 2001. *Lietuvos upės*. LEI. Kaunas.
- Gailiušis, B., Kriauciūnienė, J. 1998. Antropogeninis hidrologinis regime of the Kuršių lagoon in Lithuania. Nordic Hydrological Programme. *AHP Report* 44:63-69.
- Gailiušis, B., Kovalenkoviėnė, M., Kriauciūnienė, J. 1996. Hidrologiniai Klaipėdos uosto plėtros aspektai. *Energetika* 3:73-78.
- Grigat, M. 1931. Die Memelniederung, Königsberg.
- Gudelis, V. 1955. Lietuvos pajūrio neotektoninio aktyvumo klausimu, Lietuvos TSR MA darbai. B3. 81-98.
- Gudelis, V. 1959. Lietuvos geografinės aplinkos raida geologinėje praeityje, Lietuvos TSR fizinė geografija I. Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla. Vilnius. 42-97.

- Kabailienė, M. 1959. Augalijos raida vėlyvajame ledynmetyje ir poledynmetyje Lietuvos ir pietinės Latvijos pajūrio zonoje. *Geografijos metraštis* 2:477-506.
- Kriauciūnienė, J., Meilutytė-Barauskienė, D., Rimkus E., Kažys, J., Vincevičius, A. 2008. Climate change impact on hydrological processes in Lithuanian Nemunas river basin. *Baltica* 21(1-2):51-61.
- Kunskas, R. 1974. Nemuno deltos šiaurinio pelkyno sandaros ir raidos klausimu. *Geografijos metraštis* 13:45-56.
- Kunskas, R. 1982. Nemuno deltos šiaurinio dalies geomorfologinių procesų ūkinė modifikacija. *Geografijos metraštis* 20:131-138.
- Nečajus, I. 1958. Dauguvos, Nemuno ir Prėgliaus upių žiočių fizinės-geografinės ypatybės. *Geografinis metraštis* 1:281-296.
- Nemuno deltos fiziniai-geografiniai tyrimai. 1985. Ataskaita. MA Geografijos skyrius, Vilnius.
- Nemuno deltos hidrografijos ir Kuršių marių kranto raida Lietuvos – Rusijos pasienio ruože. 1997. Ataskaita. Geografijos institutas, Vilnius.
- Overeem, I, Syvitski, J.P.M. 2009. Dynamics and Vulnerability of Delta Systems. *LOICZ Reports & Studies* No. 35. GKSS Research Center, Geesthacht. 54.
- Petrulis, J. 1968. Lietuvos pajūrio hidrografinis tinklas 1913 m. „Magni Ducatus Lithuania“ žemėlapyje. *Geodeziniai darbai* 4:173-196.
- Scofield, E. 1938. Wasserwege und Deichwerken in der Memelniederung, Königsberg
- Seibutis, A. 1961. Nemuno žemupio sutvarkymo klausimai. Vilnius
- Syvitski, J.P.M., Vörösmarty, C.J., Kettner, A.J., Green, P. 2005a. Impacts of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. *Science* 308:376-380.
- Syvitski, J.P.M., Saito, Y. 2007. Morphodynamics of deltas under the influence of humans. *Global and Planetary Changes* 57:261-282.
- Syvitski, J.P.M. 2008. Deltas at Risk. *Sustainability Science* 3:23-32.
- Vaikasas, S., Rimkus, A. 2003. Hydraulic modelling of suspended sediment deposition in an inundated floodplain of the Nemunas Delta. *Nordic Hydrology* 5:519-530.
- Vörösmarty, C.J., Meybeck, M., Fekete, B., Sharma, K., Green, P., Syvitski, J.P.M. 2003. Anthropogenic sediment retention: major global-scale impact from the population of registered impoundments. *Global and Planetary Change* 39(1-2):169-190.
- Zakarevičius, A., Šliaupa, S., Anikėnienė, A. 2009. Naujas Lietuvos teritorijos vertikalųjų Žemės plutos judesių žemėlapis. *Geodezija ir kartografija. Technika* 35(1):5-13.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D. 2001. The coastal dynamics of Curonian lagoon in the Nemunas delta area. *The Geographical Yearbook* 34(2):41-56

UŽTERŠTUMO VIZIJA NUOSĖDŲ CHEMINĖS SUDĖTIES KAITOS BALTIJOS RAIDOJE DUOMENIMIS

Olegas Pustelnikovas

*Pajūrio akademija, Slupskas, Lenkija
Klaipėdos universitetas, Klaipėda, olegas.pustelnikovas@gmail.com*

Cheminių elementų ir organinių junginių pasiskirstymas šiuolaikinėse dugno nuosėdose, fiksuojamose sedimentacijos greičio nustatymu ^{210}Pb metodu, įvairiose Baltijos jūros baseino dalyse neretai pateikiamas jų prietakos antropogeninės veiklos poveikyje (užterštumas) požiūriu. Šis požiūris tarsi išjungia klasikines Č. Lajelio aktualizmo principo („dabartis yra praeities pažinimo raktas“ ir atvirkščiai) nuostatas. Kitaip tariant, neatsižvelgiama į kompleksinį fizinių - geografinių, geocheminių, klimatinių ir kt. sąlygų įvertinimą neilgoje (10 – 13 tūkst. metų), bet turiningoje gamtiniai - globalių įvykių Baltijos jūros istorijoje. Užmirštama įvertinti pagrindines sedimentogenezės proceso grandis (mobilizacija, migracija, transformacija, akumuliacija ir kt.), kurias praėjusi nuosėdinė medžiaga patiria negrįžtamus pokyčius iki jai pradedant geologinio metraščio atskaitą uolienu formavimosi eigai. Vyraujančiu tyrimų apibendrinimo motyvu tampa užterštumo vizija. Vizija (pranc. „vision“, lotyn. „visio“ – vaizdas, reginys) tarptautinių žodžių žodyne apibūdinama kaip „tariamasis vaizdas, regėjimas, vaizduotės paveikslas ar net svajonė“. Be minėtų sąlygų įvertinimo užterštumo sąvoka tampa išties vienpusiškos vaizduotės reginiu, nereikalaujančiu gilių mokslinių apmąstymų ir pateikiančiu neobjektyvų faktinio užteršimo vaizdą. Ši sąvoka taikytina lokaliai ir laikinai taršos arealų atžvilgiu, bet globaliu laiko ir erdvės mastu šiuolaikinė jos išraiška nepriimtina ir keistina.

Pranešime pateikiama medžiaga, apibendrinanti eilę autoriaus (Pustelnikovas, 1998, 2002, 2010; Pustelnikovas, Rudowski, 1995; Pustelnikovas ir kt., 2007 ir kt.) ir kitų mokslininkų (Emelyanov, 2007, 2010; Jokšas ir kt., 2010; Sopivnik, Emelyanov, 2010; Tetushkina, Emelyanov, 2010; Vallius *et al.*, 2010; Zhamoida *et al.*, 2010 ir kt.), pozityviai ar kritiškai vertinamų darbų. Medžiagos analizė atlikta geoekologinio vertinimo (prioritetinis gamtinių procesų vaidmuo elementų pasiskirstymui) pagrindu.

Šiose tezėse pateikiama tik dalis analizuojamų pozicijų:

1. Realus (faktinio) užteršimo išryškėjimas bendrame (suminiame – S) elementų kiekyje įvairiuose jūros arealuose. Tam tikslui išanalizuotas suminės - S, litogeninės (stabilios – LG) ir hidrogeninės (judrios – HG) elementų migracijos (būsenos) formų pasiskirstymas ir kiekybinis palyginimas įvairiaamžėje ir skirtingos genezės nuosėdų storumėje, įvairių klimatinių zonų ir geologinės sąrangos bei galimo antropogeninio poveikio arealuose. Analizės pagrindas –

prielauda, kad S elementų būsenos forma negali būti vien tik užteršimo rodikliu. Kiekybinė Fe, Mn, Zn, Pb, Ni, Cu, Co ir kt. elementų suminės formos analizė minėtuose arealuose parodė akivaizdų gamtinių veiksnių vyraujančią vaidmenį elementų koncentracijoje palyginus su galimu technogeniniu poveikiu. Pastarasis išryškėja tik Klaipėdos ir Gdanskio uostų technogeninės sedimentacijos zonos.

2. Suminės formos kiekis 14 m nuosėdų stovymeje, apimančioje labai kaitų 10 – 12 tūkst. metų trukmės sedimentacinį laikmetį, nėra vienareikšmiai mažėjantis gilyn. Neretai jis yra viename lygmenyje (ar net ir didesnis) su S formos kiekiu nuosėdų paviršiniame (0 – 40 cm) sluoksnyje. Tai sietina ne tik su medžiagos apytakos mastais sedimentogenezės ir diagenezės etapuose, bet ir ypač su akivaizdžiu pirminių Baltijos jūros raidos stadijų nuosėdų praturtinimu tiriamais elementais bei su šių elementų migracijos formų savybėmis. Didesnė HG formos dalis bendrame elementų kiekyje gali atspindėti potencialų užteršimą. Pastarąjį galima identifikuoti, analizuojant šios formos JM, OM ir HO (joninių mainų, organinė-mineralinė ir hidroksidinė) komponentes (Pustelnikovas 2010). Kita vertus, šios (judrios) formos kiekis kompaktiškame (konsoliduotame) holoceno molyje (giliau nei 0,3 – 0,4 m), t. y. erdvėje, nesusijusioje su žmogaus veikla, daugelyje atvejų HG formos sudėtyje ryškiai vyrauja jos HO (hidroksidinė) komponentė, atspindinti natūralų geocheminį procesą (metalu oksidai).

3. Toksinio elemento arseno (As) suminiai kiekiai įvairiagenetinėse ir skirtingo amžiaus Baltijos jūros terpėse daugeliu atvejų yra didesni nei buvusiose prisotintų As cheminio ginklo laidojimo (gramzdinimo) vietose Bernholmo įduboje. Tad, vienpusis tvirtinimas apie As antropogeninę kilmę dugno nuosėdose nėra priimtinas.

Pranešimo išvados:

- Elemento migracijos formų detalūs tyrimai – raktas identifikuoti faktinį užteršimą. Labiausiai tai atspindi HG formos komponentių analizė;
- Toksinio užterštumo išskyrimas turi būti tolimesnių daugiakrypčių geoekologinių tyrimų tikslas;
- Užteršimo sąvoka plačiaja prasme tėra vizijos lygmenyje.

Literatūra

- Emelyanov, E. 2007. The geological and geoecological situation in the areas of the Skagerrak and the Baltic Sea where chemical munition was dumped. *Geologija* 59:8-29.
- Emelyanov, E., Kravtsov, V. 2007. About the causes of increased quantities of arsenic in the Baltic Sea and Vistula lagoon. *Geochemistry* 6:1- 18 (rusų k.).
- Emelyanov, E., (ed.). 2002. *Geology of Gdansk Deep (Baltic Sea). Monography*. Kaliningrad, 493.
- Jokšas, K. ir kt. 2010. Geoenvironmental evaluation of the Klaipėda port (Lithuania). *Abstracts volume of the Intern Conf. „The Baltic Sea geology“* st. Petersburg. 44 – 45.
- Sopivnik, J., Emelyanov, E. 2010. The chemical composition of Fe-Mn nodules and crusts of Gulf of Finland. *Ibidem*, 123-125.

- Tetushkina, E., Emelyanov, E. 2010. Toxic elements Cd, Pb, Corg in sediments along a gas pipeline „Northern stream“ in Finnish exclusive economic zone (EEZ). *Ibidem*, 132.
- Vallius, H. *et al.* 2010. Distribution of heavy metals in soft sediments: records for sedimentation and pollution in the Eastern Gulf of Finland. *Ibidem*, 144-146.
- Zhamoida, V., Grigoriev, A., Ryabchuk, D. 2010. The influence of the ferromanganese concretions forming processes in the Eastern Gulf of Finland at the marine environment. *Ibidem*, 158.
- Pustelnikovas, O. 1998. *Geochemistry of sediments of the Curonian lagoon (Baltic Sea)*. Vilnius, 234 p.
- Pustelnikovas, O. 2002. Sedimentation and geochemical anomalies in the Klaipėda Strait: natural origin or human impact? *Geologija* 40:3-14.
- Pustelnikovas, O. 2010. Geoecological evaluation of the state forms of chemical elements in the environment of sedimentation basins of the Baltic Sea. *Abstract volume of Intern. Conf. „The Baltic Sea geology – 10“*. St. Petersburg, 103 – 105.
- Pustelnikovas, O., Rudowski, S. 1995. Some ecological aspects of geochemistry in the South Baltic lagoons in comparison with a non-polluted polar basin. *Prace Państwowe Instytutu Geologicznego, CXLIX*. Warszawa, 172-175.
- Pustelnikovas, O., *et al.* 2007. Distribution of migration (state) forms of microelements in the sediments of the ports Klaipėda and Gdansk. *Oceanological and Hydrobiological Studies, vol. XXXVI, №4*, Gdansk, 129-149.

PRAEIVIŲ ŽUVŲ RŪŠIŲ GAUSUMO POKYČIAI BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE IR KURŠIŲ MARIOSE

Rimantas Repečka

Gamtos tyrimų centras, Vilnius, repecka@ekoi.lt

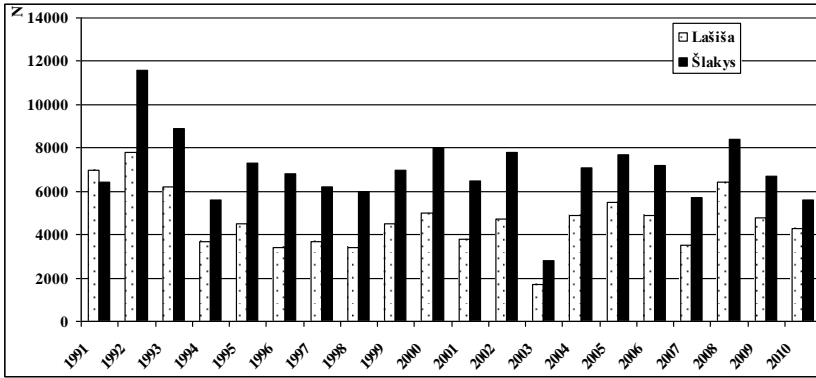
Praeivės žuvų rūšys ypač jautrios aplinkos sąlygų pakitimams. Jų sudėtingas gyvenimo ciklas gali būti reikšmingai įtakojamas ne tik klimato kaitos, bet ir lengvai pažeidžiamas žmogaus ūkinės veiklos. Šių žuvų gyvenimo ciklas susijęs su biotopais (upės, jų aukštupiai), kurie dėl žmogaus ūkinės veiklos ypač keičiasi. Daugelio tyrimų duomenimis (Rechlin & Bagge, 1996; Bengtsson *et al.*, 2006), padidėjus vandens drumstumui ir kuomet vanduo yra užterštas naftos produktais ar nutekamaisiais vandenimis, gali būti sutrikdyta daugelio praeivių žuvų rūšių migracija. Keičiantis klimatui taip pat stebimi žymūs praeivių žuvų gausumo bei migracijų laikotarpių pokyčiai (Mohseni *et al.*, 2003; MacKenzie *et al.*, 2007). Praeivės žuvų rūšys Kuršių mariose bei Nemuno žemupyje ilgą laiką buvo svarbios verslinei žūklei, tačiau prieš 30-40 metų daugelio šių žuvų kiekiai pradėjo žymiai mažėti tiek dėl padidėjusio užterštumo, tiek dėl labai pablogėjusių reprodukcijos sąlygų upėse (užtvankos, melioracija). Dėl minėtų priežasčių ypač sumažėjus ištekliams, kai kurios praeivių žuvų ir apskritažiomenių rūšys buvo įtrauktos į Lietuvos Raudonąją knygą. Tai sturys, lašiša, šlakys, perpelė ir jūrinė nėgė.

Sumažėjus upių ir marių teršimui (pastatyti nuotėkų valymo įrenginiai, sumažėjęs pramoninių ir žemės ūkio teršalų kiekis), o taip pat pagilinus Klaipėdos sąsiaurį, kai kurių praeivių žuvų rūšių kiekis žymiai padidėjo, todėl šiek tiek anksčiau (1998 m.) šlakiai, o 2005 m. ir perpelės, buvo išbrauktos iš Lietuvos raudonosios knygos, žymiai padidėjo žiobrių ištekliams, vėl retkarčiais sužvejojama ir jūrinė nėgė. Galima tikėtis, kad dar labiau atsistačius šių žuvų ištekliams, jos gali įgyti ir svarbią verslinę reikšmę. Žiobriai jau keletą metų yra svarbios verslinės žuvys mariose, jų laimikiai Kuršių mariose 2007 m. pasiekė beveik 180 t. Vis didesnę verslinę reikšmę įgyja perpelės, gausėja upinių nėgių ištekliams. Lašių ir šlakių gausumas taip ryškiai nepadidėjo, tačiau išlieka daugmaž stabilūs. Stintų gausumas pastaraisiais metais labai svyruoja.

Pastarųjų metų eksperimentinių tyrimų duomenimis (Repečka, 2003; 2005), Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje, Kuršių mariose ir Nemuno deltoje sužvejotos 9 praeivių žuvų ir apskritažiomenių rūšys. Atlikome svarbesnių verslui ir aplinkos apsaugai praeivių žuvų gausumo ir biologinių rodiklių charakteristikos tyrimus. Šio darbo tikslas: įvertinti lašių, šlakių, stintų, žiobrių ir perpelėlių gausumą Baltijos jūros priekrantėje bei Kuršių mariose nerštinės migracijos pradžioje.

Pastaraisiais metais lašišos Kuršių mariomis į Nemuno baseiną migruoja ne taip intensyviai kaip šlakiai. Jų eksperimentiniai ir versliniai laimikiai kasmet

kinta, tačiau dažniausiai siekia 50-70% nuo mariomis migravusių šlakių kiekio. Tiriant lašišų ir šlakių rudeninių migracijų intensyvumą nustatyta, kad 2008 m. minėtų žuvų rūšių migracija į Kuršių marias buvo žymiai intensyvesnė nei keletą pastarųjų metų. Atlikus apytikrę migravusių lašišų ir šlakių apskaitą nustatyta, kad bendras Kuršių mariomis migravusių lašišų kiekis siekė apie 6400 individų, šlakių - apie 8400 individų. 2009-2010 m. šių žuvų rūšių migracija į marias buvo vidutinio intensyvumo (1 pav.).



1 pav. Lašišų ir šlakių migracija (apskaičiuotais vienetais) Kuršių marių centrine dalimi 1991-2010 m.

Migravusių lašišų ir šlakių populiacijose dominavo jauni, 1-2 metus jūroje praleidę individai. Siekiant dar labiau padidinti lašišų ir šlakių išteklius, būtina dar labiau sustiprinti lašišų ir šlakių pagrindinių migracinių kelių bei nerštaviečių apsaugą. Rekomenduojama toliau tęsti specialias lašišų ir šlakių nerštaviečių apsaugos akcijas, kaip tai buvo organizuojama 2002-2010 m. rudenį šių žuvų migracijų keliuose ir nerštavietėse.

Pastarųjų metų tyrimų duomenimis stintų ištekliai Baltijos priekrantėje siekia 1,5-1,7 tūkst. tonų (Repečka, 1998; Statkus, 1998). Kadangi leistini stintų sugavimai Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje, Kuršių mariose bei Nemuno deltoje yra derinami su Lietuvos – Rusijos bendra žuvininkystės komisija, kasmet nustatomas leistinas šių žuvų sugavimo kvotos. Vykdam monitoringą Baltijos jūros priekrantės šiaurinėje dalyje ties Monciškėmis ir Būtinge kasmet rugpjūčio mėn. paprastai registruojamas labai didelis stintų šiųmetukų kiekis. 2007-2009 m. registruota daug stintų jauniklių. Tiesa, 2010 m. stintų jauniklių kiekis buvo kur kas mažesnis, nei ankstesniais metais, tačiau 2011 m. pavasarį laimikiuose turėtų dominuoti 2007-2008 m. generacijų stintų individai. Vis tik, dėl intensyvios žvejybos priekrantėje bei Nemuno deltoje pagal daugiamečius duomenis stintų lervučių, jauniklių ir subrendusių stintų kiekis turi tam tikrą mažėjimo tendenciją, todėl buvo rekomenduota nutraukti verslinę stintų žvejybą mariose ponerštiniu

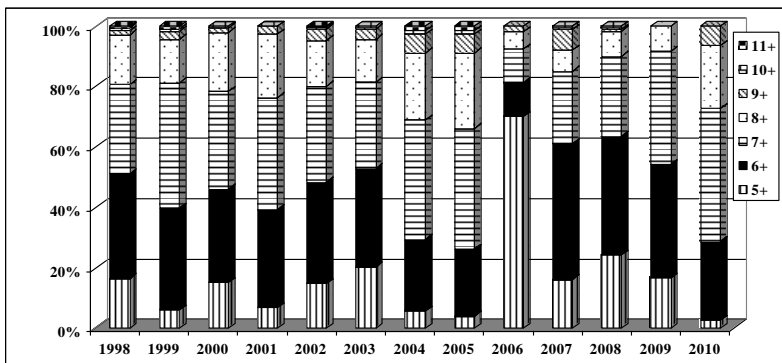
laikotarpiu, o taip pat nebedidinti žvejojimo intensyvumo Baltijos priekrantėje bei mariose ir Nemuno deltoje.

Išskiriami rudeninio ir pavasarinio traukimo žiobriai. Lietuvoje dalis žiobrių į Kuršių marias ir Nemuno žemupį atplaukia rudenį, rugsėjo-lapkričio mėn., čia žiemoja ir anksti pavasarį migruoja į upes. Kita dalis migruoja iš jūros kovo-gegužės mėn. ir plaukia neršti į upes (Miniją, Jūrą, Dubysą, Nerį, Šventąją bei jų intakus). Po neršto grįžta į jūrą. Šios žuvis atsigano Baltijos jūros priekrantėje, todėl sužvejojamos paprastai iki 15-20 m, o didžiausios jų koncentracijos būna 3-10 m gyliuose.

Pastaraisiais metais rudeninė žiobrių migracija būna žymiai intensyvesnė nei pavasarį. Rudeninės migracijos žiobriai neršia upėse kur kas anksčiau nei pavasarį. Manome, kad dėl gana intensyvaus brakonieravimo nerštinėse upėse paprastai anksčiau (balandžio pabaigoje-gegužės pradžioje) pradėdantys nerštą rudeninio traukimo žiobriai išneršia sėkmingiau, nei neršiantys gegužės pabaigoje-birželio mėn. pavasarinio traukimo žiobriai. Vasarą Kuršių mariose sutinkami grįžtantys po neršto individai bei atsiganantys jaunikliai. Žymus subrendusių migruojančių žiobrių pagausėjimas vėl stebimas rugpjūčio pabaigoje. Šios žuvis ypač gausiai migruoja rugsėjo antroje pusėje, visą spalio mėn. ir lapkričio pradžioje. Žiobrių migracijos intensyvumas jau kelerius metus didėja. Dėl kur kas geresnių neršto sąlygų upėse (mažesnis užterštumas) jų gausumas gerokai didesnis nei prieš 15-20 metų. Rekordiniai versliniai laimikiai Kuršių mariose registruoti 2007 m. – net 178,201 t. Baltijos priekrantėje jų sugauta kur kas mažiau – 17,424 t. 2008 m. Kuršių mariose sužvejota ne ką mažiau, kaip 2007 m., - 161,104 t žiobrių. Vėlesniais metais laimikiai žymiai sumažėjo, nes 2009 m. iš žvejojimo verslo pasitraukė net 18 įmonių.

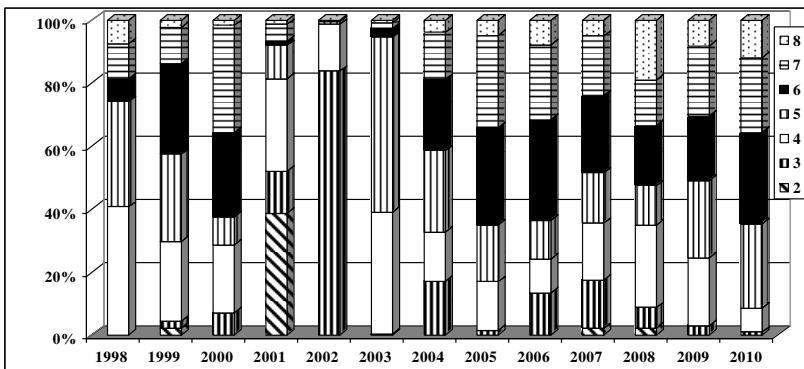
Versliniai žiobrių išteklių Baltijos jūros priekrantėje bei Kuršių mariose intensyviai eksploatuojami, tačiau žiobrių populiacijos matmeninėje ir amžinėje struktūroje žymesnių pakitimų rodančių, jog jų išteklių yra prastos būklės dėl pernelyg didelio vienos ar kitos amžinės grupės reproduktorių išgaudymo, nepastebėta. Eksperimentiniuose laimikiuose dažniausiai dominavo 6-8 metų amžiaus žuvis (2 pav.).

Siekiant dar labiau padidinti žiobrių išteklius, ateityje pageidautina labiau apsaugoti jų migracines sankaupas ir migracijos kelius, apribojant žvejojimą minėtose akvatorijose, o taip pat sumažinti brakonieravimą nerštavietėse. Įvestas žvejojimo 40-45 mm akytumo tinklaičiais draudimas Kuršių mariose rudeninės migracijos metu 2004-2010 m. padėjo be didesnių kliūčių pasiekti Nemuno upę bent daliai žiobrių populiacijos. 2011 m. žiobrių migracijų apsaugai rekomenduojama uždrausti žvejojimą 40-45 mm akytumo tinklaičiais spalio 10-30 d. visoje marių akvatorijoje prasidėjus masinei šių žuvų migracijai.



2 pav. Žiobrių pasiskirstymas eksperimentiniuose laimikiuose pagal amžių Kuršių mariose 1998-2010 m. rudenį

Didžiausias perpelų migracijų intensyvumas 2008-2010 m. buvo registruotas gegužės mėn. viduryje, o taip pat visą birželio mėn. Eksperimentiniuose laimikiuose dominavo stambios 40-49 cm ilgio, 5-8 metų amžiaus perpelės. Lyginant 1998-2010 metų perpelų populiacijos matmeninės struktūros tyrimų duomenis nustatyta, kad 2004-2010 m. laimikiuose didelę dalį sudarė vyresnio amžiaus žuvis, tuo tarpu ankstesniais metais ryškiai dominavo jaunesnio amžiaus žuvis (3 pav.). Pagal tai, kad perpelų populiacijoje gausu įvairaus amžiaus individų ir dominuoja jau keletą kartų neršusios vyresnio amžiaus žuvis, galima spręsti, kad Kuršių marių perpelų populiacijos ištekliai yra stabilūs.



3 pav. Kuršių mariose 1998-2010 m. sužvejotų perpelų amžinė sudėtis (%)

Siekiant, kad perpelų gausumas ir toliau didėtų, pagrindinėje perpelų neršvietėje – Ežios seklumoje rekomenduojama ir ateityje drausti žvejybą gaudyklėmis perpelų migracijos ir neršto metu. Būtina, kad analogiškai draudimai

verslinei žvejybai būtų įvesti ir Kaliningradui priklausančioje Kuršių marių dalyje esančiose perpelų nerštavietėse.

Literatūra

- Bengtsson, L., Hodges, K.I., Roeckner, E., Brokopf, R. 2006. On the natural variability of the pre-industrial European climate. *Climate Dynamics* 27(7-8):743-760.
- MacKenzie, B. R., Gislason, H., Möllmann, C., Köster, F. W. 2007. Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. *Global Change Biology* 13:1348-1367.
- Mohseni, O., Stefan, H., Eaton, J. 2003. Global warming and potential changes in fish habitat in U.S. streams. *Climatic change* 59(3):389-409.
- Rechlin, O., Bagge, O. 1996. Entwicklung der Nutzfischbestände. In: Lozan, J., Lampe, R., Matthäus, W., Rachor, E., Rumohr, H. & von Westernhagen, H. (eds.): *Warnsignale aus der Ostsee*. Parey Buchverlag, Berlin, 385 p.
- Repečka, R. 2003. Changes in biological indices and abundance of salmon, sea trout, smelt, vimba and twaite shad in the coastal zone of the Baltic Sea and Curonian Lagoon at the beginning of spawning migration. *Acta zoologica Lituanica* 13(2):195 - 216.
- Repečka, R. 2005. Dynamics of the fish community structure in the Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea on the basis of the monitoring programme. *Acta Zoologica Lituanica* 15(2):161-164.
- Repečka, R. 1998. Verslinių praeivių žuvų (lašišų, šlakų, stintų ir žiobrių) reproduktorių gausumas migracijos pradžioje. *Žuvininkystė Lietuvoje* III(1):133-151.
- Statkus, R. 1998. Didstinčių (*Osmerus eperlanus* (L.)) ekologijos ypatumai ir verslas Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje. *Žuvininkystė Lietuvoje* III(1):115-124.

DUGNINIŲ TRALŲ SELEKTYVUMO SAVYBIŲ TYRIMAI

Romas Statkus

Žuvininkystės tarnyba prie LR Žemės ūkio ministerijos, Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius, Klaipėda, romas.statkus@zuv.lt

Sprendžiant problemas, susijusias su neverslinio dydžio žuvų priegauda verslinės žvejybos metu, buvo atliekama eilė mokslinių tyrimų. Šių tyrimų pagrindu buvo tobulinami žvejybos įrankiai, o ypač – tralų selektyvumo savybės (Kennelly, 1995; Wileman *et al.*, 1996; Broadhurst, 2000; van Marlen, 2000; Walsh *et al.*, 2002; Valdemarsen & Suuronen, 2003; Graham & Ferro, 2004). Žvejybos įrankių selektyvumo tyrimų tikslas yra sumažinti žvejybos daromą žalą jauniems verslinių žuvų individams bei sumažinti išmetamų žuvų apimtis. Reikia paminėti, kad žvejybinių tralų selektyvumo ir žuvų išgyvenamumo tyrimai tampa vis aktualesni, nes žuvininkystės valdymo institucijos reikalauja padidinti žvejybos įrankių akytumą bei įdiegti naujas selektyvumo priemones.

Žvejybos įrankių selektyvumo tobulinimas yra vienas iš pagrindinių elementų ir menkių išteklių atstatymo programoje, kurią 2002 m. patvirtino tuo metu veikusi Tarptautinė žvejybos Baltijos jūroje komisija (IBSFC). Vykdamas šį planą, nuo 2010 m. kovo 1 d. pasikeitė reikalavimai tralų konstrukcijai (OL L330/9). Pagal naująsias taisykles trale įmontuotas taip vadinamas Bacoma (*angl. Improving Technical Management in Baltic Cod Fishery* (Suuronen *et al.*, 2000)) langas turi turėti ne mažesnes nei 120 mm dydžio akis (buvo 110 mm). Šie pokyčiai turės pagerinti tralų selektyvumą bei sumažinti išmetamų žuvų kiekius.

Menkinių tralų selektyvumo savybės buvo tiriamos vakarinės ir centrinės Baltijos jūros pelagialėje (Tschernyj *et al.*, 2001, Madsen & Holst, 2002; Suuronen, 2005). Kitaip tariant, tyrimams buvo naudojamas pelaginis tralas, kuris beveik neturi sąlyčio su dugnu. Be to, tyrimams buvo pasirinkti tie rajonai, kuriuose buvo didžiausios neršiančių menkių sankaupos. Pietryčių Baltijoje yra palyginti daug seklių rajonų, kurie yra vieni iš svarbiausių jaunų menkių mitybos vietų. Atsižvelgiant į šiuos veiksnius žvejybos sąlygos dugniniais tralais ir laimikių sudėtis šioje Baltijos dalyje yra specifinė. Eksperimentinių tyrimų vykdymui buvo suformuluotos šios užduotys:

- Atlikti tam tikrą eksperimentinių tralavimų skaičių su senuoju ir naujuoju Bacoma langais įvairiais sezonais;
- Įvertinti sugaunamų menkių kiekius pagal kūno ilgį;
- Paskaičiuoti, kokio ilgio ir kiek individų pabėga iš tralo maišo;
- Palyginti tralų su skirtingais langais selektyvumo savybių skirtumus.

Tyrimų metodika

Eksperimentiniai tralavimai buvo vykdomi laivu „Darius“ 2009 m. sausio - gruodžio mėnesiais bei 2010 m. sausio - balandžio mėn. Tyrimams buvo

pritaikytas vienas iš plačiai verslinėje menkių žvejyboje naudojamų dugninių tralų, kuriame įmontuoti Bacoma langai su 110 mm arba 120 mm dydžio akimis. Eksperimentų tikslams buvo naudojamas dengto maišagalio metodas (Wileman *et al.*, 1996). Pagal šią metodiką tralo maišagalio ir trale esantis langas buvo apgaubti 30 mm aktyvumo tinkline medžiaga (gaudykle). Į tokios konstrukcijos gaudyklę turi patekti tos žuvys, kurios pabėga iš tralo. Taip patobulintu tralu per 2009-2010 metų laikotarpį viso buvo atlikta 20 eksperimentinių tralavimų. Kiekvieno tralavimo trukmė – 1 valanda. Visi tralavimai buvo atliekami dienos metu 48-80 m gylyje. Po kiekvieno tralavimo pirmiausiai laimikis buvo išimamas iš gaudyklės, o po to iš maišagalio. Žuvų ilgiai buvo matuojami 1 cm tikslumu. Tralų selektyvumui įvertinti skaičiuojami 3 parametrai pagal metodikas, aprašytas literatūroje (pvz.: Трещев, 1974; Sparre & Venema, 1998). Selektyvumo kreivės parametrai buvo paskaičiuoti naudojant MS Excel Solver funkciją (Tokai, 1997).

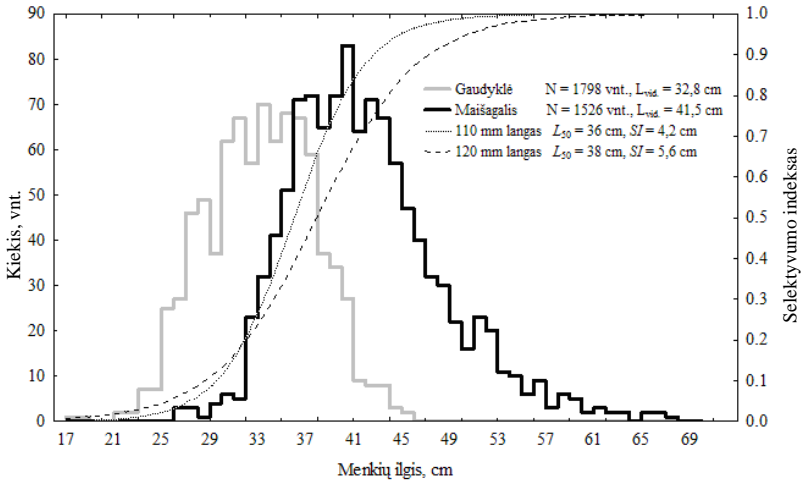
Rezultatai

Su 110 mm Bacoma langu eksperimentiniai tralavimai buvo atliekami nuo vasario iki gruodžio mėnesių. Tuo tarpu, tralavimai su naujuoju 120 mm Bacoma langu buvo vykdomi sausio – balandžio mėnesiais. Bendra sugautų menkių laimikių struktūra pagal kūno ilgį tarp tralų su skirtingais langais atrodė sekančiai. Menkių bandas, kurios pakliūdavo į tralą su langu 110 mm 60% sudarė neverslinio dydžio žuvis nuo 23 iki 37 cm. Tuo tarpu, tralavimų su Bacoma langu 120 mm metu neverslinio dydžio menkių dalis sudarė 67% (20 – 37 cm). Iš esmės abiem atvejais Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje menkių sudėtis eksperimentinių tralavimų metu buvo beveik tokia pati: tralaujant su 110 mm langu vidutinis menkių ilgis buvo apie 24 cm, o su 120 mm langu vidutinis ilgis siekė 28 cm.

Analizuojant pabėgusių (gaudyklė) ir likusių trale (maišagalio) menkių ilgius gavome, kad tralaujant su 110 mm langu pabėgusių menkių dydis svyravo nuo 23 iki 42 cm, o iš tralo su 120 mm langu pabėgdavo nuo 20 iki 47 cm ilgio menkės. Vidutinis pabėgusių menkių ilgis su 110 mm langu buvo lygus 29,4 cm, o trale su 120 mm langu – 30,1 cm. Likusių trale su 110 mm langu menkių laimikio vidutinis ilgis buvo lygus 37,8 cm, o trale su 120 mm – 41,5 cm.

Kitas svarbus klausimas, kiek ir kokio ilgio menkių gali išlysti pro skirtingo aktyvumo langus. Apibendrinus eksperimentinių tralavimų duomenis gavome, kad daugeliu atvejų iš tralo su 110 mm ir 120 mm langais beveik visos iki 30 cm ilgio menkės iš tralo pabėga. Didėjant menkių ilgiui, pabėgusių žuvų dalis palaipsniui mažėja. Analizuojant tralo su 110 mm lango selektyvumo savybes paaiškėjo, kad pro lango akis išlenda verslinio dydžio 38 – 42 cm ilgio žuvis, kurios sudaro nuo 15 iki 30% to ilgio žuvų, pakliuvusių į tralą. Tuo tarpu, naudojant tralą su 120 mm aktyvumo langu pabėga 38 – 47 cm menkės, ir to ilgio pabėgusių žuvų dalis

sudaro nuo 10 iki 50%. Svarbu akcentuoti, kad su 110 mm langu 38 cm ilgio pabėgusių menkių dalis sudarė apie 25%, o su 120 mm langu – jau 48%.



I pav. Gaudyklės ir tralo maišagalio laimikių struktūra pagal menkių kūno ilgių pasiskirstymą (visi tralavimai kartu sudėjus) ir selektyvumo kreivių bei jų parametrų palyginimo charakteristikos

Bendru atveju, naudojant tralą su 110 mm langu neverslinio dydžio menkės sudaro 6,9% viso žuvų laimikio, o naudojant tralą su 120 mm langu neverslinio dydžio menkės sudaro 3,1%.

I lentelė

Selektyvumo parametrų, gautų skirtingų tyrimų Baltijos jūroje metu, lyginamoji lentelė

Selektyvumo parametrai	Tralo lango akies dydis, mm					
	110		120		110	120
	Bornholmo rajonas (ICES 24-25) (Valentinsson & Tschernij, 2003)		Gdansko jūba (ICES 26) (Sergeev & Feldman, 2003)		Lietuvos IEZ (ICES 26) (mūsų duomenys, 2009-2010)	
l_{25}	38	42	n.d.	38	33	35
l_{50}	41	47	40	43	36	38
l_{75}	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	39	41
SI	6,6	7,5	n.d.	9,0	4,2	5,6

Pateikiamos vidutinės reikšmės. SI – selektyvumo intervalas, n.d. – nėra duomenų

Tralo selektyvumui įvertinti yra piešiama komuliacinė kreivė (1 pav.). Ji gaunama paskaičiavus, kokia žuvų dalis (vienetais) kiekvienoje ilgio grupėje lieka trale, o kokia pabėga iš tralo. Visos menkės, kurios yra virš šitos kreivės, buvo rastos gaudyklėje (kitai variant, pabėgo iš tralo pro tralo langą). Menkės, esančios žemiau kreivės lieka tralo maiše. Natūralu, kad kuo didesnė žuvis, tuo daugiau jų lieka trale.

Pagrindinis tralo selektyvumo parametras yra 50% procentilis (L_{50}). Jis suprantamas kaip ta žuvų ilgio grupė L , kurios pusė arba 50% lieka trale. Tai reiškia, kad kita pusė pabėga pro tralo lango akis. Mūsų eksperimentiniuose tralavimuose 110 mm lango L_{50} yra lygus 36 cm, o 120 mm langui šis parametras lygus 38 cm. Žvejybos metu 38 cm ilgio menkių pro 110 mm langą pabėgdavo tik 10% to ilgio žuvų, o pro 120 mm langą – jau 50%. Išanalizavus sugaunamų žuvų skirtumą tarp 110 ir 120 mm langų paaiškėjo, kad verslinio dydžio (38 - 47 cm) menkių grupės laimikiai, naudojant 120 mm langą gali sumažėti 7%.

Analogiški tyrimai buvo atliekami 2002 metais ICES 26-ojo parajonio vakarinėje dalyje. Tyrimai parodė, kad L_{50} parametras 110 mm ir 120 mm atitinkamai buvo lygus 40 ir 43 cm (Sergeev & Feldman, 2003) (1 lentelė). Tyrimai Bornholmo rajone parodė, kad šis parametras atitinkamai lygus nuo 41 iki 47 cm (Madsen & Holst, 2002). Selektivitymo intervalas SI apibūdina žuvų atrankos procesą: kuo šis parametras didesnis, tuo selektivitymo savybės tampa labiau neapibrėžtos. Kitaip tariant, tokio žvejybos įrankio selektivitymas yra prastesnis. Ir priešingai, kuo jis yra mažesnis, tuo tralo selektivitymo savybės geresnės. Mūsų atveju, šis parametras palyginti su kitais rajonais yra mažas. Kaip matyti iš rezultatų, visi selektivitymo parametrai einant nuo centrinės Baltijos pietryčių kryptimi, mažėja. Kitų mokslininkų atlikti tyrimai apima menkių nerštaviečių rajonus, kur aptinkamos didelės suaugusių žuvų koncentracijos. Tuo tarpu mūsų tyrimai atlikti seklesnėse Baltijos vietose, kur driekiasi ne tik menkių mitybos rajonai, bet ir praeina jaunų individų migracijos maršrutai (Aro, 2000). Dėl šių priežasčių, vidutinės selektivitymo reikšmės LIEZ yra žymiai mažesnės, negu didesniuose Baltijos jūros gyliuose.

Išvados

1. Pagal ilgių struktūrą menkių laimikiai tarp tralų su 110 mm ir 120 mm langais skyrėsi nežymiai. Vidutinis žuvų ilgis tralo su 110 mm langu laimikiuose buvo lygus 24 cm, o su 120 mm langu – 28 cm;
2. Didžiausias pabėgusių iš tralo pro Bacoma langą menkių ilgis 110 mm lango atveju buvo lygus 42 cm, o 120 mm lango atveju – 47 cm;
3. Pabėgusios verslinio dydžio menkės (38 – 42 cm) iš tralo su 110 mm langu sudarė nuo 15 iki 30% visų to ilgio žuvų, pakliuvusių į tralą. Tuo tarpu, iš tralo su langu 120 mm 38 – 47 cm ilgio pabėgusios iš tralo menkės sudarė 10 – 50% tos grupės individų;

4. Įvertinus tralo selektyvumo savybes paaiškėjo, kad naudojant tralą su 110 mm langu neverslinio dydžio menkės sudaro 6,9% viso žuvų laimikio, o naudojant tralą su 120 mm langu neverslinio dydžio menkės sudaro 3,1%;
5. Palyginus 38 – 47 cm menkių ilgio grupes, kurios pabėga, tarp tralų su skirtingais langais paaiškėjo, kad naudojant 120 mm langą šios ilgių grupės menkių laimikiuose sugauta 7% mažiau nei naudojant 110 mm aktyvumo langą.
6. Selektivityvumo parametrų palyginimas tarp skirtingų rajonų parodė, kad Lietuvos išskirtinėje ekonomikos zonoje didelę menkių laimikių dalį sudaro jaunesni ir smulkesni individai, todėl tralų selektivityvumo savybės šiame rajone yra prastesnės.

Literatūra

- Aro, E. 2000. The spatial temporal Distribution Patterns of Cod (*Gadus morhua callarias* L.) in the Baltic Sea and Their dependens on Environment Variability – Implications for Fishery Management. Finish game and Fisheries research Institute. Thesis, 100 p.
- Broadhurst, M. K. 2000. Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: a review and framework for development. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 10:27–60.
- Graham, N. & Ferro R. S. T. (Eds.). 2004. The Nephrops fisheries of the NE Atlantic and Mediterranean – A review and assessment of fishing gear design. *ICES Cooperative Research Report No. 270*. 38 pp.
- Kennelly, S. J. 1995. The issue of bycatch in Australia’s demersal trawl fisheries. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 5:13–21.
- Madsen, N., Holst, R. 2002. Assessment of the cover effect in trawl codend selectivity experiments. *Fish. Res.* 56:289-301.
- OL L330/9. Tarybos Reglamentas (EB) Nr. 1226/2009, kuriuo nustatomos Baltijos jūroje 2010 m. taikomos tam tikrų žuvų išteklių ir žuvų išteklių grupių žvejybos galimybės ir susijusios sąlygos. 2009 m. lapkričio 20 d.
- Sergeev, S. V., Feldman, V. N. 2003. The theoretical assessment of selectivity of trawl codends in the Baltic cod fishery. *ICES CM 2003/Z:12*.
- Sparre, P., Venema, S. C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment - Part 1: Manual. *FAO Fisheries Technical Papers*, Rome - 306/1 Rev.2. P. 407.
- Suuronen, P. 2005. Mortality of fish escaping trawl gears. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 478. Rome, FAO. 72 p.
- Suuronen, P., Kuikka, S., Lehtonen, E., Tschernij, V., Madsen, N., Holst, R. 2000. Improving technical management in Baltic cod fishery (BACOMA). *Final Report (EC 4th Framework Programme, Contract FAIR CT 96–1994)*. 106 pp.
- Tokai, T. 1997. Maximum likelihood parameter estimates of a mesh selectivity logistic model through SOLVER on MS-Excel. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography* 61:288–298.
- Tschernij, V., Kurkilahti, M., Suuronen, P. 2001. Short-term impacts of increased codend mesh size on Baltic cod demersal trawl catches – an analysis on fishing vessel level. *IBSFC draft paper*. August 21, 2001.
- Valdemarsen, J. W., Suuronen, P. 2003. Modifying fishing gear to achieve ecosystem objectives. In: *Sinclair M. & Valdimarsson G., eds. Responsible fisheries in the marine ecosystem*, pp. 321-341. FAO and CABI International Publishing. 426 pp.
- Valentinsson, D., Tschernij, V. 2003. An assessment of a mesh size for the “Bacoma design” and the traditional diamond mesh codend to harmonize trawl selectivity and minimum mesh size. *ICES Document CM 2004/B: 05*.

- Van Marlen, B. 2000. Technical modifications to reduce the by-catches and impacts of bottom-fishing gears. In: Kaiser M.J. & de Groot S.J., eds. *The effects of fishing on nontarget species and habitats: biological conservation and socio-economic issues*, pp. 253–268. Oxford, UK, Blackwell Science. 399 pp.
- Walsh, S. J., Engås, A., Ferro, R., Fonteyne, R., van Marlen, R. 2002. Improving fishing technology to catch (or conserve) more fish: the evolution of the ICES Fishing Technology and Fish Behaviour Working Group during the past century. *ICES Mar. Sci. Symp.* 215:493-503.
- Wileman, D. A., Ferro, R. S. T., Fonteyne, R., Millar, R. B. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. *ICES Cooperative Research Report 215*, Copenhagen, 126 pp.
- Трещев, А. И. 1974. Научные основы селективного рыболовства. М: Пищевая промышленность. 446 с.

VIDEO MOZAIKOS METODO PANAUDOJIMAS POVANDENINIAMS TYRIMAMS

Aleksej Šaškov¹, Yuri Rzanov²

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda, aleks@corpi.ku.lt*

²*Center for Coastal & Ocean Mapping - Joint Hydrographic Center, New
Hampshire University, United States*

Pastarąjį dešimtmetį dugno filmavimas nuotolinio valdymo povandeninėmis vaizdo kameromis yra ne tik plačiai naudojamas specializuotuose jūriniuose tyrimuose, tačiau dėl didelio efektyvumo pretenduoja tapti ir standartiniu jūrinės aplinkos kartografavimo darbuose bei stebėsenoje. Kita vertus, įvairios jūrinių tyrinėtojų mokyklos naudoja skirtingas surinktos video medžiagos apdorojimo strategijas, kurios metodologiniu požiūriu tobulintinos. Pavyzdžiui, kiekybinių požymių apskaita ir atranka nėra standartizuoti, todėl pasiūlyti metodai dažnai neduoda pakankamo tikslumo. Vienas iš perspektyvių video medžiagos apdorojimo metodų yra video mozaikų sudarymas, kuris paremtas persidengiančių video kadro išskleidimo viename paveiksle principu. Nors mozaikos paruošimas reikalauja papildomų pastangų, galimybė matyti bendrą vaizdą viename paveiksle vietoje atskirų vaizdo kadro leidžia išspręsti kadro atrankos, požymių apskaitos dubliavimo, kiekybinio vertinimo, palyginamumo ir kitas problemas.

Kokybiškos mozaikos paruošimas iš povandeninės filmuotos medžiagos šiuo metu dar susiduria su sunkumais, kurie technologiškai nėra išspręsti. Dirbtiniai šviesos šaltiniai dugno filmavimo metu dažnai neduoda tolygaus šviesos lauko, o kameros padėtis dugno atžvilgiu gali keistis filmavimo metu. Dėl geometrinių vaizdo iškraipimų, kuriuos apsprendžia kameros padėtis ir objektyvo savybės, tas pats objektas skirtingose kadruose gali turėti skirtingą dydį ir formą, o skirtinga vaizdo kadro kokybė mozaikoje taip pat mažina mozaikų kokybę ir jų analizės galimybes.

Šviesos lauko ir kadro geometrijos koregavimas, gretimų kadro kokybės kontrolė ir tinkamas požymių registravimas persidengiančiuose kadruose yra būtini šiuolaikinio mozaikos algoritmo bruožai. Šiame pranešime bus demonstruojama viena iš šiuo metu tobuliausių mozaikos technikų, bus pristatytos šios technologijos galimybės naudojant skirtingą povandeninio filmavimo techniką, jos pritaikymas Lietuvoje bei vystymo perspektyvos.

Tyrimas buvo atliktas vykdant Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą "Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema" taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą.

DUGNO RAJONAVIMAS PAGAL VERTE ŽUVŲ BENTOFAGIŲ ŽUVŲ MITYBAI

**Andrius Šiaulys, Darius Daunys, Martynas Bučas,
Egidijus Bacevičius**

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

Dugno makrofauna yra vienas iš svarbiausių maisto šaltinių aukštesniems trofiniams lygmenims jūrinėse ekosistemose. Stambios Baltijos jūros žuvis, pavyzdžiui, menkės ar plekšnės, gali maitintis tokiais bentosiniais organizmais kaip lygiakojai vėžiagyviai *Saduria entomon*, dvigeldžiai moliuskai *Macoma balthica*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis* ir net palyginus mažomis daugiašerėmis kirmėlėmis ar šoniplaukais.

Šio tyrimo tikslas – išskirti vertingiausias dugno rajonus menkių, plekšnių ir vėgelių mitybai Lietuvos ekonominėje zonoje. Mitybos objektų identifikavimui buvo ištirti 1425 žuvų virškinimo traktai. Makrofaunos biomasės pasiskirstymui gauti buvo naudotas regresinis-klasifikavimo modelis „*randomForest*“, grįstas statistiniais ryšiais tarp rūšių pasiskirstymo ir fundamentalių bentosinių buveinių charakteristikų (priedugnio srovių greitis, deguonies kiekis, druskingumas, nuosėdos ir kt.). Informacija apie bentoso pasiskirstymą gauta iš 640 makrozoobentoso mėginių iš 224 tyrimo stočių. Po modelio kalibracijos ir validacijos makrofaunos biomasės prognozavimas atliktas naudojant 100x100 m gardelę. Šie rezultatai buvo eksportuojami į ArcView programą, atlikta interpoliacija ir gauti zoobentoso biomasės pasiskirstymo visoje Lietuvos išskirtinėje ekonominėje zonoje GIS sluoksniai.

Perdengus skirtingų bentoso rūšių biomasių GIS sluoksnius, buvo gauti atskirų žuvų rūšių mitybos objektų bendros biomasės pasiskirstymo žemėlapiai, kuriuose buvo išskirtos didžiausią vertę žuvų mitybai turinčios dugno zonos. Papildomai buvo atlikta šių žemėlapių tikslumo analizė, siekiant padidinti galutinių sprendimų patikimumą.

Tyrimas buvo atliktas vykdant Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą „Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą“ (LT0047) ir EU BONUS + projektą „Baltijos jūros dugno buveinių erdvinė prognozė: įtraukiant antropogeninį poveikį ir ekonominį vertinimą“ (BONUS-163).

KLAIPĖDOS MIESTO PEDOGEOCHEMINIS VERTINIMAS: 2010 METAI

Ričardas Taraškevičius

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

Tikslas ir uždaviniai

Klaipėdos miesto urbanistinių ir kitų veiksnių paveikto dirvožemio užterštumo tyrimo sudarant žemėlapius tikslas – suformuoti natūriniais aplinkos objektų geocheminiais tyrimais pagrįstą pagrindą tikslingam ir racionaliam monitoringo tinklui. Siekiama optimizuoti veiksmus ir organizacines bei technines priemones operatyviam ir prognostiniam aplinkos kokybės įvertinimui ir valdymui bei tikslingam disponavimui informacijai apie Klaipėdos skirtingos visuomeninės panaudos objektų aplinkos ekogeocheminę kokybę miesto bendruomenės gerbūvio užtikrinimui.

Tikslo realizavimui buvo užsibrėžtas uždavinys: išnagrinėti Klaipėdos miesto ikimokyklinių ir švietimo įstaigų bei kitų viešųjų erdvių aplinkos dirvožemio geohigieninę būklę sudarant žemėlapius, kuriuose tyrimų rezultatai turi būti palyginti su nurodymais galiojančiuose norminiuose aktuose, o taip pat – atlikti būklės kaitos analizę.

Tyrimo objektas ir metodika

2010 metų gegužės – birželio mėnesiais Klaipėdos mieste, atkartojant 2006-2007 metų geocheminio tyrimo vietas (1 pav.), buvo surinkti 170 dirvožemio ir grunto paviršinės dangos ėminių ir kiekviename jų nustatyti 14 cheminių elementų, nurodytų Lietuvos higienos normoje HN 60:2004, kiekiai. Tyrimų vietas, atkartojant 2006 ir 2007 metais vykdytų tyrimų plotus, yra pateikiamos http://www.monitor.ku.lt/doc/5_sk_2010m_zemelapiai.pdf. Ėminiams imti sukurta procedūra aprašyta 2006 metais (Dirvožemio ekogeocheminis tyrimas Klaipėdos mieste... 2006; Ikimokyklinių įstaigų ir... 2007).

Mėginiai ištyrimui buvo pristatyti į Gamtos tyrimų centro geologijos ir geografijos instituto geochemijos sektoriaus laboratoriją. Homogenizavus ir sumalus mėginius Ag, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn kiekiai juose buvo tiriami atominės optinės spektrofotometrijos metodu (Aplinkos apsaugos agentūros leidimas Nr. 1AT-44), o As ir Se kiekiai – rentgeno fluorescencinės analizės metodu (prietaisas SPECTRO XEPOS, Standartinis tyrimo metodas LST EN 15309:2007). 12 aukščiau išvardintų elementų (Ag, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn) laboratorinių tyrimų kokybė yra nuolat tikrinama ir vystoma nuo 1997 metų dalyvaujant tarptautinių Wageningeno Universiteto (Olandija)

rengiamoje laboratorinių mainų programoje (<http://www.wepal.nl/website/products/ISE.htm>), o As ir Se kiekių patikra šioje programoje yra vykdoma nuo 2007 metų.



1 pav. Dirvožemio ir grunto tyrimų vieta (grunto sąvartos) prie Klaipėdos uosto teritorijos

Lygiagrečiai su Gamtos tyrimo centro Geologijos ir geografijos instituto (GTC GGI) geochemijos sektoriuje vykdomais aukščiau išvardintų cheminių elementų kiekių tyrimais, naftos produktų C_{10} - C_{40} kiekiai buvo tiriami UAB „Klaipėdos vanduo“ nuotekų tyrimo laboratorijoje dujų chromatografijos metodu pagal LAND 89-2010. Ankstesniaisiais 2006-2007 metais naftos produktų – lengvųjų angliavandenilių (C_6 - C_{28}) kiekiai buvo tiriami IR-spektrometrijos metodu, kuris, nuo 2010 m. vasario 8 d., vadovaujantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymu Nr. D1-123, neteko galios.

Tyrimų rezultatai yra įvertinti pagal Lietuvos higienos normą HN 60:2004, naudojant du dirvožemio užterštumo rodiklius.

Svarbus dirvožemio užterštumo cheminėmis medžiagomis vertinimo rodiklis yra pavojingų cheminių medžiagų didžiausia leidžiama koncentracija (DLK) dirvožemyje. Kuo didesnė cheminės medžiagos koncentracija (C_i) (mg/kg) nustatyta tiriamame dirvožemyje už DLK (mg/kg), tuo didesnis dirvožemio užterštumo pavojus.

Lyginant cheminės medžiagos koncentraciją dirvožemyje su DLK, nustatomas dirvožemio užterštumo šia medžiaga koeficientas K_0 , kuris išreiškiamas santykiu:

$$K_0 = \frac{C_i}{DLK}, \quad (1)$$

C_i – cheminės medžiagos koncentracija tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg),
DLK – cheminės medžiagos didžiausia leidžiama koncentracija dirvožemyje (mg/kg).

Užterštumo koeficientas K_0 yra suskaičiuotas Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, V, Zn ir naftos produktams. Šiems elementams HN60:2004 yra nurodytos didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) reikšmės. Vertinimas atliekamas naudojantis formule (1).

Pagal K_0 reikšmę atliekamas dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnio įvertinimas:

K_0	Dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis
$K_0 \leq 1$	Leistinas
$1 < K_0 \leq 3$	Vidutinio pavojingumo
$3 < K_0 \leq 10$	Pavojingas
$K_0 > 10$	Ypač pavojingas

Jeigu dirvožemis yra užterštas ne viena chemine medžiaga arba cheminiu elementu (metalu), bet keliais, tuomet jo užterštumo laipsnis vertinamas pagal suminį užterštumo rodiklį Z_d , kuris lygus:

$$Z_d = \sum K_i - (n - 1), \quad (2)$$

n – cheminių elementų kiekis, K_i – koncentracijos koeficientų K_k suma.

Dirvožemio užterštumas vertinamas apskaičiuojant cheminio elemento koncentracijos koeficientus K_k :

$$K_k = \frac{C_i}{C_f}, \quad (3)$$

C_i – nustatytas cheminio elemento kiekis tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg), C_f – foninis cheminio elemento kiekis tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg).

Foninis cheminio elemento kiekis gali būti nustatomas papildomai tiriant vietovę švariose vietose ir surenkant foninius (neužterštus) ėminius bei juos ištiriant arba pasirenkant reikšmes iš literatūrinių šaltinių. Šiuo atveju tiriamų objektų geocheminio fono reikšmėmis (geofonas) pasitelktos Klaipėdos rajonui nurodytosios elementų kiekių vertės (Kadūnas ir kt., 1999). Dirvožemio užterštumo kategorija - laipsnis yra įvertinama pagal HN 60:2004 pateiktą 1 priedą ir cheminių elementų koncentracijos koeficientų K_k sumą:

Užterštumo kategorija – laipsnis	Z_d
Leistinas	$Z_d < 16$
Vidutinio pavojingumo	$16 < Z_d < 32$
Pavojingas	$32 < Z_d < 128$
Ypač pavojingas	$Z_d > 128$

Sugretinus abu rodiklius – K_0 ir Z_d , pagal didesniąjį vieno iš jų pavojingumo laipsnį yra nustatomas ir įvardijamas Bendras dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis.

Rezultatai ir jų aptarimas

Remiantis užterštumo koeficiento K_0 analize (lyginant Klaipėdos dirvožemio (grunto) dangoje aptiktąsias cheminių parametrų reikšmes su Lietuvos higienos normoje HN 60:2004 nurodytomis DLK), 2010 metais atliktų tyrimų metu kaip „leistinai užterštos“ yra vertinamos 146 vietos iš 170, 24 iš 170 priskiriamos „vidutinio pavojingumo“ laipsnio užterštumo kategorijai, 6 iš 170 – „pavojingo“. „Ypač pavojingo“ laipsnio užterštumo kategorijai – 2 (dvi) vietos. Dažniausiai DLK – 16-koje tyrimo vietų – viršija Cr kiekiai (2 vietose Cr nulemia „ypač pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją, 4 – „pavojingo“, 10 – „vidutinio pavojingumo“). 7-iose vietose DLK viršija Pb kiekis (visose vietose nulemia „vidutinio pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją), 5-iose vietose – Zn (visose vietose nulemia „vidutinio pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją). Vienoje vietoje DLK viršijo Ag arba Mo kiekiai, nulemdami „vidutinio pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją. Galimybė, didėjant taršai, pasiekti DLK pasižymi ir kitos tyrimų vietos, kuriose aptikti elementų kiekiai yra tarp 0,7 ir 1,0 (1 lentelė).

Vertinant pagal naftos produktų C_{10} - C_{40} kiekį HN 60:2004 nurodytas 30 mg/kg dydis yra viršytas 14 vietų iš 170. Dviejose iš jų užterštumo koeficiento K_0 dydis nulemia „pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją, kituose 14-oje – „vidutinio pavojingumo“. 30 mg/kg „DLK“ yra pritaikyta su išlyga (siekiant bent apytiksliai palyginti tarpusavyje 2010 metų tyrimų rezultatus su 2006-2007 metais aptiktais kiekiais), nes HN 60:2004 šis kiekis yra skirtas C_6 - C_{28} frakcijai. LAND 9-2002 gyvenamosios paskirties, rekreacinės (.....) teritorijoms leidžia iki 200 mg/kg. Šis rodiklis viršytas vienintelėje stebėjimo vietoje Nr. 150 (skveras palei Danę).

1 lentelė

Cheminių elementų, kurie viršija DLK arba yra artimi jam, aibė

Cheminis elementas	Cr	Pb	Zn	Mo	Ag	As	Ba	Sn	Cu
Vietų, kuriose viršyta DLK, skaičius	16	7	5	1	1	0	0	0	0
Vietų, kuriose $0.7 < DLK < 1$, skaičius	9	7	14	18	0	5	5	2	1

Remiantis Z_d reikšmių analize, kaip „leistinai užterštos“ vertinamos 143 vietos iš 170, 19 iš 170 – kaip „vidutinio pavojingumo“, 8 iš 170 – kaip „pavojingo“. „Ypač pavojingo“ laipsnio kategorijai nepriskiriama nė viena vieta. Remiantis bendra K_0 ir Z_d reikšmių, sugretinus jas ir pasirenkant vienos jų lemiamą didesnę pavojingumo laipsnį, analize, kaip „leistinai užterštos“ vertinama 40 vietų iš 170, 28 iš 170 – kaip „vidutinio pavojingumo“, 10 iš 170 – kaip „pavojingo“. „Ypač pavojingo“ laipsnio kategorijai priskirtos 2 vietos. Abi jos yra nulemtos anomaliai dideliais Cr kiekiais.

Išvados

Ištyrus 13 potencialiai toksinių cheminių elementų – Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, V, Zn ir naftos produktų (frakcija C₁₀-C₄₀) kiekių pasiskirstymą, įvardijama tokia 2010 metų būklė:

1. pagal užterštumo koeficiento K_0 dydį didesnėje miesto dalyje – 81,2% tiriamų vietų – gruntas vertinamas kaip „leistinai užterštas“. 14,1% jis priskiriamas „vidutinio pavojingumo“ laipsnio užterštumo kategorijai, 3,5% – „pavojingo“. „Ypač pavojingo“ laipsnio užterštumo kategorijai priskiriama 1,2%;
2. dažniausiai DLK viršija Cr kiekiai (2 vietose Cr nulemia „ypač pavojingo“, 4 – „pavojingo“, 10 – „vidutinio pavojingumo“ laipsnio užterštumo kategoriją). Po jo seka Pb (visose juo užterštose vietose nulemia „vidutinio pavojingo“ laipsnį), Zn (visose juo užterštose vietose nulemia „vidutinio pavojingo“ laipsnį). Po vieną vietą yra užteršę Ag arba Mo, nulemdami „vidutinio pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją. Galimybė didėjant taršai viršyti DLK lygį pasižymi As, Ba, Sn ir Cu;
3. vertinant naftos produktų C₁₀-C₄₀ kiekį (pagal HN 60:2004 joje nurodytą 30-50 mg/kg) DLK reikšmės yra viršytos 8,2% teritorijos. Dviejose iš jų užterštumo koeficiento K_0 dydis nulemia „pavojingo“ laipsnio užterštumo kategoriją, kitose 14-oje – „vidutinio pavojingumo“. 30 mg/kg „DLK“ yra pritaikyta su išlyga, nes HN 60:2004 šis kiekis yra skirtas C₆-C₂₈ frakcijai. LAND 9-2002 gyvenamosios paskirties ir rekreacinėms teritorijoms leidžia būti teršiamoms iki 200 mg/kg. Šis rodiklis viršytas skvere palei Danę;
4. remiantis suminio užterštumo rodiklio Z_d reikšmių analize, kaip „leistinai užterštos“ vertinamos 84,1%. 11,2% įvardijamos kaip priklausančios „vidutinio pavojingumo“, 4,7% – „pavojingo“ laipsnio kategorijai. „Ypač pavojingo“ laipsnio kategorijai nepriskiriama nė viena vieta;
5. remiantis bendra K_0 ir Z_d reikšmių, sugretinus jas, analize, kaip „leistinai užterštos“ vertinama 76,5% vietų. 16,5% įvardijamos kaip „vidutinio pavojingumo“, 5,9% – kaip „pavojingo“. „Ypač pavojingo“ laipsnio kategorijai priskirta 1,2 % vietų. Pastarąją nulemia Cr kiekis;
6. didžiausi sunkiųjų metalų bendri kiekiai, dažniausiai priklausantys pavojingesnei negu „vidutinio pavojingumo“ laipsnio kategorijai, yra aptinkami greta uosto – vakarinės miesto dalies dešinėje Danės upės pusėje šiauriau J.Janonio ir Gintaro gatvių. Rekomenduojama apsvarstyti šios miesto dalies nukenkšminimo galimybes detaliais tyrimais lokalizavus anomalius plotus;
7. dažniausiai ne žemesnei negu „vidutinio pavojingumo“ laipsnio kategorijai yra priskiriama dirvožemio (grunto) danga, plytinti į šiaurę nuo Rūtų, jos tęsinys – Paryžiaus Komunos, gatvių. Šiaurinėje dalyje ji ribojama Švyturio – Stadiono – Pušyno - Įgulos (Klevų) gatvėmis. Rekomenduojama į tai

atsižvelgti pasirenkant ne retesnę negu vieną kartą į trejus metus šios miesto dalies viešųjų teritorijų dirvožemio monitoringo periodiškumą. Kiti analogiški lokalūs plotai yra tarp Kalnupės ir Merkio (Baltijos pr.) gatvių.

Literatūra

- Dirvožemio ekogeocheminis tyrimas Klaipėdos mieste. 2006. Darbų, atliktų pagal 2006 m. birželio 12 d. sutartį Nr. 50411, ataskaita. Vykdytojas R.Taraškevičius. 30 p.
- Išimokyklinių įstaigų ir rekreacinių bei visuomeninių teritorijų pedogeocheminis tyrimas Klaipėdos mieste. 2007. Darbų, atliktų pagal 2007 m. rugpjūčio 16 d. sutartį Nr. 50412, ataskaita. Vykdytojas R.Taraškevičius. 19 p.
- <http://www.wepal.nl/website/products/ISE.htm>
- HN 60:2004 "Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje", Valstybės žinios, 2004, Nr. 41-1357.
- Kadūnas, V., Budavičius, R., Gregorauskienė, V., Katinas, V., Kiaugienė, E., Radzevičius, A., Taraškevičius, R. 1999. *Lietuvos geocheminis atlasas = Geochemical Atlas of Lithuania*. Vilnius, 90 p.:18 lent.+162 žemėl.

BRETLINGIO (*SPRATTUS SPRATTUS BALTICUS*) AMŽIAUS NUSTATYMO METODOLOGIJA

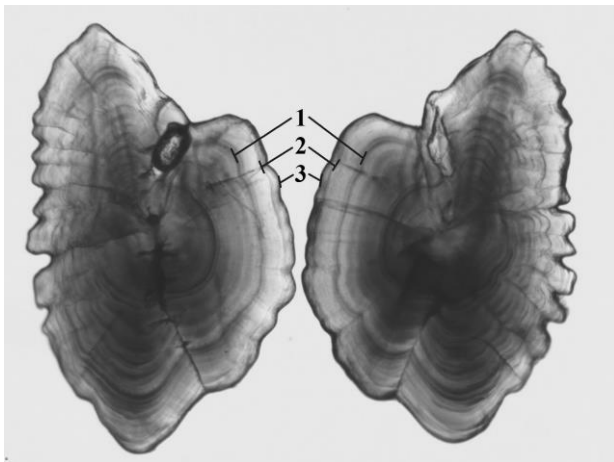
Diana Tarvydienė

*Žuvininkystės tarnyba prie ŽŪM Žuvininkystės tyrimų ir mokslų skyrius,
Klaipėda, ztl@zuvivaisa.lt*

Baltijos bretlingis (*Sprattus sprattus balticus*, Shneider) kartu su menke (*Gadus morhua collaris* L.) ir strimele (*Clupea harengus membras* L.) nuo seno laikomos vienos vertingiausių, gausiausių verslinių žuvų Baltijos jūroje. Bretlingių Baltijos jūroje sugaunama apie 400 tūkst. t., tai sudaro ~ 60% bendro laimikio. Bretlingių biologinių charakteristikų tyrimai duoda galimybę laiku nustatyti jų išteklių kitimo tendencijas bei operatyviai paruošti rekomendacijas racionaliai išteklių eksploatacijai. Vykdydamas verslinių žuvų biologinių charakteristikų tyrimus, Žuvininkystės tyrimų ir mokslo skyrius Lietuvos ekonominėje zonoje atlieka bretlingių žvejybos bei biologinių charakteristikų analizę. Ypatingas dėmesys skiriamas amžiaus, kuris parodo žuvų išteklių dinamiką, skaitlingumą, mirtingumą bei biomasę, nustatymui. Visi minėti parametrai yra būtini norint racionaliai naudoti ir išsaugoti bretlingių išteklius. Apskaičiuojant išteklius reikalingi ilgalaikiai stebėjimai, nes atsitiktiniai, pavieniai duomenys gali duoti netikslų esamos padėties įvertinimą. Kiekvieną mėnesį laivu „Darius“ su standartiniu pelaginiu tralu yra paimami mėginiai. Priklausomai nuo žvejybos intensyvumo mėginiai imami ir iš verslinių laivų. Atliekama masinė ir biologinė bretlingių analizė: matuojamas ilgis, nustatomas svoris, lytis, gonadų brandos stadijos, skrandžio užpildymas ir išimami otolitai amžiaus nustatymui.

Bendrosios bretlingių sugavimo Baltijos jūroje kvotos nustatomos remiantis išteklių įvertinimu. Mūsų skyrius renka duomenis, kurie naudojami išteklių įvertinimui. Bretlingių amžiaus nustatymui imami otolitai (ausikauliai), kurių kasmet peržiūrima po 2-3 tūkst. vienetų. Otolitų ilgis siekia apie 1 - 2 mm, o plotis apie 1 mm, todėl stebima mikroskopu. Prie mikroskopo esančia kamera galima nufotografuoti otolitus ir juos išsamiau paanalizuoti. Pasitelkiant šiuolaikines technologijas, galima tiksliai nustatyti amžių ir įvairius kitus pakitimus. Nustatant bretlingių amžių reikia atpažinti ir suskaičiuoti otolitų metinius žiedus, kurie susidaro metų eigoje. Šviesiosios ir plačiosios zonos yra vasaros augimo zona, nes tuo metu sparčiau auga žuvies kūnas ir atitinkamai sparčiau auga ir otolitas. Žiemos periodu bretlingių kūno augimas sulėtėja, taip pat sulėtėja ir otolito augimas, todėl matoma tamsesnė ir siauresnė zona. Taip otolito struktūroje atsiranda žymės, rodančios žuvies amžių. Pirmame paveiksle trejų metų amžiaus bretlingių otolitų nuotrauka. Amžinė populiacijos struktūra viena svarbiausių ekologinių charakteristikų, susijusių tiek su gimstamumu, tiek

su mirtingumu. Bretlingiai yra greitai subręstančios žuvis, todėl ir vienos kartos gausumas gali stipriai įtakoti išteklių dydį. Po to duomenys apdorojami kompiuteriu ir suformuojama duomenų bazė, kuri siunčiama Tarptautinės jūrų tyrimų Tarybos (TJTT) ekspertų grupei.



1 pav. Bretlingių trejų metų amžiaus otolitai

Mokslininkams, kurie nustato bretlingių amžių, reikalinga ne tik šiuolaikinė amžiaus nustatymo technika, bet ir vieningas metodologinis sprendimas. Tam 1992 m. buvo sudaryta bretlingių amžiaus nustatymo TJTT darbinė grupė, į kurią įeina Lietuvos, Latvijos, Estijos, Rusijos, Lenkijos, Vokietijos, Danijos, Švedijos, Suomijos atstovai, kuriems periodiškai organizuojami susitikimai. Taip pat šios grupės nariai nuolat keičiasi savo šalies bretlingių otolitų mėginiais, kurie analizuojami, o susitikimo metu aptariami. Šios grupės darbo tikslas yra kuo tiksliau nustatyti amžių ir sekti bretlingių otolitų struktūros pakitimus tarp visų Pabaltijo šalių laimikių. Kiekviena šalis pagal sutartą metodiką siunčia duomenis kasmetiniam bretlingių išteklių įvertinimui ir paskaičiavimui, pagal kuriuos Darbinė grupė pateikia rekomendacijas Europos komisijai, kuri nustato leistiną bretlingių sugavimo dydį visoje Baltijos jūroje. Šiuolaikinė metodologija ir bretlingių amžiaus, bei augimo tempo nustatymo koordinavimas tarp devynių Pabaltijo šalių leidžia TJTT tiksliau įvertinti populiacijos sudėtį ir pateikti realias rekomendacijas kiek galima išgaudyti.

Literatūra

- ICES. 2008. Report of the Workshop on Age Reading on Baltic Sprat (WKARBS), 17-20 March 2008, Klaipėda, Lithuania. ICES CM 2008/ACOM:37. 28 pp.
- ICES. 2010. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), 15 -22 April 2010, ICES Headquarters, Copenhagen. 633 pp.
- Апс, Р.А.1986. *Возраст и пост балтийского шпрота*. Рига, "Авотс". 56 с.

IN SITU IR MERIS ENVISAT NUSTATYTŲ BIO-OPTINIŲ VANDENS PARAMETRŲ VALIDACIJA BALTIJOS JŪROS LIETUVOS PRIEKRANTĖS VANDENYSE

Diana Vaičiūtė

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėdos universiteto Geofizinių mokslų katedra, Klaipėda, diana@corpi.ku.lt*

Įvadas

Įvairios kosmoso organizacijos (ESA, NASA) yra sukūrusios palydovinius spektrometrus, kurie fiksuoja bio-optinius (chlorofilą *a*, ištirpusią organinę medžiagą, suspenduotas daleles) vandens parametrus. Šis metodas pastaruoju metu yra plačiai taikomas ekologiniuose (potencialiai toksinių fitoplanktono organizmų vystymuisi, vandens „žydėjimo“ intensyvumui, pasiskirstymui erdvėje ir laike ir kt.) tyrimuose bei operatyvaus monitoringo tikslams (Kutzer, 2009). Paviršiaus chlorofilo *a* koncentracija vandenyje, išmatuota dirbtinių žemės palydovų, dažnai vertinama kaip tiesioginis fitoplanktono biomasės matas. Tačiau pastarųjų rodiklių santykis nėra pastovus (Havskum et al., 2004, Stoń et al., 2002). Be fitoplanktono pigmentų Baltijos jūros vandens optines savybes lemia ir kiti bio-optiniai rodikliai, todėl šie vandenys yra priskiriami priekrantės vandenų (Case 2) tipui (Kratzer ir kt., 2008). Šio tipo vandenų tyrimai pritaikant nuotolinius metodus yra itin sudėtingi, nes dauguma sukurtų algoritmų netiksliai apskaičiuoja bio-optinių parametrų koncentracijas. Be to, ne visuose regionuose (tame tarpe ir Lietuvos Baltijos jūros akvatorijoje) yra ištirtas palydovinės informacijos tinkamumas šių biologinių vandens kokybės parametrų vertinimui. Lietuvos priekrantės vandenų optines savybes lemia stiprus bangavimas (Kelpšaitė ir kt., 2010), Kuršių marių vandenų sklaida, galinti apimti akvatoriją iki 35 km nuo uosto vartų į šiaurę, į šiaurės vakarus – apie 30 km, į vakarus ir pietvakarius – apie 14-15 km (Olenina, 1997). Dėl sezoninio ir erdvinio heterogeniškumo pagal bio-optinius parametrus Lietuvos jūros priekrantės vandenims gali būti sunku pritaikyti vieną standartinį algoritmą. Dėl šios priežasties gali atsirasti poreikis sukurti lokalius algoritmus tam, kad palydovinė informaciją būtų naudojama moksliniams bei praktiniams tikslams.

Tyrimų medžiaga ir metodai

Baltijos jūros Lietuvos ekonominėje zonoje bio-optinių vandens parametrų mėginiai buvo surinkti 2010 m. gegužės-rugsėjo mėn. Chlorofilo *a* koncentracija buvo nustatyta spektrofotometriniu metodu (Jeffrey and Humphrey, 1975). Ištirpusios organinės medžiagos (angl. Colored Dissolved Organic Matter – CDOM) buvo nustatytos spektrofotometriniu metodu, suspenduotos dalelės (angl. Total Suspended Matter) – gravimetriniu metodu. Taip pat tyrimų stotyse buvo

nustatytas vandens skaidrumas (Secchi gylis, m), temperatūra (°C), druskingumas (PSU).

Tyrimuose buvo panaudotos Envisat palydovo MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) jutiklio 300 m rezoliucijos nuotraukos (Brockmann Consult/ESA), kurios buvo analizuojamos BEAM 4.8 programa. Validacijai su *in situ* matavimais buvo pasirinkti penki standartiniai algoritmai, sukurti ežerams ir priekrantės vandenims – IPF, FUB/Wew, C2R, Eutrophic ir Boreal (daugiau apie juos Doerffer & Schiller, 2006). Skirtumams tarp palydovo ir *in situ* išmatuotų bio-optinių parametų nustatyti buvo skaičiuota vidutinė kvadratinė paklaida nuo teorinės 1:1 (RMST) tiesės pagal (1) formulę. Taip pat buvo nagrinėjamas parametų pokytis transektose ir metų eigoje.

$$RMST = \frac{\sqrt{\sum (y_{sat} - x_{in_situ})^2}}{N} \quad (1)$$

kur:

RMST – vidutinė kvadratinė paklaida nuo teorinės tiesės 1:1;

y_{sat} – palydovo duomenys;

x_{in_situ} – *in situ* matavimai;

N – atvejų skaičius.

Baltijos jūros Lietuvos priekrantės vandenys yra ypatingai heterogeniški dėl intensyvaus gėlo ir didesnio biologinio produktyvumo Kuršių marių vandens. Dėl šios priežasties bio-optiniai parametrai esant skirtingam druskingumui gali ženkliai skirtis, todėl duomenų masyvas buvo padalintas į dvi dalis pagal druskingumą. Pritaikius netiesinės regresijos modelį (GAM) buvo įvertintas aplinkos faktorių poveikis bio-optinių parametų reikšmių skirtumams tarp algoritmais generuotų ir *in situ* reikšmių. Pritaikius maksimalaus chlorofilo indeksą MCI (angl. maximum chlorophyll index) buvo nustatytas vandens „žydėjimo“ pasiskirstymas tyrimų rajone ir jo kaita laike.

Laukiami rezultatai

Atlikti tyrimai leis atsakyti į klausimus: i) ar ir kokius standartinius bio-optinių vandens parametų algoritmus galima naudoti tolimesniuose ekologiniuose hidroekosistemų tyrimuose ir taikyti operatyvioje stebėsenoje; ii) kaip validacijos rezultatą gali įtakoti erdvinė nuotraukų rezoliucija, mėginių ėmimo sezonas, mėnuo, paros laikas, druskingumas, temperatūra, atstumas nuo kranto ar Kuršių marių, naudojamų algoritmų klaidos atmosferos korekcijoje; iii) kokie yra nuotolinio tyrimo metodo pranašumai/trūkumai analizuojant vandens „žydėjimų“ intensyvumą.

Padėka. Tyrimas buvo atliktas vykdant Norvegijos Finansinio Mechanizmo ir Lietuvos Respublikos remiamą projektą „Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą“ (LT0047) ir

Europos kosmoso agentūros finansuojamą MarCoast 2 (Marine & Coastal Environmental Information Servines) projektą.

Skiriu padėką prof. habil. Dr. Kęstučiui Dučinskui ir dr. Martynui Bučiui už pagalbą statistikos klausimais.

Literatūra

- Doerffer, R., Schiller, H. 2006. The MERIS neural network algorithm. In: *Remote sensing of inherent optical properties: Fundamentals, tests of algorithms, and applications*, Z.P. Lee (ed.), IOCCG Rep. No. 5, Dartmouth, 43–47.
- Havskum, H., Schlüter, L., Scharek, R., Berdalet, E., Jacquet, S. 2004. Poutine quantification of phytoplankton groups – microscopy or pigment analyses? *Marine Ecology progress Series* 273:31-42.
- HELCOM. 1988. Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the third stage, Part D. Biological determinands, Baltic Sea Environment Proceedings No. 27 D. Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki Commission, pp. 164.
- Jeffrey, S.W., Humphrey, G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanz.* 167:191-194.
- Kratzer, S., Brockmann, C., Motore, G. 2008. Using MERIS full resolution data to monitor coastal waters – A case study from Himmerfjärden, a fjord-like bay in the northwestern Baltic Sea. *Remote Sensing of Environment* 112:2284-2300.
- Kutzer, T. 2009. Passive optical remote sensing of cyanobacteria and other intense phytoplankton blooms in coastal and inland waters. *International Journal of Remote Sensing* 30(17):4401-4425.
- Olenina, I. 1997. Kuršių marių ir Baltijos jūros pietrytinės dalies priekrantės fitoplanktono ir jo vystymosi ypatumai. Daktaro disertacija. Botanikos institutas (rusų kalba).
- Stoń, J., Kosakowska, A., Lotocka, M. 2002. Pigment composition in relation to phytoplankton community structure and nutrient content in the Baltic Sea. *Oceanologia* 44(4):419-437.

TITNAGDUMBLIAI KURŠIŲ MARIŲ FITOPLANKTONE IR PAVIRŠINĖSE DUGNO NUOSĖDOSE

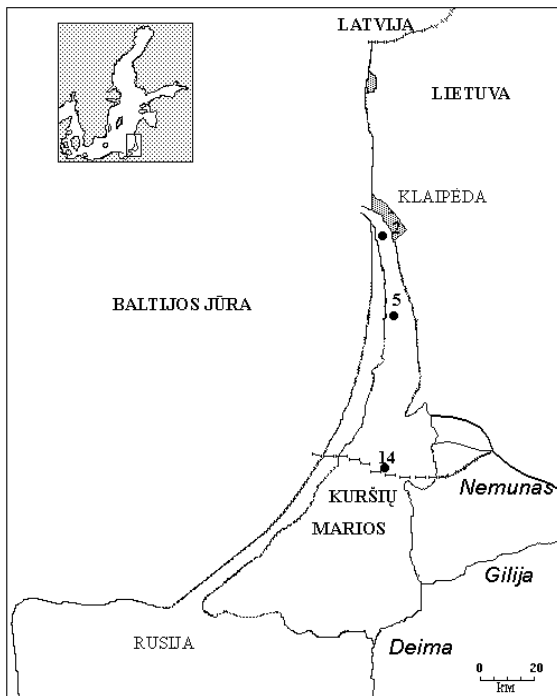
Giedrė Vaikutienė¹, Irina Olenina^{2,3}

¹Vilniaus universitetas, Vilnius, giedre.vaikutiene@gf.vu.lt

²Aplinkos apsaugos agentūros Jūrinių tyrimų departamentas, Klaipėda

³Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas

Vykdamt valstybinę Baltijos jūros aplinkos monitoringo programą atliekami fitoplanktono tyrimai Kuršių mariose. 2010 metais gegužės 18 dieną imant vandens mėginius fitoplanktono tyrimams buvo paimti papildomi mėginiai iš paviršinių (2 cm) dugno nuosėdų (smulkus aleuritingas smėlis) trijose Kuršių marių monitoringo vietose: šiaurinėje marių dalyje Klaipėdos sąsiauryje (2 stotis), ties Juodkrante (5 stotis) ir centrinėje marių dalyje (14 stotis) ties riba su Kaliningrado sričiai priklausančiomis Kuršių mariomis (1 pav.).



● - tirtų fitoplanktono ir dugno nuosėdų mėginių vieta

1 pav. Fitoplanktono ir dugno nuosėdų mėginių tyrimų vietos

Planktono mėginiai buvo paimti plastmasiniu batometru iš paviršinio (0,5 m) vandens sluoksnio, nuosėdų mėginiai buvo paimti gruntosemiu. Titnagdumblių rūšinė sudėtis planktono mėginiuose buvo nustatoma pritaikius tradicinę fitoplanktono tyrimų metodiką (HELCOM, 1988) ir naudojant invertuotą mikroskopą su padidiniu 400x. Preparatai titnagdumblių tyrimams mikroskopu iš nuosėdų buvo paruošti taikant standartinę metodiką, aprašytą literatūroje (Battarbee, 1986). Naudojant biologinį mikroskopą (padidinimas 1000x) kiekvieno preparato centrinėje dalyje suskaičiuota ne mažiau 500 titnagdumblių. Planktono bei nuosėdų titnagdumbliai buvo apibūdinami iki rūšies arba genties lygio. Šio darbo tikslas buvo palyginti titnagdumblių rūšinę sudėtį tuo pačiu metu paimtuose fitoplanktono ir paviršinių dugno nuosėdų mėginiuose, nustatyti rūšinės sudėties skirtumus ir galimas tų skirtumų priežastis.

Planktono mėginiuose iš parinktų monitoringo vietų, iš viso buvo aptiktos 34 titnaginių dumblių rūšys, 27 iš jų priklausė pelaginėms formoms, 7 – bentosinėms. Didžiausia planktono titnagdumblių įvairovė pasižymi centrinė Kuršių marių dalis (14 st.), kur buvo rastos 25 rūšys. Šiaurinėje marių dalyje, Klaipėdos sąsiauryje (2 st.), buvo rasta 14 titnaginių dumblių rūšių ir 16 rūšių – ties Juodkrante (5 st.). Gausiausios, sudarančios virš 5% nuo bendros titnagdumblių sumos, buvo 9 rūšys (po 4-5 rūšis mėginyje) (1 lent.). Visos vyraujančios rūšys buvo charakteringos Kuršių marių pavasariniam fitoplanktono kompleksui (Olenina, 1998; Kasperovičienė, Vaikutienė, 2007).

Nuosėdų mėginiuose buvo rastos 35 titnagdumblių rūšys, iš jų 21 priklausė bentosinėms formoms ir tik 14 rūšių – pelaginėms. Didžiausia rūšių įvairovė buvo nustatyta ties Juodkrante – 25 rūšys, mažiausia – Klaipėdos sąsiauryje - 18 rūšių, centrinėje marių dalyje buvo aptikta 20 rūšių, prie dominantų priskirtos 6 rūšys (po 2-4 rūšis mėginyje) (1 lent.).

1 lentelė

Kuršių marių fitoplanktono bei dugno nuosėdų dominuojančios titnagdumblių rūšys

	Fitoplanktonas	Dugno nuosėdos
2 st.	<i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>islandica</i> (40%); <i>Diatoma tenuis</i> (16%); <i>Stephanodiscus hantzschii</i> (13%); <i>Asterionella formosa</i> (8%); <i>Synedra acus</i> v. <i>acus</i> (6%)	<i>Actinocyclus normanii</i> (51%); <i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>islandica</i> (30%)
5 st.	<i>Fragilariforma virescens</i> (23%); <i>Staurosira construens</i> v. <i>construens</i> (20%); <i>Staurosira construens</i> v. <i>venter</i> (20%); <i>Diatoma tenuis</i> (15%); <i>Asterionella formosa</i> (7%)	<i>Aulacoseira ambigua</i> (35%); <i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>islandica</i> (24%); <i>Aulacoseira granulata</i> (18%); <i>Fragilaria heidenii</i> (5%)
14 st.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> (31%); <i>Diatoma tenuis</i> (20%); <i>Asterionella formosa</i> (7%); <i>Skeletonema subsalsum</i> (5%)	<i>Actinocyclus normanii</i> (42%); <i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>islandica</i> (36%); <i>Stephanodiscus rotula</i> (11%)

Apibendrinant pastebėti keli dėsniumai:

- didžiąją fitoplanktono titnagdumblių dalį (79 %) tirtuose mėginiuose sudaro pelaginės formos, o nuosėdose daugiausiai aptikta bentosinių formų (60 %). Tik nedidelė dalis tų pačių rūšių buvo rasta fitoplanktono ir dugno nuosėdų mėginiuose. 2-je stotyje rastos tik dvi tos pačios titnagdumblių rūšys tiek fitoplanktone, tiek dugno nuosėdose. 5-toje stotyje aptiktos keturios bendros rūšys, o 14-je stotyje – devynios. Rūšių sutapimas fitoplanktone ir nuosėdose didėja į pietus, tolstant nuo sąsiaurio;

- bendras rūšių skaičius tiek fitoplanktono, tiek ir nuosėdų mėginiuose taip pat didėja tolstant nuo sąsiaurio į pietus. Gali būti, kad mariose didesnė rūšinė įvairovė atsiranda ir dėl „įvairesnių“ aplinkos sąlygų (upių nuotėkio sukeliama srovė, su jūriniu ir upių vandeniu į marias patenka savitos titnagdumblių rūšys);

- į dugno nuosėdas kartu su vandeniu ir nuosėdomis patenka perklostytų druskėtų vandenų titnagdumblių iš Baltijos jūros, kurių visai neaptinkama marių fitoplanktone. Nuosėdų mėginiuose rasta Baltijos jūros senesnėms (Litorinos ir Postlitorinos stadijos) nuosėdoms būdingų druskėtų vandenų bentosinių (*Navicula platystoma*, *Navicula reinhardtii*, *Diploneis smithii* f. *rhombica*) rūšių. Taip pat ir planktoninių (*Actinocyclus octonarius*, *Coscinodiscus asteromphalus*) rūšių, kurios randamos giliavandeniuose duburiuose (Vaikutienė, 2004);

- visose trijose stotyse nuosėdose aptikta santykinai daug (35-50%) *Actinocyclus normanii*, o fitoplanktone šios rūšies rasta tik 5-je ir 14-je stotyse po 1%. Šios rūšies mažas kiekis fitoplanktone gali būti susijęs su mėginių paėmimo sezonu – *Actinocyclus normanii* labiausiai paplinta Kuršių marių planktone vasarą, o mėginiai paimti gegužės mėnesį, todėl mėginių paėmimo metu ši rūšis dar nebuvo gausiai išplitusi. Literatūroje minima, kad *Actinocyclus normanii* yra tarp vyraujančių Lietuvos akvatorijos Baltijos jūros giluminės dalies paviršinėse nuosėdose ir paplitusi Baltijos jūros priekrantinėse dalyse, kur įteka gėlas upių vanduo (Snoeijjs, Vilbaste, 1994; Bubinas ir kt., 1998). Todėl į Kuršių marių dugno nuosėdas ši rūšis gali patekti ir kauptis ne tik iš marių fitoplanktono, bet ji atnešama kartu su nuosėdų srautu iš jūros (Trimonis *et al.*, 2010);

- fitoplanktono titnagdumblių rūšinę sudėtį galima sieti su marių gyliu. Gilesnėse marių vietose (2-je ir 14-je stotyse) vyrauja gėlavandenės planktono rūšys, o seklesnėje (5-je stotyje) vyrauja gėlavandenės bentosios rūšys;

- gėlavandenė planktoninė rūšis *Stephanodiscus hantzschii* didesniais kiekiais aptikta fitoplanktone 14-je stotyje, t.y. toliausiai nuo sąsiaurio esančioje vietoje. Pastebėta, kad Kuršių mariose šios rūšies didesni kiekiai fitoplanktone minėtoje vietoje susiję su Nemuno prietaka.

Išanalizavus fitoplanktono ir dugno nuosėdų mėginius išliko ir pora dėsniumų, kuriuos sunku paaiškinti:

- visuose fitoplanktono mėginiuose rasta (iki 20%) planktoninė-epifitinė gėlavandenė rūšis *Diatoma tenuis*. Šios rūšies visai nerasta dugno nuosėdų mėginiuose;
- gėlavandenės planktoninės rūšies *Stephanodiscus hantzschii* buvo santykinai daug fitoplanktone (iki 31%), bet nuosėdose jų rasta mažai (iki 1%).

Literatūra

- Battarbee, R.W. 1986. Diatom analysis. In Berglund B. (ed.), *Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology*, Wiley & Sons, Chichester. 527-570.
- Bubunas, A., Kasperovičienė, J., Repečka, M. 1998. Baltijos jūros priekrantės Klaipėdos-Šventosios akvatorijos titnaginių dumblių ir zoobentoso pasiskirstymas dugno nuosėdose. *Ekologija* 3:40-49.
- HELCOM. 1988. Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the third stage: Part D. Biological determinands. *Baltic Sea Environment Proceedings* 27D:1-161.
- Kasperovičienė, J., Vaikutienė, G. 2007. Long-term changes in diatom communities of phytoplankton and the surface sediments in the Curonian Lagoon (Lithuanian part). *Transitional Waters Bulletin* 1:27-37.
- Snoeijjs, P., Vilbaste, S. 1994. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea, t. 2. *The Baltic marine biologists publication*, 16b. Opulus press, Uppsala. 125 p.
- Trimonis, E., Vaikutienė, G., Gulbinskas, S. 2010. Seasonal and spatial variations of sedimentary matter and diatom transport in the Klaipėda Strait (Eastern Baltic). *Baltica* 23(2):127-134.
- Vaikutienė, G. 2004. Vakarinės ir pietrytinės Baltijos jūros dalies vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuosėdų diatomėjų rūšinės sudėties palyginimas. *Geologija* 48:58-69.
- Olenina, I. 1998. Long-term changes in the Kuršių Marios Lagoon: eutrophication and phytoplankton response. *Ekologija* 1:56-65.

LIETUVOS AKVATORIJOS GEOLOGINIS IŠTIRTUMAS

Erikas Visakavičius, Ingrida Bagdanavičiūtė

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

Baltijos jūros Lietuvos akvatorijos geomoksliniai tyrimai pradėti vykdyti apie 1960 m. (Gudelis, 1998). Pirmieji darbai susiję su Baltijos dugno geologija paskelbti J. Dalinkevičiaus ir V. Gudelio buvo apie prekvartero ir kvartero uolienu paplitimą Baltijos jūros dugne (Dalinkevičius, Gudelis, 1960). Kiek vėliau paskelbtas Baltijos jūros dugno morfogenetinių reljefo tipų žemėlapis (Gudelis, 1970). 1953 m. Geologijos ir geografijos institute buvo suburta mokslininkų grupė pajūrio tyrimams vykdyti, o vėliau įkurta jūrinė laboratorija. Jūrinių laboratorijų mokslininkai aktyviai dalyvavo Baltijos jūros tyrimuose, surinktos informacijos pagrindu buvo sudaryti įvairaus mastelio Lietuvos akvatorijos ir didesnių Baltijos jūros rajonų geologinių žemėlapių komplektai.

Vieni pirmųjų apibendrinančių darbų buvo atlikti 1977-1986 metais pietrytinės Baltijos jūros dalyje (Lietuvos, Kaliningrado srities ir Lenkijos akvatorijos). Mokslinėse ataskaitose analizuojami Pietinės Baltijos kvartero storumės dėsningumai (Репечка, 1977). Kompleksinių geologinių tyrimų metu surinktos medžiagos pagrindu buvo sudaryti žemėlapių komplektai susidedantys iš batimetrinio, prekvartero reljefo, kvartero storumės, geologinio, kvartero geologinio ir geomorfologinio žemėlapių (Репечка, Гелумбаускайте, 1984; Репечка, 1986).

Kompleksiniai geologinio kartografavimo darbai pietrytinėje Baltijos jūros dalyje Lietuvos akvatorijoje buvo atlikti 1982 – 1989 metais, vykdant valstybinę geologinio kartografavimo programą. Lietuvos Geologijos tarnybos (LGT) darbuotojai tamptariai bendradarbiaudami su Geologijos instituto (GI) specialistais Lietuvos akvatorijoje atliko geologinį kartografavimą masteliu 1:200 000. 1989 metais pateikta tyrimų ataskaita ir žemėlapių komplektas susidedantis iš kvartero geologinio, geomorfologinio, dugno nuosėdų, geocheminio ir kt. žemėlapių, kurių pagrindas buvo topografiniai lapai N-34- II, -III ir -IV (Шименас И.И., 1989).

1992 metais buvo parengta valstybinė Lietuvos Respublikos Baltijos jūros akvatorijos geologinės nuotraukos programa, numatanti jūros dugno geologinio kartografavimo darbus iki 2019 metų. Pagal šią programą Lietuvos geologijos tarnybos užsakymu Geologijos instituto specialistai atliko jūrinį geologinį kartografavimą 1:50 000 masteliu pirmame darbų objekte – Klaipėdos - Šventosios akvatorijoje. 1997 metais atlikus kartografavimo darbus buvo parengta ataskaita ir žemėlapių komplektas (kvartero geologinis, dugno paviršiaus nuosėdų ir geomorfologinis) (Repečka, 1997). 1997-1999 metais kartografavimas buvo tęsiamas pietinėje dalyje – Klaipėdos - Nidos akvatorijoje.

Tačiau dėl lėšų trūkumo programos realizavimas buvo sustabdytas. Galutinė geologinio kartografavimo ataskaita nebuvo parengta, atlikti darbai pateikti ataskaitoje (Repečka, 2000). Apibendrinti dugno nuosėdų kartografavimo duomenys paskelbti keliuose moksliniuose straipsniuose (Radzevičius, 2002; Bubinas, Repečka, 2003).

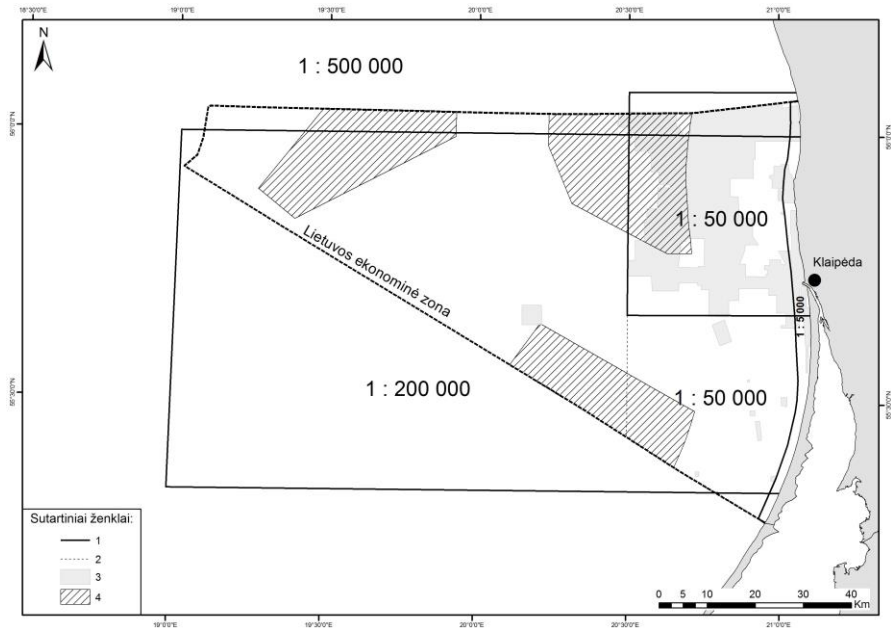
1994 metais bendro Lietuvos - Švedijos projekto „Geobalt“ metu buvo atliekamas Centrinės Baltijos geologinis kartografavimas 1:500 000 masteliu. 1998 metais publikuoti Centrinės Baltijos dugno reljefo (Gelumbauskaitė, 1998) ir dugno nuosėdų žemėlapiai (Repečka ir kt., 1998). Skirtingų autorių atskirų akvatorių žemėlapiai sujungti į bendrą žemėlapi apimančią visą pietrytinę Baltiją (Gelumbauskaitė ir kt., 1999). Dėl skirtingų nuosėdų klasifikacijų sistemų Rytuose ir Vakaruose, žemėlapi legendoje panaudotos dvi klasifikacijų skalės, o taip pat pateikta sistemų tarpusavio koreliacijos lentelė. Lietuvos akvatorijos dugno nuosėdų klasifikavimui buvo panaudota granulimetrinė klasifikacija paremta dešimtaine grūdelių dydžio sistema (Безруков, Лисицын, 1960). Išleistas spausdintas žemėlapių variantas, taip pat pirmą kartą buvo sudarytas ir plačiai prieinamas skaitmeninis žemėlapis.

1999-2004 metais Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) kartu su Geologijos ir geografijos institutu (GGI), Vilniaus universitetu (VU) ir Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutu (KU BPATPI) atliko kompleksinius kranto zonos tyrimus ir sudarė Baltijos jūros Lietuvos krantų geologinį atlasą (Bitinas ir kt., 2004). Atlasas susidėjo iš skaitmeninių Baltijos jūros kranto zonos geologinio - geomorfologinio ir antropogeninės apkrovos žemėlapių masteliu 1:5 000 bei ataskaitos. Geologinis - geomorfologinis žemėlapis buvo iliustruotas 92 priekrantės morfolitologiniais pjūviais. Kompleksiniai tyrimai atlikti kranto povandeniniame šlaite iki 15-20 m izobatos.

2005 metais publikuotas Baltijos jūros Lietuvos akvatorijos žvejybos žemėlapis, kurio dugno nuosėdų pavaizdavimui panaudoti 1986-1989 m. Baltijos jūros šelfo prie Lietuvos teritorijos geologinės nuotraukos masteliu 1:200 000 informacija papildyta naujais S. Gulbinko ir R. Žaromskio duomenimis (Gulbinkas ir kt., 2005).

Paskutinį dešimtmetį Lietuvos saugios laivybos administracija atlieka detalius hidroakustinius tyrimus Klaipėdos sąsiauryje ir Lietuvos ekonominėje zonoje. 2005 metais Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas įsigijo hidroakustinės įrangos kompleksą. Yra atlikta eilė hidroakustinių dugno tyrimų archeologiniais bei geologiniais tikslais, naudojant šoninės apžvalgos sonarą ir daugiaspindulį echolotą. Pavieniai rajonai buvo tirti ir įvairių tarptautinių ekspedicijų metu. Hidroakustinių prietaisų pagalba yra detalai iširta apie 16 % Lietuvos akvatorijos dugno. Artimiausioje ateityje vykdant tarptautinį projektą DENOFLIT, skirtą Jūrinių buveinių ir rūšių inventorizacijai bei

NATURA 2000 tinklo plėtrai Lietuvos ekonominėje zonoje, planuojama iširti dar apie 25 % jūros dugno (1 pav.).



1 pav. Lietuvos akvatorijos geologinių žemėlapių ir tyrimų schema. 1 – geologinio kartografavimo ribos; 2 – nebaigto kartografuoti ploto riba; 3 – hidroakustiniais metodais tirti plotai; 4 – hidroakustiniais metodais numatomi tirti plotai.

Be minėtų darbų, pietryčių Baltijoje yra atlikta visa eilė specializuotų – sedimentologinių, geocheminių, povandeninių archeologinių ir kt. tyrimų, vykdytų pagal nacionalines bei tarptautines mokslo programas. Per pastarąjį dešimtmetį mokslinėje spaudoje yra paskelbta eilė darbų, nagrinėjančių Lietuvos akvatorijos geologijos (Grigelis 2010; Gulbinskas ir kt. 2007 ir kt.), sedimentologijos (Trimonis ir kt., 2005, 2007 ir kt.), paleogeografijos (Gelumbauskaitė, Šečkus 2005) ir kt. klausimus (Žilinskas, Jarmalavičius, 2007, Pustelnikovas 2007; Kairytė 2005 ir kt.). Šio rajono geologinės sandaros ypatumai atskleisti keliose monografijose (Лисицын, Емельянов, 1981; Емельянов, Лукашин, 1986; Блажчишин, 1998; Emelyanov, 2002).

Literatūra

Bitinas, A. (ats. vykd.) ir kt. 2004. *Baltijos jūros Lietuvos krantų geologinis atlasas*. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius. 94 p.

- Bubinas, A., Repečka, M. 2003. Distribution of zoobenthos in the bottom sediment of near-shore zone of the Baltic sea in Nida – Klaipėda stretch. *Acta Zoologica Lituanica* 13(2):125-134.
- Dalinkevičius, J., Gudelis, V. 1960. Geographical structures of Lithuania. *International Geological Congress, 21 session. Norden. Reports.*
- Emelyanov, M. (ed.), 2002. *Geology of the Gdansk basin, Baltic Sea.* Yantarny Skaz, Kalinigrad. 495 p.
- Gelumbauskaitė, L.-Ž., Grigelis, A., Cato, I., Repečka, M., Kjellin, B. 1999. Bottom topography and sediment maps of the central Baltic Sea. Scale 1:500,000. A short description // LGT Series of Marine Geological Maps No. 1 / SGU Series of Geological Maps Ba No. 54. Vilnius-Uppsala.
- Gelumbauskaitė, L. Ž., Šečkus, J. 2005. Late Quaternary shore formations of the Baltic basins in the Lithuanian sector. *Geologija* 52:34-45.
- Grigelis, A. 2010. The Bedrock geology of the Central Baltic Sea. *The Baltic sea geology - 10: the 10th International marine geological conference: abstracts volume, 24–28 August 2010, VSEGEI, St. Petersburg, Russia. Saint-Petersburg: VSEGEI, 37-38.*
- Gudelis, V. 1970. Main features of geology and bottom topography of the Mid-Baltic Sea. *Baltica* T.4.
- Gudelis, V. 1998. *Lietuvos jūris ir pajūris.* Vilnius, Lietuvos mokslas. 444 p.
- Gulbinskas, S., Blažauskas, N., Visakavičius, E., Michelevičius, D. 2007. Geofizinių – geologinių tyrimų metodų komplekso taikymas tiriant Baltijos jūros dugną. *Geologijos akiračiai* 4:28 – 32.
- Gulbinskas, S., Žaromskis, R., Repečka, R. 2005. Baltijos jūra. Lietuvos akvatorija. Žemėlapis žvejybai. Vilnius.
- Kairytė, M., Stevens, R.L., Trimonis, E. 2005. Provenance of silt and clay within sandy deposits of the Lithuanian coastal zone (Baltic Sea). *Marine Geology* 218:97–112.
- Pustelnikovas, O., Dembska, G., Szefer, P., Radke, B., Bolalek, J. 2007. Distribution of migration (state) forms of microelements and sediments of the ports of Klaipėda and Gdansk. *Oceanological and hydrobiological studies, XXXVI, 4:129–149.*
- Radzevičius, R. 2002. Main trends in accumulation of trace elements from surface sediments of the Baltic Sea (Lithuanian waters). *Baltica* 15:63-73.
- Repečka, M. (ats. vykd.) ir kt. 1997. Valstybinis jūrinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu Klaipėdos - Šventosios akvatorijoje / Geologijos institutas. -Inv. Nr. 4526. - Vilnius, 1997. -227 p. -Rankraštis saugomas LGT GF.
- Repečka, M., Gelumbauskaitė, Ž., (ats. vykd.) ir kt. 2000. Valstybinis jūrinis geologinis kartografavimas M 1:50 000 Nidos-Klaipėdos akvatorijoje, II objektas : 1997-2000 m.m. vykdytų darbų ataskaita / Geologijos institutas, Geografijos institutas. - Vilnius. - 7 d. - 268 p. + 1 apl. + CD : 11 pav. + 215 graf. dok. - (LGT fondas; Nr.6024).
- Repečka, M., Cato, I. (Eds); Repečka, M., Cato, I., Kovalenko, F. et al (Comp). 1998. Bottom Sediment Map of the Central Baltic Sea – 1:500 000 Lithuanian Institute of Geology, Geological Survey of Lithuania, Swedish Maritime Administration, Geological Survey of Sweden. Vilnius – Uppsala.
- Trimonis, E., Gulbinskas, S., Blažauskas, N., Kuzavinis, M., Visakavičius, E. 2007. Composition and formation of sand massifs in the Curonian-Sambian Plateau. *Geologija* 60:39-50.
- Trimonis, E., Gulbinskas, S., Kuzavinis, M. 2005. Sediment patterns of the underwater slope of the South-Eastern Baltic Sea (Lithuanian sector). *Geologija* 52:46-54.
- 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.
- Безруков, П. Л., Лисицын, А. П. 1960. Классификация осадков в современных водоемах. *Тр. Ин-та океанологии АН СССР*, 32:3-14.
- Блажчишин, А. И. 1998. Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море. Калининград: Янтар. сказ. 160 с.
- Емельянов, Е. М., Лукашин, В. Н. 1986. *Геохимия осадочного процесса в Балтийском море.* М.: Наука. 232 с.
- Лисицын, А. П., Емельянов, Е. М. 1981. *Осадкообразование в Балтийском море.* М.: Наука. 248 с.

- Репечка, М. 1977. *Анализ закономерностей строения четвертичной толщи побережья Южной Прибалтики и дна Балтийского моря*. Лит. НИГРИ. Vilnius. 117р.: 23 pav.
- Репечка, М.А. (отв. исп.), Гелумбаускайте, Ж.А. 1984. Отчет о научно-исследовательской работе научное обоснование рациональной методики комплексной геологической съемки шельфа советской части балтийского моря. Inv. Nr. 3654. Vilnius. 110 p. Rankraštis saugomas LGT GF.
- Репечка, М.А. (отв. исп.), 1986. *Отчет о научно-исследовательской работе оставление геологической карты дна балтийского моря м-ба 1:500 000*. Inv. Nr. 3843. Vilnius. 53 p. Rankraštis saugomas LGT GF.
- Шименас, И.И. (отв. исп.). 1989. *Геологическое строение дна балтийского моря. Отчет о результатах геологической съемки масштаба 1:200 000 советской части шельфа Балтийского моря, прилегающего к территории Литовской ССР на листах N-34-II, N-34-III, N-34-IV в 1986-1989 гг.* Inv. Nr. 4038. Vilnius. 499 p. Rankraštis saugomas LGT GF.

AR UPIŲ FITOBENTOSAS AKTUALUS RENGIANT TARPINIŲ IR PRIEKRANTĖS VANDENŲ EKOLOGINĖS BŪKLĖS KLASIFIKACINĘ SISTEMĄ?

Irma Vitonytė, Jūratė Kasperovičienė

Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas, Hidrobotanikos laboratorija, Vilnius, irma.vitonyte@botanika.lt

Lietuvoje, kaip ir kitose Europos Sąjungos šalyse, įgyvendinama Europos Parlamento ir Tarybos bendrosios vandens politikos direktyva (BVPD, 2000/60/EB), nustatanti Bendrijos šalių veiksmų vandens politikos srityje pagrindus. Pagrindinis BVPD tikslas – siekti, kad iki 2015 m. visuose ES vandens telkiniuose, upėse, ežeruose, tarpiniuose ir priekrantės vandenyse, būtų “gera” vandens būklė (EU WFD, 2000). Lietuvai priklausanti Kuršių marių dalis yra tranzitinė Baltijos jūros ir sausumos zona, viena iš labiausiai kintančių vandens ekosistemų, kurioje vykstančius procesus lemia gamtiniai ir žmogaus ūkinės veiklos veiksniai. Kadangi 90 % upių nuotėkio, veikiančio Kuršių marių sistemą, tenka Nemunui, tai nuo jo nuotėkio dinamikos priklauso marių būklė, vandens kokybės kaita. Geros aplinkos būklės užtikrinimui Kuršių mariose būtina atsižvelgti į visus veiksnius, darančius poveikį tarpusavyje susijusiems ekosistemos elementams. Todėl, įgyvendinant BVPD reikalavimus, tikslinant azoto ir fosforo junginių prietakos apkrovą į marias, jų poveikį tarpinių vandenų būklei, būtina visa reprezentatyvi lotinių telkinių būklės, kurios vertinimui įtraukiamas ir fitobentosas, informacija.

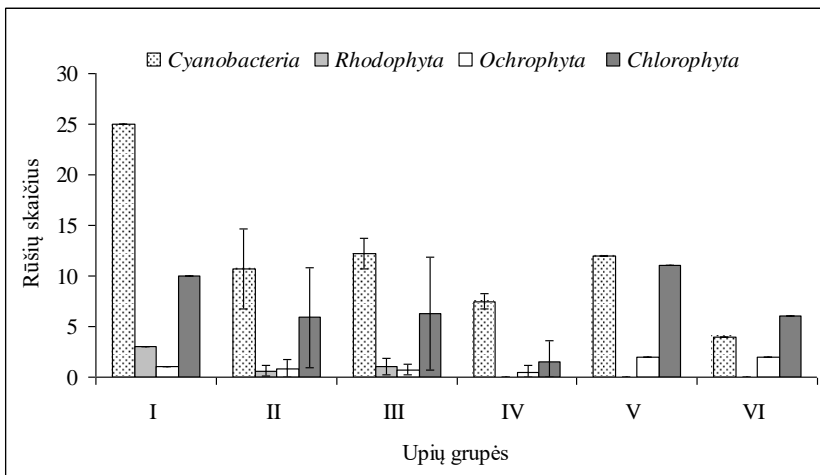
Upių baseinų valdymo sistema reglamentuoja biologinių kokybės elementų, įskaitant fitobentosą, panaudojimą vandens telkinių kokybės vertinime. Vykdamas upių monitoringą Europos šalyse, fitobentosas yra vienas iš pagrindinių biologinių vandens kokybės elementų. Skirtingai nei fitoplanktonas, fitobentosos rūšių sudėtis ir gausumas kinta net nedidelės taršos poveikyje, bentosos bendrijos yra pastovesnės ir santykinai lengviau identifikuojamos lauko sąlygomis. Dumblių projekcinio padengimo kaita atspindi vandens kokybės pokyčius (ypač cheminę vandens sudėtį) ir gali būti įvertinama *in situ* (Biggs, Kilroy, 2000; Foerster et al., 2004; Schaumburg et al., 2004, 2006; Żelazowski et al., 2004). Lietuvos upių vandens kokybės nustatymui pasirinkti biologiniai elementai yra fitoplanktonas, makrofitai, makrozoobentosas ir žuvis. Nors fitobentosas yra žymiai mažiau ištirtas nei upių fitoplanktonas ir makrofitai, jis vaidina svarbų vaidmenį ekologiniu ir ekonominiu aspektu. Šiuo metu dar tik yra kuriamas nacionalinis upių vandens kokybės vertinimas pagal fitobentosos titnaginius dumblius (Gudas, 2010).

Šiame pranešime bus pristatyti Lietuvos upėse pradėti makrofitobentosos tyrimų rezultatai, analizuojami Lietuvos upių hidrocheminiai aplinkos veiksniai, įtakojantys fitobentosos bendrijų formavimąsi, kokybinius ir kiekybinius pokyčius, siūlomi geros aplinkos būklės fitobentosos bendrijų požymiai, galimi indikatoriai, nustatymo būdai. Fitobentosos tyrimams buvo taikytas Schaumburg'o metodas (Schaumburg et al., 2004, 2006). Kiekviename iki 20 m ilgio upės ruože, priklausomai nuo jo heterogeniškumo, aprašomi 1 m² laukai bei juose esantys atsitiktiniai substratai. Ant jų buvo inventorizuojamos fitobentosos dumblių rūšys, vertinamas jų projekcinis padengimas. Yra nustatyta, kad vienos ar kitos rūšies gausumas rodo tam tikrą hidroekosistemoje susidariusių sąlygų kompleksą bei vandens kokybės laipsnį (Biggs, Kilroy, 2000; Foerster et al., 2004; Gutowski et al., 2004; Schaumburg et al., 2004, 2006).

Gauti pirmieji dumblių tyrimų duomenys parodė, kad esant dideliems N_b kiekiams (4,650–9,367 mg/l), nesivysto jautrios taršai raudondumblių rūšys (1 pav.). Fitobentosos bendrijose vyrauja mezotrofiniams bei eutrofiniams telkiniams būdingos indikatorinės rūšys: *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing, *Oedogonium* sp., *Stigeoclonium* sp., *Vaucheria sessilis* (Vaucher) De Candolle. Tuo tarpu mažesnės maistinių medžiagų koncentracijos vandenyje (N_b 0,456 mg/l, P_b 0,040 mg/l) įtakoja fitobentosos rūšių skaičiaus didėjimą (pvz., iki 39 rūšių Sarios upėje).

Melsvabakterės (*Cyanobacteria*) upėse sudarė iki 54,8 % bendro rūšių skaičiaus, žaliadumbliai (*Chlorophyta*) – 36,5 %. Tokių melsvabakterių bei žaliadumblių rūšių gausumą sąlygojo jų ekologinės savybės (Hynes, 1972). Labiausiai paplitusios tirtuose telkiniuose melsvabakterių *Chamaesiphon* sp., *Geitlerinema splendidum* (Greville ex Goment) Anagnostidis, *Heteroleibleinia kossinskajae* (Elenkin) Anagnostidis et Komárek, *H. pusilla* (Hansgirg) Compère, *H. ucrainica* (Širšov in Elenkin) Anagnostidis et Komárek, *Oscillatoria limosa* Agardh ex Gomont, *Phormidium terebriforme* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek ir žaliadumblių *Oedogonium* sp., *Stigeoclonium* sp. rūšys.

Pritaikius pagrindinių komponentų statistinę analizę (PCA), upės buvo palygintos pagal jose aptinkamas fitobentosos rūšis ir jų gausumą. Išsiskyrė trys upių grupės. Didžiausią grupę sudarė 15 upių, kuriose buvo paplitusios ir gausios aukščiau išvardintos fitobentosos rūšys. Keturios upės sudarė antrą grupę, šių upių fitobentosos bendrijose nustatytas mažiausias rūšių skaičius ir mažiausi produktyvumo rodikliai. Trečiajai grupei buvo priskirtas tik vienas Sarios upelis su tik jam būdingomis melsvabakterių cf. *Jaaginema*, *Pseudanabaena* cf. *limnetica* (Lemmermann) Komárek bei žaliadumblių *Closterium ehrenbergii* var. *malinvernianum* (De Notaris) Rabenh rūšimis. Numatoma, pritaikius daugiafaktorinę analizę, atlikti fitobentosos bendrijų vystymąsi lemiančių hidrofizinių ir hidrocheminių veiksnių palyginamą.



I pav. Skirtingiems skyriams priklausančių fitobentos rūšių pasiskirstymas upėse, sugrupuotose pagal bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) koncentracijas vandenyje: I gr. (N_b 0,46–0,95 mg/l, P_b 0,04–0,03 mg/l), II gr. (N_b 0,95–2,06 mg/l, P_b 0,03–0,12 mg/l), III gr. (N_b 2,58–3,52 mg/l, P_b 0,03–0,39 mg/l), IV gr. (N_b 4,65–5,34 mg/l, P_b 0,04–0,07 mg/l), V gr. (N_b 5,34–7,10 mg/l, P_b 0,07–0,05 mg/l) ir VI gr. (N_b >9,37 mg/l, P_b >0,77 mg/l) (<http://vanduo.gamta.lt/cms/index>)

Gauti Lietuvos upių fitobentos tyrimų rezultatai parodė, kad fitobentos yra reprezentatyvus biologinis parametras, vertinant Lietuvos upių vandens kokybę. Todėl, suformulavus Kuršių marių geros ekologinės būklės kriterijus, įvertinant aplinkos ekologinę būklę, upių fitobentos tyrimų rezultatai gali būti įtraukti rengiant ekonomiškai veiksmingas priemonių programas.

Padėka. Tyrimai buvo remiami Valstybinio studijų fondo (Nr. 400117).

Literatūra

- Biggs, B. J. F., Kilroy, C. 2000. Stream Periphyton Monitoring Manual. New Zealand.
- EU WFD. 2000. *Directive of the European Parliament and of the Council, 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy*. European Commission, Luxemburg. PE-CONS 36/39/1/100 Rev.
- Foerster, J., Gutowski, A., Schaumburg, J. 2004. Defining types of running waters in Germany using benthic algae: A prerequisite for monitoring according to the Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology* 16:407–418.
- Gudas, M. 2010. Lietuvos upių vandens būklės sisteminis vertinimas fizinių, cheminių ir hidrobiologinių parametų kontekste. Daktaro disertacijos santrauka. Kaunas.
- Gutowski, A., Foerster, J., Schaumburg, J. 2004. The use of benthic algae, excluding diatoms and charales, for the assessment of the ecological status of running fresh waters: a case history from Germany. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 33(2):3–15.
- Hynes, H. B. N. 1972. *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press: 1–12.

- Schaumburg, J., Schranz, C., Foerster, J., Gutowski, A., Hofmann, G., Meilinger, P., Schneider, S., Schmedtje, U. 2004. Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive. *Limnologica* 34:283–301.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A., Foerster, J. 2006. Introduction Protocol for the ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. *Bavarian Environment Agency*.
- Żelazowski, E., Maniera, M., Kawecka, B., Kwandrans, J., Kotowicz, J. 2004. Use of algae for monitoring rivers in Poland – in the light of a new law for environmental protection. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 33(4):27–39.
- Internetinė prieda – <http://vanduo.gamta.lt/cms/index>

KURŠIŲ MARIŲ IR BALTIJOS JŪROS VANDENS APYKAITOS BEI ANTROPOGENINĖS ĮTAKOS JAI MODELIAVIMAS

Petras Zemlys¹, Christian Ferrarin², Georg Umgiesser²

¹*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda, zemlys@corpi.ku.lt*

²*Istituto di Scienze Marine – Consiglio Nazionale di Ricerca
ISMAR-CNR, Venezia, Italy*

Pranešime pristatoma EEA ir Norvegijos finansinio mechanizmo projekto „Lietuvos jūrų išteklių darniojo valdymo sistema, taikant naujoviškas stebėjimo, modeliavimo priemones ir ekosistemų metodą“ darbų paketo „Vandens kokybės prognozavimo sistema“ rezultatai, susiję su hidrodinaminio modelio SHYFEM taikymu vandens apykaitos tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros priekrantės analizei. Pranešime pateikiamas modelio skaičiavimų palyginimo su monitoringo duomenimis rezultatai, nagrinėjamos vandens apykaitos ypatybės, esant skirtingiems uosto teritorijos gyliams. Skaičiavimai atlikti trimate modelio versija, naudojant 2009 m. klimatinius duomenis.

MENKIŲ IŠTEKLIŲ BŪKLĖ IR PASTANGOS SUMAŽINTI IŠMETIMUS BALTIJOS JŪROJE

Tomas Zolubas

*Žuvininkystės tarnyba prie Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos,
Klaipėda, tomasz@zum.lt*

Įvadas

Žuvų išteklių dydis priklauso tiek nuo gamtinių tiek nuo antropogeninių veiksnių, dažnai yra greitai kintantis dydis, todėl suformuoti visuomenės stereotipai apie žuvų išteklių būklę dar ilgai išlieka tie patys, nors žuvų išteklių būklė būna seniai pasikeitusi. Baltijos jūros menkės (*adus morhua callarias* L.) - viena svarbiausių Baltijos jūros žuvų rūšių tiek Lietuvos žmonėms tiek žvejybos verslui. Šio straipsnio tikslas - išanalizuoti Tarptautinės jūrų tyrinėjimo tarybos ir Europos Komisijos Žuvininkystės mokslo, technikos ir ekonomikos komiteto pateiktą informaciją apie Vakarinių ir Rytinių menkių išteklių kitimo tendencijas ir įvertinti jų būklę. Apie 5-6 proc. sugautų menkių išmetama atgal į jūrą dėl Europos Sąjungos teisės aktų, reglamentuojančių žvejybos taisykles, reikalavimų vykdymo. Todėl viena iš straipsnio užduočių apžvelgti informaciją, kas yra daroma siekiant sumažinti ir panaikinti išmetimus Baltijos jūroje.

Darbai panaudota informacija

Darbai panaudota informacija, kuri pateikta Tarptautinės jūrų tyrinėjimo tarybos (TJTT) 2008, 2009, 2010 metų „Rekomendacijų ir patarimų“ knygoje (ICES advice 2008, Book 8; ICES advice 2009, Book 8; ICES advice 2010, Book 8; ICES advice 2010, Book 1), Tarptautinės jūrų tyrinėjimo tarybos darbinės grupės WGBFAS ataskaitoje 2010 m. (ICES WGBFAS report, 2010), Žuvininkystės mokslo, technikos ir ekonomikos komiteto padaryta šiam komitetui pateiktų mokslinių rekomendacijų apžvalga 2010, 2011 metams (STEF, 2010; STEFC, 2011).

Menkių išteklių Baltijos jūroje valdymo vienetai

Menkių populiacijos ištekliai Baltijos jūroje valdomi kaip du išteklių vienetai: Rytinių menkių ir Vakarinių menkių. Rytinių Baltijos jūros menkių išteklių paplitimo rajonas apibrėžtas kaip TJTT 25-32 parajoniai Baltijos jūroje. Šie ištekliai biologiškai skiriasi nuo Vakarinių Baltijos menkių išteklių, pasiskirsčiusių TJTT 22-24 parajonuose, tačiau jie persidengia 24 ir 25 parajonių ribų zonose. Išteklių atskyrimas buvo pagrįstas genetiniais tyrimais (Nielsen *et al.* 2001), skirtingomis menkių neršto vietomis, skirtingu neršto laiku, skirtingomis ikrelių charakteristikomis. Rytinės menkės neršia gilesnėse vietose, kur pakankami aukštas druskingumas leidžia ikreliams būti apvaisintiems ir

plūduriuoti vandens stovymėje. Rytinių Baltijos menkių ikrai pasiekia neutralų plūdumą prie 12 – 14 ‰. Tuo tarpu sėkmingam Vakarinių menkių ikrelių apvaisinimui reikalingas didesnis nei 15 ‰ druskingumas, o neutralų plūdumą ikrai pasiekia, esant 20 ‰ arba didesniai druskingumui (Nissling, Westin 1997).

Pagrindiniai TJTT rekomendacijų formavimo principai

Ekosisteminis požiūris, atsargaus priėjimo požiūris, maksimaliai tvaraus derliaus (MSY) koncepcija yra TJTT rekomendacijų formavimo pagrindas.

Ekosisteminio požiūrio įvedimas į valdymą reiškia, kad žmogaus veikla turi būti valdoma taip, kad gerai jūrinės ekosistemos būklei negalėtų sukelti pavojaus. Tai reiškia, kad žuvininkystės vadyba turi apgalvoti ne tik tiesioginius efektus žuvininkystės tikslams pasiekti, bet taip pat poveikį bioįvairovei, jūrinės ekosistemos funkcionavimui ir jūrinėms buveinėms. MSY tikslų pasiekimas ne būtinai pakankamas, kad būtų užtikrinti kai kurie sveikos ekosistemos aspektai, tačiau MSY siekimas gali būti papildoma priemonė siekiant sumažinti neigiamą poveikį ekosistemai, o ypač per žvejybinio mirtingumo mažinimą. Žvejybos mirtingumo sumažinimas taip pat sumažina: neveršlinių ir jautrių rūšių priegaudą, poveikį buveinėms ir bioįvairovei, funkcinis ekosistemos pokyčius.

Atsargaus priėjimo požiūris aprašytas Jungtinių tautų „Susitarime dėl žuvų išteklių“ 1995 m.: „Valstybės privalo būti daug daugiau atsargesnės, kai informacija neaiški, nepatikima, nepilnavertė. Atitinkamos mokslinės informacijos nebuvimas neturi būti priežastis delsti ar nesiimti apsaugos ir valdymo priemonių. Ribiniai atskaitos taškai, pagal kuriuos žvejojant ištekliai gali pasiekti MSY, nustato saugias biologines ribas. Biomasės reikšmė, kuri sukuria MSY, gali pasitarnauti kaip tikslas atkuriant pergaudytus išteklius. Atsargaus priėjimo atskaitos taškai privalo būti įtraukti į išteklių valdymą. Tiksliniai atskaitos taškai būtini, norint pasiekti valdymo tikslus. Valdymo strategijos privalo siekti atkurti išteklius iki anksčiau sutartų atsargaus priėjimo atskaitos taškų. Valdymo strategijos privalo užtikrinti, kad:

- rizika pasiekti atsargaus priėjimo atskaitos taškus yra labai žema,
- inicijuoti veiksmus, kurie garantuotų išteklių atsikūrimą,
- kai ištekliai tampa žemiau atskaitos taškų, užtikrinti, kad tiksliniai atskaitos taškai nebūtų viršijami.

Kai reikalingos informacijos per mažai, kad būtų galima nustatyti atskaitos taškus, privalo būti nustatyti laikini atskaitos taškai. Atsargaus priėjimo požiūris būtina, bet nepakankama sąlyga, kad būtų pasiektas MSY. Populiacija turi būti žvejojama saugių biologinių ribų rėmuose pagal atsargaus priėjimo požiūrį tam, kad taptų įmanoma pasiekti MSY. Esant populiacijai saugiose biologinėse ribose būtinas maksimaliai tvaraus derliaus (MSY) požiūris, MSY pasiekimui. Mokslinės informacijos trūkumas negali tapti priežastimi, kad žvejoti populiaciją tik saugiose biologinėse ribose ir nesiimti priemonių, kad būtų pasiektas MSY.

Maksimaliai tvarus derlius buvo plačiai priimtas žuvininkystės valdymo tikslas. Jungtinių Tautų jūrų teisės konvencija pažymi „Valstybės privalo nustatyti leistiną sugauti dydį, pagrįstą moksline informacija, kuris leistų žvejoti arba atkurti rūšių populiacijas iki lygių, leidžiančių pasiekti MSY“. MSY koncepcija gali būti taikoma visai ekosistemai, žuvų bendrijai arba vienu žuvų ištekliui. MSY koncepciją TJTT, visų pirma, taiko konkrečiam žuvų ištekliui. Žvejybos mirtingumas yra vienintelis kintamasis produkcijos funkcijoje, kuris gali būti tiesiogiai kontroliuojamas žvejybos valdymo metu. Žvejybos valdymas negali kontroliuoti išteklio neršto biomasės (SSB) dydžio, bet gali įtakoti jį per žvejybinį mirtingumą (F). Žvejybinis mirtingumas prie kurio pasiekiamas MSY yra vadinamas Fmsy. Išteklio neršto biomasė priklauso nuo natūralaus kintamumo, kuris kai kuriais metais gali žymiai daugiau ją įtakoti negu F.

Ilgamžėms žuvų rūšių (tame tarpe ir Baltijos menkių) populiacijų dydžio skaičiavimams TJTT remiasi MSY požiūriu, kad žvejybinis mirtingumas F turi būti lygus arba mažesnis nei Fmsy. MSY tikslams pasiekti naudojamos žvejybinio mirtingumo ir biomasės atskaitos taškai. Šie atskaitos taškai yra Fmsy ir Bmsy-trigger. Bmsy-trigger – siektina maksimalus tausojančio derliaus išteklio neršto biomasė. TJTT nenaudoja Bmsy skaičiavimo. Bmsy yra hipotetinė reikšmė apie kurią ištekliai svyruoja, kai $F = F_{msy}$. Dabartiniai išteklių dydžių trendai negali pateikti informacijos apie Bmsy, kadangi F viršija Fmsy daug metų arba todėl, kad dabartinės ekosistemos sąlygos iš esmės skirtingos nei praityje. Pradinė Bmsy-trigger reikšmė nustatoma lygi Bpa, kai žinoma Bpa. Bpa – biomasės lygis, virš kurio esant biomasei yra maža tikimybė, kad populiacijos reprodukcija gali pradėti mažėti. Vėliau, kai turima daug SSB svyravimų prie Fmsy, Bmsy-trigger perskaičiuojamas ir nustatoma kita reikšmė. Bmsy privalo būti didesnis už Bpa. Daugeliu atveju, teoriškai ištekliams privalo atsikurti, kai žvejojama Fmsy lygyje. TJTT rekomendacijose pateikia paskaičiavimus, kokios turėtų būti žvejybinės charakteristikos, kad būtų pasiektas MSY iki 2015 metų. Taip pat TJTT pateikia išteklių būklės vertinimus pagal žuvų išteklių planuose iškeltų tikslų įgyvendinimą.

Pagrindiniai daugiamečio menkių išteklių valdymo plano tikslai ir bendro leidžiamo sugauti kiekio paskaičiavimo principai

Daugiametis Baltijos menkių išteklių valdymo planas aprašytas 2007 m. rugsėjo 18 d. Tarybos reglamente (EB) Nr. 1098/2007, nustatančiame Baltijos jūros menkių išteklių ir jų žvejybos būdų daugiamečių planą bei iš dalies keičiančiame Reglamentą (EEB) Nr. 2847/93 ir panaikinančiame Reglamentą (EB) Nr. 779/97 (OL L 248, 2007 9 22, p. 1—10). Plane išdėstyti principai, kaip turi būti apskaičiuojamas bendras leidžiamas sugauti kiekis (BLSK) kiekvienais metais Rytiniais ir Vakariniams menkių ištekliams, atsižvelgiant į žvejybinį mirtingumą. Plano tikslai: 3-6 metų amžiaus Vakarinių menkių žvejybinis

mirtingumas turi tapti lygus arba mažesnis už 0,6; 4-7 metų amžiaus Rytinių menkių žvejišinis mirtingumas turi tapti lygus arba mažesnis už 0,3. Jeigu žvejišinis mirtingumas didesnis nei siektinas, tai BLSK turi būti nustatytas toks, kad žvejišinis mirtingumas sekančiais metais sumažėtų 10 proc., tačiau BLSK negali sumažėti daugiau nei 15 proc. Jeigu žvejišinis mirtingumas yra mažesnis nei siektinas, tai BLSK turi būti nustatytas toks, kad žvejišinis mirtingumas sekančiais metais taptų lygus siektinai žvejišinio mirtingumo reikšmei, tačiau BLSK negali padidėti daugiau nei 15 proc. Europos Komisija gavusi TJTT, Žuvininkystės mokslo, technikos ir ekonomikos komiteto nuomonę, kiekvienais metais Valstybių narių ministrų tarybai siūlo priimti reglamentą, numatantį bendrus leistinus menkių sugavimų kiekius (BLSK) Baltijos jūrai.

Vakarinių menkių išteklių būklė

TJTT atskaitos taškai, vertinant Vakarinių menkių išteklių būklę yra: Bmsy-tigger = Bpa = 23 000 t., Fmsy = 0,24. Nuo 2002 m. SSB svyruoja apie šią reikšmę. Tam, kad 2011 m. būtų pasiektas tikslas Fmsy = 0,24, 2011 m. turėjo būti nustatytas 8 100 t BLSK. Šiuo atveju BLSK 2011 m. sumažėtų 54 proc., o SSB 2012 m. padidėtų 55 proc. Tam, kad Fmsy reikšmė 0,24 būtų pasiekta iki 2015 m., BLSK 2011 m. turėjo būti 18 200 t. Šiuo atveju BLSK padidėtų 3 proc., o SSB 2012 m. – 18 proc. Norint pasiekti reglamente dėl daugiamečio menkių išteklių plano įtvirtintus tikslus, TJTT rekomendavo 2011 m. nustatyti 18 800 t BLSK (tada, pagal planą 3-6 m amžiaus menkių žvejišinis mirtingumas F 2011 m. sumažėtų 10 proc., lyginant su 2010 m. iki 0,65 reikšmės). Šiuo atveju BLSK padidėtų 6 proc., o SSB 2012 m. – 16 proc. SSB 2012 m. turėtų tapti apie 28 400 t. Toks pat BLSK 2011 m. buvo patvirtintas ir Europos Sąjungos ministrų tarybos.

F reikšmės 2007, 2008, 2009, 2010 m. buvo didesnės nei Fmsy reikšmė, todėl ištekliai dar vertinami kaip pergaudomi. SSB 2008 m. buvo žemiau, tačiau 2009 m., 2010 m. virš Bmsy-tigger ir Bpa reikšmių. Tai reiškia, kad išteklių reprodukcijos potencialas jau atstatytas. Didelę reikšmę išteklių dydžio paskaičiavimui turi jauniklių 1+ kartos dydis. Paskutinių 2 metų šių jauniklių kartos buvo artimos paskutinių 10 m. vidurkiui, tačiau 2004 - 2007 m. kartos buvo negausios. Lyginant su daugiamečiais pasipildymo svyravimais nuo 1970 m. dabartinis pasipildymas išlieka žemame lygyje, SSB svyruoja apie vidurkį nuo 1992 m., todėl tik toliau mažinant F galima tikėtis tolimesnio išteklių atsistatymo. Šiuo metu žvejiškos mirtingumas mažiausias nuo 1970 m., tačiau tai dar nepakankama reikšmė išteklių atsikūrimui.

Rytinių menkių išteklių būklė

TJTT pasiūlyti atsargaus priėjimo atskaitos taškai žvejišiniam mirtingumui yra Fpa=0,6, Flim=0,96. TJTT nusprendė, kad dėl žybaus mitybinės grandinės

pasikeitimo 1990 viduryje nustatyti atskaitos taškai $B_{pa}=240\ 000$ t, $B_{lim}=160\ 000$ t nebetinkami naudoti. TJTT mano, kad dabartinis SSB yra žymiai aukštesnis už hipotetinį B_{msy} -trigger. TJTT naudoja F_{msy} atskaitos tašką lygų 0,3, kuris lygus pasiūlytam menkių valdymo plane siektinai F_{target} reikšmei.

TJTT vertinimais 4-7 m. menkių žvejybinis mirtingumas 2008 m. buvo 0,25. Taigi jau 2008 m. buvo pasiektas daugiamečio menkių išteklių valdymo plano tikslas, kad F taptų mažesnis nei 0,3. Tuo pačiu 2008 m. buvo pasiektas MSY požiūrio tikslas, kad $F_{msy}<0,3$. 2009 m., 2010 m. F toliau mažėjo. 2011 m. prognozuojamas $F=0,17$. Tam, kad 2011 m. būtų pasiektas tikslas $F_{msy} = 0,3$, 2011 m. turėjo būti nustatytas 105 000 t BLSK. Šiuo atveju BLSK 2011 m. padidėtų 46 proc., o SSB 2012 m. padidėtų 4 proc. Tam, kad F_{msy} reikšmė 0,3 būtų pasiekta iki 2015 m., šiuo metu nieko daryti nebereikia, viskas pasiekta. Siekiant visų pirma įgyvendinti reglamente dėl daugiamečio menkių išteklių plano apibrėžtus apribojimus (BLSK sekančiais metais negali viršyti daugiau nei 15 proc.), TJTT rekomendavo 2011 m. nustatyti tik iki 64 000 t BLSK. Šiuo atveju F 2011 m. turėtų būti apie 0,17, o SSB 2012 m. padidėtų 15 proc. lyginant su 2011 m. SSB 2012 m. turėtų tapti apie 453 000 t. Toks pat BLSK 2011 m. buvo patvirtintas ir Europos Sąjungos ministrų tarybos. Jeigu ne daugiamečiame menkių išteklių valdymo plane numatyti apribojimai BLSK didinimui/mažinimui, TJTT 2010 m. būtų rekomendavusi 1,7 karto, o 2011 m. 1,6 karto didesnius BLSK.

Kadangi dabartinis F yra mažesnis už F_{lim} ir F_{pa} , TJTT vertina, kad ištekliai vartojami tausojančiai. F dar 2007 m. buvo didesnis nei užsibrėžtas F_{msy} , o 2008, 2009 m. jau mažesnis. 2011 m. prognozuojamas labai mažas $F=0,17$. SSB labai greitai išaugo nuo 105 000 t 2007 m. iki 294 000 t 2010 m. 2011 m. SSB prognozuojamas 384 600 t., o 2012 m. – 453 000 t. Toks žymus menkių biomasės padidėjimas didžiąja dalimi vyksta ir vyks šprotų (*Sprattus sprattus balticus*) ir strimėlių (*Clupea harengus membras*) išteklių sąskaita, todėl artimiausiu metu, dėl padidėjusio natūralaus mirtingumo galima prognozuoti šprotų ir strimėlių išteklių mažėjimo tendencijas. Didelę reikšmę Rytinių menkių išteklių dydžio paskaičiavimui turi jauniklių 2+ kartos gausumas. 2006 ir 2007 m. gimusios 2 metų amžiaus kartos buvo įvertintos kaip stipriausios nuo 1987 m., nors ir nesiekia nei vienu (išskyrus 1970 m.) 1966-1987 m. periodo metų kartų gausumo. Šiuo metu Rytinių menkių SSB didžiausia nuo 1989 m., o žvejybinis mirtingumas – mažiausias nuo 1966 m.

Europos Komisijos siekis sumažinti ir panaikinti išmetimus Baltijos jūroje

Išmetimai Jungtinių tautų Maisto ir žemės ūkio organizacijos ir Europos Komisijos pripažinti kaip viena didžiausių žuvininkystės nelaimių. Daug žuvų tiesiog išmetamos per bortą, nepaimant jų į krantą. Kai kuriuose žvejybos tipuose jie gali siekti iki 90 proc. sugavimo. Išmetimai yra ekologinė ir ekonominė

nelaimė, pakertanti žvejybos pramonės ateitį. Šiaurės Atlante išmetama apie 13 proc., Juodojoje ir Viduržemio jūrose apie 4,5 proc. sugavimų. Baltijos jūroje išmetimai mažiausi tarp visų Europos Sąjungos jūrinių vandens telkinių ir siekia apie 1,4 proc. Kadangi jie maži, tai buvo nuspręsta pirmiausia išmetimus sumažinti ir panaikinti Baltijoje. Europos Sąjungos Taryba kartu su Europos Komisija 2009 m. sutarė paruošti veiksmų planą kaip panaikinti išmetimus Baltijos jūroje. Europos Komisijos Jūrų reikalų ir žuvininkystės generalinis direktoratas 2010 m. pabaigoje paruošė ir Valstybėms Narėms išplatino dokumentą “Išmetimų panaikinimo Baltijos jūroje link” (angl. “Towards eradication of discards in the Baltic Sea”). Jame pateikti pirminiai sprendimų būdai ir veiksmai kaip bus panaikinti išmetimai Baltijoje. Nuo 2013 m. ištekliai bus valdomi nustatant nebe iškrovimų BLSK, bet sugavimų BLSK, įdiegta išmetimų draudimo kontrolės sistema, dabar išmetamos žuvis privalės būti vežamos ir iškraunamos krante. Toks išmetimų draudimas pakeistų visą žuvų patekimo į uostą ir panaudojimo grandinę, apimančią žvejybos įrankių selektyvumo pakeitimus, žvejų elgseną su žvejybos įrankiais, taip pat žuvų panaudojimą po to, kai jos bus iškrautos uoste. Lietuva gali susidurti su problema, kaip panaudoti šią, daug baltymų turinčią, biomasę. Kadangi didžioji dalis Baltijos šprotų ir strimėlių iškraunama ne žmonių maistui, o žuvų miltų gamybai, tai šių rūšių žvejyboje išmetimų beveik nėra. T.y., kas pagaunama, tas iškraunama. Didžiausi išmetimai nustatyti žvejojant menkes tralais. Tralais sugaunama apie 70 proc. visų menkių. TJTT vertinimu 2010 m. buvo išmesta apie 5-6 proc. visų sugautų menkių. Autoriaus skaičiavimu, tai atitinka apie 3500 t išmestų menkių. Pažymėtina, kad menkių išmetimai Baltijos jūroje yra dabartinio žvejybos reguliavimo ir egzistuojančių reglamentų rezultatas. Žuvų rūšiavimas pagal dydžius nėra didelė problema Baltijoje ir išmetimai susiję beveik vien tik su minimaliu žuvų iškrovimo dydžiu. Daugiausia menkių Baltijoje sugaunama tralais, todėl pabrėžtina tolesnė būtinybė gerinti tralų selektyvumą, pvz., mažinant dabartinį selektyvumo diapazoną, taip, kad būtų išvengta neverslinio dydžio žuvų sugavimų, bet tuo pačiu užkirstas kelias iš tralo pabėgti didelėms menkėms.

Išvados

1. Nepaisant to, kad dabartinis F Vakarinėms menkėms mažiausias nuo 1970 m., o SSB svyruoja ilgą laiką (nuo 1992 m.) apie vidurkį, pasipildymas jaunais (1+) individais išlieka žemas, todėl F privalo būti kryptingai mažinamas toliau. Panaši situacija ir su Rytinių menkių ištekliais. Nors dabartinis F mažiausias nuo 1966 m., o SSB aukščiausia nuo 1989 m., tačiau pasipildymas jaunais individais (2+) išlieka gana žemas, todėl F reikšmė turi būti toliau kontroliuojama, kad neviršytų 0,3.

2. Žemas žvejybinis mirtingumas ir didelė SSB nebegarantuoja menkių ištekliais gausaus papildymo jaunais individualais, dėl tinkamo nerštui vandens tūrio sumažėjimo ir santykinai didelių šprotų (šprotai maitinasi ir menkių ikrais) išteklių.
3. Žymus Rytinių menkių biomasės padidėjimas didžiąja dalimi vyksta šprotų ir strimėlių išteklių sąskaita, todėl artimiausiu metu, dėl padidėjusio natūralaus mirtingumo galima tikėtis šprotų ir strimėlių išteklių mažėjimo tendencijų. Jeigu ne daugiamečiame menkių išteklių valdymo plane numatyti apribojimai BLSK didinimui/mažinimui, TJTT 2010 m. būtų rekomendavusi 1,7 karto, o 2011 m. 1,6 karto didesnius BSLK.
4. Dėl labai didelės Rytinių menkių SSB ir mažo žvejybinio mirtingumo 2012 m. galima prognozuoti Rytinių menkių BLSK padidėjimą 15 proc. Daugelio Europos Sąjungos žuvų išteklių mažėjimo fone Baltijos jūros menkių išteklių didėjimo tendencijos džiuginančios.
5. Didelė galimybė, kad nuo 2013 m. bus įvestas absoliutus išmetimų draudimas Baltijos jūroje. Visos pagautos žuvis privalės būti iškrautos krante. Lietuva gali susidurti su problema, kaip panaudoti šią daug baltymų turinčią biomasę.
6. Išmetimų uždraudimas nuo 2013 m. taptų nauju išbandymu žuvininkystę administruojančioms institucijoms ir žvejybos įmonėms.

Literatūra

- Advisory Committee. ICES advice, 2008. Book 8. ICES Headquarters, Copenhagen.
- Advisory Committee. ICES advice, 2009. Book 8. ICES Headquarters, Copenhagen..
- Advisory Committee. ICES advice, 2010. Book 8. ICES Headquarters, Copenhagen..
- Advisory Committee. ICES advice, 2010. Book 1. ICES Headquarters, Copenhagen.
- ICES. 2010. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), 15 -22 April 2010, ICES Headquarters, Copenhagen. 621.
- Nielsen, E. E., Hansen, M. M., Schmidt, C., Meldrup D., Gronkjaer P., 2001. Population of origin of Atlantic cod. *Nature Vol, No. 6853*, 272.
- Nissling, Westin, 1997. Salinity requirements for succesful spawning of Baltic and Belt –sea cod and potential for cod stock interactions in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser* 152:261-271.
- 2007 m. rugsėjo 18 d. Tarybos reglamente (EB) Nr. 1098/2007, nustatančiame Baltijos jūros menkių išteklių ir jų žvejybos būdų daugiamečių planą bei iš dalies keičiančiame Reglamentą (EEB) Nr. 2847/93 ir panaikinančiame Reglamentą (EB) Nr. 779/97 (OL L 248, 2007 9 22, p. 1—10).
- Scientific, technical and economic committee for fisheries (STEF) opinion by written procedure, 2009. Review of scientific advice for 2010, advice on stocks in the Baltic Sea. Edited by Eskild Kirkegaard & Tiit Raid. European commission. Joint research centre. Ispra. 24 p.
- Scientific, technical and economic committee for fisheries (STEF) opinion by written procedure, 2010. Review of scientific advice for 2011, advice on stocks in the Baltic Sea. Edited by Eskild Kirkegaard & Hendrik Doerner. European commission. Joint research centre. Ispra. 30 p.

SMĖLIO NEŠMENŲ MIGRACIJOS YPATUMAI BALTIJOS JŪROS LIETUVOS ŽEMYNINIAME KRANTE

Rimas Žaromskis, Saulius Gulbinskas

*Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,
Klaipėda, rimas.zaromskis@cablenet.lt, saulius@corpi.ku.lt*

Didžiąją Lietuvos žemyninės pakrantės dalį sudaro jūrinės terasinės lygumos reljefas, vėliau papildęs eolinėmis formomis. Į šį reljefą Olando kepurės - Šaipių kaimo atkarpoje įsiterpia kalvoti dauboti pakraštiniai ledyniniai dariniai, krante sudarydami ryškius moreninio priemolio klifus arba kranto kyšulių „stuomenis“. Smėliu neapdengtos moreninio priemolio nuosėdos daugelyje vietų atsidendžia ir priekrantėje. Olando kepurės - Ošupio atkarpoje jos dažniausiai pasirodo 5-8 m gylyje, o Birutės kalno - Nemirsetos priekrantės ruože – vos 1,5 m gylyje.

Palei kranto linijos tiesą žemyniniame krante galima išskirti 5 skirtingas atkarpas:

1. Klaipėdos uosto - Olando kepurės – azimutas 351°.
2. Olando kepurės - Palangos tilto – azimutas 356°-358°.
3. Palangos tilto - Kunigiškių – azimutas 12°.
4. Kunigiškių - Šventosios uosto – azimutas 0-2°.
5. Šventosios uosto - sienos su Latvija – azimutas 351°.

Tokiu būdu, atskirų kranto atkarpų ekspozicija vyraujančių vėjų atžvilgiu gali skirtis maždaug 21°. Tarkime, pučiant vakarų vėjui, Palangos - Kunigiškių atkarpoje vyrautų nešmenų migracija į šiaurę, o Šventosios – sienos su Latvija ir Olando kepurės – Klaipėdos uosto atkarpose – į pietus. Atkarpose, kurių azimutas artimas 0° (Olando kepurė – Palangos tiltas ir Kunigiškiai – Šventosios uostas), turėtų vyrauti išilgai priekrantės skersinio profilio nukreipta nešmenų migracija. Ją dar paryškina kranto moreninių kyšulių fragmentai po vandeniu, kurie vieningą priekrantės purių nuosėdų lauką suskaido į segmentus – litodinamines - mezocirkuliacines celes (Жаромскис, Кирлис 1989). Viena ryškiausių mezocirkuliacinių celių yra tarp Nemirsetos kyšulio ir Palangos tilto.

Bangavimas bei kranto linijos ypatumai sukuria bangų energetinį srautą, t.y. tam tikras prielaidas nešmenų migracijai, bet dar neužtikrina nešmenų biudžeto. Taip šiauriau Klaipėdos esanti I - II Melnragės kranto zona nešmenimis daugiausia pasipildo iš medžiagos atneštos iš šiaurės ŠV rumbų bangavimų metu. Tuo tarpu stiprūs PV bangavimai sąlygoja išplovimo įlankos formavimąsi. Įlankos formavimosi tempai sustiprėjo po uosto molų rekonstrukcijos 2002 m. Iki 2009 m šiauriau molo krantas pasitraukė į rytus apie 20 m. Prie PV rumbų bangavimų nuosėdų mobilizacijos ir pernašos į šiaurę atkarpa prasideda tik apie 2 km nutolus nuo uosto molo. Taip II Melnragės - Girulių atkarpa, pučiant tiek PV,

tiek ŠV vėjams, įgauna tranzitinio kranto atkarpų bruožus, nors ir su deficitinių nešmenų balansu. Ši atkarpa turi ir dinaminės pusiausvyros atkarpoms būdingų bruožų: neblogai išvystytą sėklių zoną, vietomis besikeičiančius nešmenų akumuliacijos ir kranto abraziijos ruožus, dar masyvų, nors jau degraduojantį, kopagūbrį.

Nors morfologiškai ir nevientisa, bet bendrą vyraujančios pernašos kryptį išlaikanti kranto zonos atkarpa driekiasi tarp Olando kepurės ir Palangos tilto. Nuo Olando kepurės šiaurės kryptimi moreniniai dariniai priekrantėje pasirodo vis arčiau kranto, o Plazės ruožo profiliuose jie aptinkami jau vos 1 m gylyje. Tiesa, dar šiauriau purių nuosėdų laukas prasiplečia net iki 13 m, o paplūdimys pasiekia 35 m plotį. Tai tipiškas „litodinaminis koridorius“, jungiantis viršutinės ir apatinės kranto zonos dalies nuosėdų laukus.

Nemirsetos kyšulio link paplūdimio plotis - kaitus, kopagūbris – gerokai suskaidytas (Žilinskas ir kt. 2001). Pats kyšulys ir jo taša po vandeniu labai trukdo nešmenų migracijai į šiaurę, nes 2 m izobata nuo kranto nutolsta net 400 m. Tai sąlygoja nuosėdų kaupimąsi ties kyšuliu ir ypač į pietus nuo jo. Paplūdimio plotis čia dažnai viršija 50 m. Turima morfometrinių medžiaga leidžia daryti išvadą, kad į šiaurę nukreiptas nešmenų srautas tarp Olando kepurės ir Nemirsetos kyšulio nespėja pilnai išisotinti, todėl ši atkarpa laikytina srauto mobilizacijos zona. Esant ŠV rumbų bangavimams ir lokaliai efemeriskai medžiagos migracijai į pietus, Nemirsetos - Plazės atkarpa būna taip pat nešmenų mobilizacijos zona, skatinanti paplūdimio prasiplėtimą ties Olando kepurės kyšuliu.

Palangos priekrantę tarp Nemirsetos ir Palangos tilto skaido kyšulys ties Birutės kalnu. Jo reikšmę rodo tai, kad tarp Nemirsetos kyšulio ir Birutės kalno 1997 m. buvęs 45-50 m pločio paplūdimys iki 2002 m. prasiplėtė iki 60-70 m, o vietomis – net iki 90 m. Tokius pokyčius lėmė papildoma riedulių sancaupa, likusi ties Birutės kalno kyšuliuku po laivo „Star Trader“ avarijos ir jo gelbėjimui iškasto kanalo. Visoje Nemirsetos - Palangos atkarpoje vyrauja į šiaurę nukreiptas litogeninės medžiagos transportas, kuris dar labiau sustiprėjo po senojo promenadinio tilto demontavimo. Kartu čia ryški ir išilgai kranto skersinio profilio susidaranti cirkuliacija, kurią didina tarp kranto linijos ir moreninių gūbrių susidaranti vandens masių patvanka. Visos minėtos aplinkybės lemia aktyvų paplūdimio bei priekrantės dugno ardymą, o išplauta medžiaga papildo neprisotintą nešmenų srautą. Kranto arda labiausiai reiškiasi litodinaminės mezocelės centre, t.y. ties Dariaus ir Girėno gatve.

Palangos tilto - Kunigiškių atkarpoje krantas periodiškai ardomas, ypač pietinėje dalyje, bet šiauriau Rąžės žiočių kranto povandeniniame šlaite atsiranda vienas sėkliukas, o ties Vanagupe – net du. Nežiūrint to, ši atkarpa dar išlaiko nešmenų mobilizacijos zonoms būdingus bruožus: siaurą ištisinę nešmenimis padengtą priekratės juostą, ploną nešmenų dangą paplūdimyje, degraduojantį

apsauginį paplūdimio kopagūbrį. Šiandieninę situaciją čia lemia sumažėjęs nešmenų kiekis kranto povandeniniame šlaite ir dėl kranto linijos pasisukimo į ŠŠV labai sustiprėjusi į šiaurę nukreipta nešmenų pernašos atstojamoji.

Palangos tilto - Kunigiškių atkarpoje nešmenų transportavimo energijos atstojamoji pilnai prilygintina Preilos - Pervalkos atkarpai Kuršių nerijoje, bet srauto įsotinimui kranto zonoje tiesiog nepakanka nešmenų.

Kunigiškių - Šventosios uosto atkarpoje krantui pasisukus į šiaurę nuo ŠŠV krypties, į šiaurę nukreiptos nešmenų pernašos jėgos sumažėja ir padidėja nuosėdų kaupimosi galimybės. Svarbus vaidmuo čia tenka ir senajam Šventosios uosto molui, nes iki 1923 - 1924 m., t.y. iki molo statybos pradžios, kranto atkarpa tarp Ošupio ir sienos su Latvija buvo dinaminėje pusiausvyroje su ryškia medžiagos pernaša į šiaurę (Šimoliūnas, 1933). Latvių hidrotechnikas R. Knapsas nešmenų srautą ties Šventąja tuo laikotarpiu vertino nuo 200 000 iki 400 000 m³ per metus (Кнапс, 1978). Irstant senajam molui, šiaurės kryptimi jau gali būti pernešami 6-8 m gyliuose molo stabilizuoti nešmenys. Kartu silpnėja akumuliacijos procesų intensyvumas Ošupio - Šventosios uosto atkarpoje ir abrazijos procesų – į šiaurę nuo uosto. Tai leidžia teigti, kad ties Šventąja krantas pereina į uosto įrenginių suformuoto kyšulio išlyginimo fazę, o krantas šiauriau molo ima įgauti daugiau dinaminės pusiausvyros kranto bruožų. Tai patvirtina ir ties Būtingės naftos terminalu atlikti tyrimai (Žaromskis ir kt., 2008).

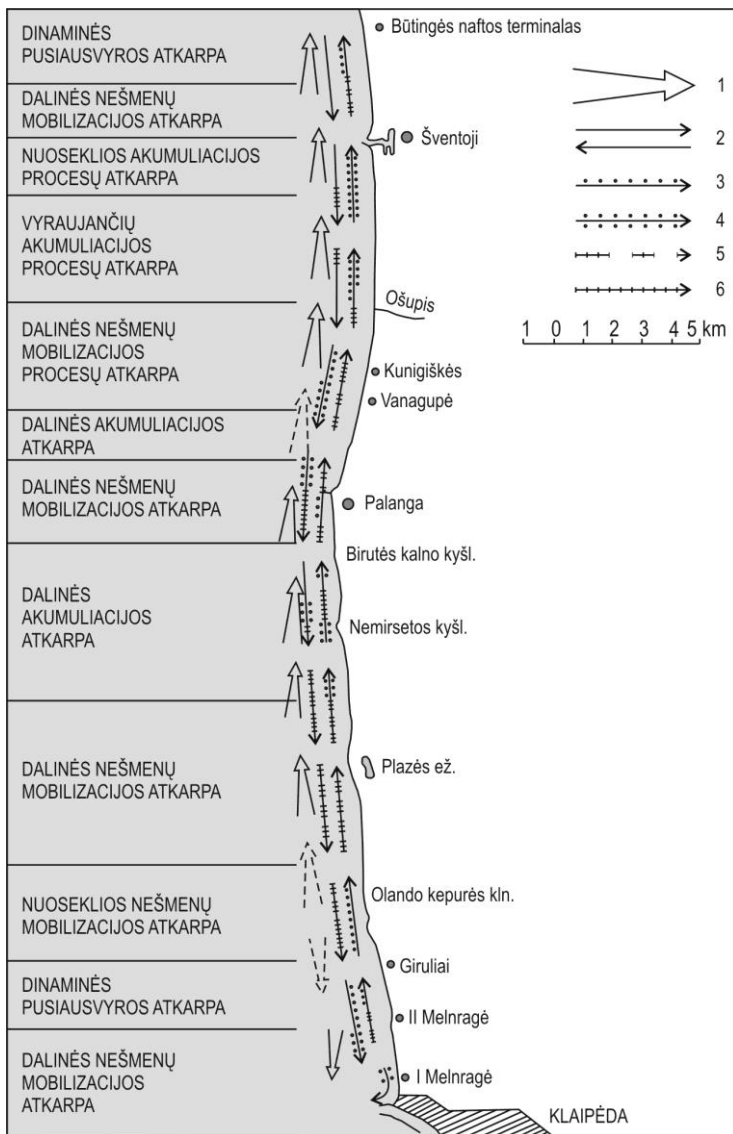
Remiantis atliktais tyrimais, įvertinus paskutiniųjų dešimtmečių nuosėdų biudžeto ir hidrometeorologinės sąlygos pokyčius bei antropogeninę veiklą, galima patikslinti anksčiau sudarytas kranto litodinamines schemas (Кирлис и др., 1974; Janukonis, 1994) (1 pav.).

Išvados

Skirtinga kranto zonos geologinė sąranga, kranto sąskaida kyšuliais, kranto linijos ekspozicijos vyraujančių vėjų atžvilgiu kaita, hidrotechninių įrenginių poveikis, netolygios maitinimo nešmenimis sąlygos, daugelyje gretimų litodinaminių segmentų lemia dažną litodinaminių sąlygų kaitą visoje žemyninio kranto zonoje.

Dėsningi perėjimai tarp nešmenų mobilizacijos, tranzito ir nuoseklios akumuliacijos atkarpų susidaro tik atkarpoj tarp Kunigiškių ir Šventosios uosto.

Kituose kranto zonos ruožuose pasireiškia tik daliniai, nepastovūs arba tik menką prioritetą įgavę litodinaminiai procesai.



1 pav. Žemyninio kranto litodinaminėjų procesų schema. 1 - priekrantinis nešmenų srautas; 2 - galimos nešmenų pernašų kryptys; 3 - dalinė nešmenų akumuliacija; 4 - nuosekli nešmenų akumuliacija; 5 - nešmenų dalinė mobilizacija; 6 - nuosekli nešmenų mobilizacija

Literatūra

- Janukonis, Z. 1994. Pietrytinės Baltijos jūros kranto zonos sandara, reljefas bei litomorfodinamika. *Geografinis metraštis* 28:212-234.
- Šimoliūnas, J. 1933. *Šventosios uostas*. Kaunas. 180.
- Žaromskis, R., Gulbinskas, S., Visakavičius, E. 2008. Jūros kranto zonos raidos tendencijos Lietuvos - Latvijos pasienio atkarpoje. *Jūros ir krantų tyrimai – 2008*. Konferencijos medžiaga. Klaipėda, 178-182.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D., Minkevičius, V. 2001. *Eoliniai procesai jūros krante*. Vilnius, 283.
- Жаромскис, Р., Кирлис, В. 1989. Влияние направления волнений на преобладающие процессы размыва и аккумуляции песчаных наносов в береговой зоне юго-восточной части Балтийского моря. *Тр. АН Лит. ССР, серия Б, т. 3(172)*, 138-142.
- Кирлис, В., Януконис, З., Жаромскис, Р. 1974. Морфодинамические особенности верхней части подводного берегового склона юго-восточного сектора Балтийского моря (2. Коренной берег). *Тр. АН Лит. ССР, серия Б, т. 6(85)*, 165-172.
- Кнапс, Р. Я. 1978. Из опыта строительства оградительных сооружений на отмелем песчаном побережье Юго-Восточной Балтики (рукопись). Отчет Проектного института Латтипропром. Рига.

UOSTO ATSTATYMO ĮTAKA POILSIAUTOJŲ SKLAIDAI ŠVENTOSIOS REKREACINĖJE ZONOJE

Gintautas Žilinskas¹, Jolita Eidikonienė²

¹*Klaipėdos universiteto Jūrinio kraštovaizdžio mokslo institutas, Klaipėda,
zilinskas@geo.lt*

²*Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas, Vilnius*

Šventoji – populiarus Lietuvos gyventojų vasaros atostogų praleidimo vieta. Graži gamta, platūs paplūdimiai, trumpas atstumas nuo nakvynės vietų iki jūros, neintensyvus eismas, o labiausiai, turbūt santykinai nedidelės apsisistojimo kainos ypač vilioja Šventojoje atostogauti šeimas su vaikais bei mažesnes finansines pajamas turinčius poilsiautojus. Antra vertus, nedidelis atstumas iki Palangos miesto centro – tik 13 km (kurioje vasarą liepos ir rugpjūčio mėnesių savaitgaliais sunku rasti kur apsistoti, o be to ir brangu), sudaro galimybę (jei norima daugiau pramogų) lengvai ją aplankyti visuomeniniu transportu, nuosavu automobiliu arba dviračiu (tam yra neseniai įrengtas Šventąją su Palanga jungiantis dviračių takas).

Dėl aukščiau paminėtų patrauklių savybių Šventojoje, kurioje šiuo metu gyvena tik apie 1800 vietinių gyventojų, vasarą, piko metu, savaitgaliais ilsisi dažnai net iki 80 000 poilsiautojų (Gliožerienė, 2009).

Šventoji, įsikūrusi prie upės žiočių - sena žvejų gyvenvietė, kuri pradeda minėti istoriniuose šaltiniuose nuo 1429 m. (Balčius, 1999). Kad Šventoji buvo pakankamai žinoma jau XVI a., rodo ir jos (Heyligaw) pažymėjimas greta kitų svarbiausių to meto Pietryčių Baltijos uostų (Klaipėdos – Memel, Liepojos – Liba) olandų kartografo H. Zell sudarytame ir 1542 m. išleistame žemėlapyje (Žaromskis, 1998). Tačiau, nepaisant senos ir įdomios istorijos, gražių apylinkių bei patrauklių paplūdimių, Šventosios gyvenvietė kaip vasarvietė pradėjo garsėti tik XX a. 7-8 dešimtmetyje, kai poilsio sistemos formavimas buvusioje Sovietų Sąjungoje įgavo masinį pobūdį. Tiesa, dar 1937 m. pradėjus statyti naujai suplanuotą Šventosios gyvenvietę, buvo siekiama ją padaryti patrauklesne poilsiautojams, tačiau netrukus prasidėjęs II-asis Pasaulinis karas bei po jo sekusi suirutė atitolino šiuos siekius.

Šventosios, kaip rekreacinės zonos, plėtra „įgavo pagreitį“ 1965 - 1967 m., kai Darbo žmonių deputatų tarybos vykdomieji komitetai gavo teisę skirti žemės sklypus Lietuvos Respublikos įstaigų ir organizacijų poilsio bazių, žinybinių įstaigų ir įmonių vilų bei poilsio namelių kompleksų statyboms. Pastarieji tapo ypač populiarūs Šventojoje. Be to, 1969 – 1972 m. tuometinės Vyriausybės sprendimu iš Juodkrantės (siekiant apsaugoti Neringą nuo per didelio poilsiautojų srauto) į Šventosios gyvenvietę buvo perkelta ir pastatyta daugiau nei 200 namelių. Kad Šventoji ilgą laiką buvo nepatraukli rekreacijai rodo ir tai, kad

kurortu ji tapo tik 1975 m., kai buvo prijungta (iki tol priklausė Kretingos rajonui) prie tokį statusą jau seniai turėjusios Palangos. Tuo tarpu, kai kitos Lietuvos pajūrio vasarvietės kurorto statusą gavo dar 1933 m, o Palanga – net 1909 m. Nepaisant to, kad Šventoji „jauniausias“ Lietuvos pajūrio kurortas, vasarą poilsiautojų skaičiumi Lietuvoje ji nusileidžia tik Palangai. Pažymėtina, kad kol kas Šventoji poilsiautojų lankoma tik vasaros metu, o rudenį, žiemą bei pavasarį nei poilsiautojai, nei turistai į ją beveik neatvyksta. Dabartinį kurorto įvaizdį gadina apleisti statiniai, kurių yra apie tūkstantis, pavirtę gelžbetonio laužais ir šiukšlynais (Gliožerienė, 2009). Tikėtina, kad dalį šių pastatų atnaujins, o kitus nugriovus ir pavykus išjudinti „laike užstrigusius“ projektus – pramoginį jūrų uostą (numatoma statybų pradžia 2011 m.) bei vandens pramogų parką, pritaikius Šventosios upę turizmo tikslams ir kt. – norinčių poilsiauti skaičius Šventojoje dar labiau padidės, o poilsio sezonas pailgės.

Siekiant nustatyti poilsiautojų sklaidos ypatumus 2008 m. liepos 23 d. ir 2009 m. liepos 24 bei rugpjūčio 21 d. Šventosios rekreacinės zonos pliažuose buvo atlikti poilsiautojų pasiskirstymo tyrimai. Tyrimus atliko 4 stebėtojai. Ankstesniuose tyrimuose (Žilinskas ir kt., 2003) nustatyta, kad poilsiautojų srautas dienos bėgyje pasiekia maksimumą 13–14 val. Todėl, siekiant korektiškai palyginti poilsiautojų srauto pasiskirstymą jūros krante tarp šiaurinės ir pietinės Šventosios rekreacinės zonos dalių, poilsiautojų apskaita abiejose zonose buvo pradėdama tuo pat laiku – 13 val. Poilsiautojų skaičius rekreacinėse zonose buvo fiksuojamas kas 100 metrų atstumas nustatomas GPS odometru). Šiame darbe nustatant poilsiautojų sklaidos erdvėje ypatumus naudotasi procentiniu poilsiautojų pasiskirstymu. Straipsnyje pateikiami apibendrinti (trijų stebėjimų) duomenys. Tyrimų metu taip pat buvo atliekama pliažuose bei užkopėje esančių rekreacinės infrastruktūros elementų (privažiavimų bei priėjimų prie jūros, automobilių stovėjimo aikštelių, gelbėjimo stočių bei punktų, persirengimo kabinų, suoliukų, šiukšliadėžių, konteinerių, tualetų, maitinimo punktų ir kt.) apskaita ir kartografavimas. Šiais duomenimis pasinaudota nustatant rekreacinės infrastruktūros įtaką poilsiautojų sklaidai jūros krante.

Visa Šventosios rekreacinė zona palei krantą tęsiasi apie 4400 m. Pagal P. Kavaliausko klasifikaciją (Kuršių..., 1999), šią zoną galima priskirti išvystytos rekreacinės infrastruktūros modeliui.

Šventosios upės žiotys bei pietinio Šventosios uosto molo liekanos visą rekreacinę zoną dalina į dvi dalis: šiaurinę ir pietinę. Kadangi Šventosios miestelio šiaurinė dalis daugiau nei 3 kartus mažesnė už pietinę, tai ir poilsiautojų jūros krante šioje zonoje apsistoja mažiau nei pietinėje (atitinkamai 34% ir 66%).

Šventosios rekreacinėje zonoje pliažų teritorijos (pažymėtos riboženkliais) užima didesniąją rekreacijai išskirto kranto ruožo dalį (60%). Pliažų ribose geriausiai išvystyta rekreacinė infrastruktūra, todėl juose susitelkia didžioji dalis poilsiautojų (apie 85,3%). Ne pliažų zonai tenka 14,7% poilsiautojų. Šventosios

rekreacinei zonai (ypač pietinei jos pusei) būdinga didelė rekreacinė erdvė, todėl poilsiautojų už jos ribų (ypač šiaurinėje dalyje) aptinkama nedaug, o kartais (vėsesnėmis dienomis) jų ten ir visai nebūna. Antra vertus, poilsiautojų sklidai už rekreacinės zonos šiaurėje riboja Būtingės geomorfologinis (kopų) draustinis, kuriame siauras (25-35 m) bei žemas (1-2,5 m) paplūdimys (Žilinskas ir kt., 2001) nėra patrauklus nei kaitinimuisi saulėje, nei maudymuisi. Be to, šiame ruože jaučiama ir Būtingės naftos terminalo bei Palangos nuotekų išleidėjo technogeninė įtaka. Tačiau pavieniai (dažniausiai nuo 2 iki 5 – 100 m atkarpoje) poilsiautojai sutinkami ir čia. Tai dažniausiai prie Kuršių tako esančių sodybų ar namelių gyventojai bei jų svečiai. Pietuose Šventosios rekreacinė zona ribojasi su Palangos rekreacine zona, todėl šioje dalyje poilsiautojų sutinkama nuolat, nors ir nedidelis kiekis.

Vasarą, geru oru, rekreantai sutinkami visoje Šventosios rekreacinėje zonoje, tik kai kuriose jos atkarpose jų būna visai nedaug, ten jie tesudaro iki 1% nuo visų šios zonos poilsiautojų. Tokios atkarpos (apie 700 m ilgio) išsidėsčiusios Šventosios rekreacinės zonos pakraščiuose, t. y. šiauriausioje ir piečiausioje jos dalyse. Šiose vietose rekreacinės infrastruktūros elementų yra minimaliai arba iš viso jų nėra. Poilsiautojų skaičiaus sumažėjimas stebimas ir šios zonos vidurinėje dalyje – Šventosios upės žiočių rajone (1 pav.). Apie rekreacinės infrastruktūros išvystymą Šventosios rekreacinėje zonoje galima spręsti iš 1 lentelėje pateikiamų duomenų. Infrastruktūros objektų lokalizacija jūros krante parodyta 1 paveiksle.

Šventosios rekreacinės zonos skirtingo tipo pliažuose rekreantai pasiskirsto netolygiai: daugiausiai žmonių koncentruojasi bendruosiuose pliažuose (80,4%), moterų pliažas pritraukia apie 3,7%, o nudistų – tik 1,2% poilsiautojų. Tiesa, skiriasi ir skirtingo tipo pliažų ilgis.

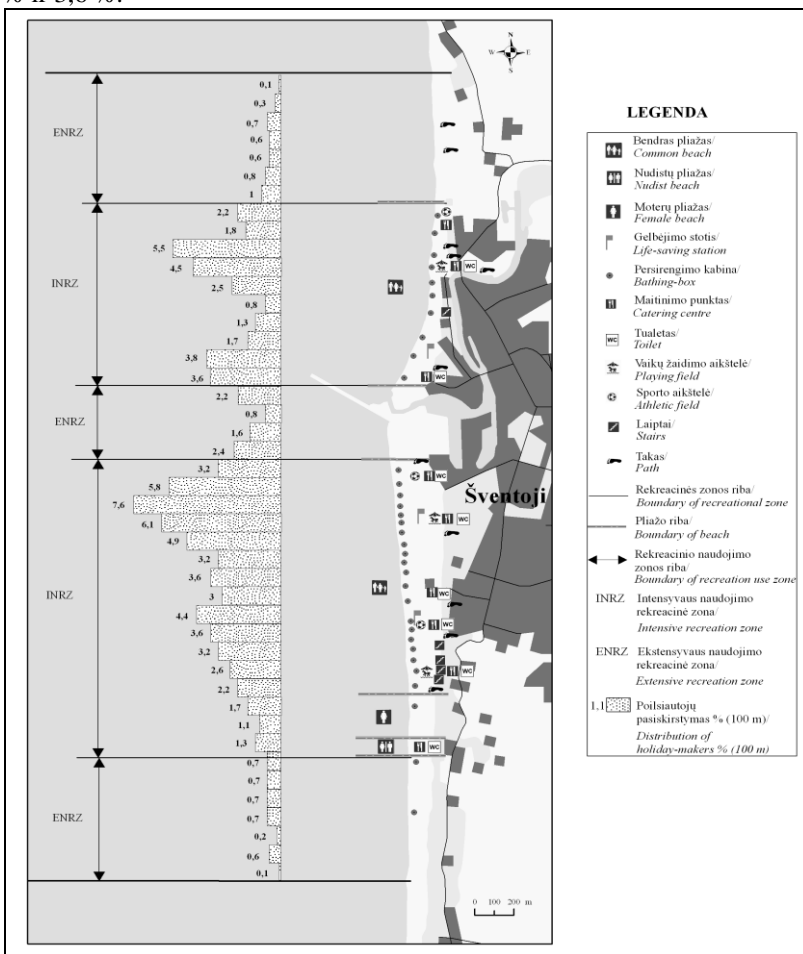
1 lentelė

Rekreacinės infrastruktūros objektų kiekis Šventosios jūros krante (2009)

Rekreacinės infrastruktūros objektai	Vnt.
Gelbėjimo stotis	3
Persirengimo kabinos	33
Suoliukai	28
Šiukšliadėžės	161
Tualetai	8
Paplūdimio sporto aikštelė	3
Vaikų žaidimo aikštelė	3
Maitinimo punktai	9
Automobilių stovėjimo aikštelė	2
Informacinis stendas	2
Laiptai į pliažą	5

Atlikus surinktų Šventosios krante poilsiautojų srauto sklaidos intensyvumo ir rekreacinės infrastruktūros objektų koncentracijos duomenų analizę buvo

išskirtos dvi intensyvaus (INRZ) ir trys ekstensyvaus (ENRZ) naudojimo rekreacinės zonos (1 pav.). INRZ sudaro 59,5%, o ENRZ - 40,5% viso Šventosios rekreacinės zonos užimamo kranto ruožo ilgio. Intensyvaus naudojimo zonos susitelkusi didžioji dalis besišilsinčiųjų šioje zonoje - 85,3%, o ekstensyvaus - 14,7% nuo visų poilsiautojų. Šiaurinėje INRZ priskaičiuojama 27,7%, o pietinėje - 57,6%. Vidurinėje ekstensyvaus naudojimo rekreacinėje zonoje susirenka apie 7% rekreantų, tuo tarpu šiaurinėje ir pietinėje ENRZ tesulaukiama atitinkamai 4,1% ir 3,6 %.



1 pav. Poilsiautojų srauto pasiskirstymas Šventosios rekreacinėje zonoje

Akivaizdu, jog poilsiautojų sklaida tarp INRZ ir ENRZ yra netolygi. Kad poilsiautojų apkrova išilgai Šventosios rekreacinės zonos pasiskirstytų tolygiau, būtina rekreacinės infrastruktūros plėtra ekstensyvaus naudojimo rekreacinėse zonose. Tokiu būdu jūros krantas patirtų mažesnę rekreacinės apkrovos įtaką intensyvaus naudojimo rekreacinėse zonose ir taip bent dalinai būtų išsaugoti natūralūs kranto kraštovaizdžio elementai maksimalios rekreacinės apkrovos vietose.

Būtinybė labiau pritaikyti poilsiavimui Šventosios ekstensyvaus naudojimo rekreacinių zonų kranto ruožus sietina ir su Šventosios uosto statybomis, kurios numatomos pradėti jau 2011 m. Numatomas atstumas tarp būsimų Šventosios uosto molų krante sieks apie 510 m, dar apie 100 m užims patys molai bei jų prieigos (Šventosios..., 2003). Vadinasi, centrinėje Šventosios dalyje bus eliminuotas apie 610 m kranto ruožas, kuriame dabar susirenka apie 14 % Šventosios rekreacinėje zonoje besiilsinčių žmonių. Šis rekreacinės erdvės sumažėjimas dar labiau padidins rekreacinę apkrovą likusioje Šventosios intensyvaus naudojimo rekreacinės zonos dalyje.

Antra vertus, tikėtina, kad dėl padidėsiančios krantų erozijos pavėjinėje (šiaurinėje) būsimo uosto molų pusėje, rekreacinė paplūdimių talpa šioje dalyje stipriai sumažės. Tačiau, dėl suintensyvėsiančios sąnašų akumuliacijos, o to pasekmėje ir plėtėsiančių paplūdimių, turėtų padidėti rekreacinė talpa priešvėjinėje (pietinėje) Šventosios rekreacinės zonos dalyje. Todėl, jūros krante, atstačius Šventosios uostą, šiaurinėje jo pusėje ir poilsiautojų turėtų sumažėti, o pietinėje pusėje - padidėti. Tai, savo ruožtu, paskatins spartesnę rekreacinės infrastruktūros plėtrą pietinėje Šventosios rekreacinės zonos dalyje. Be to, pastačius uostą bus nutraukta šiuo metu (dienos bėgyje) vykstanti poilsiautojų migracija tarp šiaurinės ir pietinės Šventosios rekreacinės zonos dalių.

Literatūra

- Balčius, M. 1999. Elija ir Būtingė. Kn. *Palangos istorija* (sud. V. Žulkus). 193–216.
- Gliožerienė, A. 2009. Šventoji sieks tapti šeimos kurortu. www.visasverslas.lt/portal/article/4959
- Kuršių nerijos rekreacinės infrastruktūros vystymo tikslinė programa (vad. P. Kavaliauskas). 1999. Vilnius: UAB „Vilniaus archprojekta“.
- Šventosios jūrų uosto atstatymo galimybių studija. 2003. Vilnius-Klaipėda: LR susisiekimo ministerija, Vandens transporto departamentas.
- Žeromskis, R. 1998. *Šventosios uostas*. Vilnius: Baltic ECO, 51.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D., Minkevičius, V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius: Geologijos ir geografijos institutas, 283.
- Žilinskas, G., Akevičiūtė, J., Jarmalavičius, D. 2003. Poilsiautojų srauto dinamikos laike ypatumai Kuršių nerijos jūriniam krante. *Geografijos metraštis* 36(2):174–181.

AUTORIŲ SĄRAŠAS

Anusauskas F.	44	Montvydienė D.	122
Bacevičius E.	27, 239	Morkūnas J.	174
Bačauskienė M.	101	Morkūnienė R.	67, 176
Bagdanavičiūtė I.	255	Narščius A.	179
Bajerčiūtė A.	35	Näslund J.	183
Belous O.	53	Navašinskienė J.	192
Bernotaitė R.	41	Olenin S.	21, 101, 157, 179
Bitinas A.	60, 71	Olenina I.	101, 197, 251
Blažauskas N.	44	Pakamorienė A.	200
Bučas M.	48, 239	Paškauskas R.	118
Burba A.	122	Pečiulienė M.	114, 205
Burškytė V.	53	Petraitis A.	208, 210
Castren K.	174	Petrėnaitė D.	27
Dailidienė I.	192	Plauška K.	212
Damušytė A.	60, 71	Pupienis D.	35, 217
Daunys D.	21, 71, 74, 239	Pustelnikovas O.	224
Daunaravičienė A.	67	Repečka R.	227
Demereckienė N.	78	Ruginis T.	89
Didrikas T.	81, 183	Slučkaitė A.	122
Dovydaitytė A.	89	Stakėnienė R.	96, 152
Fedotova J.	91	Statkus R.	232
Ferrarin Ch.	264	Styra D.	67
Gailiušis B.	147	Suzdalev S.	44, 110
Galkus A.	96, 152	Svecevičius G.	122
Gasiūnaitė Z.	21	Šaškov A.	183, 238
Gelžinis A.	101	Šečkus J.	71
Gerok D.	109	Šeiriienė V.	60
Grigelis A.	10	Šiaulys A.	74, 239
Grigienė A.	60	Šlauteris A.	60
Gulbinskas S.	21, 110, 272	Špėgys M.	27
Jankauskienė R.	212	Taraškevičius R.	240
Jarmalavičius D.	217	Tarvydienė D.	246
Jasaitis D.	114, 205	Taujanskis E.	122
Jokšas K.	96, 152	Toliušis Š.	27
Karosienė J.	118, 139	Umgiesser G.	264
Kasperovičienė J.	139, 260	Uznytė R.	210
Kataržytė M.	21	Vaičiūtė D.	248
Kazlauskienė N.	122	Vaikutienė G.	251
Kelpšaitė L.	132	Verikas A.	101
Kontautas A.	134	Visakavičius E.	255
Koreivienė J.	139	Vitonytė I.	260
Kregždys Ž.	27	Vosylienė M.Z.	122
Kriaučiūnienė J.	147	Zaiko A.	74, 157, 179
Kubilius R.	81	Zakarauskas M.	71
Lagunavičienė L.	96, 152	Zemlys P.	264
Laureckaitė G.	157	Zolubas T.	134, 265
Lužanienė G.	161	Žaromskis R.	262
Marčiulionienė D.	122	Žilinskas G.	217, 277
Mickuvienė K.	166		
Molodkov A.	60		

