

3-oji mokslinė – praktinė konferencija

**JŪROS IR KRANTŲ TYRIMAI - 2009**

**Konferencijos medžiaga**

2009 balandžio 8-10  
Nida

Klaipėda, 2009

#### ORGANIZATORIAI:

Klaipėdos Universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas

Krantotyros komisija prie Lietuvos mokslų akademijos

Vilniaus universiteto Ekologijos institutas

Geologijos ir geografijos institutas

Botanikos institutas

Baltijos aplinkos forumas

#### MOKSLINIS KOMITETAS:

Prof. Rimantas Didžiokas, Klaipėdos universitetas

Dr. Zita Gasiūnaitė, KU BPATPI

Prof. Algimantas Grigelis, LMA Geomokslų sekcija

Dr. Kęstutis Jokšas, Geologijos ir geografijos institutas

Prof. Kęstutis Kilkus, Krantotyros komisija prie LMA

Prof. Vytautas Paulauskas, Klaipėdos universitetas

Dr. Rimantas Repečka, VU Ekologijos institutas

Prof. Egidijus Trimonis, Vilniaus universitetas

Prof. Rimas Žaromskis, Klaipėdos universitetas

#### ORGANIZACINIS KOMITETAS:

Dr. Saulius Gulbinskas, KU BPATPI

Rosita Milerienė, KU BPATPI

Simona Mačiukaitė, KU BPATPI

#### LEIDINIO REDAKTORIAI:

Dr. Saulius Gulbinskas, KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas

Dr. Zita Gasiūnaitė, KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas

#### VIRŠELIS:

Vitalija Gasiūnaitė

#### KONFERENCIJĄ REMIA

Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas

#### RĖMĖJAI:

LR Aplinkos ministerija

Klaipėdos apskrities viršininko administracija

Neringos miesto savivaldybė

AB „Vakarų laivų gamykla“

Statybų bendrovė Möbius

UAB „Neo Group“

UAB „Alveta“

UAB „Klaipėdos hidrotechnika“

UAB „Labochema“

UAB „Vildoma“



## PRATARMĖ

Mokslinė praktinė konferencija „Jūros ir krantų tyrimai - 2009“ organizuojama jau trečią kartą ir tampa tradiciniu nacionaliniu renginiu, sukviečiančiu visus, kurie neabejingi Baltijos jūros bei pajūrio problemoms. Ankstesnių konferencijų veikla parodė, kad Lietuvoje yra didelis jūrinio mokslo potencialas ir reikalinga aktyvi mokslinė diskusija aktualiaisiais jūros išteklių naudojimo ir apsaugos klausimais.

Naujos perspektyvos Lietuvos jūriniam mokslui atsiveria integruojantis į bendrą Europos sąjungos mokslo erdvę ir siekiant įgyvendinti Europos jūrų politiką bei Europos jūrų ir jūrininkystės mokslinių tyrimų strategiją „Nuosekli Europos mokslinių tyrimų erdvės sistema tausiam vandenynų ir jūrų naudojimui remti“.

Konferencija „Jūros ir krantų tyrimai - 2009“ skirta jūros ir kranto zonos tyrimams, krantotvarkos, Pajūrio regiono darnaus vystymo ir integruoto kranto zonos valdymo problemoms spręsti. Siekiant didesnės integracijos konferencijos tematika apima jūrinės aplinkos ir jūrinių technologijų klausimus.

Konferencijos temos:

- jūros dugno geologinė sandara ir paleogeografinė raida
- kranto zonos procesai ir krantotvarka
- jūros ir priekrantės vandenų kokybė
- jūros ir krantų bioįvairovė ir ekosistemų funkcionavimas
- uostų vystymas ir jūrinės technologijos
- pajūrio ir jūrinių teritorijų planavimas bei integruotas kranto zonos valdymas

Lietuvos mokslininkai vis aktyviau dalyvauja vykdant įvairius tarptautinius Baltijos jūros ir kranto zonos tyrimų projektus. Šių projektų rezultatai vis plačiau atsispindi konferencijos pranešimuose.

Didėjantį mokslo vaidmenį sprendžiant praktinius klausimus rodo LR Aplinkos ministerijos, Klaipėdos apskrities viršininko administracijos, Neringos m. savivaldybės bei verslo organizacijų

parodytas dėmesys ir suteikta parama, už kurią esame visiems nuoširdžiai dėkingi. Konferenciją parėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

Šiais metais konferencija vyksta Kuršių nerijoje – viename gražiausių Baltijos pajūrio gamtos vietų, tačiau ši, Nacionalinio parko ir UNESCO saugoma, teritorija reikalauja ypatingo mokslininkų dėmesio, siekiant subalansuoti aplinkosauginius prioritetus su didėjančia urbanizacijos ir intensyvaus turizmo grėsme.

Tikimės, kad konferencija „Jūros ir krantų tyrimai - 2009“ dar labiau paskatins mokslininkų bendradarbiavimą, leis susipažinti su moksliniais pasiekimais plačiai visuomenei bei bus naudinga ieškant sudėtingų darnios pajūrio plėtros problemų sprendimų.

## TURINYS

Anusauskas F., Gulbinskas S., Langas V. Naftos išsiliejimų rizikos prevencija Būtingės terminale išaugus importuojamos naftos kiekiui ir avarių likvidavimo problemos	13
Bitinas A., Damušytė A., Molodkov A. Kvartero geologinė sandara Klaipėdos sąsiaurio regione	20
Bubinas A., Vaitonis G. Kuršių marių pašarinio zoobentosos bendrijų reikšmė žuvų mityboje	24
Bučas M., Daunys D., Zemlys P. Vertingiausių rifų pasiskirstymas Lietuvos priekrantėje: stebėjimo ir modeliavimo rezultatai	28
Dagys M., Raudonikis L. Vandens paukščių pasiskirstymas ir gausumas Lietuvos teritoriniuose vandenyse	30
Dailidienė I. Hidrometeorologinių faktorių poveikis litodinaminiam procesams Baltijos pajūryje	34
Damušytė A. Iškastiniai moliuskai Lietuvos pajūrio zonoje – paleoekologinių sąlygų indikatoriai	40
Daunys D., Bučas M., Olenin S., Šiaulys A., Šaškov A. Lietuvos priekrantės dugno buveinių inventorizacijos rezultatai ir gamtosaugos perspektyvos	46
Demereckienė N. Faktiniai daugiamečiai zooplanktono pokyčiai Kuršių mariose ir Baltijos jūroje	48
Didžiulis V., Leinikki J. Povandeninių biotopų, landšaftų bei rūšių paplitimo kartografavimas Suomijos įlankoje - projektai, metodai, rezultatai	56
Eidikonienė J. Poilsiautojų srauto dinamika Kuršių nerijos jūriniame krante	59
Ežerskis G. Jūrinių tyrimų ir stebėjimų davikliai: apžvalga ir jų	66

## taikymas

Gailiušis B., Kriaučiūnienė J. Klaipėdos uosto plėtros galimybių vertinimas	70
Galkus A., Jokšas K., Stakėnienė R., Lagunavičienė L. Klaipėdos sąsiaurio vandens rodiklių sezoninė dinamika	74
Garnaga G., Jančiauskienė V., Kondratjeva L. Teršiančių medžiagų koncentracijos Lietuvos Baltijos jūros priekrantės dugno nuosėdose ir moliuskuose	81
Grecevičius P., Dubra V., Abromas J., Baravykaitė D., Rimkus A. Kuršių nerijos gyvenviečių kraštovaizdžio architektūros erdvinės ir funkcinės struktūros diversifikacijos tendencijos	84
Gulbinskas S. Blažauskas N. Trimonis E. Smėlio išteklių Kuršių – Sambijos plynaukštėje (Juodkrantės – Preilos rajonas) panaudojimo krantų tvarkymui galimybės	91
Jakimavičius D., Kovalenkoviėnė M. Upių prietaka į Kuršių marias klimato kaitos fone	98
Jankauskienė R., Mikalauskaitė A. Sausumos šoniplaukų ( <i>Talitrus saltator</i> , Montagu, 1808) pasiskirstymas Baltijos jūros Lietuvos paplūdimyje	104
Jarmalavičius D. Defliacinių griovų formavimosi ir jų neutralizacijos tyrimai Kuršių nerijoje	110
Jokšas K., Stakėnienė R., Galkus A., Lagunavičienė L. Klaipėdos sąsiaurio vandens užterštumas	116
Jurkin V., Dailidienė I. GIS metodų taikymas Baltijos jūros ekologinių zonų kartografavimui	122
Karosienė J., Šulijienė R., Paškauskas R. Epifitono struktūra ir produktyvumas Kuršių marių makrofitų sąžalynuose – tyrimų aktualijos ir perspektyvos temperatinėse priekrantės lagūnose	125
Kasperovičienė J., Vaičiūtė D. Potencialiai toksinių	131

fitoplanktono rūšių erdvinis pasiskirstymas šiaurinėje Kuršių marių dalyje 2004-2005 m.		Pupienis D. Ar egzistuoja Baltijos jūroje vandens masės	203
Kazlauskienė N. Naftos subletalus poveikio žuvims ankstyvoje ontogenezeje ypatumai	138	Pustelnikovas O. Pietryčių Baltijos baseinų raida sedimentacinių ir neotektoninių tyrimų duomenimis	208
Kelpšaitė L., Soomere T. Bangų sukeltos sedimentų pernašos įvertinimas	143	Pūtys Ž. Juodkrantės kolonijoje perinčių didžiųjų kormoranų <i>Phalacrocorax carbo sinensis</i> mityba	213
Kučinskienė A., Krevš A. Organinių medžiagų mineralizacijos ypatumai Kuršių marių dugno nuosėdose	148	Razinkovas A. Pilkaitytė R., Paškauskas R. Azoto junginių balansas Kuršių Mariose: ar pagerinsime vandens kokybę mažindami Nemuno baseino taršą?	216
Langas V. Naftos gavybos pietryčių Baltijoje socialinio poveikio aspektai	154	Repečka R. Kuršių marių žuvų išteklių būklė	217
Ložys L., Repečka R., Pūtys Ž. Ictiologinių tyrimų ir alternatyvių verslinės žvejybos metodų vertinimo Lietuvos priekrantėje rezultatai	165	Šečkus J. Pietrytinės Baltijos jūros vandens lygio izostatiniai pokyčiai holoceno metu taikant geologinio modeliavimo metodus	220
Lukšienė B., Morkūnienė R., Druteikienė R., Gvozdaitė R., Girgždys A. Pajūrio ekosistemų radioaktyviosios taršos vertinimo svarba ir ilgalaikių tyrimų rezultatai	167	Šiaulys A., Daunys D. Biologinių ir aplinkos faktorių vaidmuo formuojant dugno faunos bendrijas smėlio seklumose	227
Marčiulionienė D., Mažeika J., Paškauskas R. <sup>137</sup> Cs akumuliacija ir sklaida Nemuno upės ir Kuršių marių dugno nuosėdose	173	Šulčius S., Staniulis J., Paškauskas R. Virusai Kuršių marių vandenyse: įvairovė, gausa ir paplitimas	229
Narščius A., Bukontaitė R. Invazinės rūšies <i>Dreissena polymorpha</i> plitimas ir biologinės taršos nustatymas	180	Taraškevičius R. Sunkieji metalai gretimų Klaipėdos LEZ gyvenamųjų kvartalų dirvožemyje	235
Navašinskienė J., Dailidienė I. Klimato kaita: oro temperatūros ir kritulių pokyčiai Nidoje	186	Tarvydienė D. Bretlingių išteklius Baltijos jūroje ir LEZ įtakojantys veiksniai	239
Nikienė N. Bendroji vandens politikos direktyva (2000/60/EB) – siekiant švaresnės Baltijos jūros	189	Trimonis E. Sedimentologiniai tyrimai Baltijos jūroje: raida ir kryptys	242
Olšauskas A.M., Grecevičius P. Želdiniai Palangos kopose – pakrantės stabilumo garantas	192	Trimonis E., Vaikutienė G., Gulbinskas S., Savukynienė N. Nešmenų srautai ir jais pernešamų diatomėjų bei žiedadulkių sudėtis Klaipėdos sąsiauryje	246
Petraitis A. Didžiojo kormorano ( <i>Phalacrocorax carbo</i> ) sezoninės migracijos Lietuvos pajūryje	197	Vaičiūtė D., Olenina I., Kavolytė R., Pilkaitytė R. Chlorofilas <i>a</i> versus fitoplanktono biomasė: ar jie parodo tą pačią vandens kokybę Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje?	253

Visakavičius E. Centrinės Kuršių marių dalies sonarinių tyrimų geologiniai rezultatai	257
Žaromskis R. Kuršių marių krantų įvairovės atspindys naujajame Lietuvos atlase	260
Žilinskas G. Prioritetinių krantotvarkos ruožų nustatymas Lietuvos jūriniame krante	268
Žilius M., Daunys D., Paškauskas R., Zemlys P., Razinkovas A. Dugno nuosėdose sukauptų maistmedžiagių vaidmuo formuojant Kuršių marių vandens kokybę	274
Žilius M., Daunys D., Paškauskas R. Ištirpusio deguonies Kuršių mariose sezoninės kaitos ypatumai	278

## NAFTOS IŠSILIEJIMŲ RIZIKOS PREVENCIJA BŪTINGĖS TERMINALE IŠAUGUS IMPORTUOJAMOS NAFTOS KIEKIUI IR AVARIJŲ LIKVIDAVIMO PROBLEMAS

**Feliksas Anusauskas, Saulius Gulbinskas, Valdas Langas**

*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto84, Klaipėda, [anfelix56@gmail.com](mailto:anfelix56@gmail.com), [saulius@corpi.ku.lt](mailto:saulius@corpi.ku.lt), [valdasl@mail.lt](mailto:valdasl@mail.lt)*

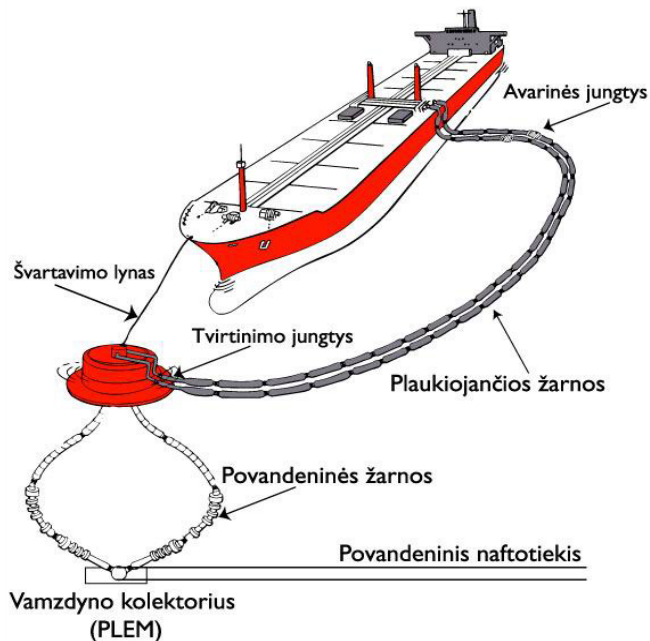
Būtingės naftos terminalas eksploatuojamas nuo 1999 metų. Projektinis terminalo pajėgumas siekia 14 mln. t naftos per metus. Iki 2006 m. vasaros vyravo eksportuojamos naftos srautas, tuo tarpu importas užėmė tik nedidelę srauto dalį, o technologiniai įrenginiai leido importuoti ne daugiau kaip 5-6 mln. m<sup>3</sup>/metus.

Dėl pasikeitusių apsirūpinimo nafta sąlygų, nuo 2006 m. liepos 26 d. nafta į Mažeikių naftos perdirbimo įmonę yra tiekama tik per Būtingės naftos terminalą. Atlikus nedidelius rekonstrukcinius pakeitimus, įdiegus papildomus siurblius, importuojamos naftos srautas padidėjo iki 14 mln. t naftos per metus. Tokiu būdu projektinis metinis 14 mln. tonų pajėgumas galimas tiek eksporto, tiek ir importo atvejais.

Naftos pakrovimui į tanklaivius skirtas plūduras (SPM) yra sumontuotas jūroje apie 7,3 km atstumu nuo kranto. Minimalus jūros gylis plūduro vietoje, esant žemiausiam vandens lygiui, yra 20 m. Pagrindiniai terminalo technologiniai įrenginiai yra (1 pav.):

- *jūrinis vamzdynas* - 7,3 km ilgio ir 914 mm (36 colių) skersmens. Jis jungia požeminį kranto vamzdyną ir PLEM'ą. Tokio pat skersmens požeminis 2,5 km ilgio kranto vamzdynas jungia terminalo naftos rezervuarus;
- *jūrinio vamzdyno kolektorius* (PLEM'as - Offshore Pipeline End Manifold). Jis sujungia povandeninį naftotiekį su plūduru (SPM) per dvi 406,4mm (16 colių) skersmens povandenines žarnas;
- *plūduras* (SPM - Single Point Mooring 1792 CALM tipo);

- dvi 406,4 mm (16 colių) skersmens povandeninės žarnos;
- dvi 406 – 304 mm (16 – 12 colių) skersmens plaukiojančios žarnos su dvigubo užsidarymo movomis.



**1 pav.** Būtingės terminalo jūrinės dalies schema

Importuojama nafta yra pumpuojama darbinio 1200 kPa (12 bar) slėgiu. Maksimalus leistinas darbinis slėgis – 1500 kPa.(15 bar) Maksimalus naftos krovimo debitas yra apie 5700 m<sup>3</sup>/val. ir priklauso nuo naftos savybių bei temperatūros.

Ekspluatuojant terminalo įrenginius visada yra tam tikra avarinių situacijų rizika. Avariniais atvejais nafta gali išsilieti į jūros akvatoriją, sąlygodama didesnę ar mažesnę poveikį aplinkai. Išsiliejusios naftos kiekis gali būti nuo kelių kilogramų iki kelių šimtų tonų. Tai nulemia avarijos priežastys bei tokie veiksniai kaip technologiniai naftos krovos parametrai (srauto debitas, slėgis

vamzdyne), technologinių įrenginių patikimumas, personalo pasirengimas ir kt.

Išsiliejusios naftos poveikis aplinkai taip pat priklauso nuo įvairių aplinkybių. Pirmiausia tai išsiliejusios naftos kiekis, pasirengimas greitai reaguoti į išsiliejimą ir kokybiškai surinkti vandenyje pasklidusią naftą. Labai svarbus metų laikas ir meteorologinės sąlygos, kada įvyko išsiliejimas, bei jūros rajono jautrumas naftos taršai.

Būtingės terminalas yra akvatorijoje, kuri gana jautri technogeninei apkrovai, ypatingai taršai naftos produktais. Didžiausia naftos išsiliejimų tikimybė yra akvatorijoje šalia plūdūro, kuri ekosisteminio vertinimu taršai mažiau jautri. Tačiau išsiliejusios naftos dėmė gali dreifuoti į jautresnius priekrantės rajonus ir pasiekti svarbias nerštavietes, vertingas bentoso bendrijas ir paukščių susibūrimo vietas, žvejybai svarbius barus. Todėl bet kokie naftos išsiliejimai vertinami kaip pavojingi ir į juos reaguojama.

Ekspluatuojant Būtingės naftos terminalą nuo 1999 metų įvyko 7 avariniai išsiliejimai, kurių metu į aplinką pateko nuo 27 litrų iki 56 m<sup>3</sup> naftos. Į visus avarinius naftos išsiliejimus buvo sureaguota ir dalis naftos surinkta panaudojus mechanines priemones. Tais atvejais, kai naftos kiekiai buvo didesni, buvo naudojamas dispergentas cheminiam išsiliejusios naftos neutralizavimui.

Per palyginti trumpą laiką įvykusių incidentų skaičius, rodo terminale buvus rimtų problemų susijusių su technologinių įrenginių eksploatacijos saugumu. Visi naftos išsiliejimai įvyko šalia plūdūro ir vienaip ar kitaip buvo susiję su krovos linijų pažeidimais. Todėl, didėjant perkraunamos naftos kiekiui, buvo nuspręsta pakeisti esamą SPM plūdūrą ir padidinti žarnų patikimumą. Prieš keičiant plūdūrą atlikta technologinio proceso analizė, sudarytas galimų pavojų registras ir neatidėliotinų veiksnių bei reikalingų technologinių pakeitimų planas.

Galimų pavojų prie plūdūro įvertinimas atliktas panaudojant technologinio proceso metu galinčių kilti pavojų HAZOP (Hazard and Operability) metodą. Jūrinėse operacijose HAZOP technologinės analizės nepakanka, todėl sudarant pavojų registrą naudoti metodai apima tiek technologinę analizę tiek ir standartizuotą HAZID (hazard

identification) pavojų nustatymo jūroje metoda (Marine Risk Assessment, UK HSE 2001/063).

Analizuojant su veikla prie SPM plūduru susijusius pavojus išskirtos tokios jų susidarymo kategorijos:

- normalios eksploatacijos metu kylantys pavojai – krovos darbų vykdymas, įskaitant tanklaivio atvykimą, prisišvartavimą ir išvykimą;
- neleistinos operacijos – vykdomos arba ketinamos vykdyti operacijos, kurioms SPM sistema nepritaikyta;
- įrangos priežiūros ir aptarnavimo metu kylantys pavojai – įprasti ir nenumatyti darbai ir procedūros tikrinant, keičiant ar remontuojant įrangą;
- dėl vadybos kylantys pavojai – neteisingi sprendimai, neparengtas personalas, klaidingos informacijos ir dokumentacijos panaudojimas normalios eksploatacijos, priežiūros ir nenumatytų situacijų metu.

Analizės metu išnagrinėti 107 galimi pavojai, sukeltys avarines situacijas. Pavojų registras, nurodant kiekvieno įvykio dažnumą, pasekmes ir rizikos laipsnį bei priemones, kurios reikalingos rizikai sumažinti pateikiamas rizikos matricoje (2 pav.).

Naudojant rizikos matricą analizuojama priklausomybė tarp pavojaus (avarinių situacijų) dažnumo ar tikimybės ir jo sukeltų pasekmių. Tai leidžia avarines situacijas sugrupuoti pagal svarbumą, atmesti nesvarbius pavojus ir numatyti rizikos mažinimo priemones kiekvienos avarinės situacijos metu kylančiam pavojui. Rizikos matricoje išskirtos aukštos, vidutinės ir žemos rizikos zonos, kuriose rizika atitinkamai yra nepriimtina, priimtina, kaip neišvengiama (ALARP), numatant atitinkamas valdymo priemones ir priimtina.

Iš nagrinėtų pavojų 55 buvo aukšto, 40 vidutinio arba ribinio ir 12 žemo rizikos laipsnio. 55 atvejais rizika yra nepriimtina ir jos išvengimui įdiegtos priemonės, 40 atveju pavojų rizika priimtina kaip neišvengiama ir 12 atveju rizika priimtina.

		Dažnumas (tikimybė)				
		A	B	C	D	E
	Pasekmės	Labai retas (nežinomas)	Retas (pramonėje žinomas)	Galimas (fiksuoatas)	Tikėtinas (galimas)	Dažnas (įvykęs ir galimas)
5	Katastrofiniai padariniai	ALARP-4	7	5	2	4
4	Didelis poveikis	ALARP	ALARP-7	10	6	12
3	Kritinis poveikis		ALARP-3	ALARP-5	ALARP-1	9
2	Žymus poveikis	1	8	ALARP-12	ALARP	ALARP-8
1	Nežymus poveikis		1	2	ALARP	ALARP

2 pav. Avarinių situacijų rizikos matrica

Tikimybinė skalė apibrėžiama tokiomis galimo įvykio tikimybėmis:

- A – labai retas įvykis. Tai labiau teorinė galimybė. Tokie atvejai nežinomi pasaulinėje praktikoje šios pramonės srityje (tokios avarinės situacijos pavyzdys gali būti tanklaivio išmetimas į krantą krovos metu).
- B - retas įvykis. Šiai kategorijai priskiriami įvykiai, kurie yra įvykę šioje pramonės srityje, tačiau jie labai reti ir galimi tik sutapus visai eilei mažai tikėtinų aplinkybių.
- C – galimas įvykis. Tai avarinės situacijos, kurios atsitinka retai, tačiau reguliariai, bent kartą per metus pasaulyje, arba kurios yra užfiksuotos bent kartą bent viename naftos kompanijoms priklausančiame terminale.
- D – tikėtinas įvykis. Tai avarinė situacija, kuri yra bent kartą atsitikusi terminale arba reguliariai įvyksta viename iš naftos kompanijos padalinių.
- E – dažnas įvykis. Tai avarinės situacijos ir incidentai, kurie eksploatuojant terminalą reguliariai įvyksta.



Rizikos vertinimo matrica nenumato kiekybinio tikimybės įvertinimo tais atvejais, kai tokiam įvertinimui trūksta duomenų. Tačiau jei pasaulinėje praktikoje, naftos kompanijos ar terminalo statistikoje duomenų nustatyti kiekybiniais tikimybės parametrams pakanka, tokia tikimybė gali būti nustatyta ir pateikta rizikos vertinimo metu.

Pasekmių skalėje išskiriamos 5 poveikio žmonėms, turtui, aplinkai ir įmonės reputacijai kategorijų eilutėse, vertinamos balais nuo 1 iki 5 mažėjimo tvarka. Matricoje gali būti išskiriama ir šešta eilutė – 0 balų, kai incidentų metu žalingo poveikio nėra nei vienu iš nagrinėjamų aspektų.

Pavojai, kurių ribinė rizika priimtina, kaip neišvengiama (ALARP), sudarė apie 37% nagrinėtų pavojų. Siekiant išvengti aukšto rizikos laipsnio įvykių, kurių rizika nepriimtina, numatomos prevencijos priemonės, skirtos eliminuoti nepriimtinos rizikos faktorius ir neleisti tokios galimybės.

Aukštam rizikos laipsniui buvo priskirta eilė su SPM plūduru ir plūdriosiomis bei povandeninėmis žarnomis susijusių situacijų, todėl priimtas sprendimas pakeisti SPM plūdura, įdiegti plūduro telemetrijos ir tanklaivio švartavimo sistemą „OSPREY“, naudojant globalią pozicionavimo sistemą (GPS). Iš povandeninių žarnų pašalintos užsidarymo movos nes jų savaiminio suveikimo tikimybė nepadidina eksploataavimo saugumo, o kaip tik didina avarijos riziką.

Ribinei rizikai, kuri yra priimtina kaip neišvengiama, valdyti buvo atlikta avarinių naftos išsiliejimų rizikos analizė ir parengtas naftos išsiliejimų likvidavimo planas.

Įvertinus Būtingės terminale esamas priemones ir po HAZOP analizės įdiegtus patobulinimus, nustatyta, kad ribinės rizikos atvejais galimi naftos išsiliejimai prie plūduro nuo 250 kg iki 250 t.

Visi incidentai pagal jų mastą ir vadovavimą avarijų likvidavimui skirstomi į tris lygius:

1. **Pirmo lygio taršos nafta incidentas** – tai atsakomybės rajone įvykęs teršimo incidentas, kurį Terminalas gali likviduoti savo pajėgomis ar pasitelkęs kitų ūkio subjektų turimas naftos išsiliejimų likvidavimo pajėgas. Incidento likvidavimo operacijai vadovauja Terminalo atsakomųjų veiksmų vadovas.

2. **Antro lygio taršos nafta incidentas** – tai incidentas viršijantis Terminalo galimybes jį likviduoti savo pajėgomis. Šiuo atveju kreipiamasi pagalbos į Karinių jūrų pajėgų Jūrų gelbėjimo koordinavimo centrą (JGKC) - nacionalines naftos išsiliejimų likvidavimo pajėgas. Šis incidentas traktuojamas kaip antro lygio ir operatyvinių vadovavimą atsakomiesiems veiksams perima JGKC viršininkas ar jo paskirtas operacijos vadovas.

3. **Trečio lygio taršos nafta incidentas** – incidentas, kuriam likviduoti nacionalinių pajėgų nepakanka ir reikia kreiptis pagalbos į kitas valstybes. Tokių tarptautinių atsakomųjų veiksmų atveju Lietuva tampa vadovaujančiąja šalimi, JGKC viršininkas ar jo paskirtas operacijos vadovas – atsakomųjų veiksmų vadovu.

Naftos išsiliejimo lygį, kurį terminalas likviduoja savo pajėgomis apsprendžia reikalingų likvidavimo priemonių kiekis. Naudojamos priemonės yra vilkikai, išsiliejusiai naftos dėmei apjuosti reikalingos boninės užtvaros, talpos ir įranga išsiliejusiai naftai surinkti, dispergentas ir jo išpurškimo įranga.

Terminalo jūrinę dalį aptarnauja du jūriniai vilkikai užtikrinantys pilnai pakrauto maksimalios leistinos talpos tanklaivio saugumą, esant ribinėms eksploatacinėmis sąlygoms. – „Smit Sulawesi“ ir „Tak 3“. Naftos išsiliejimams likviduoti reikalinga įranga saugoma Smit Sulawesi vilkiko denyje. Ją sudaro 2x250 m ilgio boninių užtvarų Ro-Boom 1500 sekcijos, 25 m<sup>3</sup> guminės talpos ir skimeris naftai surinkti, 200 litrų dispergento ir stacionari įranga jai išpurkšti. Tai maksimalus kiekis, kuris gali būti patalpintas vilkike. Savo pajėgomis terminalas gali likviduoti išsiliejimus iki 2 t. Esant didesniam išsiliejusios naftos kiekiui, kviečiamos nacionalinės pajėgos.

Technologinio proceso patikimumo didinimas, priemonių skirtų avarijų prevencijai tobulinimas, naftos surinkimo įrangos atnaujinimas, personalo pratybos ir mokymai - tai nuolatiniai Būtingės terminalo uždaviniai skirti saugiam terminalo darbui užtikrinti ir švarios jūrinės aplinkos išsaugojimui.

## KVARTERO GEOLOGINĖ SANDARA KLAIPĖDOS SĄSIAURIO REGIONE

**Albertas Bitinas<sup>1</sup>, Aldona Damušytė<sup>1</sup>, A. Molodkov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Lietuvos geologijos tarnyba, Kvartero geologijos skyrius, S.  
Konarskio 35, LT-03123, Vilnius, [albertas.bitinas@lgt.lt](mailto:albertas.bitinas@lgt.lt)  
[aldona.damusyte@lgt.lt](mailto:aldona.damusyte@lgt.lt)*

<sup>2</sup>*Talino technologijos universiteto Geologijos institutas, Kvartero  
geochronologinių tyrimų laboratorija, Ehitajate Rd. 5, Tallinn  
19006, [molodkov@gi.ee](mailto:molodkov@gi.ee)*

Klaipėdos sąsiauryje bei jo artimiausiose apylinkėse viršutinę nuosėdinių uolienų stromės dalį sudaro kvartero nuogulos, kurių storis čia siekia 60-80 metrų. Prekvartero uolienų paviršius yra -50 – -70 metrų absoliutiniame aukštyje. Betarpiškai po kvartero nuogulomis slūgsančių apatinės kreidos ( $K_1$ ) nuogulų – žalsvai pilko molingo aleurito bei pilkšvai žalio smulkaus glaukonitinio smėlio – sluoksnio storis siekia 12-14 metrų. Tačiau šios nuogulos nėra ištiesai paplitusios – vietomis jos yra nuardytos pleistoceno ledynų, o po kvarteru betarpiškai slūgso viršutinės jūros ( $J_3$ ) nuogulos – kompaktiškas juodas ar pilkai juodas aleuritingas žėrutinis molis.

Kvartero nuogulų stromės sandara yra sudėtinga – joje galima išskirti 3 pagrindinius nuogulų kompleksus. Apatinėje stromės dalyje slūgso 15-20 metrų storį siekiančios ir pokvarterinio reljefo pažemėjimus užpildančios glacialinės (kompaktiškas monolitinis moreninis priemolis bei priemolis) bei akvaglacialinės (smulkus ir žvirgždingas smėlis, molis) nuogulos, susiformavusios greičiausiai vidurinio pleistoceno metu. Vidurinę kvartero stromės dalį (storiausią savo apimtimi – iki 40-45 m storio) užima glacialinės deformacinės morenos nuogulos. Viršutinėje kvartero stromės dalyje slūgso vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuogulos, susiformavusios Baltijos ledyninio ežero, Litorinos ir Post-Litorinos jūrų litoralėse (Gelumbauskaitė, Šečkus, 2005; Kabailienė ir kt. 2009). Dalį šių nuogulų kai kurie autoriai priskiria ir Ancyliaus ežero dariniams,

tačiau šis klausimas, manytume, dar yra diskutuotinas. Viršutinį kvartero nuogulų kompleksą, kurio storis neviršija 10-15 metrų, sudaro įvairios granulimetrinės sudėties smėlis, vietomis – žvirgždas bei žvirgždo-gargždo nuogulos su iki keliasdešimt centimetrų storio limninių (sapropelitas) bei balų (durpės) nuogulų sluoksniais, liudijančiais apie buvusias jūrines transgresijas bei regresijas. Kuršių nerijoje bei visoje kontinentinio kranto pakrantėje minėtas nuogulas dengia eoliniai dariniai.

Geologiniu požiūriu sudėtingiausia yra vidurinė kvartero nuogulų stromės dalis, suklota iš moreninio priemolio bei priemolio su gausiais senesnių akvaglacialinių (žvirgždo-gargždo nuogulų, smėlio, aleurito, molio ir pan.), limninių (smulkiadispersine organine medžiaga praturtintas smėlis, sapropelingas aleuritas, sapropelitas, ežerinis mergelis) bei organogeninių (durpės) nuogulų luistais, intarpais bei lėšiais. Minėtų luistų storis siekia 20 ir daugiau metrų, o jų užimamas plotas gali siekti kvadratinį kilometrą ar net daugiau. Ilgą laiką šis deformacinės morenos kompleksas dažniausiai buvo priskiriamas viduriniajam pleistocenui ir siejamas su Medininkų (Wartha) apledėjimu (jūrinė izotopinė stadija – MIS 6). Pastaraisiais metais, vykdant detalų Klaipėdos valstybinio jūrų uosto teritorijos inžinerinį geologinį kartografavimą, atlikti organogeninių nuogulų (jų storis sąsiaurio regione siekia iki 1,5-2,0 metrų) paleobotaniniai tyrimai (palinologinė ir diatomėjų analizės) parodė, kad šios formavosi gėlavandeniame baseine, o jų palinologiniai spektrai nėra būdingi nei Butėnų (Holstainian), nei Merkinės (Eemian) tarpledynmečiams, bet yra labiau panašūs į Snaigupėlės (Drenthe-Warthe) tarpledynmečio nuosėdų spektrus (Kondratienė, Damušytė, 2009, spaudoje). Tuo tarpu limninio smėlio luistų, kuriuose slūgso aukščiau minėtos organogeninės nuogulos, datavimo OSL (optiškai stimuliuotos liuminescencijos) metodu rezultatai byloja, kad šios nuosėdos susikaupė apytikriai prieš 114 – 76 tūkst. metų, t.y. jau viršutinio pleistoceno metu (MIS 5d-5a). Tai leidžia daryti išvadą, kad limninės, o tuo pačiu ir organogeninės, nuosėdos ledynų buvo perdislokuotos viršutinio pleistoceno metu. Eksperimentiniai glacigeninių nuogulų datavimo OSL metodu rezultatai tiek iš

Klaipėdos sąsiaurio regiono, tiek iš netoliese esančio Olando kepurės klifų (Bitinas, 1997; Molodkov ir kt., 2009, spaudoje) taip pat neprieštarauja šiai išvadai. Tačiau minėtas deformacinės morenos kompleksas nei pagal savo slūgsojimo sąlygas, nei pagal glacialinių nuogulų fizines-mechanines savybes (Gadeikis, 1998) nėra būdingas paskutiniojo – Viršutinio Nemuno (Upper Weichsel) – apledėjimo dariniams. Todėl galima daryti prielaidą, kad Klaipėdos sąsiaurio apylinkės, o tuo pačiu dalį Vakarų Lietuvos apytikriai prieš 60-50 tūkst. metų (MIS 4) buvo užklojęs viršutinio pleistoceno ledynas (Svendsen ir kt., 2004). Tai būtų Vidurinio Nemuno (Middle Weichselian) ledynmetis, kurio nėra nei vienoje pastaruosiu metu publikuotoje Lietuvos kvartero stratigrafinėje schemoje. Atliktų tyrimų rezultatai gali būti svarus argumentas papildant žinias apie Lietuvos geologinę raidą pleistoceno metu ir patikslinant kvartero stratigrafinę schemą.

#### **Literatūra**

Bitinas A. Quaternary deposits on the outcrop Olando Kepurė. The Fifth Marine Geological Conference “The Baltic”. Abstracts. Excursion Guide. Vilnius. – 1997. P. 109-110.

Gadeikis S. Klaipėdos miesto inžinerinės geologinės sąlygos. Daktaro disertacijos santrauka, fiziniai mokslai, geologija (05P). Vilnius. – 1998. 35 p.

Gelumbauskaitė L. Ž., Šečkus J. Late Quaternary shore formations of the Baltic basins in the Lithuanian sector. Geologija, 52. – 2005. P. 34-45.

Kabailienė M., Vaikutienė G., Damušytė A., Rudnickaitė E. Post-Glacial stratigraphy and paleoenvironment of the northern part of the Curonian Spit, Western Lithuania. Quaternary International. – 2009 (priimta spaudai).

Kondratienė O., Damušytė A. Pollen biostratigraphy and environmental pattern of Snaigupėlė Interglacial, Late middle Pleistocene, western Lithuania. Quaternary International. – 2009 (priimta spaudai).

Molodkov A., Bitinas A., Damušytė A. IR-OSL studies of till and inter-till deposits from the Lithuanian Maritime Region. Quaternary Geochronology. – 2009 (priimta spaudai).

Svendsen J. I., Alexanderson H., Astakhov V. I. ir kt. The Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia. Quaternary Science Reviews, 23. – 2004. P. 1229–1271.

## KURŠIŲ MARIŲ PAŠARINIO ZOOBENTOSO BENDRIJŲ REIŠKĖ ŽUVŲ MITYBOJE

**Algis Bubinas, Gintautas Vaitonis**

*Vilniaus universiteto Ekologijos institutas, Akademijos g. 2, Vilnius*  
[gintasvait@gmail.com](mailto:gintasvait@gmail.com)

Per pastaruosius dešimtmečius antropogeninis vaidmuo Kuršių mariose tolygiai didėjo. Ypač stipriai jis reiškėsi paskutinį dešimtmetį. Įvairių ekologinių sąlygų pakitimai daro atitinkamą įtaką dugno gyvūnijai ir jų konsumentams. Šie faktoriai tiesiogiai rišasi su žuvų pašarine baze ir todėl turi didelę praktinę reikšmę.

Jei zoobentosos bendrijų, kaip žuvų mitybinės bazės, pasikeitimas gali ir neturėti didesnės reikšmės, tai žymiai pakitus ar net sutrikus biofiltracinėms ekosistemos savybėms pasekmės gali būti didžiulės. Tai ypač pasakytina apie moliuskų dreisenų (*Dreissena polymorpha*) bendrijas. Vandens telkinyje, dažniausia šie moliuskai yra bendrijų dominantai, kurių egzistavimas ir gyvybinės funkcijos lemia ne tik jų pačių, bet ir visos bendrijos funkcionavimą. Dreisenos yra kaip galingas biologinis filtras, taip ir substratas daugelio kitų zoobentosos ir nektobentosos rūšių populiacijoms. Todėl dreisenų kolonijų kaita turi ypač didelę reikšmę.

Remiantis literatūrinių duomenų analize, autorių turimais ankstesnių metų duomenimis, buvo atrinktos indikacinės rūšys, geriausiai apibūdinančios bendrijų kaitą gėlo ir sūraus vandens maišymosi poveikyje. Kaip pagrindiniai testobjektai buvo atrinktos sekančios rūšys:

1. Gėlo vandens indikatoriai - moliuskai *Dreissena polymorpha*, uodų lervos *Chironomus f.l. plumosus*, bei *Stictochironomus psammophilus*.

2. Sūraus vandens indikatoriai - daugiašerės kirmėlės *Nereis diversicolor*, vėžiagyviai *Neomysis integer*, *Balanus improvisus*, *Corophium volutator*.

Šiaurinėje ir vakarinėje Kuršių marių dalyse pašarinis zoomakrobentosos išsidėstęs labai nevienodai. Jo išsidėstymas priklauso nuo grunto rūšies, o taip pat nuo antropogeninio faktoriaus. Pagrindinės grunto rūšys Kuršių marių šiaurinėje dalyje yra trys. Tai smėlis, dumblas ir pereinamas gruntas, turintis savyje smėlio, dumblo bei įvairiausių organinių liekanų. Priklausomai nuo rūšies, pašarinis zoomakrobentosos gana gausiai paplitęs visuose gruntuose.

Mūsų tyrimų duomenimis šiaurinėje Kuršių marių dalyje išskirtos penkios zoomakrobentosos bendrijos:

1. *Chironomus f.l. semireductus* bendrija
2. *Stictochironomus psammophilus* bendrija
3. *Valvata piscinalis* bendrija
4. *Dreissena polymorpha* bendrija
5. *Nereis diversicolor* bendrija

Pagrindinis faktorius, pagal kurį išsiskiria atskiros bendrijos yra grunto rūšis ir vandens sūrumo laipsnis.

Didelę reikšmę bentosos gausumui turi ir biotiniai faktoriai. Pagrindiniai bentosos konsumentai yra žuvis. Įvairiais metais žuvis suėda nevienodą bentosos kiekį ir tai atsiliepija jų gausumui. Ankstesniais tyrimais nustatyta, kad Kuršių marių vidurinėje ir šiaurinėje dalyje pagrindiniai kuojos ir plakio maisto komponentai yra moliuskai (dreisenos, chironomidų lervos, zooplanktonas ir augalai). Karšio, žiobrio, starkio ir ešerio mitybės pobūdis priklauso nuo biotopo ir aplinkos sąlygų. Ešerio jauniklių pagrindinę maisto dalį sudaro šoniplaukos, mizidės, chironomidų lervos ir moliuskai. Neverslinių žuvų – pūgžlių, gružlių, dyglių – maistą sudaro tie patys maisto objektai, kaip ir verslinių žuvų. Praeivės žuvies – žiobrio – mitybos racioną Kuršių mariose sudaro chironomidų lervos, zooplanktonas, sausumos vabzdžiai ir detritas.

Didelę reikšmę turi ir ekologiniai santykiai tarp pačių bentosinių organizmų. Pvz., tokie bentosiniai organizmai, kaip dėlės, plėšrūs chironomidai (*Procladius*, *Cryptochironomus*), įvairūs vėžiagyviai, plėšrios vabzdžių lervos dažnai naikina kitus bentosinius organizmus, tuo reguliuodami jų gausumą.

Pastaraisiais metais Klaipėdos uostas plečiamas, rekonstruojamas ir gilinamas. To pasėkoje praplatėjo marių rytinė pusė, suintensyvėjo vandens cirkuliacija tarp jūros ir marių. Marių protakos praplatinimas, pagilinimas ir dugno valymas, pagerino zoobentosos, ypač jūrinio egzistavimo sąlygas. Kartu būtina pastebėti, kad Kuršių marių šiaurinės dalies dugno gyvūnijai daug žalos padaro iš laivų į marias patenkančias naftos produktų atliekas. Vakarų vėjai ir Baltijos jūros srovės užterštus vandenį neša į marias, todėl užteršimo poveikis jaučiamas iki Juodkrantės ir piečiau.

Tais metais kai Nemunas į Kuršių marias plukdo daug gėlo vandens, gėlavandeniai bentosiniai organizmai išplinta iki Kiaulės nugaros ir net šiauriau. Tokie gėlą vandenį mėgstantieji bentosiniai organizmai, kaip dreisenos, moliuskinės dėlės, vandens asiliukai, aklimatizuotieji vėžiagyviai, kai kurios chironomidų rūšys buvo randamos Kiaulės nugaros rajone. Reikia pažymėti, kad Kuršių marių posūrio vandens zonoje druskingumo priklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų gali svyruoti nuo 0,5–5‰. Esant dideliame druskingumui jūriniai zoobentosos atstovai gali nukeliauti net iki Atmatos žiočių. Iš mūsų ankstesnių tyrimų žinome kad 1976 m. vasarą ties Akmena (Ventės rago rajonas) rasta keletą egzempliorių polichetų *Nereis diversicolor* jauniklių, 1978 m. rudenį apželtkojai krabai *Eriocheir sinensis* sugauti Atmatos žiotyse. Beje, pastaruoju laiku minėti krabai, dažniausiai rudenį, neretai pasitaiko visose Kuršių mariose (Lietuvos teritorija). Ties Ventės ragu randami moliuskų dreisenų egzemplioriai apaugę Baltijos jūroje gyvenančiais ūsakovais vėžiagyviais *Balanus improvisus*. Visose Kuršių mariose pastaruoju metu paplito jūrinės šoniplaukos *Corophium volutator*.

Apibendrinant reikėtų pažymėti, kad per pastaruosius 5–15 metų, ryšium su Klaipėdos uosto gilinimo darbams, į Kuršių marias priteka daugiau jūrinio vandens. Pagrindinės indikacinės zoobentosos rūšys nusakančios vandens druskingumo laipsnį yra daugiašerės kirmėlės *Nereis diversicolor*, *Marenzelleria fl. viridis*, vėžiagyviai *Balanus improvisus*, *Corophium volutator* ir moliuskų *Dreissena polymorpha* bendrijos. Dreisenų bendrijos yra gėlo vandens indikatoriai ir jautriai reaguoja į druskingumo padidėjimą. Didžiausia

dreisenų biomasė konstatuota Akmenos, Pervalkos ir Preilos rajonuose. *Nereis diversicolor* ir *Balanus improvisus* bendrijos užima akvatorijas kur vyrauja posūris vanduo. Polichetų *Nereis diversicolor* masinis paplitimas Kuršių marių šiaurinėje dalyje turi didelę praktinę reikšmę, nes šiais polichetais maitinasi daugelis bentofaginių žuvų ir unguriai. Didžiausia šių kirmėlių koncentracija konstatuota ties Kiaulės nugarą ir Klišių miško rajone. Klaipėdos uosto gilinimas, dėl suintensyvėjusios vandens cirkuliacijos tarp jūros ir marių, sąlygoja jūrinių bentosinių organizmų migraciją į šiaurinę Kuršių marių dalį.

## VERTINGIAUSIŲ RIFŲ PASISKIRSTYMAS LIETUVOS PRIEKRAANTĖJE: STEBĖJIMO IR MODELIAVIMO REZULTATAI

**Martynas Bučas, Darius Daunys, Petras Zemlys**

*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H.  
Manto84, LT-92294 Klaipėda, [martynas@corpi.ku.lt](mailto:martynas@corpi.ku.lt),  
[darius@corpi.ku.lt](mailto:darius@corpi.ku.lt), [petras.zemlys@ku.lt](mailto:petras.zemlys@ku.lt)*

Lietuvos Baltijos jūros priekrantės akvatorijoje tarptautiniu mastu pripažintos saugotinos jūros buveinės (Natura 2000 teritorijos): povandeniniai rifai ir smėlio seklumos. Vertingiausias povandeninius rifus mūsų priekrantėje sudaro akmenuotas dugnas gausiai apaugęs midijų (*Mytilus edulis*) ir jūrų gilių (*Balanus improvisus*) kolonijomis, raudondumblio šakotojo banguolio (*Furcellaria lumbicalis*) sąžalynais bei kitais rečiau pasitaikančiais dugno organizmais.

Pirmieji povandeniniai dugno tyrimai Lietuvos priekrantėje buvo pradėti prieš 6 dešimtmečius, tačiau kompleksinė dugno buveinių struktūra buvo įvertinta 1993-2006 m. Dugno nuosėdų tipai ir procentinis apaugimas sėsliais organizmais (pvz. midijomis, dumbliais ir pan.) buvo kartografuoti nardant ir su nuotoline povandenine kamera 10-120 m ilgio transektose. Iš viso buvo aprašytos 460 povandeninės transektos, tačiau rifų pasiskirstymas nebuvo iki šiol vertintas. Šiame darbe vertingiausiu povandeniniu rifu laikytas dugno plotas, gausiai (padengimas >50%) apaugęs midijomis ir šakotuoju banguoliu. Regresinis modelis (GRASP) buvo naudotas prognozuoti rifų pasiskirstymui (rifo buvimo/nebuvimo tikimybė) visame tyrimų plote. Kaip nepriklausomi kintamieji modelyje buvo pasirinkti šie aplinkos veiksniai: batimetrija, akmenuoto substrato buvimas/nebuvimas, atstumas iki Kuršių marių žiočių (rodantis mažiau druskėto ir labiau drumsto vandens gradientą išilgai priekrantės) ir vidutiniai minimalūs atstumai nuo tyrimo taško iki 20 bei 30 m gylio izobatų PV, V ir ŠV kryptimis (atspindintys hidrodinamikos gradientą pagal gylį). Modelyje buvo atrinkti visi

faktoriai, išskyrus vidutinį minimalų atstumą nuo tyrimo taškų iki 30 m izobatos ir atstumą iki Kušių marių žiočių, kadangi pastarasis koreliavo su vidutiniu minimaliu atstumu nuo tyrimų taškų iki 20 m izobatos. Hidrodinamikos gradientas (vidutinis minimalus atstumas nuo tyrimų taškų iki 20 m izobatos) ir batimetrija buvo vieni iš svarbiausių veiksnių paaiškinančių rifų pasiskirstymą. Ryšiai tarp rifų ir aplinkos veiksnių buvo netiesiniai: gylio riba, kur didžiausia tikimybė aptikti rifą, buvo tarp 6 ir 10 m bei vidutinis minimalus atstumas nuo tyrimų taškų iki 20 m izobatos buvo tarp 8 ir 11 km. Bendros modelio prognozuotos rifų vietų tikimybės buvo žemos, todėl didesnė tyrimų rajono dalis nėra tinkama formuoti rifus. Pasirinkus tikimybę aptikti rifą >19% buvo gauta, kad prognozuotas rifų plotas apytiksliai atitinka lauko tyrimais nustatytas rifų vietas, tačiau kai kur pervertina realų jų plotą. Pagrindinis rifų plotas buvo prie Palangos. Modelio validacija buvo patikima: mažiau negu 2% klaidingų atvejų, kada prognozuoti rifų atvejai iš tikrųjų nebuvo rifai ir mažiau negu 11% klaidingų atvejų, kada prognozuoti ne rifų atvejai iš tikrųjų buvo rifai.

Nepaisant gautų netikslumų, modelį galima naudoti rifų prognozėms atviroje rytinėje Baltijos jūros priekrantėje, ypač kur trūksta biologinės informacijos vystant NATURA 2000 buveinių tinklą. Modelio prognozė labai priklauso nuo pradinių duomenų kokybės, tačiau nuodugni rezultatų analizė gali reikšmingai optimizuoti lauko tyrimus kartografuojant dugno bendrijas. Ateityje būtų naudinga sukalibruoti modelį su didesniu kiekiu duomenų, kurie apimtų įvairesnį spektrą aplinkos sąlygų, kadangi tai padidintų prognozių tikslumą.

## VANDENS PAUKŠČIŲ PASISKIRSTYMAS IR GAUSUMAS LIETUVOS TERITORINIUIOSE VANDENYSE

**Mindaugas Dagys, Liutauras Raudonikis**

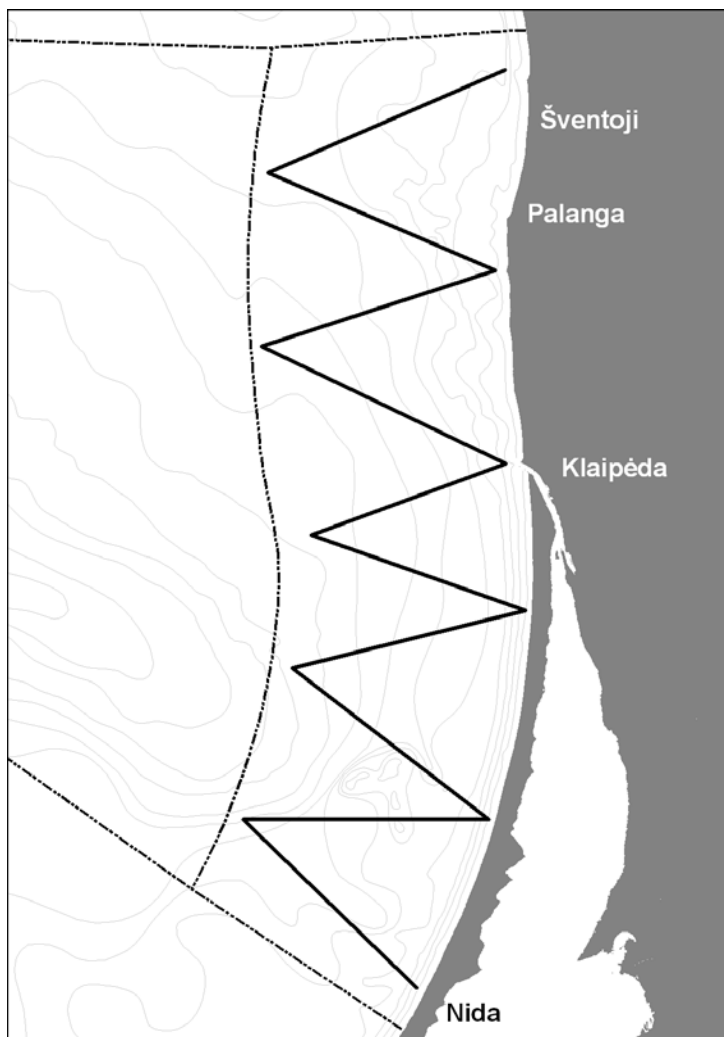
*Vilniaus universiteto Ekologijos institutas, Akademijos g. 2, LT-08412  
Vilnius, [dagys@ekoi.lt](mailto:dagys@ekoi.lt)*

Vykdamas ES aplinkos finansinio instrumento LIFE-Nature finansuojamą projektą „Jūrinės saugomos teritorijos Rytinėje Baltijos jūroje“, buvo atlikti išsamūs žiemojančių ir migruojančių vandens paukščių rūšinės sudėties, pasiskirstymo ir gausumo tyrimai Lietuvos teritoriniuose vandenyse Baltijos jūroje. Pagrindinis šio darbo tikslas buvo nustatyti pastovias gausias žiemojančių ir migruojančių vandens paukščių sankaupas.

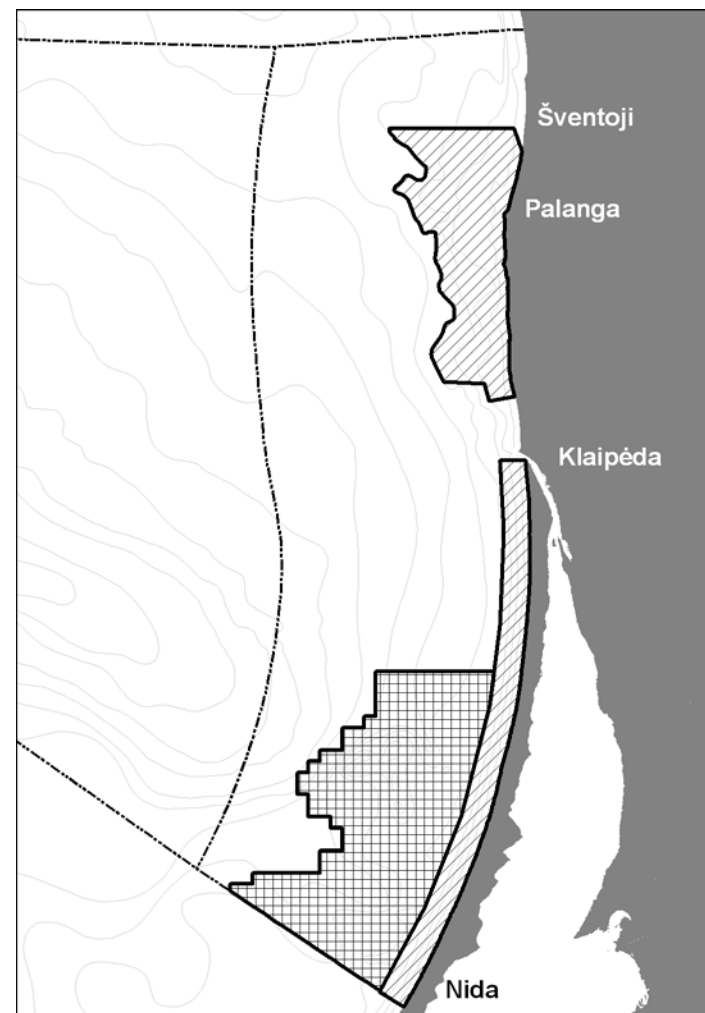
Projekto metu vandens paukščių apskaitos buvo vykdytos visuose Lietuvos Respublikos teritoriniuose vandenyse – iki 12 jūrmylių (~22 km) atstumu nuo kranto. Naudota transektinių apskaitų iš laivo metodika – paukščiai buvo skaičiuojami 300 m pločio transekte išilgai laivo plaukimo maršruto, iš 5 m virš vandens lygio esančio stebėjimo posto, laivui plaukiant 9 mazgų greičiu. Vienos pilnos apskaitos (10 transektų) ilgis – apie 215 km (1 pav.). Projekto laikotarpiu 2007–2009 metais buvo atliktos 8 apskaitos. Šešios apskaitos buvo skirtos žiemojančių vandens paukščių sankaupoms stebėti, tuo tarpu dvi apskaitos – vykdytos rugpjūčio pradžioje, buvo skirtos mažųjų kirų (*Larus minutus*) migracijos stebėjimams. Transektose stebėtų paukščių skaičius vėliau buvo perskaiciuotas į paukščių tankius 2 arba 5 minučių transektos atkarpose. Skirtingų paukščių rūšių pasiskirstymas tyrimų rajone buvo įvertintas interpoliuojant transektose stebėtus paukščių tankius. Paukščių pasiskirstymas buvo įvertintas kiekvienai apskaitai atskirai. Svarbiausi vandens paukščiams jūros rajonai buvo išskirti remiantis „jūros apsaugos kriterijumi“ (*Marine Conservation Criterion*; Skov et al., 2007). Ši kriterijų atitinka rajonai, kuriuose: i) konkrečios vandens paukščių rūšies sankaupų tankis yra ne mažiau kaip 4 kartus didesnis,

nei vidutinis šios rūšies tankis Baltijos jūroje; ii) ir absoliutus tos rūšies paukščių skaičius viršija 1% rūšies biogeografinės populiacijos.

Apskaitų Lietuvos teritoriniuose vandenyse metu gausiausiai stebėtos rūšys buvo: nuodėgulė (*Melanitta fusca*), mažasis kiras, alka (*Alca torda*), juodakaklis (*Gavia arctica*) ir rudakaklis (*Gavia stellata*) narai bei ausuotasis kragas (*Podiceps cristatus*). Stabiliausios buvo nuodėgulių sankaupos. Jos buvo gausiai stebėtos ties pietine Kuršių nerijos dalimi nuo pat kranto iki 30–35 metrų gylio. Įvertintas nuodėgulių gausumas šioje akvatorijoje siekė 38000 paukščių (2007 m. kovo mėnesį). Vertinimo kriterijų atitinkančios nuodėgulių sankaupos čia stebėtos 4 skirtingų apskaitų metu. Palyginti gausios nuodėgulių sankaupos, atitinkančios paukščių tankio kriterijų, tačiau neatitinkančios paukščių gausos kriterijaus, stebėtos ir toli nuo kranto, ruože tarp Klaipėdos ir Palangos, 30–35 metrų gylyje. Dviejų apskaitų metu čia stebėtos sankaupos iki 5500 paukščių (šios rūšies 1% biogeografinės populiacijos atitinka 10000 individų). Tiek mažųjų kirų, tiek alkų apskaitų metu buvo stebėta labai gausiai – jų sankaupos pilnai atitiko tiek tankio, tiek gausos kriterijus, tačiau šios sankaupos nebuvo pastovios. Beveik visų apskaitų metu šių rūšių gausios sankaupos buvo stebėtos vis kituose Baltijos jūros rajonuose. Tuo tarpu narų ir ausuotųjų kragų stebėtos sankaupos neatitiko gausos kriterijaus – jos nesiekė 1% jų biogeografinių populiacijų gausos. Todėl išskiriant žiemojantiems ir migruojantiems vandens paukščiams svarbiausias akvatorijas Lietuvos teritoriniuose vandenyse už jau dabar egzistuojančių paukščiams svarbių teritorijų ribų, buvo remtasi būtent nuodėgulių sankaupomis, kurios yra gausios ir pastovios (2 pav.). Pažymėtina, kad šioje išskirtoje teritorijoje, atskirais sezonais, taip pat aptiktos ir gausios alkų, mažųjų kirų bei narų sankaupos, todėl šios teritorijos apsaugos statuso įteisinimas ne tik užtikrintų žiemojančių nuodėgulių apsaugą, bet ir ženkliai prisidėtų prie kitų, čia žiemojančių ir migruojančių, vandens paukščių rūšių apsaugos.



**1 pav.** Apskaitų maršrutas Lietuvos teritoriniuose vandenyse.



**2 pav.** Projekto metu nustatyta vandens paukščiams svarbi teritorija (užštrichuota langeliais). Įstrižom linijom užštrichuotos šiuo metu jau įsteigtos paukščių apsaugai svarbios teritorijos (PAST).



## HIDROMETEOROLOGINIŲ FAKTORIŲ POVEIKIS LITODINAMINIAMS PROCESAMS BALTIJOS PAJŪRYJE

Inga Dailidienė

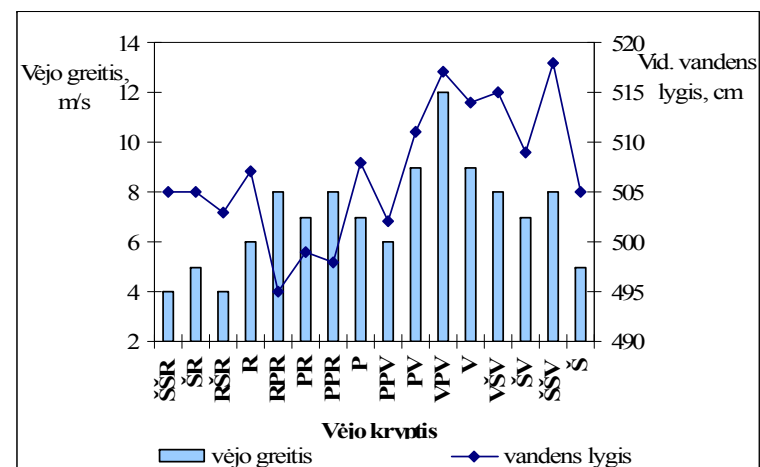
Geofizinių mokslų katedra, Klaipėdos universitetas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda, [inga.dailidienne@ku.lt](mailto:inga.dailidienne@ku.lt)

Lietuvos Baltijos pajūrio juosta išsiskiria savo unikalumu, todėl didesnę dalį teritorijos užima saugotinos teritorijos. Kuršių nerija, skirianti nuo Baltijos jūros Kuršių marias yra pasaulinis kraštovaizdžio parkas, kuris 2000 metais Australijoje vykusiame UNESCO Pasaulio paveldo komiteto posėdyje įtrauktas į Pasaulio paveldo sąrašą. Lietuvos pajūrio juosta nuolat kelia mokslininkų, visuomenės susirūpinimą dėl gamtinių ir antropogeninių veiksnių įtakos jos, ir ypač krantų, būklei. Šiais laikais stebėta suintensyvėjusi krantų erozija lėmė atsiradimą naujų kopų išplovimo židinių, paplūdimių susiaurėjimą. Kuriant vieningą Baltijos pajūrio ekosistemos vertinimo perspektyvą tarp šiandienos aktualijų didėja reikalingumas įvertinti geofizinius veiksnius, nes kintant klimatui yra stebimi neigiami reiškiniai.

Priekrantės hidrodinamika ir meteorologinės sąlygos daro aktyvų poveikį kranto zonos formavimuisi bei ardymui. Pagrindiniai hidrometeorologiniai faktoriai veikiantys litodinaminius procesus yra ekstremalūs vėjai, vandens lygio svyravimas, bangos, srovės, ledų sangrūdos bei ledonešis. Darbe panaudoti Aplinkos ministerijos Jūrinių tyrimo centro ir Hidrometeorologijos tarnybos aplinkos stebėsenos vandens lygio, bangų, vėjo duomenys.

Intensyviausiai Baltijos jūros Lietuvos teritorijos kranto zonoje smėlio paplūdimiai yra išplaunami ekstremalių ir ilgalaikių štormų metu, kai jūros priekrantėje bei Kuršių mariose susidaro sudėtinga hidrodinaminė sistema. Didžiausią įtaką krantams turi vyraujantys štorminiai vakarinių rumbų vėjai, kurie Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje suformuoja vandens lygio patvanką (pav. 1). Patys kritiškiausi aukšto vandens lygio deriniai su bangavimo

aktyvumu priekrantėje susidaro rudens - žiemos štorminės patvankos periodais. Tuo pačiu metu vėjinių bangų sklidimas iš atviros jūros į seklią priekrantės zoną sukelia banginę patvanką. Susidaro gana aukštas bendras vandens lygio pakilimas ir bangos pradeda skalauti didesnius pajūrio landšafto plotus. Intensyvų nešmenų išnešimą iš paplūdimio bei suklostymą atabrada vykdo štorminių vėjų sukeltos galingos bangos bei priekrantės kompensacinės ir migracinės srovės. Bangų energija yra vienas svarbiausių krantus performuojančių veiksnių. Aukščiausios bangos vakarų ir šiaurės-vakarų krypties Baltijos pajūryje susiformuoja pučiant vakarinių rumbų vėjams (1 lentelė). Aukščiausios bangos ties Palanga ir Nida būna V, ŠV, ties Klaipėda - V, PV rumbų krypties.

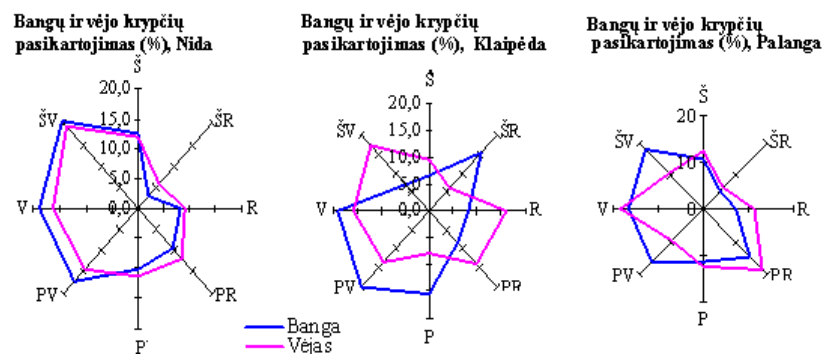


1 pav. Vandens lygio ir vėjo krypties priklausomybė, Klaipėdos sąsiauris.

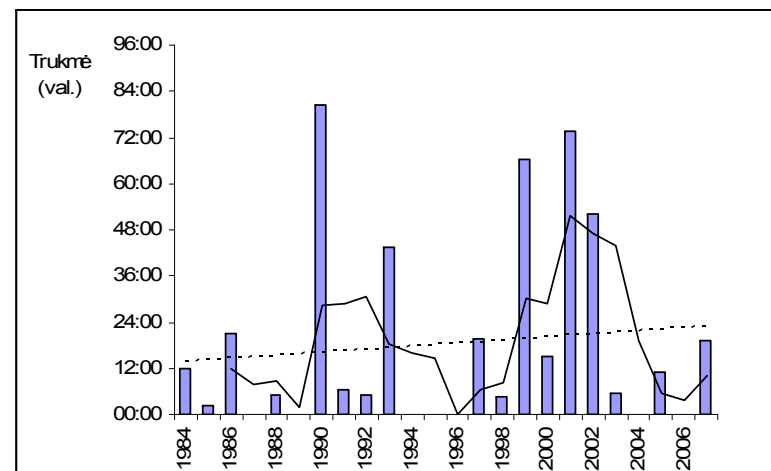
Bangų susidarymą lemia vėjo intensyvumas ir jo trukmė. Bangų kryptys priklauso nuo vyraujančių vėjų ir kranto ekspozicijos (2 pav.). Vakarinė oro masių perneša yra dominuojanti Lietuvos Baltijos jūros priekrantėje. Remiantis daugiamečiais duomenimis (klimatinio 1961-1990 m. laikotarpio) Klaipėdoje vakarinių rumbų

vėjų pasikartojimas sudaro 43%, o ties Nida apie 45%. Pažymėtina, kad pastaruoju metu, lyginant su klimatiniais praėjusiu laikotarpiu, vėjų dominavimas kinta. Baltijos jūros priekrantėje padažnėjo V, PV rumbų vėjų pasikartojimas, o sumažėjo PR.

20 a. ir 21 amžių sandūroje, suaktyvėjus cikloninei veiklai, Baltijos pakrantėje didelius nuostolius sukėlė stiprūs štorminiai ir uraganiniai vėjai. Stebimas nežymus teigiamo stipresnių nei 25 m/s vėjų augimo trendas (3 pav.). Pastaraisiais metais galingesnių štomų ir uraganų padariusių didesnių nuostolių gamtai, hidrotechniniams įrenginiams ir ardžiusių pietrytinę Baltijos pakrantę, buvo keletas: Anatolijus (3/4.12.1999), Ervinas (8/9.01.2005) ir Kirilas (1/2.01.2007). Žymų poveikį Lietuvos krantų būklei padarė ciklonas Anatolij, kurio metu Lietuvoje pūtė uraganiniai (daugiau nei 32,7 m/s) V, PV rumbų vėjai, gūsiuose siekiantys iki 40 m/s greitį. Uraganu metu buvo suardytos Klaipėdos uosto krantinės, apardytas jūros tiltas Palangoje, ženkliai nuplauti ir apardyti iš jūros pusės kopagūbriai, saugantys pajūrio lygumos dalį nuo žemyno pusės.



**2 pav.** Vidutinis per metus bangų ir vėjo kryptių pasikartojimas Baltijos priekrantėje.



**3 pav.** Stipresnių nei 25 m/s vėjų trukmės (val.) kitimas 1984-2007 m. laikotarpiu Klaipėdoje.

Daugiamečio vandens lygio svyravimo ciklai turi įtakos krantodaros procesams. Vandens lygio kitime išskirtina pastaruoju metu suaktyvėjusi ekstremumų kaita, t.y. kaip ir ekstremalios audros dažnėja ekstremalūs vandens lygiai. Labai aukšti vandens lygio horizontai Kuršių mariose 20 a. pradžioje buvo stebimi 1-2 kartus per kelis dešimtmečius, nuo 20 a. vidurio - kas 5-7 metus. Neįprastai dažnai, net 4 kartus vandens lygis Klaipėdos sąsiauryje viršijo kritinę 100 cm (Baltijos sistemoje – BS) ribą 2001-2002 m. periodu. Remiantis Klaipėdos sąsiaurio daugiamečiais (1898-2007 m.) vandens lygio duomenimis, vandens lygis šimtmečio eigoje ties Lietuvos Baltijos jūros krantais pakilo apie 14 cm. Nuo 1960 metų vidutinis vandens lygis Baltijos jūroje ir Kuršių mariose kyla apie 3,0 mm į metus greičiu. Sparčiau šis procesas pasireiškia Baltijos jūros priekrantėje, nes Kuršių marios slūgso aukštesniame lygyje ir jos vandens lygis labiau priklauso nuo upių vandens prietakos nei nuo jūros patvankos. Vandens lygis Lietuvos jūrinėje priekrantėje, esant dabartinei kilimo tendencijai, per artimiausią dešimtmetį nuo esamo

pastaruoju metu vandens horizonto gali pakilti apie 3-4 cm, iki 2030 metų gali pakilti maždaug nuo 4 iki 9 cm, o iki 2050 metų – nuo 6 iki 16 cm.

**1 lentelė.** Bangos aukščio (m) ir krypties (rumbai) pasikartojimo (atvejų skaičius per metus) priklausomybė Baltijos priekrantėje ties Nida, Palanga ir Klaipėda.

<b>NIDA</b>									
Kryptis	Bangos aukštis (m)								
	0,0-0,4	0,5-0,9	1,0-1,4	1,5-1,9	2,0-2,4	2,5-2,9	3,0-3,9	4,0-5,0	%
ŠR	14	3							3
R	47								8
PR	51	3							9
P	39	16	3						10
PV	17	39	26	4	6	6			17
V	23	34	27	11	9	1	2		19
ŠV	20	60	26	2	6	2	1		21
Š	27	36	6	2					12
100									
<b>PALANGA</b>									
Kryptis	Bangos aukštis (m)								
	0,0-0,4	0,5-0,9	1,0-1,4	1,5-1,9	2,0-2,4	2,5-2,9	3,0-3,9	4,0-5,0	%
ŠR	29	3							5
R	44								7
PR	76	13	3						15
P	28	23	13	5			2		12
PV	13	33	21	15	10	4	2		16
V	17	15	15	20	20	8	6	1	17
ŠV	23	35	25	15	6	2	5	1	18
Š	23	26	9	4	2	1			11
100									
<b>KLAIPĖDA</b>									
Kryptis	Bangos aukštis (m)								
	0,0-0,4	0,5-0,9	1,0-1,4	1,5-1,9	2,0-2,4	2,5-2,9	3,0-3,9	4,0-5,0	%
ŠR	49	2							7
R	81	32	7						15
PR	28	24	6	3	2				8

P	21	32	9	1	1	2	1		9
PV	15	63	5	16	15	4		1	15
V	21	64	20	19	14	6	10	2	20
ŠV	23	89	19	9	5	0	4		19
Š	25	29							7

Pastaruoju metu stebimas kranto zonos paplūdimių išplovimas ir krantų abrazijsia sietina su ekstremalių hidrometeorologinių sąlygų suintensyvėjimu, labiau pasireiškusiu amžių sandūros laikotarpiu; vandens lygio kitimu, kurį lemia globaliniai ir regioniniai atmosferos cirkuliacijos pokyčiai bei pasaulinė klimato šiltėjimo tendencija. Susirūpinimą kelia konstatuojamas pastaraisiais dešimtmečiais pasireiškęs spartesnis vandens lygio kilimas, kuris tiesiogiai susijęs su krantų ardymo, hidrotechninių įrenginių saugumo, sausumos užliejimo bei ekologinės pusiausvyros pažeidimo problemomis. Vandens lygio kilimo tendencija labai nepalanki Lietuvos krantų ardymo perspektyvai, nes pakilus vandens lygiui, pakis ekstremalios vandens lygio reikšmės, vis didesni sausumų plotai bus veikiami ardamosios bangų veiklos, keisis krantų linijos, iškils grėsmė pakrančių aplinkai bei socio-ekonominėms infrastruktūroms. Siekiant išsaugoti jūros krantus būtini sistemingi ir įvairiapusiai tyrimai, kurių pagrindu būtų sudaromos prognozės bei rengiamos krantų išsaugojimo savalaikės prevencinės priemonės.

## IŠKASTINIAI MOLIUSKAI LIETUVOS PAJŪRIO ZONOJE – PALEOEKOLOGINIŲ SĄLYGŲ INDIKATORIAI

**Aldona Damušytė**

*Geologijos ir geografijos institutas, Lietuvos geologijos tarnyba,  
S. Konarskio 35, LT-03123, Vilnius, [aldona.damusyte@lgt.lt](mailto:aldona.damusyte@lgt.lt)*

Vandens moliuskai yra patikimas indikatorius, apibūdinantis baseino ekologines sąlygas. Moliuskų svarbą atkuriant buvusių Baltijos jūros baseinų (stadijų) paleoekologines sąlygas įrodė daugelis mokslininkų, tyrinėjusių iškastines jų liekanas Estijoje (Кессел, 1985), Lenkijoje (Skompski, 1991), Danijoje (Petersen, 2004), Vokietijoje (Glöer, Meier-Brook, 1998), Rusijoje (Даниловский, 1955) ir kitose apie Baltijos jūrą esančiose valstybėse. Gausiose mokslinėse publikacijose ne tik aprašyta rūšinė moliuskų sudėtis, bet ir pateiktas paleoklimatinių sąlygų įvertinimas, rekonstruota paleobaseinų ekologinė aplinka.

Pirmasis Lietuvoje aptinkamus moliuskus (jūrinius taipogi) nuodugniai apibūdino P. Šivickis (1960), tačiau tai buvo daugiau rūšinis šiuo metu gyvenančiųjų apibūdinimas. Iškastinių moliuskų, ypač jūrinių, tyrimai Lietuvoje neįgavo platesnio masto dėl negausios faktinės medžiagos, kadangi Lietuvos pajūryje, išskyrus Ventės Rago ir Kuršių marių pakrantę Nidos apylinkėse, atodangų, kurių nuosėdose esama moliuskų liekanų, daugiau nėra. Susieti iškastinius moliuskus su Baltijos paleobaseiniais bandė V. Gudelis (1998). Išsamiau tirti moliuskų liekanas paskatino praėjusio šimtmečio paskutiniajame dešimtmetyje Lietuvos Baltijos pajūryje vykdytas geologinis kartografavimas masteliu 1:50 000, kuomet moliuskų liekanos buvo surinktos iš čia gręžtų gręžinių kerno.

Šiuolaikinės Baltijos jūros pradžia laikytini priedyniniai ežerai, o po jų - Baltijos ledyninis ežeras, tyvuliuavęs Baltijos duburyje, į kurį paskutiniojo ledyno tirpsmo vandenys sutekėjo prieš 12 – 10 tūkst. metų (Jensen at all., 1997, Kabailienė, 1999). Nors Lietuvos pakrantėje šio baseino krantų linijos ir atsekamos, tačiau apie Baltijos

ledyniniame ežere gyvenusius moliuskus nieko negalima pasakyti – šio ežero nuosėdose jų iki šiol nerasta. Paskesnių Baltijos jūros baseinų – Joldijos jūros (prieš 10 – 9,6 tūkst. metų) (Schoning, 2001) ir Anciliaus ežero (prieš 9,6 – 8 tūkst. metų) (Jensen at all, 1999) – vandens lygis buvo gerokai žemesnis, už dabartinės jūros vandens lygį, todėl Lietuvos pajūryje ir nerasta nei Joldijos jūroje nei Anciliaus ežere gyvenusių moliuskų. Remiantis turimais duomenimis, išsamiai charakterizuoti galima tik Litorinos jūros, prieš 8 – 4 tūkst. metų skalavusios dabartinės Lietuvos krantus, moliuskus, tuo pačiu – ir atkurti tuo metu šiame baseine buvusias paleoekologines sąlygas (Bitinas, Damušytė, 2004).

Lietuvos pajūryje moliuskų buvo aptiktos Ventės Rago atodangoje ir marių mergelio išspaudose prie Nidos, o taip pat gręžiniuose, gręžtuose Baltijos pakrantėje ties Būtinge, šiauriau Klaipėdos, Smiltynėje, Nidos apylinkėse, Kuršių marių akvatorijoje ir Nemuno deltoje.

Ventės Rago atodangoje rasti kol kas seniausi Lietuvos pajūrio moliuskai. Ištyrus moliuskų liekanas, galima teigti, kad rasti moliuskai gyveno nedideliame uždame gėlo vandens baseine, kuris buvo šiose apylinkėse vėlyvajame ledynmetyje, t. y., prieš 11 – 11,3 tūkst. metų. Vėlyvajame ledynmetyje Ventės Rago apylinkėse Baltijos ledyninio ežero krantas buvo nutolęs į vakarus, o dabartinėje sausumoje, matomai, telkšojo nedideli ežerėliai, likę šiek tiek nukritus šio šalto gėlo baseino vandens lygiui. Nors, kitų autorių nuomone, tai galėjo būti ir ganėtinai uždara Baltijos ledyninio ežero įlanka, kurios pakraštiniėje zonoje susikaupė tirtosios nuosėdos – tokią išvadą paremia Ventės Rago apylinkėse gauti šio amžiaus diatomėjų tyrimo duomenys (Kabailienė, 2006). Čia buvus nedidelio baseino pakrantę liudija gausios *Pisidium amnicum* (O. F. Müller, 1774) geldelių sankaupos. Nors vanduo baseine dar buvo šaltas (rasta *P. obtusale lapponicum* (Clessin, 1886) moliuskų geldelių), bet dumbblėtas (sprendžiant pagal *Sphaerium solidum* (Normand, 1844), *Musculium lacustre* (O. F. Müller, 1774), *Pisidium milium* (Held, 1836) ir kt. moliuskų liekanas), baseino dugnas jau buvo prižėlęs vandens augalų (*Limnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Armiger crista* f. *cristatus*

(Draparnaud, 1905) ir kt.), t. y. šis vandens baseinas palaiptamsiui seko ir užauginėjo.

Joldijos jūros krantas buvo nutolęs į vakarus nuo dabartinio Baltijos kranto. Jos vandens lygis buvo apie -40 m žemiau dabartinio jūros vandens lygio (Schoning, 2001, Kabailienė, 1999). Taigi, šiuolaikinės Baltijos jūros Lietuvos krante šiame baseine susikaupusių nuosėdų nėra.

Kol kas nėra vieningos nuomonės dėl Anciliaus ežero vandens lygio bei jo krantų padėties. Nors kai kurie tyrėjai diatomėjų tyrimų pagrindu bando išskirti šio baseino nuosėdas Kuršių nerijoje (Jensen ir kt., 1999, Kabailienė, 1999), tačiau moliuskų, būdingų šiam didžiuliam gėlo vandens baseinui, liekanų Lietuvoje neaptikta.

Ankstyvojo atlančio metu Litorinos jūros vandens lygis buvo gerokai žemesnis, nei šiuolaikinės Baltijos jūros, o dabartinės Kuršių Nerijos teritorijoje prieš 8 – 6 tūkst. metų telkšojo gėlavandenė sekli lagūna, kurioje kaupėsi organinės nuosėdos, dabar aptinkamos Kuršių Nerijoje Parnidžio kopos papėdėje. Šių organinių nuosėdų komplekse gausu gėlavandenių moliuskų kiautelių ir geldelių. Kad tai buvo nedidelis gėlo vandens baseinas (lagūna?) su dumblietu dugnu byloja rastos moliuskų *Pisidium* (*P. milium* (Held, 1836), *P. henslowanum* (Sheppard, 1823), *Valvata piscinalis* f. *antiqua* (Sowerby, 1838) liekanos. Dabartinėje Parnidžio kopos papėdėje, matomai, buvo šio negilaus (gyveno *Valvata naticina* (Menke, 1845) vandens telkinio pakraštys – rasta daug pakrantėse gyvenančių vandens moliuskų *Pisidium amnicum* (O. F. Müller, 1774), *P. pulchellum* (Jenyns, 1832) (ypač mėgstančių pakrantes supančias nendrių juostas) geldelių ir sausumos sraigčių *Suicinea putris* (Linnaeus, 1758), gyvenančių vandens telkinių pakraščiais ant medžių ir krūmokšnių, kiautelių. Nors kitų tyrėjų nuomone, tai vėlgi galėjo būti Litorinos jūros įlanka, nes šiose nuosėdose buvo rasta tik Litorinos jūrai būdingų diatomėjų (Kabailienė, 1999). Lieka atviru klausimas, kaip šios sūriamėgės diatomėjos čia atsirado: ar tai buvo jų tikroji gyvenamoji aplinka, ar jos štormų metu su jūros vandeniu per tuomet, tikėtina, buvusią neplačią neriją buvo atneštos iš atviros jūros.

Litorinos jūros moliuskai aptikti Baltijos jūros pakrantėje. Tačiau moliuskų liekanos rastos tik grėžiniuose, grėžtuose Kuršių nerijoje šiauriau Smiltynės ir žemyninėje kranto dalyje į šiaurę nuo Klaipėdos. Piečiau Klaipėdos grėžtų grėžinių, – tiek Baltijos jūros, tiek Kuršių marių pakrantėje ir Kuršių marių akvatorijoje – nuosėdose Litorinos jūrai būdingų moliuskų liekanų nerasta. Tam gali būti keletas priežasčių. Viena iš jų – tuo metu piečiau dabartinės Klaipėdos buvusi sekli priekrantinė zona su intensyvia bangų mūša. Kita, daugiau tikėtina, priežastis – tuo metu čia jau tyvuliavo sekli gėlavandenė lagūna.

Trijų grėžinių nuosėdose tirtos Litorinos jūroje gyvenusių moliuskų liekanos leidžia teigti, kad rastų moliuskų bendrijos labai panašios ir būdingos sekliam (iki 5 – 10 m gylio) jūros priekrantės zonai su smėlingu, vietomis šiek tiek dumblietu, dugnu. Tai, kad buvo rasta tik keletas sūriamėgių *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) rūšies moliuskų, laikomų skiriamaisiais Litorinos jūros moliuskais (Kecsel, 1985), kiautelių, leidžia teigti, kad Litorinos jūros, skalavusios dabartinę Lietuvos pakrantę, vanduo nebuvo toks sūrus, kaip Vidurinėje ar Pietinėje Baltijoje, t. y. jo druskingumas tesiekė tik 8 – 10 ‰. Tai patvirtina ir izotopiniai ( $d^{13}C$  ir  $d^{18}O$ ) moliuskų geldelių tyrimai (Bitinas ir kt., 2000).

Kuršių marių akvatorijoje grėžtuose grėžiniuose moliuskų liekanos rastos nuosėdose, kurios čia kaupėsi atlančio ir preborealio – borealio metu (Vaikutienė ir kt., 2004). Apibūdinus moliuskų liekanas galima daryti išvadą, kad tuo metu dabartinių Kuršių marių akvatorijoje vanduo jau buvo gėlas, nes čia aptikti tik gėlavandeniai moliuskai. Nuosėdose ypač gausu Valvatidae, Sphaeriidae, o viršutinėse tirtų pjūvių dalyse ir Dreissenidae šeimų moliuskų. Taigi, rastos moliuskų liekanos leidžia teigti, kad ši moliuskų bendrija gyveno nedideliame ir negilame vandens baseine arba didesnio vandens telkinio pusiau uždaroje lagūnoje, kurio dumblietas dugnas vietomis buvo apaugęs vandens augalais. Nuosėdose rastos *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) rūšies moliuskų geldelės dar laukia detalesnių tyrimų, galėsiančių išsamiau atskleisti šių moliuskų atsiradimo Baltijos pakrantėje istoriją.

## Literatūra

Andrén E., Andrén T. & Sohlenius G. 2000 (September): The Holocene history of the southwestern Baltic Sea as reflected in a sediment core from the Bornholm Basin. / *Boreas*, Vol. 29, pp. 233-250. Oslo.

Berglund B. E., Sandgren P., Barnekow L., Hannon G., Jiang H., Skog G., Yu S-Y. Early Holocene history of the Baltic Sea, as reflected in coastal sediments in Blekinge, southeastern Sweden. / *Quaternary International* 130 (2005) 111-139.

Bitinas A., Damušytė A., Hütt G., Martma T., Ruplėnaitė G., Stančikaitė M., Ūsaiytė D. and Vaikmāe R. Stratigraphic correlation of Late Weichselian and Holocene deposits in the Lithuanian coastal region. / *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology*, 2000, **49**, 3, 200-217.

Bitinas A., Damušytė A., Stančikaitė M., and Aleksa P. (2002) - Geological development of the Nemunas River Delta and adjacent areas, West Lithuania. / *Geological Quarterly*, **46** (4): 375-389.

Bitinas A., Damušytė A. The Littorina Sea at the Lithuanian maritime region. / *Proceedings of the Conference „Rapid transgressions into semi-enclosed basin“*. Polish Geological Institute Special Papers, 11 (2004): 37-46

Glöer P., Meier-Brook C. Süswassermollusken. – Hamburg. – 1998. -136 p.

Gudelis V. Lietuvos įjūris ir pajūris: Monografija. -V.: Lietuvos mokslas, 1998. -444 p.

Jensen J. B., Bennike O., Witkowski A., Lemke W. & Kuijpers A. 1997 (September): The Baltic

Ice Lake in the southwestern Baltic: sequence-, chromo- and biostratigraphy. / *Boreas*, Vol. 26, pp. 217-236. Oslo.

Jensen J. B., Bennike O., Witkowski A., Lemke W. & Kuijpers A. 1999 (December): Early Holocene history of the southwestern Baltic Sea: the Ancylus Lake stage. / *Boreas*, Vol. 28, pp. 437-453. Oslo.

Kabailienė M. Water level changes in SE Baltic based on diatom stratigraphy of Late Glacial and Holocene deposits // *Geologija*. – Nr. 29. – 1999. – P. 15-29.

Kabailienė M. Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14 000 metų. – Vilnius. – 2006.

Petersen K. S. Late Quaternary environmental changes recorded in the Danish marine molluscan faunas. – Copenhagen. – 2004.

Schoning K. 2001 (December): The brackish Baltic Sea Yoldia Stage – palaeoenvironmental implications from marine benthic fauna and stable oxygen isotopes. / *Boreas*, Vol. 30, pp. 290-298. Oslo.

Skompski S. Fauna czwartorzędowa Polski. Bezkręgowce. – Warszawa. – 1991. -238 p.

Šivickis P. Lietuvos moliuskai ir jų apibūdinimas. – Vilnius. – 1960. -351 p.

Vaikutienė G., Kabailienė M., Stančikaitė M., Kuzavinis M. Seklios lagūnos ekosistemos kaita poledynmetyje. / *Ataskaita*. Vilnius, 2004.

Балтийского моря в Северной Прибалтике. Том IV. Определитель субфоссильных моллюсков Балтийского моря // Отчет (заключительный этап). Институт геологии Академии наук Эстонской ССР. – Таллин. – 1985.

Даниловский И. В. Опорный разрез отложений Скандинавского оледенения Русской равнины и четвертичные моллюски. – Москва. – 1955.

Кессел Х. Я. Формирование озерно – болотных формаций и древнебереговых комплексов

## LIETUVOS PRIEKRANTĖS DUGNO BUVEINIŲ INVENTORIZACIJOS REZULTATAI IR GAMTOSAUGOS PERSPEKTYVOS

**Darius Daunys, Martynas Bučas, Sergej Olenin, Andrius Šiaulys,  
Aleksėj Šaškov**

*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto  
84, LT-92294, Klaipėda, [darius@corpi.ku.lt](mailto:darius@corpi.ku.lt)*

Europos gamtosaugos politikoje buveinės yra laikomos vienu pagrindinių vandens ir sausumos ekosistemų elementų, kurių atžvilgių taikytinos apsaugos priemonės. 1992 metais ES parlamento patvirtinta ir 2003 metais Lietuvos Respublikos ratifikuota Buveinių Direktyva (92/43/EEC) apibrėžia buveinių apsaugos politiką ir įvardina rūšis bei buveines, kurių apsaugai šalys narės įsipareigojo skirti ypatingą dėmesį. Lietuvai, turinčiai kiek daugiau nei 90 km ilgio jūros kranto liniją tokie gamtosauginiai įsipareigojimai turėtų reikšti esminius jūrinių teritorijų planavimo pokyčius aiškiai apibrėžiant jūrinių teritorijų išteklių apsaugos ir naudojimo prioritetus ir derinant vartotojų grupių interesus.

LIFE Nature programos remiamo projekto „Rytų Baltijos saugomos teritorijos“ metu 2006-2007 metais buvo atlikta Lietuvos priekrantės buveinių inventorizacija. Jos tikslas buvo atnaujinti ir surinkti trūkstantis duomenis apie priekrantės dugno buveines ir šios informacijos pagrindu derinant su kitomis Baltijos šalimis pagrįsti buveinių apsaugai svarbių teritorijų ribas ir gamtosaugines priemones.

Inventorizacijų metu surinkta tyrimų medžiaga apėmė 266 vietas 2-30 m gyliuose, šiose vietose buveinių išskyrimui ir apibūdinimui surinkti 329 dugno faunos ir augalų mėginiai. Jūros dugnas buvo filmuojamas 145 vietose; šoninės lokacijos sonaru detalai kartografuota apie 5 km<sup>2</sup> dugno.

Lietuvos priekrantėje rastos 7 buveinės iš Baltijos šalims sudaryto 25 buveinių sąrašo. Keturios iš šių buveinių priklauso rifams – buveinių tipui, kuris įrašytas į Buveinių Direktyvos I priedą ir kurių

pagrindu turi būti steigiamos buveinių apsaugai svarbios teritorijos (BAST). Šios buveinės teritoriniuose vandenyse užima 199 km<sup>2</sup> plotą (10,8% bendro teritorinių vandenių ploto), 113 km<sup>2</sup> šios teritorijos patenka į Pajūrio regioninio parko bei Baltijos jūros talasologinio draustinio ribas. Vertingiausias rifams priklausančios buveinės – morenos ir riedulių dugnas su banguoliu ir moreniniai gūbriai, užima tik 24 km<sup>2</sup> teritoriją, t.y. 12% viso rifų ploto, tačiau į teritoriniuose vandenyse jau įsteigtas saugomas teritorijas patenka apie 87% jų ploto. Tikslinant BAST ribas šių teritorijų saugomas plotas galėtų būti padidintas iki 98%, o atsisakant kai kurių mažiau vertingų teritorijų bendras saugomas teritorijos plotas galėtų būti sumažintas apie 13%. Teritorijos mažinimas turėtų būti vykdomas atsisakant ribų pririšimo prie 20 m gylio izobatos ir nustatant jas pagal konkrečias ilgumos ir platumos koordinates taip palengvinant šių teritorijų administravimą.

Rengiant BAST gamtotvarkos priemones tiesioginių grėsmių, kurios pastebimai kenkia saugotinių buveinių būklei nenustatyta. Todėl tiesioginės būklės gerinimo priemonės nenumatomos, o didžiausias dėmesys skiriamas administracinėms priemonėms, kurios mažintų potencialių grėsmių riziką. Analizuojant planuojamų ūkinių veiklų padarinius poveikių aplinkai vertinimuose siūloma įtraukti ilgalaikių poveikių tyrimą. Taip pat numatoma riboti inkaravimą gūbrių teritorijoje bei atlikti papildomus tyrimus nustatant šios buveinės vaidmenį biologinei įvairovei ir jos palaikymui. Kita vertus, svarbus uždavinys bus parinkti struktūrinius ir funkcinius buveinių būklės indikatorius, kurie adekvačiai atspindėtų buveinių pokyčius ir galėtų būti efektyviai naudojami buveinių monitorine.



## FAKTINIAI DAUGIAMEČIAI ZOOPLANKTONO POKYČIAI KURŠIŲ MARIOSE IR BALTIJOS JŪROJE

Natalja Demereckienė

Jūrinių tyrimų centras, Taikos pr. 26, LT-91149 Klaipėda,  
[n.demereckiene@jtc.am.lt](mailto:n.demereckiene@jtc.am.lt)

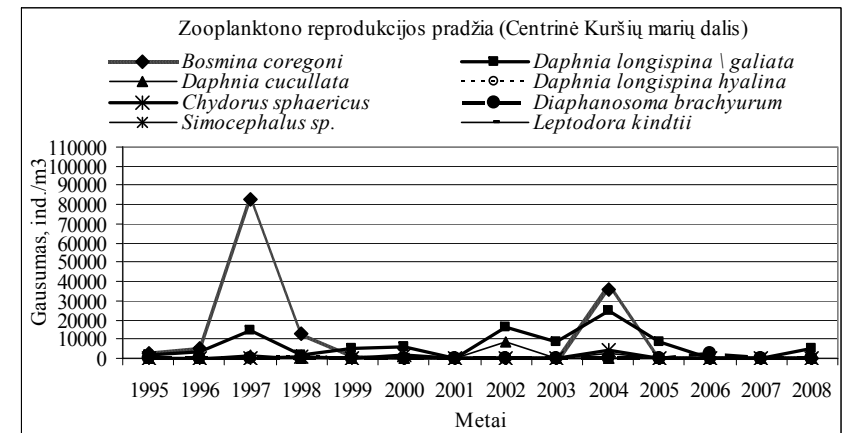
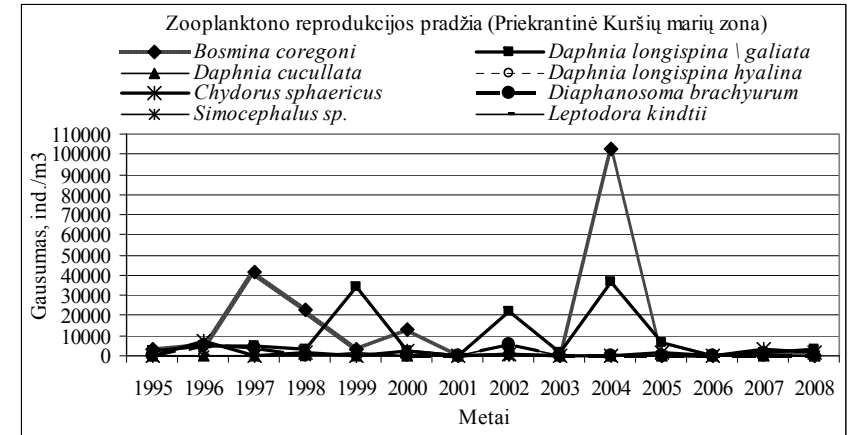
Zooplanktonas – tai aktyviai plaukiojantys organizmai, priklausantys įvairioms sisteminiams grupėms. Tai svarbi energijos grandis tarp pirminių producentų (fitoplanktono) ir plėšrūnų (žuvų). Ši pelaginių organizmų grupė yra vienas iš pagrindinių elementų žuvų ir žuvų mailiaus mityboje.

Produktyviausi Kuršių marių rajonai, kur gausus ir įvairus zooplanktonas – priekrantinė ir centrinė marių dalys. Šitose marių dalyse nuolat mažas druskingumas, čia vyksta natūralūs sezoniniai gamtiniai zooplanktono bendrijos pokyčiai.

Tyrimų duomenų analizė parodo, kad reprodukcijos pradžioje 1997 ir 2004 m. dominavo *Bosmina coregoni* (šakotaūsis vėžiagyvis) (1 pav.). *Bosmina* yra  $\beta$ -mezosaprobinės vandens kokybės klasės indikatorius ir dominuoja eutrofinėmis sąlygomis (Morduhai-Boltovskoj, Rivier, 1977). *Bosmina coregoni* reprodukcijos pradžioje daugiausiai buvo priekrantinėje 2004 m. - 102942 ind./m<sup>3</sup> ir centrinėje 1997 m. - 82335 ind./m<sup>3</sup> marių dalyse. Kita gausi rūšis – *Daphnia longispina/galeata* (1 pav.).

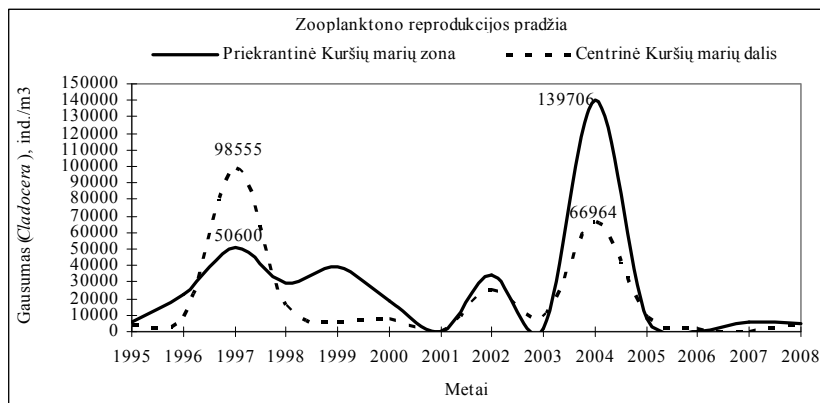
Pastaraisiais 2005-2008 m. šakotaūsių vėžiagyvių (*Cladocera*) gausumas palyginus su ankstesniais labai sumažėjo šiose marių dalyse (2 pav.).

Paskutinius keturis metus reprodukcijos pradžioje vyravo verpetės (*Rotifera*). Verpetės, kaip natūralaus gamtos biofiltras pagal savo filtravimo galingumą yra nepalyginamos su vėžiagyviais. Jos yra nepakankamai turtinga maisto bazė ichtiofaunai.



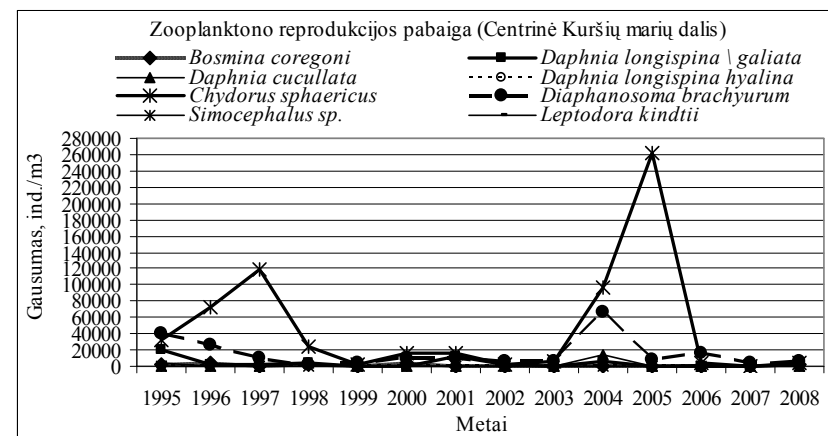
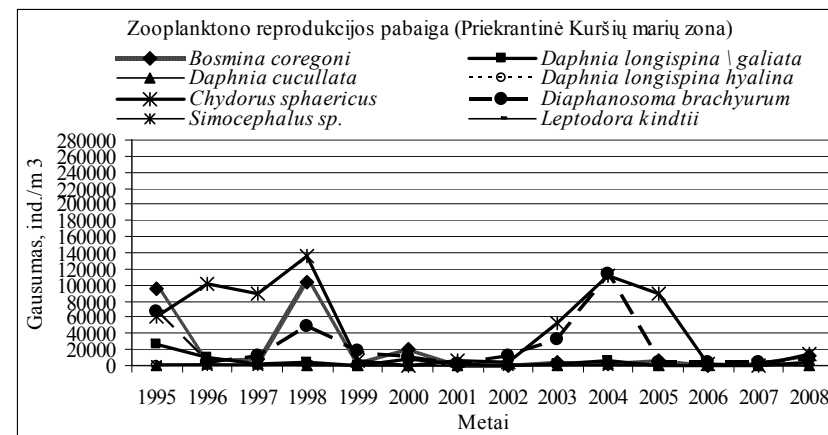
1 pav. Šakotaūsių vėžiagyvių (*Cladocera*) rūšių gausumo ilgalaikiai pokyčiai reprodukcijos pradžioje.





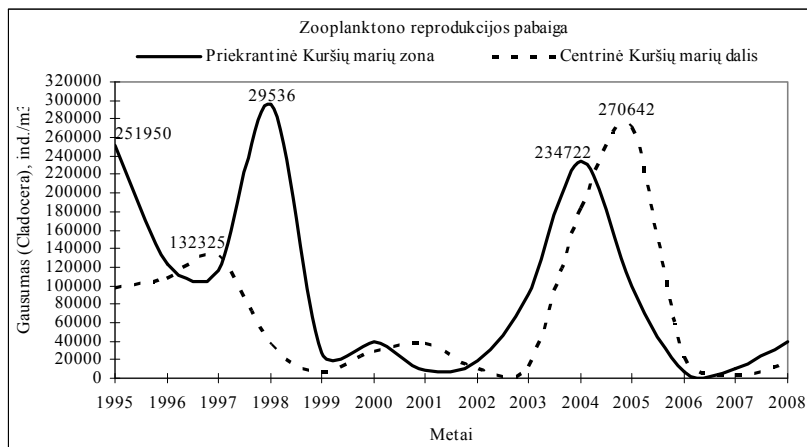
2 pav. Šakotaūsių vėžiagyvių (*Cladocera*) grupės ilgalaikiai pokyčiai reprodukcijos pradžioje.

Reprodukcijos pabaigoje priekrantinės zonoje zooplanktono bendrijose dominuoja kelios rūšys: 1995 m. dominavo *Bosmina coregoni* (96205 ind./m<sup>3</sup>), *Diaphanosoma brachyurum* (66625 ind./m<sup>3</sup>) ir *Chydorus sphaericus* (61610 ind./m<sup>3</sup>); 1998 m. - *Chydorus sphaericus* (136838 ind./m<sup>3</sup>), *Bosmina coregoni* (102489 ind./m<sup>3</sup>) ir *Diaphanosoma brachyurum* (49459 ind./m<sup>3</sup>); 2004 m. - *Diaphanosoma brachyurum* ir *Chydorus sphaericus* (113889 ir 111111 ind./m<sup>3</sup>) (3 pav.). *Chydorus sphaericus* dominavo taip pat 1996, 1997 ir 2005 m. (3 pav.). Centrinėje marių dalyje dominuojančią galima išskirti tik *Chydorus sphaericus* (1997 m. – 119000 ind./m<sup>3</sup> ir 2005 m. – 261468 ind./m<sup>3</sup>) (3 pav.). Ši rūšis yra β-mezosaprobinės vandens kokybės klasės indikatorius.



3 pav. Šakotaūsių vėžiagyvių (*Cladocera*) rūšių gausumo ilgalaikiai pokyčiai reprodukcijos pabaigoje.

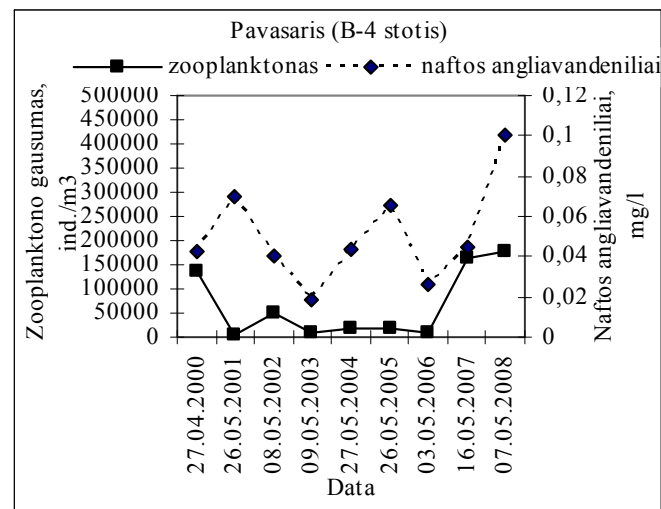
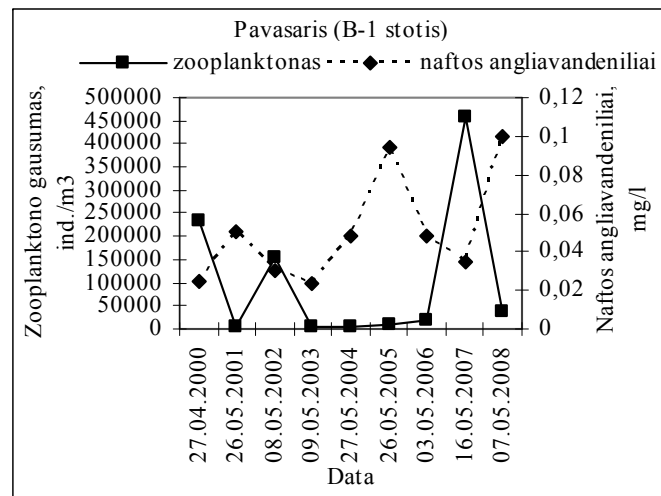
Gausiau šių vėžiagyvių buvo 1995 - 1998 m. ir 2003 - 2005 m., o nuo 2006 m. *Cladocera* yra negausi (4 pav.).



4 pav. Šakotausių vėžiagyvių (*Cladocera*) grupės ilgalaikiai pokyčiai reprodukcijos pradžioje.

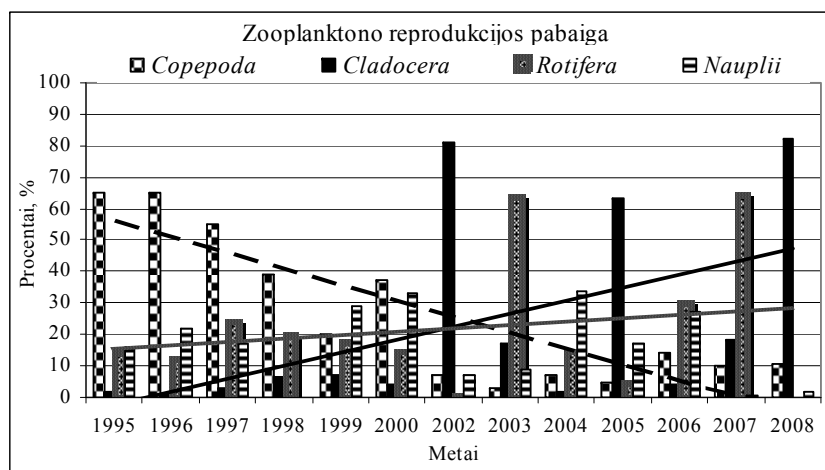
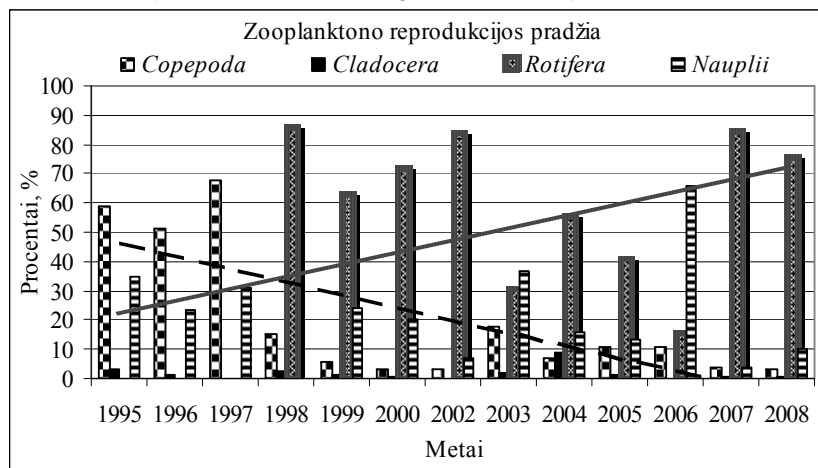
Pakrantės vandenyse Baltijos jūroje yra problematiškas Būtingės rajonas (B-1st. (jūros priekrantė, Šventosios upės poveikio zona) ir B-4 st. (prie SPM plūduru). Analizuojant laikotarpį 2000 - 2008 m. pavasarį buvo pastebėta, kad nafta ir jos produktai nedepresuoja, bet limituoja zooplanktono bendrijos vystimąsi (5 pav.).

Neigiama ekologinė situacija netiesiogiai veikia per zooplanktoną visas hidrobiontų bendrijas. Zooplanktonas, kuris yra pagrindinis elementas žuvų ir žuvų mailiaus mityboje, gali pernešti naftą ir jos produktus. Zooplanktono bendrijos vystimasis priklauso nuo bendros jūros būklės. Būtingės rajone, kur vyksta technogeninė tarša, lygiagrečiai vyksta eutrofikacijos procesas.



5 pav. Bendro zooplanktono gausumo ( $\text{ind./m}^3$ ) ir vidutinės naftos angliavandenilių koncentracijos ( $\text{mg/l}$ ) kitimai Būtingės rajone Baltijos jūroje 2000 – 2008 m.

Analizuojant, reprezentuojančios stoties atviros jūros vandenį, zooplanktono tyrimų daugiamečius duomenis buvo pastebėta, kad nuo 1995 m. irklakojų vežiagyvių (*Copepoda*) gausumas mažėjo, o verpečių (*Rotifera*) ir šakotaūsių vėžiagyvių (*Cladocera*) – didėjo (6 pav.). Tai parodo, kad jūroje didėja trofiškumas (Morduhai-Boltovskoj, Rivier, 1977).



6 pav. Taksonominių grupių (%) kitimai atviroje jūroje

Atvira jūra - ypatinga vandens sistema, kuri neturi aiškių trofiškumo požymių, tačiau čia aiškiai dominuoja mezosaprobinės rūšys. Todėl atvira jūra - tai eutrofiniai vandenys.

### Literatūra

Morduhai-Boltovskoj, Rivier, 1977 – Мордухай-Болтовской Ф. Д., Ривьер И. К. Беспозвоночные как показатели эвтрофирования водоёмов // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Ленинград. Гидрометеиздат. С. 28-32.

## POVANDENINIŲ BIOTOPŲ, LANDŠAFTŲ BEI RŪŠIŲ PAPLITIMO KARTOGRAFAVIMAS SUOMIJOS ĮLANKOJE - PROJEKTAI, METODAI, REZULTATAI

Viktoras Didžiulis<sup>1</sup>, Jouni Leinikki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*KU Baltijos Pajūrio Aplinkos Tyrimų ir Planavimo Institutas, H.*

*Manto 84, LT-92294 Klaipėda, [viktoras@ekoinf.net](mailto:viktoras@ekoinf.net)*

<sup>2</sup>*Alleco Oy (Helsinkis, Suomija), [jouni.leinikki@alleco.fi](mailto:jouni.leinikki@alleco.fi)*

Kartu su privačia Suomijos aplinkos tyrimų konsultacine įmone "Alleco Oy" nuo 2000 metų vykdant Suomijos įlankos povandeninių buveinių tyrimus buvo intensyviai eksperimentuojama ieškant optimaliausių prognostinio rūšių bei biotopų kartografavimo metodų, modelių, algoritmų ir būdų jiems realizuoti.

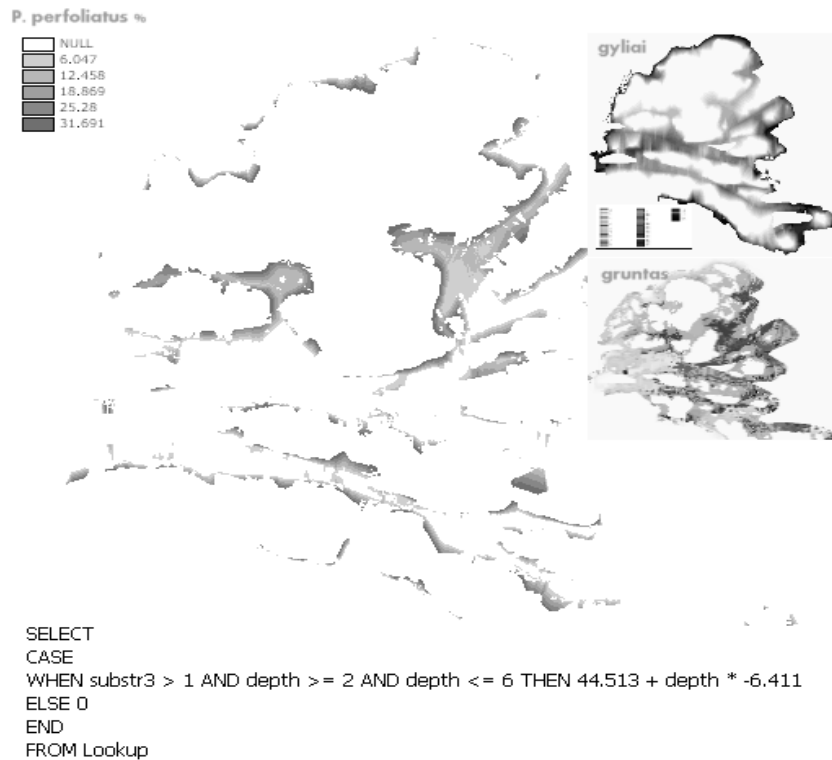
Pagrindiniai idealaus metodo kriterijai buvo keli: kiek įmanoma didesnis sudaryto žemėlapijo atitikimas realiai aplinkos būklei, galimybė įvertinti kartografavimo patikimumą, duomenų transformacijų, atmetimo ir bet kokio realią imtį galinčio iškraipyti metodo vengimas bei lankstus sprendimas duomenų trūkumo atveju. Paskutiniai punktai svarbūs praktiškai, kadangi atmesti mėginiai tiesiogiai proporcingi projektų finansiniams nuostoliams, laiko ir darbo sąnaudoms. Svarbi buvo ir galimybė metodą realizuoti egzistuojančiose GIS sistemose arba patiems sukuriant specializuotą programinę įrangą, bei metodo pritaikymo paprastumas.

Tikslas buvo pasiektas, kas minėtajai aplinkos tyrimų įmonei suteikė konkurencinį pranašumą projektiniuose konkursuose. Kelis kartus sumažėjus tyrimų sąnaudoms, įmonė galėjo pasiūlyti žemesnes kainas negu konkurentai.

Kartografavimui buvo pritaikyti duomenų gavybos (angl. data mining) metodai integruoti su GIS. Kaip pradiniai duomenys pateikiamas pasirinktų nepriklausomų kintamųjų (pvz. gylio, bangų poveikio, grunto tipo) geografinį pasiskirstymą aprašantys rastriniai sluoksniai. Rezultatas yra keli nauji rastriniai sluoksniai parodantys priklausomojo parametro (rūšies, biotopo tipo buvimą/nebuvimą,

biomasę, gausumą, rūšių kiekį, ir t.t.) vertę bei susijusias statistines charakteristikas. Vienas metodų, ties kuriais buvo apsisistota, yra analogų paieška tiriamo regiono duomenų bazėje panaudojant CBR (angl. case based reasoning) principus bei rezultatą pateikiant dažniausios reikšmės bei jos santykinio dažnio (tikimybės) pavidalu. Kiekybiniam duomenims pasirinktinai gali būti pateikiamas aritmetinis vidurkis, standartiniai nuokrypiai ir kitos statistinės charakteristikos. Kitas pasirinktas metodas - sprendimų medžių (angl. decision trees) panaudojimas. Sprendimų medis generuojamas iš stebėjimų duomenų sugrupuotų pagal pasirinktus nepriklausomus kintamuosius ir pagal priklausomo kintamojo variacinę eilutę. Sprendimų medžio šakos apjungiamos panaudojant panašumo koeficientą apskaičiuojamą lyginant imtis - naudojant visus imties atributus arba apsiribojant pasirinktu atributų poaibiu. Pasirinkus minimalų panašumo lygmenį greta esančių nepriklausomų kintamųjų ir priklausomo kintamojo deriniai apjungiami, jei jie patenka į tą pačią grupę. Tokiu atveju sprendimų medžio šaka aprašo sąlygas ir tomis sąlygomis stebėto priklausomo kintamojo labiausiai tikėtina (dažniausia) reikšmę su dažnumo (tikimybės) įverčiu ar kita priklausomo kintamojo statistika atitinkančia sąlygoms aprašytoms sprendimų medžio šakoje. Kaip paprasčiausias prognozuojamo rezultato patikimumo įvertis buvo pasirinktas "sampling effort" dydis parodantis prognozei sudaryti tekusių mėginių kiekį - absoliutų ( $0 < n < N$ ) arba santykinį lyginant su visu mėginių kiekiu sistemos apmokymui pateiktoje imčių lentelėje ( $0 < n/N < 1$ ). Kiekvienai šakai aprašyti taip pat galima pritaikyti tiesinę (1 pav) arba logistinę regresiją taip suformuojant regresijų medį.

Minėti metodai buvo realizuojami tam tikslui sukurtoje Allecoinf Adviser DSS sistemoje ir išbandyti kai kuriuose komerciniuose GIS programiniuose paketuose.



**1 pav.** Paprastas dviejų šakų regresijų medis modeliuojantis *Potamogeton perfoliatus* procentinį ploto vieneto (1 m<sup>2</sup>) padengimą Omskar salos (Suomija) tyrimų rajone priklausomai nuo gylio ir grunto tipo. *P. perfoliatus* aptinkamas mišriame arba smėlėtame grunte (šiuo konkrečiu atveju atitinka grunto tipus 2 ir 3) gyliuose tarp 2 ir 6 metrų. Tokiame grunte jo padengimo priklausomybė nuo gylio modeliuojama tiesinės regresijos lygtimi:  $P.perfoliatus\% = 44,513 + gylysis * -6.411$

## POILSIAUTOJŲ SRAUTO DINAMIKA KURŠIŲ NERIJOS JŪRINIAME KRANTE

Jolita Eidikonienė

Geologijos ir geografijos institutas, Ševčenkos 13, Lt-03223 Vilnius,  
[atiloja@yahoo.com](mailto:atiloja@yahoo.com)

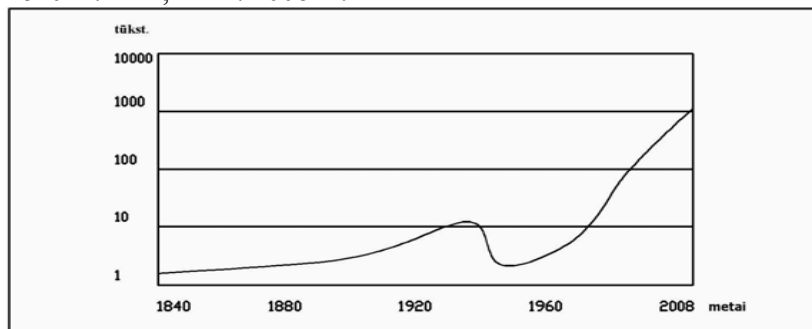
Kuršių nerija išsiskiria savitu gamtiniu ir kultūriniu pajūrio kraštovaizdžio kompleksu, kuris pritraukia daug lankytojų tiek iš Lietuvos, tiek ir iš užsienio. Kasmet didėjant nerijos lankytojų skaičiui gamtosauginių ir rekreacinių interesų konfliktas nerijos jūriniame krante tampa vis ryškesnis. Deja, gamtosauginius interesus čia vis dažniau nustelbia rekreacija. Rekreacinių procesų įtaka kranto būklei dažnai turi ne ką mažesnę poveikį nei natūralūs gamtiniai procesai. Tačiau iki šiol rekreacijos poveikis Kuršių nerijos kranto būklei buvo mažai tyrinėtas. Atsižvelgiant į kasmet vis labiau didėjantį poilsiautojų srautą, jo, kaip vieno iš krantą formuojančio veiksnio, tyrimai tapo labai aktualūs Kuršių nerijos darnaus vystimosi kontekste. Šiame darbe pateikiami tyrimų rezultatai, atspindintys poilsiautojų srauto intensyvumo kaitos laike tendencijas.

**Tyrimų metodika.** Siekiant nustatyti daugiamečius bei metų bėgyje poilsiautojų srauto dinamikos ypatumus, pasinaudota AB „Smiltynės perkėla“ ir kitų literatūros šaltinių duomenimis. Poilsiautojų srauto intensyvumo kaitos laike (poilsio sezono, savaitės ir dienos bėgyje) stebėjimai buvo atliekami 2002-2003 m., vėliau pakartoti 2008 metais. Stebėjimų pradžioje buvo skaičiuojami poilsiautojai visuose Kuršių nerijos rekreacinių zonų (Smiltynės, Alksnynės, Juodkrantės, Pervalkos, Preilos bei Nidos) paplūdimiuose. Vėliau, detalizuojant poilsiautojų srauto dinamiką poilsio sezono, savaitės bei dienos bėgyje, buvo apsiribota Nidos ir Preilos rekreacinių zonų paplūdimiais. Šios gyvenvietės pasirinktos todėl, kad būtų galima atskleisti poilsiautojų srauto dinamikos ypatumus skirtingo rekreacinės infrastruktūros išvystymo zonose. Nustatant poilsiautojų srauto dinamikos laike ypatumus naudotasi procentiniu

pasiskirstymu, apskaičiuotu remiantis visų metų, savaitės arba dienos poilsiautojų skaičiumi.

### Poilsiautojų srauto dinamikos laike ypatumai.

Daugiametės (1840-2008 m.) Kuršių nerijos lankytojų skaičiaus kaitos tendencijas atspindintys tyrimų rezultatai pavaizduoti 1 paveiksle. Nerijos lankytojų per 168 metus padidėjo apie 600 kartų: nuo 2 tūkst. 1840 m. iki 1,2 mln. 2008 m.

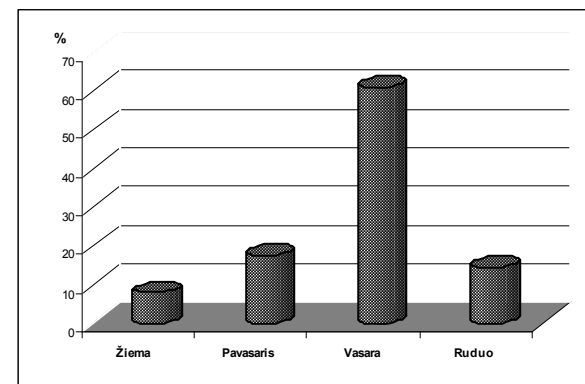


1 pav. Poilsiautojų srauto dinamika Kuršių nerijoje (1840-2008 m.) (duomenys paimti iš įvairių literatūros šaltinių).

XIX a. vid. populiariausia poilsiavietė Kuršių nerijoje buvo Juodkrantė, kurioje, remiantis literatūros šaltiniais 1840 m. ilsėjosi apie 2000 poilsiautojų. Vėliau, apie 1880 m., poilsiauti vykstama jau ir į Nidą. XIX-XX a. sandūroje, kai tarp Klaipėdos ir Smiltynės pradėjo kursuoti keltas, susiformavo Klaipėdos poilsio zona Smiltynėje-Kopgalyje. XX a. 3 dešimtmetyje dailininkai bei nuošalumo ieškantys poilsiautojai susidomėjo ir Preila bei Pervalka. Kuršių nerijos lankytojų skaičius vis didėjo iki II-ojo Pasaulinio karo, kai 1939-1945 m. visa Kuršių nerija atitenka Vokietijai. Karo metais civilių poilsiautojų gerokai sumažėjo, tačiau padidėjo vokiečių karininkų, atvykstančių į Kuršių neriją rehabilitacijos tikslais. Po karo, beveik iki XX a. 6 dešimtmečio vidurio galiojęs griežtas pasienio režimas labai varžė poilsiaavimo galimybes Kuršių nerijoje. Tačiau jau nuo 7 dešimtmečio prasidėjo tikras rekreacinių statybų bumas, o tai skatino poilsiaujančiųjų Kuršių nerijoje augimą. Atkūrus šalies

nepriklausomybę per metus į Kuršių neriją atvykdavo 800 tūkst.. žmonių. Ypač poilsiautojų skaičius išaugo pastaraisiais metais ir siekia apie 1,2 mln. per metus.

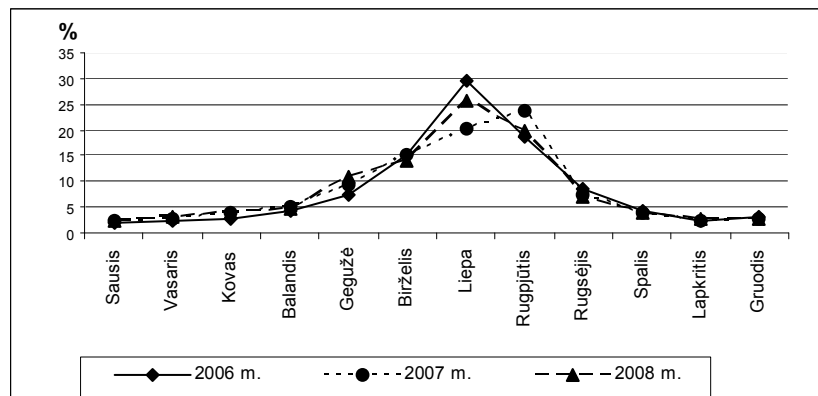
**Metinė kaita.** Kuršių nerijoje turistų būna ištisus metus, tačiau jų skaičius metų eigoje smarkiai kinta. Ypač poilsiautojų padaugėja šiltuoju sezonu (gegužės-rugsėjo mėn.). Kitais metų laikais žmonių čia apsilanko nedaug (2 pav.) ir dažniausiai savaitgaliais. Ne poilsio sezono metu ryškesnis atvykėlių srauto padidėjimas susijęs su grybavimu (rugsėjis-spalis) bei poledinės žūklės (sausis-kovas) teikiamais malnumais, taip pat su įvairiomis šventėmis, ypač Naujųjų metų šventimu. Pažymėtina, kad ne šiltuoju sezonu Kuršių neriją aplankantys poilsiautojai jūros krante praleidžia nedaug laiko – dažniausiai jie ateina pasivaikščioti ir būna nuo pusvalandžio iki kelių valandų.



2 pav. Keltu perkeltų žmonių srauto intensyvumo (%) dinamika įvairiais metų sezonais (AB „Smiltynės perkėla“ 2006-2008 m. apibendrintais duomenimis).

Surinktų duomenų analizė atskleidė poilsiautojų srauto pasiskirstymo metų bėgyje asimetrinį pobūdį – poilsiautojų tolydžiau daugėja pavasarį nei mažėja rudenį (3 pav.). Itin staigiai poilsiautojų sumažėja prasidėjus rudeniiui, kartu ir naujiems mokslo metams.

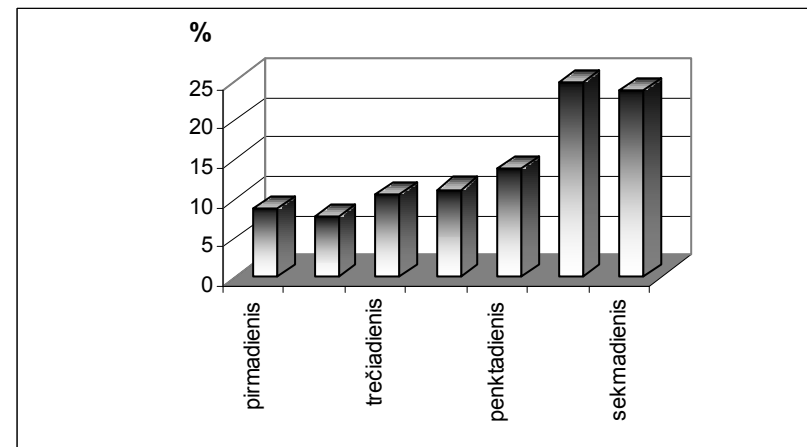
Poilsio sezono metu (gegužė-rugsėji) rekreantai taip pat nevienodai pasiskirsto atskirais mėnesiais. Poilsiauti paplūdimiuose pradama jau nuo gegužės vidurio, kai saulė, nors ir nelabai kaitri, vis dažniau ima šviesti ir oro temperatūra dieną neretai pasiekia 20°C ir daugiau. Tačiau poilsiautojų pagausėja tik nuo birželio vidurio. Poilsiautojų skaičius būna maksimalus vasaros antroje pusėje, kai oro ir vandens temperatūra būna aukščiausia per metus, taip pat gausu įvairių renginių ir paslaugų. Rugsėjį mėn. pabaigoje, o ypač rugsėjo pradžioje poilsiautojų skaičius staigiai sumažėja. Rugsėję dažniausiai atostogauja pavieniai poilsiautojai, kuriems reikia poilsio ir ramybės, ko jie negali tikėtis liepos ir rugsėjį mėnesiais, kada poilsiautojų tankumas paplūdimiuose yra maksimalus. Kita vertus, poilsiauti vėlyvą pavasarį arba ankstyvą rudenį skatina ir ryškus nakvynės kainos sumažėjimas. Tokių tipinių poilsiautojų pasiskirstymą poilsio sezono metu gali pakeisti meteorologinės sąlygos. Pažymėtina, kad skirtingai nuo kitų metų sezonų poilsio sezono metu beveik visi rekreantai didžiąją dienos dalį (jei yra palankios meteorologinės sąlygos) praleidžia jūros krante.



3 pav. Keltu perkeltų žmonių srauto intensyvumo (%) dinamika metų eigoje (AB „Smiltynės perkėla“ duomenimis).

**Savaitinė kaita.** Poilsiautojų srauto intensyvumas jūriniame krante kinta ir savaitės bėgyje. Šiokiadieniais poilsiaujančių žmonių

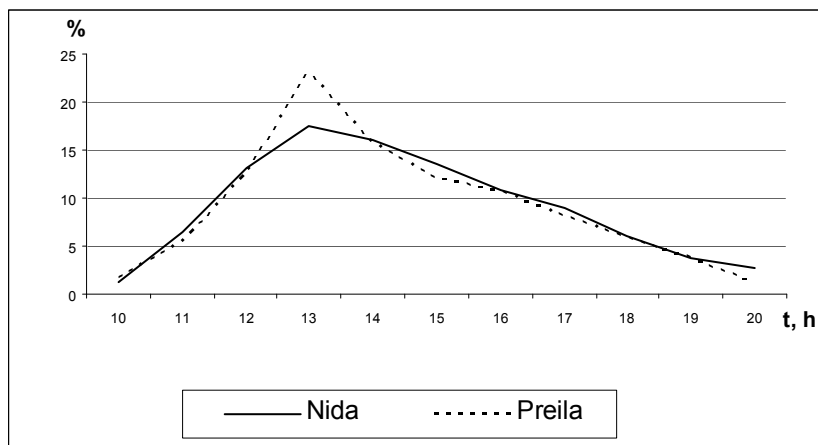
skaičius skiriasi nuo savaitgalio. Kai kuriais savaitgaliais žmonių ilsisi iki pusantro karto ir daugiau nei kitomis savaitės dienomis (4 pav.). Daugiausiai poilsiautojų būna šeštadienį, šiek tiek mažiau – sekmadienį. Mažiausia žmonių ilsisi antradienį. Tai galima paaiškinti tuo, kad kai kurie savaitgaliui atvykstantys poilsiautojai neskuba išvažiuoti sekmadienį, jie dažniausiai palieka pajūrį pirmadienio popietę, kadangi pirmadienį prie kelto nebūna tokių didelių eilių kaip sekmadienį. Tuomet antradienį lieka ilsėtis dažniausiai tik ilgesniam laikui atvykę poilsiautojai. Nauji poilsiautojai dažniausiai pradeda rinktis į Kuršių neriją tik nuo savaitės vidurio. Žinoma, tokių poilsiautojų pasiskirstymą gali sujaukti meteorologinės sąlygos, taip pat pasitaikančios nedarbo (švenčių) dienos.



4 pav. Poilsiautojų srauto intensyvumo (%) savaitinis pasiskirstymas Preilos rekreacinės zonos paplūdimyje.

**Dieninė kaita.** Atlikti poilsiautojų srauto intensyvumo kaitos dienos bėgyje tyrimai parodė, kad tiek išvystytos (Nidos), tiek minimalios (Preilos) rekreacinės infrastruktūros jūrinio kranto rekreacinėse zonose poilsiautojų skaičiaus dinamikos pobūdis dienos bėgyje yra labai panašus (5 pav.). Todėl galima teigti, kad nustatytos poilsiautojų skaičiaus dinamikos ypatybės per dieną turėtų tikti ir kitoms – ne tik Kuršių nerijos, bet ir žemyninio kranto – rekreacinėms

zonoms. Pirmieji poilsiautojai jūros krante pasirodo gana anksti ryte (7-9 val.), tačiau tai nėra „pastovūs“ (dienos) poilsiautojai. Tai daugiausia trumpam atėję ar atbėgę žmonės mankštintis, pabėgioti, išsimaudyti. Nuo 9.30 val. pradeda rinktis rekreantai, praleidžiantys prie jūros didžiąją dienos dalį. Ryškus poilsiautojų kiekio augimas prasideda apie 10.30 val. ir gausėja iki 13 val., kada jų kiekis dienoje pasiekia maksimumą. Po 13 val. rekreantai pradeda skirstytis, tačiau jų kiekio mažėjimas vyksta palaipsniui, nes dalį jų (išėjusių pietauti), pakeičia kiti.



**5 pav.** Poilsiautojų srauto intensyvumo (%) dieninė dinamika Preilos ir Nidos rekreacinėse zonose.

Tokia poilsiautojų migracija tęsiasi maždaug iki 19 val., kol paplūdimiuose praktiškai nebelieka „pastovių“ poilsiautojų. Poilsiautojų skaičiaus šioks toks padidėjimas pastebimas apie 20 val., jį iššaukia žmonės, atėję palydėti besileidžiančios saulės. Saulei nusileidus jūros krantas ištuštėja.

#### **Išvados:**

1. Kuršių nerijos lankytojų per 168 metus padidėjo apie 600 kartų: nuo 2 tūkst. 1840 m. iki 1,2 mln. 2008 m.

2. Rekreantų srauto intensyvumo dinamika įvairiais laiko tarpniais (metų, savaitės bei dienos bėgyje) yra netolygi: metų eigoje tolydžiau daugėja pavasarį nei mažėja rudenį, savaitės bėgyje – didėja nuosekliau iki savaitgalio nei mažėja po jo, o dieną poilsiautojų iki 13 val. daugėja greičiau nei mažėja po 13 val.

3. Nustatyta, kad visose Kuršių nerijos rekreacinėse zonose (nepriklausomai nuo jų infrastruktūros išvystymo bei poilsiautojų srauto) poilsiautojų srauto intensyvumo dinamika jūriniame krante yra labai panaši: maksimalus poilsiautojų skaičius metų eigoje būna vasarą (liepą bei rugpjūtį), savaitės bėgyje – savaitgalio dienomis (šeštadienį, sekmadienį), o dieną - apie 13 val.

4. Poilsiautojų srauto dinamikai (per poilsio sezoną, savaitę bei dieną) įtakos turi meteorologinės sąlygos, poilsio dienos (savaitgalio, atostogų, švenčių) bei organizuojami įvairaus pobūdžio masiniai renginiai



## JŪRINIŲ TYRIMŲ IR STEBĖJIMŲ DAVIKLIAI: APŽVALGA IR JŲ TAIKYMAS

**Giedrius Ežerskis**

*Jūrinių tyrimų centras, Taikos pr. 26, LT-91222 Klaipėda*  
[g.ezerskis@jtc.am.lt](mailto:g.ezerskis@jtc.am.lt)

Pastaraisiais metais, keičiantis jūrinio monitoringo ir valdymo požiūriui, daugiau dėmesio skiriama bandymams paaiškinti ryšius tarp skirtingų ekosistemos komponentų. Valdymo požiūriu žiūrima į ekosistemą, jos gerinimą ir antropogeninės veiklos jūroje poveikio supratimą. Su jūrinių ekosistemų būklės gerinimu susiję nemažai Europos Komisijos direktyvų (1 lentelė). Naujausia jūrinės aplinkos apsaugą bei kokybės gerinimą reglamentuojanti direktyva yra Jūrų strategijos pagrindų direktyva (2008/56/EB). Pagal Direktyvas įgyvendinamos strategijos numatys aplinkos vertinimą regioniniame lygmenyje ir aiškių aplinkos tikslų ir programų sukūrimą ir kontroliavimą, aplinkos vertinimo rodiklių sukūrimą. Kiekviena Valstybė išipareigoja sudaryti efektyvią aplinkos stebėsenos - monitoringo programas.

1 lentelė. Su jūrinių ekosistemų būklės gerinimu susijusios direktyvos.

Direktyva	Numeris
Maudyklų vandens kokybės direktyva	76/160/EEB
Paukščių direktyva	79/409/EEB
Poveikio aplinkai vertinimo direktyva	85/337/EEB
Miesto nuotėkų valymo direktyva	91/271/EEB
Nitratų direktyva	91/676/EEB
Buveinių direktyva	92/43/EEB
Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės direktyva	96/61/EEB

Bendroji vandens politikos direktyva	2000/60/EB
Jūrų strategijos pagrindų direktyva	2008/56/EB

Vertinant skirtingų ūkinių veiklų, tokių kaip žuvininkystė, nepakankamas nuotėkų valymas, maistinių medžiagų prietaka, jūrinių uostų infrastruktūra, medžiagų perdirbimas ir kiti poveikiai jūrinei ekosistemai, šioms veikloms svarbus kiekvienos jų poveikio įvertinimas atskirai ir kompleksiskai. Vienos problemos priskyrimas prie kitos, tokios kaip klimato kaitos pokyčių modeliavimas į ekosistemos atsaką, ar bet kokio kito antropogeninio poveikio tapatinimas su jūrinės ekosistemos bendrais procesais tokiais, kaip maisto medžiagų ciklas, konkurencija, energijos perdavimas auka - plėšrūnas, negyvos medžiagos skaidymas ar pašalinimas, jungia atskirus komponentus. Šitų procesų ir kontrolės faktorių visuma yra svarbi visos ekosistemos funkcijos supratimui.

Kalbant apie daviklius (ang. sensors), kurie yra skirti ekosistemos būsenai ir pokyčiams stebėti, reikia atsižvelgti į siūlomus įvairių paskirčių ir atliekamų matavimų daviklius. Šiuo metu yra nemažai skirtingų tipų ir klasių daviklių, kurie skiriasi pagal renkama informaciją. Maistingas medžiagas ar cheminius parametrus matuojantys davikliai stebi hidrometeorologinius sąlygas, matuoja deguonį/pH/chlorofilą, analizuoja molekulinę biologiją, gali aptikti okeaninę anglį. Davikliams, matuojantiems in situ ant autonominių platformų ar iš erdvės atliekamų nuotolinių matavimų, galima parinkti laiko ribų diapazoną nuo kelių sekundžių iki metų ir kosminių mastų, nuo nanometrų iki tūkstančių kilometrų. Jūrinėms stebėjimams parinkti davikliai matuoja begalę jūrinių elementų. Kad būtų galima studijuoti susidariusią situaciją, turi būti pasirinkti skirtingi strateginiai stebėjimai.

Yra poreikis kurti, gaminti ir tobulinti tam tikrus daviklius ekosistemos būklės stebėjimams, kad begalė jūrinių matavimų sudarytų kiek įmanoma didesnę jūrinės ekosistemos vaizdą. Kad ši veikla būtų sujungta reikalingos įvairios tarptautinės programos. Pavyzdžiui, Globalinė vandenyno stebėjimo sistema (GOOS) yra

tarptautinė programa, ruošianti nuolatinę globalinę stebėjimo struktūrą. Modeliavimas ir jūrinių parametrų kintamųjų analizė turėjo palaikyti vykdomą veiklą jūrose ir vandenynuose visame pasaulyje. EuroGOOS (<http://www.eurogoos.org/>) yra asociacija agentūrų, įsteigtų nuo 1994 metų, kurios vykdo numatytus GOOS tikslus ir ypač okeanografijos vystymą, kuris plečiamas visose Europos jūrų rajonuose ir gretimuose vandenynuose.

Konkrečių parametrų detektoriai informuoja mus apie pirminį produktyvumą, anglies asimiliaciją kuri įtaka bakterijas, planktoną ir jūrinius dumblius, jie sudaro mitybinės grandinės pagrindą ir nulemia jūrinių produktyvumą. Daugelis šios srities specialistų norėtų žinoti ne tik, kaip nulems produktyvumą, bet ir kokia rūšinė įvairovė dalyvauja, bei kokia rūšis lemiamą. Sunkiau davikliais įvertinti antrinę produkciją (angl. secondary production), t.y., fitoplanktono perkėlimas į kitas maisto medžiagų grandines aukštesniuose mitybos lygiuose. Tačiau, kai kurie prietaisai gali būti naudingi šių ekosistemos komponentų ir jų sąveikos vertinimui.

Kita didelė svarstoma problema – antropogeninė veikla, įtakoianti ekosistemos būklę. Yra kategorija daviklių, kurie matuoja žmogaus veiklos poveikį tiesiogiai, pavyzdžiui kiekybinės taršos matavimo davikliai ar patekusių maistinių medžiagų kiekio nustatymas. Vėliau bandoma susieti šį poveikį su ekosistemos pokyčiais – tokiais kaip pirminės produkcijos kaita, pokyčiai rūšies sudėtyje, oksidacijos mažėjimas. Davikliai svarbūs vertinant antropogeninį poveikį, įvairius hidrologinius pokyčius, kas leidžia atsakyti į tokius klausimus, kaip kad globalinio atšilimo įtaka natūraliems hidrologiniams ciklams ir dinamikai.

Fizinių parametrų, cheminės sudėties matavimams/stebėjimams buvo sukurtas didelis kiekis detektorių ir daugelį jų galima panaudoti ekosistemos tyrimuose. Daugelis šių detektorių nėra visiškai stabilūs, tvirti, ilgaamžiški ar tiesiog tinkami tam tikrose jūrinėse sąlygose naudoti. Dėl šių priežasčių kai kurie matavimai atliekami in situ, kiti matavimai/analizės – laboratorijose. Pastaruoju metu dedamos didelės pastangos kuriant ir tobulinant daviklius, kad teršalų analizė būtų atliekama vietoje esamu laiku.

Iki šiol dar yra aibė neatsakytų klausimų, susijusių su hidrometeorologijos, ekologijos, biologijos, toksikologijos mokslų sritimis. Ar tikrai mes, vykdydami monitoringą bei vertindami aplinką, matome visus augalus ir gyvūnus, kurie gyvena jūrinėse ekosistemose, yra sveiki, neužkręsti ligomis ir yra ekosistemos dalis. Jei mes galime atsakyti į šiuos klausimus, mes turime švarios, saugios, sveikos, produktyvios bioįvairovės jūrinę viziją. Kyla tokių ir dar daug kitų panašių klausimų. Jūriniam tyrimams ir stebėjimams skirti davikliai gali vaidinti svarbų vaidmenį, siekiant surinkti kuo išsamesnės informacijos apie jūrinę aplinką bei joje vykstančius procesus. Tyrimų rezultatai pasitarnautų formuojant politiką, saugant aplinką esamai ir ateities kartoms.

## KLAIPĖDOS UOSTO PLĖTROS GALIMYBIŲ VERTINIMAS

**Brunonas Gailiušis, Jūratė Kriaučiūnienė**

*Lietuvos energetikos institutas, Breslaujos 3, LT-44403 Kaunas,  
[hydro@mail.lei.lt](mailto:hydro@mail.lei.lt)*

Klaipėdos uosto plėtros uždaviniai susiję su uosto krovos kompanijų siekiu naudoti jūros pervežimams naujus, modernius, talpius ir didesnę grimzlę turinčius laivus. Jau pagilintas iki 14,5 m ir praplatintas uosto įplaukos kanalas šiaurinėje uosto dalyje. Baigiamas gilinti 15 m gylio jūros įplaukos kanalas. Svarstoma galimybė ateityje turėti 14 m gylio uosto farvaterį iki Kiaulės nugaros. Ši uosto plėtra susijusi su Klaipėdos sąsiaurio pralaidumo ir Kuršių nerijos povandeninio šlaito pastovumo sąlygų pokyčiais.

Taigi, svarbiausi Klaipėdos plėtrą ir farvaterio gilinimą ribojantys veiksniai yra du: hidrologinis ir geologinis.

Sąsiaurio hidrologinis režimas atspindi vandens apykaitos per Klaipėdos sąsiaurį pokyčius. Padidėjus pralaidumui, kinta tėkmės struktūra, padidėja jūros vandens prietaka į Kuršių marias, keičiasi Kuršių marių vandens lygio svyravimų intensyvumas. Tai gali paveikti Kuršių marių ekosistemą.

Morfolitodinaminiai pokyčiai Klaipėdos sąsiaurio dugne ir Kuršių nerijos krantuose, pakitus tėkmės struktūros parametrams, priklauso nuo sąsiaurio geologinės sandaros. Laivybos farvaterio gilinimas, krantinių ir molų įrengimas keičia vandens tėkmės greičius ir kryptis. Kai tėkmės greičiai vertikalėje siekia 0,25-0,40 m/s, prasideda erozija ir nešmenų pernaša. Dugno bei krantų deformacijoms išvengti naudojamos brangios inžinerinės krantosaugos priemonės arba atsisakoma ketinimų vykdyti laivybos tobulinimo projektus. Ypač pavojingas farvaterio platinimas ir gilinimas Kuršių nerijos povandeninio šlaito pastovumui.

Klaipėdos regiono aplinkos apsaugos departamentas 2003 m. pritarė uosto gilinimo variantui, nežymiai keičiančiam nusistovėjusią Klaipėdos sąsiaurio vandens apykaitą ir nereikalaujančiam

gamtosaugos priemonių. Tačiau tolesni gilinimo etapai, kai bus gilinamas laivybos kanalas iki 14 m, susiję su brangių gamtosaugos priemonių įgyvendinimu ir detalaus inžinerinio geologinio kartografavimo darbais. Antrajame etape numatytas 14 m gylio ir 150 m pločio farvateris nuo Danės žiočių iki LKAB „Klaipėdos Smeltė“ ir 6 m gylio farvateris į Kuršių mariose esančią užteršto grunto aikštelę. Be to, numatytas 14,0 m gylis prie visų krantinių. Kadangi šis gilinimo variantas didina Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą 11-18%, buvo pasiūlyta susiaurinti sąsiaurio vakarų protaką ties Kiaulės nugarą, įrengiant Kuršių nerijos krantus saugančią krantinę. Be to, sprendimas dėl 2-ojo etapo įgyvendinimo galės būti priimtas, kai bus atsakyta į geologinio pobūdžio klausimus, kurie susiję su Kuršių nerijos povandeninio šlaito pastovumo išsaugojimu.

Per 5 metus po šio sprendimo priėmimo buvo suprojektuotas UAB „Begos“ 66-67 krantinių pirsas ir Keleivinių ir krovinių terminalo 80-81 krantinė su pirsu. Be to, buvo atsisakyta Kuršių marių šiaurinėje dalyje 6 m gylio farvaterio iki užteršto grunto aikštelės bei projektuojama mažųjų laivų prieplauka. Visi šie statiniai sudaro kliūtis tėkmės kelyje ir gali būti vertinami kaip gamtosaugos priemonės, mažinančios jūros vandens prietaką į Kuršių marias. Šioje situacijoje yra būtinas naujas sąsiaurio pralaidumo pokyčių (tėkmės debitų) vertinimas, paremtas detaliais hidrodinaminio režimo modeliavimo rezultatais.

Klaipėdos sąsiaurio hidrodinaminis režimas sumodeliuotas taikant skaitmeninių modelių sistemos MIKE-21 hidrodinaminį modulį (HD), sukurtą Danijos hidraulikos institute. Netolygiai kintančios tėkmės dvimačio modulio HD (Danish, 2003) pagrindas - netiesinių lygčių sistemos sprendimas. Pagal vertikalę suintegruotos masės vientisumo ir momento konservatyvumo lygtys aprašo tėkmės ir vandens lygio kitimą x ir y kryptimis. Pradiniai duomenys, reikalingi modeliuojant HD moduliu, yra šie: vandens telkinio orientacija, geografinė platumą ir batimetrija, laiko žingsnis ir modeliavimo trukmė, vėjo greitis, kryptis, kraštinės sąlygos (kiekvienai atvirai modelio sienai nurodytas vandens lygis arba debitas) bei dugno šiurkštumo ir turbulentiškumo koeficientai. HD

modulio rezultatai - vandens lygiai, tėkmės greičiai ir vienetiniai debitai  $x$  ir  $y$  ašių kryptimis kiekvienoje modeliuojamo tinklelio gardelėje.

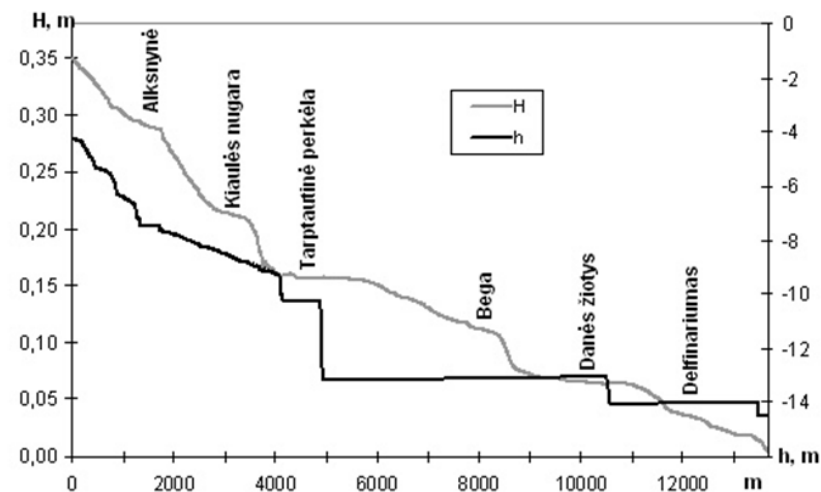
Norint nustatyti hidrodinaminio modeliavimo rezultatų patikimumą didelę reikšmę turi HD modulio kalibravimas. Kalibravimo procedūra yra reikalinga naudojant stebėjimų duomenis empirinių modelio parametrų bei koeficientų nustatymui bei patikrinti, ar kraštinės ir pradinės sąlygos atitinka modelyje naudojamas sąlygas. MIKE 21 HD modulio kalibravimui naudojami šurkštumo ir turbulentiškumo koeficientai.

Hidrodinaminis modeliavimas atliktas 13,0 km ilgio Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje pagal 2008 m. Klaipėdos sąsiaurio batimetriją. Modeliuojant tinklelio kvadratinio elemento dydis parinktas 10 m. Modeliuojamo tinklelio dydis 1300 - elementų  $x$  kryptimi ir 750 elementų  $y$  kryptimi. Modelio kalibravimas atliktas pagal LEI hidrologijos darbuotojų išmatuotus tėkmių greičius Klaipėdos sąsiauryje 2008 m. gegužės 09 d. ir 2008 m. gruodžio 10 d. 2008 m. gegužės 9 d. vandens tėkmės kryptis buvo iš Kuršių marių į Baltijos jūrą. Vėjo greitis buvo 0–8 m/s, o kryptis – šiaurės. Apskaičiuota, kad sąsiauriu tekėjo 1390 m<sup>3</sup>/s debitas. 2008 m. gruodžio 10 d. vandens tėkmės kryptis buvo iš Kuršių marių į Baltijos jūrą. Vėjo greitis buvo 3–9 m/s, kryptis – pietų. Apskaičiuota, kad sąsiauriu tuo metu tekėjo 1090 m<sup>3</sup>/s debitas.

Modeliuojant HD modulių įvestos realios vėjo reikšmės bei atitinkantis matavimo dienos debitą lygio skirtumas tarp Juodkrantės ir Klaipėdos vandens matavimų postų. Šurkštumo bei turbulentiškumo koeficientai buvo keičiami taip, kad geriausiai atitiktų vidutinius išmatuotus tėkmės greičius vertikalyje. Išmatuotų ir sumodeliuotų tėkmės greičių reikšmės skiriasi iki 7%.

Hidrodinaminis vandens apykaitos per Klaipėdos sąsiaurį pobūdį ypač ryškiai atspindi tėkmės energijos pokyčiai ties kliūtimis. Šiuos pokyčius gerai charakterizuoja vandens lygių skirtumai sąsiaurio išilginiame pjūvyje. 1 pav. atvaizduoti Klaipėdos sąsiaurio išilginio pjūvio gyliai ir lygių skirtumai, tekant 2650 m<sup>3</sup>/s debitui iš

Kuršių marių į Baltijos jūrą. Matome, kad hidraulinis slenkstis tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros yra ties Alksnyne.



1 pav. Klaipėdos sąsiaurio maksimalūs gyliai ( $h$ ) ir lygių skirtumai ( $H$ ), tekant 2650 m<sup>3</sup>/s debitui iš Kuršių marių į Baltijos jūrą

Šiose vietose plati ir sekli šiaurinė Kuršių marių dalis pereina į siaurą 1,2 km pločio ruožą, kuriame gyliai (nuo Alksnynės) staigiai pradeda didėti ir pasiekia 7 – 8 metrus (ties Kiaulės nugara). Šiame ruože yra ypač dideli tėkmės energijos nuostoliai ir vandens lygis sparčiai mažėja tekant tėkmei į jūrą. Gilinimas šiame Kuršių marių ruože labai padidintų Klaipėdos sąsiaurio pralaidumą, o ekstremaliomis nuotėkio sąlygomis (potvynių metu) kyla realus dugno ir krantų erozijos pavojus. Todėl Kuršių marių šiaurinės dalies detalus hidrodinaminio režimo tyrimas yra ypač svarbus ekologiniu požiūriu ir aktualus ryšium su Klaipėdos uosto plėtra.

## KLAIPĖDOS SĄSIAURIO VANDENS RODIKLIŲ SEZONINĖ DINAMIKA

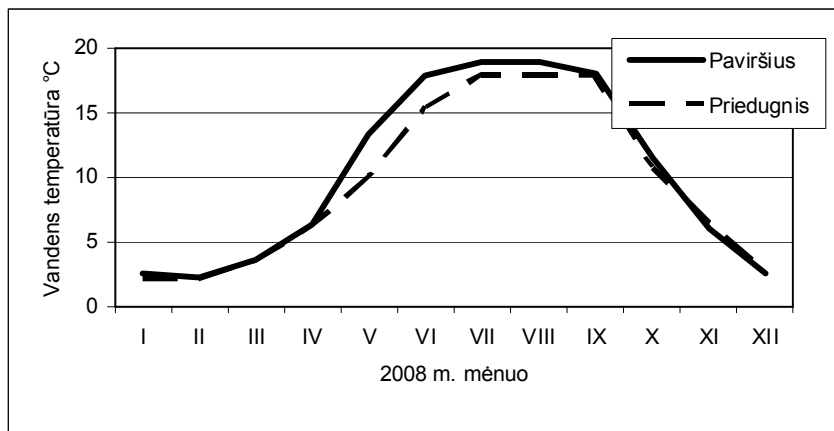
**Arūnas Galkus, Kęstutis Jokšas, Rimutė Stakėnienė, Lina  
Lagunavičienė**

*Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223,  
Vilnius, [galkus@geo.lt](mailto:galkus@geo.lt); [joksas@geo.lt](mailto:joksas@geo.lt); [stakeniene@geo.lt](mailto:stakeniene@geo.lt);  
[lina@geo.lt](mailto:lina@geo.lt)*

Klaipėdos sąsiaurio vandens rodiklių (temperatūra, vandens skaidrumas, druskingumas, pH, skendinčių medžiagų koncentracija) dinamika priklauso nuo vandens cirkuliacijos tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros pobūdžio, sezoniskumo ir meteorologinių sąlygų. Daugumos vandens rodiklių reikšmės pastebimiausiai svyruoja dėl sezonų kaitos. Kuršių marių tam tikrų vandens rodiklių (temperatūra, skaidrumas, spalva, pH ir kt.) sisteminis tyrimas pirmuoju pokario dešimtmečiu pradėtas R. Jurevičiaus (Kuršių marios, 1978), kiek vėliau druskingo vandens prietaką iš Baltijos jūros detalčiau tyrinėti pradėjo J. Dubra (Dubra, 1972). Nuo 1954 m. Kuršių marių vandens temperatūrą, skaidrumą, spalvą, chloringumą/druskingumą stebi hidrometeorologinės tarnybos padaliniai. 1955 m. tyrimų programa papildyta vandenilio jonų rodiklio (pH) matavimais (Stankevičius, Kubiliūtė, 2008). Klaipėdos sąsiaurio vandens rodikliai valstybinio monitoringo tikslu šiuo metu matuojami 5-se Klaipėdos sąsiaurio stotyse. Matavimus atlieka Jūrinių tyrimų centras, o matavimų dažnumas kinta nuo 2 iki 12 kartų metuose, priklausomai nuo tiriamo rodiklio (Remeikaitė, 2008). Mūsų pristatomi tyrimai buvo atliekami 2006-2008 m. kiekvieną mėnesį vykdant Klaipėdos valstybinio jūrų uosto monitoringą. Nuo jūrinių tyrimų centro stebėjimų Klaipėdos sąsiauryje jie skiriasi didesniu stočių skaičiumi (12 stočių), kurių dauguma išsidėstę išilgai Klaipėdos sąsiaurio nuo pat jo žiočių iki Kiaulės nugaros salos, o dalis – uosto užutėkiuose (2 – Malkų įlankoje, 1 – Žiemos uoste, 1 – uostelyje tarp Kruizinių laivų krantinės ir Klaipėdos piliavietės).

Vandens mėginiai iš paviršinio horizonto buvo imami plastiko kibiru, iš priedugnio – plastiko batometru 0,5-1,2 atstumu nuo dugno. Gylis stebėjimo stotyje buvo nustatomas 0,05 m tikslumu lotu. Vandens skaidrumas nustatytas pagal Secki disko matomumo vandenyje maksimalų gylį. Skendinčių medžiagų koncentracija buvo nustatoma laboratorijoje filtruojant vandenį pro membraninius filtrus su 0,45-0,5 µm skersmens poromis, džiovinant filtrus eksikatoriuje iki pastovaus svorio ir pasveriant 0,1 mg tikslumu. Vandenilio jonų rodiklis, vandens druskingumas, temperatūra buvo matuojami betarpiškai lauko sąlygomis, naudojant ekspres prietaisą Multi 340I. Elektrodo kalibruoti pagal standartinius tirpalus. Klaipėdos sąsiaurio vandens rodiklių metinė dinamika pateikiama, suvidurkinus 12 stočių matavimų duomenis priedugnio ir paviršiaus horizontams.

Kadangi Klaipėdos sąsiauris jungia itin seklias Kuršių marias su negilia Baltijos jūros priekrante, vandens temperatūra tiesiogiai priklauso nuo oro temperatūros ir greitai reaguoja į sezoninę klimato kaitą. Šaltuoju metų laiku vandens temperatūra paviršiniame ir priedugnio horizontuose mažai skiriasi. Žemiausia vandens temperatūra žiemą būna vandens paviršiuje prieš vandeniui užšalant, o užšalus – ties ledo danga. Vasarai būdingi didesni vandens temperatūros skirtumai tarp vandens paviršiaus ir priedugnio, kurie ypač išryškėja suintensyvėjus druskingo ir vėsnio Baltijos jūros vandens plūsmui priedugnio horizontu link marių. 2006-2008 m. tarpiniu didžiausi skirtumai tarp Klaipėdos sąsiaurio vidurkinių paviršiaus ir priedugnio vandens temperatūrų užfiksuoti 2006 m. liepą (priedugnyje – 13,7 °C, paviršiuje – 21,8 °C) ir 2007 m. birželį (atitinkamai 13,8 °C ir 19,4 °C). Didesnis temperatūrų skirtumas tarp priedugnio ir paviršiaus vandens horizontų paprastai išryškėja gegužės mėn. ir tęsiasi iki rugpjūčio arba rugsėjo (1 pav.).

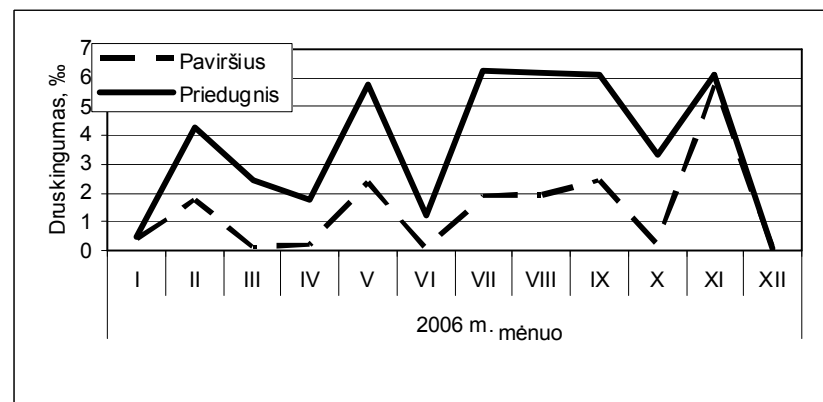


**1 pav.** Vandens temperatūros kas mėnesinė kaita Klaipėdos sąsiaurio vandens stovėjime 2008 m.

Vandens druskingumo dinamiką Klaipėdos sąsiauryje labiausiai nulemia Kuršių marių gėlo ir Baltijos jūros druskingo vandens cirkuliacijos ypatumai, todėl sezoninė šio rodiklio kaita gana padrika. Nepaisant vandens druskingumo dinamikos Klaipėdos sąsiauryje sudėtingumo, paskutiniaisiais metais išryškėjo tam tikri dėsniniai ypatumai. Nustatyta, kad druskingo vandens į marias patenka vis daugiau, o jūros vandens išskverbimus į Klaipėdos sąsiaurį jau reikia traktuoti ne kaip atskirus epizodus, o kaip nuolat vykstantį procesą (Galkus, 2007). Vidurkinio vandens druskingumo didėjimo tendencijos gradientas 1984-2005 m. tarpsniu Kuršių mariose ties Juodkrante sudaro maždaug 0,3‰ (Pagal: Ežerskis, Ašmontas, 2008). Klaipėdos sąsiauryje druskingo vandens dažniau pagausėja kontinentinio nuotėkio sumažėjimo tarpsniu nuo liepos iki spalio (taip buvo 2006 m. ir 2008 m.), tuomet išauga ir vidurkinė sąsiaurio vandens druskingumo reikšmė (2 pav.). Vandens druskingumas dėsninai sumažėja pavasario potvynių tarpsniu, tačiau paskutiniaisiais metais tokie tarpsniai vis trumpėja, o potvyniai tampa neryškūs. Klimato šiltėjimo ir sezoninių skirtumų švelnėjimo fone

druskingumo dinamika Klaipėdos sąsiauryje dažniausiai priklauso tik nuo hidrometeorologinių faktorių.

Išilginiame Klaipėdos sąsiaurio profilyje didžiausios vidurkinės druskingumo reikšmės fiksuojamos arčiausiai Klaipėdos sąsiaurio žiočių: priedugnyje – 5‰, paviršiuje – 1,5 ‰ (2006-2008 m.). Valstybinio monitoringo vykdytojų duomenimis 1992-2005 tarpsniu 0,5 km nuo uosto vartų vidurkinis druskingumas siekė 4-4,5‰ (Ežerskis, Ašmontas, 2008). Ties Kiaulės nugaros sala paviršiniame vandens horizonte dažniausiai fiksuojamas beveik gėlas arba gėlas vanduo, tačiau prie dugno dažnai druskingumas padidėja iki 1-2 ‰, o kartais – net iki 6-7 ‰.



**2 pav.** Vandens druskingumo kas mėnesinė kaita Klaipėdos sąsiaurio vandens stovėjime 2006 m.

Vandens skaidrumas labiausiai kinta dėl vandenyje esančių kietųjų ir tirpių priemaišų bei gyvųjų mikroorganizmų kiekių dinamikos. Vandens priemaišų kiekybinė ir kokybinė sudėtis, savo ruožtu, priklauso nuo sezoninių aplinkos rodiklių svyravimų. Daugiamečių stebėjimų duomenimis minimalus vidurkinis vandens skaidrumas Klaipėdos sąsiauryje gali būti fiksuojamas skirtingų sezonų metu: pavasarį ar net žiemą – dėl sniego tirpsmo sukeltų poplūdžių poveikio, pavasarį, vasarą ar rudenį – dėl vandens „žydėjimo“ (3 pav.). Baltijos jūros ir Kuršių marių vandens

skaidrumas gerokai skiriasi, todėl skaidrumo reikšmės itin išauga Klaipėdos sąsiaurio stovymę užpildžius jūros vandeniu. Vandens skaidrumą kartais ryškiai sumažina dėl laivybos ar uosto gilinimo vykstanti dugno nuosėdų resuspendacija. Skaidriausias vanduo Klaipėdos sąsiauryje anksčiau būdavo fiksuojamas žiemą ties uosto vartais. Iš mūsų kraštų traukiantis tradicinėms žiemoms, vis dažniau šaltuoju periodu gausiai palyja, ir sąsiaurio vandens skaidrumas sumažėja išaugus Kuršių marių baseino upių drumstumui.

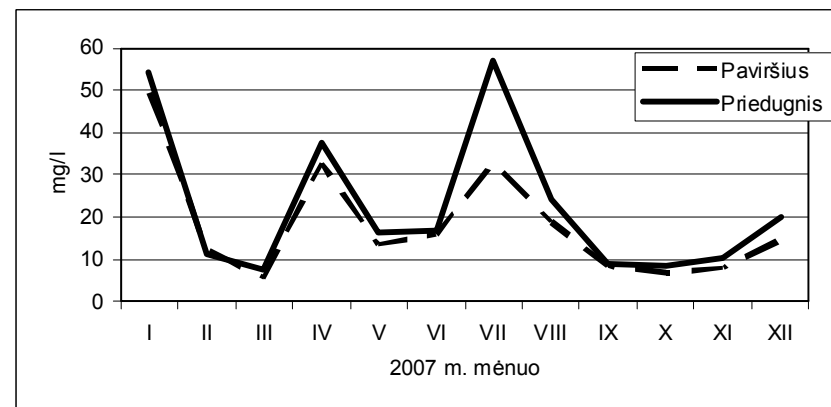


**3 pav.** Vandens skaidrumo kas mėnesinė kaita Klaipėdos sąsiaurio vandens stovymėje 2006-2008 m.

Nors skendinčių medžiagų koncentracija yra vienas iš svarbių vandens skaidrumo reikšmę nulemiančių rodiklių, abiejų rodiklių dinamikos ryšys yra silpnas, nes vandens skaidrumą labiausiai nulemia ne skendinčių medžiagų koncentracija, o skendinčių dalelių dydis, sudėtis, forma, spalvą ir kt. Skendinčios medžiagos, kitaip vadinamos vandens drumzlėmis ar suspensijomis, kartu su vandeniu sudaro polidispersinę sistemą, kurioje esančios dalelės neturi griežtų ribų nei dydžio, nei konsistensijos, nei sudėties prasme. Be to, vandens skaidrumas priklauso ir nuo ištirpusių vandenyje medžiagų.

Klaipėdos uosto akvatoriją didžioji skendinčių medžiagų dalis pasiekia iš Kuršių marių. Gėlo ir druskingo vandens maišymosi zonoje jų sudėtis ir forma gerokai pasikeičia dėl hidrogeocheminių procesų ir flokuliacijos. Skendinčių medžiagų kiekį ir sudėtį labai pakeičia ir vandens mikroorganizmų kiekio svyravimai, vykstantys dėl sezoniškumo ir natūralių organizmų gyvybinės veiklos ciklų. Dėl minėtų priežasčių didžiausios skendinčių medžiagų koncentracijos Klaipėdos uosto akvatorijos vandenyse dažnai būna nustatomos ne pavasarį, kuomet pernešami didžiausi vandens nešmenų kiekiai, o vasarą, kuomet vandenyje gausu planktono.

Klaipėdos sąsiauryje skendinčių medžiagų koncentracija pasižymi gana dideliais vidurkinių reikšmių svyravimais (4 pav.). Dinamikos svarbiausi bruožai 2006 m. yra nuolatinis vidurkinės koncentracijos augimas metų bėgyje, o 2007-2008 m. – skendinčios medžiagos koncentracijos mažėjimas žiemos-pavasario tarpsniu, pavasario ir vasaros pikai, koncentracijos sumažėjimas rudens sezono metu.



**4 pav.** Skendinčių vandenyje medžiagų koncentracijos kas mėnesinė kaita Klaipėdos sąsiaurio vandens stovymėje 2007 m.

Klaipėdos sąsiaurio vandens rodiklio pH reakcija paprastai būna šarminė, jos reikšmių dinamika priklauso nuo metų sezono,

fotosintezės procesų intensyvumo nulemtos CO<sub>2</sub> koncentracijos bei HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> jonų prietakos su gėlu upių vandeniu. Tyrimų tarpsniu tik 2008 balandį pH vidurkinės reikšmės paviršiaus (9,12) ir priedugnio (9,15) vandens horizontuose kiek viršijo ribinę pH vertę, taikomą paviršiniams vandens telkiniams, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis: pH nuo 6 iki 9 (Valstybės žinios, 2006). Vidurkinė pH reikšmė Klaipėdos sąsiaurio vandens storymei 2006 m. siekė 8,38, 2007 m. ir 2008 m. – 8,42.

### Literatūra

Dubra J. 1972. Sūraus vandens išplitimas Kuršių mariose, *Hidrometeorologiniai straipsniai*, t. 5, p. 46-56.

Ežerskis G., Ašmontas V. 2008. Vandens druskingumas šiaurinėje Kuršių marių dalyje ir Baltijos jūros pakranteje, *Baltijos jūra ir jos problemos*, p. 39-44.

Galkus A. 2007. Gėlo ir druskingo vandens cirkuliacijos ypatumai Klaipėdos sąsiauryje ir Kuršių marių šiaurinėje dalyje, *Annales Geographicae* 40(1), p. 3-16.

Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašas, *Valstybės žinios*, 2006, Nr. 5-159.

Remeikaitė N. 2008. Kuršių marių ir Baltijos jūros stebėsena dabartiniu metu, *Baltijos jūra ir jos problemos*, p. 15-18.

Vaitkevičienė O., Vaitkevičius K. 1978. Hidrocheminis režimas. *Kuršių marios*, Vilnius d. II, p. 81-111.

Stankevičius A., Kubiliūtė A. 2008. Istorinių tyrimų Kuršių mariose ir Baltijos jūroje apžvalga, *Baltijos jūra ir jos problemos*, p. 11-14

## TERŠIANČIŲ MEDŽIAGŲ KONCENTRACIJOS LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖS DUGNO NUOSĖDOSE IR MOLIUSKUOSE

G. Garnaga, V. Jančiauskienė, L. Kondratjeva

*Jūrinių tyrimų centras, Taikos per. 26, LT-91149 Klaipėda,*  
[g.garnaga@jtc.am.lt](mailto:g.garnaga@jtc.am.lt)

Vykdamas LIFE Nature projektą „Jūrinės saugomos teritorijos rytinėje Baltijos jūroje“, 2006 metais gegužės, rugpjūčio ir spalio mėnesiais ekspedicijų mokslinių tyrimų laivu „Vėjas“ metu buvo paimti dugno nuosėdų ir biotos mėginiai. Stotys buvo pasirinktos taip, kad įvertinti potencialių taršos šaltinių, tokių kaip Klaipėdos miestas, uostas, Būtingės naftos terminalas, grunto gramzdinimo jūroje rajonas, Rusijos naftos platforma D-6, įtaką aplinkai (1 pav.).

Dugno nuosėdų mėginiai buvo imami Van Veen tipo gruntosėmiu, paimtas paviršinis (~ 1 cm) dugno nuosėdų sluoksnis. Tyrimams buvo pasirinktos *Mytilus edulis* ir *Macoma balthica* moliuskų rūšys. Individai buvo suskirstyti pagal ilgio grupes: *Macoma* 15-18 mm ir 19-21 mm; *Mytilus* – 15-24 mm ir didesni negu 25 mm. Analizei buvo naudojama moliuskų minkštoji dalis.

Sunkiųjų metalų (Hg, Cd, Pb, Zn, Cu) koncentracijos buvo nustatomos dugno nuosėdose ir moliuskuose atominės absorbcijos spektrometrijos metodais: šaltų garų (Hg), liepsnos (Zn), elektroterminės atomizacijos (Cd, Pb, Cu). Naftos angliavandeniliai bei policikliniai aromatiniai angliavandeniliai (PAA) buvo nustatomi tik dugno nuosėdų mėginiuose: naftos angliavandeniliai – infraraudonosios spektrometrijos metodu, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai – skysčių chromatografijos metodu.

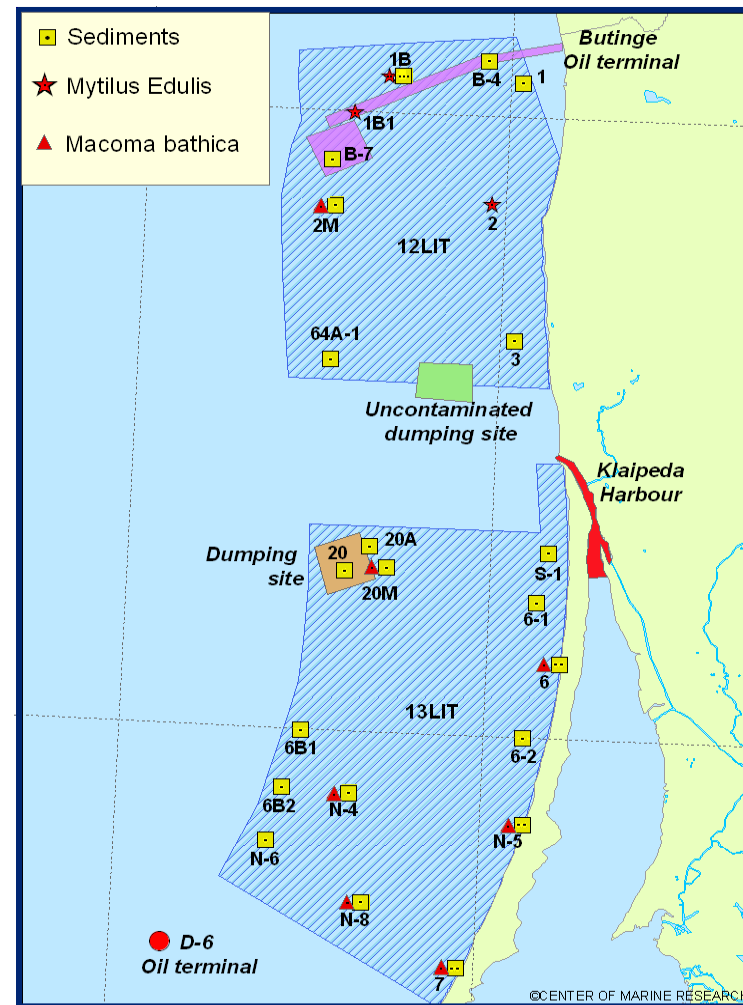
Sunkiųjų metalų moliuskuose tyrimai parodė, kad *Macoma balthica* akumuliuoja didesnes Pb ir Hg koncentracijas, taip pat net iki 10 kartų daugiau Zn ir Cu, palyginus su *Mytilus edulis* moliuskais. Tačiau *Mytilus* sukaupia net iki 4 kartų daugiau Cd. Didžiausios sunkiųjų metalų koncentracijos moliuskuose buvo aptiktos grunto



gramzdinimo jūroje rajone (stotis 20M). Tą patį rodo ir sunkiųjų metalų koncentracijos dugno nuosėdose – didžiausios koncentracijos buvo aptiktos 20, 20A ir 20M stotyse. Cu ir Zn koncentracijos šio rajono dugno nuosėdose pateko į II užterštumo klasę (LAND 46A-2002).

Aukščiausia naftos angliavandenilių koncentracija buvo aptikta B-4 stoties (Būtingės naftos terminalas) dugno nuosėdose (26 mg/kg sauso svorio). Taip pat aukštesnės naftos angliavandenilių koncentracijos buvo aptiktos grunto gramzdinimo jūroje stotyse (20 ir 20A) bei kai kuriose stotyse Kuršių nerijos pakrantėje (S-1, 6-1, 6-2). Tačiau beveik visose stotyse (išskyrus B-4) naftos angliavandenilių koncentracijos dugno nuosėdose pateko į švariausią I klasę (LAND 46A-2002). Aukščiausios suminės PAA koncentracijos dugno nuosėdose buvo aptiktos N-4, 20M (grunto gramzdinimo jūroje rajonas) ir 1B (Būtingės naftos terminalo rajonas) stotyse. Siekiant nustatyti taršos PAA šaltinį, pasirinkus atskirus PAA junginius, buvo apskaičiuoti įvairūs indeksai. Rezultatai parodė, kad daugelyje stočių PAA kilmė – petrogeninė, t.y. užterštumo šaltinis – laivai arba naftos instaliacijos jūroje (terminalas, platforma), o kai kuriose stotyse dominuojantis PAA šaltinis dugno nuosėdose – laivų dyzeliniai varikliai.

Tyrimai parodė, jog didžiausios teršalų koncentracijos ne tik dugno nuosėdose, bet ir moliškuose susikaupia grunto gramzdinimo jūroje rajone, o Būtingės naftos terminalo rajone dažnas teršalas – naftos produktai.



1 pav. Tyrimų rajonai ir mėginių paėmimo stotys (2006-05; 2006-08; 2006-10). Taškai rodo mėginių paėmimo kartus

## KURŠIŲ NERIJOS GYVENVIEČIŲ KRAŠTOVAIZDŽIO ARCHITEKTŪROS ERDVINĖS IR FUNKCINĖS STRUKTŪROS DIVERSIFIKACIJOS TENDENCIJOS

**Petras Grecevičius, Vytautas Dubra, Jonas Abromas,  
Diana Baravykaitė, Andrius Rimkus**

*Klaipėdos universiteto Kraštovaizdžio architektūros ir aplinkos  
planavimo katedra*

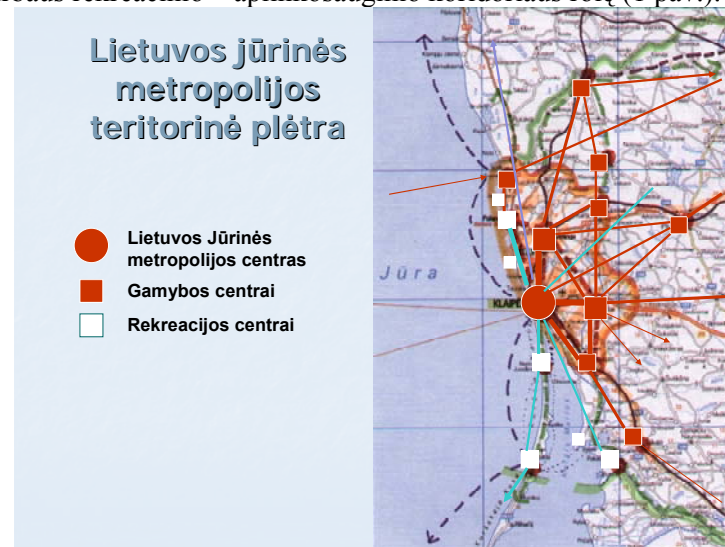
*Jūrinio kraštovaizdžio mokslo institutas, H. Manto 84, LT-92294,  
Klaipėda, [petras.grecevicius@ku.lt](mailto:petras.grecevicius@ku.lt)*

Neringos kurortas pastaraisiais metais išgyvena savotišką socialinę ir ekonominę krizę. Labai ryškus veiklos sezoniškumas, aplinkosauginiai apribojimai, organizacinės struktūros netobulumas, menkos investicijos.

Lietuvos pajūrio kultūrinis kraštovaizdis susiformavo dėl gamtinių ir kultūrinių procesų sąveikos, kuri tęsiasi šimtmečiais. Tokia ilgalaikė kraštovaizdžio raida Lietuvos pajūryje išryškino šiam kraštui būdingus savitus bruožus. Šiandien pajūrio kraštovaizdis pasižymi vizualine ir kultūrine įvairove.

Šiandieninis Neringos išpūdis laike ir Vakarų Lietuvos architektūrinėje erdvėje nevienareikšmis. Vietomis europietiška, moderni aplinka, gerai deranti su istoriniu ir architektūriniu paveldu, o kai kur labiau primenantį eilinės nuošalaus kaimo, o ne modernios šiuolaikiškos rekreacinės gyvenvietės, kokia galėtų ir turėtų būti, vaizdą. Kuršių nerija yra sparčiai besivystančios Lietuvos jūrinės metropolijos (1 pav.) įtakos zonoje. Neringos aplinkoje plėtojama industrija ar veikla yra gan plataus spektro: jūrų pramonė, transportavimas, susisiekimasis, laivų statyba, rekreacija, turizmas, žvejyba, akvakultūra, aplinkosauga, krantotvarka, krašto gynyba, energetika (naftos gavyba, vėjo energetika, urbanizavimas, miškų ūkis, moksliniai tyrimai. Galimos ir kitos veiklos, kurios vienaip ar kitaip įtakoja ar įtakos ateityje Neringos kraštovaizdžių kokybę.

Lietuvos jūrinės metropolijos erdvinėje struktūroje Neringa atlieka svarbų rekreacinio – aplinkosauginio koridoriaus rolę (1 pav.).



**1 pav.** Lietuvos jūrinės metropolijos erdvinės struktūros schema (P.Grecevičius, 2004, 2007)

Aplinkoje nuolat viskas keičiasi. Keičiasi funkcijos, žmonės, požiūriai. Europos erdvėje pasikeitimams įvardinti šiuo metu plačiai naudojama diversifikacijos sąvoka. Diversifikacijos procesas vyksta nuolat. Tai nėra vienareikšmis reiškinys. Priklausomai nuo daugelio faktorių gali vykti negatyvi arba pozityvi diversifikacija, kada aplinka įgauna kitokias charakteristikas negu buvo planuota pirminėje stadijoje.

Diversifikacijos procese vyksta natūralių procesų, idėjų, rinkų, funkcijų, interesų, technologijų ir kitokia kaita. Rekreacijos ir turizmo, kraštovaizdžių formavimo, architektūros sferose pastaruoju laikotarpiu taip pat stebimi labai ryškūs kiekybiniai bei kokybiniai ir net konceptualūs pokyčiai.

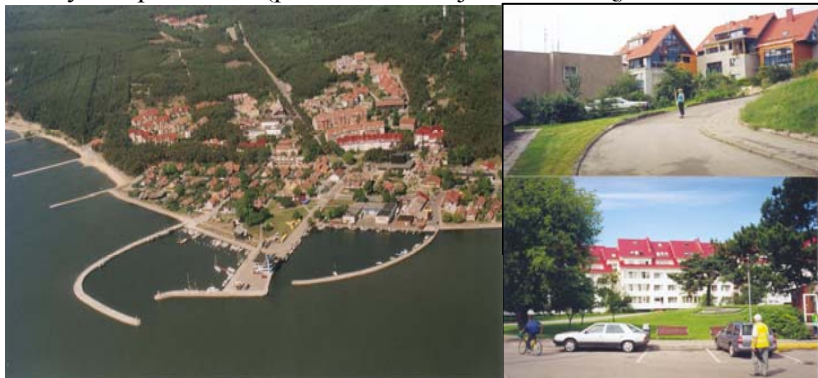
Neringoje bėgant metams stebimos tokios funkcijų kaitos tendencijos:

- Žvejų kaimas- kurortinė gyvenvietė – respublikinis miestas;

- Žvejo sodyba – vila ar viešbutis;
- Vila – viešbutis;
- Garažas – būstas nakvynei;
- Poilsio namai – privatūs butai;
- Žvejų uostas – rekreacinis uostas;
- Pustoma kopa – stabili kopa;
- Senasis pašto kelias – dviračių takas; ir kt.

Diversifikacijos pasekmėje ne tik sukuriama nauja vertybė ar kokybė, bet ir kyla konfliktai, nepasitenkinimas. Neringoje pastaraisiais metais didėja vietinės bendruomenės nepasitenkinimas planavimo sprendimais, ne visada pagrįstais aplinkosauginiais apribojimais, ūkinės veiklos apribojimais...

Žvelgiant profesionalo žvilgsniu tenka konstatuoti, jog Kuršių nerijos nacionalinio parko kraštovaizdžių kokybė nuolat prastėja. Vis problematiškesnė situacija, kuri sietina su tolimesniu kalnapušių masyvų tvarkymu. Važiuojant pagrindiniu keliu Smiltynė – Nida susidaro įspūdis, kad esi ne nacionaliniame parke su puikiais kraštovaizdžiais, bet pramoninio miško kelyje. Sunyko Didžioji kopa. Baigia išnykti tradicinis žvejų verslas, primityvėja gintaro kultūra. Ypatingą žalą architektūrinei aplinkai jau padarė ir daro nepakankamai apgalvoti naujų bei Neringai svetimi architektūriniai, užstatymo sprendimai (pav. Juodkrantėje šalia marių).



**2 pav.** Nidos gyvenvietė gražiai įsirašiusi į nerijos erdvinę – teritorinę struktūrą.

Daugėjantys funkciniai, aplinkosauginiai, strateginiai, estetiniai, politiniai, privačių, grupinių, visuomenės interesų, administraciniai konfliktai verčia ieškoti naujų sprendimų, kaip jų išvengti. Šiuo metu pradėtas rengti Neringos bendrasis planas. Nuo jo sprendinių priklausys ar situacija Neringoje kardinaliai gerės, ar problemų lavina augs.

Konfliktų spektras gan įvairus. Tai funkciniai, aplinkosauginiai, strateginiai, estetiniai, privačių, grupinių, visuomenės interesų ir administraciniai konfliktai.

Neringoje, kaip ir bendrai Vakarų Lietuvoje raiški problematika, kuri sietina su nepakankamu dėmesiu tokioms problemoms, kaip:

1. Bendruomeninių paslaugų subalansavimo ir aukštos kokybės palaikymas.
2. Lietuvos kaip jūrinės valstybės įvaizdžio skurdumas. Dėmesio Jūrinio kraštovaizdžio formavimui stygius;
3. Gamtinio ir kultūrinio identiteto išsaugojimas (stiprinimas).
4. Rekreacijos ir turizmo išteklių tausojantis naudojimas ir gausinimas.
5. Funkcijų ir skirtingų, dažnai prieštaringų, interesų suderinimas.
6. Vandens lygio jūroje kilimas. Krantosaugos problemos.
7. Vandens kokybė mariose ir jūroje.
8. Pustomų smėlio kopų ir želdynų natūralumo palaikymas.
9. Plataus masto archeologinių vertybių reprezentavimo problema (Užpustytų kaimų tyrimai).
10. Jūrinio turizmo plėtros problema.

Pastaruoju metu pasigirsta norų revizuoti Lietuvos pajūrio teritorinio naudojimo ir kraštovaizdžio koncepciją. Noras uždirbti išnaudojant (užstatant) trumpą Lietuvos pajūrio juostą labai stiprus. Pajūrio juostos būklės analizė leidžia teigti kad nežiūrint įvairių apribojimų, kopose ir palvėje per pastaruosius 15 metų atsirado nemažas skaičius privačių valdų su individualiais namais ir vilomis. Ypatingai ieškoma būdų pastatų aukštingumui didinti. Savotiškų dangoraižių bumas nepagrįstas atitinkamais kraštovaizdžių tyrimais, poveikio aplinkai pasekmių analize. Pavyzdžiui, Klaipėdoje statomų

Gandrališkėse daugiaaukščių turiu „išiveržia“ į Kuršių nerijos siluetą iš jūros pusės, grubiai pažeidžia nacionalinio parko erdvę.

Svarbu tai, kad Neringa kol kas išsaugojo pirmąjį urbanistinės koncepcijos stuburą. Gyvenvietės plėtojasi Bendrojo plano nustatytose ribose. Išsaugotas stilistinis vieningumas, savitumas. Tai neabejotinas ilgamečio Neringos vyriausiojo architekto A.Zavišos, vietinės bendruomenės ir kraštovaizdžio specialistų nuopelnas. Neringoje atlikta nemažai neišvaizdžios tipinės architektūros statinių sėkmingų rekonstrukcijos darbų. Tačiau apleisti kraštovaizdžio kokybės palaikymo ir formavimo darbai. Vertingos architektūros pastatai „dingsta“ už paaugusių medžių lajų, abejotini kai kurių pastatų architektūroje bandymai pernelyg primityviai perfrazuoti tradicinės žvejo sodybos formas užmirštant terpės elementų svarbą.

Šiuo metu Europoje skatinamo tausojančio turizmo principai bei nuostatos pilnai atitinka KNNP veiklos principus. Aplinkoje, t.t. ir Neringoje stebima vertybių kaita:

1. Natūrali – dirbtinė;
2. Gerinanti – bloginanti.

Dabartinių problemų priežastis tame, kad vertybių kaitos procese menkai dalyvauja visuomenė, mokslinė bendruomenė, inteligentija. Pastaruoju laikotarpiu dominuojanti, materialinėms vertybėms prioritetą teikianti, grupė stelbia gerąsias pastangas išsaugoti Neringos kokybę ateities kartoms. Profesionalumą stengiamasi išstumti ar atriboti. Pavyzdžiui, labai gera KNNP darbuotojų iniciatyva buvo parodyta siekiant atkurti senuosius Juodkrantės kraštovaizdžio takus (KU RPC projektas). Dėta pastangų darbo, lėšų, bet sustota. Taip ir liko neatstatytas labai svarbus vertybių kompleksas.

Neringos aplinka formuoja specifinį lankytojo tipą. Keliaujančiam žmogui svarbu ne tik pamatyti įdomius kultūros objektus ir pabūti gražioje gamtoje.

Vertinant aplinkos galimybes ir privalumus turizmui, naudotini tokie gamtinių rekreacinių išteklių vertinimo kriterijai, kaip rekreacinės teritorijos pasiekiamumas, oro grynumas, klimato

palankumas, aplinkos vaizdingumas, ramybė, laisvė, pasirinkimo galimybė.

Turistams ir vietos gyventojams svarbios Neringos kultūros paveldo vertybės: tradicijos, rankų darbo produkcija, regiono ir Neringos istorija, architektūra, vietinis maistas (žuvies patiekalai), menai ir muzika, žymių žmonių „Gyvenimo keliai“, religija; kalbos, tradiciniai kostiumai ir kt.

Svarbiausias planavimo ir veiklos organizavimo principas - **nuo saugojimo draudžiant, prie išsaugojimo naudojant ir kuriant naujas žmogiškąsias, gamtines ir kultūros vertybes.**

Būtina išspręsti funkcinių interesų suderinimo problemas, atidžiai įvertinant :

1. Gamtinės aplinkos kokybės gerinimo ir palaikymo interesus;
2. Kultūrinės aplinkos kokybės gerinimo ir palaikymo interesus;
3. Valstybės interesus;
4. Individo interesus;
5. Vietinių gyventojų ir atvykstančių lankytojų interesus;

Atvykimą į Neringą sąlygoja ankstesnių vizitų metu patirti įspūdžiai. Rami, žmogiška, atraktyvi kultūrinė ir įdomi gamtinė aplinka traukia Neringoje vieną kartą pabuvusį žmogų atvykti vėl. Ypatingai stiprią trauką jaučia kūrybiški žmonės. Svarbi atvykimo priežastis – čia anksčiau apsilankiusių rekomendacijos.

**Siekiant Kuršių nerijos gyvenviečių kraštovaizdžio architektūros erdvinės ir funkcinės diversifikacijos pozityvios plėtros būtina:**

1. Parengti rekreacinių ir bendruomeninių paslaugų sistemų, užtikrinančių aukštą gyvenimo kokybę, modelius.
2. Parengti ir vykdyti esmines, konceptualiai pagrįstas kraštovaizdžio kokybės gerinimo priemones.
3. Numatyti kalnapušynų rekonstrukcijos ir apsaugos nuo gaisrų priemones.
4. Planuoti jūrinio jachtų uosto (prieplaukos) statybą ties Nida.
5. Numatyti priemones, kurios įpareigotų Klaipėdos miesto savivaldybę derinti projektus, darančius įtaką Neringos kraštovaizdžiui, ekologiškai būklei, infrastruktūrai.

6. Numatyti priemonės, kurios paskatintų rekreacinių srautų (t.t. dviračiais) judėjimą Karaliaučiaus - Klaipėdos kryptimi.
7. Įrengti mažųjų laivų aprūpinimo kuru mobilias degalines.
8. Suformuoti žvejų uostelius su žuvų turgumis Nidoje, Preiloje, Pervalkoje ir Juodkrantėje.
9. Planuoti keleivinių ir krovinių keltų mariomis su žemynine dalimi Šilutės rajone ryši.
10. Vykdyti pastovius kraštovaizdžių kaitos tyrimus ir eksperimentinius aplinkos tvarkymo projektus.

#### Literatūra:

Antrop M. The concept of traditional landscapes as a base for landscape evaluation and planning. The example of Flanders Region. *Landscape and Urban Planning*, Vol 38, 1997, p. 105-117.

Linda Groat, David Wang. *Architectural Research Methods*. USA, 2002.

Coastal Protection – State of the Art Future Perspectives in Germany. *Jahrbuch der Hafentechnischen Gesellschaft*. 54. Band. Hamburg, 2004. 321 psl.

Lynch K. *The Image of the City*. Cambridge, 1960.

Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymas (Žin., 2001, Nr. 108-3902).

Rekreacinių teritorijų naudojimo, planavimo ir apsaugos nuostatai, patvirtinti LR aplinkos ministro 2004 m. sausio 20 d. įsakymu Nr. D1-35 (Žin., 2004, Nr. 18-554).

Norman K. Booth, James E. Hiss. *Residential Landscape Architecture. Design Process for Private Residence*. Fourth edition. USA, Pearson Education International, 2005. 475 psl.

Charles W. Harris, Nicholas T. Dines. *Time-saver Standards for Landscape Architecture: Design and Construction Data*. Second edition. McGraw-Hill Publishing Company, USA, 1998

P. Grecevičius. Lietuvos pajūrio kranto zonos subalansuotos ir tausojančios plėtros strategijos įtaka transporto sistemos plėtojei. *Urbanistika ir architektūra*. XXVI tomas, Nr.4. Vilnius, „Technika“, 2002. 174-181p.

## SMĖLIO IŠTEKLIŲ KURŠIŲ – SAMBIJOS PLYNAUKŠTĖJE (JUODKRANTĖS – PREILOS RAJONAS) PANAUDOJIMO KRANTŲ TVARKYMU GALIMYBĖS

**Saulius Gulbinskas<sup>1</sup>, Nerijus Blažauskas<sup>1</sup>,  
Egidijus Trimonis<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,  
H.Manto 84, LT-92294, Klaipėda, [saulius@corpi.ku.lt](mailto:saulius@corpi.ku.lt), [nb@geo.lt](mailto:nb@geo.lt)*

<sup>2</sup>*Vilniaus universitetas, M.K. Čiurlionio 21/27, LT-03100*

*Vilnius, [trimonis@geo.lt](mailto:trimonis@geo.lt)*

#### Įvadas

Lietuvos Baltijos jūros krantų tvarkymo programoje 2008-2013 metams (Žilinskas, 2007) viena iš pagrindinių krantų tvarkymo priemonių yra paplūdimių ir jūros priekrantės papildymas smėliu. Bendras reikalingo smėlio kiekis yra apie 1,4 mln. m<sup>3</sup>, iš kurio apie 700 tūkst. m<sup>3</sup> siūloma panaudoti paplūdimių formavimui. Paplūdimių tvarkymui naudojamam smėliui keliami aukšti kokybės reikalavimai: jo granulometrinė sudėtis turi kiek galima tiksliau atitikti tvarkomo ruožo smėlio sudėtį arba būti šiek tiek stambesnė, smėlis negali būti užterštumas naftos produktais ir kitomis teršiančiomis medžiagomis, negali turėti mikrobiologinės taršos (LAND 46-2002). Daugelis šalių krantų papildymui smėlį kasa iš jūros dugno. Didžiausi smėlio kiekiai yra susiklostę jūros priekrantėje. Tačiau čia išskyla kita problema: išimant smėlį iš aktyvios litodinaminės apykaitos zonos, sumažėja bendras priekrantės nešmenų biudžetas, o sukeltas nešmenų deficitas gali paskatinti krantų ardymą gretimuose ruožuose. Taigi smėlio paėmimas iš jūros priekrantės, tampa problematinis ir yra toleruotinas tik teigiamos akumuliacijos zonose. Lietuvos priekrantėje tokia zona formuojasi ties Klaipėdos uosto vartais, kur iš jūrinio įplaukos kanalo iškasamas smėlis gali būti panaudotas priekrantės pamaitinimui. Paplūdimių formavimui šis smėlis netinka, nes jo granulometrinė



sudėtis yra gerokai smulkesnė: uosto vartuose smėlio Md 0,14-0,16 mm, paplūdimiuose vyraujančio smėlio Md kinta nuo 0,2 iki 0,5 mm.

2006 m. į Palangos paplūdimius buvo atvežta 40 tūkst. m<sup>3</sup> iš sausumoje esančio Kunigiškių karjero. Bet tokio didelio kiekio smėlio vežimas sukėlė daug problemų miesto gatvių būklei. Be to smėlyje buvo nemažas kiekis smulkesnių aleurito dalelių bei stambesnio žvirgždo-gargždo priemaiša, vizualiai pakeitusi ankstesnį paplūdimio vaizdą.

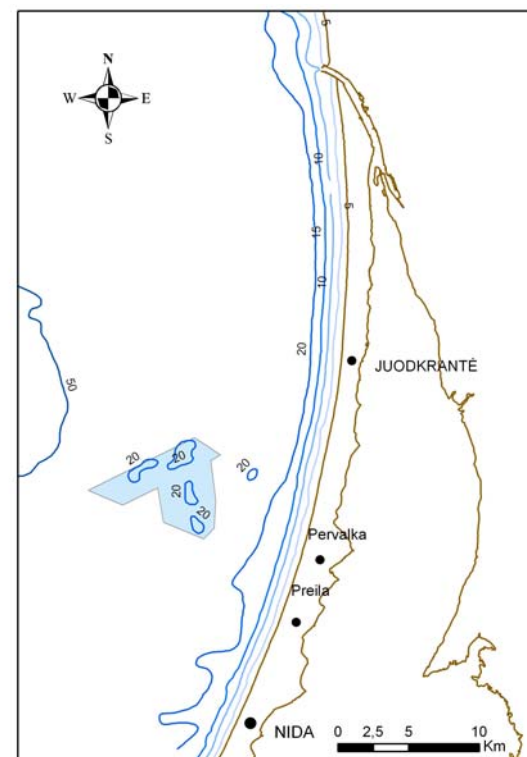
Siekiant išsiaiškinti jūroje esančius smėlio šaltinius ir jų panaudojimo krantų tvarkymui galimybes 2005-2007 m. buvo atlikti moksliniai tyrimieji darbai, kurių rezultatai apibendrinti galimybių studijoje bei poveikio aplinkai vertinimo ataskaitoje „Smėlio panaudojimo galimybių ir hidrotechninių įrenginių taikymo tikslingumo krantotvarkoje įvertinimas“ (Gulbinskas, 2006). Studija parengta įgyvendinant Klaipėdos apskrities viršininko administracijos koordinuotą Europos sąjungos remiamą projektą „Lietuvos Baltijos pajūrio kopų išsaugojimo ir atkūrimo priemonių planas“.

Šiame straipsnyje yra pristatomi tyrimų duomenys apie perspektyviausią smėlio kasimui rajoną, esantį Kuršių – Sambijos plynaukštėje (Juodkrantės – Preilos rajonas) apie 7-9 km atstumu nuo Kuršių nerijos. Iš šio rajono 2008 m. Palangos paplūdimių pamaitinimui paimta apie 110 tūkst. m<sup>3</sup>. Prieš darbų pradžią buvo kilusi aktyvi diskusija, ar nebus padarytas poveikis Kuršių nerijai.

### Tyrimo metodai

Geologiniai tyrimai Juodkrantės – Preilos rajone (tarp 55°31' – 55°26' N ir 20°48' – 20°56' E, 1 pav.) buvo vykdomi 2005–2007 metais. Darbai atlikti Lenkijos moksliniais laivais „Nawigator XXI“ (Gulbinskas, Trimonis, 2006) ir „IMOR“ (Gulbinskas ir kt., 2006), „Darius“. Geofizinių tyrimų kompleksą sudarė detali dugno batimetrinė nuotrauka, seismoakustinis dugno profiliavimas ir hidroakustiniai tyrimai šoninės apžvalgos lokatoriumi. Gylių matavimai buvo vykdomi daugiaspinduliniu echolotu (dažnis 455 kHz). Dugno seismoakustiniam profiliavimui panaudotas profilografas

Ore Tech 3010S, veikęs 3.5–14 kHz dažniu, o dugno paviršiaus nuotrauka atlikta su sonaru DF 1000 (dažniai 100 kHz ir 500 kHz).



1 pav. Juodkrantės – Pervalkos rajono situacinė schema

Geofiziniai darbai atlikti 20 profilių, kuriuose dugno sandara išaiškinta iki 5–10 m gylio žemiau dugno paviršiaus. Geologinei dugno struktūrai ir paviršinių dugno nuosėdų sudėčiai nustatyti buvo vykdomas vibrogrežimas ir surinkti nuosėdų mėginiai. Standartiniu gruntosemiu paimtos nuosėdos iš dugno paviršiaus (5–10 cm sluoksnis) 29 stotyse. Vibrogrežimas buvo vykdomas naudojant vibracinį būdą, leidusį praeiti smėlio nuosėdas iki 3,3 m gylio žemiau dugno paviršiaus. Tokie darbai atlikti 19 stočių iki 24.0 m jūros gylio.

Laboratorinių tyrimų metu buvo nustatyta granulometrinė dugno nuosėdų sudėtis sietų metodu. Keletas smėlio mėginių buvo išanalizuoti įvairiais metodais (mineraloginis, cheminis ir kiti).

Vykdamas smėlio kasimo darbus 2008 m. buvo atliekamas aplinkos monitoringas. Monitoringo metu daugiaspindulinio echoloto pagalba buvo stebimi dugno reljefo pokyčiai, o šoninės apžvalgos lokatoriumi nustatomas dugno paviršiaus pobūdis. 20 stočių buvo imami dugno nuosėdų mėginiai, siekiant nustatyti ar keičiasi nuosėdų granulometrinė sudėtis. Toks monitoringinių stebėjimų kompleksas pakartotas tris kartus: prieš pradėdant darbus, iš karto juos užbaigus ir prabėgus trims mėnesiams.

### Tyrimų rezultatai

Dugno reljefas. Geologiniu-geomorfologiniu požiūriu Juodkrantės-Preilos rajonas yra Kuršių – Sambijos plynaukštėje, Kuršių plato šiauriniame šlaite (1 pav.). Iš viso buvo ištirtas 55 km<sup>2</sup> plotas, kuriame jūros gylis kinta nuo 19 iki 48 metrų. Tyrimų plote išsiskiria dvi dalys, viena nuo kitos atribotos VPV – ŠSR kryptimi nusitęsusio senojo jūrinio klifo, kurio santykinis aukštis siekia iki 15 metrų.

Šiauriau klifo, 33-48 metrų gyliuose, plyti nuožulni, ŠV kryptimi gelmėjanti jūrinė lyguma. Tuo tarpu centrinėje ir pietrytinėje poligono dalyse vyrauja banguotas bei kalvotas dugno reljefas (gyliai nuo 19 iki 30-32 metrų), kuriame išsiskiria su klifu besiribojantis kalvų masyvas bei sub-meridianaliai nusitęsusi pakiluma, kurios teigiamų reljefo formų santykinis aukštis – 4-8 metrai. Jūros gylis virš šių reljefo pakilumų sumažėja iki 19 m, tuo tarpu gūbrių papėdė slūgso apie 24-25 m gylyje. Savotiškas reljefo iškilumas jūros dugne sudaro palankias sąlygas smėlio kasimo darbams.

Smėlio paplitimas. Kompleksiškai pritaikius seismoakustinius ir geologinius metodus, buvo sudarytas Preilos-Juodkrantės litologinis žemėlapis, kuriame išryškėja trys pagrindiniai litotipai. Tai smulkutis smėlis daugiausia paplitęs lyguminėje poligono dalyje. Jūros gylis čia viršija 24-25 metrus. Centrinė rajono dalis daugiausia suformuota smulkaus smėlio su vidutinio rupumo smėlio priemaiša.

Rupesnio smėlio ir žvirgždo nuogulos nustytos tik epizodiškai. Pagal kokybines savybes nustatyta, jog krantų tvarkymui tinkamiausias yra smulkaus ir vidutinio smėlio nuosėdos, slūgsančios sekliu nei 24 m gylyje ir formuojančius gūbrius.

Smėlio storiai. Pagal vibro gręžimo ir seisminio profiliavimo medžiagą išryškėja, jog smėlio nuosėdos ištisiniu sluoksniu dengia didžiąją dalį ištirto ploto, o didžiausias jų storis (seisminiais metodais nustatyta jog naudingo sluoksnio storis gali siekti iki 5 m) yra centrinėje teritorijos dalyje ir formuoja ankščiau aprašytus gūbrius. Vibro gręžimo metu pilnai pragręžta smėlio storumė buvo tik viename gręžinyje. Smėlio stotis jame nustatyta 2,73 m. Jūros gylis šioje stotyje 24,8 m. Giliau po smėliu slūgso aleuritas su gausia organine medžiaga pereinantis į durpę. Visuose kituose gręžiniuose smėlio storis siekė apie 3 metrus ir nebuvo pilnai pragręžtas.

Smėlio sudėtis. Nuosėdų pjūvyje vyrauja smulkus ir vidutinis smėlis. Smulkus ir vidutinis smėlis dažniausiai šviesiai gelsvas, gelsvai pilkas su labai retu kriauklių detritu. Pjūvis gana vienalytis, tačiau pasitaiko stambesnio ir smulkesnio smėlio persiluoksniavimas. Tokių sluoksnių storiai nuo 10 iki 100 cm. Smėlio Md paviršiniame sluoksnyje dažniausiai kinta nuo 0,195 mm iki 0,400 mm, vidutinis Md – 0,3 mm. Rekomenduojamo kasti smėlio sluoksnio vidutinis Md – 0,38 mm. Tiek vidutiniame tiek, ir smulkiame smėlyje vyraujančios frakcijos yra 0,4-0,25 mm ir 0,25-0,16 mm. Itin stambaus smėlio priemaiša dažniausiai iki 5%, o smulkučio – iki 2%. Smėlio mineraloginė sudėtis, nepriklausomai nuo pastarojo granulometrinės sudėties, yra labai panaši. Smėlyje vyrauja kvarcas (apie 94-96 %), dar apie 4-5 % sudaro lauko špatai, tuo tarpu sunkiojoje frakcijoje (kuri sudaro nuo 0,9 iki 1,9 % nuo visos smėlio masės) vyrauja granatai (16-27 %), raginukė (17-20 %) bei magnetitas-ilmenitas (17-19 %). Tik kai kuriuose smulkaus smėlio mėginiuose (St. 17) sunkiojoje frakcijoje labiau vyrauja magnetitas-ilmenitas (21 %), o granatai tesudaro 16 %.

Smėlio kiekiai. Įvertinus smėlio paplitimą bei slūgsojimo sąlygas, tinkamiausia smėlio kasimo vieta rekomenduota centrinėje rajono dalyje iki 24 m gylio izobatos. Būtent šitą lygį pasirinkus kaip

bazinį (nes tikras sluoksnio padas, dėl nepakankamos penetracijos seismo akustiniais metodais ir gręžimo metu, nebuvo nustatytas), buvo sudarytas naudingo sluoksnio paplitimo ir storių žemėlapis, pagal kurį buvo skaičiuojami prognoziniai smėlio kiekiai. Nustatyta, kad maksimaliai būtų galima panaudoti iki 5 metrų storio smėlio sluoksnį. Atlikus tūrinį smėlio sluoksnio modeliavimą, apibrėžti du pagrindiniai plotai - 5,04 ir 2,6 km<sup>2</sup>. Juose suskaičiuoti smėlio kiekiai atitinkamai siekia apie 7,97 ir 3,61 mln. m<sup>3</sup>.

Smėlio kasimo poveikis. 2008 m. balandžio – gegužės mėn. Juodkrantės – Preilos rajone iš P-Š krypties gūbrio iškasta apie 110 m<sup>3</sup> smėlio. Smėlis buvo kasama žemsiurbe, lygiagrečiais profiliais nukasant iki 0,7-1 m sluoksnį. Tik užbaigus kasimo darbus šie žemsiurbės suformuoti grioviai labai aiškiai buvo fiksuojami šoninės apžvalgos lokatoriaus pagalba gautuose dugno paviršiaus vaizduose. Tačiau jau po trijų mėnesių dugno technogeninis reljefas buvo beveik išlygintas ir dugno paviršiuje atsistatė ankstesnės mezoreljefo formos – plačios ruzgos. Ryškesni pokyčiai nenustatyti ir dugno nuosėdų granulometrinėje sudėtyje.

### **Apibendrinimas**

Nagrinėjant dugno reljefo profilį bei dugno nuosėdų pasiskirstymą nuo Kuršių nerijos iki smėlio kasimo rajono išryškėja, kad Kuršių nerijos priekrantė šioje atkarpoje iki 20 m gylio pasižymi gana dideliais nuolydžiais, povandeniniame šlaite yra išsivystę 2-3 ryškūs povandeniniai sėkliai su juos skiriančiais tarpinėmis. Sėkliai sudaryti daugiausia iš smulkaus ir vidutinio smėlio, o tarpinėse vyrauja stambesnė medžiaga, netgi iki žvirgždo. Šiame povandeninio šlaito ruože iki 8-12 m dugną aktyviausiai veikia bangos, formuojasi išilginiai ir skersiniai nešmenų srautai bei vyksta pagrindinė smėlio apykaita tarp povandeninės ir viršvandeninės kranto zonos dalies. Didesniame gylyje dugno reljefas išsilygina, litodinaminis aktyvumas gerokai sumažėja ir tai ryškiai atsispindi nuosėdų sudėties kaitoje (Trimonis ir kt., 2007). Juodkrantės – Preilos smėlio masyvą nuo šiuolaikinių priekrantinių smėlių (sekliu 20 m) skiria aleuritingo smėlio juosta. Nuosėdų granulometrinės sudėties ir jų tipų

pasiskirstymo dėsningumai Kuršių nerijos povandeniniame šlaite ir priekrantės lygumoje rodo, kad nuosėdinės medžiagos apykaitos tarp sekiausios priekrantės dalies ir kalvoto smėlio masyvo nėra. Taigi dabartinė Kuršių nerijos kranto zona iš esmės yra nepriklausoma nuo plynaukštės paviršiuje (giliau 20 m) vykstančių litodinaminio procesų. Tokia situacija leidžia panaudoti kalvoto masyvo smėlį praktiniams tikslams, tame tarpe paplūdimių papildymui.

Atlikti stebėjimai smėlio kasimo metu patvirtino LR Vyriausybės sudarytos darbo grupės smėlio iš Baltijos jūros Preilos – Juodkrantės rajono šiaurinio poligono paėmimo galimybėms įvertinti išvadą, kad smėlio paėmimas iš šio rajono neturės poveikio Kuršių nerijos priekrantei ir kranto nešmenų atsagų pokyčiams.

### **Literatūra**

Gulbinskas S., Blažauskas N., Visakavičius E., Michelevičius D. 2006. Geofizinių–geologinių tyrimų metodų komplekso taikymas tiriant Baltijos jūros dugną. Geologijos akiračiai. 4(64). 28–32.

Gulbinskas S., Trimonis E. 2006. Baltijos jūros tyrimai – mokslui ir praktikai. Geologijos akiračiai. 1(61). 35–39.

Gulbinskas S. (darbo vadovas) 2006. Smėlio panaudojimo galimybių ir hidrotechninių įrenginių taikymo tikslingumo krantotvarkoje įvertinimas. Ataskaita, KU BPATPI.

LAND 46-2002. Grunto kasimo jūrų ir jūrų uostų akvatorijose bei iškastų gruntų tvarkymo taisyklės.

Trimonis E., Gulbinskas S., Blažauskas N., Kuzavinis M., Viskavičius E. 2007. Composition and formation of sand massifs in the Curonian-Sambian Plateau. Geologija. No 60, 39-50.

Žilinskas G. (darbo vadovas) 2007. Lietuvos Baltijos jūros krantų tvarkymo programa 2008-2013 metams. Ataskaita, GGI.



## UPIŲ PRIETAKA Į KURŠIŲ MARIAS KLIMATO KAITOS FONE

**Darius Jakimavičius, Milda Kovalenkoviėnė**

*Lietuvos energetikos institutas, Breslaujos g. 3, Kaunas,  
[darius.j@mail.lei.lt](mailto:darius.j@mail.lei.lt)*

Kuršių marios – sekli gėlavandenė lagūna atskirta nuo Baltijos jūros Kuršių nerija. Vidutinis marių gylis tesiekia 3,8 m, o maksimalus gylis pietinėje marių dalyje tik 5,8 m. Bendras Kuršių marių plotas – 1584 km<sup>2</sup> (iš kurių Lietuvai tenka 415 km<sup>2</sup>), ilgis – 93 km, didžiausias plotis – 46 km (Žaromskis, 1996).

Didžioji dalis nuotėkio į Kuršių marias atplukdoma iš Nemuno baseino (98 %), likusi nuotėkio dalis tenka Deimenai, Smeltalei, Nemunynui bei mažoms upėms ir upeliams (Kuršių marios, 1978).

Prietaka į Kuršių marias ir vandens balansas yra skaičiuoti ir ankščiau. Vienas pirmųjų prietaką į marias 1959–1968 m. laikotarpiui suskaičiavo J. Dubra (Kuršių marios, 1978). Ilgesnį laikotarpį analizavo Lietuvos energetikos instituto mokslininkai (Gailiušis, Kovalenkoviėnė, Jurgelėnaitė, 1992). Jie apskaičiavo prietaką ir Kuršių marių vandens balansą 1955–1988 m. laikotarpiui.

Per pastarąjį šimtmetį sparčiai vystantis pramonei, padidėjo į atmosferą išmetamų šiltnamio dujų kiekiai. Šiltnamio dujos (vandens garai, CO<sub>2</sub>, metanas, N<sub>2</sub>O ir kt.) skatina šiltnamio efektą, ko pasekoje didėja oro temperatūra. Per šį laikotarpį Lietuvoje temperatūra vidutiniškai padidėjo apie 0,6°C (šaltojo laikotarpio apie 1°C, o šiltojo – 0,3°C). Be to, pastebimai padidėjo ir šaltojo laikotarpio kritulių kiekis, o šiltojo laikotarpio sumažėjo (Bukantis, 2001). Didėjant šaltojo laikotarpio oro temperatūrai sutrumpėjo laikotarpis su sniego danga, suplonėjo pati sniego danga ir vis didesnė kritulių dalis iškrito lietaus pavidalu. Tai turėjo įtakos ir upių nuotėkiui, nes krituliai yra vienas iš pagrindinių elementų, formuojančių nuotėkio dydį bei jo pasiskirstymą metų eigoje.

Pranešimo **tikslas** – apskaičiuoti upių prietaką į Kuršių marias.

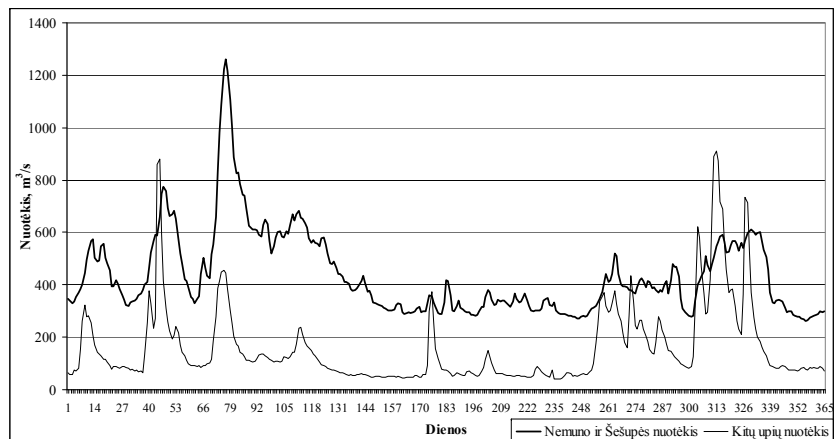
Tuo tikslu suskaičiuota kiekvienos dienos upių prietaka į Kuršių marias 1989 – 2006 m. laikotarpiui. Gauti rezultatai palyginti su analogiškais kitų mokslininkų skaičiavimais. Nustatytos galimos prietakos kaitos priežastys.

**Metodika.** Darbe panaudota Nemuno ties Smalininkais, Šešupės ties Kudirkos Naumiesčiu, Jūros ties Taurage, Šešuvio ties Skirgailiais, Minijos ties Kartena ir Akmenos–Danės ties Kretinga kiekvienos paros debitai (Управление Гидрометеорологической ..., 1989; Lietuvos hidrometeorologijos ..., 1990–2006). Stotis prie Šešupės ties Kudirkos Naumiesčiu dirbo su pertraukomis, tad neesant duomenų debitas Šešupės žiotyse buvo perskaičiuojamas naudojant Dolgojės arba Marijampolės stočių duomenis. Įvertinant Lietuvos pajūrio upių bei Kaliningrado srities upių prietaką į Kuršių marias naudotasi Akmenos–Danės ties Kretinga ir ties Tūbausiais paros debita.

Prietaka į marias 1989–2006 m. laikotarpiui suskaičiuota pagal pačių sukurta metodiką. Debitai iš stočių, kuriuose atliekami nuotėkio matavimai, perskaičiuojami upės žiotims, dauginant iš atitinkamų koeficientų. Papildomai įvertinamas šoninis pritekėjimas iš skirtingo vandeningumo baseinų.

Prietaka į Kuršių marias 1959–1969 m. bei 1955–1988 m. laikotarpiams skaičiuota pagal J. Dubros sukurta metodiką: kasdieninį Nemuno nuotėkį ties Smalininkais perskaičiuojant į marias pagal formules skirtas atskiriems mėnesiams.

Pagal mūsų siūlomą metodiką nuotėkis iš Smalininkų į Nemuno žiotis perskaičiuojamas sumuojant didesnių intakų Šešupės, Jūros, Šešuvio, Minijos, Akmenos–Danės bei Deimenos nuotėkį. Prietaką pagal tokį metodą skaičiavome todėl, kad įvertintume Vakarų Lietuvos ir Kaliningrado srities upių nuotėkio padidėjimus (t.y. dažnus poplūdžius), kurių tuo metu nėra Nemuno baseine iki Smalininkų VMS (1pav.). Koreliacinis ryšys tarp Nemuno ties Smalininkais ir Vakarų Lietuvos upių debitų yra silpnas, ypač vasaros ir rudens sezonais (R = 0,0 – 0,44).



**1 pav.** Nemuno ties Smalininkais ir Šešupės bei žemiau Šešupės į Nemuną (arba tiesiogiai į Kuršių marias) įtekančių upių nuotėkis į marias 2001 m.

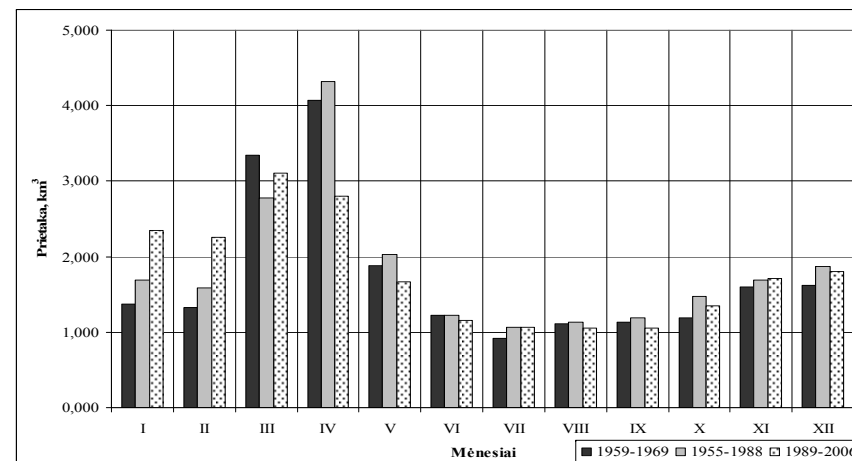
**Rezultatai.** Apskaičiavus 1989–2006 m. upių prietaką į Kuršių marias gauti rezultatai buvo palyginti su analogiškais kitų mokslininkų atliktais 1955–1988 m. bei 1959–1969 m. skaičiavimais.

Mažiausiu vandeningumu pasižymėjo J. Dubros tirtas 1959–1969 m. laikotarpis, vidutinė prietaka per metus tesiekė 20,786 km<sup>3</sup>. 1955–1988 m. laikotarpiu prietaka buvo 22,052 km<sup>3</sup>/metus, o 1989–2006 m. laikotarpiu – 21,369 km<sup>3</sup>/metus (1 lentelė). Lyginant mėnesinių prietakos pasiskirstymą didžiausi skirtumai stebimi žiemos – pavasario mėnesiais.

**1 lentelė.** Prietaka (km<sup>3</sup>) į Kuršių marias skirtingais laikotarpiais bei tų laikotarpių moduliniai koeficientai ( $\bar{K}$ ).

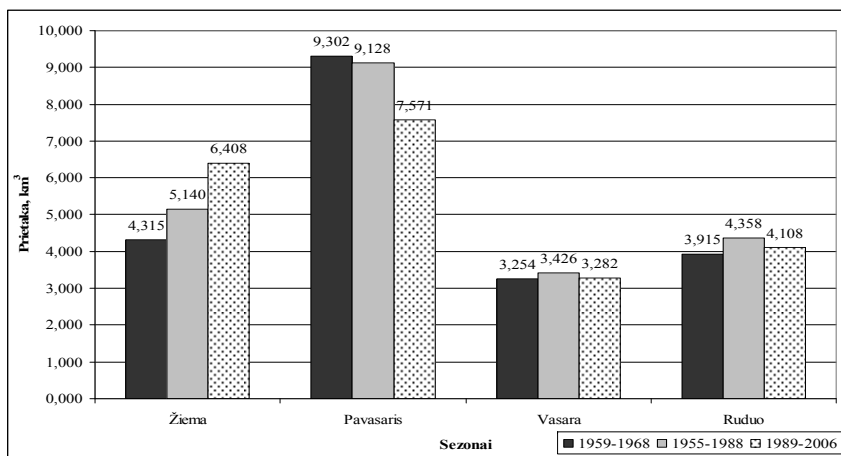
Laikotarpis	Mėnesiai												Metinė	$\bar{K}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1959–1969	1,369	1,328	3,348	4,067	1,887	1,225	0,920	1,109	1,130	1,191	1,594	1,618	20,813	0,90
1955–1988	1,687	1,586	2,780	4,316	2,032	1,224	1,065	1,137	1,194	1,475	1,689	1,867	22,052	0,96
1989–2006	2,350	2,256	3,111	2,796	1,663	1,160	1,071	1,051	1,050	1,350	1,708	1,802	21,369	0,92

Nustatyta, jog sausio, vasario, kovo bei lapkričio mėn. prietaka buvo didesnė 1989–2006 m. lyginant su 1955–1988 m., visais kitais mėnesiais ji buvo mažesnė. Kiek kitokie rezultatai gauti palyginus 1959–1969 m. ir 1989–2006 m. duomenis. Sausio, vasario, liepos, spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesiais prietaka buvo didesnė 1989–2006 m. lyginant su 1959–1969 m. (2 pav.).



**2 pav.** Prietaka į Kuršių marias skirtingais laikotarpiais.

Toki metinio nuotėkio pasiskirstymą galima sieti su šaltojo laikotarpio temperatūros didėjimu, dienų su sniego danga mažėjimu ir sniego dangos storio mažėjimu (Bukantis, 2001). Dėl šaltojo metų laikotarpio šiltėjimo vis didesnė kritulių dalis iškrenta lietaus pavidalu ir greičiau patenka į upes formuodami ankstesnį potvynių nuotėkį. Tą patvirtina sudaryta histograma, parodanti kaip pasiskirsto nuotėkis atskirais sezonais (3 pav.). Iš histogramos matyti, jog 1989–2006 m. žiemos laikotarpio nuotėkio dydis didesnis, nei 1959–1969 m. bei 1955–1988 m., tačiau pavasarinio nuotėkio dydis mažesnis nei 1959–1969 m. ir 1955–1988 m. Ypatingai šis skirtumas ryškus lyginant mūsų tirtą laikotarpį (1989–2006 m.) su tirtu J. Dubros (1959–1969 m.).



3 pav. Prietaka į Kuršių marias skirtingais sezonais.

Nemuno nuotėkis ties Smalininkais sudaro apie 80 % viso nuotėgio į marias, tad galima teigti, jog jo modulinis koeficientas ( $\bar{K}$ ) apibūdins ir visą prietaką į marias. Atlikti skaičiavimai rodo, kad visi analizuojami laikotarpiai yra iš mažesnio vandeningumo metų, lyginant su daugiamečiu (1812–2006 m.) nuotėkiu.

**Išvados.** Išanalizavus gautus duomenis galima daryti sekančias išvadas:

1. Metinė prietaka į Kuršių marias tirtu laikotarpiu (1989–2006 m.) yra mažesnė nei 1955–1988 m., bet didesnė nei 1959–1969 m. (1959–1969 m. – 20,813 km<sup>3</sup>; 1955–1988 m. – 22,052 km<sup>3</sup>; 1989–2006 m. – 21,369 km<sup>3</sup>).

2. Lyginant su ankstesniais laikotarpiais labai pakitęs sezoninis prietakos į marias pasiskirstymas. Žiemos mėnesių prietaka į Kuršių marias yra didesnė 1989–2006 m., nei 1959–1969 m. bei 1955–1988 m., tačiau pavasarinė prietaka mažesnė nei 1959–1969 m. ir 1955–1988 m. Ypač šis skirtumas ryškus lyginant 1989–2006 m. su 1959–1969 m. Vasaros bei rudens mėnesių prietaka keitėsi nežymiai.

3. Žymius prietakos į Kuršių marias sezoninius pokyčius matomai sukėlė vykstantis ryškus kritulių žiemos metu gausėjimas ir oro temperatūrų kilimas, kas yra klimato kaitos pasekmė.

### Literatūra

Bukantis A., ir kt. 2001. Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje. Vilnius.

Gailiūšis B., Kovalenkoviėnė M., Jurgelėnaitė A. 1992. Kuršių marių vandens balansas, Energetika 2.

Kuršių marios. 1978. Vilnius, T. II.

Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. Hidrologinis metraštis. 1995–2006 m. Vilnius.

Žaromskis R. 1996. Okeanai, jūros, estuarijos. Vilnius.

Управление гидрометеорологической службы Литовской ССР. Гидрологический ежегодник. 1989 m

**SAUSUMOS ŠONIPLAUKŲ (*TALITRUS SALTATOR*,  
MONTAGU, 1808) PASISKIRSTYMAS BALTIJOS JŪROS  
LIETUVOS PAPLŪDIMYJE**

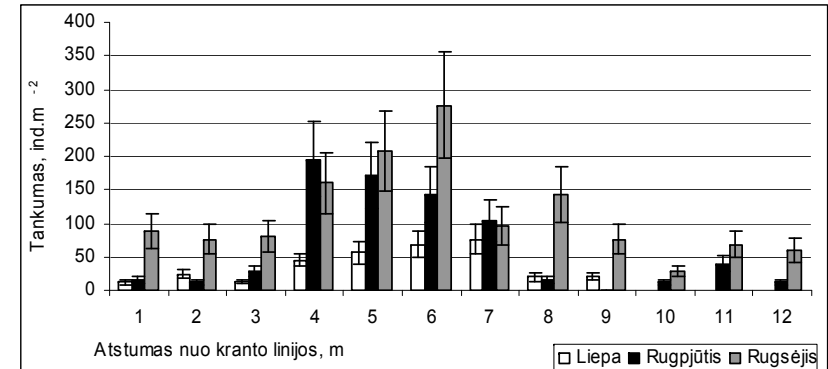
**Rita Jankauskienė, Aurelija Mikalauskaitė**

*Klaipėdos universitetas, H. Manto 84, LT-92294 Klaipėda,  
[rita.jankauskiene@ku.lt](mailto:rita.jankauskiene@ku.lt)*

*Talitrus saltator* - paplūdimių šoniplaukų (smiltšoklių) paplitimo arealas apima Atlanto vandenyno šiaurės rytinę dalį, Šiaurės, Baltijos ir Viduržemio jūrų smėlėtus paplūdimius (Fuentes, 2004). Dažniausiai aptinkamos po/tarp nuosėdų, pūvančių jūrinių dumblių, potvynio/atoslūgio zonoje, gali būti užsirausiosio substrate 10 – 30 cm gylyje (Budd, 2004). Smiltšokliai - svarbi grandis energijos apykaitoje tarp daugelio trofinių lygmenų - jos yra viena iš pagrindinių pakrantėje besimaitinančių paukščių raciono sudedamųjų dalių (Fuentes, 2004, Lakkis, 2005). Beto, ši gyvūnų grupė, padeda įvertinti paplūdimių ekologinę būklę (Jędrzejczak, 2004). Lietuvos pajūryje *T. saltator* tyrimai tik pradedami. Todėl šio darbo tikslas - nustatyti sausumos šoniplaukų (*T. saltator*) erdvinį pasiskirstymą Baltijos jūros Lietuvos paplūdimyje ties Kuršių nerijos kopgaliu.

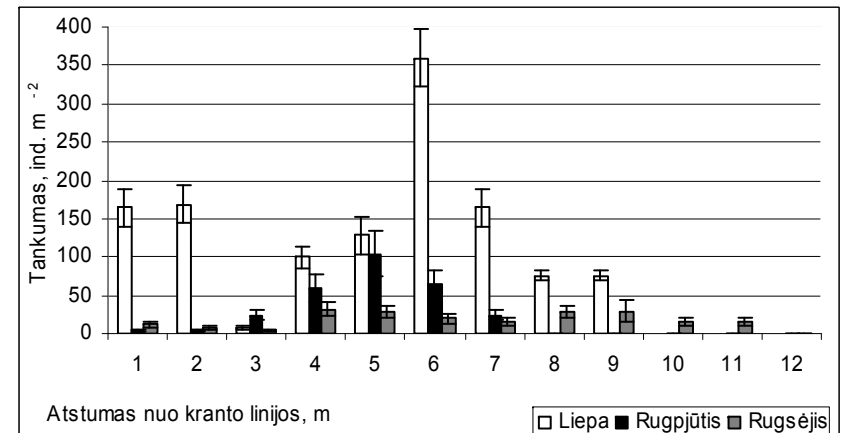
Mėginiai rinkti 2005 metų liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais 1 kartą savaitėje, Baltijos jūros paplūdimyje ties Kuršių nerijos kopgaliu vienoje linijoje (krantas - kopa) kas 1 metrą nuo kranto linijos iki kopų pradžios. Ant smėlio dedamas rėmelis (plotas 0,5 x 0,5m) ir iš šio ploto, sijoiant smėlį sietu (akutės dydis 1 ± 0,2 mm), šoniplaukos buvo renkamos ir fiksuojamos 70% etilo alkoholio tirpalu. Nustatytas amžinių ir lytinių individų grupių tankumas (ind. m<sup>-2</sup>) ir biomasė (g m<sup>-2</sup>), įvertinant jų pasiskirstymą erdvėje (krantas – kopa).

Didžiausios suaugėlių ir jauniklių tankumo reikšmės visu tyrimo laikotarpiu esti 4-6 metruose nuo kranto linijos (1-2 pav.).



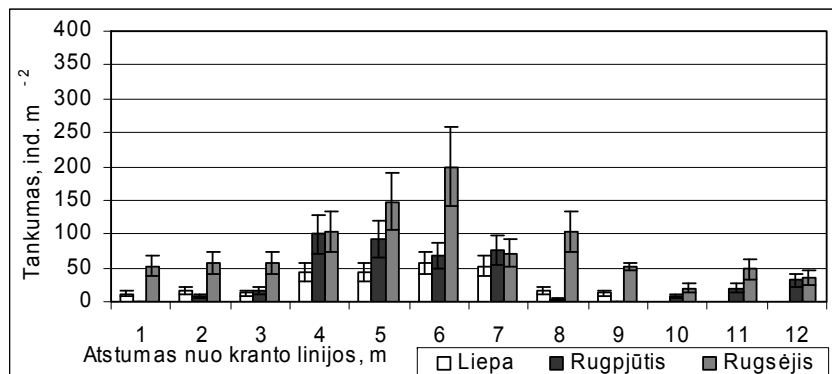
**1 pav.** Suaugusių individų tankumo ( $\bar{x} \pm s$ ) erdvinis (krantas – kopa) pasiskirstymas tyrimo laikotarpiu

Patelių tankumas visu tyrimo laikotarpiu kito nuo visiško nebuvimo (rugpjūčio mėnesį pirmajame bei devintajame metre nuo kranto linijos, liepą dešimtame – dvyliktame metre) iki 200 ind. m<sup>-2</sup> (rugsėjo mėnesį šeštajame metre nuo kranto linijos) (3 pav.).

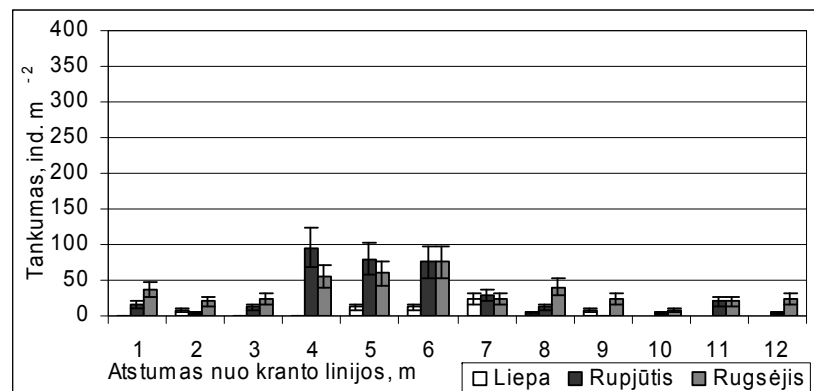


**2 pav.** Jauniklių tankumo ( $\bar{x} \pm s$ ) erdvinis (krantas – kopa) pasiskirstymas tyrimo laikotarpiu

Didžiausias patelių tankumas visų trijų mėnesių laikotarpyje yra 4-6 metre nuo kranto linijos. Didžiausias patinų tankumas visu tiriamuoju laikotarpiu yra 4-7 metre (vidurkis – 45 ind. m<sup>-2</sup>) (4 pav.). Didžiausios šoniplaukų biomasės reikšmės buvo nustatytos tarp 4-6 metro nuo kranto linijos (5 pav).



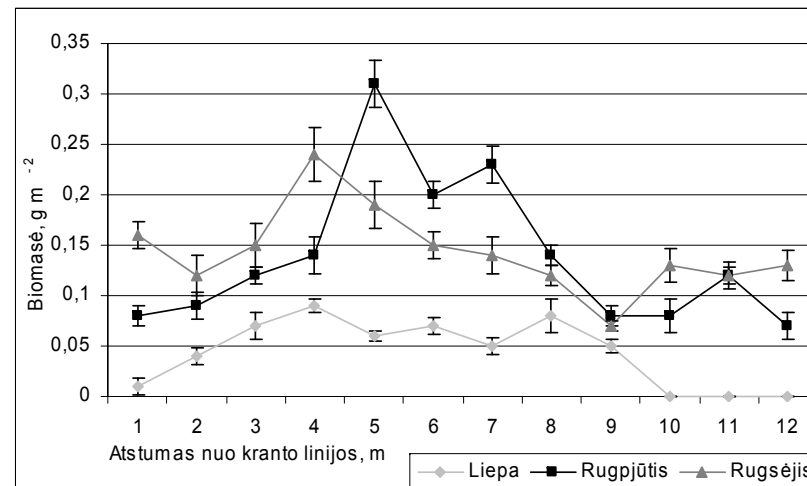
3 pav. Patelių tankumo ( $\bar{x} \pm s$ ) erdvinis (krantas – kopa) pasiskirstymas tyrimo laikotarpiu



4 pav. Patinų tankumo ( $\bar{x} \pm s$ ) erdvinis (krantas – kopa) pasiskirstymas tyrimo laikotarpiu

Atlikus koreliaciją tarp individų tankumo ir oro bei vandens temperatūrų tyrimo laikotarpiu statistiškai nereikšmingų ryšių nenustatyta.

O atlikus koreliaciją tarp smiltšoklių tankumo (iki 6 m) ir bangavimo stiprumo, gautas statistiškai reikšmingas ryšys ( $r = 0,97, p < 0,05$ ).



5 pav. Individų biomasės ( $\bar{x} \pm s$ ) erdvinis (krantas – kopa) pasiskirstymas tyrimo laikotarpiu

Tiriant populiacijos individų tankumo (iki 6 m) ir vėjo greičio priklausomybę nustatytas statistiškai reikšmingas ryšys ( $r = 0,85, p < 0,05$ ).

Tyrimo metu buvo nustatyta, kad didžiausias smiltšoklių suaugėlių tankumas yra 4-6 metre nuo kranto linijos. Węsławski ir kt. (2000) tyrė smiltšoklių populiaciją Lenkijos paplūdimyje nustatė, kad liepos ir rugpjūčio mėnesiais didžiausias *Talitrus saltator* jauniklių tankumas yra tarp 2-4 metro nuo kranto linijos. Šiame darbe didžiausias jauniklių tankumas liepą - rugpjūtį užfiksuotas 6-5 metre nuo kranto linijos. Anot minėto autoriaus jauniklių lokalizaciją arčiau kopų lemia aplinkos sąlygos – mechaninis poveikis (žmogaus veikla paplūdimyje, bangos), drėgmės kiekis grunte, mitybos bazė, sezoninės

migracijos. Pagal Fuentes (2004), jaunikliai dažniausiai aptinkami ten, kur smėlio drėgnumas nėra mažesnis kaip 85-90 %, tuo tarpu suaugėliai geba išgyventi smėlyje, kurio drėgnumas tėra 2%. Didžiausias patelių tankumas, kaip ir suaugėlių, visų trijų mėnesių laikotarpyje yra 4-6 metre nuo kranto linijos. Budd (2005), Fuentes (2004), Węślawski ir kt. (2000) ir kiti autoriai aprašo, kad patinų, kaip ir patelių, ar bendras populiacijos individų pasiskirstymas paplūdimyje yra įtakojamas aplinkos sąlygų. Didžiausios biomasės reikšmės buvo nustatytos tarp 4-6 metro nuo kranto linijos. Jos sutampa su populiacijos erdvinio pasiskirstymo (krantas - kopa) didžiausiomis tankumo reikšmėmis. Smiltšoklių tankumo ir biomasės koreliacija mini ir Budd (2005). Analizuojant aplinkos veiksnių įtaką *Talitrus saltator* populiacijos tankumui paplūdimyje statistiškai reikšmingi ryšiai nustatyti tarp populiacijos tankumo iki 6 m ir vėjo greičio bei bangavimo stiprumo. Marques ir kt. (1999) teigia, kad jaunikliai, bangų dažnai yra nuplaunami į jūrą ir čia žūva. Fuentes (2004) teigia, kad *Talitrus saltator* šoniaplaukoms būdingas anemotaksis. Esant stipriam vėjui smėlyje jos randamos didesniame gylyje. *Talitrus saltator* yra veikiamos įvairių streso faktorių: išdžiūvimo, permirkimo, vėjo, bangų poveiko ir kt. Dėl visų šių priežasčių joms yra būtinas orientacinis aparatas, kuris padeda greitai ir kuo trumpiausiu keliu patekti į saugesnes vietas (Fuentes, 2004). Be to, smiltšoklių erdvinis pasiskirstymas (krantas – kopa) paplūdimyje yra pagrįstas ir jų orientacijos mechanizmu, kuris yra paveldėtas ar įgytas gyvenimo eigoje (Węślawski et al., 2000).

Išvados:

1. Įvertinus *Talitrus saltator* amžinių ir lytinių grupių individų tankumo pasiskirstymą atskiruose atstumuose nuo kranto linijos, nustatyta, kad didžiausias suaugėlių tankumas yra 4-6 m, jauniklių 6-5m, patelių 4-6m, patinų 4-7m. Mažiausios tankumo reikšmės nustatytos už 10 metro nuo kranto linijos iki kopų. Didžiausia biomasė paplūdimyje buvo nustatyta tarp 4-6 metro nuo kranto linijos.

2. Analizuojant aplinkos veiksnių įtaką *Talitrus saltator* populiacijos tankumui paplūdimyje nustatyti statistiškai reikšmingi

ryšiai tarp populiacijos tankumo iki 6 m ir vėjo greičio ( $r = 0,85$ ,  $p < 0,05$ ) bei bangavimo stiprumo ( $r = 0,97$ ,  $p < 0,05$ ).

## Literatūra

Budd G.C., 2004. A model for amphipod (*Talitrus saltator*) population dynamics // Science direct, N. 58, -P. 157-168.

Budd G.C., 2005. *Talitrus saltator*. A sand hopper. Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Sub-programme. [žiūrėta: 2007 02 05] Prieiga per internetą - <http://www.marlin.ac.uk/species/Talitrusaltator.htm>.

Fuentes J., 2004. Station biologique Roscoff, Cours intensif interuniversitaire ERASMUS, Zoologie et ecologie marine, Session 2006.

Jędrzejczak M. F., 2004. The Perception of a Beach in a Modern Tourist: Is the Sandy Beach a Place of Conflict Between Tourism and Biodiversity? In: Measure for Measure: How Do We Gauge Coastal Stewardship? // 19th International Conference of The Coastal Society, Newport, Rhode Island, USA, -P. 23–26.

Lakkis S., 2005. Benthic populations diversity of soft substratum along the Lebanese coast (Levantine Basin, eastern Mediterranean) // MEDCORE Project International Conference –58 p.

Marques J. C., Anastácio P., Scapini F., 1999. Un manuel pour les aménageurs, les scientifiques et les étudiants des côtes sensibles méditerranéennes // Instituto agronomico per l'oltremare, -P. 154.

Węślawski J. M., Kupidura T., Żabicki M., 2000. Sandhoppers, *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) (Amphipoda, Gammaridea), at the Polish Baltic coast: seasonal and spatial distribution patterns // Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Crustaceana N.73 (8), -P. 961–969.

Węślawski J. M., Stanek A., Siewert A., Beer N., 2000. The sandhopper (*Talitrus saltator*, Montagu 1808) on the Polish Baltic coast. Is in visting of increased tourism? // Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Oceanological Studies vol. XXIX, N. 1, -P. 77-87.

## DEFLIACINIŲ GRIOVŲ FORMAVIMOSI IR JŲ NEUTRALIZACIJOS TYRIMAI KURŠIŲ NERIJOJE

**Darius Jarmalavičius**

*Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos 13, 03223 Vilnius  
[jarmalavicius@geo.lt](mailto:jarmalavicius@geo.lt)*

Didėjantis poilsiautojų srauto intensyvumas Lietuvos pajūryje bei padažnėjusios audros nulemia ir defliacinių formų kopagūbryje didėjimą. Ypač neigiamas pasekmės kopagūbrio sistemai turi skersai kopagūbrį kertančios griovos. Pastarosios sudaro sąlygas kopagūbrio sąskaidos didėjimui bei nešmenų intensyviam išpustimui iš paplūdimio į kopagūbrio užnugarį. Visa tai lemia kopagūbrio vientisumo pažeidimą, sąskaidos didėjimą, o tuo pačiu jo stabilumo sumažėjimą ir nykimą. Griovų likvidavimui yra taikoma įvairių priemonių, nuo tiesioginių – mechaninio jų uždarymo ir kopagūbrio regeneravimo iki netiesioginių – poilsiautojų reikmėm pritaikytos infrastruktūros išvystymo bei edukacijos.

Siekiant įvertinti griovų neutralizavimo priemonių efektyvumą analizei buvo pasirinktos dvi griovos esančios Kuršių nerijoje, netoli Nidos gyvenvietės. Siauros (apie 1,5 – 2,0 m pločio) ir vidutinio gylio (giliausioje vietoje iki 1,5 m) griovos kirto kopagūbrį skersai ir buvo naudojamos poilsiautojų patogiam priėjimui prie jūros.

1998 m. rudenį viena iš griovų buvo tankiai uždengta pušų šakomis (apie 40 cm storio sluoksniu). Kita griova 2000 m. rudenį buvo perkirsta trimis eilėmis lentinių (1,5 x 0,8 m) skydų.

Prieš atliekant eksperimentą griovose buvo atlikti vėjo greičio transformacijos griovose matavimai. Uždarius griovas minėtomis priemonėmis taip pat buvo atlikti vėjo greičio matavimai, nustatyti vėjo lauko pakitimai bei toliau (iki 2004 m.) nuosekliai atliekama griovų skersinių profilių niveliacija bei apskaičiuoti smėlio kiekio viename kranto ilgio metre ( $Q \text{ m}^3/\text{m}$ ) pokyčiai.

Atlikus vėjo greičio matavimus laisvai besivystančiose (nepridengtose) griovose buvo nustatyta, kad nors vėjo greičio

gradientas išlieka toks pat kaip ir paplūdimio viduryje, tačiau griovos viduryje susiformavus „koridorias“ sąlygomis, susidaro vėjo greičio inversija. Didžiausi vėjo greičiai fiksuojami 0,5; 1,0 ir 1,5 m aukštyje, o 2,0 m aukštyje vėjo greitis sumažėja. Dėl padidėjusio vėjo greičio priežemio sluoksnyje griovoje (lyginant su paplūdimiu), iš paplūdimio atneštos smėlio dalelės negali savaime nusėsti griovoje. Pastaroji tampa tranzitine zona smėliui perkelti iš paplūdimio į kopagūbrio užnugarį. Taigi, vyraujant nuo jūros pučiantiems vėjams, griova negali savaime užsipildyti smėliu. Tai gali atsitikti tik vėjams pučiant išilgai paplūdimio.

Atlikus vėjo greičio matavimus griovose po jų uždarymo išryškėjo gana ženklūs pokyčiai. Vėjo greičiai priežeminiame sluoksnyje ryškiai sumažėjo, o 2 metrų aukštyje šiek tiek padidėjo. Vėjo greitis 0,2 m aukštyje šakomis dengtoje griovoje sumažėjo 2,5 karto, o skydais pertvetoje griovoje 3 kartus. Dėl ženklaus greičio sumažėjimo didžiausios smėlio pernašos zonoje (0 – 20 cm nuo žemės paviršiaus) smėlio išpustimą pakeitė akumuliacija.

Griovos padengtos šakomis paviršiaus šiurkštumas tiek padidėja, kad smėlio pernaša priežeminiame sluoksnyje tampa įmanoma, tik prie štorminių vėjų. Dėl šios priežasties beveik visas pernešamas smėlis suklostomas griovos frontinėje dalyje ir tik užpusčius arčiausiai jūros esančias šakas (o tuo pačiu sumažėjus paviršiaus šiurkštumui) akumuliacija gali pasistūmėti šlaitu aukštyn. Antrosios griovos (pertvertos mediniais skydais) atveju vėjo greitis patiria didesnes transformacijas. Viena vertus, skydas aklinau uždaro griovą, tačiau kita vertus tai ne tik sustabdo akumuliaciją šlaitu aukštyn, bet ir dėl padidėjusio sukuringumo skydo frontinėje dalyje gali padidinti defliaciją ir šioje dalyje. Šiuo atveju tolesnė akumuliacija griovoje įmanoma tik beveik visiškai užpusčius pirmąjį (arčiausiai jūros esantį) skydą.

Nagrinėjant, kaip kito šakomis apdengtos griovos profilis reikėtų pastebėti, kad esant pakankamai gausioms smėlio atsargoms, akumuliaciniai procesai čia prasidėjo iš karto, griovą apdengus šakomis. Jau pirmą savaitę, vyraujant vakarų krypties vėjams, frontinėje griovos dalyje (apie 4 m atkarpoje) susikaupė 30 cm smėlio

sluoksnis, 1999 m. birželio mėn. visos iki kopagūbrio viršūnės esančios šakos buvo užpustytos, o 2000 m. rugpjūčio mėn. šakos matėsi tik užkopėje. Šakos visame profilyje buvo užpustytos per 2 metus. Pastebėtina, kad palaipsniui užpustant šakas šlaitu aukštyn, praslinkus metams griovos frontinėje dalyje vėl buvo užfiksuoti defliaciniai procesai ir jei užsipildžiusi smėliu griova nebūtų toliau tvirtinama, ar neapaugtų žoline augalija, galėtų prasidėti atvirkštinis procesas, t.y. palaipsnis smėlio išpustymas kartu su sunykusiais šakų likučiais griova aukštyn. Tačiau tiriamoje griovoje užpusčius rudens – žiemos laikotarpiu šakas smėliu, toliau sekusio pavasario – vasaros laikotarpiu čia sėkmingai išvirtino jūrinės smiltlendrės (*Elymus Maritima*). Dėl šios priežasties akumulaciniai procesai čia nesustojo ir užpusčius šakas. Taip per 1998 – 1999 metus griovoje buvo sukaupta 4,5 m<sup>3</sup>/m smėlio, 1999 – 2000 – 7,5 m<sup>3</sup>/m. Po 2 metų nuo šakų dengimo pradžios akumuliacijos tempai sulėtėjo – 2000 – 2001 metais griovoje susikauptė 3,0 m<sup>3</sup>/m, o 2001 – 2001 – 3,8 m<sup>3</sup>/m. Po 4 metų, pilnai užsipildžius griovai akumulaciniai procesai praktiškai sustojo (2002 – 2004 m. – 1,0 m<sup>3</sup>/m). Paskutinio etapo metu kiek didesnė akumuliacija buvo užfiksuota tik užkopėje ir kopagūbrio papėdėje naujai susiformavusiuose fitoakumulaciniuose kupstuose. Tuo tarpu pačioje buvusioje griovoje akumuliacijos tempai susilygino su akumuliacijos tempais šalia esančio kopagūbrio vakariniame šlaite. Pažymėtina, kad per minėtą griovą iki jos uždengimo šakomis kasmet iš paplūdimio į užkopę buvo perpustoma vidutiniškai 4 – 6 m<sup>3</sup> smėlio.

Nagrinėjant, kaip kito lentiniais skydais pertvertos griovos profilis, reikia konstatuoti, kad, kaip ir anksčiau aprašytu atveju akumuliacija prasidėjo iš karto, tačiau dėl konstrukcinių ypatumų smėlis akumuliuosi pradžioje tik ties pirmu (arčiausiai jūros esančiu) skydu, tuo tarpu 2 ir ypač 3 skydai liko neužpustyti. Taigi, skydai sutrukdė nuosekliam griovos užsipildimui smėliu. 3-ią (viršutinį) skydą smėlis pasiekė tik po metų, o jį užpustė tik po 4 metų. Nesant nuosekliam užpildymui griovos profilis įgavo švelniai laiptuotą formą, nebūdingą šalia esančiam kopagūbriui. Kaip ir pirmos griovos atveju teigiamą įtaką akumulaciniams procesams čia padarė išvirtinusi žolinė augalija (*Elymus Maritima*), kuri gerokai suintensyvino griovos

užsipildymą smėliu. Taip per pirmus metus (2000 – 2001) skydai sukauptė 4,3 m<sup>3</sup>/m, antrus (2001 – 2002) – 1,3 m<sup>3</sup>/m, trečius (2002 – 2003) 2,5 m<sup>3</sup>/m, o ketvirtus (2003 – 2004), kuomet visi skydai buvo daugmaž užpustyti, o visas griovos paviršius buvo padengtas žoline augalija, buvo sukaupta net 6,9 m<sup>3</sup>/m smėlio. Taigi, žolinė augalija padidino akumuliaciją griovoje maždaug trigubai. Pastebėtina, kad užpusčius skydus smėliu ir išvirtinusi žolinei augalijai laiptuotas šlaito profilis pradėjo lygintis. Šiuo metu griova yra praktiškai užsipildžiusi smėliu, todėl tikėtina, kad ateityje akumuliacijos tempai silpnės, kol susilygins su greta esančio kopagūbrio dinamine būseną (kaip ir pirmos buvusios griovos atveju). Pažymėtina, kad eksperimento metu teigiamą įtaką turėjo tai, kad tiriamoje vietovėje yra pakankamas smėlio kiekis eolodinaminiais procesams vykti bei tai, kad užpusčius griovas išvirtino žolinė augalija ir akumuliacija šioje vietoje nenutrūko.

Apžvelgus du skirtingus griovų apsauginiame paplūdimio kopagūbryje likvidavimo būdus reikia konstatuoti, kad abejais atvejais buvo pasiektas teigiamas rezultatas. Per keletą metų griovos pilnai užsipildė smėliu ir apaugo žoline augalija. Tačiau atsižvelgiant į skirtingą dengimo specifiką galima pastebėti, kad šakomis dengtos griovos užsipildymo tempai buvo didesni beveik du kartus (tai lėmė ne tik skydų uždarymas, bet ir jų aukštis) be to griova užsipildė smėliu nuosekliai nuo apatinės iki viršutinės jos dalies griovos profilis buvo lygus be nenatūralių profilio lūžių. Skydais dengtos griovos užsipildymo tempai buvo lėtesni, užsipildymas vyko nenuosekliai, o besiformuodamas profilis įgaudavo nenatūraliai laiptuotą formą. Naudojant skydus griovų uždarymui būtina, kad skydai būtų ne aklini, o pusiau pralaidūs. Tai sumažintų vėjo sukūringumą ir palaikytų nuoseklią smėlio akumuliaciją šlaitu aukštyn. Taigi, vis tik tenka pripažinti, kad daugumoje atvejų kopagūbrio dengimas šakomis yra paprasčiausias ir geriausias būdas stabdantis defliacinius procesus kopagūbryje. Pastebėtina, kad šiam reikalui geriausiai tinka spygliuočių (pušis) šakos, tiek dėl savo tankumo, tiek ir dėl sudėtingumo poilsiautojams jas išardyti. Tačiau dengimas šakomis



taip pat neturėtų būti atsitiktinis aktas. Dengiant svarbu žinoti *kada* geriausiai dengti, *kur* geriausiai dengti ir *kaip dažnai* reikia dengti.

*Kada* geriausiai dengti? Optimaliausios sąlygos dengimo darbams yra pavasaris – vasaros pradžia, arba prasidedant kurortiniam sezonui. Tai lemia kelios priežastys: pirma, šiltuoju laikotarpiu paplūdimyje susikaupia pakankamai daug smėlio, kuris vėliau sėkmingai akumuliuojamas kopagūbryje ir prasidėjus audringajam sezonui (ruduo – žiema) jūros bangoms jau sunkiau įveikti sustiprėjusį kopagūbrį. Antra svarbi priežastis yra ta, kad vasaros metu šakomis uždengtomis kopagūbrio defliacinėmis formomis poilsiautojams sudėtingiau laisvai judėti kopagūbrio šlaitu ir tuo pačiu dar labiau padidinti nepageidaujamas defliacines formas kopagūbryje.

*Kur* geriausiai dengti? Tam tinka tik tos vietos, kur yra smėlio kopagūbris, o šalia esantis paplūdimys yra pakankamai platus (ne siauresnis nei 20 m) ir turintis pakankamas smulkiagrūdžio ir vidutingrūdžio smėlio atsargas. Nesant šių sąlygų (morenos klifas, siauri žvirgždu ir gargždu padengti paplūdimiai) šakų klojiniai savo funkcijų neatliks ir tarnaus nebent kaip užtvara nuo poilsiautojų. Šakos turėtų būti klojamos visose pažeistose kopagūbrio vietose.

*Kaip dažnai* reikia dengti? Kaip parodė atlikti tyrimai šakų dengimas yra kartotinis, o ne vienkartinis aktas. Maždaug kas 2 – 4 metus (priklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų), neįsitvirtinus augmenijai ar pilnai neužsipildžius defliacinei formai (didelės griovos) dengimą šakomis privalu kartoti, priešingu atveju čia defliaciniai procesai vėl gali atsinaujinti. Pažymėtina, kad pilnai užsipildžius defliacinei formai reikėtų ją apsodinti žoline smėliamėge augmenija.

Taigi reziumuojant aukščiau pateiktus tyrimų rezultatus reikia konstatuoti, kad vykdant griovų tvirtinimo darbus būtina laikytis šių pagrindinių principų:

1. Užtvara turi būti ne aklina, o pusiau pralaidi ir pageidautina dengtą visą defliacinės formos paviršių.

2. Dangos aukštis nuo žemės paviršiaus neturėtų viršyti 0,5 m (kad užtikrintų nuoseklų griovos užsipildymą visame profilyje).

3. Griovas dengti pavasarį – vasaros pradžioje, praslinkus audringajam laikotarpiui (ruduo – žiema).

4. Dengimas tikslingas tik kranto atkarpose turinčiose pakankamas smėlio atsargas (šakų klojiniai bei žabtvorės skirtos vėjo nešamam smėliui sukaupti, o ne krantą apsaugoti nuo jūros bangu).

5. Dengimą šakomis kartoti kas 2 – 4 metus, priklausomai nuo hidrometeorologinės situacijos.

6. Pilnai užsipildžius regeneruojamai griovai apsodinti jos paviršių žoline smėliamėgia augmenija (jei ji kopagūbrio šlaite savaime neauga).

7. Reguluoti poilsiautojų srautus tobulinant pajūrio infrastruktūrą (lentiniai takai, laiptai kopagūbryje), užsiimti poilsiautojų švietimu.

Neutralizuojant griovas reikėtų atkreipti dėmesį į vieną svarbų faktą. Eksperimento pradžioje užtvėrus griovas šakomis ar mediniais skydais ir apsunkinus praėjimą jomis, poilsiautojai pasirinko šalia esančias patogesnes vietas pasiekti jūrą. Palaipsniui šalia senų, uždengtų, griovų atsirado naujos, savo dydžiu panašios į senąsias, griovos. Taigi, sprendžiant griovų neutralizavimo problemą, tuo pat metu reikia formuoti ir poilsiautojų srauto kryptis, nukreipiant jį per tam specialiai įrengtas vietas (lentiniai takai, laiptai). Priešingu atveju griovų neutralizavimas rekreacinėse zonose praranda bet kokią prasmę.

## KLAIPĖDOS ŠAŠIAURIO VANDENS UŽTERŠTUMAS

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

*Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos 13, Vilnius,  
[joksas@geo.lt](mailto:joksas@geo.lt), [stakeniene@geo.lt](mailto:stakeniene@geo.lt), [galkus@geo.lt](mailto:galkus@geo.lt), [lina@geo.lt](mailto:lina@geo.lt)*

Klaipėdos šašiaurio, jungiančio Kuršių marias ir Baltijos jūrą vandens kokybės rodiklius sąlygoja įvairiausi gamtiniai ir antropogeniniai veiksniai. Šašiauryje vyksta nuolatinė gėlo ir druskingo vandens cirkuliacija. Nuo skirtingų vandens masių judėjimo, susidūrimo, maišymosi ypatybių šašiauryje priklauso akvatorijos vandens stovymės druskingumo, temperatūros, ištirpusio deguonies, maistinių medžiagų koncentracija bei patenkančių į vandenį teršalų dinamika.

Kartu su pramonės, buitinėmis nuotekomis įvairūs teršalai iš viso Kuršių marių baseino, sudarančio 100 458 km<sup>2</sup>, šašiauriu plukdomi į Baltijos jūrą. Klaipėdos šašiauryje išikūrusio uosto intensyvi ūkinė veikla – dar vienas veiksnys įtakojantis ne tik vandens hidrodinaminis, hidrocheminius rodiklius, bet ir pavojingų aplinkai medžiagų patekimą bei sklaidą vandens stovymėje.

Vieni labiausiai paplitusių aplinkai pavojingų medžiagų Klaipėdos šašiauryje yra naftos angliavandeniliai (AV) ir sunkieji metalai (Me). Šašiauryje dažnai fiksuojamos didžiausią leidžiamą naftos angliavandenilių ir sunkiųjų metalų kiekį vandenyje viršijančios koncentracijos (Garnaga ir kt., 2008, Jašinskaitė, Stankevičius, 2000; Jokšas ir kt., 2003; Stakėnienė 2003). Naftos angliavandenilių ir sunkiųjų metalų tyrimai nuolat reikalingi vertinant jų poveikį aplinkai ir yra įtraukti į Lietuvoje kontroliuojamų medžiagų sąrašą bei į Baltijos jūros ir tarpinių vandenų stebėsenos planus.

Tyrimų tikslas buvo atskleisti Klaipėdos šašiaurio vandens užterštumo naftos angliavandeniliais ir sunkiais metalais sezoninius pokyčius bei įvertinti bendrą akvatorijos užterštumą šiomis aplinkai pavojingomis medžiagomis.

Mėginiai tyrimams paimti vykdant Klaipėdos valstybinio jūrų uosto aplinkos monitoringą 12 šašiaurio stočių 2006, 2007 ir 2008 m. žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais. Mėginiai imti iš paviršiaus (0–10 cm) ir priedugnio (0,5–1,2 m atstumu nuo dugno) horizontų. Naftos angliavandenilių koncentracija nustatyta infraraudonųjų spindulių spektrometrijos metodu (Vandens..., 1993). Sunkieji metalai (Pb, Cu, Ni, Cr, Zn, Cd) vandenyje – atominės absorbcijos spektrometrijos metodu, naudojant grafitinę krosnį (LST EN ISO 15586-2004). Gyvsidabrio koncentracija – fluorescencines spektrometrijos metodu (LST EN 13506-2002).

Vertinant įvairių objektų užterštumą svarbiausias rodiklis – nustatytas teršiančių medžiagų kiekis gamtinės aplinkos komponentėje. Apie užterštumo pavojingumą galima spręsti lyginant nustatytus tiriamų medžiagų kiekius su didžiausiomis leistinomis koncentracijomis (DLK), pagal suminio užterštumo rodiklį arba pagal įvairių užterštumo rodiklių visumą. Užterštumo tendencijoms nustatyti itin hidrodinamiškai aktyvioje Klaipėdos šašiaurio akvatorijoje, kurioje teršalų koncentracija greitai kinta, reikalinga didelė duomenų apimtis ir jų apibendrinanti analizė. Klaipėdos šašiaurio vandens užterštumo naftos angliavandeniliais ir sunkiaisiais metalais analizė buvo atliekama remiantis LR normatyviniame dokumente nustatytais šių kontroliuojamų medžiagų DLK reikšmėmis (Nuotekų..., 2006). Šašiaurio vandens stovymės užterštumas buvo vertinamas apskaičiuojant taršos indeksą (Nemerow, 1991). Kiekvienos tiriamos medžiagos (*i*) taršos indeksas apskaičiuojamas kaip santykis tarp išmatuotos vertės (*C<sub>i</sub>*) ir DLK (*L<sub>i</sub>*). Kiekvienoje Klaipėdos šašiaurio stotyje suminis taršos indeksas *TI* buvo gaunamas pagal formulę,

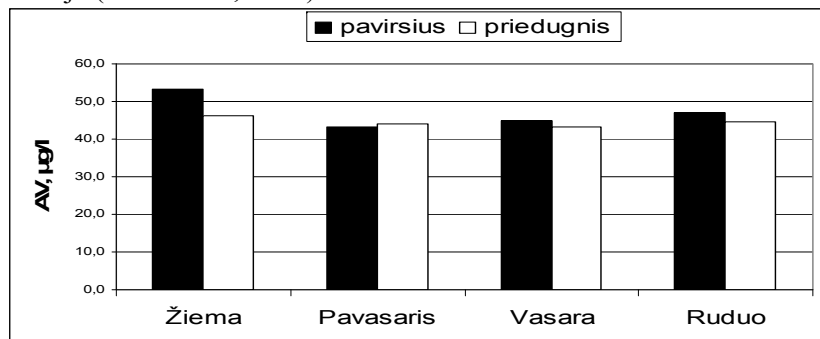
$$TI = \sqrt{\frac{\text{maks.}(C_i/L_i)^2 + \text{vid.}(C_i/L_i)^2}{2}},$$

kurioje santykio (*C<sub>i</sub>/L<sub>i</sub>*) (maks) maksimalios ir (vid.) vidurkinės reikšmės. Kai viso tyrimo laikotarpiu kurioje nors stotyje tiriamos medžiagos koncentracija daugiau kaip 50% tyrimo atvejų buvo mažesnė už metodo nustatymo riba, o nustatyta maksimali

koncentracija 2 kartus mažesnė nei DLK, taršos indeksas buvo prilyginamas 0.

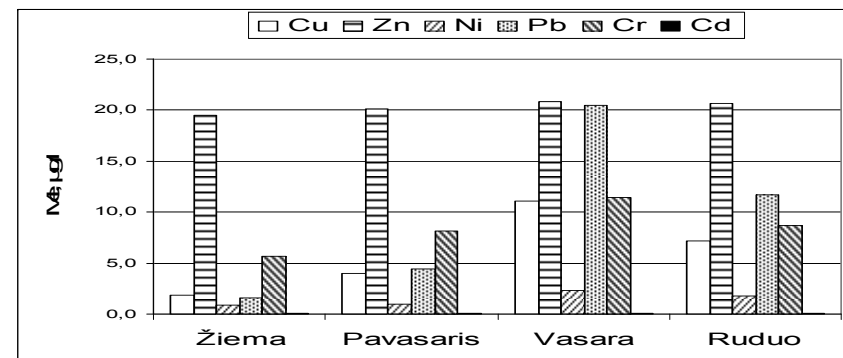
Teršiančių medžiagų tarpusavio ryšiams atskleisti apskaičiuoti koreliacijos koeficientai (k) parodė, kad panašiausia sklaida ir galimi artimiausi šaltiniai Klaipėdos vandens stovymėje yra tarp Pb ir Cu ( $k = 0,9$ ) bei tarp Pb ir Ni, Cu ir Ni ( $k > 0,8$ ). Naftos angliavandenilių ir sunkiųjų metalų koncentracijų dinamika sąsiaurio vandenyje mažai susijusi.

Naftos angliavandenilių koncentracija vandens stovymėje 2006–2008 metų laikotarpiu kito nuo mažesnių už metodo nustatymo ribą ( $35 \mu\text{g/l}$ ) iki maksimalios ( $139 \mu\text{g/l}$ ) beveik 3 kartus viršijančios DLK reikšmės. Vidurkinės metinės naftos angliavandenilių koncentracijos buvo panašios ir didžiausios leistinos koncentracijos neviršijo. Žiemą, kuomet naftos angliavandenilių degradacija itin sulėtėja ir jie kaupiasi vandenyje, Klaipėdos sąsiauryje AV koncentracija didžiausia. Paviršiniame vandens sluoksnyje vidurkinė naftos angliavandenilių koncentracija nežymiai 1,1 karto viršijo DLK (1 pav.). Kylant temperatūrai, aktyvėjant vandens cirkuliacijai naftos angliavandenilių degradacija spartėja, jų koncentracija mažėja. Angliavandenilių sudėties tyrimais parodyta, kad šiltuoju laikotarpiu biogeninės kilmės angliavandeniliai vyrauja bendroje angliavandenilių sumoje (Stakėnienė, 2003).



1 pav. Vidurkinė sezoninė naftos angliavandenilių koncentracija Klaipėdos sąsiaurio paviršiaus ir priedugnio vandens sluoksniuose 2006–2008 m.

Klaipėdos sąsiaurio Malkų įlanka ir akvatorija ties UAB „Bega“, pagal apskaičiuotus taršos indeksus (1,7 ir 1,8), labiausiai užterštos naftos angliavandeniniais. Kitose tirtose sąsiaurio akvatorijose šis taršos rodiklis mažesnis nei 1,5.

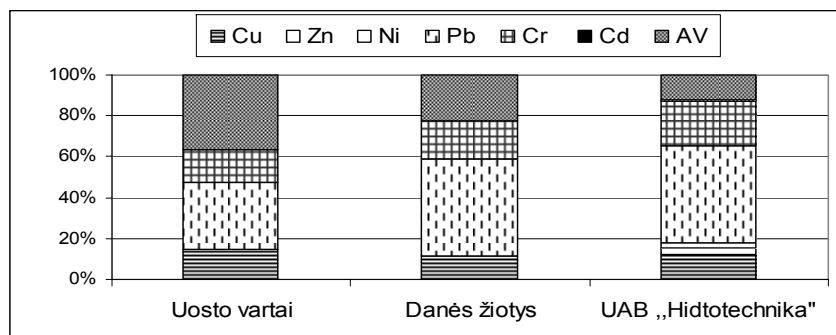


2 pav. Vidurkinė sezoninė sunkiųjų metalų (Zn, Cu, Ni, Pb, Cr, Cd) koncentracija Klaipėdos sąsiauryje 2006–2008 m. .

Didžiausia technogeninė apkrova visais metalais Klaipėdos sąsiaurio vandens stovyme tenka šiltajam sezonui (2 pav.). Vidurkinė Cu ir Cr koncentracija vasarą 1,1, o Pb net 4,1 karto viršija DLK. Rudenį tik švino koncentracija lieka 2,3 kartus didesnė nei DLK. Kitų tirtųjų metalų Zn, Ni, Cd sezoninės vidurkinės vertės gerokai mažesnės nei DLK. Nustatomos gyvsidabrio koncentracijos sąsiaurio vandens stovymėje paprastai mažesnės už metodo nustatymo ribą. Hg vertės, 10 kartų mažesnės nei jam nustatyta kokybės norma jūros pakrančių vandenyse ( $0,3 \mu\text{g/l}$ ; Vandenu..., 2002) vandenyje fiksuotos tik epizodiškai.

Vilhelmo kanalo žiotys ir rytinėje sąsiaurio dalyje esančios akvatorijos (AB „Baltijos laivų statykla“, AB „Klaipėdos Smeltė“, Žiemos uostas), prie kurių krantinių itin intensyvi uosto ūkinė ir apribota molais vandens cirkuliacija – labiausiai užteršta sunkiaisiais metalais. Čia nustatyti didžiausi taršos indeksai Pb - 4,7, Cu - 2,0 ir Cr

- 2,6. Kitų metalų (Cd, Ni ir Zn) taršos indeksai sąsiaurio akvatorijos vandenyje neviršijo 1.



**3 pav.** Sunkiųjų metalų (Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Cd) ir naftos angliavandenilių (AV) procentinis kiekis suminiame užterštumo indekse skirtingose Klaipėdos sąsiaurio akvatorijose.

Vertinant Klaipėdos sąsiaurio akvatorijos užterštumą pagal suminį užterštumo indeksą (visiems metalams ir naftos angliavandeniliams) nustatyta, kad šiaurinės uosto dalies ir Kuršių marių Vakarų protakos vanduo – švariausias, o *TI* reikšmės nesiekia 1. Centrinėje uosto dalyje vandens stovmės užterštumas išauga ir *TI* padidėja iki 2. Malkų įlankoje ir minėtose labiausiai sunkiais metalais užterštose rytinės sąsiaurio dalies akvatorijose aplinkai pavojingų medžiagų – daugiausia, o *TI* viršija 2,5. Įvairių tirtųjų medžiagų nevienodas sklaidos sąlygas vandenyje ir skirtingus taršos šaltinius atspindi apskaičiuotas atskirų teršalų procentinis kiekis bendrame suminio užterštumo indekse (*TI*) skirtingose Klaipėdos sąsiaurio akvatorijose.

### Literatūra

Garnaga G., V. Jančauskienė, L. Kondratjeva, K. Mickuvienė. (2008). Taršiosios medžiagos Baltijos jūros ir Kuršių marių vandenyje ir dugno nuosėdose. Baltijos jūra ir jos problemos. Utena, 77–93.

Jašinskaitė A., Stankevičius A. (2000). Klaipėdos uosto vandens kokybė. Klaipėdos uostas. Ekonomika ir ekologija, Vilnius, p. 90–93

Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. (2003). The Only Lithuanian Seaport and its Environment. Vilnius, 314 p.

Nemerow N. L. (1991). Stream, lake, estuary, and ocean pollution. Second edition. Environmental Engineering Series. Van Nostrand Reinhold. New York, 472 p.

LST EN ISO 15586-2004 Vandens kokybė. Mikroelementų nustatymas atominės absorbcijos spektrometrija, naudojant grafitinę krosnį.

LST EN 13506-2002. Vandens kokybe. Gyvsidabrio nustatymas atominės fluorescencines spektrometrijos metodu.

Nuotekų tvarkymo reglamentas, Valstybės žinios, 2006, Nr. 59-2103.

Stakėnienė R. (2003). Angliavandenilių sklaidos ypatybės Klaipėdos sąsiaurio vandens stovmėje. *Geografijos metraštis* 36, (2), 80–90.

Vandens ir žemės teršimo naftos produktais laboratorinio tyrimo metodiniai nurodymai. Aplinkos apsaugos departamentas. Vilnius, 1993.

Vandenų taršos prioritetinėmis pavojingomis medžiagomis mažinimo taisyklės. Valstybės žinios, 2002, Nr. 14–522.

## GIS METODŲ TAIKYMAS BALTIJOS JŪROS EKOLOGINIŲ ZONŲ KARTOGRAFAVIMUI

Viačeslav Jurkin<sup>1</sup>, Inga Dailidienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,*

<sup>2</sup>*Klaipėdos universitetas, H. Manto 84, LT-92294 Klaipėda*  
[viaceslav@corpi.ku.lt](mailto:viaceslav@corpi.ku.lt)

Šiuo metu GIS (Geografinės Informacijos Sistemos) metodai yra plačiai taikomi sausumos aplinkos elementų (pvz. landšaftų ir ekologinių zonų) kartografavimui, vaizdavimui ir modeliavimui. Geografinės informacinės technologijos jūros aplinkos tyrimuose pradėtos taikyti neseniai. Biologiniai jūrinių buveinių tyrimai Lietuvos priekrantėje prasidėjo 1993 metais. Tai buvo pagrindas sukurti ir sudaryti jūros dugno biotopų (Olenin, 1994; Olenin, Labanuskas, 1994; Olenin ir kt., 1996) ir jūros ekologinių zonų (Olenin, 1997) klasifikacijos schemas. Biotopų kartografavimo darbai yra vykdomi priekrantės dalyje (iki 20 m gylio). Šio darbo tikslas yra GIS įrankių pritaikymas ekologiniam zonavimui Baltijos jūros Lietuvos akvatorijoje. Šiame darbe kaip indikatoriai yra naudojami Lietuvos Aplinkos ministerijos jūrinių tyrimo centro (JTC) Baltijos jūros druskingumo ir temperatūros 1998-2006 m. duomenys.

Journel ir Huijbregts (1978) teigia, kad interpoliacijos rezultatai skaitomi patikimi, jeigu interpoliavimas vyksta ne mažiau kaip iš 50 tolygiai išsibarsčiusių taškų. Kadangi darbe naudojami netolygiai išsibarsčiusių 14 Baltijos jūros monitoringo stočių duomenys, taikyti klasikinius interpoliacijos metodus nebuvo galimybės. Kartografuojant ekologines zonas naudotas vienas iš GIS metodų – įrankių rinkinys *Arctoolbox*, nes jo naudojimas kartu su statistine regresine analize leidžia pakeisti klasikinį interpoliacijos metodą. Darbe nustatomos metinės termoklino ir haloklino ribos ir kuriamas šių ribų paviršinis modelis. Šie modeliai yra lyginami su gylių modeliais ir gaunami skirtumo modeliai, iš kurių galima išskirti termoklino bei haloklino ir jūros dugno sąlyčio plotus. Kiekviena

rastrinio gylių modelio ląstelė yra paskaičiuojama pagal jai atitinkančią nustatytą regresijos lygtį. To pasėkoje yra gaunami rastriniai temperatūros ir druskingumo pasiskirstymo dugne modeliai. Perklasifikavus gautus rastrinius modelius pagal ekologinių zonų charakteristikas (Olenin, 1997), yra gaunami potencialūs ekologinių zonų plotai.

Pagal 1998-2006 m. laikotarpio duomenis buvo nustatyta, kad vidutiniškai termoklino riba svyravo Lietuvos jūrinėje dalyje nuo 19 iki 31 metrų izobatos. Per visą nagrinėjamą laikotarpį haloklino riba dažniausiai susiformuoja nuo 58 iki 85 m gylio. Literatūros šaltiniuose haloklino ir vasaros termoklino ribos yra nurodomos atitinkamai 64-90 m (Matthaus, 1990) ir 20-30 m (Kalejs, Tamsau, 1984).

Nustatyta, jog iki 58 m gylio (iki haloklino ribos) temperatūros ir druskingumo duomenys pasižymi aukštu patikimumu, o nuo 58 m gylio žemu patikimumu. Nustačius temperatūros, druskingumo ir gylių tiesines priklausomybes, buvo sudarytos ekologinės zonos.

Paskaičiuoti ekologinių zonų vidutiniai plotai: Sublitoralės – 234 km<sup>2</sup>, Elitoralės viršutinės – 1168 km<sup>2</sup>, Elitoralės apatinės – 3261 km<sup>2</sup>, Pseudoabisalės viršutinės – 71 km<sup>2</sup>, Pseudoabisalės apatinės – 54 km<sup>2</sup>. Didžiausias jūros dugno ir šuoliško temperatūros pasikeitimo (termoklino) sąlyčio zonos plotas, buvo nustatytas 2002 metais ir siekė 1287 km<sup>2</sup>, atitinkamai jūros dugno ir šuoliško druskingumo padidėjimo (haloklino) sąlyčio zonos plotas buvo nustatytas 2001 metais ir siekė 2595 km<sup>2</sup>. Panašūs plotai buvo nustatyti nuo 2003 iki 2006 metų.

### Literatūra

Journel A., Huijbregts C., 1978. *Mining Geostatistics*. New York: Academic Press.

Kalejs M., Tamsau R., 1984. The salinity regime of the Baltic sea. The temperature regime of the Baltic sea. In: *Essays of the Baltic sea biological productivity (Ocherki po biologichskoj produktivnosti Baltijskogo moria, T.1. Moscow*.

Matthaus W., 1990. *Mixing* across the primary Baltic halocline. *Beitr. Meereskd.*, 61: 21-31.

Olenin S., 1994. Lithuanian stony Bottom Localities: a Link in a Chain of the Baltic Sea Marine Protected Areas. In: N.L.Shackell & J.H.M. Willison (Ed-s). *Proc. Symp. On Marine Protected Areas and Sustainable Fisheries*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada. May 16-20, 1994. 145-148.

Olenin S., 1997. Benthic zonation of the Eastern Gotland Basin. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, Vol. 30, No.4: 265-282

Oleninas S., V. Labanauskas, 1994. Lietuvos priekrantės povandeninių biotopų bei nerštaviečių kartografavimas. *Žuvininkystė Lietuvoje. Mokslinių gamybinių konferencijų medžiaga*, 1. Vilnius – Klaipėda: Lietuvos hidrobiologų draugija, 70-76.

Oleninas S., Daunys D., Labanauskas V., 1996. Lietuvos priekrantės dugno biotopų klasifikacijos principai. *Geografijos metraštis*, 29, 218-231

## EPIFITONO STRUKTŪRA IR PRODUKTYVUMAS KURŠIŲ MARIŲ MAKROFITŲ SAŽALYNUOSE – TYRIMŲ AKTUALIJOS IR PERSPEKTYVOS TEMPERATINĖSE PRIEKRANTĖS LAGŪNOSE

Jūratė Karosienė<sup>1</sup>, Rita Šulijienė<sup>1</sup>, Ričardas Paškauskas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406, Vilnius;*  
[jurate.karosiene@botanika.lt](mailto:jurate.karosiene@botanika.lt)

<sup>2</sup>*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto 84, LT-9224, Klaipėda*

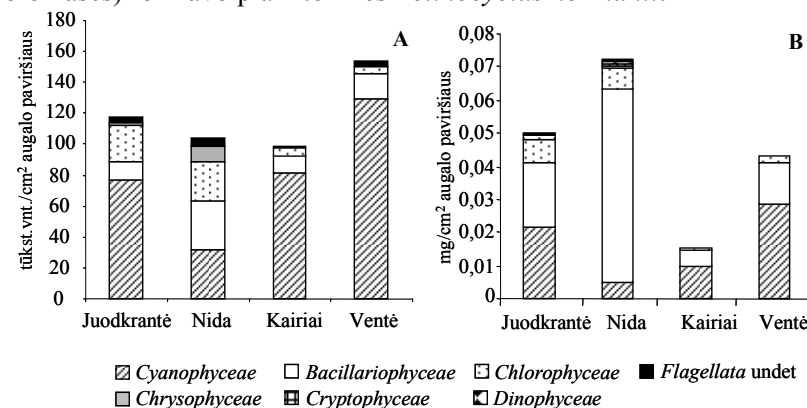
Estuarinių lagūnų priekrantė yra specifinė ekologinė zona, dėl tarpinės savo padėties tarp sausumos ir vandens ekosistemų pasižyminti savita abiotinių veiksnių aplinka, palankia gausiam hidrobiontų vystimuisi. Šioje zonoje pirmiausia yra akumuliuojamos iš sausumos ir intakais patenkančios, eutrofizaciją bei taršą skatinančios medžiagos. Išskirtinis vaidmuo biogeocheminiuose virsmuose tenka pirminiams litoralės producentams, kaip natūraliems biofiltrams, akumuliuojantiems ir skaidantiems teršalus bei biogenines medžiagas. Be makrofitų svarbūs yra ir bentoso dumbliai. Greita reprodukcija ir trumpa generacija pasižymintis fitobentosas žymiai sparčiau, lyginant su makrofitais, įsijungia į vandens natūralios savivalos procesus. Į įvairius aplinkos sąlygų pakitimus reagoja rūšių įvairovės ir funkcinių charakteristikų pokyčiais (Duarte, 1995). Fitobentosas temperatinės juostos lagūnose, tame tarpe ir Baltijos jūros (Pankow, Wasmund, 1994; Leskinen, 1999; Sundbäck, McGlathery, 2005; Tyler *et al.*, 2003), yra žymiai mažiau tyrinėtas, lyginant su tropikų lagūnomis, kur išsamūs tyrimai atliekami, siekiant įvertinti fitobentosos, kaip vandens kokybės indikatorių ir organinės medžiagos producentų, vaidmenį (Lin *et al.*, 2005; Clavier *et al.*, 2005; Fernandes, Esteves, 2003; ir kt.).

Pirminių producentų tyrimai Kuršių marių priekrantės zonoje ypač aktualūs, kadangi litoralė užima apie 10–12 % bendro vandens telkinio ploto (Gasiūnaitė *et al.*, 2008). Kuršių marių eutrofikacija,

pakrančių užžėlimas makrofitais, bei numatyta plėtoti rekreacinę veiklą įrengiant maudyklas (Kuršių marių..., 2006), dar labiau didina litoralės pirminių producentų tyrimų aktualumą. Nemažai duomenų literatūroje yra pateikta apie Kuršių marių makrofitus (Minkevičius, Pipinis, 1959; Sinkevičienė, 2004; Žaromskis, 2002; Plokštienė, 2002), tuo tarpu fitobentos tyrimų duomenų skelbtų spaudoje nėra. Labiausiai marių pakrantėse paplitę helofitai *Phragmites australis* bei potameidai *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*. Helofitų formuojamos bendrijos daugiau vyrauja rytinėje marių pakrantėje, tuo tarpu vakarinėje – dažnesnės *Potamogeton* genties rūšys (Žaromskis, 2002). Epifitono tyrimai Lietuvos ežeruose atskleidė, kad pakrantėse paplitusius makrofitus gausiai kolonizuoja dumbliai, o labiausiai apauga paprastosios nendrės stiebai (Karosienė, 2008). Kaip parodė mūsų tyrimų rezultatai, nendrės formuojami sąžalynai tankiausi (projekcinis padengimas 90–98 %) buvo rytinėje pakrantėje bei ties Nidos gyvenvietė. Be bendrijų edifikatorės dažniau buvo sutinkami *Potamogeton lucens* ir siūliniai žaliadumbliai *Cladophora glomerata*, kurie ypač gausiai vystėsi rytinėje marių pakrantėje. Pastarųjų bei kitų siūlinių dumblių gausus vystimasis būdingas esant didelei biogeninių medžiagų prietakai (McGlathery *et al.*, 2007).

Epifitono dumblių struktūros tyrimai išryškino dumblių rūšių įvairovės, gausumo ir biomasės skirtumus atskirose Kuršių marių tyrimų zonose. Gėlo vandens įtakos zonoje, ties Ventės gyvenvietė, epifitono dumblių bendrijos išsiskyrė didžiausiu gausumu (153,99 tūkst.vnt./cm<sup>2</sup> nendrės stiebo). Tuo tarpu didžiausia biomasė (0,07 mg/cm<sup>2</sup> nendrės stiebo) nustatyta tranzitinio gėlo ir jūrinio vandens sąmaišos zonoje ties Nida (1 pav.) Fitoepifitone vyraavo melsvabakterės ir titnagdumbliai. Produktiviausios melsvabakterės buvo rytinėje priekrantėje ties Vente ir Kairiais (84 % gausumo, 66 % biomasės). Intensyviai vystėsi siūlinės, bentosui būdingos, *Heteroleibleinia*, *Leptolyngbya* genčių rūšys. Taip pat gausios buvo planktoninės melsvabakterės *Aphanizomenon flos-aquae*, kurių sankaupas litoralėje lėmė vyravę pietvakarių vėjai. Vakarinėje Kuršių marių pakrantėje ties Nida ir Juodkrante padidėjo titnagdumblių (iki 31 % gausumo, 81 % biomasės) ir žaliadumblių reikšmė (iki 24 %

gausumo, 14 % biomasės). Epifitone vyraavo judrios bentosinės *Navicula* genčių rūšys bei išskirtinai didelę biomasę (iki 27 % bendros biomasės) formavo planktoninės *Actinocyclus normanii*.



1 pav. Atskirų dumblių klasių rūšių gausumas (A) ir biomasė (B) skirtingų Kuršių marių zonų *Phragmites australis* epifitone, 2008 m. liepa

Svarbus fitobentos vaidmuo tenka azoto transformacijos procesuose (McGlathery *et al.*, 2007). Atsižvelgiant tai, kad melsvabakterių vykdoma azoto fiksacija įtakoja Kuršių marių eutrofikacijos procesus (Kuršių marių..., 2006), buvo analizuota azotą fiksuojančių dumblių rūšių svarba epifitone. Atmosferinį azotą fiksuojančių dumblių gausumas epifitone siekė 11,5 tūkst. vnt./cm<sup>2</sup>, o biomasė 0,008 mg/cm<sup>2</sup> nendrės stiebo. Svarbiausi azotą asimiliuojantys organizmai buvo planktoninės melsvabakterės *Aphanizomenon flos-aquae*, *Synechococcus* sp., taip pat bentosinės *Calothrix* genties melsvabakterės ir *Epithemia* genties titnagdumbliai, kurių azoto fiksacijos gebėjimus lemia simbiotiniai santykiai su kitais mikroorganizmais (DeYoe *et al.*, 1992).

Vertinant epifitono reikšmę produkcinuose procesuose, nustatyta, kad epifitono dumblių įnašas į bendrą organinių medžiagų balansą tyrimų metu nebuvo didelis. Bendrosios produkcijos ir organinių medžiagų destrukcijos santykis (A<sub>p</sub>/R) artimas 1 buvo

nustatytas tik vakarinės Kuršių marių priekrantės stočių epifitone (1 lentelė). Tyrimų stotyje ties Nidos gyvenvietėje dumblių fotosintezės procesų intensyvumas beveik 8,6 karto viršijo organinės medžiagos destrukciją. Epifitono dumblių produkciniai procesai ties Juodkrante, lyginant su Nida, vyko 3 kartus silpniau. Šioje stotyje destrukciniai procesai tik nežymiai, iki 1,3 karto, viršijo produkcinį procesą. Rytinės priekrantės epifitone ties Kairiais ir Vente produkcinis-destrukcinis procesų intensyvumas buvo ypač silpnas.

1 lentelė. Epifitono dumblių fotosintezės aktyvumas ( $A_b$ ) ir organinių medžiagų destrukcija (R) per 4 val. skirtingose Kuršių marių zonose, 2008 m. liepa

Tyrimų stotis	$A_b$ , mg $O_2/cm^2$	R, mg $O_2/cm^2$	$A_b/R$
Juodkrantė	0,008	0,0106	0,8
Nida	0,024	0,0028	0,9
Kairiai	0,0	0,0	0,0
Ventė	0,0	0,0	0,0

Nežiūrint nustatytos mažos epifitono dumblių produkcijos Kuršių mariose, literatūroje nurodoma, kad vidutinio klimato juostos lagūnose fitobentosos susintetintos organinės medžiagos kiekis gali siekti 20–35 %, kai kuriose estuarijose ir iki 60 % bendros ekosistemos produkcijos (Underwood, Kromkamp, 1999). Tačiau bioprodukcinis procesų intensyvumas priklauso nuo dominuojančios dumblių ekologinės būklės (Pankow, Wasmund, 1994). Todėl, vertinant bendrai fitobentosos kaip pirminio producento svarbą litoralės zonoje, reikėtų atlikti ir kitų bentosinių dumblių ekologinių grupių (epipelono, epipsamono, epizoono ir kt.) tyrimus, įvertinant jų erdvinio ir sezoninio pasiskirstymo ypatumus bei jų vystymąsi įtakojančius veiksnius.

**Padėka:** Tyrimai iš dalies buvo remiami Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondo.

## Literatūra

- Clavier J., Boucher G., Chauvaud L., Flichez R., Chifflet S. 2005: Benthic response to ammonium pulses in a tropical lagoon: implications for coastal environmental processes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 316: 231-241.
- DeYoe H. R., Lowe R. L., Marks J. C. 1992: The effect of nitrogen and phosphorus on the endosymbiont load of *Rhopalodia gibba* and *Epithemia turgida* (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology*, 28: 773-777.
- Duarte C. M. 1995: Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia*, 41: 87-112.
- Fernandes V. O., Esteves F. A. 2003: The use of indices for evaluating the periphytic community in two kinds of substrate in Imboassica Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2): 223-232.
- Gasiūnaitė Z., Daunys D., Olenin S., Razinkovas A. 2008: The Curonian Lagoon. In: Schiewer U. (ed.), *Ecology of Baltic Coastal waters*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 197-215.
- Karosienė J. 2008: Epifitono dumblių bendrijos, jų sezoniniai ir erdviniai formavimosi ypatumai įvairaus trofiškumo ežeruose. Daktaro disertacija. Vilnius.
- Kuršių marių vandens kokybės gerinimo programa. 2006: LR Vyriausybė, 2006 m. birželio 21 d. nutarimas Nr. 614: 1-21.
- Leskinen E. 1999: Ecology of attached microalgal communities on the SW coast of Finland, the Baltic Sea. Walter and André de Nottbeck Foundation Scientific Reports No. 8. Helsinki.
- Lin H. J., Wang T. C., Su H. M., Hung J. J. 2005: Relative importance of phytoplankton and periphyton on oyster-culture pens in a eutrophic tropical lagoon. *Aquaculture*, 243(1-4): 279-290.
- 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.
- Minkevičius A., Pipinis J. 1959: Kuršių marių floros ir augalijos apžvalga. *Kuršių marios*, Vilnius: 109-135.



Pankow H., Wasmund N. 1994: Produktionsbiologie und Soziologie des makro- und Mikrophytobenthos der Darß-Zingster Boddenkette. Rostock Meeresbiol Beitr, 2: 61-68.

Plokštienė D. 2002: Kuršių marių augalijos vystymasis ir kaita. Jūra ir aplinka, 2(7): 33-41.

Sinkevičienė Z. 2004: *Charophyta* of the Curonian lagoon. Botanica Lithuanica, 10 (1): 33-57.

Sundbäck K., McGlathery K. J. 2005: Interaction between benthic macro- and microalgae in the marine environment. In: Kristensen E. J., Kostka E., Haese R. H. (eds), Interactions between macro- and microorganisms in marine sediments. American Geophysical Union, Washington, DC.

Tyler A. C., McGlathery K. J., Anderson I.C. 2003: Benthic algae control sediment-water column fluxes of nitrogen in a temperate lagoon. Limnology and Oceanography, 48: 2125-2137.

Underwood G. J. C., Kromkarnp J. 1999: Primary production by phytoplankton and microphytobenthos in estuaries. Adv. Ecol. Res., 29: 93-153.

Žaromskis R. 2002: Kuršių marių priekrantės makrofitai ir jų augaviečių litodinaminės sąlygos. Geografija, 38(2): 35-41.

## POTENCIALIAI TOKSINIŲ FITOPLANKTONO RŪŠIŲ ERDVINIS PASISKIRSTYMAS ŠIAURINĖJE KURŠIŲ MARIŲ DALYJE 2004-2005 m.

Kasperovičienė Jūratė<sup>1</sup>, Vaičiūtė Diana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406 Vilnius,  
[jurate.kasperovicene@gmail.com](mailto:jurate.kasperovicene@gmail.com)

<sup>2</sup>KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H.  
Manto 48, LT-92294, [diana.vaiciute@gmail.com](mailto:diana.vaiciute@gmail.com)

Spartūs vandens telkinių teršimo ir eutrofikacijos tempai pastaraisiais metais lemia biotos kaitą. Vandens ekosistemose sumažėja pirminių organinės medžiagos producentų – fitoplanktono – rūšių įvairovė. Intensyviai pradeda vystytis tik kelių rūšių dumbliai, sukeldami vandens “žydėjimą”. Vienas iš labiausiai nepageidaujamų hidroekosistemų kaitos padarinių – toksinus gebančių sintetinti rūšių vystymasis. Dėl to į aplinką gali būti išskiriami ir kaupiasi toksinai (hepatotoksinai, neurotoksinai, dermatotoksinai ir kt.), pavojingi vandens ir sausumos organizmams. Pasaulyje plačiai žinomi dumblių „žydėjimai“, sukėlę žuvų ir kitų gyvūnų žūtį, bei realų pavojų žmogaus sveikatai ir gyvybei (CARMICHAEL ir kt., 2001).

Kuršių marių fitoplanktonas, jo rūšių sudėtis, populiacijų paplitimo dėsningumai, produktyvumas yra išsamiai ištirti (SCHMIDT-RIES, 1940; УСЕЛИТЕ, 1959; JANKAVIČIŪTĖ, 1990; OLENINA, 1997, 1998; PILKAITYTĖ, 2007). Tačiau beveik nepalieti dabartiniu laikotarpiu ypač aktualūs toksinių fitoplanktono rūšių vystymosi, jų išskiriamų į aplinką toksinų bei šių junginių poveikio kitiems vandens ir sausumos organizmams tyrimai.

Šio darbo tikslas buvo ištirti potencialiai toksinių dumblių struktūrą, jos pokyčius Lietuvos dalies Kuršių marių akvatorijos fitoplanktone bei identifikuoti “žydėjimą” sukeliančias ir toksinus sintetinančias melsvabakterių rūšis. Tyrimai vykdyti 2004–2005 m. vasaros intensyvios vegetacijos laikotarpiu (liepos pabaiga-rugpjūčio mėn.).

Iš visų (223 rūšys) Kuršių mariose tyrimo laikotarpiu aptiktų fitoplanktono rūšių – 26 yra žinomos kaip potencialiai toksinės. Jos priskiriamos 3 klasėms, 14 genčių. Didžiausia rūšių įvairovė, 23 rūšys (88 %), išsiskyrė toksinės melsvabakterės, po 1 rūšį priklauso žaliadumblų ir šarvadumblų klasėms (1 lentelė). Gautus rezultatus, palyginus su ankstesnių Kuršių marių fitoplanktono tyrėjų duomenimis (SCHMIDT-RIES, 1940; УСЕЛИТЕ, 1959; JANKAVIČIŪTĖ, 1990; OLENINA, 1997, 1998; PILKAITYTĖ, 2007), ilgalaikių toksinus gebančių sintetinti fitoplanktono rūšių pokyčių nenustatyta. Stebima tik toksinus sintetinančių rūšių, kaip ir bendro fitoplanktono, produktyvumo augimo tendencija, atskirų rūšių produktyvumo rodiklių skirtumai, jų santykinis gausumas ir biomasė.

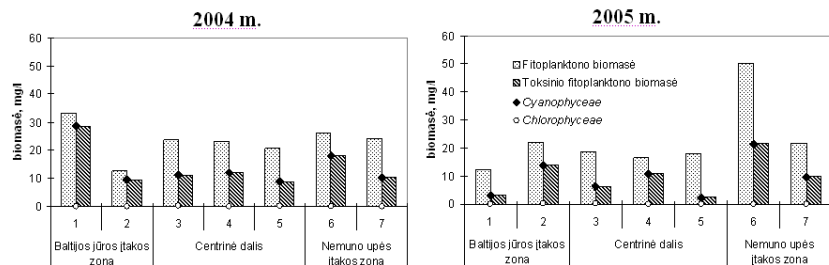
2004–2005 m. toksinio fitoplanktono biomasė kito plačiose ribose – nuo 2,31 iki 31,33 mg/l (1 pav.). Nors 2005 m. vandens temperatūra buvo beveik 2 °C didesnė nei 2004 m., tačiau užsitęsęs pavasaris lėtino toksinių rūšių vystimąsi. 2005 m. jų biomasė buvo mažesnė ir sudarė nuo 8 iki 66 % bendros fitoplanktono biomasės. Maksimalūs toksinio fitoplanktono biomasės kiekiai 2004-2005 m. buvo nustatyti Baltijos jūros ir Nemuno upės įtakos zonose. Išryškėjęs vasaros fitoplanktono produktyvumo heterogeniškumas bei pasiskirstymas pagal vyraujančių rūšių kompleksus, yra analogiškas I. Oleninos (1997) išskirtoms trimis zonoms.

Visoje marių akvatorijoje vyraavo *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *M. viridis*, *M. wesenbergii*, *Woronichinia compacta* melsvabakterės, kurios sukeldavo vandens „žydėjimą“ Kuršių mariose vasarą bei ankstyvą rudenį ir ankstesnių tyrimų laikotarpiais (JANKAVIČIŪTĖ, 1990; OLENINA 1998; PILKAITYTĖ, 2007). *A. flos-aquae* biomasės pasiskirstymas marių akvatorijoje parodė mozaikišką marių vandens „žydėjimą“. Ji buvo aptikta visose tyrimų stotyse, bet dominavo Baltijos jūros bei Nemuno upės įtakos zonose. Kitų melsvabakterių rūšys tyrimų akvatorijoje pasiskirstė tolygiai ir jų biomasė santykinai buvo nedidelė, išskyrus *Microcystis ir Woronichinia*. Pastarųjų biomasė planktone sudarė iki 40 %.

1 lentelė. Vyraujančios Kuršių mariose toksinės fitoplanktono rūšys, 2004-2005 m. liepos-rugpjūčio mėn.

TAKSONAI	Baltijos jūros įtakos zona				Centrinė dalis					Nemuno upės įtakos zona				
	1 stotis, Uostas		2 stotis, Kiaulės nugara		3 stotis, Juodkrantė		4 stotis, Naglių ragas		5 stotis, Pervalka	6 stotis, 35 buja		7 stotis, Nida		
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<b>Cyanophyta</b>														
<i>Anabaena</i> sp.	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngbye) Brébisson	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (Lyngbye) Brébisson	••	+	••	•	-	••	-	••	-	+	••	••	+	•
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli	-	o	+	••	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Limnithrix redekei</i> Van Goor	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Lemmermann	••	o	-	-	•	+	••	-	••	+	••	+	••	+
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	-	-	-	••	-	-	-	•	-	+	-	+	-	+
<i>Microcystis novacekii</i> (Komárek) Compere	-	-	-	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis viridis</i> (A. Brown) Lemmermann	o	o	-	-	•	-	o	o	•	o	o	+	o	••
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	+	o	•	o	••	•	••	o	o	o	•	•	••	••
<i>Nodularia spumigena</i> Mertens	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+
<i>Planktothrix agardhii</i> Gomont	+	•	o	+	+	o	+	o	-	+	-	+	+	+
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Woronichinia compacta</i> (Lemmermann) Komárek & Hindák	•	•	••	•	••	•	•	o	••	+	•	+	•	+
<b>Chlorophyta</b>														
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

- - nerasta; + - negausios (< 2 % bendros fitoplanktono biomasės); o - vidutiniškai gausios (2-5 %); • - gausios (5-10 %); •• - labai gausios (> 10 %).



**1 pav.** Suminė fitoplanktono, toksinių dumblių, melsvabakterių ir žaliadumblių rūšių biomasė Kuršių mariose 2004-2005 m. liepos-rugpjūčio mėn.

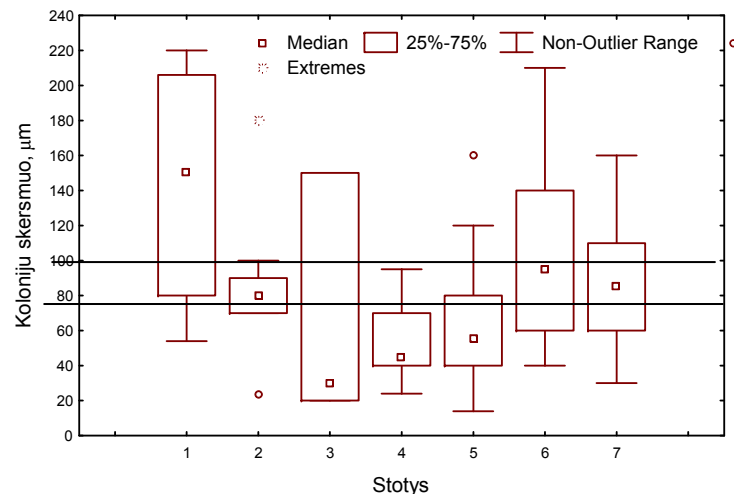
Dauguma aptiktų toksinio fitoplanktono rūšių yra gėliems-druskėtiems vandenims būdingos rūšys. Pastaraisiais dešimtmečiais pagilinus sąsiauryje išsikūrusį Klaipėdos uostą, padidėjo Baltijos jūros vandens pralaidumas į marias, o druskingumas prie Nidos pasiekė 4 ‰. Druskingumo įtaka atsispindi ir toksinių fitoplanktono rūšių sudėtyje. Šiaurinėje Kuršių marių dalyje aptikta *Nodularia spumigena*, būdinga Baltijos jūros vasaros fitoplanktonui rūšis (OLENINA, 1997). I. Oleninos (1997) duomenimis, ši rūšis nuo Klaipėdos sąsiaurio į marias buvo nutolusi iki 20-22 km. Tuo tarpu 2004-2005 m. tyrimai parodė kad *Nodularia* plinta iki pat Nidos gyvenvietės ir sudaro 1-2 % visos fitoplanktono biomasės.

Diagnozuoti toksinį vandens „žydėjimą“ nėra lengvas uždavinys, kadangi dumblių „žydėjimas“ gali būti nepavojingas net ir tuo atveju, kai vandenyje dominuoja rūšys, žinomos kaip toksinių junginių producentai. Nustatyta, kad toksinus sintetina tik kai kurie tos pačios rūšies kamienai. J. KOMÁREK (2002) pabrėžė, kad melsvabakterių rūšių ir jų kamienų identifikavimas yra labai svarbus ekologiniu ir toksikologiniu požiūriu. Jis nurodo, kad vien tik *Microcystis aeruginosa* rūšies yra identifikuota virš 40 kamienų, sintetinančių iki 11 skirtingų mikrocistinų junginių.

Lietuvos vandens telkiniuose jau pradėtas melsvabakterių išskiriamų cianotoksinų identifikavimas, nustatomos jų

koncentracijos, taikant imunofermentinius (ELISA) ir skystinės chromatografijos metodus (KASPEROVICIENE ir kt., 2005; PALDAVIČIENĖ, 2008). Melsvabakterių cianotoksinų, sudėtingos sandaros biocheminių junginių, analitiniai identifikavimo metodai labai brangūs, o vien fitoplanktono struktūros tyrimų nepakanka įvertinti vandens toksiškumo laipsnį. Todėl buvo atliktas marių vandens toksiškumo įvertinimas pagal tyrimų metu vyravusių *Microcystis* melsvabakterių kolonijų dydžius. KURMAYER ir kt. (2002) atlikti tyrimai su *Microcystis* parodė, kad melsvabakterių toksinų sintezė tiesiogiai koreliuoja su rūšies morfologinių struktūrų ypatumais – didesnė nei 100 µm skersmens kolonijose aptinkama daugiau ląstelių, turinčių *mcy* specifinį geną, atsakingą už toksinių medžiagų sintezę. 2005 m. Kuršių marių stotyse (1-2 stotys), esančiose Baltijos jūros įtakos zonoje, *Microcystis* melsvabakterių kolonijų skersmuo viršijo 100 µm (2 pav.). Taigi, galima daryti prielaidą, kad šioje akvatorijoje *Microcystis* melsvabakterių toksiškumas galėjo būti didesnis, nei centrinėje (3-5 stotys) bei Nemuno upės įtakos (6-7 stotis) zonose, kur vyravusių melsvabakterių kolonijos buvo mažesnės nei 100 µm.

Ekologiniu bei toksikologiniu požiūriu svarbūs ne tik Kuršių marių fitoplanktono rūšių, jų sintetinamų toksinų identifikavimo klausimai, bet ir toksinų poveikio organizmams įvertinimas, nustatant ne tik šio poveikio pasekmes, bet ir toksinių dumblių atsiradimo priežastis bei jų pašalinimo ar sumažinimo būdus.



**2 pav.** *Microcystis* melsvabakterių kolonijų dydžio pokyčiai Kuršių marių fitoplanktone 2005 m. liepos-rugpjūčio mėn.

#### Literatūra:

- CARMICHAEL W.W., AZEVEDO M.F.O., AN J.S., MOLICA R.J.R., JOCHIMSEN E.M., LAU S., RINEHART K.L., SHAW G.R., EAGELSHAM G.K. 2001. Human Fatalities from Cyanobacteria: Chemical and Biological Evidence for Cyanotoxins. – Environmental Health Perspectives, 109 (7): 663-668.
- JANKAVIČIŪTĖ. G. 1990. Phytoplankton species composition in the Curonian Lagoon. – Ekologija, 1: 5-21.
- KASPEROVIČIENĖ J., KOREIVIENĖ J., PAŠKAUSKAS R., 2005. Cyanoprocarvates and microcystins dynamics in shallow hypertrophic Lake (south-eastern Lithuania), Oceanological and Hydrobiological Studies, 34(3): 93-104.
- KURMAYER R., CHRISTIANSEN G., CHORUS I., 2002. The Abundance or Microcystin-Producing Genotypes Correlates Positively with Colony Size in *Microcystis* sp. and Determines Its Microcystin Net Production in Lake Wannsee. – Applied and Environmental Microbiology, 69(2): 787-795.

- KOMÁREK J. 2002. Problems in cyanobacterial taxonomy: implication for most common toxin producing species. – Proceedings of workshop Freshwater harmful algal blooms: health risk and control management. Rome: 6-44.
- OLENINA I., 1997. Kuršių marių ir Baltijos jūros pietrytinės dalies priekrantės fitoplanktono ir jo vystymosi ypatumai. Daktaro disertacija. Botanikos institutas.
- OLENINA I. 1998. Long-term changes in the Kuršių Marios lagoon: Eutrophication and phytoplankton response. – Ekologija, 1: 56-65.
- PALDAVIČIENĖ A. 2008. Melsvabakterių keliamą grėsmę Kuršių marių ekosistemai. – Jūros ir krantų tyrimai –2008. Konferencijos medžiaga: 98-100.
- PILKAITYTĖ R., 2007. Spring-summer transition in the Curonian lagoon (SE Baltic Sea) phytoplankton community. – Transition Water Bulletin, 1: 39-47.
- SCHMIDT-RIES H., 1940. Untersuchung zur Kenntnis des Pelagials eines Strand gewassers (Kurisches Haff). – Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, 37(2), 1-330.
- УСЕЛИТЕ С.И., 1959. Фитопланктон залива Куршю марес и его сезонная динамика. – Куршю марес. Вильнюс: 139-163.

## NAFTOS SUBLETALAUŠ POVEIKIO ŽUVIMS ANKSTYVOJE ONTOGENEZĖJE YPATUMAI

Nijolė Kazlauskienė

Vilniaus universiteto Ekologijos institutas, Akademijos 2, LT-08412  
Vilnius, [kazlauskiene.nijole@gmail.com](mailto:kazlauskiene.nijole@gmail.com)

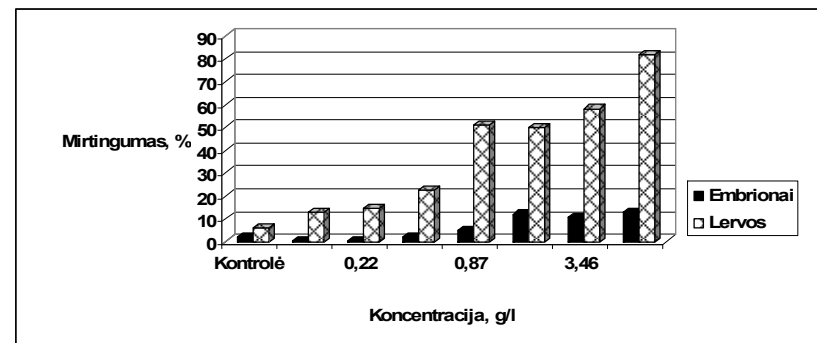
Išsiliejusi nafta neigiamai veikia aplinką dviem aspektais. Pirmasis – matomas paprasta akimi, kai dėl išplitusios naftos plėvelės žūsta daugelis gyvūnų, užteršiamos pakrantės, t. y. vandens organizmų gyvenamosios buveinės. Antrasis prasideda naftai patekus į organizmą ir įtakoja ne tik jų išgyvenimą, bet ir fiziologinę būklę, silpnina atsparumą infekcijoms bei neigiamiems aplinkos veiksniams. Naftos poveikį visoms vandens gyvūnų populiacijoms yra sunku įvertinti, nes paprastai iš karto nustatomas tik žuvusiųjų individų skaičius. Individai, patyrę subletalų poveikį, neįtraukiami į šį skaičių, nors gyvūnų funkcionavimas ir reprodukciniai sugebėjimai yra sutrikdyti. Nustatyta, kad praėjus 6-iems metams po naftos išsiliejimo, vandens gyvūnų audiniuose dar yra aptinkami naftos angliavandeniai (Kazlauskienė ir kt., 2003).

Darbo tikslas buvo ištirti naftos subletalų poveikį vaivorykštinio upėtakio (*Oncorhynchus mykiss*) biologiniams rodikliams ankstyvoje jo vystymosi stadijose ir įvertinti šio poveikio ypatumus.

Tyrimai buvo atlikti su vaivorykštinio upėtakio (*Oncorhynchus mykiss*) iškrais „akutės“ stadijoje (24 parą nuo apvaisinimo pradžios), atgabentais iš Žeimenos žuvivaisos įmonės. Tirtos šios naftos koncentracijos: 0,11; 0,22; 0,43; 0,87; 1,73; 3,46; 6,93 g/l. Kontrolėi ir skiedimui naudojamas artezinis vanduo. Ilgalaikių (chroniškų) tyrimų metu buvo stebimi ir registruojami embrionų ir lervų biologiniai: mirtingumas (%); fiziologiniai [širdies ir kvėpavimo dažniai (ŠD, KD, kart./min)]; vystymosi; ritimosi proceso ir elgsenos [individų sudarančių lizdus, skaičius (%), individų, reaguojančių į išorinius dirgiklius, skaičius (%)] rodikliai;

kraujotakos sutrikimai; trynio maišelio pažeidimai; išsigimimai. Tyrimų rezultatai buvo statistiškai apdoroti naudojant STATISTICA GraphPAD InStat (JAV) programą.

Nustatyta, kad tirtos naftos koncentracijos nesukėlė embrionų mirtingumo, tačiau ženkliai padidino lervų mirtingumą (1 pav.). Didėjant koncentracijai, vaivorykštinio upėtakio lervų mirtingumas augo. Tiek embrionų, tiek lervų mirtingumui turėjo įtakos naftos veikiamą vystymosi stadiją. Nustatyta, kad jautriausios naftos poveikiui buvo lervos ritimosi metu, mažiau jautrūs – embrionai ankstyvoje „akutės“ stadijoje. Matoma, jog tai yra susiję su ikrų apvalkalo (t. y. apsauginio barjero tarp embriono ir aplinkos) selektyviu pralaidumu ar jo membranose įvykusiais pakitimais (Kazlauskienė et al., 1999; Kazlauskienė et al., 2008).



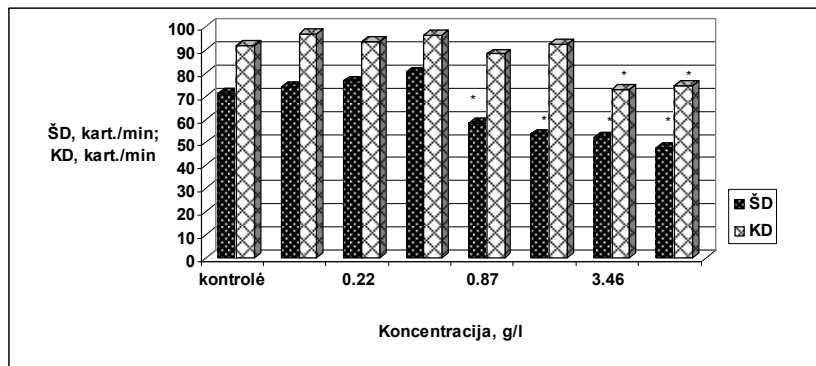
**1 pav.** Naftos poveikis vaivorykštinio upėtakio embrionų ir lervų mirtingumui (poveikis nuo „akutės“ stadijos iki trynio maišelio rezorbcijos) (n = 200).

\* – patikimi skirtumai nuo kontrolės ( $P \leq 0,05$ )

Atlikti tyrimai parodė, kad ilgalaikio poveikio metu didesnės naftos koncentracijos ne tik sumažina upėtakio embrionų ir lervų išgyvenimą, bet ir pažeidžia svarbiausių gyvybinių sistemų darbą. Didesnių naftos koncentracijų poveikyje sulėtėja lervų širdies darbas ir kvėpavimas (2 pav.). Tačiau lervų ŠD yra jautresnis rodiklis nei KD (2 pav.). Matomai, naftos poveikis upėtakio lervų kvėpavimui

pasireiškė per jos mechaninį poveikį (naftos plėvelei padengus vandens paviršių sutrinka aeracija, lervos uždūsta). Tuo tarpu širdies darbo sulėtėjimą lėmė toksinis naftos poveikis, t. y. vandenyje ištirpę naftos angliavandeniliai. Tai patvirtino embrionams, o vėliau ir lervutėms nustatyti kraujotakos sutrikimai, kure tiesiogiai yra susiję su širdies veikla. Teršalų poveikyje įvykę embrionų ir lervų kvėpavimo ir širdies veiklos pokyčiai blogina embrionų ir lervų augimą, trikdo inkubacijos trukmę, stabdo jų vystymąsi (Kazlauskienė, 2004; Kazlauskienė et al., 2008).

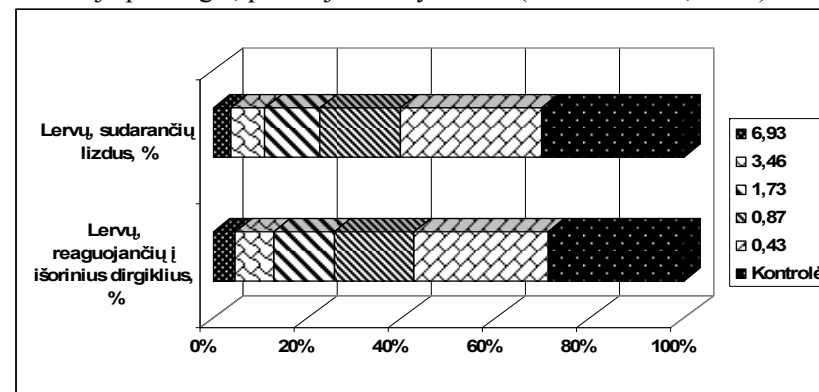
Stebint vaivorykštinio upėtakio embrionų ir lervų vystymąsi, veikiant juos nafta, nustatyta, kad ji neigiamai veikia daugelį ankstyvosios ontogenezės procesų. Apie 20% embrionų ir apie 50% lervų turėjo vienokius ar kitokius vystymosi, ritimosi proceso sutrikimus, išsigimimus, kraujotakos bei elgsenos pakitimus. Didesnių naftos koncentracijų ribose lervos buvo blyškios (neišryškėjo pigmentiniai raštai), silpnai arba visai nereagavo į išorinius dirgiklius, dauguma laikėsi pavieniui, t. y. nesudarė lizdų (3 pav.).



**2 pav.** Naftos poveikis vaivorykštinio upėtakio lervų širdies darbui ir kvėpavimo dažniui (poveikis nuo ritimosi pradžios iki trynio maišelio rezorbcijos) (n = 20).

\* – patikimi skirtumai nuo kontrolės ( $P \leq 0,05$ )

Taip pat didesnių naftos koncentracijų poveikyje buvo pastebėtas mažesnis embrionų aktyvumas, užsitęsęs ritimasis, nustatyti kraujo išsiliejimai įvairiose jų kūno vietose. Tokie embrionai žūdavo dar ritimuisi nepasibaigus arba tuoj pat po jo. Be to, buvo nustatyti kai kurie lervų morfologiniai pakitimai: mažas, dalinai išsivystęs, neskaidrus trynys, pažeistas trynio maišelis, kraujo išsiliejimai įvairiose kūno srityse. Prastai išsivysčiusi trynio maišelyje kraujo cirkuliacija trikdo jo panaudojimą, pažeidžia respiracinius mechanizmus, ko pasekoje sumažėja išsiritusių lervų dydžiai, sulėtėja augimo tempas, sumažėja prieaugis, padidėja tikimybė žūti (Kazlauskienė, 2004).



**3 pav.** Naftos poveikis vaivorykštinio upėtakio lervų, sudarančių lizdus ir reaguojančių į išorinius dirgiklius, % (n = 200).

Apibendrinus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad vaivorykštinis upėtakis yra ypač jautrus naftos poveikiui ankstyvosiose vystymosi stadijose. Ilgalaikio tyrimo metu nustatyta, kad nafta gali sutrikdyti visų ankstyvosios ontogenezės etapų eigą, įskaitant embrionų formavimąsi, vystymąsi, lervų ritimąsi, augimą bei gyvybiškai svarbių fiziologinių sistemų darbą. Akivaizdu, kad didesnės naftos koncentracijos jau embriono periodo metu gali ženkliai įtakoti organizmo gyvybingumą ir žymiai sumažinti populiacijos gausumą sekančiose ontogenezės etapuose.

## Literatūra

Kazlauskienė, N., Vosylienė, M. Z., Budrys, L. 2003: Naftos ir jos produktų poveikis vandens organizmams. Knygoje: *Aplinkos biologinis valymas*. Red. K. Jankevičius, R. Liužinas, Vilnius, Apyaušris. 27–55.

Kazlauskienė, N. 2004. Classification and Possible Consequences of the Sublethal Effects of Heavy Metal Model Mixture in Fish at Early Ontogenesis. Ed. M. Anke et al. 22. Workshop 2004. *Macro and Trace Elements; Mengen- and Spurenelemente*. SCHUBERT-Verlag, Leipzig. 1. Auflage. 1172–1177.

Kazlauskienė, N., Stasiūnaitė, P. 1999. The lethal and sublethal effect of heavy metal mixture on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in its early stages of development. *Acta Zoologica Lituanica. Hydrobiologia* 9 (2): 47–55.

Kazlauskienė, N., Vosyliene, M. Z., Ratkelytė, E. 2008. The comparative study of the overall effect of crude oil on fish in early stages of development. In: Hlavinec P., Bonacci O., Marsalek J., Mahrikova I. (eds) *Dangerous Pollutants (Xenobiotics) in Urban Water Cycle*. Springer. 307–316.

## BANGŲ SUKELTOS SEDIMENTŲ PERNAŠOS ĮVERTINIMAS

**Loreta Kelpšaitė<sup>1,2</sup>, Tarmo Soomere<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, Klaipėdos Universitetas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda, [loreta@corpi.ku.lt](mailto:loreta@corpi.ku.lt)*

<sup>2</sup> *Institute of Cybernetics at TUT, Akadeemia tee 21 12618 Tallinn*

Bangos yra vienas iš pagrindinių faktorių, įtakančių kranto zonos pokyčius. Pagal savo prigimtį bangos gali būti sukeltos gamtos reiškinių: vėjo, žemės drebėjimų, potvynių ir atoslūgių bei kt.. Taip pat jos gali būti sukeltos vandenyje judančių objektų: laivų, keltų. Skirtingos prigimties bangos turi skirtingas charakteristikas, perneša nevienodus energijos kiekius, skirtingai veikia krantą. Šiame darbe lyginamas vėjo bei greitųjų keltų bangų sukeltas sedimentų transportas.

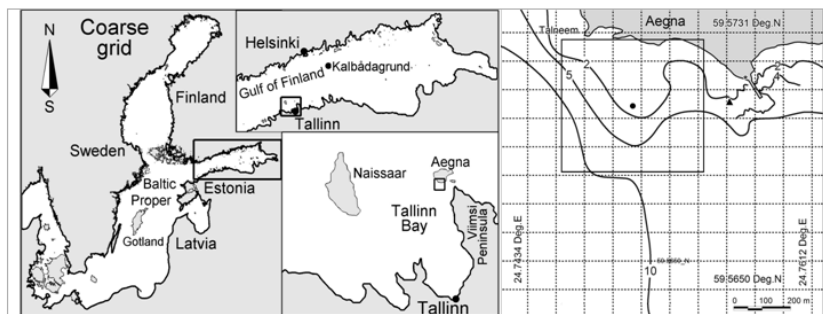
Vėjo bangų duomenys buvo gauti naudojant WAM 3 kartos bangų modelį (Komen ir kt., 1994). Šis modelis, tinkamai parinkus rezoliuciją bei vėjo duomenis, išsamiai aprašo bangas Baltijos jūroje (Tuomi ir kt., 1999; Soomere, 2005). WAM modelis buvo pritaikytas visai Baltijos jūrai su stambia rezoliucija, kuri vėliau buvo mažinama ir Talino įlankai buvo naudojama ¼ jūrmylės rezoliucija. Naudojant šiuos parametrus galima aprašyti bangų savybes priekrantės zonoje 200 – 300 m atstumu nuo kranto iki 5m gylio (Soomere, 2005).

Bangų modeliui naudojami duomenys iš Kalbadagrund (59°59'N, 25°36'E, pav.1.), ledo atsiradimo laikotarpis neįskaitomas. Modelis kas tris valandas pateikė vidutinę bangų parametrų reikšmę nuo 1981 iki 2008 metų. Modelio pritaikymą Talino įlankoje išsamiai aprašė Soomere (Soomere, 2005).

Suomijos įlankoje tarp Talino ir Helsinkio vasaros metu vyksta intensyvi greitųjų keltų laivyba, per parą kiekviena kryptimi plaukia vidutiniškai 25 keltai. Laivų bangų savybės buvo nustatytos naudojant didelės raiškos (5 Hz ± 1 mm) vandens paviršiaus lygio pokyčio laiko eilutes, kurios buvo užfiksuotos naudojant echolotą



(General Acoustics LOG\_aLevel®), dislokuotą ~ 2,7 m gylyje, nuo kranto nutolusį ~ 100 m.



**1 pav.** Baltijos jūra ir Talino įlanka, modelio mažinimo žingsniai (kairėje). Tiriamas plotas - Aegnos salos (dešinėje). Trikampiu pažymėta bangų matavimo vieta, taškeliu – bangų modelio grido lastelės centras.

Prietaisas buvo ~ 2700 m nuo laivų kelio artimiausio taško. Duomenys buvo renkami beveik nuolat 30 dienų (2008 m. gegužės 21 d. - birželio 20 d.). Buvo užfiksuota daugiau nei 650 laivų signalų, iš kurių 400 gali būti atskirti nuo vėjo bangų fono (Parnell ir kt., 2008).

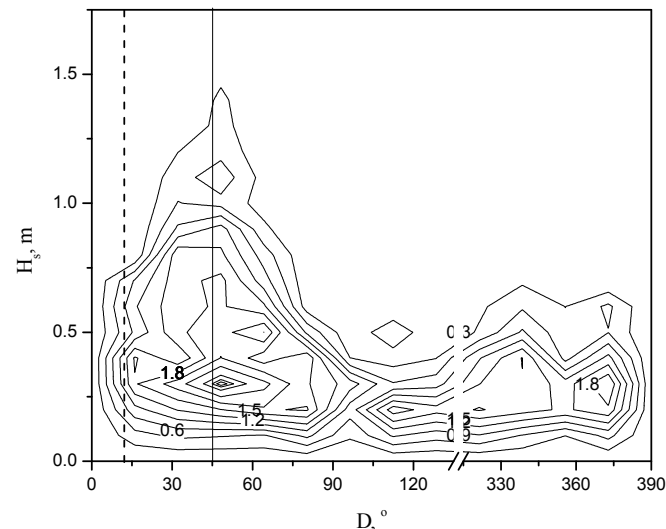
Atskiros bangos ir jų parametrai buvo išskirtos naudojant „upcrossing“ ir „downcrossing“ metodus. Didžiausias bangų aukštis apibrėžiamas kaip didžiausias bangų aukštis, gautas naudojant abu metodus, ir jis beveik visada sutampa su didžiausiu vandens lygio pakilimu 30 s intervalu (Parnell ir kt., 2008).

Sedimentų pernaša, sukelta vėjo ir laivų bangų, yra vertinama naudojant energijos kiekio pernašos modelį, kitaip vadinamą CERC modeliu (CEM, 2003).

$$Q_l = \frac{K(EC_g) \sin \alpha_b \cos \alpha_b}{(\rho_l - \rho)g(1 - p)} \quad (1)$$

Čia: E-bangų energija,  $C_g$ -bangų grupės greitis,  $\alpha_b$  - kampas tarp bangos keteros ir izobatos,  $\rho_s$  - sedimentų tankis,  $\rho$  - vandens tankis,  $g$  - laisvas kritimo pagreitis,  $p$  - sedimentų poringumas,  $K$  -

bedimensinis koeficientas, nustatomas kiekvienam atvejui atskirai (CEM, 2003).



**2 pav.** Tikimybės tankis D prieš  $H_s$ . Punktyrinė linija atitinka 10° kryptį. Ištinė linija atitinka 45° kryptį.

Laivų sukeltos bangos pasiekia krantą 10° kampu. Tai buvo nustatyta naudojant GoogleEarth pateikiamas satelitines nuotraukas bei stebėjimo metu užfiksuotas laivo bangų keturų keliavimo kryptį. Taip pat buvo nustatyta kranto linija ir pagal turimus orientyrus (vandenyje esančius stambius akmeninius luitus) – bangos sklidimo kryptis bei kampas tarp jų.

Vėjo bangos pasiekia krantą sklisdamos 315° - 135° kryptimi (2 pav.). Teigiamą sedimentų pernašą sukelia bangos, sklindančios nuo 335° iki 45°, ir atitinkamai neigiamą pernašą: 45° – 135° (teigiama sedimentų pernaša yra laikoma pernaša į dešinę, kai stebėtojas nukreiptas veidu į jūrą). Didžiausios bangos pasiekia krantą



sklidamos 45° -50° kryptimi ir jos dalyvauja neigiamoje sedimentų pernašoje.

**1 lentelė .** Sedimentų pernašų kiekiai

	Vėjo bangų		Laivo bangų	
	1000 m <sup>3</sup> /metai	1000 m <sup>3</sup> /menuo (2008 07)	1000 m <sup>3</sup> /metai	1000 m <sup>3</sup> /menuo (2008 07)
Bendras	879	55	222	19
Net	-736	-51	222	19
%	-84	-93	100	100

CERC formule įvertinta sedimentų pernaša pusiau uždaroje įlankose nėra tiksli dėl bangų energijos nuostolių. Bangos artėdamos iš vakarų, keisdamos savo sklidimo kryptį bei lūždamos praranda dalį energijos. Nustatyti tikslų kampą tarp lūžtančios bangos keteros ir izobatos yra neįmanoma, todėl gaunama sedimentų pernaša yra pervertinama. Tačiau šis modelis tinka apibūdinti sedimentų pernašų kryptį bei santykį tarp pilnos ir grynos (bulk and net) pernašos. Greitųjų laivų sukeltos bangos yra svarbios krantodaros procesams. Vėjo ir greitųjų keltų bangų inicijuota sedimentų pernaša yra skirtingų krypčių. Jei vėjo bangos kuria krantą, tai laivų bangos jį ardo. Tai buvo pastebėta lauko darbų metu Aegnos saloje, kai po nakties (tuo metu laivyba nevykdoma) ant kranto susiformuodavo mažas 50 cm aukščio bermas, kurį iš karto nuplaudavo pirmojo kelto sukeltos bangos.

Padėka: šis darbas buvo remiamas iš Marie Curie RTN projekto SEAMOCs, MRTN-CT-2005-019374 ir ESF grantu 74B lėšų.

**Literatūra:**

Coastal Engineering Manual, 2003. Department of the Army. U.S. Army Corps of Engineers. Manual No. 1110-2-1100.

Komen, G.J., Cavaleri, L., Donelan, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S., Janssen, P.A.E.M., 1994. Dynamics and modelling of ocean waves. Cambridge University Press. 532 pp.

Soomere, T. Wind wave statistics in Tallinn Bay. *Boreal Env. Res.*, 10, 103–118, 2005.

Tuomi, L., Pettersson, H., Kahma, K., 1999. Preliminary results from the WAM wave model forced by the mesoscale EUR-HIRLAM atmospheric model. *MERI - Rep. Ser. Finn. Inst. Mar. Res.* 40, 19–23.

## ORGANINIŲ MEDŽIAGŲ MINERALIZACIJOS YPATUMAI KURŠIŲ MARIŲ DUGNO NUOSĖDOSE

Alė Kučinskienė, Alina Krevš

*Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 47, 8406 Vilnius,  
[ale.kucinskiene@botanika.lt](mailto:ale.kucinskiene@botanika.lt)*

Vandenyje esančios įvairios prigimties (organinės ir neorganinės) medžiagos sedimentacinių procesų metu palaipsniui nusėda į dugną ir formuoja įvairios struktūros nuosėdas. Savo ruožtu, dugno nuosėdose susikaupusių medžiagų kiekis bei ten vykstančių sudėtingų biogeocheminių procesų pobūdis labai priklauso nuo nuosėdų struktūros. Dalis sancaupinių medžiagų sudaro netirpius cheminius junginius, kurie akumuliuojasi dugno nuosėdose. Organinių junginių mineralizacijoje, priklausomai nuo abiotinių aplinkos sąlygų, dalyvauja aerobiniai bei anaerobiniai mikroorganizmai. Priklausomai nuo organinių medžiagų mineralizacijos pobūdžio biogeocheminių procesų metu į aplinką išsiskiria įvairūs cheminiai junginiai ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ , P ir kt.), kurių tarpe gali būti toksiški vandens telkinio biotai bei sukelti antrinę eutrofikaciją (Кузнецов и др. 1985; Roden, Edmonds 1997).

Kuršių marios ekologiniu aspektu yra labai unikalus vandens telkinys, veikiamas įvairių biotinių ir abiotinių veiksnių. Tai sudėtinga ir nepastovi ekosistema, kuri keičiasi dėl Baltijos jūros ar Nemuno vandens srauto tuo pačiu įtakodama ir dugno nuosėdų formavimąsi, jų struktūrą bei ten vykstančių organinių medžiagų mineralizacijos procesų intensyvumą ir pobūdį.

Mūsų darbo tikslas buvo įvertinti bendros (aerobinės/anaerobinės) bei terminalinės anaerobinės (sulfatų redukcijos) organinių medžiagų mineralizacijos intensyvumo ypatumus Kuršių marių (Lietuvos teritorijos dalies) skirtingo tipo dugno nuosėdose. Centrinę – didžiausią Kuršių marių dugno nuosėdų plotą dengia smėlis. Dumblo tipo dugno nuosėdos labiau charakteringos vakarinei priekrantinei marių zonai. Kai kurios dugno

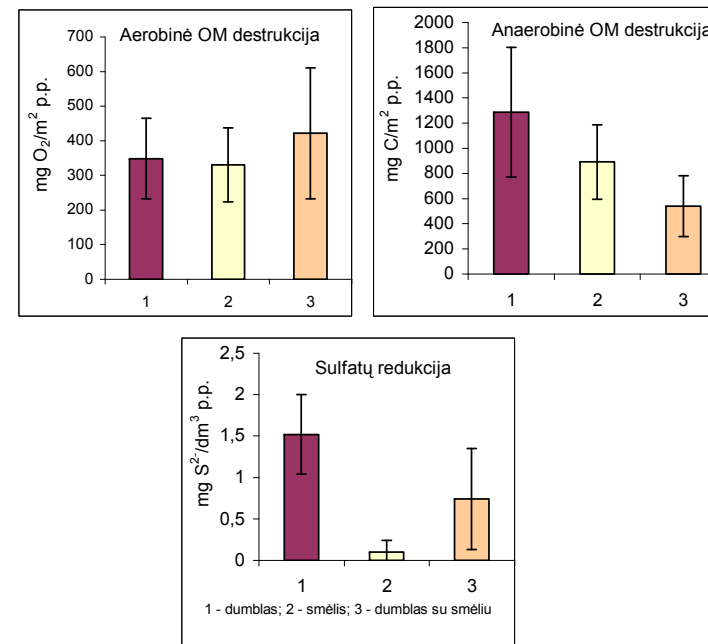
zonos padengtos moliuskais *Dreissena polymorpha* (Trimonis et. al., 2003). Šiame darbe pristatomi 2001, 2003 ir 2006 m. vasarinės vegetacijos laikotarpiu (liepos-rugpjūčio mėn.) paviršiniuose (0-5 cm) dugno nuosėdų sluoksniuose atliktų tyrimų rezultatai.

Bentosinių mikroorganizmų, dalyvaujančių organinių medžiagų mineralizacijos procesuose, aktyvumas priklauso nuo supančios aplinkos abiotinių sąlygų (temperatūros, pH, ištirpusio deguonies kiekio priedugnyje, oksidacinio–redukcinio potencialo ir kt.) bei organinių medžiagų kiekio ir struktūros. Paviršinio vandens temperatūra Kuršių mariose skirtingais tyrimų metais buvo būdinga vasaros laikotarpiui – t.y. buvo ~ 20 °C, o nustatytos pH reikšmės vandenyje buvo santykinai didelės (8,49–9,20), tačiau maksimalios jos buvo Kuršių marių atvirosiose akvatorijos dalyse. Dumblo tipo dugno nuosėdose pH reikšmės svyravo nuo silpnai šarminių (pH 8,11) iki silpnai rūgštinių (pH 6,89). Pažymėtina, jog vasaros laikotarpiu daugelyje Kuršių marių akvatorijos vietų buvo nustatyti sumažėję ištirpusio deguonies kiekiai priedugnio vandenyje. Tačiau ryškaus deguonies deficito nebuvo konstatuota, kas leidžia teigti jog hidrodinaminių procesų įtakoje, esant nedideliui gyliui, vandens masės pakankamai intensyviai persimaišo ir tuo pačiu neįgalina priedugniniuose sluoksniuose susidaryti anoksinėms sąlygoms. Oksidacinis–redukcinis potencialas vandens masėje buvo pakankamai aukštas (+320 – +363 mV), dugno nuosėdose jo reikšmės buvo mažesnės ir priklausė nuo nuosėdų tipo. Tik dumblo tipo nuosėdose Eh reikšmės ryškiai sumažėjo ir atskirais atvejais pasiekė neigiamas reikšmes (–96 mV). Tai rodo, jog dumble formuojasi palankios sąlygos anaerobinei mikroflorai vystytis.

Skirtingo tipo dugno nuosėdose  $C_{\text{org}}$  kiekis svyravo nuo 0,2 iki 11 % orausės d.n. masės. Zonose, kur dugno nuosėdas sudarė dumbblas,  $C_{\text{org}}$  kiekis buvo sąlyginai didelis ir siekė iki 10–11 % orausės masės. Visuose kituose tyrimų taškuose, kur vyravo smulkus smėlis ar smėlis su nedidele detrito, dumblo priemaiša, atskirose zonose su kriauklių priemaišomis arba dreisenų drūzomis  $C_{\text{org}}$  kiekis buvo 2,5–16 kartų mažesnis.

Tirtų zonų dugno nuosėdose vyko tiek aerobiniai, tiek ir anaerobiniai organinių medžiagų mineralizacijos procesai. Skirtingais tyrimų metais deguonies suvartojimas įvairaus tipo dugno nuosėdose svyravo nuo 80,1 iki 694,4 mg O<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> per parą. Vasarą, esant aukštai priedugnio temperatūrai ir palankioms oksidacinėms-redukciniams sąlygoms, net nedidelis planktoninės kilmės detrito kiekis smėlingose dugno nuosėdose skatino aerobinių mikroorganizmų aktyvumą ir tuo pačiu aerobinės organinės medžiagos mineralizacijos intensyvumą. Tuo metu maksimalus deguonies suvartojimas buvo nustatytas smėlingose su dumbliu ir/ar dreisenų drūzomis dugno nuosėdose; tuo tarpu dugno nuosėdose, kurias sudarė smėlis ar dumblas deguonies suvartojimas vidutiniškai buvo 1,2 karto mažesnis (pav.). Vakariniėje marių priekrantėje susikaupusiose dumblingose dugno nuosėdose organinių medžiagų mineralizacijoje dominavo anaerobinė mikroflora. Tačiau pažymėtina, kad anaerobinės organinių medžiagų destrukcijos intensyvumo reikšmės svyravo labai plačiose ribose – nuo 116,16 iki 1980,0 mg C /m<sup>2</sup> per parą. Tokia didelę šio proceso svyravimo amplitudę galėjo įtakoti skirtingais metais tyrimų vietose susiformavusių aplinkos sąlygų visuma bei organinių medžiagų kiekis ir struktūra, nulėmusi bentosinių mikroorganizmų aktyvumą.

Anaerobinio terminalinio organinių medžiagų skaidymo proceso – sulfatų redukcijos intensyvumas skirtingais metais įvairaus tipo dugno nuosėdose svyravo gana plačiose ribose – nuo 0,002 iki 2,41 mg S<sup>2-</sup>/dm<sup>3</sup> per parą (pav.). Yra žinoma, jog minėto proceso intensyvumą lemia lengvai įsisavinamo (tirpaus) organinio substrato, reikalingo sulfatų redukuojančioms bakterijoms vystytis, koncentracija, sulfatų kiekis bei anaerobinės aplinkos sąlygos (žemas oksidacinis-redukcinis potencialas).



**1 pav.** Organinių medžiagų mineralizacijos procesų intensyvumo vidutinės reikšmės (2001, 2003, 2006 m. vasaros laikotarpiu) skirtingo tipo dugno nuosėdose

Išryškėjo gana ryški sulfatų redukuojančio proceso intensyvumo priklausomybė nuo dugno nuosėdų tipo. Vakarinių marių pakrantėje dumblingose dugno nuosėdose sulfatų redukcija vidutiniškai vyko apie 17 kartų intensyviau, lyginant su smėlingomis dugno nuosėdomis ir apie 2 kartus – lyginant su smėlingomis su dumbliu ir/ar dreisenų drūzomis dugno nuosėdose ir svyravo nuo 0,90 iki 2,41 mg S<sup>2-</sup>/dm<sup>3</sup> per parą. Šio tipo dugno nuosėdose buvo susikaupę daugiausiai organinių medžiagų bei susiformavusios anoksinės aplinkos sąlygos. Dugno nuosėdose, kur vyravo smulkus smėlis su nedidele detrito, dumblo priemaiša, atskirose vietose su kriauklių priemaišomis arba dreisenų drūzomis, sulfatų redukcija nors

ir vyko žymiai silpniau, palyginus su vakarinėje pakrantėje esančiomis dumblingomis nuosėdomis, tačiau atskirose zonose ženkliai skyrėsi ir intensyviausiai vyko arčiausiai rytinio kranto (svyravo nuo 0,02 iki 1,0 mg S<sup>2-</sup>/dm<sup>3</sup> per parą). Šių zonų dugno nuosėdos pasižymėjo pakankamai dideliu organinių medžiagų kiekiu. Vasaros laikotarpiu sulfatus redukuojančių bakterijų aktyvumą šiose vietose taip pat įtakojo ir susiformavusi optimali jų vystymuisi priedugnio vandens temperatūra (21–22 °C). Smėlingose centrinės Kuršių marių dalies dugno nuosėdose sulfatų redukcijos labai silpną intensyvumą (0,002–0,34 mg S<sup>2-</sup>/dm<sup>3</sup> per parą) lėmė aukštas oksidacinis-redukcinis potencialas (gera aeracija prie dugno), nedidelė organinių medžiagų bei sulfatų koncentracija, o tuo pačiu ir bentosinių mikroorganizmų struktūra.

Sulfatų koncentracija (S/SO<sub>4</sub> mg/l), priklausomai nuo nuosėdų tipo, svyravo nuo 11 mg/l (smėlingose) iki 195 mg/l (dumblo tipo) dugno nuosėdose. Smėlingose su dumbly ir/ar dreisenų drūzomis dugno nuosėdose sulfatų koncentracija vidutiniškai buvo apie 2 kartus didesnė lyginant su smėlingomis dugno nuosėdomis.

Sulfatų redukcijos metu į aplinką išsiskiria toksiškas biotai vandenilio sulfidas, kuris dugno nuosėdose gali sudaryti ir įvairius metalų junginius. Didžiausi vandenilio sulfido ir rūgštyje tirpių sulfidų kiekiai, atskirais atvejais siekiantys iki 768 mg/dm<sup>3</sup>, buvo nustatyti dumblingose dugno nuosėdose. Smėlio su detrito, dumblo, kriauklių priemaiša arba dreisenų drūzomis ir smulkaus smėlio dugno nuosėdose šio junginio vidutiniškai buvo 10–50 kartų mažiau. Atskirais atvejais smulkiame smėlyje sulfidų iš viso nebuvo nustatyta.

Tokiu būdu, tyrimai parodė, kad vasarą maksimalus deguonies suvartojimas buvo smėlingose su dumbly ir/ar dreisenų drūzomis dugno nuosėdose. Tuo tarpu vakarinėje marių priekrantėje susikaupusiose dumblingose dugno nuosėdose organinių medžiagų mineralizacijoje dominavo anaerobiniai, tame tarpe ir sulfatų redukcijos, procesai.

## Literatūra

Roden, E.E., J.W. Edmonds. 1997. Phosphate mobilization in iron-rich anaerobic sediments: microbial Fe(III) oxide reduction vs. iron-sulfide formation. Arch. Hydrobiol. **139**:347–378.

Trimonis E., Gulbinskas S., Kuzavinis M. 2003. The Curonian Lagoon bottom sediments in the Lithuanian water area. Baltica, ISSN 0067-3064, **16**: 13–20.

Кузнецов С.И., Саралов А.И., Назина Т.Н. 1985.

Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. Москва, 213 с

## NAFTOS GAVYBOS PIETRYČIŲ BALTIJOJE SOCIALINIO POVEIKIO ASPEKTAI

Valdas Langas

*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto 84, LT-92294 Klaipėda, [vlangas@hotmail.com](mailto:vlangas@hotmail.com)*

Rusijos Federacijai priklausantis naftos telkinys „Kravcovskoje“ (D-6) yra Baltijos jūros pietrytinėje dalyje. Naftos gręžimo ir gavybos platforma D-6 yra 22,5 km atstumu nuo Kuršių nerijos pakrantės, apie 30 metrų jūros gylyje. Iki Lietuvos Respublikos (LR) jūrinės sienos statmenai yra apie 8 km, iki LR kranto Kuršių nerijoje - apie 24,4 km. Platforma susideda iš dviejų dalių: gyvenamųjų patalpų ir gręžimo-naftos gavybos modulių. Geologiniai naftos ištekliai įvertinti 21,5 mln. tonų, išgautini - 9.1 milijonų tonų. Naftos gavyba prasidėjo 2004 metais, o 2008 metų rugsėjyje buvo išgręžta 14 gręžinių, išgauti 3 milijonai tonų naftos. Gavybą telkinyje planuojama vykdyti 25-30 metų.

Dujomis prisotinta žalia nafta, o vėlesnėje gavybos stadijoje su požeminiu vandeniu (sūrimu) transportuojama į krantą 47 km ilgio povandeniniu vamzdynu maksimaliu 81,6 m<sup>3</sup>/val debitu. Šalia platformos budi laivas-buksyras, skirtas padėti avarijos atveju, paieškos ir gelbėjimo veiksams. Įprastos eksploatacijos metu platformą aptarnauja laivai-tiekėjai. Platformos eksploatacijos pobūdis-gręžinių gręžimas ir naftos gavyba yra rizikinga veikla.

Telkinys atrastas dar 1983 metais. Gavybos įranga telkinyje pradėta montuoti 1986 metais. Tuo tikslu buvo pastatytas vienas platformos atraminis blokas (šiuo metu ant šio bloko sumontuotas gyvenamasis ir energetinis moduliai, malūnsparnio nusileidimo aikštelė). Tačiau dėl aktyvaus mokslo darbuotojų ir visuomenės pasipriešinimo, nekokybiškų suvirinimo darbų bei kai kurių netikslumų projektiniuose sprendimuose to meto darbai buvo sustabdyti.

Veiklos strategijų, programų, planų, projektų socialinio poveikio vertinimas (SPV) yra numatomų ir nenumatytų, tiek teigiamų, tiek neigiamų ir bet kokių veikla sukeltų socialinės raidos pasikeitimų socialinių padarinių analizė, monitoringas ir valdymas. Jos pagrindinis tikslas yra prisidėti prie labiau darnios ir teisingos biofizinės ir žmonių aplinkos. Ūkinės veiklos SPV principai ir vertybės yra išsamiai aptartos tarptautinių organizacijų darbuose, atskirose studijose. Paminėtini šie svarbiausi tarptautiniai principai, tiesiogiai taikytini sprendžiant socialines problemas: **atsargumo principas** (planuojamai veiklai gali būti nepritarta jei potencialios socialinės poveikio grėsmės nežinomos); **teisingumas tarp kartų** (nepažeidžiant ateities kartų galimybių patenkinti savus poreikius); **teršėjas moka principas** (socialinius poveikius turėtų prisiimti planuojamos intervencijos siūlytojas); **prevencijos principas** (pigiau išvengti neigiamų socialinių poveikių ir žalos aplinkai sukeliančių įvykių, nei atstatyti ar ištaisyti jais padarytą žalą); **subsidiarumo principas** (decentralizuotas sprendimų priėmimas, atsakingus ir atskaitingus sprendimus priimant kuo arčiau konkrečiau gyventojų); **daugiasektorinės integracijos principas** (socialinio vystymosi reikalavimai ir socialinių problemų svarstymas turėtų būti atitinkamai integruoti visuose projektuose, politikoje, infrastruktūros programose ir kitoje planuojamoje veikloje) bei kiti.

Kai kurie skirtingi poveikio vertinimai (SPV, Poveikio aplinkai vertinimas, Poveikio sveikatai vertinimas, Strateginis poveikio vertinimas) gali būti atliekami tai pačiai veiklai. Sprendimas dėl SPV atlikimo bei jo integravimu su kito pobūdžio poveikio vertinimu(ais) priklauso nuo šalies teisės aktų reikalavimų bei kompanijos-veiklos iniciatoriaus požiūrio. Naftos ir dujų pramonėje linkstama į SPV integraciją su PAV ir Poveikio sveikatai vertinimu.

SPV *naftos ir dujų pramonėje* yra galimo naftos ir dujų gavybos ir eksploatavimo poveikio šalių, regionų ir bendruomenių visuomenėms vertinimas. Geriausiu atveju kiekvienas SPV turėtų būti bendra vietinių, nacionalinių ir tarptautinių suinteresuotų šalių studija, nustatanti būdus kaip sumažinti bet kokią neigiamą socialinį poveikį ir padidinti teigiamą. Efektyvus SPV pagerina/optimizuoja projekto

planavimą ir įgyvendinimą, užtikrina, kad projekto vykdymo metu būtų atsižvelgiama ir į suinteresuotų asmenų nuomonę.

Socialinio poveikio vertinimo naftos ir dujų pramonėje vadovas rekomenduoja atkreipti dėmesį į šiuos ūkinės veiklos SPV aspektus:

- Demografija;
- Socio-ekonominiai veiksniai (mokesčiai, užimtumas, poveikis kitiems sektoriam, kt);
- Sveikata;
- Socialinė infrastruktūra;
- Ištekliai;
- Psichologiniai ir bendruomenės aspektai;
- Kultūros vertybės;
- Socialinis teisingumas.

Naftos gavyba telkinyje D-6 susijusi su naftos išsiliejimų pavojais:

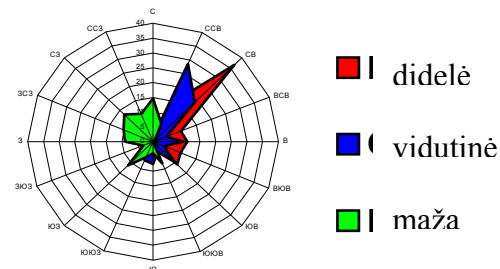
- Eksploataciniai išsiliejimai, nutekėjimai;
- Naftos transportavimo vamzdyno pažeidimai: kliudymas inkaru, korozija, įtrūkimai sujungimuose (suvirinimo siūlėse, flanšuose);
- Naftos grėžinio sproginimas (naftos fontanavimas)

Eksploataciniai išsiliejimai iš platformos gali įvairuoti nuo kelių iki kelių šimtų kilogramų. Dėl produkcijos transportavimo vamzdyno pažeidimo, visas jame esantis naftos kiekis 2 331 m<sup>3</sup> arba 1 925 tonos gali išsilieti į jūrą (naftos kiekis tarp vamzdyno sklendžių platformoje ir krante). Grėžinio sproginimo scenarijus gali įvykti nuo naftingo sluoksnio grėžimo pradžios iki grėžinio eksploatacijos pabaigos, tačiau labiausiai rizikingi periodai yra grėžinio įrengimas pirminei naftos gavybai bei jo remontas. Grėžinio sproginimas sukeltų nevaldomą naftos fontanavimą. Įvertinant fontanavimo likvidavimo laiką bei naftos debitą, gali išsilieti iki 9 600 m<sup>3</sup> (7 872 tonos) naftos.

Pagal statistiką Šiaurės jūroje bendra išsiliejimų tikimybė, apskaičiuota pagal sproginimų ir vamzdyno pažeidimų dažnumą yra 0,167 arba 16,7%.

Atlikus naftos dreifo skaičiavimus Švedų meteorologijos ir hidrologijos instituto (SMHI) "Seatrack Web" programos pagalba,

pučiant skirtingų krypčių vėjams, gauname rezultatus, kurie nepalankūs Lietuvos teritorijai (žr. pav.). Pavojingiausi stipresni PV, V ir P vėjai, kurie pagal pasikartojimą sudaro 38%, iš kurių 57% atvejais būtų užteršta LR akvatorija ir teritorija.



1 pav. Naftos dreifo krypties tikimybė

Pagal vėjų krypties pasikartojimą galima daryti prielaidą, kad apie 1/3 iš visų naftos išsiliejimų pasieks Kuršių nerijos pakrantę. Tiesioginio naftos dreifo į pakrantę atveju, vidutiniškai apie 90% išsiliejusios naftos bus išmesta į krantą. Dreifo laikas svyruoja nuo 2 iki 9 valandų. Priklausomai nuo išsiliejimo dydžio ir trukmės, vėjo ir srovių įtakos, užterštos pakrantės ilgis gali kisti nuo 5 iki 75 km.

Pagal surinktą, išanalizuotą ir apibendrintą informaciją\* galima teigti, kad naftos gavybos telkinyje D-6 neigiamas socialinis poveikis Lietuvos Respublikoje iš esmės susijęs su galimais naftos išsiliejimais naftos gavybos metu ir jų poveikiu:

\* Socialinio poveikio vertinime kiekybiniai tyrimo metodai (duomenys apie šeimosnamų ūkio turta, pajamų srautus, darbo pasiskirstymą, ekonominę priklausomybę nuo išteklių, sveikatos ir švietimo, infrastruktūros charakteristikas ir kt.) bei kokybiniai metodai (socialinė diferenciacija, vietinės bendrijos požiūris ir poelgiai, rizikos supratimas, kt.) nebuvo naudojami. Projekto socialinės ir aplinkos apsaugos problemos ir poveikiai nustatyti naudojant antrinius informacijos šaltinius: oficialius dokumentus, mokslinių tyrimų ataskaitas, statistinę informaciją ir kt.

- ištekliams (teritorijos-akvatorijos panaudojimas veiklai, poveikis gamtiniam ištekliams);
- kultūros vertybėms (poveikis archeologinėms, istorinėms, kultūrinėms, gamtinėms vietovėms, vertybėms - UNESCO, Natura 2000 teritorijoms, saugomoms, nykstančioms rūšims);
- psichologiniams ir bendrijos aspektams (tradicinio gyvenimo būdo pokyčiai, sąveika su bendrija, jos požiūris ir poelgiai, rizikos supratimas).

Pirmasis žingsnis siekiant sumažinti neigiamus veiklos poveikius socialinei bei gamtinei aplinkai turi būti skirtas poveikio išvengimui. Sekantis – neišvengiamų poveikių sumažinimui, o trečias žingsnis – šių neišvengiamų veikla paveiktų ar galimai paliestų atėityje žmonių, kitų subjektų atitinkamam kompensavimui.

Siekiant įvertinti poveikių išvengimo, jų sumažinimo ar kompensavimo priemones, būtinos konsultacijos su suinteresuotomis institucijomis, asmenimis bei susitarimai dėl jų įgyvendinimo. Apibendrintos projektu D-6 įgyvendintos poveikio aplinkai sumažinimo priemonės bei nustatytos papildomos pagrindinės įgyvendintinos aplinkos apsaugos ir socialinio poveikio sumažinimo ir kompensavimo priemonės pateiktos lentelėje. Informacija apie įgyvendintas socialinio poveikio sumažinimo priemones nepateikiama, nes ją galima gauti tik iš atitinkamų Kaliningrado srities institucijų, suinteresuotų asmenų.

Kompanija „Lukoil“ įgyvendintos bei įgyvendintinos poveikio sumažinimo ir kompensavimo priemonės:

Projektu D-6 įgyvendintos poveikio sumažinimo priemonės	
<i>Įgyvendintos poveikio aplinkai sumažinimo priemonės:</i>	<i>Įgyvendintos socialinio poveikio sumažinimo priemonės:</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atitikimas pagrindiniams nacionaliniams ir tarptautiniams reikalavimams;</li> <li>• Aplinkosaugos vadybos sistemos pagal ISO 14001 įdiegimas;</li> <li>• Aplinkos monitoringas;</li> </ul>	Informacijos nėra

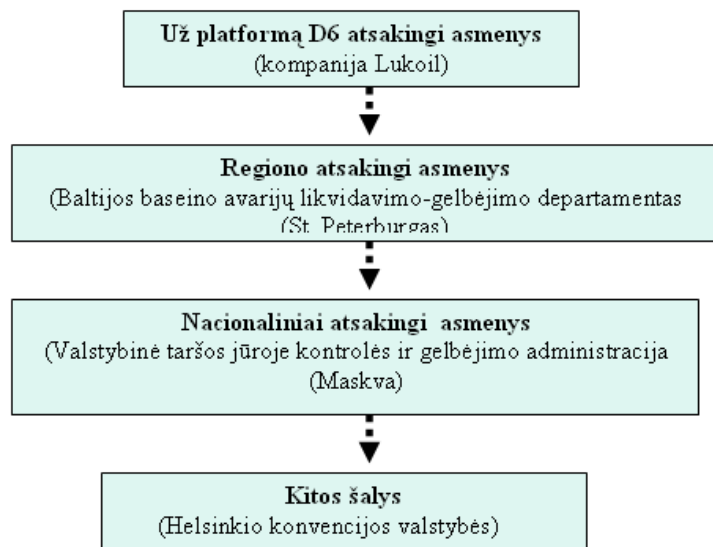
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasiruošimas reaguoti į nedidelius naftos išsiliejimus;</li> <li>• Kai kurių pažangių technologinių išsiliejimų prevencijos priemonių įdiegimas, kt.</li> </ul>	
Nustatytos papildomos pagrindinės įgyvendintinos poveikio sumažinimo ir kompensavimo priemonės	
<p><i>Poveikio aplinkai sumažinimo priemonės</i></p> <p>Pagerinti pasiruošimą ir reagavimą į vidutinius ir didelius naftos išsiliejimus. Tuo tikslu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siekiant išvengti gaisrų, supaprastinti pagalbos prašymo iš kaimyninių valstybių procedūras;</li> <li>• Vykdyti dvišales, daugiašales pratybas;</li> <li>• Abipusiškai nustatyti ir susitarti dėl jautrių jūros rajonų bei spręsti dėl nemechaninių reagavimo priemonių naudojimo.</li> </ul> <p>Nustatyti kompensavimo sistemą už:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taršos prevencijos ir valymo priemones/veiksnius (pagalbos išlaidų atlyginimas);</li> <li>• Žalą aplinkai (aplinkos atstatymo priemonės)</li> </ul> <p>Turėtų būti nustatyti taršos prevencinių priemonių išlaidų, žalos aplinkai įvertinimo principai ir procedūros bei kompensacinių ieškinių pripažinimo kriterijai</p>	<p><i>Socialinio poveikio sumažinimo priemonės</i></p> <p>Nustatyti tarša padarytos žalos kompensavimo sistemą jautrioms taršai socialinėms grupėms, tuo atveju, jei:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Padaroma žala turtui (iplaukų praradimas, žvejų pajamų netektis, kt.);</li> <li>• Padaromi ekonominiai nuostoliai žuvininkystei, žuvų perdirbimo sektoriui (natūralių ir auginamų žuvų išteklių užteršimas, žvejybos ribojimas);</li> <li>• Padaromi ekonominiai nuostoliai turizmo ir su juo susijusiems sektoriams (pelno netektis dėl turistų skaičiaus sumažėjimo, kt.)</li> </ul>

Vienas iš pagrindinių faktorių, lemiančių efektyvaus reagavimo į naftos išsiliejimus veiksmus yra kovos su tarša priemonių atstumas iki incidento vietos, nes tai lemia jų atvykimo ir likvidavimo veiksmų operatyvumą. Analizuojant reagavimo į naftos išsiliejimus



pajėgų geografinį išsidėstymą platformos D-6 atžvilgiu, akivaizdu, kad Klaipėdos uoste turimos LR nacionalinės kovos su nafta pajėgos ir įranga yra arčiausiai platformos ir, tuo pačiu, gali operatyviausiai reaguoti ir padėti likviduojant taršą (atvykimo laikas apie 2 val). Papildomos pagalbos iš Kaliningrado uosto galima sulaukti tik po 5-6 val, iš Gdynios (Lenkija) – po 6 valandų. St. Peterburge esantis specializuotas gelbėjimo ir išsiliejusios jūroje naftos surinkimo laivas ‘Jasnyi’ galėtų įsijungti į likvidavimo operacijas tik po 33 valandų).

Pagal tarptautinius reikalavimus kiekviena pajūrio valstybė paskiria nacionalines institucijas, atsakingas už pranešimų apie taršos incidentus Baltijos jūroje perdavimą/priėmimą iš kitų šalių bei pagalbos prašymą kovai su taršos incidentais. Rusijoje kompetentinga pagalbos prašymo ar jos suteikimo kovai su naftos išsiliejimais jūroje institucija yra Valstybinė taršos jūroje kontrolės ir gelbėjimo administracija-Gosmorspasslužba (Maskva). Įvykus žymesniam naftos išsiliejimui iš platformos įrenginių bei prireikus tarptautinės pagalbos, jos būtų prašoma pagal šią schemą:



Taigi, RF galiojanti pagalbos prašymo iš kitų Baltijos jūros valstybių (tame tarpe ir iš Lietuvos) sistema yra gana sudėtinga, su keletu etapų: kompanija Lukoil kreipiasi pagalbos į Baltijos baseino avarijų likvidavimo-gelbėjimo departamentą, šis į Valstybinę taršos jūroje kontrolės ir gelbėjimo administraciją (Maskva). Be to, pagal RF nustatytą tvarką šalies viduje, pagalbos prašoma raštu su pridėta apmokėjimo garantija. Todėl būtina supaprastinti kaip pagalbos prašymo iš Lietuvos, taip ir pranešimų apie taršos incidentus platformoje procedūras. Tai galima padaryti parengiant ir pasirašant dvišales LR ir RF sutartis ar reagavimo planus.

Tuo labiau, kad parengti tokius dvišalius susitarimus taip pat nurodoma ir neseniai priimtoje HELCOM rekomendacijoje “Dėl sub-regioninio bendradarbiavimo stiprinimo reagavimo srityje”, kuri įpareigoja Helsinkio konvencijos šalis „parengti dvišales ar daugiašales sutartis ir/ar reagavimo planus šalia jų sienų esantiems pagrindiniams rizikos rajonams ir/ar pavojingiems objektams, kur koordinuotos pastangos reikalingos užtikrinant adekvatų reagavimą į taršos incidentus“.

Kompensavimo tikslas yra kuo pilniau užtikrinti, kad asmenims, pažeidžiamoms grupėms, paliestiems D-6 projekto veikla, būtų atitinkamai kompensuojama. Kompensavimas turi laiduoti, kad sąlygų pablogėjimas dėl naftos gavybos veiklos būtų atstatytas ar pagerintas. Tai gali būti prarasto turto pakeitimas, negautų pajamų ar produkcijos kompensavimas ir kita.

Lentelėje nurodytos papildomos pagrindinės įgyvendintinos ekologinio ir socialinio poveikio sumažinimo ir kompensavimo priemonės iš esmės liečia du pagrindinius aspektus – tai glaudesnis dvišalis bendradarbiavimas siekiant efektyviau reaguoti į galimus naftos išsiliejimus bei tarša padarytos žalos atlyginimas. Žalos atlyginimas susijęs su aplinkai padarytos žalos atstatymo priemonėmis, reagavimo į taršos incidentą, pakrančių valymo išlaidomis bei tiesiogine ar netiesiogine žala ar nuostoliais, padarytais susijusioms socialinėms grupėms (galimi ekonominiai nuostoliai, žvejybos, turizmo ir kitam verslui, žala turtui).



Kai kuriais atvejais kompensavimo sistema yra sureguliuota ir sprendžiama tarptautiniu lygiu, kitais atvejais tam turi būti pasirengta/susitarta pagal konkretaus projekto specifiką. Pastarajam atvejui priskirtina ir naftos gavyba jūroje. Šios veiklos teršimu nafta padarytos žalos aplinkai bei susijusioms socialinėms grupėms civilinės atsakomybės ir kompensavimo mechanizmai nėra sureguliuoti tarptautiniu lygiu. Todėl šie klausimai turėtų būti aptarti ir sureguliuoti dvišaliais LR ir RF susitarimais.

Tuo atveju, jei dvišaliais sutarimais aukščiau minėti aspektai nebūtų aptarti, galimos šios neigiamos pasekmės:

- platformos D6 operatorius gali neapsidrausti ar nepasirūpinti kitomis pakankamomis finansinėmis garantijomis nuo naftos išsiliejimais padaromos žalos, turėdamas omenyje dideles kainas ir tai, kad taršos incidentas gali neįvykti;
- netikrumas kokia žalos/nuostolių rūšis turi būti pripažinta ir kompensuotina;
- netikrumas ar prevencijos, valymo ir kitos patirtos išlaidos bus kompensuojamos ar ne;
- reagavimo į taršos incidentą veiksmai gali būti pavėluoti dėl operatoriaus nenoro prašyti pagalbos iš kaimyninių valstybių (neaptartos pagalbos suteikimo kainos) ir kt.

Nors ir pagal Šiaurės jūroje įvykusių taršos incidentų statistiką apskaičiuota nedidelė naftos išsiliejimo iš naftos gavybos platformų tikimybė, tačiau įvykus ir nedideliame išsiliejime taršos likvidavimo ir padarytos žalos kaina gali būti didelė, ypač jautriame Kuršių nerijos rajone.

Pareiga kompensuoti žalą nustatyta ir Jūrų teisės konvencija, pagal kurią valstybės „užtikrina, kad būtų galima kreiptis dėl greitos ir adekvačios kompensacijos ar kitokio atlygimo dėl jų jurisdikcijai priklausančių fizinių ar juridinių asmenų teršimu jūros aplinkai padarytos žalos“, o taip pat nurodo, jog „siekiant užtikrinti greitą ir adekvatą kompensavimą dėl visos jūros aplinkai padarytos žalos, valstybės bendradarbiauja įgyvendindamos galiojančias tarptautinės teisės normas ir toliau plėtodamos tarptautinę teisę, reglamentuojančią atsakomybę, taip pat klausimais, susijusiais su

*žalos įvertinimu ir atlyginimu, bei kilusių ginčų sprendimu, o prireikus nustatant adekvataus žalos atlyginimo kriterijus ir procedūras, tokias kaip privalomasis draudimas ar kompensavimo fondai“ (235 str.).*

Taigi, pagal konvenciją RF turi užtikrinti, kad būtų galima teikti ieškinius kompanijai Lukoil ar jos draudėjui dėl adekvačios ir greitos kompensacijos bei bendradarbiauti su LR plėtodamos tarptautinę teisę atsakomybės, žalos įvertinimo ir atlyginimo klausimais bei sprendžiant kilusius ginčus, o prireikus, nustatant adekvataus žalos atlyginimo kriterijus ir procedūras.

*Vienodas tarša padarytos žalos/nuostolių sąvokų supratimas ir jų interpretacija yra viena svarbiausių sąlygų, kad jie būtų apmokėti, o tuo pačiu gerai veiktų reagavimo į taršą ir kompensavimo sistema.*

Pagal atliktą tarptautinių civilinės atsakomybės ir žalos aplinkai kompensacinių instrumentų analizę (Tarptautinės jūrų organizacijos konvencijos, reguliuojančios atsakomybę ir kompensavimą teršimo iš laivų atvejais), dvišaliame susitarime rekomenduotina taikyti šiose konvencijose priimtas taršos žalos sąvokas. Tuo būdu, kompensuotinių ieškinių kategorijos iš esmės apimtų visas žalos/nuostolių aplinkai ir socialinėms grupėms rūšis (taršos prevencinių priemonių ir valymo išlaidas, žalą turtui, ekonominius nuostolius žvejybos ir turizmo sektoriams bei aplinkos atstatymo priemones). Šis tarptautinis kompensavimo režimas, patvirtintas sėkmingu ir lygiaverčiu, šimtus milijonų dolerių žalos, padarytos naftos išsiliejimais iš tanklaivių, apmokėjimu daugeliui nukentėjusių. Didžioji dauguma kompensacijų buvo išmokėta be bylinėjimosi.

Kai kurios žalos įvertinimo nuostatos, ypač pažeistų gamtos išteklių ir (arba) pablogėjusių jų savybių (funkcijų) sugrąžinimo į pirminę būklę išlaidos, nustatytos ES direktyva 2004/35/ET dėl atsakomybės už aplinkos apsaugą siekiant išvengti žalos aplinkai ir ją ištaisyti, taip pat galėtų būti taikytinos.

Pagal preliminarią LR ir RF Vyriausybių susitarimo „Dėl bendradarbiavimo kovojant su Baltijos jūros teršimu nafta ir kitomis kenksmingomis medžiagomis“ projekto (2007 rugsėjo mėn. redakcija)

analizę galima teigti, kad jame nereguluoti siūlomi dvišalio bendradarbiavimo aspektai reaguojant į taršos incidentus bei kompensuojant tarša padarytus nuostolius:

- nenustatyta operatyvi pranešimų apie taršos incidentus platformoje bei pagalbos prašymo iš LR sistema (šiuo metu RF veikianti sudėtinga pagalbos prašymo iš kaimyninių valstybių sistema gali sukelti nepateisinamą vėlavimą avarijos atveju);

- nenustatytos tarša padarytos žalos sąvokos ir atlyginimo procedūros, įskaitant ir būtinas žalos aplinkai ištaisymo (atstatymo) priemonės;

- neužtikrinta, kad būtų galima kreiptis į platformos operatorių dėl greitos ir adekvačios kompensacijos ar kitokio žalos atlygimo (Jūrų teisės konvencijos 235.2 str.);

- nenustatyta šalių teismų kompetencija sprendžiant ginčus žalos nustatymo ir išieškojimo klausimais ir kt.

Dvišale sutartimi suregulavus tarša padarytos žalos sąvokas, bei pagal rizikos analizėje nustatytus taršos mastus būtų galima atlikti preliminarų žalos/nuostolių kainų įvertinimą. Platformos D-6 operatoriaus draudiminiai susitarimai ar kitokios finansinės garantijos turėtų atitikti minėto vertinimo žalos/nuostolių kainą.

#### Literatūra

Blažauskas N., Gulbinskas S., Langas V., D. Depellegrin, 2008. Kuršių nerija – UNESCO pasaulio paveldo dalis. Naftos transportavimo ir naftos gavybos ties Lietuvos pakrante pietryčių Baltijoje grėsmių socialinio – ekonominio poveikio įvertinimas.

LR ir RF ekspertų ataskaita, 2006 (rusų k.). D-6 platformos ekologinio poveikio Kuršių nerijai poprojektinis vertinimas.

IPIECA, 2004. Guide to Social Impact Assessment in the Oil and Gas Industry.

Interneto svetainės: <http://www.lukoil-kmn.com/>

## ICHTIOLOGINIŲ TYRIMŲ IR ALTERNATYVIŲ VERSLINĖS ŽVEJYBOS METODŲ VERTINIMO LIETUVOS PRIEKRANTĖJE REZULTATAI

Ložys L., Repečka R., Pūtys Ž.

Vilniaus Universiteto Ekologijos institutas, Akademijos g. 2, LT-08412 Vilnius, [lozys@ekoi.lt](mailto:lozys@ekoi.lt)

2005-2008 m. vykdant LIFE – NATURE projektą „Jūrinės saugomos teritorijos Rytinėje Baltijos jūroje“, pirmą kartą buvo atliktas išsamus žuvų bendrijų tyrimas Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje, atspindintis tiek šiaurinės, tiek pietinės priekrantės dalies žuvų bendrijų pasiskirstymo sezoninius ypatumus. Tyrimai vykdyti vieno mėnesio intervalais naudojant tris metodus, siekiant įvertinti įvairių dydžių žuvų ir amžinių grupių bendrijas: apgaudant statomais tinklais, bradinais ir analizuojant plėšrių žuvų mitybą. Pagrindinis šių tyrimų tikslas buvo žuvų rūšių, saugomų pagal Europos Tarybos (ET) direktyvą dėl natūralių buveinių ir laukinės faunos bei floros apsaugos (Buveinių direktyvą), pasiskirstymo Lietuvos priekrantėje įvertinimas. Tyrimo metu surinkta išsami informacija ne tik apie retų ir saugomų, bet ir apie verslinių žuvų pasiskirstymą, sezoninį gausumą ir migracijas. Atliekant lauko darbus, rastos net trys Lietuvoje naujos žuvų rūšys: juodasis grundalas (*Gobius niger*), jūrų buivolai (*Taurulus bubalis*) ir raudonasis jūrgaidis (*Aspitrigla cuculus*). Dalis retų žuvų rūšių nėra verslinės žvejojimo objektai, tačiau verslinė žvejojimo daro tam tikrą poveikį jų ištekliams dėl šių žuvų priegaudos versliniuose įrankiuose, siekiant sumažinti šį poveikį, reikalingas papildomas žvejų informavimas apie retas žuvų rūšis. Kai kurios pagal ET Buveinių direktyvą saugomos žuvų rūšys, tokios kaip perpelė (*Alosa fallax*) ir Baltijos sykas (*Coregonus lavaretus balticus*), yra verslinės žvejojimo objektai. Tyrimų metu nustatyta, jog pagrindinės perpelės santalkos stebimos nerštinės migracijos į Kuršių marias metu šiaurinėje pietinės Lietuvos priekrantės dalyje (11-15 žvejojimo baruose) balandžio – birželio mėnesiais; sykai tokių koncentruotų

nerštinių santalkų nesudaro, priekrantėje pasiskirstę tolygiau. Pagal šiuos stebėjimus, atsižvelgiant ir į gamtosauginius tikslus, ir į žvejų interesus, pasiūlytos atitinkamos žvejybos reguliavimo priemonės siekiant mažinti šių rūšių mirtingumą dėl verslinės žvejybos poveikio. Tai turėtų efektyviai sumažinti konfliktą tarp gamtosaugos ir verslinės žvejybos.

Kita projekto veikla, susijusi su versline žvejyba ir jos poveikiu saugomoms gyvūnų rūšims, buvo alternatyvių žvejybos įrankių išbandymas ir diegimas priekrantės verslinėje žvejyboje. Preliminarūs tyrimai atlikti iki šio projekto rodė, jog apie 10-15% žiemojančių paukščių žūva verslinės žvejybos įrankiuose, todėl šio poveikio mažinimas yra svarbus užtikrinti tinkamą paukščių, saugomų pagal ET Buveinių direktyvą, apsaugą. Projekto metu išbandyti ir perduoti žvejams naudoti dviejų rūšių alternatyvūs žvejybos įrankiai: ūdos ir strimelinės gaudyklės. Ūdų naudojimas galėtų sumažinti poveikį saugomoms paukščių rūšims menkių, gaudyklės – strimelių ir stintų žvejybos metu šaltuoju metų laikotarpiu. Pagal preliminarūs šios veiklos rezultatus ūdos yra efektyvus įrankis menkių žvejyboje, nekeliantis jokio pavojaus žiemojančioms paukščių ar saugomoms žuvų rūšims, leidžiantis išvengti ruonių daromų didelių nuostolių kitiems žvejybos įrankiams. Strimelinės gaudyklės efektyviai gaudo ne tik strimeles, bet ir stintas. Alternatyvūs žvejybos įrankiai taip pat leistų sumažinti neverslinio dydžio ir saugomų žuvų priegaudą. Tačiau yra ir eilė ribojančių veiksnių susijusių su šio įrankio naudojimu: audros bei iš Kuršių marių nešami ledai kelia pavojų šiems įrankiams, stebimi pirmi panašūs žvejybos gaudyklėmis ir ruonių konfliktai kaip ir Estijoje bei Latvijoje, kur šie įrankiai naudojami tradiciškai, o ruonių populiacijos yra gausesnės. Nežiūrint to, šį žvejybos įrankį teigiamai įvertino priekrantės žvejai, kurie jau investuoja savas lėšas į naujų įrankių gamybą. Tai leidžia teigti, jog šis žvejybos įrankis dėka LIFE-NATURE projekto veiklos turėtų prigyti priekrantės verslinėje žvejyboje Lietuvoje

## PAJŪRIO EKOSISTEMŲ RADIOAKTYVIOSIOS TARŠOS VERTINIMO SVARBA IR ILGALAIKIŲ TYRIMŲ REZULTATAI

**B. Lukšienė<sup>1</sup>, R. Morkūnienė<sup>2</sup>, R. Druteikienė<sup>1</sup>, R. Gvozdaitė<sup>1</sup>,  
A. Girgždys<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Fizikos institutas, Savanorių pr. 231, LT- 02300, Vilnius,  
[vena@ar.fi.lt](mailto:vena@ar.fi.lt)*

<sup>2</sup>*Branduolinės hidrofizikos mokslo laboratorija, Vilniaus Gedimino  
technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223, Vilnius*

Atmosfera, dirvožemis bei dugno nuosėdos yra pagrindiniai sandai, lemiantys gamtinės aplinkos radioekologinę būklę ir jonizuojančiosios spinduliuotės poveikį gamtinei aplinkai bei žmogui. Branduolinės energijos naudojimas nulėmė, kad buvo sukurti dideli kiekiai branduolinių skilimo produktų ir dalis iš jų pateko į gamtinę aplinką branduolinių bandymų ar reaktorių avarinių situacijų metu. Taigi, jau beveik nuo 1945 m., kai prasidėjo branduolinio ginklo bandymai, gamtinėje aplinkoje šalia gamtinių radionuklidų egzistuoja ir žmonių veiklos sukurti, t.y. dirbtiniai (technogeniniai) radionuklidai. Įvykus Černobylio AE avarijai 1986 m gamtinės aplinkos ekosistemos, ypatingai kai kuriose šiaurės pusrutulio šalyse, gavo didelį papildomą dirbtinių radionuklidų kiekį. Virš Lietuvos vakarinių ir pietvakarinių rajonų radioaktyvios oro masės nuo Černobylio praslinko 1986 m. balandžio 27-29 d., o balandžio 29-30 d. jos daugiausiai siekė pietrytinius, pietinius bei rytinius rajonus (Galvonaitė). Dažniausiai radionuklidai pirmiausia patenka į atmosferą, bet palyginti greitai iš jos pasišalina nusėdami ant žemės ir vandens paviršiaus. Černobylio branduolinės jėgainės avarijos metu buvo išmesti apie 70 PBq <sup>137</sup>Cs, kurie pasiskirstė po visą pasaulį (Bossew ir kt., 2001). Dėl antžeminių branduolinio ginklo bandymų iki 1978 m. apie 960 PBq <sup>137</sup>Cs ir 13 PBq <sup>239,240</sup>Pu pateko į atmosferą, o po to pasiskirstė gamtinėje aplinkoje (Bunzl and Kracke, 1988). Nors Černobylio avarijos metu buvo išmesti mažesni kiekiai

technogeninių radionuklidų negu antžeminių branduolinio ginklo bandymų metu, tačiau jų pasiskirstymas įvairiose pasaulio šalyse buvo labai nevienodas. Efektyviausiai radionuklidų iškritos iš atmosferos pasiekia žemės paviršių lyjant arba sningant, todėl priklausomai nuo meteorologinių sąlygų, atmosferos cirkuliacijos procesų ir kitų veiksnių, dirvožemio ir vandens telkinių paviršius buvo užterštas labai netolygiai. Štai, Austrijoje vidutinė bombinių iškritų vertė 1986 m. gegužės 1 d. buvo nustatyta  $2,3 \text{ kBq/m}^2$ , arba apytikriai aštuntadalis to, kas gauta po Černobylio avarijos ( $18,7 \text{ kBq/m}^2$ ) (Bossew ir kt., 2001). Dėl avarijos Černobylio branduolinėje jėgainėje į 80% Lenkijos teritorijos nusėdo  $\sim 5 \text{ kBq/m}^2$   $^{137}\text{Cs}$  (Królás ir kt., 1987).

Dirvožemyje ir dugno nuosėdose akumuliuojasi radionuklidai, kas sąlygoja, kad po branduolinių incidentų (branduolinio ginklo bandymai, Černobylio AE avarija ir pan.) šie sandai tampa ilgaamžių radionuklidų saugykla. Radioekologiniu ir radiaciniu-higieniniu požiūriu labai svarbūs yra dirvožemyje ir dugno nuosėdose susikaupiantys ilgaamžiai technogeniniai radionuklidai:  $^{137}\text{Cs}$  ( $T_{1/2}=30,07 \text{ m.}$ ),  $^{238}\text{Pu}$  ( $T_{1/2}=8,77 \times 10^1 \text{ m.}$ ),  $^{239}\text{Pu}$  ( $T_{1/2}=2,44 \times 10^4 \text{ m.}$ ),  $^{240}\text{Pu}$  ( $T_{1/2}=6,55 \times 10^3 \text{ m.}$ ) ir kt.

Plutonis, kaip sunkusis metalas, yra chemiškai toksiškas, bet tas efektas silpnas, palyginus su jo radiotoksiškumu (<http://nuclear-weapons.nm.ru/theory/plutonium.htm>). Plutonio alfa dalelės sukelia rimtą pavojų tada, kai jų šaltinis yra organizmo viduje.  $^{137}\text{Cs}$  yra išorinės apšvitos šaltinis arba, kaip kalio cheminis analogas, įsijungia į geobiologinį ciklą ir tokiu būdu gali patekti į žmogaus organizmą. Eksperimentai su skalikais parodė, kad kaulų vėžio atsiradimas nuo vienkartinės  $^{239}\text{Pu}$  skeleto dozės yra  $\sim 16$  kartų tikimesnis negu nuo tokios pat  $^{226}\text{Ra}$  dozės (Lloyd ir kt., 1994).

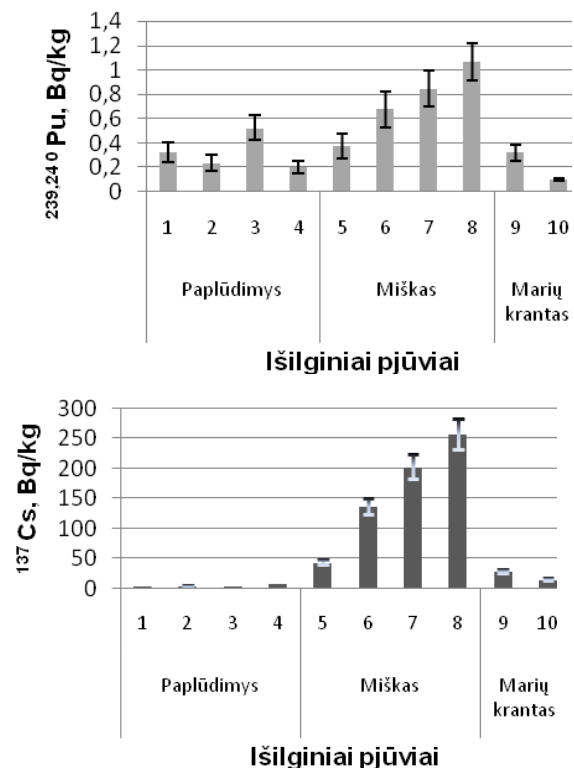
Sprendžiant radioaktyviosios taršos, radionuklidų elgsenos bei radiacinės saugos problemas yra būtini dirvožemio ir dugno nuosėdų tyrimai. Ilgalaikiai radioaktyviosios taršos tyrimai Baltijos pajūryje ties Juodkrante atlikti pagal Fizikos instituto Branduolinių ir aplinkos radioaktyvumo tyrimų laboratorijos ir Vilniaus Gedimino Technikos Universiteto Branduolinės fizikos mokslo laboratorijos bendradarbiavimo sutartį, vadovaujantis vien entuziazmu.

Šio darbo tikslas buvo pateikti  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{239}, ^{240}\text{Pu}$  savitojo aktyvumo erdvinį pasiskirstymą paplūdimio smėlio ir miško dirvožemio paviršiniame (0-5 cm) sluoksnyje Baltijos pajūrio zonoje ties Juodkrante ir kai kurias šių radionuklidų savitojo aktyvumo vertes Kuršių marių ir Baltijos jūros dugno nuosėdose.

Remiantis literatūros šaltiniais (Mažeika, 2002; Mitchel ir kt., 1990; Ibrahim ir kt., 1996; Duffa ir Renaud, 2001), ties Juodkrante buvo numatyta rinkti tik paviršinio (0-5cm) sluoksnio dirvožemio ėminius. Pirmiausiai dirvožemio ėminiai buvo paruošiami gama spektrometrinei analizei. Tokia analizė buvo atliekama didelės skiriamosios gebos (2 keV, efektyvumas 15 %) labai švaraus germanio (HPGe) gama spindulių spektrometrine sistema (C Canberra Industries, USA). (Morkūnienė ir kt., 2005). Atlikus gama spektrometrinius matavimus vykdomas bandinio pradinis paruošimas  $^{239}, ^{240}\text{Pu}$  radiocheminei analizei. Pu izotopų radiocheminė analizė pagrįsta elemento valentinių formų stabilizavimu vykstant redukcijos – oksidacijos reakcijoms ir Pu koncentravimu bei apvalymu, taikant jonų mainų chromatografijos metodą. Plonasluoksnis plutonio preparatas matuojamas Octete-Plus (ORTEC) alfa-spektrometru, skiriamoji geba 25-27 keV, matavimo efektyvumas - 25 %. (Lukšienė ir kt., 2006).

Fizikos institutas 1991 m. atliko radionuklidų savitojo aktyvumo pasiskirstymo Kuršių marių, Kauno marių bei Baltijos jūros rytinės dalies dugno nuosėdų tyrimus (Lukšienė ir kt., 1992). Pažymėtina, kad visų trijų vandens telkinių dugno nuosėdose be technogeninių  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}, ^{240}\text{Pu}$  buvo aptiktos ir nemažos (3,0-7,5 Bq/kg)  $^{134}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertės, kurios sietinos su Černobylio AE avarija. Dėl trumpaamžiškumo (pusėjimo trukmė  $\sim 2,3 \text{ m.}$ ) šis radionuklidas aplinkoje aptinkamas tik praėjus nedaug laiko po branduolinio įvykio. Butkus ir kt.(1992 m.) nustatė tokias minimalias ir maksimalias  $^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertes pajūrio ruože: Neringa (2,0 ir 382,0 Bq/kg), Palangos pliažas (2,0 ir 270,0 Bq/kg, Palangos miestas (7,0 ir 439,0 Bq/kg), Palanga-Šventoji (2,0 ir 416,0 Bq/kg).

Mūsų 2003 m. tyrimo rezultatų analizė parodė, kad ruože tarp Baltijos jūros ir Kuršių marių yra specifinis  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{239,240}\text{Pu}$  savitojo aktyvumo pasiskirstymas dirvožemio paviršiniame sluoksnyje (1 pav.).



**1 pav.**  $^{239,240}\text{Pu}$  ir  $^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vidutinių verčių pasiskirstymas 0-5cm dirvožemio sluoksnyje ties Juodkrante

$^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertės plažo smėlyje kito nuo  $2.8 \pm 0.3$  iki  $5.0 \pm 0.3$  Bq/kg, kopų smėlyje nuo  $2.6 \pm 0.3$  to  $11.2 \pm 1.2$  Bq/kg, su atitinkamai vidutinėmis vertėmis 4.0 ir 5.4 Bq/kg. Žymiai  $^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertės padidėjo ir dideli jų svyravimai įvairiuose rinkimo taškuose miške. Čia  $^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertės

įvairavo tarp  $10,1 \pm 1,1$  ir  $370,9 \pm 7,0$  Bq/kg, su vidutine  $146,7$  Bq/kg verte. Didžiausios  $^{137}\text{Cs}$  vertės nustatytos 7 ir 8 išilginuose pjūviuose, kur ėminiai rinkti pušynėliuose. Link Kuršių marių  $^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertės palaipsniui mažėjo nuo  $8.9 \pm 1.3$ - $24.2 \pm 1.6$  Bq/kg. Palyginus 1991 m. rezultatus su mūsų gautomis  $^{137}\text{Cs}$  savitojo aktyvumo vertėmis dirvožemio paviršiniame sluoksnyje ties Juodkrante 2003 m., t.y. po 12 metų, matyti, kad jos yra gana panašios. Taip pat akivaizdus yra  $^{239,240}\text{Pu}$  koncentracijų verčių skirtumas miško ir kranto plotuose (1 pav.). 50% miško viršutinio sluoksniu dirvožemio bandiniuose plutonio izotopų savitojo aktyvumo vertės daugiausia buvo tarp 0,11 – 0,60 Bq/kg, nors kai kuriuose ėminiuose jos siekė 0,60 – 0,90 Bq/kg. Kranto zonoje 70% surinktų bandinių plutonio koncentracijos vertės nuo 0,09 iki 0,3 Bq/kg.

Apibendrinant galima pabrėžti, kad Fizikos instituto bei VGTU taikomi metodai ir šiuolaikiška aparatūra bei patirtis leidžia įvertinti radionuklidų pasiskirstymą bei elgseną gamtinėse sistemose. Dabar, kai kaimyninės valstybės planuoja statyti branduolines jėgaines, kurios gali turėti įtakos Baltijos pajūrio vandens ir sausumos ekosistemų užterštumui radionuklidais, būtina tęsti svarbios mums rekreacinės zonos radioekologinės būklės tyrimus. Tačiau tam reikalingas vyriausybinių institucijų dėmesys ir finansinė parama, kadangi atliekami ilgalaikiai radionuklidų aktyvumo pasiskirstymo bei elgsenos gamtinėje aplinkoje tyrimai yra labai reikšmingi nustatant galimas jonizuojančiosios spinduliuotės sąlygotus padarinius ir su tuo susijusią riziką.

#### Literatūra:

- Bossew P., Ditto M., Falkner T., Henrich E., Kienzl K., Rappelsberger U. (2001). Contamination of Austrian soil with caesium-137. *J. Environ. Radioactivity*, 55, 2 (2001), 187-194.
- Bunzl K., Kracke W. (1988). Cumulative deposition of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  and  $^{241}\text{Am}$  from global fallout in soils from forest, grassland and arable land in Bavaria (FRG). *J. Environ. Radioactivity*, 8 (1988) 1-14.



Duffa C., Renaud P. (2005).  $^{238}\text{Pu}$  and  $^{239+240}\text{Pu}$  inventory and distribution through the lower Rhone valley terrestrial environment (Southern France). *Sci Total Environ* 348 (2005) 164-172.

Галвонайте А. (1989). Анализ метеорологических условий в Литве после аварии на Чернобыльской АЭС. *Физика атмосферы, Вильнюс*, 1989, 14, с. 11-19.

Ibrahim S.A., Schierman M.J., Whicker F.W. (1996). Comparative distribution of  $^{241}\text{Am}$  and  $^{239,240}\text{Pu}$  in soils around the Rocky Flats Environmental Technology Site. *Health Phys.* 70, 520-526.

Królas K., Kubala M., Ścieżor T. (1987). Ground deposition of long-lived gamma emitters in Poland from the Chernobyl accident. *Acta Physica Polonica*, B18, 12, 1179-1186.

Lloyd R.D., Miller S.C., Taylor G.N., Bruenger F.W., Jee W.S.S., Angus W. (1994). Relative effectiveness of  $^{239}\text{Pu}$  and some other internal emitters for bone cancer induction in beagles. *Health Physics*, 67-4 (1994), 346-411.

Lukšienė B., Druteikienė R., Gvozdaitė R., Gudelis A. (2006). Comparative analysis of  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{40}\text{K}$  spatial distributions in top soil layer at the Baltic coast. *J Environ Radioactivity*, 87, 3, 305-314.

Mažeika. J. (2002). Radionuclides in geoenvironment in Lithuania. Monograph, Vilnius.

Mitchel P.I., Sanchez-Cabeza J.A., Ryan T.P., McGarry A.T., Vidal-Quadras A. (1990). Preliminary estimates of cumulative cesium and plutonium deposition in the Irish terrestrial environment. *J. Radioanal. Nucl Chem*, 138, 241-256.

Morkūnienė R., Valuntaitė V., Girgždys A., Astrauskienė N. (2005).  $^{137}\text{Cs}$  contamination and its vertical distribution in the Curonian Spit soil. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 2005, Vol XIII, No 3, 121-125.

## $^{137}\text{Cs}$ AKUMULIACIJA IR SKLAIDA NEMUNO UPĖS IR KURŠIŲ MARIŲ DUGNO NUOSĖDOSE

**Danutė Marčiulionienė<sup>1</sup>, Jonas Mažeika<sup>2</sup>, Ričardas Paškauskas<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> *Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406, Vilnius, [radeko@ar.fi.lt](mailto:radeko@ar.fi.lt)*

<sup>2</sup> *Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos 13, LT-03223, Vilnius*

<sup>3</sup> *KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda*

Augant elektros energijos poreikiams Baltijos regione, greitai laiku, matyt, bus įgyvendinami dažnai minimi atominių elektrinių prie Neries ir Nemuno upių Baltarusijoje ir Kaliningrado srityje projektai. Šių, Lietuvai svarbių upių baseinų radioekologinės ir ekotoksikologinės būklės įvertinimas iki jėginių statybos pradžios tampa ypač aktualus. Tam būtini detalūs radionuklidų sklaidos bei akumuliacijos Nemuno upės ir Kuršių marių abiotiniuose ir biotiniuose komponentuose tyrimai, įvertinant ekologinę ir ekotoksikologinę šių telkinių būklę, apsprendžiančią ir radionuklidų sklaidą. Nors pavieniai Kuršių marių radioekologiniai tyrimai buvo vykdomi jau nuo 1978 m., nustatant  $^{90}\text{Sr}$  aktyvumo koncentracijas baseino telkinių vandenyje, dugno nuosėdose ir vandens augaluose (Душаускене-Дуж, 1978; Dušauskienė-Duž, 1991), tačiau detalesnės analizės stanga.

Išsamesni Nemuno vandens ir dugno nuosėdų radioekologiniai tyrimai buvo vykdomi po Černobylio AE avarijos, nes Baltarusijoje, Nemuno ir Neries aukštupyje, susiformavo padidintos  $^{137}\text{Cs}$  ir  $^{90}\text{Sr}$  aktyvumo koncentracijos. Todėl Nemuno – Neris vandens sistema tapo šių radionuklidų transporto arterija link Kuršių marių ir Baltijos jūros (Butkus ir kt., 1999).  $^{137}\text{Cs}$  balanso Nemune tyrimai parodė, kad per Baltarusijos sieną su Nemuno – Neris vandenimis į Lietuvą buvo atnešta apie 137 MBq  $^{137}\text{Cs}$  iš kurio 85 MBq pateko į Kuršių marias (Tarasiukas, Špirkauskaitė, 1998).

Buvo nustatyta, kad iš Baltarusijos nešamas  $^{137}\text{Cs}$  akumuliuojasi Nemuno dugno nuosėdose. 1991 m. atlikti tyrimai parodė, kad  $^{137}\text{Cs}$  sklaidą ir akumuliaciją Nemuno dugno nuosėdose sąlygoja jų tipas, todėl barjerinės  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacijos zonos gali būti siejamos su dugno nuosėdų frakcijomis (Špirkauskaitė ir kt., 1992; Lukšienė ir kt., 1992). Nurodoma, jog tinkamiausios sąlygos  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacinių zonų susidarymui sietinos su srovės greičio sumažėjimu, didele suspenduotų dalelių koncentracija, jų buvimo vandens masėje trukmės mažėjimu bei palankiomis sąlygomis dalelių nusėdimui į dugno nuosėdas.

Patekusį į vandens baseiną biologiškai aktyvų  $^{137}\text{Cs}$  gali lengvai įsisavinti ir įvairūs hidrobiontai. 1999 m. atlikti  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacijos Nemuno upės hidrobiontuose tyrimai parodė, kad  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija moliuskuose ir žuvyse nepriklauso nuo šio radionuklido aktyvumo koncentracijos dugno nuosėdose (Marčiulionienė, Kiponas, 2000), nes šio radionuklido akumuliacijos hidrobiontuose pagrindinis šaltinis yra vanduo. Nustatyta, kad Nemuno upėje pagrindinį vaidmenį  $^{137}\text{Cs}$  sklaidoje vaidina dugno nuosėdos, kuriuose akumuliuojasi iki 86 %, o moliuskuose ir žuvyse tik 14 % šio radionuklido. Tačiau įvairių aplinkos veiksnių, taip pat ir antropogeninių, poveikyje, mažėjant  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacijai dugno nuosėdose ir didėjant jo kiekiui vandenyje taip pat gali didėti ir šio radionuklido akumuliacija hidrobiontuose.

Apie tai, kad mažėjant  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacijai dugno nuosėdose gali didėti jo kiekis vandenyje liudija šio radionuklido aktyvumo koncentracijų vidutinės vertės, nustatytos 2007 m. Aplinkos apsaugos agentūros, vykdant valstybinį upių monitoringą. Gauti duomenys rodo, kad  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija dugno nuosėdose Nemune aukščiau Druskininkų (6,14 Bq/kg) buvo 5,3 karto didesnė negu ties Skirvyte aukščiau Rusnės (1,16 Bq/kg), tuo tarpu vandenyje buvo priešingai – šio radionuklido koncentracija ties Skirvyte aukščiau Rusnės (1,18 Bq/m<sup>3</sup>) buvo didesnė 4,7 karto negu aukščiau Druskininkų (0,25 Bq/m<sup>3</sup>).

Šio darbo tikslas – apibendrinti  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijų duomenis, nustatytus dugno nuosėdose 1999 m. Nemune ir 2002–03

m. Kuršių mariose, įvertinant šio radionuklido sklaidą ir akumuliaciją nuosėdose bei išryškinant  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacines zonas šiuose vandens telkiniuose.

Nemuno upėje dugno nuosėdų mėginiai buvo surinkti priekrantės zonose ties Liškiava, Merkine, Kapitoniškėmis (Kauno marios), Kulautuva ir Rusne 1999 m. liepos mėn. Surinkti mėginiai buvo džiovinami 45°C iki orasausės masės, po to deginami 400°C temperatūroje. Taip pat buvo nustatoma kokią dugno nuosėdų dalį sudaro organinės medžiagos.  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija mėginiuose buvo matuojama 25 mm aukščio, 70 mm skersmens indeliuose  $\gamma$ -spektrometru su n tipo gryno germanio (HPGe) koaksialiuoju detektoriumi, turinčiu 0,5 mm storio berilio langą. Detektoriaus santykinis efektyvumas – 33 %, o skyra – 1,72 keV.

Dvi nuosėdų kolonėlės paimtos 2003 m. liepos mėn. Kuršių mariose Niemisto gravitaciniu vamzdžiu. Kolonėlė KM03-01C paimta ties Preila (55°22'12"/21°05'11"), kolonėlė KM03-02C paimta ties Nida (55°16'51"/21°00'46"). Kolonėlėse  $^{137}\text{Cs}$  tirtas gama spektrometru su puslaidininkiniu detektoriumi GWL-170230-S, kurio energinė skyra 1333 keV linijos atžvilgiu yra 2,05 keV, 2 cm<sup>3</sup> matavimų geometrijai 662 keV ( $^{137}\text{Cs}$ ) energijos gama kvantų registravimo efektyvumas buvo 16,3% (Gudelis ir kt., 2000). 2003 ir 2003 m. surinkta 18 pavienių dugno nuosėdų mėginių, kurie tirti scintiliaciniu gama spektrometru.

Atliktų tyrimų duomenys rodo, kad didžiausia  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija dugno nuosėdose buvo ties Kulautuva (50 Bq/kg). Šios zonos dugno nuosėdose vyksta intensyviausi organinių medžiagų destrukcijos procesai bei nustatytas didžiausias ištirpusių organinių medžiagų kiekis (Aplinkos teršalų ekologinių efektų prognozavimas, 1999). Ties Liškiava  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija dugno nuosėdose (23 Bq/kg) buvo 2,2 karto mažesnė nei ties Kulautuva. Mažiausios  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijų vertės, kurios tarpusavyje mažai skyrėsi, nustatytos ties Merkine, Kapitoniškėmis ir Rusne (atitinkamai 7,1; 5,2 ir 7,3 Bq/kg).  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija dugno nuosėdose, kurių mechaninę sudėtį sudarė smulkiadispersinis smėlis su

skirtingomis detrito ir organinių dumblo priemaišomis, priklausomybė nuo organinės medžiagos kiekio neišryškėjo ( $r=0,38$ ).

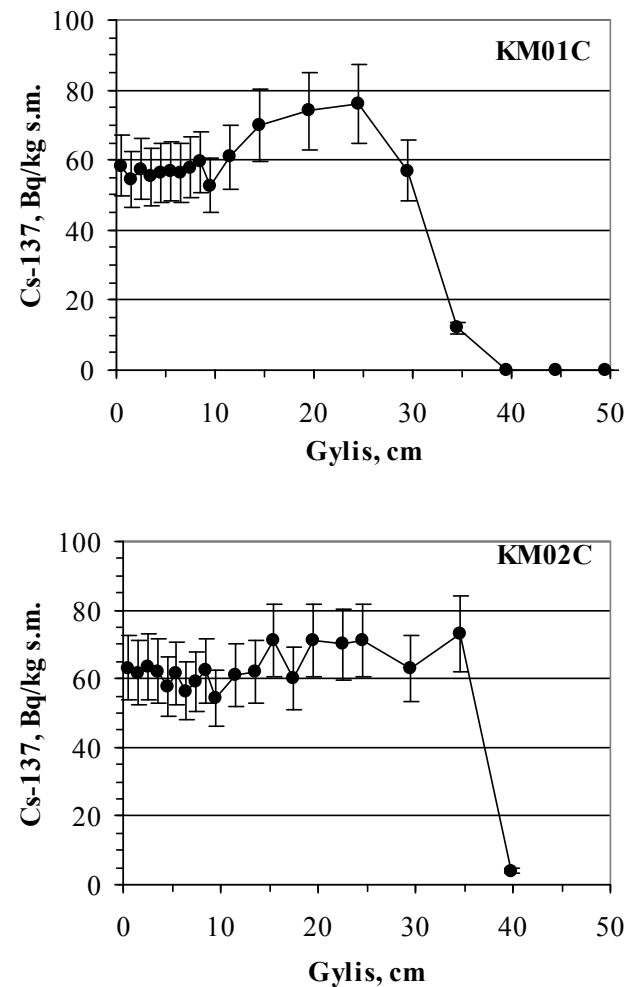
$^{137}\text{Cs}$  akumuliacijos Nemuno baseino skirtingų zonų dugno nuosėdose lygius galėjo nulemti daug veiksnių: dugno nuosėdose ištirpusių organinių medžiagų kiekis, organinių medžiagų destrukcijos ir mineralizacijos procesų intensyvumas, taip pat tirtų priekrantės zonų nevienodas eutrofizacijos lygis bei kiti hidrocheminių ir hidrobiologinių parametrų skirtumai. Gauti duomenys rodo, kad  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija dugno nuosėdose buvo padidinta ties Liškiava, esančia arčiausiai prie Baltarusijos. Išryškėjo ir šio radionuklido padidėjusio kaupimo dugno nuosėdose zona ties Kulautuva.

Kuršių mariose didžiausia  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija (apie 104 Bq/kg) dugno nuosėdose buvo į šiaurę nuo Pervalkos smulkiame aleuritiniame dumble. Šiek tiek mažesnė  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija (60-80 Bq/kg) buvo viršutinėje kolonėlių dalyje (1 pav.) taip pat smulkiadispersiniame dumble. Didžioji dalis  $^{137}\text{Cs}$  pasiskirsčiusi 30-35 cm storio dugno nuosėdų sluoksnyje.

Kolonėlėje KM03-01C žymus Černobylio AE avarijos  $^{137}\text{Cs}$  indėlis, o kolonėlėje KM03-02C – turėtų būti abiejų šaltinių (bombų sprogdinimų ir Černobylio AE)  $^{137}\text{Cs}$ .

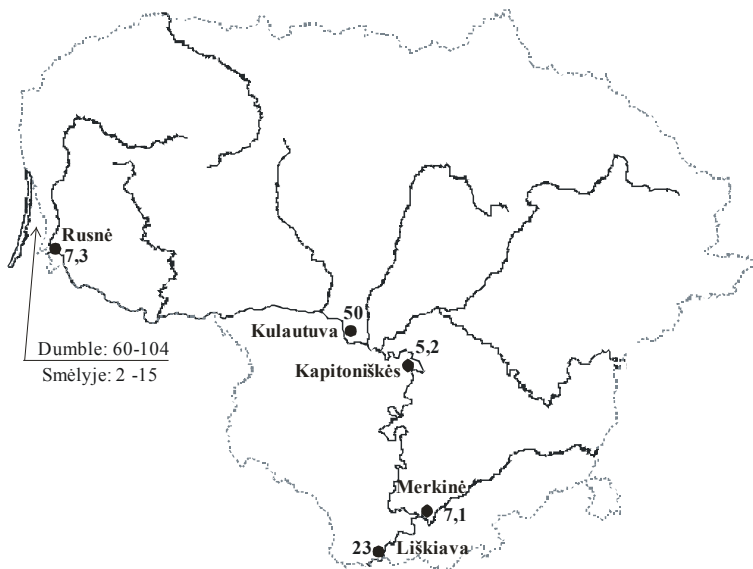
Smėlingose dugno nuosėdose  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija buvo žymiai mažesnė: pagal 2002 m. duomenis kito nuo 5 iki 15 Bq/kg, o pagal 2003 m. duomenis – nuo 2 iki 12 Bq/kg. Kai kuriuose smėlio mėginiuose  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracija buvo arti nustatymo ribos.

Lyginant su Nemuno upės dugno nuosėdomis, Kuršių marioms būdingos didesnės akumuliacinių procesų nulemtos  $^{137}\text{Cs}$  aktyvumo koncentracijos (pav. 2).



1 pav.  $^{137}\text{Cs}$  pasiskirstymas dugno nuosėdose su gyliu.





**2 pav.**  $^{137}\text{Cs}$  pasiskirstymas dugno nuosėdose ( $\text{Bq/kg s.s.}$ ) Nemune ir Kuršių mariose.

#### Literatūra:

Aplinkos apsaugos agentūros 2007 m. ataskaita. Valstybinis upių monitoringas. <http://aaa.am.lt/VI/index.php#a/3823>.

Aplinkos taršos ekologinių efektų prognozavimas. Mokslinė ataskaita, Vilnius, 1999:1-140.

Butkus D., Lebedytė M., Lukšienė B., Stelingis K., Šalavėjus S., Špirkauskaitė N., Tarasiuk N., Lujanas V., Girgždys A. 1999: Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste. Vilnius: 144-160.

Dušauskienė-Duž R. 1991: Radiacinė situacija Kauno mariose. Kauno marių kompleksiniai tyrimai iki HAE poveikio. Acta hydrobiologica Lituanica, Mokslas, Vilnius: 9: 19-30.

Gudelis A., Remeikis V., Plukis A., Lukauskas D. Efficiency calibration of HPGe detectors for measuring environmental samples. *Envir. and Chem. Physics*, 2000, 22, 3-4, 117-125.

Lukšienė B., Tarasiuk N., Šalavėjus S., Špirkauskaitė N., Lujanienė G., Lujanas V., Šukytė I. 1992: Radionuklidų migracijos ir kaupimasi Kuršių marių, Kauno marių ir Baltijos jūros rytinės dalies ekosistemose tyrimai. Lietuvos užterštumas radionuklidais ir jo pasekmės. Seminaro pranešimai, „Academia“, Vilnius: 100–106.

Marčiulionienė D., Kiponas D. 2000:  $^{137}\text{Cs}$  akumuliacija abiotiniuose ir biotiniuose Nemuno baseino komponentuose. Sveikatos aplinka, priedas 3: 47-51.

Špirkauskaitė N., Tarasiuk N., Lukšienė B., Stelingis K., Šalavėjus S. 1992: Vandens arterijos „Nemunas-Kuršių marios-Baltijos jūra“ apšalymo nuo radionuklidų mechanizmų tyrimas. Lietuvos užterštumas radionuklidais ir jo pasekmės. Seminaro pranešimai, „Academia“, Vilnius: 95-100.

Tarasiuk N., Špirkauskaitė N. 1998: Cesium-137 Seasonal balance in the Nemunas River, Lithuania. *Proceeding of the Latvian Academy of Sciences*, 52: 113-115.

Душаускене-Дуж Р.Ф. 1978: Уровни накопления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{210}\text{Pb}$  растительными организмами и грунтами дна в северной части залива Куршю Марёс. Физиолого-биохимические основы развития планктонных организмов в северной части залива Куршю Марёс. Vilnius: 244-255.

## INVAZINĖS RŪŠIES *DREISSENA POLYMORPHA* PLITIMAS IR BIOLOGINĖS TARŠOS NUSTATYMAS

Aleksas Narščius, Rasa Bukontaitė

KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,  
H. Manto 84, LT-92294 Klaipėda, [aleksas@corpi.ku.lt](mailto:aleksas@corpi.ku.lt),  
[rasa@corpi.ku.lt](mailto:rasa@corpi.ku.lt)

Populiarus biologinės invazijos pavyzdys – rūšių introdukcija su balastiniais vandenimis. Balastiniai vandenys, kurie dažniausiai laikomi laivo tankuose tarp triumų sienų, gali pervežti didelį kiekį organizmų. Sėkmingu šių organizmų introdukcijos atveju, sukeliama įvairūs ekologiniai, socialiniai ir ekonominiai padariniai. Pastarieji padariniai tarpusavyje glaudžiai susiję, tad būtina ne tik fiksuoti invazinių rūšių plitimo kelius, bet ir įvertinti biologinę taršą.

Vienas iš daugelio invazijos rūšių pavyzdžių yra *Dreissena polymorpha* – dvigeldis moliuskas, kuris įtrauktas į „100 of the World's Worst Invasive Alien Species“ sąrašą. Šis moliuskas kilęs Kaspijos jūroje prieš 68–63 milijonus metų (Gelembiuk et al., 2006). Manoma, kad ši invazinė rūšis pasiekė Vakarinę Europą XIX amžiaus pradžioje, kada buvo pradėti kasti vandens kanalai. *Dreissena polymorpha* iš Kaspijos ir Juodosios jūros skverbėsi Dnepro upe, Oginskij kanalu (1804 m) į Nemuną, iš kurio pateko į Kuršių marias bei į Baltijos jūrą. Taip pat manoma, kad *Dreissena polymorpha* galėjo išplisti ir Volgos upe ir jos intakais, sukeldama ne tik biologines, ekologines, bet ir technines, ekonomines problemas.

Dėl didelio produktyvumo ir gebėjimo pratęsti planktoninės lervos stadiją *Dreissena polymorpha* išplito Centrinėje ir Vakarinėje Europoje, Šiaurės-vakarų Rusijoje, Šiaurinėje Skandinavijos dalyje, Britanijoje, Airijoje ir Šiaurės Amerikoje (Gollasch et al. 1996). Šiuo metu manoma, kad ši invazinė rūšis plečia savo arealus į Rytų Europą, link Vakarų Azijos, bei į Šiaurės Europą (Mackie et al. 1989).

*Dreissena polymorpha* turi aukštą potencialą lengvai adaptuotis prie ekstremalių aplinkos sąlygų dėl didelio alelių dažnio,

kuris lemia šios rūšies polimorfizmą – tai reikškinys, kai organizmų rūšis ar populiacija yra susiskirsčiusi į individų grupes, kurios ryškiai skiriasi viena nuo kitos savo morfologiniais, fiziologiniais požymiais (Mills et al. 1996). Šis reikškinys leidžia ne tik lengvai adaptuotis prie naujos aplinkos, bet ir padeda smarkiai išplėsti rūšies arealą, kitų vietinių rūšių sąskaita.

Projekto CABI Invasive Species Compendium vykdymo metu duomenys apie *Dreissena polymorpha* ir kitų invazinių rūšių paplitimą renkami remiantis literatūros šaltiniais ir yra registruojami specialioje lentelėje (1 lentelė).

1 lentelė. *D. polymorpha* paplitimas (ištrauka)

Šalis/R egionas	Duomenų šaltinis	Esamas paplitimas	(P) vietinės (E) svetima Introdukci jos metai	Paplitimas (P) esama (W) plačiai paplitusi (L) lokalizuota	Invazinė? (Y) taip (N) ne ? nežinoma	Pastabos
Kroatija	Lajtner J. et al., 2005	w	E (1991)	L	y	2002 dreisena buvo aptikta Jarun ežere, Kroatijos sostinėje Zagreb, bei upėse Sava, Drina ir Bosut.
Čekijos Respub lika	Blažka F. 1893		E (1890- 1890)	L	Y	Pirmą kartą pastebėta Elbe ežere.
Danija	Morton B.S., 1979	W	E(1840/4 3)	L	Y	Pirmą kartą aptikta Kopenhagoje
Latvija	Olenin S. et al., 1999	W	E(1801- 1900)	W	Y	1996 m rasta Rygos įlankoje.
Lietuva	Olenin S., 2005	W	E(1801- 1810)	W	Y	Pirmą kartą aptikta Kuršių mariose. Dabar aptinkama visose didžiuosiuose ežeruose.

Dabartinis paplitimas: **(P)** esama, nėra daugio informacijos; **(W)** plačiai paplitusi; **(L)** lokalizuota; **(O)** esama, pastebėta keliuose vietose; **(C)** esama, kultivuojant.

Nebuvimas: **(D)** pastebėta praeityje, tačiau dabar nebėra; **(E)** išnaikinta; **(I)** nėra, sustabdytas plitimas; **(J)** nepagrįsti duomenys; **(K)** nepatikimi duomenys.

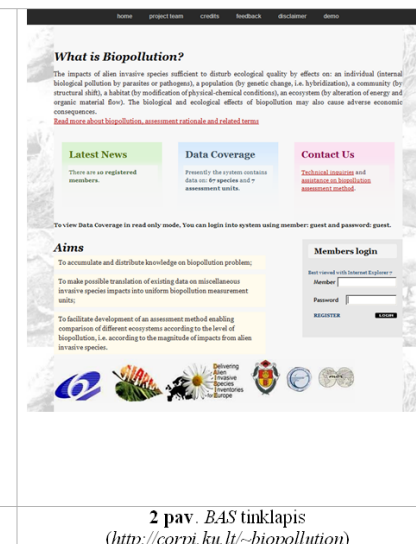
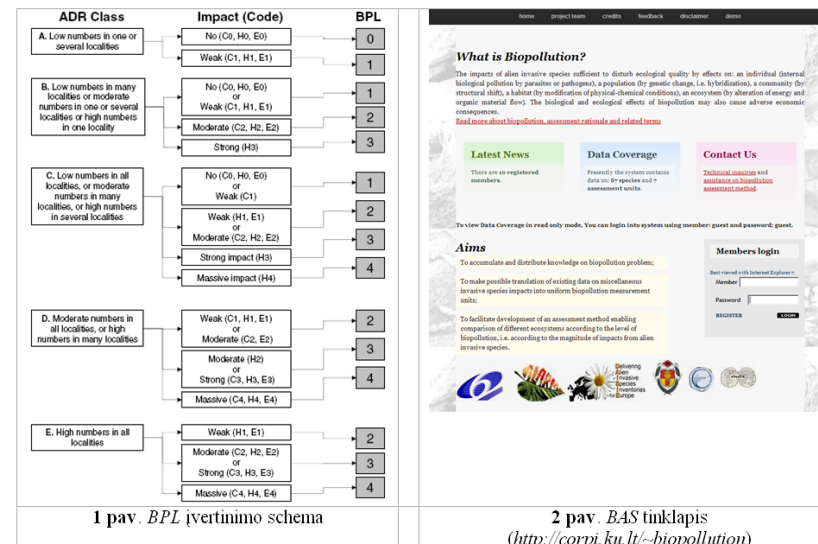
Klaipėdos Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo instituto mokslininkai ne tik stebi, fiksuoja *Dreissena polymorpha* bei kitų invazinių rūšių paplitimą, bet ir kuria sistemą, kurios pagalba galima nustatyti nevietinių rūšių biologinės taršos lygį įvairiuose pasaulio

regionuose. 2007 m. šio instituto mokslininkai Sergej Olenin, Darius Daunys ir tarptautinės mokslininkų bendruomenės atstovas Dan Minchin publikavo straipsnį *Assessment of biopollution in aquatic ecosystems* (Marine Pollution Bulletin, 55 (2007) 379–394). Šiame straipsnyje pristatomas metodas, leidžiantis atlikti biologinės taršos vertinimą, kuris pagrįstas gausumo ir paplitimo nustatymu, poveikio vietinėms rūšims, buveinėms ir ekosistemai įvertinimu. Pagal pateiktą eksperto nuomonę nustatomas biologinės taršos lygis (sutr. BPL). 1 pav. pateikta autorių siūloma BPL įvertinimo struktūrinė schema (Olenin S et al. 2007). Tiriamos teritorijos ir pasirinkto laiko periodo BPL įvertinimas vykdomas nuosekliai pagal pateiktus etapus:

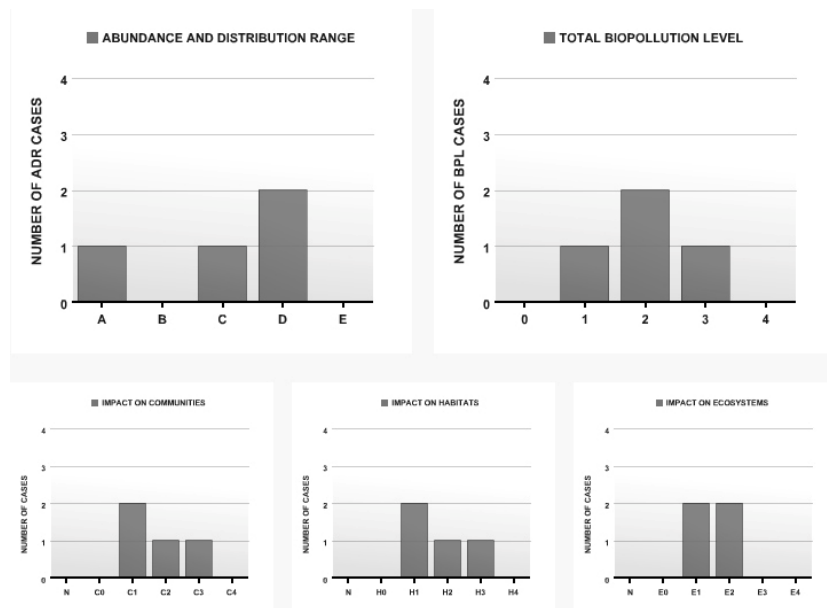
- invazinių rūšių kiekio įvertinimas;
- invazinių rūšių paplitimo įvertinimas;
- invazinių rūšių paplitimo ir kiekio integravimas;
- invazinių rūšių poveikio bendrijoms,
- buveinėms ir ekosistemoms įvertinimas;
- invazinių rūšių poveikio ir paplitimo/kiekio integravimas;
- BPL nustatymas.

Šioje schemoje BPL nustatymas priklauso nuo ekspertinės nuomonės ir iš anksti suformuoto loginio JEIGU-TAI taisyklių rinkinio, t.y. taikomas nuoseklus skaičiavimo algoritmas. Kol kas nėra alternatyvaus metodo, kuriuo remiantis būtų galima formaliai vertinti biologinę taršą.

Projekto EU Framework 6 Integrated Project 506675 ALARM „Assessing Large-scale environmental risks with tested methods“ vykdymo metu suformuota darbo grupė (S.Olenin, D.Daunys, D.Minchin, A.Narščius, K.Bružas) pagal pateiktą schemą (1 pav.) realizavo biologinės taršos vertinimo sistemos prototipą (*Biopollution Assessment System*, sutr. BAS), kuris prieinamas internetu (<http://corpi.ku.lt/~biopollution>, 2 pav.).



Šiuo metu biologinės taršos vertinimo sistemoje intensyviai kaupiami duomenys apie *Dreissena polymorpha* ir kitas invazines rūšis įvairiuose pasaulio regionuose tam tikrais laiko periodais. 3 pav. pateiktas ataskaitos fragmentas, rodantis skirtingą invazinės rūšies *Dreissena polymorpha* poveikį bendrijoms, buveinėms ir ekosistemoms, bei galutinį biologinės taršos vertinimą stebėtoms teritorijoms tam tikrais laiko intervalais. Pastarieji duomenys leidžia vienos invazinės rūšies poveikį lyginti skirtinguose regionuose, skirtingais laiko periodais, lyginti su kitų invazinių rūšių poveikiais, bei nustatyti biologinės taršos įvertinimą.



3 pav. *D. polymorpha* bioginēs taršos vertinimo ataskaitos fragmentas

## Literatūra

Blažka, F. (1893). "Do Čech zavlečená slávka: *Dreissena polymorpha* Pall" (in Czech). *Vesmír* 22 (15): 177–178.

Gelembiuk, G. W., May, G. M. and Carol Eunmi Lee. (2006). Phylogeography and systematics of zebra mussels and related species. *Molecular Ecology* 15:1033-1050

Gollasch, S. and Leppakoski, E. (1996). Initial risk assessment of Alien species in Nordic Coastal waters. Nordic Council of ministers, Copenhagen

Lajtner, J., Klobucar, G., Maguire, I., Lucic, A (2005). They came from the Danube River - History and present status of *Dreissena polymorpha* and *Orconectes limosus* in Croatia. IUCN Invasive Species Specialists Group, 2005. 46.

Maukie, G. L., Gibbons, W.N., Muncaster, B.W. and Gray, I. M.(1989). The zebra mussel, *Dreissena polymorpha*: a synthesis of European experiences and a preview for North America. Toronto: Queens Printer for Ontario

Mills, E. L., G. Rosenberg, A. P. Spidle, M. Ludyanskiy, Y. Pligin, and B. May. (1996). A review of the biology and ecology of the quaga mussel (*Dreissena bubensis*), a second species of freshwater Dreissenid introduced to North America. *Amer.Zool.*36:271-286

Morton B.S.,1979. Studies on the biology of *Dreissena polymorpha* (Pallas): Population dynamics. *Proceedings of the Malacological Society of London* 38: 471-482

Olenin S, Minchin D, Daunys D. Assessment of biopollution in aquatic ecosystems. *Marine pollution bulletin*, 55 (7-9), 2007, p. 379 - 394.

Olenin S, Orlova M, Minchin D, 1999. *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). In: Gollasch S, Minchin D, Rosenthal H, Voigt M, eds. Case histories on introduced species: their general biology, distribution, range expansion and impact. Logos-Verlag Berlin, 37-42.

Olenin S., 2005. Invasive aquatic species in the Baltic states. Klaipėda University.

## KLIMATO KAITA: ORO TEMPERATŪROS IR KRITULIŲ POKYČIAI NIDOJE

Judita Navašinskienė<sup>1,2</sup>, Inga Dailidienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hidrometeorologijos tarnyba, [juditana@takas.lt](mailto:juditana@takas.lt)

<sup>2</sup>Geofizinių mokslų katedra, Klaipėdos universitetas, H. Manto 84,  
LT-92294 Klaipėda

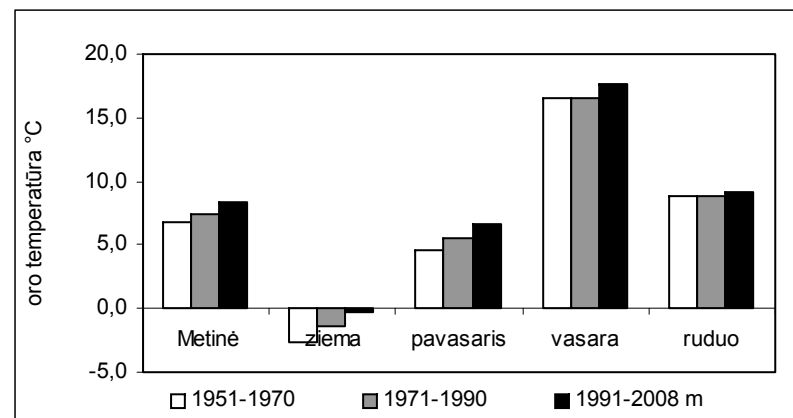
Klimato ekspertai visame pasaulyje teigia, kad klimatas keičiasi, vyksta globalinis atšilimas – oro temperatūra kyla, mažėja leduotumas, didėja ekstremalių reiškinių dažnis. Oro temperatūros augimas ir ekstremalių reiškinių intensyvumas skiriasi ne tik įvairiose Žemės rutulio vietose, bet ir Europos regionuose. O pagal įvairias klimatinės prognozes Baltijos jūra patenka į regioną, kur numatomi didžiausi klimato pokyčiai.

Baltijos jūros ir Kuršių marių kranto ir priekrantės ekologinės sistemos labai jautrios klimato kaitos pokyčiams. Darbe analizuojama oro temperatūros ir kritulių klimatinė kaita 1951–2008 m. laikotarpiu, naudojant Hidrometeorologijos tarnybos prie Lietuvos aplinkos ministerijos archyvinis Nidos meteorologinės stoties duomenis.

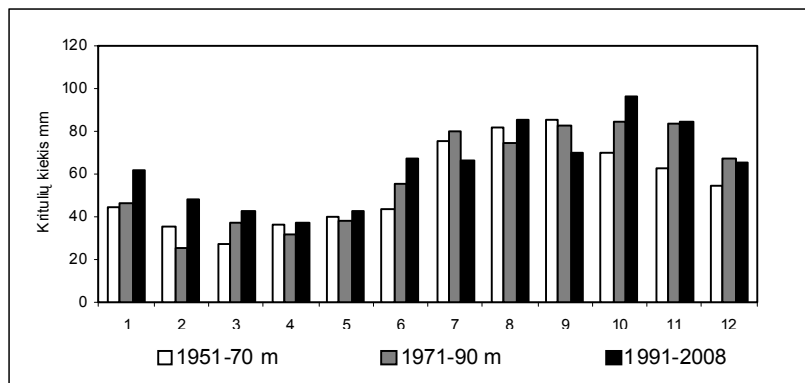
Nidoje stebimas oro temperatūros šiltėjimas. Oro temperatūros pokyčiai Nidoje per pastaruosius beveik 60 metų parodo ryškesnį oro temperatūros pakilimą žiemos, pavasario bei vasaros mėnesiais (1 pav.). Vidutinė metinė oro temperatūra per šį laikotarpį pakilo apie 1,5°C. Labiausiai temperatūra yra pašiltėjusi žiemos sezonu – apie 2,5°C. Pastaruoju metu yra stebimi šiltesni pavasariai, kurių metu vidutinė temperatūra yra pakilusi apie 2,0°C. Vasaros Nidoje taip yra apie 1,0°C šiltesnės pastaruoju metu (1991 – 2008 m.), nei ankstesniais laikotarpiais. Tačiau rudens sezono metu stebimi tik nežymūs oro temperatūros svyravimai.

Šiltėjant klimatui didėjo kritulių kiekis, metinė jų kaita ir pasiskirstymas. Intensyvesnis kritulių kiekio augimas nustatytas šaltuoju (10-03 mėn.) metų laikotarpiu, ir ypač sausio, vasario ir spalio mėnesiais. Šiltuoju laikotarpiu didesni kritulių augimo rodikliai

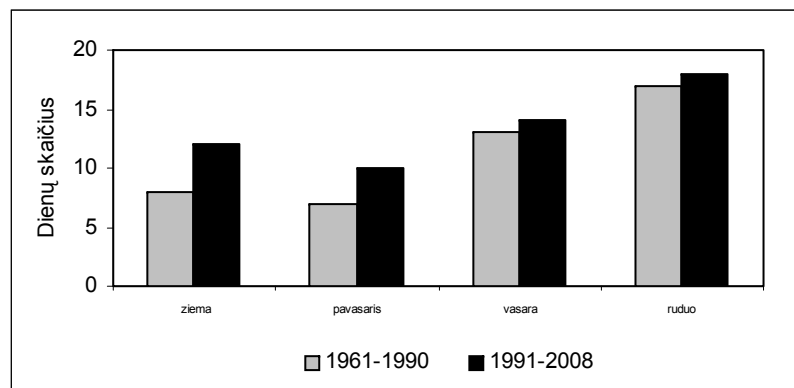
buvo stebėti tik birželio mėnesį (2 pav.). Pažymėtina, kad pastaruoju metu didėjo dienų skaičius su didesniu nei >5 mm per parą paros kritulių kiekiu (3 pav.). Smarkios liūtys, kai per parą iškrenta daugiau 50 mm kritulių, yra labai pavojingas reiškinys ir padaro daug žalos, o liūtys daugiau 80 mm kritulių sukelia ypatingą ekologinę situaciją. Nidoje 1961-1990 m. laikotarpiu buvo užfiksuotos tris liūtys, kai per parą iškrito daugiau 50 mm kritulių. Pastaraisiais dešimtmečiais, 1991-2008 m. laikotarpiu, buvo net 4 paros, kai iškrito daugiau 50 mm kritulių, ir 1 para, kai iškrito daugiau kaip 80 mm kritulių. Stebimas ne tik ekstremalių liūčių kiekio didėjimas, bet ir intensyvių ir ilgai trunkančių liūčių skaičiaus didėjimas, kai iš eilės per 2 ir daugiau parų iškrenta mėnesio, ar net dviguba-triguba mėnesio kritulių norma.



1 pav. Oro temperatūros pokyčiai Nidoje 1951-2008 m. .



2 pav. Kritulių kiekio (mm) kaita Nidoje 1951-2008 m.



3 pav. Dienų skaičius su >5 mm kritulių kiekiu per parą kitimo palyginimas, 1961 – 1990 m. ir 1991-2008 m. laikotarpiams.

## BENDROJI VANDENS POLITIKOS DIREKTYVA (2000/60/EB) – SIEKIAMT ŠVARESNEŠ BALTIJOS JŪROS

Nijolė Nikienė

Jūrinių tyrimų centras, Taikos pr. 26, LT-91149 Klaipėda,  
[n.nikiene@jtc.am.lt](mailto:n.nikiene@jtc.am.lt)

2000 m. spalio 23 d. Europos Sąjungos Parlamentas ir Taryba priėmė direktyvą 2000/60/EB, nustatančią Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus arba kitaip – Bendrąją vandens politikos direktyvą (toliau BVPD). Nors taršos prevenciją, kontrolę bei stebėseną reglamentuojančių teisės aktų buvo ir anksčiau, tai vienas svarbiausių dokumentų, susijusių su kitų Direktyvų, tokių kaip Miesto nuotėkų valymo, Nitrato, Seveso ir kitų direktyvų reikalavimų įgyvendinimu. Nuo 2000 m. spalio 23 d. sekė ir kiti nemažiau svarbūs dokumentai, susiję su Baltijos jūros apsauga: Helsinkio Komisijos Baltijos jūros veiksmų planas, valstybių aplinkos ministrų pasirašytas 2007 m. lapkričio 15 d. bei 2008 m. birželio 17 d. priimta Jūrų strategijos pagrindų direktyva. Ir nors minėtuose dokumentuose yra nemažai skirtumų, pagrindinis siekiamas tikslas tas pats – gera cheminė ir ekologinė Baltijos jūros būklė.

BVPD paskirtis – nustatyti vidaus paviršinių, tarpinių, pakrančių vandenių ir požeminio vandens apsaugos sistemą, kuri: pagerintų ir apsaugotų nuo tolimesnio prastėjimo vandens ir sausumos ekosistemų būklę; skatintų subalansuotą vandens vartojimą; sumažintų prioritетinių ir visiškai nutrauktų prioritетinių pavojingų medžiagų išleidimą; sumažintų požeminio vandens taršą; sušvelnintų potvynių ir sausrų padarinius.

Vienas pagrindinių BVPD principų – nauja paviršinio vandens būklės klasifikavimo koncepcija.

Vandens telkinių išskyrimas į panašius tipus bei jų būklės vertinimo klasifikacijos sukūrimas – vienas kertinių akmenų, ant kurių laikosi visi „pastato“ aukštai. Įgyvendinimas BVPD reikalavimų, tokių kaip: rizikos vandens telkinių išskyrimas, priemonių programų



bei upių baseinų rajonų valdymo planų kūrimas itin priklauso nuo to, kaip yra įvertinama esama vandens telkinio būklė, t.y. ar dabar yra išvelgiama taršos problema ir ar ji gali pasireikšti, kokio dydžio ji yra, kokias priemones jai išspręsti galima pasiūlyti.

Paviršinio vandens ekologiškai būklei klasifikuoti BVDP nurodo kokybės elementus. Tarpinių ir pakrantės vandenų ekologinė būklė turėtų būti vertinama atsižvelgiant į biologinius elementus: fitoplanktono sudėtis, gausa ir biomasė; kita vandens floros sudėtis ir gausa; dugninės bestuburės faunos sudėtis ir gausa; žuvų faunos sudėtis ir gausa (pastarasis kokybės elementas siūlomas tik tarpinių vandenų ekologiškai būklei vertinti). Biologiniams elementams būtini cheminiai ir fiziniai-cheminiai elementai: skaidrumas, terminės sąlygos, prisotinimas deguonimi, druskingumas, maistingosios medžiagos. Pagal BVDP reikalavimus, nurodyti aplinkos veiksniai turėtų rodyti sąlygas, kurių reikia siekiant, jog biologiniai elementai atspindėtų gerą vandens telkinio būklę. Trumpiau tariant, biologinių parametrų pokyčiai turėtų būti vertinami per abiotinių veiksmų prizmę.

2008 m. pradėtas įgyvendinti projektas „Baseinų valdymo plano požeminio vandens dalies Nemuno upių baseinų rajonui parengimas ir integravimas į Bendrąjį valdymo planą“, kurio metu Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo instituto mokslininkai, remiantis jų atliktų tyrimų rezultatais bei Jūrinių tyrimų centro duomenimis, pasiūlė tarpinių ir pakrantės vandenų ekologinės būklės vertinimo sistemą. Klasifikacijoje naudojama vidutinė vasaros chlorofilo a koncentracija, fitoplanktono biomasė, bendro fosforo ir bendro azoto vasaros koncentracijos, vidutinis makrozoobentosos rūšių skaičius mėginyje, makrofitų maksimalus paplitimo gylis.

Upių baseinų rajonų valdymo planai bei priemonių programos turi būti parengti iki 2009 m. pabaigos, po to – peržiūrėti ir atnaujinami kas šešerius metus. Akivaizdu, kad iki to laiko keisis daug kas: kai kurios paviršinių vandenų būklės gerinimo priemonės bus įgyvendintos ir poveikis jaučiamas arba ne, per tą laikotarpį bus sukaupta daugiau Baltijos jūros ir Kuršių marių stebėsenos duomenų,

kas galbūt leis formuoti kitas išvadas. Jau dabar Jūrinių tyrimų centro tyrimų rezultatai rodo, jog net ir žiemos mėnesiais fitoplanktono biomasė viršija 10 mg/l, ir tai rodo intensyvią vandens „žydėjimą“ (pagal žydėjimo intensyvumui vertinti naudojamą Reimerso skalę). Tyrimų rezultatus galima sieti ir su klimato kaita – skirtumai tarp sezonų tampa vis mažiau ryškūs.

Akivaizdu, jog iki sekančio Nemuno upių baseinų rajono (Lietuvos Kuršių marių dalis ir Baltijos priekrantė priklauso jam) Valdymo plano atnaujinimo laikotarpio būtina įvertinti visų BVDP nurodytų ekologinės būklės vertinimo elementų tinkamumą naudoti klasifikacijoje, t.y., patikrinti galimybę tarpinių ir paviršinių vandenų klasifikacijoje naudoti ne tik fitoplanktono biomasę, tačiau ir gausumą bei atskirų fitoplanktono grupių parametrus, atsižvelgiant ir į sezoninius pokyčius. Jūrinių tyrimų centro duomenų fonde iš biologinių BVDP elementų daugiausia sukaupta fitoplanktono, makrozoobentosos duomenų.

Artimiausių metų tikimasi pagal Jūrinių tyrimų centro duomenis įvertinti BVDP biologinių elementų kaitos priklausomybę nuo fizinių ir cheminių elementų kaitos. Analizės rezultatai galėtų būti naudojant pagrindžiant, kodėl tam tikri elementai nebuvo naudojami vertinant vandens telkinių būklę, taip pat ateityje galėtų būti naudojami tikslinant tarpinių ir pakrantės vandenų ekologinės būklės vertinimo klasifikaciją.

## ŽELDINIAI PALANGOS KOPOSE – PAKRANTĖS STABILUMO GARANTAS

**Algimantas M. Olšauskas, Petras Grecevičius**

*Klaipėdos universiteto Jūrinio kraštovaizdžio mokslo institutas, H.  
Manto 84, LT-92294 Klaipėda, [jkmi@ku.lt](mailto:jkmi@ku.lt)*

Žemyninio pajūrio, tame tarpe ir Palangos kopos, yra veikiamos uraganų ir audrų sukeltų bangų, vyraujančių vakarų kryptimi vėjų ir intensyvių lankytojų srautų. Audrų ir uraganų metu vakarinis (priešvėjinis) pajūrio apsauginės kopos šlaitas patenka į tiesioginę bangų poveikio zoną. Bangos kartu su smėlio sluoksniu sunaikina ir augalų sąžalynus. Augalinę dangą kopose gana smarkiai nuniokoja ir lankytojai, kurie ją sutrypia eidami per kopas, skina ar net išrauna su šaknimis. Tanki ir gerai susiformavusi augalijos danga gali patikimai saugoti kopas tiek Palangos kopose, tiek jos priegose ir visame pajūryje.

Raktiniai žodžiai: augalų sąžalynai, kopų stabilumas, antierozinės augalų rūšys.

### **Įvadas**

Jūrų krantai (paplūdimiai, kopos) yra intensyviai ardomi bangų, vėjų ir lankytojų. Dėl šių priežasčių paplūdimiai siaurėja, kopos žemėja, o augalų sąžalynai retėja (Cousin ir kt., 1997). Pastaraisiais dešimtmečiais krantų urbanizacija suaktyvėjo, nes poilsiui išsavinamos vis naujos teritorijos (Fabbri, 1997). Kadangi žymiai suintensyvėjo poilsiautojų srautai, gana stipriai nukentėjo rekreacijai nepakankamai paruoštos teritorijos – kopose atsidengė nauji vėjo erozijos židiniai (Sidaway, 1994).

Krantų nykimo procesas intensyvėja visose Europos Sąjungos jūrinėse valstybėse, taip pat ir Lietuvoje. Tai skatina integruotai vystyti krantų tyrimus, valdymą. Naudojimą ir apsaugą (O'Brain, 2005).

Žymiai padidėjęs dėmesys Lietuvos žemyninės pakrantės apsaugai gali išgelbėti kopas nuo sunykimų (Olšauskas ir kt., 2001). Metai iš metų Palangos paplūdimiai siaurėja, apsauginė kopa žemėja, augalų

projekcinis padengimas ir augalų populiacijų gausumas mažėja (Olšauskas, 1995, 1998).

Šio straipsnio tikslas – išanalizuoti ir įvertinti augalijos sklaidą žemyninio pajūrio Palangos apsauginėje kopoje.

### **Metodai**

Augalijos struktūra ir projekcinis padengimas buvo tyrinėtas pajūrio atkarpoje nuo Palangos gelbėjimo stoties iki poilsio namų „Auska“. Augalija buvo tyrinėta pajūrio apsauginės kopos visuose reljefo elementuose (vakariniame, rytiniame šlaite ir kopos viršūnėje). Tyrimai atlikti 10-tyje skersinių profilių ir apie 4 km ilgio pakrantės atkarpoje. Skersiniuose profiliuose augalijos apskaita atlikta einant iš vakarų į rytus. Apskaita pradėta vykdyti nuo vakarinio šlaito papėdės ir baigta rytinio šlaito papėdėje.

Augalijos tyrimai pradėti 1995 m. pavasario pabaigoje ir baigti 2008 m. birželio mėn. pradžioje. Per 13 metų laikotarpį tyrimai vykdyti 10 kartų. Apskaita atlikta tose pačiose vietose, „prisirišus“ prie pastovių žymeklių. Apskaita daryta 12,56 m<sup>2</sup> apskritimo formos laukeliuose, apibrėžus teritoriją dvimetriu. Tarp apskaitos laukelių centrų 10 m atstumas.

Augalijos projekcinis padengimas vertintas procentais (0, 10, 20....100% tyrimo aikštelės ploto). Tyrimų metu buvo vertinta:

1. Augalų bendrijos projekcinis padengimas.
2. Kopas tvirtinančios augalų rūšys.
3. Augalijos struktūra.

### **Tyrimų objektas**

Palangos apsauginėje kopoje yra kelios augalijos išsidėstymo juostos: ant vakarinio šlaito papėdės, šlaito viršūnės ir rytinio šlaito. Vakarinio šlaito papėdėje auga baltijinės stoklės (*Cakile baltica* Jord ex Pobed) ir sultingosios jūrasmiltės (*Honckenya peploides* (L.) Ehrh) nedidelės grupelės. Vakarinio šlaito žolių sąžalynus formuoja pajūrinė smiltlendrė (*Leymus arenarius* (L.) Hochst) ir smiltyninė rugiaveidė (*Ammophila arenaria* (L.) Link). Ant kopos viršūnės auga kopinis eraičinas (*Festuca arenaria* Osbeck), pajūrinis pelėžimis (*Lathyrus*



*maritimus* (L.) Bigelow), skėtinė vanagė (*Hieracium umbelatum* L.), pajūrinė linažolė (*Linaria loeselli* Schweigg), muilinė guboją (*Gypsophila paniculata* L.), baltijinis pūtelis (*Tragopogon heterosperum* Schweigg) ir kitos augalų rūšys. Rytinį šlaitą pamėgo kalninė austėja (*Jasione montana* L.), smiltyninis šepetukas (*Corynephorus canescens* (L.) P.Beauv.), dirvoninis kietis (*Artemisia campestris* L.) ir žoliniai augalai bei gana gausiai išplitęs krūmas pajūrinis karklas (*Salix daphnoides* Vill).

### Tyrimų rezultatai

Apsauginė kopa Senojoje Palangoje gana sparčiai nyksta dėl jūros bangų, vyraujančių vėjų ir lankytojų įtakos. Augalija ant vakarinio šlaito ištiesai nuniokota bangų. Ant viršūnės augalų sąžalynai išretėjo iki minimumo. Dėl to vyraujantys vakarų vėjai skersai kopos formuoja smėlio pernašos koridorius. Lankytojai iki podirvio kopose išmina takus, nurenka atviras kopų vietas dengiančius žabus. Tai atveria kelią rudeniniams ir pavasariniams vėjams ardyti kopas. Vakariniai vėjai smėlį neša į užkopės pievas ir rekreacinių miškų pakraščius. Augalų populiacijų gausumas metai iš metų mažėja dėl lankytojų netinkamo elgesio kopose.

Palangos apsauginė kopa 1995 m. augalais padengta buvo vidutiniškai 25%. Po 13 metų augalų vidutinis projekcinis padengimas sumažėjo iki 10%. Augalijos projekcinis padengimas ant apsauginės kopos viršūnės per minėtą laikotarpį sumažėjo nuo 35% iki 18%. Rytiniame šlaite išsilaikė pastovesnė augalinė danga. Laikotarpio pradžioje augalų projekcinis padengimas buvo 30%, o pabaigoje – 19%. Vakarinio šlaito augalijos sąžalynų projekcinis padengimas per 13 m. laikotarpį sumažėjo 4,5 karto, t.y. nuo 9% iki 2%.

Per paminėtą laikotarpį žemyninėje pakrantėje siautė 1 uraganas ir kelios audros. Jų metu vakarinis šlaitas atsidūrė aktyvių banginių veiksmų zonoje. Ypač daug nuostolių pridarė uraganas „Anatolijus“ 1999 m. gruodžio mėn. pradžioje. Tada apsauginė kopa susiaurėjo 12 m ir prarado storą smėlio sluoksnį. Dėl šios priežasties augalų projekcinis padengimas ant viršūnės labai sumažėjo. Prieš uraganą projekcinis padengimas buvo įvertintas 30%, o po jo 22%.

Ant vakarinio šlaito augalija buvo sunaikinta 100%. Prieš uraganą augalų projekcinis padengimas sudarė vidutiniškai 7%, o po uragano 0%. Rytinis šlaitas uragano metu buvo padengtas iki 10 cm storio smėlio sluoksniu. Tai apskaitos metu parodė 3% sumažėjęs augalų projekcinis padengimas.

### Aptarimas

Apsauginės kopos stabilumas Palangoje yra užtikrinamas augalų projekcinio padengimo dydžiu ir augalų rūšine sudėtimi. Augalų projekcinio padengimo mažėjimas didina smėlio pernašą sukeliančio vėjo erozijos intensyvumą. Augalų projekcinio padengimo dydį apsprendžia kopos reljefo elementų padėtis jūros atžvilgiu: kuo mažesnis atstumas iki kranto linijos, tuo ženkliau nukenčia nuo bangų augalų augimvietės. Pavojingiausia augimvietė yra vakarinis šlaitas, o ramiausia – rytinis šlaitas. Viršūnė yra tarpinėje padėtyje banginių ir vyraujančių vėjų atžvilgiu, o lankytojų atžvilgiu – veikiama labiausiai. Augalų sąžalynams įsikurti nepalanku yra vakariniame šlaite dėl didelio nuolydžio ir smėlio byrėjimo nuo viršūnės žemyn. Dirbtinai mažėjant vakarinio šlaito nuolydžiui, šakniastiebinėms augalų rūšims pagerinamos sąlygos įsitvirtinti.

### Išvados

1. Žemyninės pakrantės, ypač Palangos apsauginės kopos augalų projekcinis padengimas žymiai mažėja dėl 3 priežasčių: bangų, vėjo ir žmogaus įtakos.
2. Smiltyninės rugiaveidės (*Leymus arenarius* (L.) Hochst) ir pajūrinės smiltlendrės (*Ammophila arenaria* (L.) Link.) sąžalynų tankumo didėjimas yra glaudžiai susietas su pajūrinio pelėžirmio (*Lathyrus maritimus* (L.) Bigelow) populiacijos gausumu.
3. Senojo molo išardymas ir naujosios, pralaidžios nešmenims promenados pastatymas suardė per šimtmetį nusistovėjusią pusiausvyrą ir paspartino apsauginės kopos nykimą bei paplūdimių siaurėjimą.

## Literatūra

Cousin E., Swart B. 1997. Recreation in the Amsterdam waterwork dunes: Partner with nature. In: Coastal dunes recreation and planning. Leiden. The Netherland, p.p. 7-10.

Fabbri P. 1997. Tourism, recreation and coastal dunes in the Mediterranean. In: Coastal dunes, recreation and planning. Leiden, the Netherland, p. p. 11-17

Sidaway R. 1994. Recreation and the Natural Heritage: A research review: Scottish Natural Heritage Review. N 25. Edinburg. UK, p. p. 71-78

O'Brain M. 2005. EU biodiversity policy context for the conservation of estuaries and dunes. In: Dunes and Estuaries 2005. Koksijde, Belgium, p.p. 7-12.

Olšauskas A.M., Dubra J., Olsauskaite Urboniene R. 2001. Lietuvos pajūrio apsauginės kopos raidos reguliavimas "Tausojanti plėtra informacinėje visuomenėje". Vilnius, p.p. 263-267.

Olšauskas A.M. 1995. Influence of recreation on flora stability on the Lithuanian coastal dunes. In: Direction in European coastal management. Cardigan, UK, p.p. 103-105.

Olšauskas A.M. 1998. Plant cover against dunes erosion on Lithuanian shore. Journal of coastal research. N 26, Lawrence, USA, p.p. 14-18.

## DIDŽIOJO KORMORANO (*PHALACROCORAX CARBO*) SEZONINĖS MIGRACIJOS LIETUVOS PAJŪRYJE

**Algimantas Petraitis**

*Klaipėdos Universitetas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda,  
[uznyte@gmail.com](mailto:uznyte@gmail.com)*

Didysis kormoranas – rūšis, į kurią pastaruoju metu krypta žuvivaisos darbuotojų, žvejų, gamtosaugininkų ir ornitologų dėmesys. Jis vis intensyviau tyrinėjamas dėl greito gausumo didėjimo įvairiose Europos šalyse ir dėl žvejams ir akvakultūroms daromos žalos (Hrabar, 2000).

Kormoranų migracijų daugiamečiai monitoringo tyrimai rodo rūšies skaitlingumo kitimo tendencijas ne tik migracinėse trasose, bet ir perėjimo vietose. Kormoranai Lietuvoje pradėjo perėti nuo 1985 m. Kormoranų populiacijos dydis Lietuvoje 1995 m. jau buvo apie 800-1000 porų (Žalakevičius, 1995), 1999 m. – 1100-1600 porų (Jusys ir kt., 1999), 2001 m. – 2500-3000 porų. Gausiausia didžiųjų kormoranų kolonija išsikūrusi Juokrantės pilkųjų garnių kolonijoje. (LOFK). Didėjant paukščių populiacijai, tuo pačiu dėsningai didėja ir migrantų skaičius, tačiau didžiųjų kormoranų migracijos Lietuvos pajūryje nėra pakankamai gerai ištirtos.

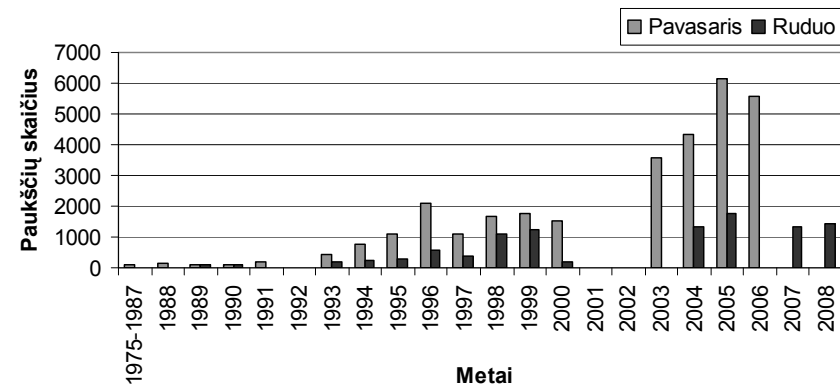
Darbo tikslas: išanalizuoti didžiojo kormorano sezoninės migracijos Lietuvos pajūryje.

Vizualūs paukščių migracijų stebėjimai atlikti nuolatiniame stebėjimo poste Lietuvos Baltijos jūros pakrantėje – ant Palangos tilto – pagal E. Kumari (1979) metodiką. Nuo saulės patekėjimo keturių valandų bėgyje buvo registruojamos paukščių rūšys, individų skaičius būryje, skridimo kryptis ir aukštis. Stebėjimui naudoti 8 ir 20 kartų didinantys žiūronai ir 20 kartų didinantys stebėjimo vamzdis. Migracijas aprašančios lygtys buvo apskaičiuotos Statgraphic Plus programa, naudojant daugialypę regresiją. Migracijos lygčiai apskaičiuoti buvo naudojami 9 meteorologinių veiksnių duomenys, gauti iš Klaipėdos hidrometeorologinės tarnybos.

**Metinė dinamika.** Kormoranų migracija negausi 1975-1987 m. laikotarpiu, kai kiekvienais metais pavasarį migravo tik iki 19, o rudenį iki 7 kormoranų. Intensyviau pradėjo migruoti 1988-2000 m. laikotarpiu, kai kasmet traukė nuo 28 iki 2083, rudenį – nuo 5 iki 1222 kormoranų. Nuo 2003 m. kormoranų migracijos sezonu užregistruojama daug gausiau negu ankstesniais metais. Daugiausiai kormoranai traukė 2005 m. pavasarį ir rudenį (atitinkamai 6219 ir 1781 migrantų) (1 pav.).

Suomijos pakrantėse šių paukščių gausėjimas prasideda 9 dešimtmečio pradžioje (Rusanen et al., 2000). Švedijoje gausėjimas stebimas nuo 1986-1987 m. (Engstrom, 2001a), Estijoje nuo 1992 m. (Lilleleht, 1996).

Dėl kormoranų gausėjimo nėra vieningos nuomonės. Suomijos mokslininkų duomenimis kormoranų gausėja dėl šios rūšies plitimo į vakarus iš dviejų Rusijos kormoranų kolonijų (Rusanen et al., 2000). Rusijos ir Lenkijos mokslininkų duomenimis jų gausėjimas vyksta dėl eutrofikacijos - padidėjus bentoso masei, padidėja ir žuvų gausumas (Čelcov-Bebutov, 1982; Gwiazda, 2000), o tai įtakoja paukščių ichtiofagų gausėjimą. Sekliuose maismedžiagių turtinguose ežeruose žuvų randama daugiau negu giliuose neturtinguose maismedžiagėmis. Laikantis šios idėjos nustatyta, kad kormoranų tankis didesnis turtinguose maismedžiagėmis ežeruose (Frederiksen et al., 2001). Manoma, jog didžiojo kormorano gausėjimas Lietuvoje gali būti susijęs su globaliniu atšilimu, nes tiriant viso kompleksu paukščių pavasario atskridimą buvo išskirti du periodai: iki 1988 m. prieš globalinį atšilimą ir po 1989 (Žalakevičius, Švažas, 1997). Pagrindinės kormoranų skaičiaus didėjimo priežastys gali būti pagerėjusi jų apsauga ir didelis populiacijos augimo greitis, kuris gali siekti nuo 10 iki 31 % per metus. Be to, pasikeitė ir kormoranų mitybinė elgsena – anksčiau jie žvejojavo pavieniui, o dabar grupėmis (Engstrom, 2001b).



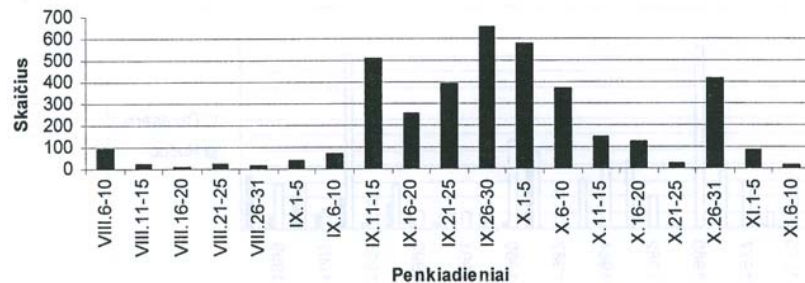
1 pav. Didžiojo kormorano gausumo dinamika pajūryje pavasariinių migracijų metu

Didieji kormoranai pavasarį intensyviau migravo balandžio trečią penkiadienį – 11,9 % visų migrantų. Literatūros duomenimis intensyviausia migracija vyksta balandžio antrą, trečią ir penktą penkiadieniais (Logminas ir kt., 1988). Mažiausiai intensyvi kormoranų migracija pajūriu ties Palanga vyko vasario šeštą ir kovo pirmą penkiadieniais – pavasarinio migracijos sezono pradžioje (2 pav.).

Rudenį kormoranų migracija intensyviausiai vyko rugsėjo šeštą penkiadienį – 16,3 % migrantų, taip pat spalio pirmą – 14,3 % migrantų ir rugsėjo trečią – 12,6 % migrantų. Mažiausiai kormoranų traukė rugpjūčio ketvirtą ir šeštą penkiadieniais (3 pav.).



2 pav. Didžiojo kormorano skridimas penkiadieniais pavasario sezono metu



3 pav. Didžiojo kormorano skridimas penkiadieniais rudens sezono

**Būrio dydis.** Pagal migruojančių kormoranų būrio dydį išskirtos 9 būrio dydžio klasės. Pavasarį kormoranai gausiausiai migruodavo 11-30 (36,9 % migrantų) ir 31-70 (22,8 % migrantų) paukščių būriais. Pavasarinės migracijos metu vidutinis būrys buvo 7,5 paukščiai, o skirtingais metais kormoranai vidutiniškai migravo nuo 1,0 iki 8,8 individų būriais. Didžiausias pavasarį stebėtas 81 kormoranų būrys (2000 m.). Rudeninės migracijos metu kormoranai gausiausiai traukė 31-70 (34,3 % migrantų) ir 11-30 (29,3 migrantų). Didžiausias rudenį stebėtas būrys – 160 individų (1999 m.).

**Skridimo aukštis.** Pagal didžiųjų kormoranų skridimo aukštį buvo išskirtos 6 aukščio klasės. Pavasarį daugiausiai kormoranų skrido 11-30 (46,7 % migrantų) ir 31-70 m. (18,3 % migrantų) aukščiuose, o mažiausiai – 101-300 m aukštyje (2,9 % migrantų). Rudens sezono dažniausiai skrido 11-30 m (34,1 % migrantų), 31-70 m (19,7 % migrantų) ir 101-300 (19,6 % migrantų) aukštyje, rečiausiai 1-5 m aukštyje (6,2 % migrantų).

**Skridimo kryptis.** Pavasarinės migracijos metu didieji kormoranai daugiausiai skrido šiaurės ir pietų kryptimis (atitinkamai, 74,9 % ir 23,9 % migrantų) ir tai sudarė 98,9 bendro skaičiaus. Likę 1,2 % migrantų lėkė kitomis kryptimis. Pavasario migracijos metu pagrindinė kryptis yra šiaurės, o migracija pietų kryptimi gali būti susijusi su atgalinėmis ar mitybinėmis migracijomis.

Rudens migracijos metu 85,6 % didžiojo kormorano migrantų traukė pietų kryptimi, o 12,0 % migrantų skrido į šiaurę. Rudens

migracijų metu pagrindinė kryptis yra pietų, o migracija į šiaurę vyksta dėl anksčiau išvardintų priežasčių.

**Skridimas valandomis po saulės patekėjimo.** Didieji kormoranai pavasario ir rudens migracijų metu daugiausia skrido antrą valandą po saulės patekėjimo (atitinkamai 41,6 % ir 47,6 % migrantų). Nemažai kormoranų pavasarį traukė trečią (25,1 % migrantų), o rudenį – pirmą valandą po saulės patekėjimo (19,5 % migrantų).

**Migracijos lygtys.** Migracijos lygtys apskaičiuoti buvo naudojami 9 meteorologiniai veiksniai:  $x_1$  – drėgmė,  $x_2$  – drėgmės skirtumas 24 valandų bėgyje, oro temperatūros tendencija, palyginus su praėjusia para,  $x_3$  – oro temperatūra,  $x_4$  – oro temperatūros skirtumas 24 valandų bėgyje,  $x_5$  – slėgis,  $x_6$  – slėgio skirtumas 24 valandų bėgyje,  $x_7$  – krituliai,  $x_8$  – kampas tarp paukščių skridimo ir vėjo krypties,  $x_9$  – vėjo greitis. Panaudojus daugialypę regresiją gautos kormoranų migraciją Lietuvos pajūriu aprašančios lygtys.

Pavasario migracijai:  $y = 21.59 - 0.13 * x_1 - 0.20 * x_3 - 0.36 * x_9$  ( $R^2 = 0.39$ ).

Rudens migracijai:  $y = 142.04 - 0.15 * x_2 - 0.02 * x_8 - 0.13 * x_5 + 0.27 * x_6$  ( $R^2 = 0.32$ ).

#### Literatūra:

Čelcov-Bebutov A. M., 1982. *Ekologija ptic*. M., Izd-vo MGU: 128 p.

Engstrom H., 2001a. Effects of cormorant predation on fish populations and fishery. Prieiga per internetą – <http://publications.uu.se/theses/fulltext/91-554-5164-0.pdf>

Engstrom H., 2001b. The occurrence of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* in Sweden, with special emphasis on recent population growth. *Ornis Svecica*, 11: P. 155-170,

Frederiksen M., Lebreton J. D., Bregnballe T., 2001. The interplay between culling and density-dependence in the great cormorant; a modeling approach. *Journal of Applied Ecology* 38: P. 617-627.

Gwiazda R., 2000. Numbers of non-breeding cormorants and their time budget activity at eutrophic, sub-mountain reservoir in

souther Poland. Prieiga per internetą – [http://web.tiscali.it/sv2001/cormo\\_stgroup.htm#bulletin](http://web.tiscali.it/sv2001/cormo_stgroup.htm#bulletin)

Hrbar M., 2000. Cormorant *Phalacrocorax carbo* (L.) in Europe – conservation success or a pest? Prieiga per internetą - [http://www.linacre.ox.ac.uk/Students\\_pages/Ecu/dokuments/essays/hrabar.htm](http://www.linacre.ox.ac.uk/Students_pages/Ecu/dokuments/essays/hrabar.htm)

Jusys V., Mačiulis M., Mečionis R., Poškus A., Gražulevičius G., Petraitis A., 1999. *Klaipėdos krašto perinčių paukščių atlasas*. – Vilnius: Daigai, - 268 p.

Kumari E., 1979. *Metodika izučenija vidimych migracij ptic*. Tartu: 230 p.

Lilleleht V., 1996. About great cormorants *Phalacrocorax carbo* in Estonia. Prieiga per internetą – [http://web.tiscali.it/sv2001/cormo\\_abstract/bull2\\_docs/b2\\_27.htm](http://web.tiscali.it/sv2001/cormo_abstract/bull2_docs/b2_27.htm)

LOFK, Lietuvos paukščių vietinių perinčių populiacijų gausa, 1999-2001. Prieiga per internetą - [www.birdlife.lt/pauksčiai.htm](http://www.birdlife.lt/pauksčiai.htm)

Logminas V. (red.), 1988. *Lietuvos fauna // Paukščiai*. I tomas. Vilnius, Mokslas.

Rusanen P., Mikkola-Roos M., Asanti T., 2000. Trends in Finland's cormorant population. Prieiga per internetą – [http://web.tiscali.it/sv2001/cormo\\_news/finland1.htm](http://web.tiscali.it/sv2001/cormo_news/finland1.htm)

Žalakevičius M., 1995. Birds of Lithuania // *Acta Zoologica Lithuanica*, Vol. 11, p. 9.

Žalakevičius, M. and Švažas, S. 1997. The impact of global climate change on wildlife in Lithuania: theoretical and practical aspects. *Acta Zoologica Lituanica*, Ornithologia 6: 14 – 19.

## AR EGZISTUOJA BALTIJOS JŪROJE VANDENS MASĖS

**Donatas Pupienis**

*Vilniaus universitetas, Gamtos mokslų fakultetas, M. K. Čiurlionio 21 / 27 LT – 01513 Vilnius, [donatas.pupienis@gf.vu.lt](mailto:donatas.pupienis@gf.vu.lt)*

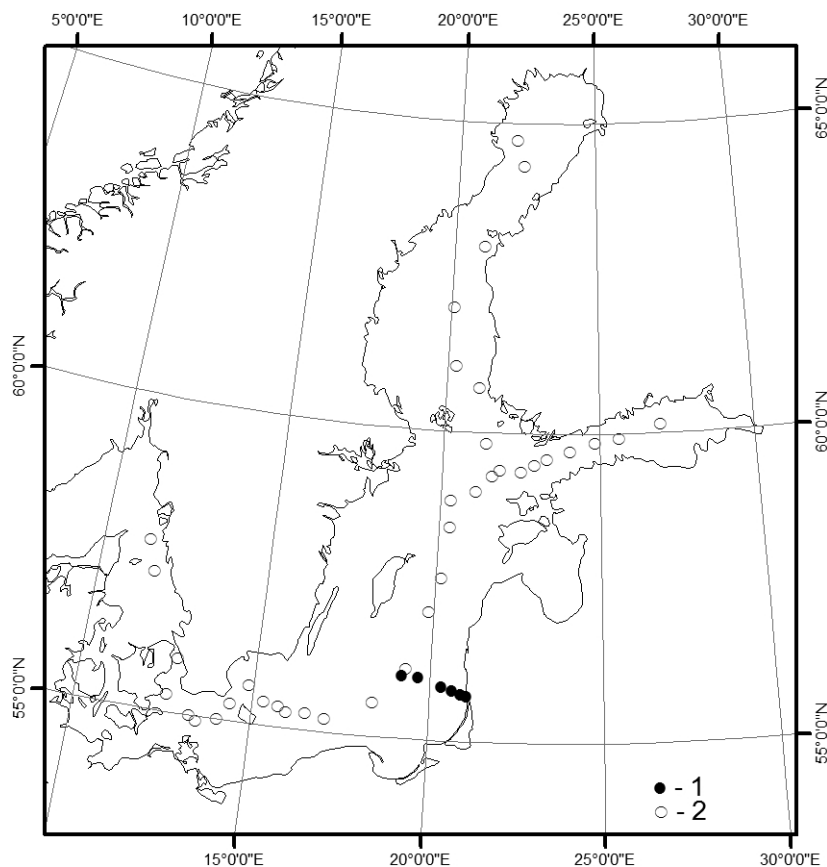
1916 metais B. Helland-Hansen pristatė vandens masės koncepciją. Jis nustatė, kad Šiaurės Atlanto vandens masių savybės galima apibrėžti T-S kreive (Helland -Hansen, 1916). Vėliau šias idėjas plėtojo C. O. Iselinas, H. U. Sverdrupas, M. W. Johnsonas ir R. H. Flemingas (Iselin, 1939, Sverdrup et. al., 1942). 1961 m. A. Defantas pasiūlė vandens masės apibrėžimą, kuris taikomas iki šių dienų. (Defant, 1961). Vandens masės viena nuo kitos atskiriamos pagal jų dinaminių, fizikinių, cheminių ir biologinių savybių kaitą. Svarbiausiais vandens masės požymiais yra laikomi jos druskingumas, temperatūra ir tankis bei papildomi rodikliai deguonies, fosforo kiekis ir kt. (Emery, Meincke 1986).

Vandens masių savybės turi didelę įtaką hidrodinaminiam ir litodinaminiam procesams. Rusų mokslininkas B. A. Tarejevas atkreipė dėmesį į tai, kad vandens masės turi poveikį sedimentaciniam ir litodinaminiam procesams (Тареев, 1965), o vokiečių okeanologas P. Hupferis įvertino vandens masių vaidmenį hidrodinaminuose procesuose. Jis teigia, kad skirtingų savybių vandens masių - hidrofrontų - sandūroje suintensyvėja turbulencija, keičiasi srovės greitis ir kryptis (Hupfer, 1982).

Nors daugelyje darbų, kuriuose tiriama Baltijos jūra, yra minimos vandens masės, jas reikia suprasti kaip vieną vandens masę, kuri suskirstyta į sluoksnius (Карпова, 1981; Карпова и Михайлов, 1983).

Vandens masių ypatumams Baltijos jūroje apibūdinti iš ICES duomenų bazės ir Klaipėdos Jūrinių tyrimų centro archyvo atrinkti temperatūros ir druskingumo duomenys, kurie buvo sukaupti per 1976-2006 m laikotarpį (<http://www.ices.dk/ocean/>). Temperatūros ir druskingumo matavimo duomenys atrinkti iš 43 okeanografinių stočių

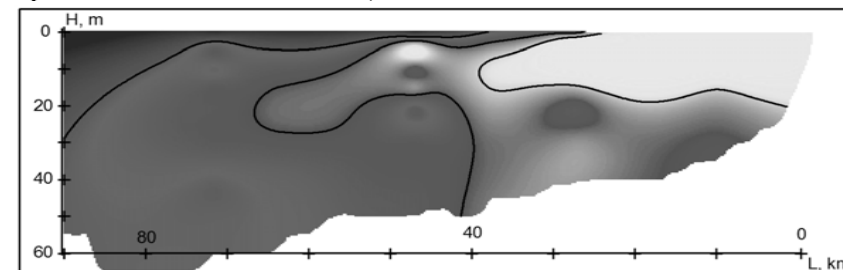
(1 pav.). Vandens temperatūros ir druskingumo duomenys atrinkti pagal tą patį kriterijų (Matthäus, 1987).



**1 pav.** Okeanografinių stočių (1 –Klaipėdos Jūrinių tyrimų centro, 2 – ICES) išsidėstymas Baltijos jūroje.

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) (Mažeika, 2001). Temperatūros ir druskingumo parametrai buvo perskaiciuoti į tankį, kadangi jis yra jūros vandens temperatūros bei druskingumo ir slėgio tiesioginė funkcija (Борозин и др., 1977, Михайлов, 1992). Vandens masių apibūdinimas remiasi vidutiniais sezono vertikaliais vandens tankio gradientais, kurie parodo vandens masių ribas (2 pav.). Vandens mases atskiriančiomis (horizontaliomis ir vertikaliomis) ribomis paprastai priimta laikyti vietas, kuriose apskaičiuojami maksimalūs hidrofizinių charakteristikų gradientai (Титов, 2003). Vandens masių atskyrimas remiantis hidrofizinių charakteristikų gradientais naudojamas Rusijos mokslininkų V. B. Titovo ir O. I. Prokopovo Juodojoje jūroje (Титов, Прокопов, 2002, Титов, 2003).



**2 pav.** Vandens tankio gradientų pasiskirstymas ties Klaipėdos sąsiauriu pavasarį (linija pažymėtos skirtingų vandens masių ribos).

Vandens masės ir jų ribos buvo nustatytos skirtingiems metų sezonams: pavasario (kovo-gegužės mėn.) (2 pav.), vasaros (birželio-rugpjūčio mėn.) rudens (rugsėjo-lapkričio mėn.) ir žiemos (gruodžio – vasario mėn.).

Baltijos jūroje bei atskirose jos akvatorijose susiformuoja skirtingos vandens masės, kurių susidarymas, kiekis ir egzistavimas priklauso nuo Šiaurės jūros druskingų vandenių prietakos, upių nuotėkio ir meteorologinių sąlygų.

#### Literatūra

Defant A.I. (1961). Physical oceanography. Vol. 1. Pergamon Press. Oxford, London, Paris, New York. 729.

Emery W. J., Meincke J. (1986). Global water masses: summary and review. *Oceanologica Acta*. 9 (4). 383-391.

Helland-Hansen B. (1916). Nogen hydrografiske metoder. In *Forhandlinger ved de 16 Skandinaviske Naturforskerermøte*. (42). 357-359.

<http://www.icems.dk>

Iselin C. O. (1939). The influence of vertical and lateral turbulence on the characteristics of the waters at mid-depths. *Transactions of the American Geophysical Union* 20. 414-417.

Matthäus W. (1987). The History of the Conference of Baltic Oceanographers. *Beitrag Meereskunde*. Hamburg. 57. 117-155.

Mažeika P. A. (2001). Baltijos jūros hidrodinamika. Klaipėda. 181.

Sverdrup H. U., Johnson M. W., Fleming R. H. (1942). *The Oceans: Their Physics, Chemistry and general Biology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. 1087.

Тареев Б.А. (1965). Внутренние бароклинные волны при обтекании неровностей дна и их влияние на процессы осадкообразования. *Океанология*. Т. 5. вып. 1. 45-51.

Титов В. Б., Прокопов О. И. (2002). Характерные черты динамики и структуры вод прибрежной зоны Черного моря. *Метеорология и гидрология*. № 5. Москва. 59-67.

Титов В. Б. (2003). Годовая изменчивость динамических параметров Кольцевого циклонического течения в северо-восточной части Черного моря. *Метеорология и гидрология*. № 8. 80-88.

Борозин Х. Ю., Кремзер У. Маттеус В. (1977). Особенности и изменчивость гидрофизических полей Балтийского моря. В кн.: *Исследования по динамике вод Балтийского моря*. Москва. 5-67.

Карпова И. П. (1981). Водные массы Балтийского моря. *Труды 12-й конф. балт. океанографов и 7-го совещ. экспертов по водному балансу Балтийского моря*. Ленинград. Гидрометеиздат. 158-161.

Карпова И. П., Михайлов А. Е. (1983). Водные массы. проблемы исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. *Международный проект "Балтика"*. Вып. 1. Ленинград. Гидрометеиздат. С. 98-102.

Михайлов Е. (1992). Гирологический режим. В кн. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Балтийское море. Гидрометеорологические условия*. Т. 3. Вып. 1. Гидрометиздат. Санкт-Петербург. 261-329.

Титов В. Б. (2003). Годовая изменчивость динамических параметров Кольцевого циклонического течения в северо-восточной части Черного моря. *Метеорология и гидрология*. № 8. 80-88.

<http://www.ices.dk/ocean/>



## PIETRYČIŲ BALTIJOS BASEINŲ RAIDA SEDIMENTACINIŲ IR NEOTEKTONINIŲ TYRIMŲ DUOMENIMIS

Olegas Pustelnikovas

*Klaipėdos Universitetas, H. Manto g. 84, LT-92294 Klaipėda,  
[gmk.gmmf@ku.lt](mailto:gmk.gmmf@ku.lt)*

Pateikiamo darbo tikslas – nuosėdų susidarymo procesų analizė sekliuose ir giliuose, gėlavandeniuose ir druskinguose Pietryčių Baltijos akvenuose įvairiuose jų raidos etapuose gamtinių sąlygų poveikyje. Baseinų raida šiuo metu yra eutrofikacijos procesų spartėjimo, bioresursų skurdėjimo, navigacijos galimybių mažėjimo lygmenyje. Stebime akivaizdų seklių baseinų užakimą ir perėjimą į pelkių ir durpynų tipo žemumas. Kai kurie šios raidos aspektai vienur didina krantų abraziją, kitur gi, atvirkščiai, formuoja naujus krantinius (nerijų tipo) darinius. Per ilgą kelių (netgi keliolikos) tūkstančių metų raidą įvairiu mastu kito Baltijos baseino ribos, gylis ir hidrologinis režimas, jis tapdavo uždaru ir gėlu duburiu ar plačiai atsiverdavo druskingiems Atlanto vandenims. Įvairiais etapais vyko skirtinga ir dažniausiai žymiai spartesnė sedimentacija, kurios greičiai ir klimatinės fluktuacijos ryškėja litologinių, palinologinių, geocheminių duomenų ir geochronologinių datavimų bei gausių literatūrinių apibendrinimų pagrindu.

Sedimentacijos greičių ir sąlygų paskutiniųjų 300 metų eigoje analizė Kuršių mariose kartu įvertinant ir neotektoninių judesių amplitudes ir kryptis įgalina prognozuoti tolesnę jų bei kitų Pietryčių Baltijos sėkliavandenių akvenų ir Pajūrio žemumų raidą artimiausiems 1-3 tūkst. metų.

Neotektoniniai Baltijos baseino judesiai (kilimas ir grimzdimas), o tuo pačiu ir galimo eustatinio vandens lygio kilimo (jūros transgresija) aspektai diskutuoti darbuose (Pustelnikovas, 1998, 2008). Nuo Liepojos miesto iki Lenkijos šiaurinių pakrančių stebimas Žemės plutos grimzdimas 0 – 2 mm. metus<sup>-1</sup> greičiu (anot S. Šliaupos ir kt., 2005 – net iki 4,9 mm. metus<sup>-1</sup> ties Nida). Tikėtina, kad viena iš

to grimzdimo Pietų kryptimi pasekmių yra nors ir nežymus bet pastovus druskingumo didėjimas šiaurinėje Kuršių marių dalyje, o ne vien tik Klaipėdos uosto-sąsiaurio kasmetinis gilinimas, kaip kad teigiama eilėje apibendrinimų (Dailidienė, 2007, Galkus, 2007 ir kt.).

Neotektoninio Žemės plutos grimzdimo pasekmėmis neabejotinai galime skaityti depresijas Nemuno deltoje, Vyslos slėnyje (-1,8 m), Vokietijos žemumoje (-2, -3 m) ir net iki -6, -7 m Olandijos teritorijoje Šiaurės jūros regione. Šioje baseino dalyje diskutuotinomis būtų darbo (Bitinas et al., 2005) išvados apie neotektoninį Rytų Europos blokų kilimą Aisčių marių rajone (pagal anomaliai aukštą organinių darinių slūgsojimo gyli) vidutiniu greičiu apie 3 mm, metus<sup>-1</sup>, pateikiant tai kaip normalų reiškinį PR Baltijoje.

Eilė autorių (Eronen, 1987, Sterr, 1992, Mörner, 2005 ir kt.) pietinėje jūros dalyje fiksuoja vandens lygio kilimą 1,4 – 1,5 mm • metus<sup>-1</sup> greičiu. Bet ar tai nėra santykinis šio lygio stabilumas, analoginiu (ar net didesniu) greičiu grimzdant Žemės plutai? Juolab, kad palydovinės altimetrijos duomenų pagrindu 1990 – 2005 metų laikotarpyje vandens lygio kilimas nefiksuojamas ir netgi prognozuojamas arktinio atšalimo išplitimas ir klimato pablogėjimas Pietų Baltijos ir Šiaurės jūros regionuose (Mörner, 2005). Neotektoniniai judesiai lemdavo vandens lygio svyravimus iki 26 – 29 (ir daugiau) m, o tuo pačiu ir sedimentacijos baseino ryšių su Pasaulio vandenynu visoje Baltijos jūros holoceno istorijoje, t.y. vyko regresijos ir transgresijos, kurios sietinos ne vien tik su klimato pokyčiais, bet labiau su ankstyvųjų glacioizostazinių judesių pradžia prieš 15 tūkst. metų. Tai atsispindi nuosėdinės dangos storumėje, granulimetrinės, cheminės ir palinologinės sudėties įvairovėje skirtingų jūros dalių vystymosi dėka (Emelyanov (ed.), 2002, Pustelnikovas, 2007, Trimonis, 2008, Блажчишин, 1998 ir kt.). Paskutiniųjų 300 metų bėgyje tiriamame regione vyko akivaizdūs klimato pokyčiai (Pustelnikovas, 1998, Pustelnikovas, Savukynienė, 2003). 1778 – 1990 metų laikotarpyje stebėta po 6 atšalimo ir atšalimo ciklus, kurių trukmė buvusi nuo 6 iki 39 metų. Šiuos ciklus atspindėjo abipusiai 0,1 – 1,4 °C nukrypimai nuo vidutinės metinės 5,4 °C temperatūros. Šie ciklai neretai sietini su ekstreminiais vakarų –



šiaurės vakarų vėjais, kurie atsispindi Kuršių marių dugno nuosėdų cheminėje ir palinologinėje sudėtyje. Staigius klimato pokyčius atspindi ir homogeninių stambiagrūdžių nuosėdų horizontai ar moliuskų detrito tarpstuksniai iki 10 – 20 cm storio itin smulkiagrūdžio dumblo storymėje pietinėje marių dalyje.

Klimato pokyčiai, hidrologinis baseino režimas bei dugno reljefas yra svarbiais veiksniais sedimentacijos eigai Kuršių mariose. Mūsų duomenimis (Pustelnikovas 1998) šie greičiai kinta 2,5 – 3,6 (vid. siekia 3,2) m • 1000 metų<sup>-1</sup>. Esant vidurkiniam marių gyliui 3,8 m, jų duburys užsipildytų nuosėdomis jau per 1000 – 1500 metų. Kiti literatūros šaltiniai (Emelyanov et. al., 1998, Mažeika ir kt., 2008) pateikia žymiai didesnius jų greičius – atitinkamai 5 – 15 (vidutiniškai apie 10) ir 4,7 – 6,3 (vidutiniškai 5,5) m • 1000 metų<sup>-1</sup>. Anot šių duomenų gautume marių virsmą sausuma jau per 400 – 700 metų. Tokia sedimentacijos eiga jau akivaizdžiai keistų Nemuno srovės kryptį, vagos parametrus ir apsunkintų jo vandens ištakas į jūrą. Šiems pokyčiams aktyviai talkintų jau minėtas Žemės plutos grimzdimas.

Pateikiami duomenys įgalina prognozuoti Kuršių ir Aisčių marių, Gdansko įlankos ir jos dalies (Pucko įlanka) ir Vyslos žemupio raidą. Mums jie svarbūs, mažstant apie galimybę pratęsti Lietuvos dalies marių egzistavimą ir jų pritaikymą žvejybai, ūkinei veiklai, navigacijai, o taip pat vandens turizmo mažais laivais plėtrai.

#### Literatūra:

Basalykas A. (red.), 1965. Lietuvos TSR fizinė geografija, II dalis. Vilnius.

Bitinas A., Boldyrev V., Damušytė A., Grigienė A., Vaikutienė G., Žeromskis R., 2005. Anomalously high level of lagoon sediments in the northern part of Vistula spit. Kaliningrad region of Russian Federation. In „Relative sea level changes – from subsiding to uplifting coasts“, 13-14.

Červinskas E., 1972. Nauji Kuršių marių ploto matavimai. Lietuvos AM Mokslų darbai. Geografija ir geologija, t.9, 45-49.

Dailidienė I., 2007. Hydroclimatic changes in the South-Eastern part of the Baltic sea and Curonian lagoon. Summary of PhD dissertation. Vilnius, 45.

Dvareckas V., Šliaupa A., 1984. Neotektoniškose struktūroje i prodolnyje profili rek Litvy. Geologija ir geografija, t. 21, Vilnius, 30-35.

Emelyanov E., Jonsen A., Kuncendorf F., Birger L., 1998. Accumulation rates and time trends in pollution from investigations of sediment cores in the Curonian Lagoon. The Gulf of Riga Project 1993 – 1998. Jurmala, 23.

Emelyanov (ed.), 2002. Geology of the Gdansk Basin (Baltic Sea). Kaliningrad, Jantarny skaz, 496.

Eronen M., 1987. Global sea-level changes, crustal movements and quaternary shore lines in Fennoscandia. *Fennoscandian land uplift*. Geological Survey of Finland, special paper, 2. Espoo, 31-36.

Galkus A., 2007. Gėlo ir druskingo vandens cirkuliacijos ypatumai Klaipėdos sąsiauryje ir Kuršių marių šiaurinėje dalyje. *Annales geograficeae*, 40. Vilnius.

Gudelis V., 1982. Novejšyje į sovremennyje dviženija zemnoj kory na jugo-vostočnom poberežje Baltijskogo moria. *Baltica*, 7. Vilnius, 179-186.

Kabailienė M., 1967. Razvitije kosy Kuršių Nerija i zaliva Kuršių marios. Geologijos instituto darbai, 5. Vilnius 181-204.

Kabailienė M., 1990. Lietuvos holocenas, Vilnius.

Kazakevičius S., 1989-1990. Kuršių nerijos krantų vystymosi dinamika (kartometrinė analizė). Geografijos metraštis, 25-26. Vilnius, 46-56.

Mažeika J., Paškauskas R., Taminskas J., 2008. <sup>210</sup>Pb ir <sup>137</sup>Cs – Kuršių marių dugno nuosėdų amžiaus indikatoriai. Jūros ir krantų tyrimai-2008, konferencijos medžiaga. Klaipėda, 86-90.

Mórner N. A., 2005. From relative sea level changes to absolute changes in sea level and crustal movements. In „Relative sea level changes – from subsiding to uplifting coasts“. Gdansk, 33-34.

Pustelnikovas O., 1998. Geochemistry of sediments of the lagoon Kuršių marios. Vilnius, 234.

Pustelnikovas O., 2007. Geoecological estimation of sedimentation peculiarities of chemical element genetic forms in some basins of the South Baltic. *Geologija*, v.57. Vilnius, 1-13.

Pustelnikovas O., 2008. On the Eastern Baltic environmental changes: a case study of the Curonian lagoon area. *Geologija*, 50, No 2(62). Vilnius, 80 – 87.

Pustelnikovas O., Savukynienė N., 2003. Recent sedimentation in the lagoon Kuršių Marios, Nemunas river old valley (Baltic Sea) and the Gulf of Riga according to the palynological and geochemical data. Kn. „Geologia i geomorfologia pabrzeża i Poludniowego Bałtyku (red. W. Florek), 5. Slupsk, Poland, 45-62.

Shliaupa S., Bitinas A., Zakarevičius A., 2005. Predictive Model of the vertical movements of the Earth surface. Implication for the land use of the Lithuanian costal area. *Social strategies*, 40, 221-235.

Sterr H., 1992. Vulnerability of the coast of Germany due to impact of climate change: analyses and research demands. Proc-Intern. Coastal Congress ICC-Kiel-92, 733-747.

Trimonis E., 2008. Sedimentacija giliavandeniuose Baltijos jūros duburiuose. Jūros ir krantų tyrimai-2008. Konferencijos medžiaga. Klaipėda, 148-150.

Блажчишин А., 1995. Геоэкология Калининградского залива. В “Проблемы физико – экономической географии Калининградской области”. Калининград, 38-46.

## JUODKRANTĖS KOLONIJOJE PERINČIŲ DIDŽIŲŲ KORMORANŲ *PHALACROCORAX CARBO SINENSIS* MITYBA

Žilvinas Pūtys

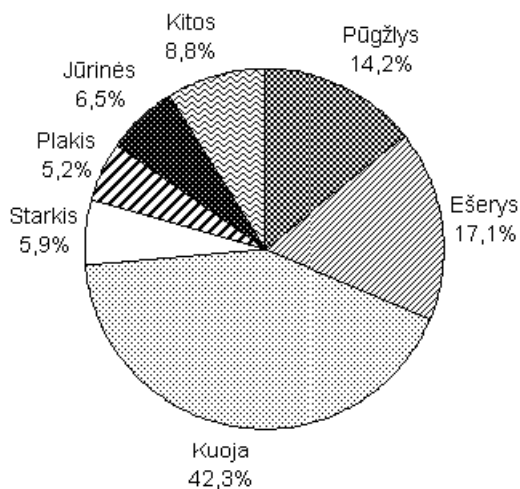
Vilniaus Universiteto Ekologijos institutas, Akademijos g. 2, LT-08412 Vilnius, [putys@ekoi.lt](mailto:putys@ekoi.lt)

Didžiojo kormorano ”kontinentinis” porūšis *Phalacrocorax carbo sinensis*, beveik išnykęs Europoje XX a. viduryje, 7-ajame dešimtmetyje pradėjo gausėti ir plačiai išplito žemyne. Manoma, kad šiuo metu jų populiacija viršija 1,7 mln. paukščių. Lietuvoje kormoranai vėl pradėjo perėti 1985 m., nuo 1989 m. – pilkųjų garnių kolonijoje ties Juodkrante. Šioje didžiausioje Lietuvoje kolonijoje didžiųjų kormoranų skaičius sparčiai augo iki 2003 m., vėliau stabilizavosi ir 2008 m. siekė apie 3300 perinčių porų.

Didžiojo kormorano mitybos tyrimas buvo atliekamas analizuojant atrajas. Medžiaga buvo renkama 2005-2007 m. Juodkrantės kolonijoje dauginimosi laikotarpiu 1-2 kartus per mėnesį. Viso buvo išanalizuota 220 atrajų. Mitybinių žuvų rūšys buvo identifikuojamos pagal išlikusias nesuvirškintas charakteringas skeleto dalis (otolitus, kramtomuosius gumburėlius, ryklėdančius). Žuvų ilgis ir masė buvo apskaičiuoti pagal kaulų (otolitų ir kramtomųjų gumburėlių) ir žuvies ilgio bei masės priklausomybę. Analizė buvo atliekama naudojantis turima kolekcija ir pačių nustatytomis alometrinėmis priklausomybėmis, taip pat remiantis literatūros šaltiniais.

Viso identifikuota daugiau nei 6300 žuvų, priklausančių 26 rūšims, taip pat krevetė *Crangon crangon*. 14 rūšių žuvys buvo aptinkamos kiekvienais tyrimo metais. Pagal skaičių kormorano mityboje gausiausios buvo 3 rūšių žuvys: pūgžlys (*Gymnocephalus cernuus*) – 39,3% , ešerys (*Perca fluviatilis*) -24,4% ir kuoja (*Rutilus rutilus*)- 19,2%, jų bendra dalis buvo 82,9%. Iš likusių žuvų kiek gausesnė buvo tik stinta (*Osmerus eperlanus*), jos dalis mityboje buvo

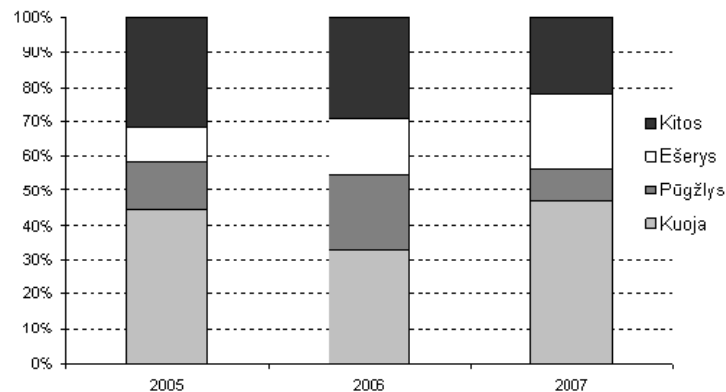
5%, didesnė pavasarį nerštinės migracijos metu. Pagal masę kormorano mityboje didžiausią dalį sudarė tos pačios žuvų rūšys: vidutiniškai stambesnė (42,2 g) kuoja sudarė 42,3%, ešerys (12,4 g) – 17,1%, pūgžlys (6,5 g) – 14,2 %. Bendra šių žuvų dalis mityboje sudarė 73,6%. Santykinai negausūs, bet didesni storkiai (*Sander lucioperca*) ir plakis (*Blicca bjoerkna*) irgi buvo palyginti svarbūs mityboje – jų dalis pagal masę atitinkamai siekė 5,9% ir 5,2% (1 pav.). Tų pačių trijų gausiausių kormorano mitybos žuvų dažnis atrajose buvo didesnis nei 70%: kuojos 86,8%, pūgžlio 83,2%, ešerio 75,5%. Dar 5 rūšių žuvis dažnis buvo didesnis nei 10%: plakis (37,3%), stinta (31,4%), storkis (24,1%), karšis (*Abramis brama*) (17,%), upinė plekšnė (*Platyichthis flesus*) (10,5%). Stinta, nors ir dažnai aptinkama, sudarė tik 1,5% mitybos pagal masę, svarbesnė buvo tik pavasarį nerštinės migracijos metu.



1 pav. Juodkrantės kolonijoje perinčių didžiųjų kormoranų mitybos sudėtis pagal masę.

Jūrinės žuvis pasitaikė 19,5% atrajų, jų dalis kormorano mityboje pagal masę sudarė 6,5%. Nors dalis jų galėjo būti sugautos mariose, pvz., mariose negausi upinė plekšnė, o jūroje galėjo būti pagauta dalis gėlavandenių (storkis, ešerys) ar praeivių žuvų (stinta, žiobris) galima teigti, kad jūroje sugautų žuvų dalis kormoranų racione nesiekė 10% pagal masę, o pagrindinė Juodkrantės kolonijoje perinčių kormoranų maitinimosi vieta yra Kuršių marios. Nors tyrimo laikotarpiu atskirų svarbiausių kormorano mityboje žuvų dalis skyrėsi gana žymiai, bendra jų dalis kito mažai (2 pav.).

Vidutinis kormorano prarytos žuvis dydis siekė 9,5 cm (TL), vidutinė masė buvo 16,8 g. Didžiausia žuvis buvo storkis (*Sander lucioperca*): 29,7 cm ilgio, 382 g svorio. Vidutiniškai vienoje išvamoje buvo 28,6 žuvis, daugiausia 119. Apskaičiuotas 2008 m. Juodkrantės kolonijoje perinčių kormoranų suvartotų žuvų kiekis Kuršių mariose siekė apie 570 t. Tai sudaro maždaug pusę oficialaus verslinės žvejybos laimikio arba 13,8 kg/ha. Didelio produktyvumo stambiuose vandens telkiniuose Olandijoje, Lenkijoje, Švedijoje esant panašiam kormoranų poveikiui nepastebėta žymesnio poveikio žuvų gausumui ar versliniams laimikiams.



2 pav. Juodkrantės kolonijoje perinčių didžiųjų kormoranų svarbiausios mitybinės žuvis 2005-2007 m. (pagal masę).

## AZOTO JUNGINIŲ BALANSAS KURŠIŲ MARIOSE: AR PAGERINSIME VANDENS KOKYBĘ MAŽINDAMI NEMUNO BASEINO TARŠĄ?

Artūras Razinkovas<sup>1</sup>, Renata Pilkaitytė<sup>1</sup> ir Ričardas Paškauskas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,  
H Manto 84, LT 92294, [art@corpi.ku.lt](mailto:art@corpi.ku.lt)*  
<sup>2</sup>*Botanikos institutas*

Į Kuršių marias kiekvienais metais su Nemuno nuotėkiu patenka apie 45000 tonų azoto ir 1500 tonų fosforo. Pirmas bandymas sudaryti Kuršių marių azoto balansą buvo padarytas 1998 metais (Swaney, 1998) pagal 1991-1997 duomenis, tačiau buvo pažymėta, kad jis nėra subalansuotas, nes nebuvo įvertinti denitrifikacijos, azoto fiksacijos, bento-pelaginių procesai. Patikslinus Kuršių marių azoto biudžetą pagal 2000-2006 duomenis ir apskaičiavus jo atsargas vandenyje ir dugno nuosėdose galima teigti, kad jo prietaka į Kuršių marias ženkliai sumažėjo.

Kuršių marių vandens kokybės gerinimui 2006 metais buvo patvirtinta valstybinė programa skirta sumažinti Nemuno upių baseinų rajone susidarančią taršą biogeninėmis ir organinėmis medžiagomis iš didžiausių sutelktosios ir pasklidosios taršos šaltinių, įgyvendinant Europos Sąjungos teisės aktuose nustatytus aplinkosaugos reikalavimus. Pagal Kuršių marių vandens kokybės gerinimo programą numatoma iki 2010 metų sumažinti pasklidąją taršą azotu 15 procentų ir fosforu – 8 procentais o sutelktąją taršą iki 2010 metų sumažinti azotu 810 tonų, fosforu – 85 tonomis, palyginti su 2004 metais.

Hidraulinio transporto ir ekologinio modelio pagalba atlikti skaičiavimai parodė, kad šios programos vykdymas ženkliai įtakos Kuršių marių vandens kokybei neturės. Aptartos kitos priemonės – nendrių šienavimas ir dreisenų akvakultūra gali duoti rezultatų tik derinant su taršos mažinimo priemonėmis Nemuno baseine.

## KURŠIŲ MARIŲ ŽUVŲ IŠTEKLIŲ BŪKLĖ

Rimantas Repečka

*Vilniaus Universiteto ekologijos institutas, Akademijos 2, LT-08412,  
Vilnius, [repecka@ekoi.lt](mailto:repecka@ekoi.lt)*

Didelė Kuršių marių akvatorija, ypatinga geologinė struktūra ir geografinė padėtis lemia tai, kad čia nuolat ar laikinai gyvena didelis ir sudėtingas ichtiofaunos kompleksas, susidedantis iš gėlavandenių, praeivių ir jūrinių žuvų rūšių. Didelę laimikių dalį sudaro vertingos žuvų rūšys, tokios kaip karšiai, sterčiai, stintos, žiobriai ir kt. Kuršių mariose sutinkama daug praeivių žuvų rūšių, kurios migruoja neršti į marias ir į Nemuno baseiną. Tiek verslinių, tiek eksperimentinių laimikių struktūra Kuršių mariose labai ryškiai skiriasi nuo jūros. Sugavimuose paprastai ryškiai vyrauja gėlavandenės ir praeivės žuvų rūšys, nors retkarčiais jūrinės žuvų rūšys (strimelės, menkės, upinės plekšnės) gali turėti netgi verslinę reikšmę. Paprastai jūrinės rūšys sutinkamos ne piečiau Juodkrantės, ir tik retais atvejais sūrus vanduo, o kartu ir jūrinės žuvų rūšys, pasiekia Nidos-Ventės ruožą. Tiesa, jau keletą pastarųjų metų upinės plekšnės žymiai dažniau sugaunamos ir centrinėje marių dalyje.

Kuršių mariose jau nuo pat Hidrobiologinės stoties įkūrimo Ventės rage 1949 metais nuolat tiriami žuvų išteklių. Remiantis ichtiologinių tyrimų duomenimis reguliuojamas žvejybos intensyvumas, nustatomi pagrindinių verslinių žuvų rūšių sugavimų limitai, reguliuojamas žvejybos įrankių gausumas (Maniukas, 1959; Gaigalas, 1968, 2001, Gerulaitis ir kt., 1994; Repečka, 1999). Pastaraisiais metais Kuršių mariose, suderinus su Rusijos Kaliningrado srities AtlantNIRO instituto mokslininkais, nustatomi bendri karšių, sterčių ir stintų išteklių bei jų sugavimo limitai abiejose marių dalyse.

Eilę metų naudojant unifikuotus žvejybos įrankius tose pat akvatorijose pagal žuvų laimikius galima spręsti apie žuvų išteklių pakitimus vandens telkiniuose. Ši tyrimų metodika naudojama

Skandinavijoje ir kitose Baltijos šalyse (Neuman et al., 1997 ir kt.) bei HELCOM yra rekomenduota visiems Baltijos jūros priekrantės ir lagūnų vandenims. Pastaraisiais metais šios metodikos buvo rekomenduotos ir Lietuvos vidaus vandenims (Virbickas ir kt., 1996; Aplinkos ministerija, 2005).

Pateikiame pastarųjų kelerių metų žuvų išteklių tyrimų rezultatus Kuršių mariose. 2005 m. įvertinta žuvų biomasė Kuršių marių Lietuvos dalyje sudarė 10,8 tūkst. tonų, vidutinė biomasė siekė net 262,1 kg/ha. 2006 m. birželio – spalio mėn. buvo apžvejotos 27 Kuršių marių akvatorijos bei apskaičiuota žuvų biomasė. Įvairiose Kuršių marių akvatorijose žuvų biomasė žymiai svyravo. Didžiausia biomase išsiskyrė akvatorijos centrinėje marių dalyje, ypač ties Rusijos – Lietuvos siena. Šiaurinėje marių dalyje ir Klaipėdos sąsiaurio akvatorijoje žuvų biomasė buvo mažiausia ir kartais tesiekė 70-80 kg/ha, tuo tarpu centrinėje marių dalyje žuvų biomasė dažnai viršijo ir 300 kg/ha. Eksperimentiniuose laimikiuose dažniausiai dominavo kuojos, tačiau gana gausūs buvo ir ešeriai, karšiai, plakiai, sterka, perpelės, pūgžliai ir žiobriai. Tirtu laikotarpiu bendra pagrindinių verslinių žuvų biomasė Kuršių marių Lietuvos akvatorijoje siekė 8,7 tūkst. tonų.

2007 m. gauti rezultatai rodė, kad žuvų biomasė Kuršių marių Lietuvos akvatorijoje siekė 9,3 tūkst. tonų. 2008 m. biomasė sumažėjo iki 8,4 tūkst. tonų. Biomasės sumažėjimui žymią įtaką galėjo turėti intensyvi verslinė žvejyba 2007 m., kai buvo sužvejotas rekordinis pastaraisiais metais 1363,4 tonų laimikis. Dominuojančiomis rūšimis išliko kuojos ir karšiai.

Lyginant dabartinių tyrimų duomenis su žuvų biomasės duomenimis prieš 10 metų (1996-1998 m.) pastebimas tam tikras žuvų biomasės sumažėjimas. 1996-1998 m. žuvų biomasė svyravo tarp 8,8-11,4 tūkst. tonų, vidutiniškai 10,2 tūkst. tonų, tuo tarpu 2005-2008 m. siekė atitinkamai 8,4-10,8 bei 9,3 tūkst. t.

Vilniaus universiteto Ekologijos instituto pastarųjų metų tyrimų duomenimis pagrindinių Kuršių marių verslinių žuvų populiacijų amžiaus ir matmenų struktūra pastaraisiais metais žymiau nepakito,

daugumos žuvų rūšių išteklių yra stabilūs ir eksploatuojami optimaliai.

Nerimą kelia tik sumažėjęs žuvų gausumas šiaurinėje marių dalyje (į šiaurę nuo Juodkrantės – Drevernos ruožo). Šioje akvatorijoje registruoti kur kas mažesni nei ankstesniais metais žuvų laimikiai. Galimas dalykas, kad į šią akvatoriją kur kas dažniau plūsta sūrūs vandenys iš Baltijos jūros. Daug gėlavandenių žuvų rūšių traukiasi nuo sūresnio vandens (karšiai, kuojos, plakiai ir kt.).

Karšių ir sterkų laimikiams mariose nustatomi kasmetiniai sugavimų limitai. Pastaraisiais metais karšių limitai svyravo 390-470 t, sterkų 90-130 t ribose. Stintoms, kurios žvejojamos tiek Baltijos priekrantėje, Kuršių mariose ir Nemuno deltoje, taip pat nurodomas bendras žvejybos limitas, kuris siekdavo 440-470 tonų. Kitoms žuvų rūšims žvejybos limitai nebuvo nustatomi, tačiau daugumos jų laimikiai išliko stabilūs.

Pastaraisiais metais, atsigauant žiobrių ir perpelų ištekliams, didėjo ir šių žuvų laimikiai. Bendras Kuršių marių žvejų verslininkų laimikis pastaraisiais metais buvo stabilus ir siekė 1200-1300 tonų. Manome, kad ir ateityje tokie versliniai laimikiai galėtų išlikti net ir didėjant rekreacinės žvejybos apimtims. Ypač didelių išteklių padidinti verslinius laimikius Kuršių mariose praktiškai nedaug galimybių, padidinimas gali būti susijęs tik su praeivių ir plėšriųjų žuvų gausumo didėjimu bei sugavimų struktūros gerinimu, t.y., nuolat žuvinant marias vertingų žuvų jaunikliais galima būtų tikėtis šių žuvų gausumo padidėjimo.

Pasitraukus daliai verslinės žvejybos bendrovių iš žvejybos verslo galima tikėtis, kad likusioms bendrovėms pagerės žvejybos sąlygos dėl didėjančio žvejybos efektyvumo.

## PIETRYTINĖS BALTIJOS JŪROS VANDENS LYGIO IZOSTATINIAI POKYČIAI HOLOCENO METU TAIKANT GEOLOGINIO MODELIAVIMO METODUS

**Jonas Šečkus**

*Geologijos ir Geografijos institutas, T. Ševčenkos 13, LT-03223  
Vilnius, [jonas.seckus@geo.lt](mailto:jonas.seckus@geo.lt)*

Pietrytinės Baltijos jūros tektoniniai judesiai Holoceno metu buvo įtakoti glacioizostazijos (pasireiškusios tirpstant ledynams) bei taip vadinamų „vertikalių“ tektoninių judesių (plokščių tektonikos pasekmė). Holoceno metu izostatiniai vandens lygio pokyčiai aktyviausiai pasireiškė Preborealio-Borealio metu. Šiuos faktus nustatė V. Gudelis tyrinėdamas Lietuvos, Latvijos bei Kaliningrado srities krantus (Gudelis 1955, 1960, 1961). Sudarius pietrytinės Baltijos jūros neotektoninį žemėlapią buvo apskaičiuotos Žemės plutos judesių amplitudės Vėlyvojo Oligoceno – Kvartero metu (Šliaupa et al. 1995).

Šiame darbe buvo atkurtas izostatinio vandens lygio pokyčių režimas Lietuvos akvatorijoje naudojantis santykinėmis vandens lygio svyravimo kreivėmis (RSL kreivės) iš 13 Baltijos jūros regionų (1 pav.). Siekiant atkurti izostatinio komponento kiekybines reikšmes RSL kreivės buvo įskaitmenintos bei naudojantis Diagrammer 2 programa (autorius dr. M. Meyer) sukurtos dvejų reikšmių matricos nusakančios kokiame absoliutiniame aukštyje buvo vandens lygis konkrečiame regione. Paprasčiau tariant kiekvieno regiono RSL kreivei sukurta duomenų lentelė nusakananti dvi reikšmes T (laiką) bei Z (vandens lygį). Tokiu pačiu metodu įskaitmeninus eustatinio vandens lygio svyravimo kreivę, sukurtą N.-A. Mörnerio (Mörner 1980) buvo apskaičiuoti izostatinio vandens lygio pokyčiai kiekviename regione:

$$IC = RSL - EC$$

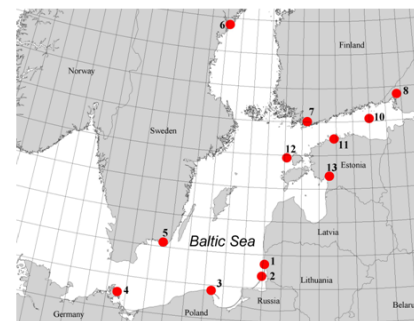
IC – Izostatinis komponentas;  
RSL – Santykinis vandens lygis;  
EC – Eustatinis komponentas.

Gavus izostazijos įtakoto vandens lygio kiekybines reikšmes buvo išskaičiuotos vidurkinės izostatinio komponento intensyvumo reikšmės kas 10 metų 11-os tūkstančių metų laikotarpiui:

$$TI_{Y-O} = (IC_Y - IC_O) / T_{Y-O}$$

TI – Vidurkinis izostatinis intensyvumas (mm/per metus);  
IC<sub>Y</sub> – „Jaunesnioji“ izostatinio komponento reikšmė (mm);  
IC<sub>O</sub> – „Vyresnioji“ izostatinio komponento reikšmė (mm);  
T<sub>Y-O</sub> – laikas tarp „jaunesniosios“ ir „vyresniosios“ izostatinio komponento reikšmių (metai).

Naudojantis dr. M. Meyer sukurtu programiniu skriptu Surfer 2000 programai duomenys buvo interpoliuojami *minimum curvature* (X bei Y rezoliucijos 500 m) bei sukurti izostatinio komponento intensyvumo modeliai 11000 metų laikotarpiui.



Eil. Nr.	RSL kreivės lokalizacija bei literatūrinis šaltinis
1	Centrinė Lietuva (Klaipėda), Gelumauskaitė et al. 2005a
2	Pietinė Lietuva (Nida), Gelumauskaitė 2006
3	Lenkija, Uscinowicz 2006
4	Riūgeno sala (Vokietija), Kiewe et al. 1982
5	Blekinge (Švedija), Berglund et al. 2005
6	Angermanalven (Švedija), Berglund 2004
7	Tammisaari (Suomija), Eronen et al. 2001
8	Vyborg (Rusija), Saaristo and Grönlund, 1996
9	St. Peterburgas (Rusija), Dolukhanov 1979
10	Suursaari (Estija), Heinsalu et al. 2000
11	Talinas (Estija), Kessel and Raukas, 1979
12	Hiiumaa sala (Estija), Raukas 2000
13	Parnu (Estija), Veski et al. 2005

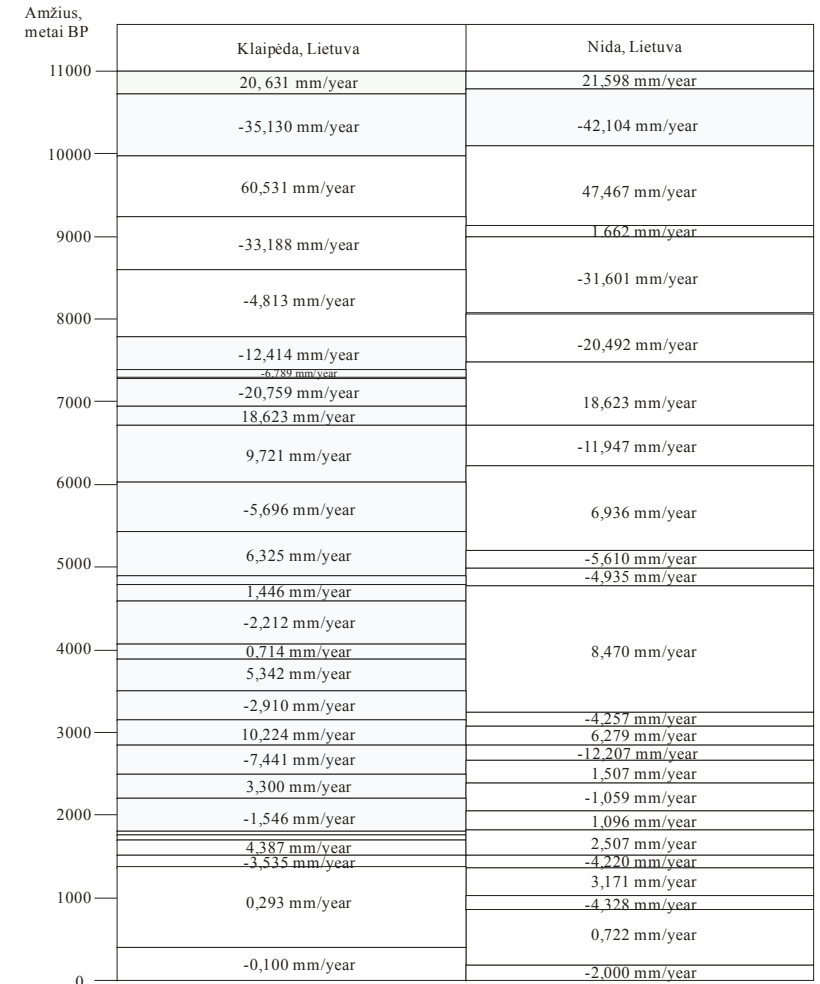
**1 pav.** RSL kreivės panaudotos izostatinio komponento intensyvumo modeliavimui.

Izostatiniai vandens lygio pokyčiai paleogeografinėi raidai pietrytinėje Baltijos jūroje didžiausia įtaką turėjo ankstyvajame Holocene. Vėliau vandens lygio pokyčius vis labiau įtakojo eustatinis komponentas (vandens lygio pokyčiai nulemti klimatinų faktorių). Autoriaus nuomone taip atsitiko dėl to, kad glacioizostazijos poveikis tiriamoje teritorijoje intensyviausias buvo iš karto po ledynų atsitraukimo, vėliau glacioizostazinių judesių (angl. „glacioisostatic rebound“) procesas silpnėjo, kol Postlitorinos jūros vystymosi stadijos metu (prieš 4000-3000 kalendorinių metų) visiškai išnyko.

Šiuolaikiniai izostaziniai judesiai pietrytinėje Baltijos jūroje yra įtakoti plokščių tektonikos aktyviose tektoninėse zonose Viduržemio jūroje, Karpatų, Alpių kalnuose bei Vidurio Atlanto kalnagūbryje (Šliaupa et al. 2004).

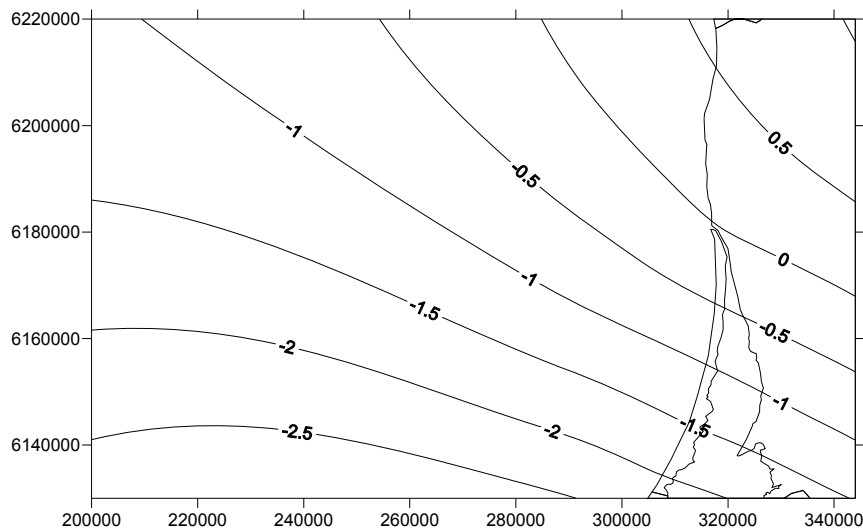
Remiantis modeliavimo duomenimis išryškėjo tam tikros tiriamos teritorijos izostazinių judesių tendencijos. Ankstyvajame bei viduriniajame Holocene (Joldijos jūros bei Ancyliaus ežero vystymosi stadijose) tiek pietinėje tiek šiaurinėje tiriamos teritorijos dalyje vyravo identiškas izostazinis režimas, vėliau (Litorinos jūros vystymosi pradžioje) izostaziniai judesiai įgavo asinchroninį charakterį. Pietinėje dalyje vyraujant teigiamai izostazinio intensyvumo reikšmei, šiaurinė dalis grimzdavo ir atvirkščiai (2 pav.). Ši tendencija išliko iki šių dienų ir šiuo metu šiaurės-rytinėje teritorijos dalyje vyrauja kilimas (angl. „*uplift*“), o einant iš šiaurės į pietus vyrauja grimzdimas (angl. „*subsidence*“) (3 pav.).

Intensyviausias teritorijos kilimas pietinėje tiriamos teritorijos dalyje vyko prieš 10800 ir tęsėsi iki 8980 metų (intensyvumas siekė 41,6 mm/metus). Centrinėje tiriamos teritorijos dalyse kilimo intensyvumo reikšmės buvo dar didesnės ir siekė 60,5 mm/metus (teritorijos kilimas vyko prieš 9950-9230 metų). Taigi maksimalus teritorijos kilimas vyko Ancyliaus ežero vystymosi stadijoje.



2 pav. Izostazinio intensyvumo vidurkinių reikšmių schema pietrytinėje Baltijos jūroje per paskutiniuosius 11000 metų.





**3 pav.** Modelis vaizduojantis šiuolaikinio izostazinio komponento poveikį pietryčių Baltijoje.

### Literatūra

Berglund, M. 2004. Holocene shore displacement and chronology in Ångermanland, eastern Sweden, the Scandinavian glacio-isostatic uplift center. *Boreas*, 33, 48 - 60.

Berglund, B.E.; Sandgren, P.; Barnekow, L.; Hannon, G.; Jiang, H.; Skog, G.; Yu, S.Y., 2005. Early Holocene history of the Baltic Sea, as reflected in coastal sediments in Blekinge, southeastern Sweden. *Quaternary International 145 – 130*, 111 - 139.

Dolukhanov, P.M., 1979. The Quaternary history of the Baltic. Leningrad och Soviet Carelia. In: *The Quaternary history of the Baltic (eds. V. Gudelis, Königsson, L.-K.)*, 115-125.

Eronen, M., Glückert, G., Hatakka, L., van de Plassche, O., van der Plicht, J., Rantala, P. 2001. Rates of Holocene isostatic uplift and relative sea-level lowering of the Baltic in SW Finland based on studies of isolation contacts. *Boreas*, 30, 17-30.

Gelumbauskaitė, L.-Ž., Šečkus, J. 2005. Late Quaternary Shore Formations of the Baltic Basins in the Lithuanian Sector. *Geologija*, 52, 34-45.

Gudelis, V., 1955. Neotectonic activity on the Lithuanian Baltic Sea coast. *Lietuvos TSR MA Darbai, ser. B, 3*. [in Lithuanian]

Gudelis, V., 1960a. Neotectonic movements on the territory of the East Baltic area during the Late- and Post-Glacial periods. *Collectanea acta geologica Lithuanica*.

Gudelis, V., 1961. Latest and recent movements of the earth's crust and the morphology of the sea coast of the East Baltic area. *Bulletin Géodésique, No. 62*.

Heinsalu, A., Veski, S., Vassiljev, J., 2000. Palaeoenvironment and shoreline displacement on Suursaari island, the Gulf of Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 72, 21-46.

Kessel, H., Raukas, A., 1979. The Quaternary history of the Baltic. Estonia. *The Quaternary history of the Baltic (eds. V. Gudelis, Königsson, L.-K.)*, 127-146.

Kliewe, H., Janke, W., 1982. Der holozäne Wasserspiegelaufstieg der Ostsee im nordöstlichen Küstengebiet der DDR. *Reprint Peterm. Geogr. Mitt. 82-2*, 65-74.

Mörner N.-A. 1980. Late Quaternary sea-level changes in the north-western Europe: a synthesis. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 100*: 381-400.

Raukas, A., 2000. Rapid changes of the Estonian coast during the Late-glacial and Holocene. *Marine Geology 170(1)*, 21-27.

Saarnisto, M., Grönlund, T., 1996. Shoreline displacement of Lake Ladoga - new data from Kilpolansaari. *Hydrobiologia 322(1-3)*.

Šliaupa, A., Gelumbauskaitė, Ž., Šliaupa, S. 1995. Neotectonic structure of the eastern part of the Baltic Sea and adjacent land area. *Techinika poszukiwan Geologicznych Geosynoptika i Geotermia, Nr. 3/95*, P. 63-65.

Šliaupa, S., Šliaupa, A., Zakarevičius, A., Ilginytė, V., 2004. Tektoninių procesų tendencijos neotektoniniame etape ir jų prognozė.

In: Lietuvos Žemės gelmių raida ir išteklių (ed. Baltrūnas, V.), 610-613.

Veski, S., Heinsalu, A., Klassen, V., Kriiska, A., Lougas, L., Poska, A., Saluäär, U., 2005. Early Holocene coastal settlements and palaeoenvironment on the shore of the Baltic Sea at Pärnu, southwestern Estonia. *Quaternary International*, 130, 75-85.

Uścinowicz, S. 2006. A relative sea-level curve for the Polish Southern Baltic Sea. *Quaternary International*, 145 – 146, 86 - 105.

## BIOLOGINIŲ IR APLINKOS FAKTORIŲ VAIDMUO FORMUOJANT DUGNO FAUNOS BENDRIJAS SMĖLIO SEKLUMOSE

**Andrius Šiaulys, Darius Daunys**

*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,  
H. Manto 84, LT-92294 Klaipėda, [andrius@corpi.ku.lt](mailto:andrius@corpi.ku.lt)*

Smėlėto dugno buveinės užima didžiąją dalį pietrytinės Baltijos jūros dugno. Jos yra tiriamos kaip potencialūs smėlio ir žvyro išteklių, kita vertus, specifinės smėlio struktūros – smėlio seklumos – yra laikomos saugotomis teritorijomis pagal ES Natura 2000 direktyvą. Tyrimo tikslas – įvertinti, kokie biologiniai ir aplinkos faktoriai yra lemiantys formuojant dugno faunos bendrijas mažo druskingumo ir skurdžios bioįvairovės smėlio seklumose ir jų prieigose. Tyrimo rajonas apėmė 24 km<sup>2</sup> Lietuvos teritoriniuose vandenyse esančio dugno plotą, nuo Juodkrantės į vakarus nutolusį apie 7-12 km. Čia registruotos dvi 4,2 km<sup>2</sup> ir 1,9 km<sup>2</sup> smėlio seklumos.

Per 2006-2008 metų laikotarpį iš viso buvo paimta 61 makrozoobentosos ir 30 dugno nuosėdų mėginiai. Tyrimo rajone aptikta 15 makrozoobentosos rūšių, išskirtos keturios bentosos bendrijos. Smėlio seklumose dominuoja invazinės daugiašiarės kirmėlės *Marenzelleria neglecta*, tuo tarpu foniniame rajone dvigeldžiai moliuskai *Macoma balthica*.

Vieni svarbiausių abiotinių veiksnių, lemiančių dugno faunos įvairovę ir biomasę yra gylis ir paviršinių dugno nuosėdų medianinis dalelių dydis. Šių faktorių kombinacijos gerai atspindi dugno faunos struktūriniais skirtumais. Didžiausia bentosos biomasė, gausumas ir įvairovė užfiksuota gilesnėse vietose (>26 m) ir esant mažesniai nei 0,32 mm medianiniam dalelių dydžiui. Smėlio seklumų sritys, besiskiriančios medianiniu dalelių dydžiu pasižymi kitomis dominuojančiomis rūšimis.

Analizuojant atskirų rūšių sutinkamumo dažnius paaiškėjo, kad rūšys, aptinkamos 20-70% visų tyrimo vietų, beveik du kartus dažniau yra sutinkamos gilesniame foniniame rajone nei smėlio seklumose. Iš biologinių veiksnių buvo tirta galima paukščių įtaka tyrimo rajone dominuojančių moliuskų *M. balthica* populiacinei struktūrai. Rezultatai parodė, kad smėlio seklumose individai yra stambesni nei foniniame rajone, kas paneigia hipotezę, jog paukščiai, misdami stambesniais individais, mažina populiacijos biomasės/gausumo santykį. Tai gali būti paaiškinama kitu abiotiniu faktoriumi – stipresniu hidrodinaminiu poveikiu seklumose.

## VIRUSAI KURŠIŲ MARIŲ VANDENYSE: ĮVAIROVĖ, GAUSA IR PAPLITIMAS

Sigitas Šulčius<sup>1</sup>, Juozas Staniulis<sup>1</sup>, Ričardas Paškauskas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Klaipėdos universiteto BPATPI, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda, [sigas@corpi.ku.lt](mailto:sigas@corpi.ku.lt)*

<sup>2</sup>*Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406, Vilnius*

Pietryčių Baltijos priekrantinių lagūnų vandens kokybę ir trofinės būklės kaitą didžia dalimi lemia jų hidrologiniai savitumai ir maistinių medžiagų apkrova iš baseino ir koncentruotų taršos šaltinių. Kuršių marios – vienas produktyviausių tokio tipo vandens telkinių regione. Nedidelis marių gylis ir ribota vandens apykaita su Baltijos jūra menkina savaiminio apsivalymo gebą, todėl net ir pastaruosiu metu pastebimai sumažėję organinių ir biogeninių junginių srautai vis dar reikšmingai įtakoja produktyvumą ir medžiagų bei energijos sklaidą įvairiuose trofiniuose lygmenyse.

Apibūdinant vandens ekosistemų mitybinius tinklus ir medžiagų bei energijos srautus, šalia jau anksčiau pripažintos „mikrobinės kilpos“ organizmų svarbos vis dažniau aktualinama planktono virusų įtaka pagrindinėms organizmų grupėms – visų pirma planktono dumblių ir prokariotų bendrijoms. Daugelis autorių pabrėžia jų išskirtinį vaidmenį reguliuojant esminius medžiagų ir energijos apykaitos procesus, kas verčia koreguoti supratimą apie vandenyje vykstančius mikrobiologinius procesus ir jų svarbą ekosistemos produktyvumui ir vandens kokybei (Wilhelm, 2000; Weinbauer, 2004; Suttle, 2005; Brussaard, 2008; Donovaro, 2008). Virusai ne tik gausiausi organizmai mūsų planetoje, bet ir didžiausias genetinės įvairovės šaltinis (Suttle, 2005; Breitbrat, 2005; Srinivasiah, 2008). Visoje hidrosferoje, kiekvieną sekundę įvyksta apytiksliai  $10^{23}$ , o per parą  $10^{29}$  virusinių infekcijų, dėl ko atpalaiduojama  $10^8$ – $10^9$  tonų anglies per dieną (Suttle, 2007). Virioplanktonas atsakingas už 10–50% bakterijų mirtingumo ir didesnę reikšmę įgauna eutrofiniuose vandens telkiniuose. Aprašoma, jog virusai sugeba slopinti daugiau

nei 100% bakterijų antrinės produkcijos per parą (Bonilla-Findji, 2008). Virusai gali aktyviai reguliuoti dumblių žydėjimą vandens telkiniuose, kas literatūroje vadinama “laimėtojo slopinimu” (*kill the winner*) (Fuhrman, 1999; Wommack and Colwell, 2000; Wilson, 2002, Weinbauer, 2004). Virusai, ne tik slopindami dominuojančių grupių vystymąsi, bet ir skatindami anglies ir kitų mineralinių elementų recirkuliaciją eufotinėje zonoje, stabdo šių medžiagų perdavimą aukštesniems mitybos lygiams, tuo pačiu stipriai įtakoja biogeocheminius ciklus ir hidroekosistemos produktyvumą (Thingstad *et al.*, 1997; Fuhrman, 1999; Bonilla-Findji, 2008).

Kita vertus, visuomenės sveikatos apsaugos atžvilgiu stipriai eutrofikuojuose vandenyse labai aktualus tampa ir sanitarinis higieninis aspektas. Žmogaus patogeniniai virusai gali būti aptinkami visuose vandens telkiniuose, kurie yra municipalinių ir pramoninių nuotekų įtakos zonoje (Schernewski and Jülich, 2001). Žmogaus ligas sukeliantys virusai į vandens telkinį patenka ir su upių nuotekų bei gruntiniais vandenimis (Fong and Lipp, 2005). Skelbiama, jog miesto nuotekų užterštame vandenyje gali būti randama daugiau nei 100 virusų rūšių, sugebančių sukelti įvairias žmonių ligas (Bosch, 1998). Bendrai šita virusų grupė vadinama enterovirusais, kuriais užsikrėtus dažniausiai ir pirmiausia jie infekuoja virškinimo trakto bakterijas, taip sukeldami ligas, tarp kurių minimos hepatitas, gastroenteritas, meningitas ir kt. (Fong and Lipp, 2005). Žmonių patogeniniai virusai gali būti rimta problema sprendžiant, visuomenės sveikatos, vandens kokybės ir su tuo susijusių rekreacinius bei turizmo klausimus.

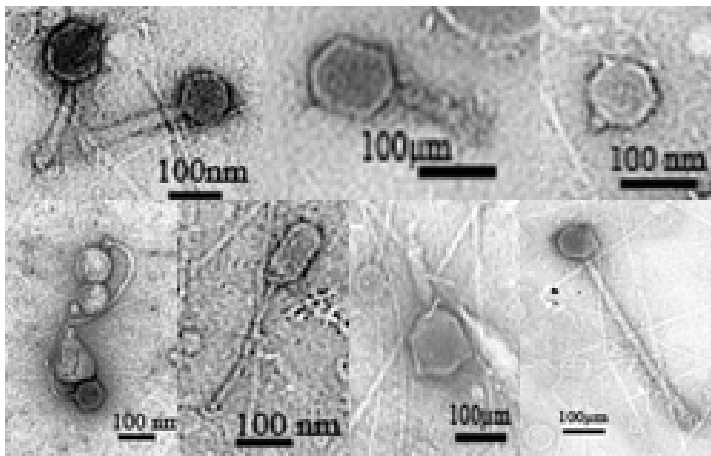
Planktono virusai Kuršių mariose buvo tyrinėti 2005 metai aktyvios vegetacijos laikotarpiu (liepos–rugpjūčio mėn.), siekiant įvertinti erdvinio pasiskirstymo ypatumus. Nuo 2007 metų kovo iki 2008 metų vasario mėnesio tyrimai buvo atliekami sezoninių gausumo pokyčių nustatymui ir įvertinimui. Kiekybinis įvairių biologinių komponentų esančių ekosistemoje įvertinimas yra pirmoji užduotis įvairiose ekologiniuose tyrimuose. Vandens mėginiai tyrimų laikotarpiu buvo renkami į sterilius 50 ml plastikinius indus ir fiksuojami formalinu arba gliutaraldehidu (filtruoti pro 0,2 μm membraninius filtrus) iki galutinės 1% arba 2% jų koncentracijos.

Virioplanktono gausumas ir prokariotinių ląstelių kiekis vandens mėginiuose buvo nustatytas pasitelkiant, jau klasikiniiais vandens mikrobiologijoje tapusius, metodus: fluorescencinę (FM) ir elektroninę mikroskopiją (EM). FM metodo esmę sudaro jautrių genetinei medžiagai dažų naudojimas. Darbe buvo naudojami SYBR Green I dažai, naudojant Anodisk filtravimo techniką, remiantis J.A. Fuhrman (1999) pateiktu aprašymu. EM metodu gauti virusinių dalelių kiekiai būna mažesni, lyginant su fluorescencine mikroskopija, tačiau virusines daleles galima vertinti tiek kiekybiškai, tiek kokybiškai. Tai nepakeičiamas metodas tyrinėjant virusų morfologines savybes. Mikroskopavimas buvo atliekamas esant  $\times 10\ 000$ ,  $\times 15\ 000$  ir  $\times 25\ 000$  didinimui.

Virioplanktono kiekiai, priklausomai nuo aplinkos parametrų įvairovės Kuršių mariose, kinta nuo  $10^7$  iki  $10^8$  dalelių/ml ribose, panašiai, kaip ir kituose gėluosiuose vandens telkiniuose (Demuth *et al.*, 1993). Kiek mažesni kiekiai nustatomi atviruose jūrų ir vandenynų plotuose (Witzel *et al.*, 1993; Wommack and Colwell, 2000). Chlorofilo *a* koncentracija, iš esmės atspindinti fitoplanktono biomasės dydžius ir pokyčius laike bei erdveje, skyrėsi tyrimų laikotarpiais. Tačiau 2007 metais atliktų tyrimų rezultatai parodė, jog virioplanktono gausumo pikai iš esmės atitiko maksimalias chlorofilo *a* koncentracijos reikšmes, taigi ir fitoplanktono organizmų grupės gausumą (tiek pavasari, tiek rudeninį). Planktono prokariotinių ląstelių gausumas skirtingais metais ir sezonais svyravo nuo 0,6 iki  $5,4 \times 10^6$  ląst./ml. Nustatytas stiprus tiesinis ryšys tarp virusinių dalelių ir chlorofilo *a* koncentracijos bei prokariotų gausumo (atitinkamai  $r=0,82$  ir  $r=0,84$ ).

Kuršių marių vandenyse elektroninės transmissinės mikroskopijos pagalba buvo nustatytos 26 skirtingos virusinių dalelių morfologinės formos (žr. pav.). Kuršių mariose vyrauja 60-110 nm dydžio kapsides turintys virusai, kurie sudaro 54,6 % visų tyrinėtų virusinių dalelių. Mažą kapsidę (20-60 nm) turintys virusai sudaro 19,9 %. Uodegėlių ilgiai svyravo nuo 20 iki 630 nm. Kuršių mariose dominuoja *Myoviridae* šeimai (66,73 %) priskiriamos virusinės dalelės. Šiai šeimai priskiriami pagrindiniai koliforminių bakterijų parazitai ir kai

kurie enterovirusų grupės atstovai. Tačiau išsamiau apibūdinti, aprašyti ir suskirstyti virusines daleles pagal pasirinktus kriterijus būtina atlikti detalesnius tyrimus, įtraukiant molekulinės biologijos metodus.



**1 pav.** Virioplanktono morfologinė įvairovė Kuršių mariose. Nuotraukos darytos elektroniniu mikroskopu, naudojant  $\times 15\,000$  kartų didinimą.

Lietuvos pirmieji įvairių vandens telkinių virioplanktono stebėjimai pradėti Botanikos institute 2004 metais, kol kas apsiriboja tik kiekybiniais ir morfologiniais aprašymais. Tačiau norint įvertinti planktono virusų įtaką tiek Kuršių marių, tiek Baltijos jūros vandens organizmų bendrijų struktūrai būtina atlikti išsamesnius tyrimus. Šiuo metu turimi tyrimų rezultatai akivaizdžiai atspindi tendencingus mikroorganizmų grupių kaitos dėsninumus. Lieka neatsakyti svarbūs klausimai – kaip stipriai ir reikšmingai virioplanktonas įtakoja pirminius ir aukštesnių trofinių lygių produkcinis procesus, medžiagų ir energijos srautus, kokia virusų svarba vandens telkinio produktyvumui, vandens kokybei, užterštumui mariose ir priekrantės vandenyse. Sukaupta informacija galėtų pasitarnauti, tobulinant medžiagų ir energijos srautų modelius, padėtų geriau suprasti planktono struktūros ir funkcinių bei dinaminių procesų ypatumus.

*Padėka:* Atliekant tyrimus iš dalies prisidėjo Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

### Literatūra

Demuth, J., 1993, Direct Elektron Microscopy Study on the Morphological Diversity of Bacteriophage Populations in Lake Plußsee, *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 59, No. 10, p. 3378–3384.

Bosch A., 1998, Human enteric viruses in the water environment: a minireview, *INTERNATL MICROBIOL*, Vol. 1, p.191–196.

Breitbart M., Rohwer F., 2005, Here a virus, there a virus, everywhere the same virus?, *TRENDS in Microbiology*, Vol.13, No.6, p. 278–284.

Brussaard *et al.*, 2008, Global-scale processes with a nanoscale drive: the role of marine viruses, *ISME Journal.*, Vol. 2, No. 6, p. 575-578.

Bonilla-Findji *et al.*, 2008, Deep-Sea Research II, Vol. 55, p. 790–800.

Donovaro R., 2008, Major viral impact on the functioning of benthic deep-sea ecosystems, *Nature*, Vol. 454, p. 1084–1088.

Fuhrman, J.A., 1999, Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects, *Nature*, Vol. 399, No. 10.

Fong T., Lipp E. K., 2005, Enteric Viruses of Humans and Animals in Aquatic Environments: Health Risks, Detection, and Potential Water Quality Assessment Tools, *Microbiology and molecular biology reviews*, Vol. 69, No. 2, p. 357–371.

Thingstad T. F., Lignell R., 1997, Theoretical models for the control of bacterial growth rate, abundance, diversity and carbon demand, *Aquatic Microbial Ecology*, Vol 13, p. 19–27.

Srinivasiah S. *et al.*, 2008, Phages across the biosphere: contrasts of viruses in soil and aquatic environments, *Research in Microbiology*, Vol. 159, p. 349–357.

Schernewski G., J. Jülich W., 2001, Risk assessment of virus infections in the Oder estuary (southern Baltic) on the basis of spatial

transport and virus decay simulations, *Hyg. Environ. Health*, Vol. 203, p. 317-325.

Suttle C. A., 2007, Marine viruses — major players in the global ecosystem, *Nature reviews*, Vol. 5, p. 801–812.

Suttle C. A., 2005, Viruses in the Sea, *Nature*, Vol 47, p. 356–361.

Weinbauer, G. M., 2004, Are viruses driving microbial diversification and diversity, *Environmental Microbiology*, Vol. 6, No. 1, p. 1–11.

Wilhelm, S.W., Suttle C. A., 2000, Viruses as regulators of nutrient cycles in aquatic environments, *8<sup>th</sup> International Symposium on Microbial Ecology*.

Wilson, W., 2002, Giant algal viruses: lubricating the great engines of planetary control. *Microbiology Today*. Vol. 29.

Witzel K. *et al.*, 1993. Viruses (in Plusssee) //in Overbeck J, Chrost R. J. (edd.) *Microbial ecology of lake Plusssee*. Springer-Verlag. p. 270–286.

Wommack, K. E., Colwell R. R., 2000, Virioplankton: Viruses in Aquatic Ecosystem, *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, Vol. 64, No. 1, p. 69–114.

## SUNKIEJI METALAI GRETIMŲ KLAIPĖDOS LEZ GYVENAMŲJŲ KVARTALŲ DIRVOŽEMYJE

**Ričardas Taraškevičius**

*Geologijos ir geografijos institutas, T.Ševcenkos 13, LT-03223  
Vilnius, [taraskevicius@geo.lt](mailto:taraskevicius@geo.lt)*

Klaipėdos miesto laisvai ekonominei zonai (Klaipėdos LEZ) gretimų gyvenamųjų kvartalų dirvožemio (grunto) geocheminės sudėties tyrimai - 2006-2007 metais pradėto Klaipėdos miesto dirvožemio ir grunto monitoringo darbų tęsia. Jų tikslas - padėti tyrimais pagrįstą pagrindą tikslingam ir racionaliam dirvožemio monitoringo tinklui Klaipėdos LEZ aplinkoje, siekiant optimizuoti veiksmus ir organizacines bei technines priemones aplinkos kokybės vertinimui, valdymui ir tikslingam disponavimui informacija apie aplinkos ekogeocheminę kokybę miesto bendruomenės gerbūvio ir darnios plėtros su gamtine aplinka užtikrinimui.

Tikslo realizavimui buvo užsibrėžti uždaviniai:

- dirvožemio (grunto) ėminius rinkti iš tų gyvenamųjų kvartalų visuomeninių teritorijų, kuriuose nėra ir artimiausiu metu nebus vykdomi žemės kasybos darbai;
- mėginiuose, laikantis Lietuvos higienos normos HN 60:2004 reikalavimų, nustatyti potencialiai toksinių cheminių elementų ir junginių kiekius ir atlikti jų įvertinimą,
- sudaryti nustatytųjų teršalų kiekių pasiskirstymo žemėlapius ir diagramas.

2008 metais buvo surinkti 26 dirvožemio ėminiai:

- 4 – iš Pempininkų mikrorajono gyvenamųjų namų kiemų (erdvių),
- 5 – iš Naujakiemio mikrorajono gyvenamųjų namų kiemų (erdvių),
- 5 – iš Gedminų mikrorajono gyvenamųjų namų kiemų (erdvių),

- 7 – iš Bandužių mikrorajono gyvenamųjų namų kiemų (erdvių),
- 5 – iš Rimkų gyvenvietės aplinkos.

Dirvožemio (grunto) mėginuose buvo tiriami 15 potencialiai toksinių cheminių elementų – Ag, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn ir naftos produktų (lengvoji frakcija C<40) kiekiai, ir pagal HN 60:2004 atliktas jų įvertinimas įvardijant užterštumo pavojingumo laipsnį pagal du pagrindinius rodiklius: užterštumo koeficientą  $K_o$  ir suminio užterštumo rodiklį  $Z_d$ . Geocheminio fono reikšmėmis (geofonas) pasitelktos „Lietuvos geocheminiame atlase“ Klaipėdos rajonui nurodytosios elementų kiekių vertės.

Apibendrinus ekogeocheminio ( $K_k$  ir  $Z_d$ ) ir geohigieninio ( $K_o$ ) vertinimo rodiklius galima teigti:

1. Pagal suminio užterštumo rodiklio  $Z_d$  reikšmę tik vienoje tyrimų vietoje – Rimkuose greta geležinkelio – dirvožemis gali būti įvardintas kaip priklausas „pavojingo užterštumo“ lygio kategorijai. Kitose vietose jis priklauso „leistinai užteršto“ lygio kategorijai. Ir tik 4-iose iš jų jis priartėja prie 75%  $Z_d$  dydžio, lygaus 12 (esant  $Z_d = 16$  dirvožemis (gruntas) būtų vertinamas kaip „vidutinio pavojingumo“). Vidutinis suminio užterštumo rodiklio  $Z_{d\text{ vid}}$  dydis tiriamų visų mikrorajonų dirvožemyje yra 8,68 – ir priklauso leistino užterštumo lygio kategorijai. Pagal šią reikšmę  $Z_{d\text{ vid}}$  dydis yra mažesnis net negu anksčiau (2006 - 2007 m. Klaipėdos grunto tyrimai) nustatytasis visų Klaipėdos bendrojo lavinimo švietimo įstaigų aplinkoje ( $Z_{d\text{ vid, be Cd ir Hg}} = 10,6$ ). Pagal koncentracijos koeficiento  $K_k$  vidurkių dydį (lydinant su „Lietuvos geocheminiame atlase“ nurodytas foniniais Klaipėdos rajono kiekiais) cheminius elementus galima išrikiuoti tokia eile: **Zn( $K_k=3,2$ ), Cu(1,9), Pb(1,8), Ag(1,7), Hg(<1,6), Cr(1,5), Ni(1,4), Cd(1,3), Sn, (1,2), B(1,2), Mn(1,2), Co(1,2), V (1.1), Mo (1.1).**

2. LEZ apylinkių mikrorajonai pagal didėjančią vidutinį suminio užterštumo rodiklio  $Z_{d\text{ vid}}$  dydį (kuo jis didesnis – tuo labiau užteršta) gali būti išdėstomi 1 lentelėje pateiktomis mažėjančių koncentracijos koeficientų sekomis.

1 lentelė. LEZ apylinkių mikrorajonų dirvožemio (grunte) aptiktųjų cheminių elementų koncentracijos koeficientų  $K_k$  būdingosios sekos

Bandužių ( $Z_{d\text{ vid}} = 5.7$ ) $K_k$ būdingoji seka												
2,26	1,59	1,54	<1,41	1,41	1,31	1,27	1,25	1,22	1,18	1,13	1,01	0,99
Zn	Ag	Cr	Hg	Ni	B	Cu	Co	Mn	Sn	V	Pb	Cd
Naujamesčio ( $Z_{d\text{ vid}} = 6.6$ ) $K_k$ būdingoji seka												
3,17	1,84	1,59	1,45	<1,30	1,27	1,27	1,17	1,12	1,10	1,04	1,04	1,03
Zn	Ag	Cd	Pb	Hg	Cr	Mo	Ni	Sn	Mn	Co	B	V
Pempininkų ( $Z_{d\text{ vid}} = 7.8$ ) $K_k$ būdingoji seka												
3,66	2,11	<1,86	1,59	1,51	1,26	1,18	1,18	1,17	1,17	1,02	0,97	0,95
Zn	Pb	Hg	Cd	Ag	Cu	Mn	Cr	Sn	Ni	B	Mo	Co
Gedminių ( $Z_{d\text{ vid}} = 9.1$ ) $K_k$ būdingoji seka												
3,20	<2,21	2,10	1,66	1,61	1,55	1,34	1,31	1,27	1,25	1,23	1,14	1,09
Zn	Hg	Ag	Cr	Pb	Ni	Cd	B	V	Co	Mn	Sn	Cu
Rimkų ( $Z_{d\text{ vid}} = 14.4$ ) $K_k$ būdingoji seka												
4,99	3,84	3,18	1,71	1,67	<1,64	1,47	1,46	1,32	1,29	1,26	1,22	1,17
Cu	Zn	Pb	Cr	Ag	Hg	Sn	Ni	Co	Mn	B	V	Mo

Jei nė vienoje pirmųjų keturių išvardintųjų mikrorajonų dirvožemio tyrimo vietoje užterštumo lygis neviršijo „leistino“, tai Rimkuose greta geležinkelio jis gali būti įvardintas kaip „pavojingo užterštumo lygio“.

3. **Didžiausios leistinos koncentracijos DLK** yra viršytos tik Rimkų dirvožemyje. Jas viršijo Cu, Pb, Zn ir naftos kiekiai. Įvertinus cheminių elementų kiekį pagal užterštumo koeficiento  $K_o$  (lyginant aptiktąsias reikšmes su DLK:  $1 < K_o \leq 3$ ) dydį, jos visos yra priskirtos „vidutinio pavojingumo“ užterštumo laipsnio kategorijai. Kitose vietose  $K_o \leq 1$  („leistinai užteršta“).

4. Remiantis bendra  $K_o$  ir  $Z_d$  reikšmių analize (sugretinus jas ir pasirenkant vienos jų lemiamą didesnę pavojingumo laipsnį), kaip „leistinai užterštos“ vertinamos 23 vietos iš 26 (arba 88,5%). 2 vietos iš 26 (arba 7,7%) priskiriamos „vidutinio pavojingumo“ lygiui, o 1 iš 26 (arba 3,8%) – „pavojingo“ užterštumo lygio kategorijai.

5. Gyvenamuosius kvartalus suskirsčius į dvi dalis – artimesnę ir tolimesniąją nuo LEZ – aptikta, kad Pempininkuose ir Naujakiemyje santykinai labiau turtingos mikroelementais yra tos dalys, kurios artimesnes LEZ. Panaši ekogeocheminė padėtis, jei neskaityti santykinai švarios „salelės“ centrinėje dalyje, yra Gedminuose. Bandužiuose, gi, tarp kitų mikrorajonų išsiskiriančiuose mažiausiu metalų kiekiu, diferenciacija nėra vienareikšmė. Rimkuose aptiktoji sunkiųjų metalų anomalija, kurioje vyrauja vario ir cinko kiekiai, gali



būti bandoma susieti su lokaliu užtaršos židiniu. Jos genezę dar reikėtų patikslinti ateityje.

6. Neretai yra manoma, kad padidėjusius sunkiųjų metalų kiekius aplinkoje nulemia autotransporto tarša. Todėl buvo paskaičiuoti porinių koreliacinių sąryšių tarp sunkiųjų metalų ir naftos (frakcija  $C_{<40}$ ) dydžiai. Rezultate nerasta reikšmingos koreliacinės sąsajos ( $p > 0,05$  lygmenyje) nei tarp vieno iš aukščiau tirtų sunkiojo metalo ir naftos produktų lengvosios frakcijos kiekių.

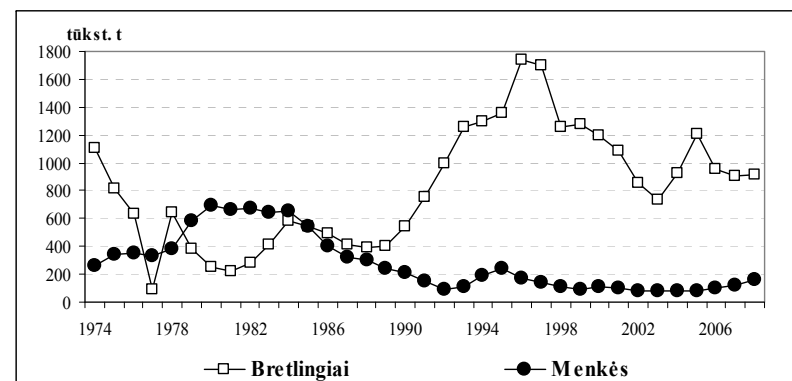
Pagrindinė išvada: Klaipėdos miesto laisvai ekonominei zonai (Klaipėdos LEZ) gretimų gyvenamųjų kvartalų dirvožemio (grunto) užterštumo laipsnis – vienas iš mažiausių Klaipėdoje. Tačiau, juos suskirsčius į dalis artimas ir tolesnias nuo LEZ, aptikta, kad Pempininkuose ir Naujakiemyje nors ir nereikšmingai, tačiau santykinai vis tik labiau turtingi mikroelementais grunte yra namų, esančių arčiau LEZ, kiemai. Neaptikimas reikšmingame lygmenyje koreliacinių sąsajų tarp naftos produktų lengvosios frakcijos ir metalų kiekių liudija esant šios miesto dalies aplinkoje kitus svarbesnius sunkiųjų metalų teršimo šaltinius negu autotransportas. Išvada: kantriai ieškokime ir - pastebėsime ar, gal būt, net surasime. Sėkmės įrankis – tikslingi, nuoseklūs ir kvalifikuoti aplinkos ir potencialių taršos šaltinių kompleksiniai monitoringiniai stebėjimai.

## BRETLINGIŲ IŠTEKLIUS BALTIJOS JŪROJE IR LEZ ĮTAKOJANTYS VEIKSNIAI

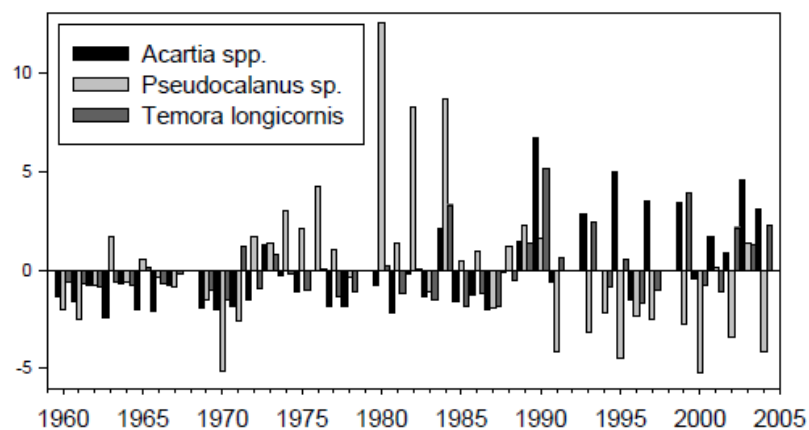
Diana Tarvydienė

LVŽŽTC Žuvininkystės tyrimų laboratorija, Smiltynės pl. 1 Klaipėda,  
[ztl@zuvivaisa.lt](mailto:ztl@zuvivaisa.lt)

Tarptautinės jūrų tyrimų tarybos (TJTT) ir laboratorijos tyrimai rodo, kad Baltijos bretlingių išteklių dydį Baltijos jūroje sąlygoja įvairūs abiotiniai ir biotiniai veiksniai, bei verslinės žvejybos intensyvumas. Per pastaruosius trejetą metų pietvakarinėje Baltijos jūroje bretlingių išekliai padidėjo. Viena iš pagrindinių priežasčių – plėšrūnų sumažėjimas. Menkės ir bretlingiai glaudžiai susiję įvairiais biologiniais aspektais: abi žuvų rūšys neršia giliose Baltijos vietose ir tuo pačiu laiku. Nerštavietėse bretlingiai yra vienas iš pagrindinių menkių maisto šaltinių. Menkių nerštinė biomasė Baltijos jūroje nuo 2001 m. pradėjo mažėti, ir iki 2005 m. pasiekė minimalų kiekį. Bretlingių nerštinė biomasė 2005 m. buvo didžiausia per paskutinius devynerius metus, o pasipildymas metinukais buvo gausiausias 2004 m.



1 pav. Bretlingių ir menkių nerštinės biomasės kaita (TJTT duomenys)



**2 pav.** Dominuojančių zooplanktono rūšių pavasario biomasės ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) kaita 1960-2005 metų laikotarpiu (Latvijos žuvų išteklių agentūra (LATZRA) duomenys))

Susilpnėjus plėšrūnų poveikiui bretlingių kartų gausumą įtakoja ir hidrologinio režimo pokyčiai Baltijos jūroje. Po ilgo, apie 10 m. trukusio stagnacinio periodo 2003 m. pietvakarių Baltijoje įvyko žymus sūraus, šalto ir deguonies prisotinto vandens iš Šiaurės jūros įtekėjimas. Šie vandenys praturtina Baltiją biogeniniais elementais ir įtakoja ne tik zooplanktono gausumo, bet ir rūšinės sudėties pokyčius atskiruose jūros rajonuose. Nuo 2003 m. nebuvo stiprių įtekėjimų, todėl vėl prasideda Baltijos giliuosiuose sluoksniuose stagnacinio periodo sąlygos: padidėjo temperatūra (TJTT duomenimis daugiau kaip  $1^{\circ}\text{C}$ ), o biogenų ir ištirpusios deguonies kiekis atvirkščiai - sumažėjo. Pasikeitus aplinkos sąlygoms sumažėjo vėžiagyvių *Pseudocalanus acuspes* kiekis, o *Acartia spp.* ir *Temora longicornis* pagausėjo. Bretlingių lervutės pirmenybę teikia vėžiagyviams *Acartia spp.*, kurių gausumas pradėjo didėti kylant temperatūrai nuo 1990 m. Bretlingių gyvenimo ciklas pakankamai trumpas, todėl ir vienos kartos gausumas keičia išteklių dydį, todėl ankščiau minėti faktoriai įtakojo kasmetinius šio dydžio pasikeitimus. Pavyzdžiui, 2007 m.

bretlingių kartos gausumas buvo mažesnis už daugiamečių vidutinį, ir tai tapo išteklių mažėjimo priežastimi. Todėl, 2009 m. bretlingių kvota buvo sumažinta 15%. 2008 m. bretlingių karta buvo 10% gausesnė, todėl galima tikėtis, kad 2010 m. kvota bus padidinta.

Taigi, Baltijos jūroje bretlingių išteklių dydį pagrindiniai reguliuojantys veiksniai yra du – plėšrūnų gausos ir zooplanktono produktyvumo svyravimai

## SEDIMENTOLOGINIAI TYRIMAI BALTIJOS JŪROJE: RAIDA IR KRYPTYS

**Egidijus Trimonis**

*Vilniaus universitetas, Čiurlionio g. 21/27, Vilnius, [trimonis@geo.lt](mailto:trimonis@geo.lt)*

Sedimentologiniai Lietuvos mokslininkų tyrimai Baltijos jūroje labiau pastebimi nuo šeštojo XX amžiaus dešimtmečio. Dauguma jų buvo bendrų geologinių, paleogeografinių ir artimų joms kitų gamtamokslinių problemų sprendimo dalimi. Sėkmingiausiai buvo plėtojami kranto zonos hidrodinaminių ir litodinaminių procesų tyrimai, nagrinėjantys nuosėdinės medžiagos pernašą ir akumuliaciją Lietuvos priekrantėje ir Kuršių mariose (V.Kirlys, R.Žaromskis ir kt.). Dažniau tuo laikotarpiu buvo vykdomi lokalūs taikomieji darbai, bet pasirodė ir apibendrinančių studijų, skirtų atskiriems Baltijos jūros regionams. Aštuntajame dešimtmetyje ir vėliau, plečiantis jūrinių tyrimų tematikai ir iškilus antropogeninio poveikio bei ekologinėms jūros problemoms, sedimentologiniai tyrimai tapo labiau specializuoti ir vis labiau telkėsi į praktinių uždavinių sprendimą Lietuvos ekonominėje zonoje ir teritoriniuose vandenyse (hidrotechniniai projektai Klaipėdoje, Būtingėje, Šventojoje, krantotvarkiniai darbai ir kt.).

Pastaraisiais metais sedimentologinių tyrimų tendencijos iš esmės nepasikeitė. Dauguma darbų yra orientuoti į lokalių uždavinių sprendimą. Jie atliekami kranto ir jūros sąveikos zonoje ir tik nedidelė jų dalis už jos ribų. Vykdomais tyrimais yra siekiama susisteminti sukauptą informaciją, ją tikslinti, papildyti, detalizuoti ir modeliuoti, kad galima būtų įvertinti ir prognozuoti sedimentacinius procesus, ypač kaičius jūros–marių ekosistemoje dėl intensyvėjančių technogeninių (antropogeninių) veiksnių ir globalios klimato kaitos.

Atsižvelgiant į susiformavusias tyrimų tendencijas bei siejant tai su visos jūros ekosistemos vystymusi, aktualios sedimentologinių tyrimų kryptys yra: 1) šiuolaikiniai sedimentacijos procesai, 2) sedimentacija kvartere ir 3) ikikvarterinė sedimentacija.

Kiekvienoje šių kryptų eksperimentinių tyrimų plėtra įvairiose jūros dalyse bei anksčiau vykdytų darbų atnaujinimas yra reikšmingi taip pat ir fundamentinių tyrimų kontekste. Baltijos jūra yra globalios sedimentosferos dalis, todėl sedimentacijos procesų, vykstančių joje, analizė padeda geriau suprasti fizinių, cheminių, biologinių ir geologinių veiksnių sąveiką jūros baseino sąlygomis.

**Šiuolaikiniai sedimentacijos procesai.** Tyrimų tikslas – nuosėdinės medžiagos šaltinių identifikavimas, jos judėjimo kelių iki akumuliacijos vietų jūros dugne nustatymas, akumuliacijos mechanizmo pažinimas.

Pagrindinis tyrimų objektas – vandens stovymėje pakibusioje būklėje (suspensijos) esanti nuosėdinė medžiaga (mineralinė ir organinė) ir paviršinių dugno nuosėdų sluoksnis, kuris formuojasi veikiant dabartiniams sedimentacijos procesams.

Šiuolaikiniai sedimentacijos procesai plačiai tiriami Baltijos jūros priekrantėje, Kuršių mariose, bet atviroje jūroje, ypač giliavandenėje jos dalyje, tyrimai dažniausiai apsiriboja tik paviršinio dugno nuosėdų sluoksnio sudėties analize. Šiuolaikinių sedimentologinių tyrimų turinį sudaro:

1. Nuosėdinės medžiagos granulometrinės, mineralinės bei cheminės sudėties analizė, kiekybiniai komponentų rodikliai ir jų santykiai. Duomenų interpretacija medžiagos kilmės ir jos šaltinių išaiškinimui.

2. Nuosėdinės medžiagos srautų vandens stovymėje analizė: suspensijų koncentracija, jos kiekybiniai pokyčiai. Medžiagos judėjimo keliai ir kryptys, jų priklausomybė nuo hidrodinaminių procesų vandens baseine, srautų dinamikos ypatumai. Erdvinis komponentų pasiskirstymas, jų migracijos dėsniniai ypatumai.

3. Nuosėdinės medžiagos srautai sedimentacinių barjerų zonoje (kranto zona, vandens paviršinis sluoksnis, skirtingų vandens masių sandūros zonos, priedugnio sluoksnis ir kt.). Nuosėdinės medžiagos bei jos komponentų transformacija, fizikocheminių, hidrocheminių ir biocheminių procesų poveikio sedimentacijai ypatumai.

4. Paviršinio dugno nuosėdų sluoksnio sudėtis (granulometrinė, mineralinė, cheminė) ir fizinės–mechaninės nuosėdų savybės. Biotinių komponentų įvairovės identifikacija, organizmų sedimentogeninis poveikis (bioturbacinis, koncentracinis ir kt.). Nuosėdų tipų ir facijų išskyrimas, nuosėdų išskirtinių požymių, kaip sedimentologinių kriterijų, interpretacija sedimentacijos procesų ir aplinkos sąlygų apibūdinimui ir modeliavimui (sedimentacijos režimo, ekstremalių pokyčių, resuspendacijos ir pan.).

**Sedimentacija kvartere.** Tyrimų tikslas – sedimentacijos procesų Baltijos jūroje rekonstrukcija vėlyvojo ledynmečio ir poledynmečio baseinuose.

Pagrindinis tyrimų objektas yra vėlyvojo kvartero nuosėdų storumė. Stratotipinių pjūvių detalūs tyrimai vykdomi skirtingose Baltijos jūros morfostruktūrinėse srityse, ypač giliavandeniuose duburiuose, kur nuosėdų pjūviai yra pilniausi. Kvartero sedimentacijos procesų analizę, pastaraisiais metais vykdomą Gotlando, Gdansko ir kituose duburiuose, sudaro:

1. Sedimentacijos etapų bei stadijų chronologinių ribų nustatymas, jų sedimentologinė išraiška ir prasmė. Nuosėdų tipų, atstovaujančių skirtingus klimato periodus (pradedant arktiniu) ir jūros stadijas (nuo priedyninių ežerų iki dabartinės stadijos) išskyrimas.

2. Litostratigrafinių kvartero dugno nuosėdų kompleksu sudėties (granulometrinės, mineralinės, cheminės) bei fizinių–mechaninių savybių analizė. Sedimentacijos procesų ir sąlygų atkūrimas pagal nuosėdų tipus vertikaliuose pjūviuose, jų biotinius komponentus, fizikocheminius porų vandens rodiklius, sluoksnių tekstūras ir kitus parametrus. Medžiagos ir energijos pokyčių vandens baseine atspindys dugno nuosėdų struktūrose (perklostymas, erozija) ir nuosėdų sluoksnių parametruose (sluoksnių storai, akumuliacijos greičiai).

3. Nuosėdų facijų analizė ir regioninė jų koreliacija. Kvartero paleoekosistemų (jūros, ežero, lagūnos) rekonstrukcija, jų raidos tendencijų modeliai globalių pokyčių (klimato, tektoninių) kontekste. Baltijos jūros sedimentacinio baseino vystymosi ypatumų (transgresijų ir regresijų) atspindys dugno nuosėdose atskirais kvartero etapais.

**Ikikvarterinė sedimentacija.** Šios krypties sedimentologiniai tyrimai yra gerokai atsieti nuo aukščiau minėtų dėl įvairių priežasčių: regiono paleogeografinių ypatumų (Baltijos jūra atsirado tik vėlyvajame kvartere), eksperimentinių tyrimų vykdymo ribotų galimybių pastaraisiais metais, metodų specifikos ir t.t.

Šiuo metu pilniausia informacija apie Baltijos jūros dugno geologinę sandarą ir šio regiono vystymosi istoriją yra apibendrinta autorių kolektyvo monografijoje ir žemėlapių komplekte (red. A.Grigelis, 1991). Didesnė dabartinės jūros dalis priklauso Baltijos sineklizei, susidariusiai prieš 300–500 mln. metų vakarinėje Rytų Europos platformos dalyje. Čia formavosi nuosėdinis baseinas iš paleozojaus, mezozojaus ir kainozojaus nuosėdų, kurios susiklostė ant prekambro kristalinio pamato didesnę laiko dalį vyraujant normalioms jūrinėms sąlygoms. Tik kai kuriais periodais, kaip, pavyzdžiui, permo, jūrinis baseinas ilgam buvo tapęs lagūna.

Anksčiau egzistavusių sedimentacinių baseinų su juose vykusiais sedimentacijos procesais atkūrimas vykdomas analizuojant nuosėdinės dangos uolienų sudėtį pagal giliųjų jūros dugno grėžinių kerną ir remiantis seismoakustinių tyrimų medžiagos interpretacija. Dalis faktinių duomenų buvo surinkta iš dabartinės Baltijos jūros dugne stačių skardžių atodangose aptinkamų senųjų periodų nuosėdinių uolienų.

Sedimentologinių tyrimų, kurie dabar vykdomi įvairiose kranto zonos atkarpose ir giliavandeniuose jūros duburiuose galutinis rezultatas – tai sedimentacijos procesų ir juos atitinkančių sąlygų atkūrimas dabartinės Baltijos jūros vietoje egzistavusiuose paleobaseinuose, remiantis sukurtais kriterijų bei indikatorių kompleksais, kurie nustatomi nuosėdose ir nuosėdinėse uolienose ir kurie atspindi buvusių baseinų dinaminę būklę ir atitinkamą to meto klimatą. Tokie fundamentiniai sedimentologiniai tyrimai skiriami kurti naujas teorines koncepcijas, tarnaujančias praktinių poreikių realizavimui (efektyviems geotechniniams, naftos žvalgybos, smėlio ir kitų mineralinių žaliavų paieškai, geoekologiniams tyrimams).

## NEŠMENŲ SRAUTAI IR JAIS PERNEŠAMŲ DIATOMĖJŲ BEI ŽIEDADULKIŲ SUDĖTIS KLAIPĖDOS ŠĄSIAURYJE

Egidijus Trimonis<sup>1</sup>, Giedrė Vaikutienė<sup>1</sup>, Saulius Gulbinskas<sup>2</sup>,  
N.Savukynienė<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universitetas, Čiurlionio 21/27, Vilnius, [trimonis@geo.lt](mailto:trimonis@geo.lt),  
[giedre.vaikutiene@gf.vu.lt](mailto:giedre.vaikutiene@gf.vu.lt)

<sup>2</sup>KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H.  
Manto 84, LT 92294, Klaipėda, [saulius@corpi.ku.lt](mailto:saulius@corpi.ku.lt)

<sup>3</sup>Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos 13, 03223 Vilnius

Klaipėdos sąsiauris – intensyvių nuosėdinės medžiagos srautų tarp Kuršių marių ir Baltijos jūros vieta. Čia vyksta labai aktyvi nešmenų pernaša, kuri priklauso ne vien nuo hidrometeorologinių sąlygų, bet ir nuo labai daug įtakos turinčių antropogeninių veiksmų. Tai patvirtino suspenduotos nuosėdinės medžiagos, formuojančios nešmenų srautus, tyrimai, kurie reguliariai vykdomi Klaipėdos sąsiauryje nuo 1994 metų. Nešmenų mėginiai buvo gauti naudojant sedimentacinius gaudytuvus, kuriais sąsiauriu transportuojama medžiaga buvo renkama 3 metrų gylyje virš dugno pastoviuose stebėjimo taškuose (Pav. 1). Pirmieji gautų rezultatų apibendrinimai parodė, kad nešmenų srautų intensyvumas ( $g/cm^2/para$ ) sąsiauryje labai įvairus (Trimonis, Gulbinskas, 1999a, b). Pagal daugiamečių stebėjimų duomenis (1994-2008) intensyviausia nešmenų pernaša sąsiauryje vyksta pavasarį ir rudenį - žiemą, nors tai neretai apima tik atskirus šių sezonų mėnesius, kadangi ekstremalūs hidrometeorologinės situacijos pokyčiai būna trumpalaikiai, o jų atspindys vandens dinamikoje ir nešmenų intensyvumo pasikeitime labai ryškus. Didžiausias srautų intensyvumas (pagal vidurkinės reikšmės) nustatytas pavasario ir žiemos mėnesiais uosto vartų akvatorijoje, o rudenį – vakarinėje marių protakoje. Pagrindinėje sąsiaurio laivybinėje dalyje srautų intensyvumo kaita yra mažesnė. Silpniausia nuosėdinės medžiagos pernaša būdinga Malkų įlankai. Keičiantis srautų intensyvumui, kinta ir juos sudarančios nuosėdinės

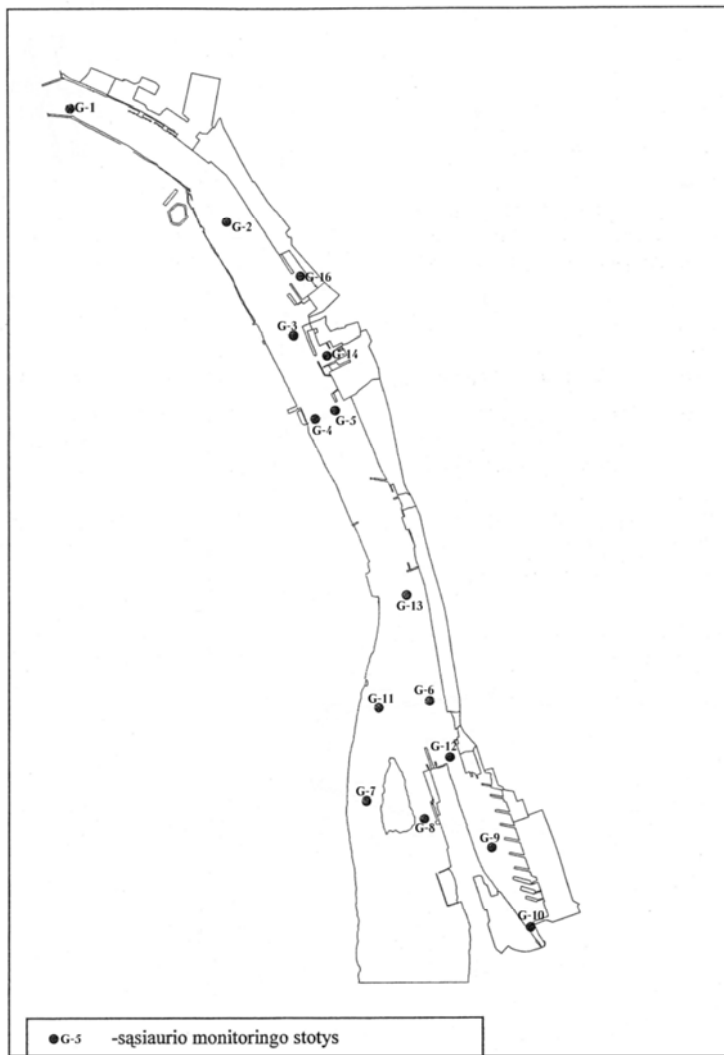
medžiagos sudėtis, pavyzdžiui, dalelių dydis gali keistis nuo pelito iki smulkaus smėlio.

Siekiant išaiškinti nuosėdinės medžiagos migracijos pokyčius sąsiauryje, buvo atlikti nešmenų sudėties įvairių komponentų tyrimai, įskaitant su nuosėdine medžiaga pernešamas diatomėjas ir sporas bei žiedadulkes. Šių komponentų paplitimas pasižymi aiškiu sezoniškumu.

Nauji duomenys apie diatomėjų paplitimą sąsiauriu pernešamoje nuosėdinėje medžiagoje rodo jų didelį kiekį vandenyje visais metų laikais, nors diatomėjos fitoplanktone tarp kitų dumblių dažniausiai vyrauja tik pavasarį ir rudenį. Pavyzdžiui, didelis jų kiekis uosto vartų akvatorijoje buvo aptiktas žiemos-pavasario ir vasaros sezonais G-1 (97.02-03), G-1 (97.07) gaudytuvų nešmenų mėginiuose. Didelis diatomėjų skaičius buvo visuose išanalizuotuose mėginiuose, paimtuose skirtingais sezonais ir metais. Matomai į gaudytuvus nemaža dalis diatomėjų patenka dėl dugno nuosėdų resuspendacijos, kuri aktyviausiai pasireiškia didžiausio srautų intensyvumo vietose – uosto vartų akvatorijoje bei Kuršių marių protakose.

Nešmenų srautais pernešamos gėlavandenės ir druskėtų vandenų diatomėjų rūšys, o jų santykis skirtingose sąsiaurio vietose dėl druskingo jūros ir gėlo marių vandens maišymosi labai įvairus. Tokiu būdu diatomėjų kompleksai tam tikra prasme atspindi vandens sąmaišos procesus, kuriuos lemia hidrometeorologinės situacijos pokyčiai. Nešmenų srautuose buvo išskirti trys skirtingi vyraujančių diatomėjų kompleksai: druskėtų vandenų, gėlavandenių ir maišytos sudėties.

Druskėtų vandenų diatomėjos vyrauja (>50%) šių gaudytuvų nuosėdose: G-1 (2001.11), G-3 (2001.11), G-7 (2001.11), G-8 (97.10), G-8 (2008.10), G-13 (2008.10), G-14 (2008.10). Minėtuose mėginiuose dažniausiai aptikta druskėtų vandenų *Actinocyclus normanii* (kai kuriuose mėginiuose net iki 80%) diatomėjos. Kitų jūrinių ir druskėtų vandenų diatomėjų rūšių rasta mažai (ne daugiau kaip po 10%), tarp kurių dažniausiai *Actinocyclus ehrenbergii*, *Thalassiosira lacustris*, *T. oestrupii*.



1 pav. Gaudytuvų vieta Klaipėdos sąsiauryje

Druskėtų vandenų diatomėjos vyrauja rudens mėnesiais gaudytuvuose susikaupusiose nuosėdose. Tai galima paaiškinti tuo, kad rudeni dažnai vyrauja stiprūs šiaurės vakarų krypties vėjai, dėl kurių padidėja druskingo vandens prietaka į šiaurinę Kuršių marių dalį. Druskėtų vandenų diatomėjos rudeni dominuoja ne tik arti uosto vartų esančiuose gaudytuvuose (G-1, G-3), bet ir piečiau sąsiauryje paimtuose gaudytuvų nuosėdų mėginiuose (G-13, G-7, G-8). Tai rodo, kad rudeni druskėtas jūros vanduo skverbiasi į marias santykinai toli. Pagrindinė aptikta rūšis yra druskėtų vandenų planktono *Actinocyclus normanii*. Ši rūšis aprašoma kaip “mėgstanti druskėtą vandenį ir aptinkama Baltijos jūros priekrantės vandenyse netoli gėlo vandens iškrovos” (Snoeijjs, Vilibaste, 1994). Ji plačiai paplitusi Baltijos jūros pietrytinės dalies priekrantinėje zonoje, kur yra didelė gėlo vandens prietaka (Bubinas ir kt., 1998). Ši rūšis minima kaip viena iš eutrofizuotiems vandenims būdingų diatomėjų.

Druskėtų vandenų diatomėjų kompleksai būdingi didžiausio intensyvumo nešmenų srautams, kurie susidaro šiaurinėje sąsiaurio dalyje rudens mėnesiais. Tuo metu jūros vanduo plūsta į sąsiaurį ir pasiekia Kuršių marių protakas. Čia, nors ir dominuoja druskėtų vandenų diatomėjos, tačiau srauto intensyvumas jau gali būti gerokai sumažėjęs.

Gėlavandenės diatomėjos vyrauja (>50%) gaudytuvuose G-1 (97.04), G-1 (2001.05), G-3 (97.04), G-3 (2001.05), G-7 (2001.05), G-8 (97.04), G-9 (2001.05). Tarp gėlavandenių diatomėjų labiausiai paplitusios planktono *Aulacoseira islandica* (iki 80%), *A. granulata*, *Stephanodiscus rotula*. Nedideliais kiekiais (iki 20%) rasta apaugimų rūšių diatomėjų *Opephora martyi*, *Fragilaria inflata* et var. *istvanfyi*, *F. construens* var. *binodis*. Kitų bentoso ir apaugimų rūšių kiekiai dar mažesni (ne daugiau kaip po 3%). Minėtos gėlavandenės diatomėjos yra tarp vyraujančių Kuršių mariose (Kasperovičienė, Vaikutienė, 2006). Kadangi apie 40% metinio gėlo marių vandens nuotėkio tenka pavasario mėnesiams (Dubra, Dubra, 1998), tai tokia diatomėjų rūšinė sudėtis kaip tik patvirtina, kad gėlo vandens srovė iš marių vyrauja pavasarį. Daugelyje mėginių iš skirtingų sąsiaurio vietų gėlavandenės

diatomėjos vyrauja balandžio – gegužės mėnesiais gaudytuvuose susikaupusiose nuosėdose. Tirtieji mėginiai atstovavo gerokai silpnesnius nešmenų srautus, lyginant su pavasariui būdinga labai didele vandens pernaša iš marių. Labai intensyvus nešmenų srautas su gėlavandenių planktono diatomėjų kompleksu buvo nustatytas net uosto vartų akvatorijoje gaudytuvo G-1 (97.02-03) nuosėdose, kurios buvo surinktos vasario-kovo mėnesių sandūroje labai ankstyvo pavasarinio potvynio mariose metu.

2008 metų pavasario pabaigoje, kai srautų intensyvumas sąsiauryje gerokai sumažėjęs, gaudytuvų mėginiuose G-1 (2008.05), G-6 (2008.05), G-7 (2008.05), G-8 (2008.05), G-13 (2008.05) tarp gėlavandenių vyrauja ne planktono, bet apaugimų diatomėjos (*Opephora martyi*, *Fragilaria inflata* et var. *istvanfyi*, *F. construens* var. *binodis*). Paprastai jų didesnis paplitimas yra susijęs su nuosėdų perklostymu, kurį sukelia labai stipri vandens tėkmė. Minėtu atveju padidintas drumstumas dėl resuspenduotų nuosėdų atsirado vykdant sąsiaurio dugno valymą, kas matomai turėjo reikšmės bentoso diatomėjų kiekio nuosėdose padidėjimui, nors bendras srautų intensyvumas buvo mažas.

Kai kuriuose gaudytuvuose druskėtų vandenių ir gėlavandenių diatomėjų buvo beveik po lygiai (arti 50%): G-1 (97.10), G-3 (97.10), G-3 (2001.11), G-9 (2001.11). Šiuose mėginiuose iš druskėtų vandenių diatomėjų vyrauja *Actinocyclus normanii*, *A. ehrenbergii*, o tarp gėlavandenių vyrauja planktono *Stephanodiscus rotula*, *Aulacoseira granulata*, *A. islandica*, *Cyclotella meneghiniana*. Mėginiai buvo paimti rudenį skirtingose sąsiaurio vietose, tame tarpe ir pusiau uždaroje Malkų įlankoje (G-9), kur paprastai vandens dinamika silpna ir intensyvūs nešmenų srautai nesusidaro. Kitose sąsiaurio vietose rudenį daugelyje gaudytuvų nuosėdų daugiausia rasta druskėtų vandenių diatomėjų, nes tuo metu paprastai vyrauja druskėto vandens srovė iš jūros į marias. Bet didelis gėlavandenių diatomėjų kiekis gaudytuvuose rudenį gali būti ir dėl to, kad srovės perneša labai daug perklostytų nuosėdų, o su jomis ir gėlavandenes rūšis.

Svarbių faktų apie nešmenų srautų kaitos tendencijas suteikia žiedadulkių tyrimai, atspindintys sezoninius augmenijos pokyčius sausumoje.

Žiedadulkės ir sporos buvo ištirtos gaudytuvų G-1, G-3, G-4, G-7 ir G-8 nuosėdose, surinktose 1995 – 1996 metais žiemos, pavasario, vasaros bei rudens sezonais. Visuose mėginiuose vyrauja medžių žiedadulkės (80-90%), o žolėms ir sporoms tenka tik 5-10%. Tarp medžių dominuoja pušies žiedadulkės, kurios sudaro 40-95% bendros žiedadulkių sumos mėginyje, kitų medžių (alksnių, beržų, eglių, kilniųjų lapuočių) žiedadulkėms tenka 5-20%. Maksimalus pušų žiedadulkių kiekis mėginiuose sutampa su jų žydėjimo laikotarpiu gegužės-birželio mėn. Daug pušų, o taip pat ir eglių žiedadulkių, buvo rasta vasaros (liepos) bei rudens (spalio, lapkričio) mėnesiais surinktuose mėginiuose. Tai gali būti susiję ne tik su didele šių augalų žiedadulkių produkcija, bet ir jų žiedadulkių morfologinėmis savybėmis, kurios leidžia joms ilgą laiką išsilaikyti tiek ore, tiek vandens torymėje. Balandžio mėnesį, prasidėjus alksnių ir beržų žydėjimui, šių medžių žiedadulkių kiekis nuosėdose taip pat padidėja iki 20-30%.

Vasaros ir rudens sezonais (liepos ir spalio mėn.) mėginiuose žymiai įvairesnis kiekybinis bei kokybinis žolių žiedadulkių spektras. Tai *Poaceae*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* bei kitų įvairių žolių žiedadulkės. Tai rodo, kad didžiausius žiedadulkių kiekio svyravimus metų bėgyje įtakoja augalų žydėjimo terminai, o jų pagrindinis srautas į nuosėdas patenka oro keliu.

Tai patvirtina ir žiedadulkių koncentracijų pokyčiai, t.y. sporų-žiedadulkių kiekio 1 gr. sausos medžiagos tyrimų duomenys. Mažiausia žiedadulkių koncentracija rasta lapkričio mėnesio mėginiuose (mažiau 400 ž/g). Vasario mėnesį žiedadulkių koncentracija didesnė, tačiau didžiausia ji pavasario ir vasaros sezono nuosėdose: pagrindinėje sąsiaurio dalyje koncentracija viršija 10 000 ž/g, o marių protakose sudaro net 50 000-60 000 ž/g. Tokius žiedadulkių kiekių svyravimus metų bėgyje labiausiai lemia augalų žydėjimo laikotarpiai, tačiau kai kuriais atvejais tam tikrą įtaką



matomai turi ir kiti veiksniai, kurie veikia nešmenų srautų intensyvumą.

#### Literatūra:

Bubinas A., Kasperovičienė J., Repečka M. 1998. Baltijos jūros priekrantės Klaipėdos-Šventosios akvatorijoje titnaginių dumblių ir zoobentosos pasiskirstymas dugno nuosėdose. *Ekologija*, 3. 40-49.

Dubra J., Dubra V. 1998. Jūrinių vandenių patvankos Klaipėdos sąsiauriu. Kn. Kuršių marių ir Baltijos jūros aplinkos būklė. Klaipėda. 39-48.

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.

Snøeij 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., Gulbinskas S. 1999a. Litodinaminiai procesai Klaipėdos sąsiauryje. – *Geografijos metraštis*, 32, 93–102.

Trimonis E., Gulbinskas S. 1999b. Sedimentary matter fluxes between the Curonian Lagoon and the Baltic Sea. – *Baltica Special Publication*, 12, 120–124.

## CHLOROFILAS *A* VERSUS FITOPLANKTONO BIOMASĖ: AR JIE PARODO TĄ PAČIĄ VANDENS KOKYBĘ LIETUVOS BALTIJOS JŪROS PRIEKRANTĖJE?

**Diana Vaičiūtė<sup>1,3</sup>, Irina Olenina<sup>1,2</sup>, Rima Kavolytė<sup>3</sup>, Renata  
Pilkaitytė<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas,  
Klaipėdos universitetas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda, Lietuva,  
[diana@corpi.ku.lt](mailto:diana@corpi.ku.lt)*

<sup>2</sup>*Unifob Environmental Research, Bergen, Norvegija*

<sup>3</sup>*Jūrinių tyrimų centras, Taikos pr. 26, LT-91149, Klaipėda,  
Lietuva*

Fitoplanktono biomasė ir chlorofilas *a* yra vieni iš pagrindinių vandens telkinių biologinių rodiklių, kurie įtraukti į Europos ir tuo pačiu į Lietuvos nacionalinį Baltijos jūros monitoringą. Mikrodumblių kiekybiniai bei kokybiniai pokyčiai leidžia spręsti apie bendrą vandens ekosistemos ekologinę būklę, jos trofiškumą ir toksiškumo lygį. Tuo tarpu chlorofilas *a* - vienas iš pagrindinių fotosintetinančių pigmentų, kuris randamas visose fotosintezę atliekančių organizmų, tuo pačiu ir fitoplanktono, ląstelėse ir yra vertinamas kaip rodiklis, kuris gali atspindėti pirminės produkcijos pokyčius vandens ekosistemose.

Nuo 1930 m. fitoplanktono rūšinė sudėtis, gausumas bei biomasė nustatoma tradiciniu invertuotos mikroskopijos Ütermöhl (Ütermöhl, 1958) metodu, kuris reikalauja daug laiko sąnaudų. Modernizuojant vandens tyrimų laboratorijas, fitoplanktono mikroskopijos metodą pakeitė greitesni ir paprastesni fotosintetinančių pigmentų tyrimai. Seniausias pigmentų kiekio nustatymo metodas - spektrofotometrinis (Jeffrey & Humphrey, 1975) Lietuvoje naudojamas iki šiol. Pastaruoju metu ypač daugėjant modernių organinių junginių nustatymo metodų: tėkmės citometrija (angl. „flow cytometry“), HPLC, kompiuterinė programa CHEMTAX ir pan. Tačiau detalesni tyrimai parodė, kad skirtingų metodų rezultatai ne

visada sutampa (Havskum et al., 2004, Stoń et al., 2002). Atlikta Baltijos jūros Lietuvos priekrantės fitoplanktono biomasės ir chlorofilo *a* duomenų analizė parodė, kad ne visais atvejais pastarųjų pigmentų koncentracija atitinka mikroskopijos metodu gautus fitoplanktono kiekybinius rezultatus. Fitoplanktone dominuojant titnaginiams dumbliams (Diatomophyceae), tarp chlorofilo *a* koncentracijos vandenyje bei fitoplanktono biomasės statistiškai patikimos koreliacijos nebuvo. Daugelio mokslininkų nuomone (Eker-Develi et al., 2008, Sagert et al., 2005, Sherrard et al., 2006, Irigoien et al., 2004, Ruser et al., 1999) ryšio tarp chlorofilo *a* ir fitoplanktono biomasės nebūvimą gali įtakoti: a) skirtinga fitoplanktono rūšių kompozicija: skirtingų mikrodumblių grupės pasižymi skirtingu chlorofilo *a* bei kitų fotosintetinančių pigmentų kiekiu ląstelėse (pvz. melsvabakterės, šarvadumbliai, titnaginiai ar kriptofitiniai dumbliai); b) fitoplanktono sudėtyje yra aptinkami tiek autotrofiniai, tiek heterotrofiniai dumbliai, kurie savo ląstelių sudėtyje chlorofilo *a* gali neturėti, bet į fitoplanktono biomasę jie įskaičiuojami; c) kai kurie organizmai (pvz.: *Mesodinium rubrum*) savo ląstelėse turi chlorofilo *a*, tačiau jie nėra priskiriami prie pirminės organinės medžiagos producentų; d) mėginių ėmimo laikas; e) fitoplanktono vystymąsi reguliuojantys aplinkos veiksniai: temperatūra, šviesos intensyvumas ir kt.; f) mikrodumblių ląstelių fiziologinė būklė; g) iki šiol naudotų chlorofilo *a* nustatymo metodų tikslumas. Be to, atliekant fitoplanktono tyrimus, kur chlorofilas *a* yra naudojamas kaip biomasės atitikmuo, prarandama svarbi informacija apie toksinus sintetinančias, invazines, vandens trofiškumą rodančias fitoplanktono rūšis. Tai gali lemti klaidingą vandens būklės įvertinimą.

Siekiant atsakyti į klausimą, ar chlorofilas *a* parodo tą pačią Baltijos jūros vandens kokybę kaip ir fitoplanktono kiekybiniai ir kiekybiniai parametrai, buvo atlikta analizė naudojant nacionalinio Baltijos jūros Lietuvos priekrantės monitoringo 2001-2007 m. duomenis. Chlorofilo *a* koncentracija vandenyje buvo nustatoma spektrofotometriiniu metodu integruotuose (iš 1 m, 2,5 m, 5 m, 7,5 m, 10 m vandens sluoksnių) vandens mėginiuose. Fitoplanktono rūšių sudėtis, gausumas ir biomasė integruotuose mėginiuose buvo

nustatoma Ütermöhl mikroskopijos metodu. Šiame pranešime bus palyginti trys skirtingi metodai (spektrofotometrinis, fluorometrinis bei mikroskopinis), kurie yra naudojami, nustatant vandens kokybę pagal fitoplanktono rodiklius.

#### Literatūra:

Eker-Develi E., Berthon J.-F., van der Linde D., 2008. Phytoplankton class determination by microscopic and HPLC-CHEMTAX analyses in the southern Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 359: 69–87.

Havskum H., Schlüter L., Scharek R., Berdalet E., Jacquet S., 2004. Poutine quantification of phytoplankton groups – microscopy or pigment analyses? Marine Ecology progress Series, Vol. 273: 31-42.

Irigoien X., Meyer B., Harris R., Harbour D., 2004. Using HPLC pigment analysis to investigate phytoplankton taxonomy: the importance of knowing your species. Helgoland Marine Research, Vol. 58, No. 2.: 77-82.

Jeffrey S. W., Humphrey G. F., 1975. New spectrophotometric equation for determining chlorophyll *a*, *b*, *c*<sub>1</sub> and *c*<sub>2</sub>, Biochem. Physiol. Pflanz., 167, 194-204.

Ruser A., Popp P., Kolbowski J., Reckermann M., Feuerpfeil P., Egge B., Reineke C. & Vanselow K.H., 1999. Comparison of chlorophyll-fluorescence-based measuring systems for the detection of algal groups and the determination of chlorophyll-*a* concentrations. Berichte Forsch.- u. Technologiezent. Westküste d. Univ. Kiel, Nr. 19: 27-38.

Sagert S., Jensen K.D., Henriksen P., Rieling T., Schubert H., 2005. Integrated ecological assessment of Danish Baltic Sea coastal areas by means of phytoplankton and macrophytobenthos. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol. 63, Issue 1-2: 109-118.

Sherrard N.J., Nimmo M., Llewellyn C.A., 2006. Combining HPLC pigment markers and ecological similarity indices to assess phytoplankton community structure: An environmental tool for eutrophication? Science of the Total Environment 361: 97–110.

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.

Ütermöhl H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Limnologie* 9, 1-38.

## CENTRINĖS KURŠIŲ MARIŲ DALIES SONARINIŲ TYRIMŲ GEOLOGINIAI REZULTATAI

**Erikas Visakavičius**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Klaipėdos Universitetas*, <sup>2</sup>*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto 84, LT-92294 Klaipėda,*  
[erikas.visakavicius@gmail.com](mailto:erikas.visakavicius@gmail.com)

Tyrimai šoninės apžvalgos sonaru, centrinėje Kuršių marių dalyje, buvo atliekami 2007 m. kovo - gegužės mėnesiais Klaipėdos universiteto specialistų. Tyrimų tikslai – archeologinių objektų paieškos ir marių dugno geologinio žemėlapio ribų patikslinimas (Visakavičius, 2008).

Darbų rajono kampai: Didysis Preilos ragas Šiaurės vakaruose, Ventės ragas Šiaurės rytuose, Nemuno deltos Rindos šaka Pietryčiuose ir Grobšto įlanka Pietvakariuose. Šiame plote netirtos vietos seklesnės nei 2 metrai, nes šiuo metodu tokiuose sėkliuose tyrimai negalimi. Viso ištirti 77 kvadratiniai kilometrai, darbų metu atlikti 54 sonariniai profiliai, kurių ilgiausias 14km.

Po duomenų apdorojimo ir atliktos interpretacijos nustatytos marių dugno ribos, kurios sugretintos su Kuršių marių geologinio kartografavimo metu imtais mėginiais (Trimonis ir kt., 2003) ir Kuršių marių dugno nuosėdų žemėlapiu (Gulbinskas ir kt., 2002). Litologines ribas ir šoninės apžvalgos sonaro duomenų interpretacijos ribas lyginti sunku (1 pav.). Tam įtakos turi tai, kad tos ribos nėra labai ryškios, o daugiau laipsniškos, tačiau lemiamą vaidmenį čia vaidina nuosėdų konsistencija. Tiek smėliai tiek aleuritai yra purūs ir pagal akustinių bangų atspindžius jų praktiškai neįmanoma identifikuoti ir atskirti nuo dumblo. Ant apdorotos medžiagos uždėjus mėginių vietas, kuriose rastos kriauklės, aiškiai matyti, kad jos ir sudaro tamsesnio atspalvio (stipresnio bangų atspindžio) plotus. Tad galutiniame rezultate sudarytas detalus tirtos ploto kriauklių paplitimo žemėlapis. Apibendrinus marių tyrimų rezultatus, prieita prie tokių išvadų:

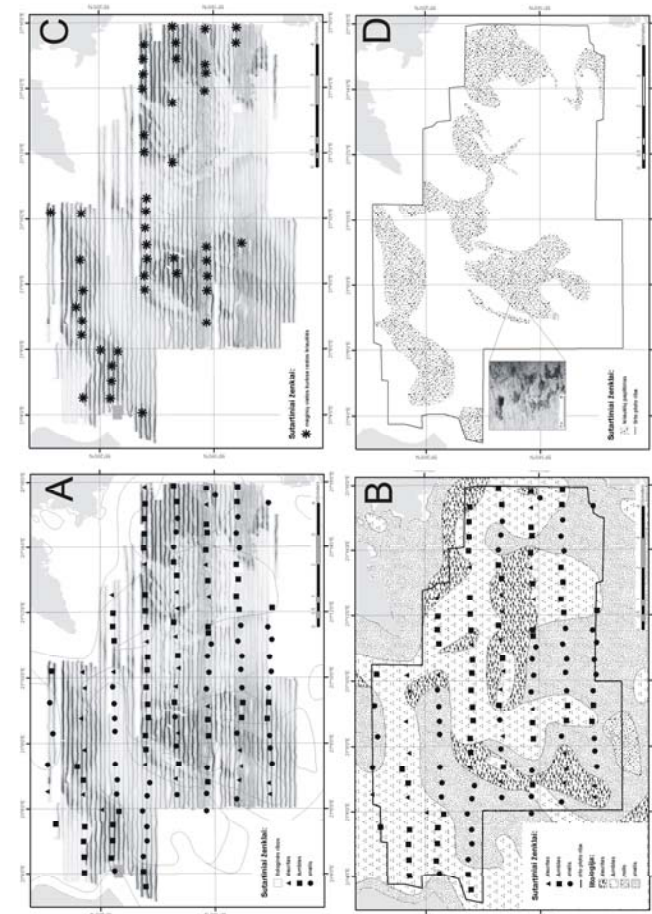
1. Šoninės apžvalgos sonaras nėra tinkamas seklių lagūnų geologiniams tyrimams, kuriose nuosėdinė medžiaga pasižymi panašiomis fizinėmis savybėmis.
2. Tyrimai šoninės apžvalgos sonaru yra tinkamas metodas nustatyti kriauklių paplitimo ribas.

**Literatūra:**

Gulbinskas S., Žaromskis R., Repečka R. 2002. Kuršių marios. Žemėlapis žvejybai. Lietuvos hidrobiologų draugija. Vilnius.

Trimonis E., Gulbinskas S., Kuzavinis M. 2003. The Curonian Lagoon bottom sediments in the Lithuanian water area. Baltica, ISSN 0067-3064, 16, 13-20.

Visakavičius E. 2008. Šoninės apžvalgos sonaro pritaikymas Baltijos jūros priekrantės ir Kuršių marių tyrimuose. Jūros ir krantų tyrimai – 2008, konferencijos medžiaga. Klaipėda, p. 168-170.



**1 pav.** A - Šoninės apžvalgos sonaro duomenų sulyginimas su litologinėm ribom ir mėginių taškais; B - Geologinis Kuršių marių žemėlapis tirtame plote; C - Mėginių vietas, kuriose rastos kriauklės, užkeltos ant sonarinių tyrimų duomenų; D - Šoninės apžvalgos sonaro duomenų interpretacija. Žemėlapis su kriauklių paplitimu Kuršių mariose

## KURŠIŲ MARIŲ KRANTŲ ĮVAIROVĖS ATSPINDYS NAUJAJAME LIETUVOS ATLASE

**Rimas Žaromskis**

*Klaipėdos universitetas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda*  
[rimas.zaromskis@cablenet.lt](mailto:rimas.zaromskis@cablenet.lt)

Pastaraisiais metais daug dėmesio nusipelnė Lietuvos jūros krantai, kurie labai vertinami ir kaip gamtinė ir kaip ekonominė-socialinė vertybė. Tuo tarpu marių krantai, kurie kaip gamtinė vertybė yra netgi unikalesni negu jūros, susidomėjimo nesusilaukia. Jūros krantams Kuršių marių krantai mažai nusileidžia ir urbanistinio patrauklumo bei daugeliu kitų požiūriu. Nežiūrint to, šiandien jie atsidūrė ir lyg ir „pilkojoje zonoje“, t.y. lyg ir matomi, bet mažai žinomi plačiai visuomenei.

Realybėje marių krantų tyrimai buvo pradėti dar XIX a., kai mūsų krašto mokslo žmonės dar mažai domėjosi Kuršių mariomis. Specialistai ir šiandien cituoja tokius nuo XIX iki XX a. vidurio dirbusius tyrinėtojus kaip J.Schumann, G.Berendt, Hess von Wichdorff, E.Kraus, A.Torngquist, R.Brückman ir kt., kurie labiausiai domėjosi Kuršių marių dugno bei krantų geologine sąranga bei procesais. Vertingų duomenų apie apymario landšaftus pateikė E.Scofield, A.Weber, deltos rajoną – A.Willer, marių vandens lygius – Ch.Stellmacher ir t.t. Kartu šie tyrinėtojai suteikė nemažai informacijos apie marių krantodarą bei krantus.

Antroje XX a. pusėje apie marių krantus naujų duomenų pateikti V.Gudelis, E.Michaliukaitė, V.Minkevičius, E.Červinskas, M.Kabailienė, V.Kirlys, D.Mardosienė, R.Stauskaitė, R.Žaromskis, R.Kunskas, Z.Janukonis, R.Povilanskas, A.Bitinas ir daugelis kitų tyrinėtojų. Įdomi ta aplinkybė, kad daugumas ir senųjų, ir XX a., ir dabarties krantų tyrinėtojų didžiausią dėmesį skyrė Kuršių marių krantams ir žymiai rečiau domėjosi marių rytine puse. Nuo XX a. vidurio čia nei karto nevykdyti detalūs visos kranto zonos tyrimai, neaptarti ir krantodariniai procesai visame marių perimetre.

Lietuvai priklausančios Kuršių marių dalies krantai pagal ilgį gerokai lenkia mūsų šalies jūros krantus. Kuršių nerijoje jie nusidriekia 60,3 km, iš kurių 6,35 km administruoja Klaipėda, o likusius 54,05 km – Neringos miestas. Be to, iš 98,94 km rytinio marių kranto Klaipėdos miestui tenka maždaug 16 km, Klaipėdos rajonui – 21 km, o Šilutės rajonui – likusi 61,94 km kranto dalis. Tokiu būdu, Lietuvai tenka net 159,29 km šiaurinės Kuršių marių dalies kranto linijos (Žilinskas, Petrokas, 1998).

Šio darbo tikslas – pristatyti marių krantodaros procesus atspindinčias schemas, pateiktas naujam Lietuvos atlasui. Tikimasi, kad integruotas požiūris į marių krantų visumą ir dar gausybė neatskleistų klausimų paskatins šiandieninės kartos tyrinėtojus daugiau dėmesio skirti ne tik pačioms marioms kaip ekologiniam fenomenui, bet ir jų krantams su čia vykstančiais fizikiniais, biologiniais ir netgi socialiniais procesais.

Būtina pabrėžti, kad tam tikrus Kuršių marių krantų tipizavimo pradmenis pateikė ankstesni autoriai, vertindami marių priekrantės dugno polinkius (Červinskas, 1960), kranto kopų judėjimo greitį (Michaliukaitė, 1967), kranto zonos morfodinaminius bei litodinaminius ypatumus (Kirlys, Janukonis, 1982 ir Kirlys, Stauskaitė, 1982), kranto zonos landšaftą (Žaromskis, 1989-1990, 1991) ir t.t. Bene didžiausią indėlį į Kuršių nerijos krantodaros procesų integruotą klasifikavimą įnešė R.Povilanskas, detaliai įvertinęs tiek pačius procesus, tiek jų erdvinį pasiskirstymą (Povilanskas, 1998).

Kuršių marių krantai be natūralios raidos patyrė ir didelį tiesioginį arba netiesioginį antropogeninį poveikį. Pakrantėse buvo sodinamas miškas, sausinamos pelkės, kasami kanalai, vykdoma įvairi hidrotechninė statyba ir t.t. Šių procesų išdavoje kai kurios kranto atkarpos prarado savo pirminius bruožus. Nežiūrint to, išskiriant kranto genetinius tipus, labiausiai atsižvelgiama į pirminius krantodaros faktorius. Tais atvejais, kai kranto atkarpoje nedideliais ruožais kaitaliojasi arba net maišosi skirtingą morfologiją lėmę krantodaros faktoriai, krantai priskiriami poligenetiniam tipui. Tokia krantodara būdinga rytiniam marių krantui. Taigi, apibendrinus

turimus duomenis, pagal kilmę marių krantus skirstome į eolinius, deltinius, glacigeninius ir poligenetinius. Eoliniai užima 37,9 % visos kranto linijos (Kuršių nerija), poligenetiniai – 39,9 % (vyrauja ŠR marių dalyje), deltiniai – 19,8 % ir glacigeniniai – 2,4 % (1 lent.).

1 lentelė. Kuršių marių šiaurinės dalies krantodarą lemiančių elementų kiekybinio pasiskirstymo duomenys

Krantodaros elementai	Paplitimas palei kranto liniją		Prioritetinis paplitimas
	km	%	
<b>Vyraujantys genetiniai tipai:</b>			
Eoliniai	60,35	37,9	Vakarinis krantas
Deltiniai	31,50	19,8	PR krantas
Glacigeniniai	3,90	2,4	Ventės ragas
Poligenetiniai	63,54	39,9	ŠR krantas
<b>Vyraujančios nuosėdos:</b>			
Smėlis	94,9	59,6	Kuršių nerija ir kt.
Moreninės nuogulos	4,1	2,6	Ventės ragas
Plova	60,2	37,8	R krantas
<b>Vyraujantys krantodaros veiksniai:</b>			
Bangos	33,3	20,9	Kuršių nerija
Srovės ir ledai	22,5	14,1	Kuršių nerija, Ventės ragas
Augalija	57,5	36,1	R krantas
Technogeniniai	46,0	28,9	Kuršių nerija, Ventės ragas
<b>Morfodinaminiai kranų tipai:</b>			
Akumuliaciniai	41,8	26,3	Kuršių nerija
Abraziniai	19,2	12,0	Kuršių nerija, Ventės ragas
Neutralūs	98,3	61,7	R krantas

Vyraujant vakarinių rumbų vėjams, rytinėje marių pusėje priekrantėje ir krante susikaupia daug fitogeninės medžiagos. Persimaišiusi su smėliu, ji sudaro vyraujančias krantodarinės nuosėdas – plovą. Plovos sankaupos didžiausios tuose ruožuose, kurių priekrantėse yra plačios įvairiarūšės makrofitų juostos (Žaromskis, 1996). Sudarant apibendrintą vyraujančių kranto zonos nuosėdų pasiskirstymo schemą, taip pat neapsieita be kompromisų. Taip smėlio krantams priskirti neilgi kranto ruožai prie Nidos su mergelio išspaudomis arba Klaipėdos sąsiaurio krantai, kurių šlaituose gilinant

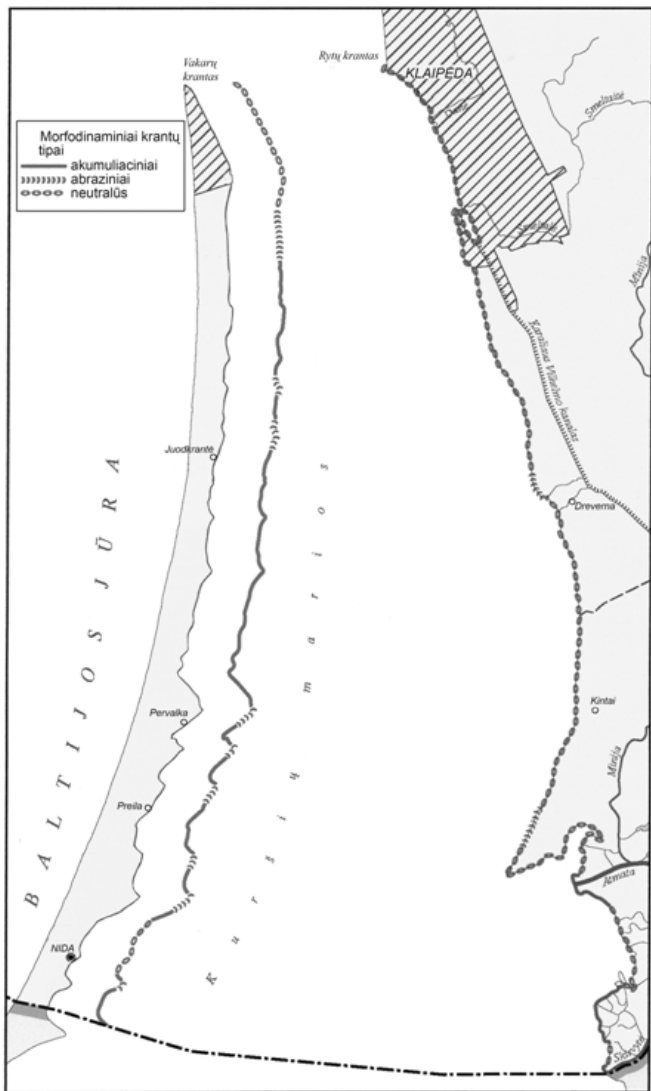
uostą vietomis atsidengia morena. Deltiniame krante daugumoje atvejų kaitaliojasi smėlio ir plovos nuosėdos (1 lent.).

Šiandieninę Kuršių marių krantų būklę nulėmė daugelis tiek aktyvių, tiek pasyvių veiksnių arba elementų ir beveik nėra kranto atkarpos, kuri formuotis veikiama vien tik bangų, srovių, ledo arba augalijos. Išimtį čia sudaro tik technogeniškai pertvarkyti krantai, kurių būklę lėmė krantotvarkiniai darbai: šlaitų tvirtinimas akmenimis, krantinių, bunų ir kilių įrenginių statyba. Kitose krantų atkarpose kuris nors veiksnys visgi tampa prioritetiniu. Taip Kuršių nerijos krantus daugiausia formuoja bangos, nors šiauriau Juodkrantės vis didesnę reikšmę įgyja srovės bei plaukiantys ledai. Tuo tarpu rytinėje marių pusėje kranto link sklindančias bangas sulaiko plačios augalijos juostos, kurios nesulaiko tik laikas nu laiko pasikartojančio ledų poveikio. Vyraujantis augalijos, kaip krantodarinio faktoriaus vaidmuo, jaučiamas net 57,5 km rytų kranto atkarpose (1 lent., 1 pav.).

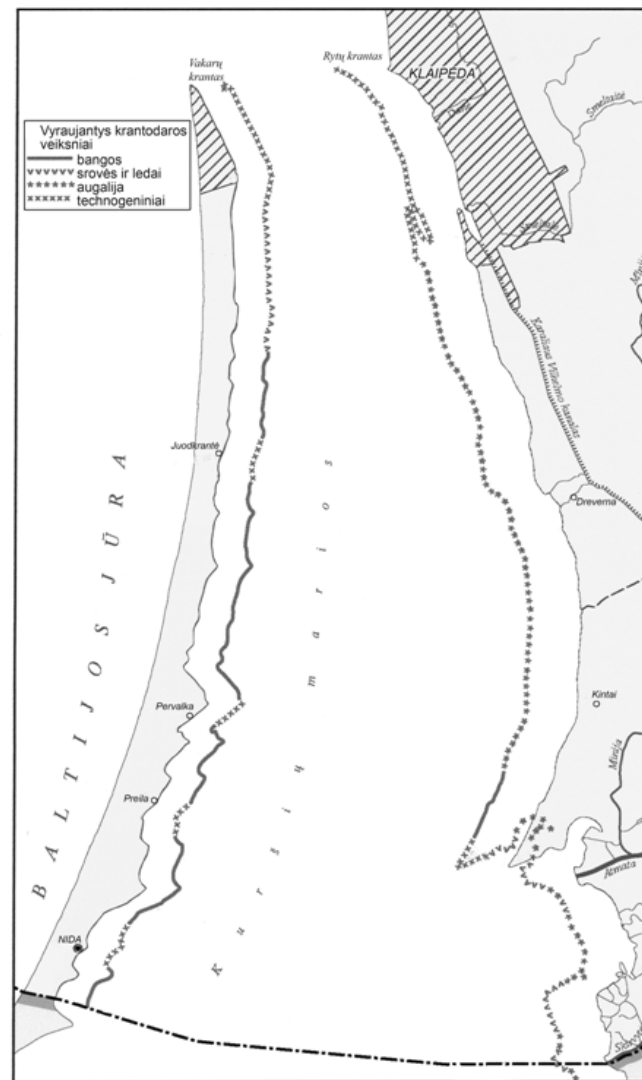
Be to, hidrotechniniais įrenginiais sutvirtintas krantas palei Kuršių neriją nusidriekia 21,8 km, o marių rytine puse – 24,2 km, nes daugiau sutvirtinti uosto naudojami krantai.

Gana problematiška apibendrintai schematizuoti ir marių krantų morfodinamiką (2 pav.).

Kai kurie kranto ruožai pavasariais yra ardomi ledo, bet vasarą tose vietose reiškiasi gausi akumuliacija. Tai, kad priešvėjinė kyšulių pusė ardoma ir kyšulių smaigaliai vis migruoja į šiaurę gerai parodo tik ilgalaikė perspektyva ir kartografinės medžiagos analizė. Panaši situacija yra ir į šiaurę nuo Pervalkos bei eilėje kitų kranto ruožų. Aplamai, Kuršių nerijos krantai visais atžvilgiais yra dinamiškesni, čia daug įvairesnis atskirų ruožų nešmenų biudžetas, sudėtingesnė kranto linija. Net prie krantinėmis sutvirtintų krantų daugelyje vietų išilgai priekrantės nesustoja medžiagos migracija. (1 lent., 2 pav.).



1 pav. Vyraujančių krantodaros veiksnių pasiskirstymas šiaurinėje Kuršių marių dalyje



2 pav. Morfo-dinaminiai krantų tipų pasiskirstymas šiaurinėje Kuršių marių dalyje



Ten, kur krantai sutvirtinti krantinėmis ir prie jų visai nesusidaro kranto povandeninis šlaitas, jie priskirti neutralių krantų tipui. Šiam tipui priskirti ir augalija stabilizuoti ruožai Nemuno deltoje, nors čia tiksliai išskirti neutralių ir akumuliacinių krantų atkarpos gana sudėtinga. Juk iš esmės visame deltos rajone vyrauja akumuliacija, todėl čia viskas labiau priklauso nuo dinaminio agento: bangų ir srovių intensyvumo ir upių atneštos medžiagos persikirstymo laipsnio bei augalijos juostų plėtros (Михайлов, Рогов, Чистяков, 1986).

Tikimasi, kad sudarytos krantodaros procesų pasiskirstymo schemas pasitarnaus bendram Lietuvos Kuršių marių krantų vertinimui, krantosaugos bei krantonaudos bendrųjų problemų sprendimui. Krantotvarkiniams tikslams būtinas stambesnio mastelio kartografavimas ir detalesnis procesų tipizavimas.

#### **Literatūra**

Červinskas E. (1960). Kuršių marių dugno atšlaitės ir jų polinkiai. Geografijos metraštis, 10: 67-71.

Kirlys V., Janukonis Z. (1982). Kuršių marių šiaurės vakarinės dalies kranto zonos morfodinaminė charakteristika. Geografijos metraštis, XX: 106-112.

Kirlys V., Stauskaitė R. (1982). Kuršių marių šiaurės vakarinės kranto zonos smėlio nešmenų granulimetrinė bei mineraloginė sudėtis ir pasiskirstymas. Geografijos metraštis, XX: 113-122.

Michaliukaitė E. (1967). Kuršių nerijos krantų ir kopų dinamika per pastaruosius 100 metų. Geografijos metraštis, 8: 97-112.

Žaromskis R. (1966). Kuršių marių ir Baltijos jūros Lietuvos krantų landšafto ypatumai. Lietuva – jūrų valstybė. Klaipėda. 250-257.

Žaromskis R. (1989-1990). Pietrytinės Baltijos kranto atskirų landšafto rajonų ypatumai. Geografijos metraštis, 25-26: 57-63.

Žaromskis R. (1991). Kai kurie gamtinio-akvalinio-teritorinio komplekso ypatumai šiaurietinėje Kuršių marių dalyje. Ekologija, 4: 45-54.

Žilinskas G., Petrokas T. (1998). Šiaurinės Kuršių marių dalies kartometrinės charakteristikos bei jų nustatymo problemos. Geografijos metraštis, 31: 110-120.

Povilanskas R. (1998). Kuršių nerijos marių kranto zonos morfodinamikos bruožai. Daktaro disertacija. Klaipėda.

Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А. (1986). Речные дельты. Гидролого-морфологические процессы. Ленинград.

## PRIORITETINIŲ KRANTOTVARKOS RUOŽŲ NUSTATYMAS LIETUVOS JŪRINIAME KRANTE

Gintautas Žilinskas

*Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223  
Vilnius / KU Jūrinio kraštovaizdžio mokslo institutas, H. Manto 84,  
LT-92294 Klaipėda, [zilinskas@geo.lt](mailto:zilinskas@geo.lt)*

Lietuvos jūrinio kranto degradacijos išdavoje prastėja bei mažėja poilsio zonų rekreacinė erdvė, kyla pavojus kranto zonoje esantiems hidrotechniniams įrenginiams ir kitiems ūkiniams objektams bei jų infrastruktūrai. Per pastaruosius 30 metų (1976-2006 m.) Lietuvos Baltijos jūros pakrantėje bendras akumuliacinio tipo krantų ruožų ilgis kasmet vidutiniškai sutrumpėdavo po 1100 m, o bendras išplaunamų krantų ilgis kasmet padidėdavo vidutiniškai 367 m. Kai prieš tai buvusį 30-metį (1946-1976 m.), per metus bendras akumuliacinio tipo kranto ruožų ilgis sumažėdavo vidutiniškai tik 100 m, o išplaunamu – padidėdavo tik 33 m (Žilinskas, Jarmalavičius, 2007). Taigi, krantų ardys apimty per 30 metų padidėjo daugiau nei 10 kartų.

LR pajūrio juostos įstatymas (2002 07 02, Nr. IX – 1016, 3 str.) numato „...užtikrinti pajūrio juostos subalansuotą naudojimą valstybės ir visuomenės reikmėms“ bei „...užtikrinti kraštovaizdžio gamtos ir kultūros vertybių apsaugos priemonių įgyvendinimą“. Per pastaruosius 5 metus atlikti krantų tvarkymo darbai davė teigiamus rezultatus, tačiau juos būtina tęsti. Tuo tikslu parengta ir patvirtinta nauja „Baltijos jūros krantų tvarkymo programa 2008-2013 m.“.

Tačiau, vienu metu, viso Lietuvos jūrinio kranto tvarkymui nepakanka nei lėšų, nei gamybinių pajėgumų. Be to, kaip parodė praktika, daug laiko sugaištama vykdant juridinius–teisinius reikalavimus (krantotvarkinių priemonių įdiegimo derinimas su įvairiomis institucijomis, konkursų darbams atlikti organizavimas ir t.t.). Atsižvelgiant į tai, reikia išskirti jautriausius kranto ruožus Lietuvos pajūryje, kurių tvarkymui būtų teikiamas prioritetas.

Išskiriant Lietuvos jūros krante prioritetinius (krantotvarkos požiūriu) ruožus buvo analizuojami veiksniai nulemiantys ne tik dabartinę kranto būklę, bet ir galimai įtakosiantys tolimesnę jo raidą. Jiems priskirta: *kranto ruožo morfologijos ypatumai ir geodinaminės jo tendencijos, krantonaudos pobūdis ir intensyvumas, antropogeniniai veiksniai galintys turėti įtakos krantų stabilumui, klimato kaitos poveikis*. Minėtų veiksnių įtaka kranto būklei detaliai išanalizuota G. Žilinsko straipsnyje (Žilinskas, 2008).

Nustatant prioritetinius ruožus naudotasi mokslinių tyrimų medžiaga, surinkta rengiant Lietuvos jūrinio kranto krantotvarkos projektus 1996-2007 m.

Vertinant kranto morfologinius ypatumus ir nustatant jo geodinamines tendencijas remtasi GGI Jūrų tyrimų skyriaus Krantotyros ir krantotvarkos sektoriaus sukurto (1993 m.) Lietuvos jūrinio kranto dinamikos monitoringo tinklo duomenimis. Krantonaudos pobūdis įvertintas remiantis teritorijų planavimo dokumentais (Neringos, Klaipėdos miesto bei rajono, Palangos miesto, KNNP bei PRP bendraisiais planais). Poilsiautojų srauto intensyvumas ir rekreacinių zonų pliažų tinkamumas įvertintas remiantis anksčiau atliktų tyrimų rezultatais (Akevičiūtė *et al.* 2002, 2003, 2004; Jarmalavičius, Žilinskas 2003, 2007). Klimato kaitos poveikio Lietuvos krantui įvertinimas atliktas remiantis medžiaga surinkta dalyvaujant 2005-2007 m. tarptautiniame projekte INTERREG III B (ASTRA) bei kitų autorių tyrimų rezultatais (Žilinskas, Jarmalavičius 2007; Jarmalavičius *et al.* 2007; Bukantis *et al.* 2001; Dailidienė, 2007 ir kt.). Išskiriant kranto tvarkymo prioritetus buvo vadovaujama ir Lietuvos įstatymais reglamentuojančiais kranto juostos tvarkymą: Jūros krantų apsaugos ir naudojimo nuostatai (Žin., 2000, Nr.19-473), Lietuvos Baltijos jūros krantotvarkos strategijos nuostatos (Žin., 2001 Nr.103-3690), Lietuvos Respublikos Pajūrio juostos įstatymas (Žin., 2002, Nr. 73-3091). Taip pat atsižvelgta į Helsinkio komisijos rekomendacijas bei pasaulinę tokių darbų praktika.

Išskiriant prioritetinius krantotvarkos ruožus remtasi aukščiau pateiktų veiksnių įtakojančių ar įtakosiančių ateityje Lietuvos jūros kranto raidą analize.

Žemyno krante išskirti šie prioritetiniai krantotvarkos ruožai: Palangos rekreacinė zona (nuo Kunigiškių iki Birutės kalno ir tarp „Auskos“ vilos ir Pajūrio regioninio parko), Klaipėdos rekreacinė zona (nuo Girulių iki Klaipėdos uosto technogeninės zonos) ir Šventosios uosto – sienos su Latvija kranto ruožas.

**Palangos rekreacinė zona.** Palanga – labiausiai poilsiautojų lankomas Lietuvos kurortas. Kasmet joje didėja rekreacinė kranto apkrova, intensyvėja urbanizuotų teritorijų plėtra. Tuo tarpu pietinėje, labiausiai poilsiautojų lankoje, Palangos pusėje paplūdimiai ir kopagūbris stipriai degraduoja. Dėl sąnašų deficito krante bei priekrantėje šis kranto ruožas jautriai reaguoja ir į klimato kaitos pokyčius. Todėl, jis priskirtinas prioritetiniams. Pažymėtina, kad šiaurinėje Palangos pusėje tarp gelbėjimo stoties ir Kunigiškių šiuo metu kranto būklė ganėtina gera. Tačiau, atsižvelgiant į intensyviai blogėjančią kranto būklę pietinėje ruožo dalyje ir siekiant išlaikyti Palangoje bendrą rekreacinę erdvę nepakitusią, būtina stengtis išlaikyti kiek galima geresnę kranto būklę ir šiaurinėje jos dalyje, t.y. rekreacinės erdvės mažėjimą pietinėje dalyje, būtina kompensuoti jos didėjimu šiaurinėje dalyje. Kranto ruožas tarp „Auskos“ vilos ir Pajūrio regioninio parko taip pat priskirtas prioritetiniams. Kadangi, šioje vietoje kopagūbris suskaidytas daugybe griovų (kai kurios įgilėjusios iki kopagūbrio pagrindo) per kurias smėlis iš paplūdimio nupustomas į užkopę. Todėl, šis smėlis „iškrenta“ iš eolodinaminės cirkuliacijos išilgai kranto (Žilinskas *et al.* 2001), o tai neigiamai atsiliepia ir šiauriau esantiems kranto ruožams.

**Klaipėdos rekreacinė zona.** Karštomis vasaros dienomis Klaipėdos rekreacinę zoną aplanko apie 100 tūkst. klaipėdiečių ir iš kitur atvykusių poilsiautojų. Apsilankančiųjų prie jūros skaičius, sparčiai plečiantis urbanizacijai, kasmet vis didėja. Tačiau Klaipėdos rekreacinės zonos erdvės plėtra negalima, nes šiaurinėje dalyje ji ribojasi su Olando kepurės kraštovaizdžio draustiniu, kur deginimuisi saulėje bei maudymuisi sąlygos yra prastos (siauri akmenuoti

paplūdimiai, nepatogi maudymuisi priekrantė, nėra kopagūbrio). Be to, intensyvi rekreacinė apkrova draustinio statusą turinčiame kranto ruože netoleruotina. Tuo pačiu galima giliavandens uosto statyba ne tik ženkliai sumažins dalies Klaipėdos rekreacinės zonos patrauklumą, bet ir, tikėtina, kad pablogins Klaipėdos rekreacinės zonos būklę. Be to, šio ruožo būklę ženkliai įtakoja klimato kaitos pasekmės, o ateityje ši įtaka gali dar labiau sustiprėti. Todėl, Klaipėdos rekreacinės zonos krantams taip pat teiktinas krantotvarkos prioritetas.

**Šventosios uosto – sienos su Latvija kranto ruožas.** Rekreacinės apkrovos didėjimas ir urbanizacijos plėtra stebima pietinėje šio ruožo dalyje. Tačiau, kranto geodinaminės tendencijos nepatenkinamos visame ruože. Ypač šiam ruožui didelės neigiamos įtakos turės atstatytas Šventosios uostas. Be to, šio ruožo kranto būklę įtakoja klimato kaitos poveikio pasekmės, o ateityje ši įtaka gali dar labiau sustiprėti. Antra vertus, šiuo metu, kol neatstatytas Šventosios uostas, o senojo uosto molai tapo dalinai pralaidūs nešmenims, susidarė palankios aplinkybės šio kranto ruožo bent laikinai stabilizacijai. Vaizdžiai sakant, įdiegtų krantotvarkinių priemonių pagalba reikia „sugaudyti“ kiek galima daugiau į šią zoną iš pietinės Šventosios uosto pusės šiuo metu vėjo bei bangų ir srovių nešamą smėlį. Todėl, Šventosios uosto – sienos su Latvija ruožo krantams taip pat teiktinas krantotvarkos prioritetas.

Kuršių nerijos krante išskirti šie prioritetiniai krantotvarkos ruožai: **visos rekreacinės zonos** (išskyrus Alksnynę) bei Kopgalis.

Apsilankančių Kuršių nerijoje poilsiautojų skaičius sparčiai auga. Jei 20 a. 7-o dešimtmečio pradžioje apsilankydavo apie 5–8 tūkst. žmonių, tai jau 21 a. pradžioje per metus apsilankė apie milijoną turistų (Akevičiūtė *et al.* 2002). Ateityje poilsiautojų dar daugės. Kuršių neriją įtraukus į UNESCO saugomų objektų sąrašą didėja turistų srautas ir iš užsienio. Be to, prastėjant rekreacinėms sąlygoms žemyno krante vis daugiau Lietuvos žmonių prioritetą teikia poilsiui Kuršių nerijoje. Ir nors, šiuo metu, visose Kuršių nerijos intensyviau naudojimo rekreacinėse zonose kranto būklė santykinai gera, tačiau šioms zonoms būtina kasmetinė krantotvarkinė priežiūra. Užtektų keletą metų jose nevykdyti krantotvarkinių darbų ir susidariusių

krantotvarkinio konflikto židinių likvidacijai reikėtų dešimteriopai didesnių investicijų. Tarp veiksmų keliančių didžiausią grėsmę Kuršių nerijos prioritetiniams krantotvarkos ruožams priskirtume ir klimato kaitos poveikį.

Atskirai reikia aptarti **Kopgalio** ruožą. Nors rekreacinė apkrova jame maža (čia dažniausiai apsilanko tik jūros muziejaus lankytojai), tačiau prasta šio ruožo dabartinė geodinaminė būklė bei ardos procesų stiprėjimas pailginus uosto molus šiam kranto ruožui kelia didelę grėsmę. Ją dar labiau didina dėl klimato kaitos dažnėjantys ir stiprėjantys pietvakarių vėjai, kurių sukelta patvanka sąlygoja intensyvią šio kranto ruožo ardą. Blogiausia tai, kad intensyvaus išplovimo procesai, vykstantys šiame ruože, įtakoja ir gretimai jam esančios, I- Smiltynės intensyvios rekreacinės zonos būklę. Ilgą laiką I Smiltynėje vyravusias akumuliacines tendencijas, jau pakeitė kranto ardos tendencijos. Todėl Kopgalio krantui taip pat teiktinas krantotvarkos prioritetas.

#### Literatūra

Akevičiūtė J., Žilinskas G., Minkevičius V. 2002. Poilsiautojų srauto sklaida apsauginiame paplūdimio kopagūbryje. *Geografijos metraštis*, 35 (1-2): 101-117.

Akevičiūtė J., Žilinskas G., Jarmalavičius D. 2003. Poilsiautojų srauto dinamikos laike ypatumai Kuršių nerijos jūriniame krante. *Geografijos metraštis*, 36(2): 174-181.

Akevičiūtė J., Žilinskas G., Jarmalavičius D. 2004. Poilsiautojų srauto sklaida Kuršių nerijos plažuose. *Geografijos metraštis*, 37(1-2): 162-174.

Dailidienė I. 2007. Hidroklimatinių sąlygų kaitos ypatumai Baltijos jūros Lietuvos priekrantėje ir Kuršių mariose. *Dr. disertacija*, Vilnius, 147 p.

Bukantis A., Gulbinas Z., Kazakevičius S., Kilkus K., Mikelinskienė A., Morkūnaitė R., Rimkus E., Samuila M., Stankūnavičius G., Valiuškevičius G., Žaromskis R. 2001. Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje. *GI, VU*, Vilnius, 280 p.

Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2003. Kuršių nerijos jūros kranto plažų technologinis tinkamumas rekreacijai. *Geografijos metraštis*, 36(1): 205-212.

Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2007. Lietuvos žemyninio kranto paplūdimių technologinis tinkamumas rekreacijai. *Geografijos metraštis*, 40(1): 32-40.

Žilinskas G., Jarmalavičius D. 2007. Lietuvos jūrinis krantas. *Klimato kaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje*. Bukantis A., Šinkūnas, P., Taločkaitė E. (red.), 25-31.

Žilinskas G., Jarmalavičius D., Minkevičius V. 2001. Eoliniai procesai jūros krante. Vilnius, 283 p.

Žilinskas G. 2008. Distinguishing priority sectors for the Lithuanian Baltic Sea coastal management. *Baltica*, 21(1-2): 85-94.

## DUGNO NUOSĖDOSE SUKAUPTŲ MAISTMEDŽIAGIŲ VAIDMUO FORMUOJANT KURŠIŲ MARIŲ VANDENS KOKYBĘ

Mindaugas Žilius<sup>1</sup>, Darius Daunys<sup>1</sup>, Ričardas Paškauskas<sup>1,2</sup>,  
Petras Zemlys<sup>1</sup>, Artūras Razinkovas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H.  
Manto 84, LT-92294, Klaipėda;*

<sup>2</sup>*Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406, Vilnius,  
[mindaugas@corpi.ku.lt](mailto:mindaugas@corpi.ku.lt)*

Nepaisant sumažėjusio maistmedžiagių pritekėjimo į Kuršių marias iš Nemuno baseino po reikšmingų pertvarkų žemės ūkyje 9-ojo dešimtmečio pradžioje, jų koncentracijos marių vandenyje išliko labai aukštos ir eutrofikacijos lygis nesumažėjo. Žinoma, jog santykinai uždaruose ir sekliuose telkiniuose, dugno nuosėdos gali būti svarbus ekosistemos komponentas, lemiantis telkinio ekologinę būklę. Dėl santykinai nedidelio gylio tokiose sistemose dalis pirminės produkcijos metu pagamintos organinės medžiagos mineralizuojama dugno nuosėdose iki amonio ir fosfatų (Graf, 1992, Kemp et al., 1992, Jørgensen, 1996). Vykstant jų difuzijai (Jørgensen & Revsbech, 1985), advekcijai (Riedl et. al., 1972) ir nuosėdų resuspensijai (Sørndergaard et. al., 1992), šios maistinės medžiagos patenka į vandens storumę skatindamos fitoplanktono vystymąsi (Boynton & Kemp, 1985; Cowan & Boynton, 1996).

Siekiant detalizuoti dugno nuosėdų vaidmenį Kuršių marių vandens kokybei, šio tyrimo metu buvo matuojamos amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitratų ( $\text{NO}_3^-$ ) ir ortofosfatų ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) koncentracijos dugno nuosėdų kolonėlių poriniame vandenyje intensyvios sedimentacijos zonose ties Nida, Preila ir Arklių ragu bei tranzitinėje dalyje ties Kairiais. Remiantis maistmedžiagių koncentracijų pokyčiais poriniame ir priedugniniame vandenyje buvo apskaičiuoti azoto ir fosforo srautai skirtingomis meteorologinėmis sąlygomis.

Dominuojanti neorganinio azoto forma visų tirtų vietų paviršinėse nuosėdose yra  $\text{NH}_4^+$ , kurio koncentracija pirmajame paviršinių nuosėdų centimetre svyravo nuo 0,45 ties Arklių ragu iki 2,96 mg/l ties Preila. Tuo tarpu  $\text{NO}_3^-$  koncentracijos kito nuo 0,012 iki 0,166 mg/l (atitinkamai ties Arklių ragu ir Kairiais). Gilesniuose sedimentų sluoksniuose amonio koncentracijos ženkliai didesnės, o nitratų priešingai – mažesnės. Šių azoto junginių pasiskirstymą nuosėdų poriniame vandenyje nulemia nitrifikacija ir denitrifikacija.

Ortofosfatų vidutinės koncentracijos intensyvios sedimentacijos zonose yra apie 0,46 mg/l, tuo tarpu tranzitinėje dalyje dešimtis kartų mažesnė - tik apie 0,01 mg/l.

Pagal išmatuotus maistmedžiagių koncentracijų pokyčius tarp dugno nuosėdų ir priedugninio vandens apskaičiuota, kad intensyviausi  $\text{NH}_4^+$  difuziniai srautai iš dugno nuosėdų į vandens storumę yra ties Nida - apie  $1,06 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , o tuo tarpu ties Arklių ragu kiek mažesni – apie  $0,62 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ . Ties Kairiais dėl intensyvios amonio oksidacijos dugno nuosėdose apskaičiuotas  $\text{NH}_4^+$  srautas apie  $0,25 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  buvo iš priedugninio vandens į dugno nuosėdas. Dėl galimo  $\text{NO}_3^-$  suvartojimo denitrifikacijos eigoje, nitratų transporto greitis lyginant su  $\text{NH}_4^+$  iš nuosėdų vandens storumę daugiau nei septyniasdešimt kartų mažesnis: 0,018 iki 0,033  $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (atitinkamai ties Arklių ragu ir Kairiais). Tuo tarpu apskaičiuoti  $\text{HPO}_4^{2-}$  srautai iš nuosėdų buvo nuo 0,03 iki 0,97  $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  sedimentacijos zonoje, o tranzitinėje – jie akumuliuosisi 0,01  $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  greičiu. Vienas iš pagrindinių veiksnių apsprendusių  $\text{HPO}_4^{2-}$  srautų kryptį tarp nuosėdų ir vandens storumės buvo oksinio sluoksnio gylis nuosėdose.

Dėl santykinai nedidelio gylio Kuršių mariose dažnai stebima dugno nuosėdų resuspensija, kurios metu ženkliai gali padidėti azoto ir fosforo junginių koncentracijos vandens storumėje. Apskaičiuota, kad potencialiai resuspendavus vienam kvadratiniam aleuritinio dumblo nuosėdų paviršiaus metrui iki 5 cm gylio amonio koncentracijos vandens stulpe, kurio gylis 2 m, esamos koncentracijos padidėtų 2 – 5 kartus (atitinkamai ties Nida ir Arklių ragu). Tačiau *in situ* stebėjimų metu nustatyta, kad  $\text{NH}_4^+$  koncentracijos vandenyje dėl

mikroorganizmų vykdomos nitrifikacijos kinta nežymiai, o  $\text{NO}_3^-$  koncentracijos didėja iki 18 kartų. Remiantis resuspensijos eksperimentų rezultatais pastebėta, kad  $\text{NH}_4^+$  koncentracijos ženkliai didėja resuspensijos pradžioje, o vėliau dėl nitrifikacijos koncentracijos mažėja. Dirbtinai resuspenduojant dumblo ir smulkaus smėlio nuosėdas  $\text{HPO}_4^{2-}$  kiekis vandenyje atitinkamai išauga 8 – 13 kartų, nors apskaičiuoti potencialūs pokyčiai remiantis matuotomis koncentracijomis poriniame vandenyje siekia tik 3 kartus.

Akivaizdu, kad resuspendavus paviršinėms dugno nuosėdoms intensyvios sedimentacijos zonoje štormų metu vandens stovymėje azoto ir fosforo koncentracijos gali ženkliai padidėti dėl didelių maistmedžiagų koncentracijų nuosėdose. Tranzitinė smulkaus smėlio zona, Kuršių marių Lietuvos teritorijoje paplitusi rytinėje dalyje, dėl dažnos resuspensijos, pasižymi nedideliais maistmedžiagų kiekiais. Nepaisant to, kad ši nuosėdų frakcija dengia apie 73% dugno paviršiaus Lietuvos teritorijoje, jų įtaka formuojant vandens kokybę santykinai nedidelė.

#### Literatūra

Boynton W. R., Kemp W. M., 1985. Nutrient regeneration and oxygen consumption by sediments along an estuarine salinity gradient. *Mar Ecol Prog Ser* 23:45–55

Cowan J. L. W., Boynton W. R., 1996. Sediment-water oxygen and nutrient exchanges along the longitudinal axis of Chesapeake Bay: seasonal patterns, controlling factors and ecological significance. *Estuaries* 19:562–580.

Graf G., 1992. Benthic-pelagic coupling: a benthic view. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 30:149–190

Nixon, S. W., 1981. Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems, p. 111–138. *In* B. Nielson and L. Cronin (eds.), *Nutrient Enrichment in Estuaries*. Humana Press, Clifton, New Jersey.

Kemp W. M., Sampou P. A., Garber J., Tuttle J., Boynton W. R., 1992. Seasonal depletion of oxygen from bottom waters of

Chesapeake Bay: roles of benthic and planktonic respiration and physical exchange processes. *Mar Ecol Prog Ser* 85:137–152.

Jørgensen B. B., Revsbech N. P., 1985. Diffusive boundary layers and the oxygen uptake of sediments and detritus. *Limnol. Oceanogr.* 30: 11 1 – 12.

Jørgensen B. B., 1996. Material flux in the sediment. *In*: Jørgensen B. B., Richardson K. (eds) *Eutrophication in coastal marine ecosystems*. American Geophysical Union, Washington, DC, p 115–135.

Riedl R.J., Huang N., Machan, R., 1972. The subtidal pump: a mechanism of interstitial water exchange by wave action. *Marine Biology* 13, 210-221.

Søndergaard M., Knstensen P., Jeppesen E., 1992. Phosphorus release from resuspended sediment in the shallow and wind-exposed Lake Arreso, Denmark. *Hydrobiologia* 228: 91-99.

## IŠTIRPUSIO DEGUONIES KURŠIŲ MARIOSE SEZONINĖS KAITOS YPATUMAI

Mindaugas Žilius<sup>1</sup>, Darius Daunys<sup>1</sup>, Ričardas Paškauskas<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas, H. Manto 84, LT-92294, Klaipėda, [mindaugas@corpi.ku.lt](mailto:mindaugas@corpi.ku.lt)

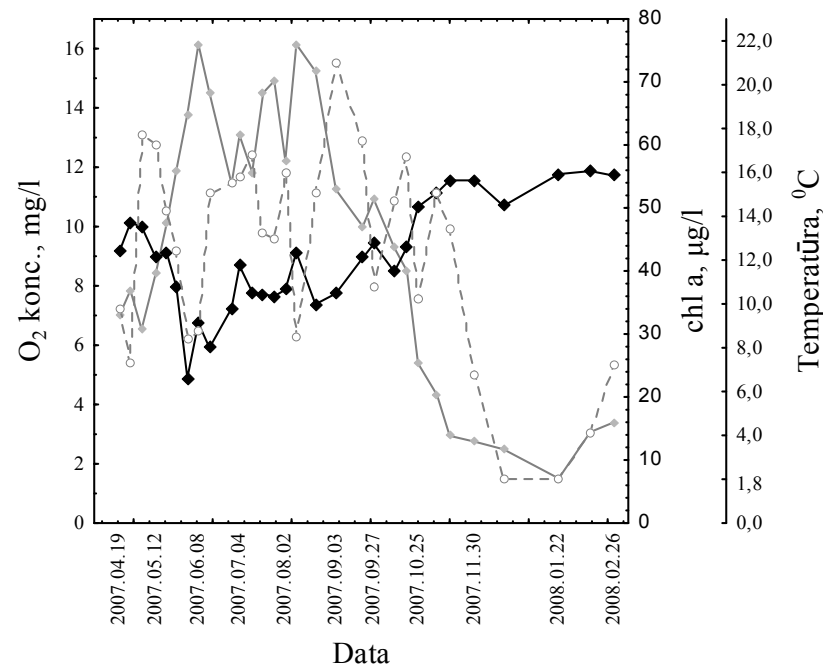
<sup>2</sup>Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406, Vilnius

Estuarijos ir lagūnos yra žinomos kaip savitos ekosistemos, kuriose randamos specifinės aplinkos sąlygos tiek faunai, tiek ir florai. Kita vertus, šie vandens telkiniai pasižymi ypač dideliu biologiniu produktyvumu ir patiria stiprų ūkinės veiklos poveikį. Pastaraisiais dešimtmečiais didėjantis maistmedžiagų (daugiausiai azoto ir fosforo) kiekis šiose priekrantės hidroekosistemose neigiamai veikia jų būklę. Intensyvėjanti eutrofikacija priedugniniame vandens sluoksnyje dažnai sukelia deguonies trūkumą, kuris sąlygoja ženklus pokyčius ekosistemoje (Breitburget al., 1997).

Ankstesnių tyrimų metu (Pakrantės..., 2005) daugelyje Kuršių marių akvatorijos vietų buvo rastos sumažėjusios ištirpusio deguonies koncentracijos priedugnio vandenyje, tačiau ženklaus deguonies deficito požymių iki šiol nenustatyta. Kita vertus, atsižvelgiant į didelį naujai fitoplanktono suformuotos organinės medžiagos kiekį ir didelių deguonies sąnaudų šios medžiagos mineralizacijai, hipoksijos ar anoksijos reiškiniai tikėtini. Manoma, kad tokie reiškiniai susidaro tamsiuoju paros metu arba priekrantinėse zonose, dėl nepalankių meteorologinių sąlygų gausiai prisikaupus žuvusio fitoplanktono dugno nuosėdose. Ryškiausias tokio reiškinio Kuršių mariose pavyzdys buvo stebėtas 2002 metais, kuomet masinę žuvų mailiaus žūtį, tarpe kitų reikšmingų veiksnių, galėjo lemti ir susidaręs deguonies deficitas priedugnio vandenyje (Pakrantės..., 2005). Kadangi išsamesnių šio reiškinio tyrimų stokojama, šiame darbe buvo atliekami detalūs sezoniniai ištirpusio deguonies matavimai.

Nuo 2007 metų balandžio iki 2008 metų vasario mėnesio ištirpusio deguonies koncentracija buvo matuojama du kartus per

mėnesį išskirtiniu aktualumu pasižyminčioje Kuršių marių akvatorijos zonoje ties Nida. Deguonies suvartojimas paviršinėse nuosėdose įvertintas 2008 metų vasaros - rudens laikotarpyje dugno nuosėdų kolonėlių inkubacijos metu. Nustatyta, jog vandenyje ištirpusio deguonies koncentracijos svyravo nuo 5,5 mg/l iki 16,2 mg/l (1 pav.)



1 pav. Vandenyje ištirpusio deguonies (■), chl a (○) ir temperatūros (▲) sezoninė dinamika Kuršių mariose ties Nida

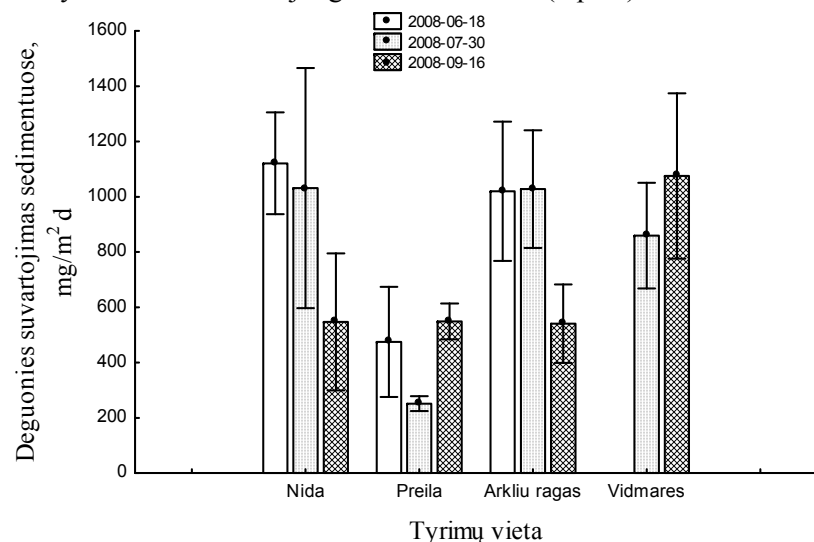
Nepaisant intensyvios fotosintezės aktyviuoju vegetacijos laikotarpiu vasarą, absoliučios vandenyje ištirpusio deguonies koncentracijos neviršijo nustatytų reikšmių šaltuoju metų laikotarpiu (1 pav.), kuomet padidėjęs deguonies tirpumas.

Hipoksijos atvejų viso stebėjimo laikotarpiu nenustatyta, nors šiltuoju metų laikotarpiu, hidrobiontams intensyviai suvartojant



deguonį ir esant silpnam vandens maišymuisi Kuršių mariose buvo stebimi staigūs O<sub>2</sub> koncentracijų pokyčiai vandens stulpe. Ypač akivaizdūs sumažėjimai konstatuoti pavasario ir vasaros pabaigoje, kuomet dėl pasikeitusių sąlygų sezoninėje fitoplanktono sukcesijos eigoje vyko masinė dominuojančių pirminių producentų grupių žūtis (1 pav.).

Fotosintezės eigoje pagaminamas deguonis suvartojamas organinės medžiagos mineralizacijai (kvėpavimas), kuri vasarą yra ženkliai intensyvesnė dėl aukštesnės temperatūros. Atlikus skaičiavimus įvertinta, jog mineralizacijai vandens stulpe deguonis suvartojama iki 8 % bendro jo poreikio hidroekosistemoje. Likusi dalis deguonies suvartojama dugno nuosėdose organinei medžiagai skaidyti ir redukuotiems junginiams oksiduoti (2 pav.).



**2 pav.** Deguonies suvartojimas paviršinėse dugno nuosėdose Kuršių marių intensyvios sedimentacijos zonoje ties Nida, Preila ir Arklių ragu, ir tranzitinėje – Vidmarėse.

Rudens ir vasaros laikotarpiu vyraujančiose Kuršių marių dugno nuosėdose deguonies buvo suvartojama nuo 200 iki 1500 O<sub>2</sub>

mg/m<sup>2</sup> d. Ties Nida ir Arklių ragu deguonies suvartojimo kaitos tendencijos buvo panašios – vasarą deguonies suvartojama reikšmingai daugiau ( $p < 0,05$ ) lyginant su rudens. Tuo tarpu ties Preila vasarą ir rudenį vidutiniškai suvartojama  $425 \pm 178$  O<sub>2</sub> mg/m<sup>2</sup> d t.y. apie 2 kartus mažiau lyginant su Nida, Arklių ragu ir Vidmarėmis. Ženkliai sumažėjus temperatūrai rudenį deguonies suvartojimas paviršinėse nuosėdose ties Nida ir Arklių ragu sumažėja, tačiau Vidmarėse išlieka aukštas ir apie du kartus didesnis nei likusiose tirtose vietose. Tikėtina, kad Vidmarėse deguonis svarbus kaip elektronų akceptorius redukuotų junginių (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; CH<sub>4</sub>; H<sub>2</sub>S) oksidacijai, nes organinės medžiagos kiekis apie penkiasdešimt kartų mažesnis nei ties Nida, Preila ir Arklių ragu.

### Literatūra

Breitburg, D.L., Loher, T., Pacey, C. A., Gerstein A., 1997. Varying effects of low dissolved oxygen on trophic interactions in an estuarine food web. *Ecological Monographs* 67, 489–507.

Razinkovas A., Gasiūnaitė Z., Daunys D., Pilkaitytė R., Paškauskas R., Krevš A., Kučinskienė A., 2005. Pakrantės lagūnų ekosistemų modeliavimas subalansuotam naudojimui, NATO/CCMS pilotinės studijos. Lietuvos mokslo institucijų mokslo tiriamojo darbo metų ataskaita., Klaipėda. 31 p.

## AUTORIŲ SĄRAŠAS

Abromas J.	84
Anusauskas F.	13
Baravykaitė D.	84
Bitinas A.	20
Blažauskas N.	91
Bubinas A.	24
Bučas M.	28, 46
Bukontaitė R.	180
Dagys M.	30
Dailidienė I.	34, 122, 186
Damušytė A.	20, 40
Daunys D.	28, 46, 227, 274, 278
Demereckienė N.	48
Didžiulis V.	56
Druteikienė R.	167
Dubra V.	84
Eidikonienė J.	59
Ežerskis G.	66
Gailiušis B.	70
Galkus A.	74, 116
Garnaga G.	81
Girgždys A.	167
Grecevičius P.	84, 192
Gulbinskas S.	13, 91, 246
Gvozdaite R.	167
Jakimavičius D.	98
Jančauskienė V.	81
Jankauskienė R.	104
Jarmalavičius D.	110
Jokšas K.	74, 116
Jurkin V.	122
Karosienė J.	125

Kasperovičienė J.	131
Kavolytė R.	253
Kazlauskienė N.	138
Kelpšaitė L.	143
Kondratjeva L.	81
Kovalenkoviienė M.	98
Krevš A.	148
Kriaučiūnienė J.	70
Kučinskienė A.	148
Lagunavičienė L.	74, 116
Langas V.	13, 154
Leinikki J.	56
Ložys L.	165
Lukšienė B.	167
Marčiulionienė D.	173
Mažeika J.	173
Mikalauskaitė A.	104
Molodkov A.	20
Morkūnienė R.	167
Narščius A.	180
Navašinskienė J.	186
Nikienė N.	189
Olenin S.	46
Olenina I.	253
Olšauskas A.M.	192
Paškauskas R.	125, 173, 216, 229, 274, 278
Petraitis A.	197
Pilkaitytė R.	216, 253
Pupienis D.	203
Pustelnikovas O.	208
Pūtys Ž.	165, 213
Raudonikis L.	30
Razinkovas A.	216, 274
Repečka R.	165, 217
Rimkus A.	84

Savukynienė N.	246
Soomere T.	143
Stakėnienė R.	74, 116
Staniulis J.	229
Šaškov A.	46
Šečkus J.	220
Šiaulys A.	46, 227
Šulčius S.	229
Šulijienė R.	125
Taraškevičius R.	235
Tarvydienė D.	239
Trimonis E.	91, 242, 246
Vaičiūtė D.	131, 253
Vaikutienė G.	246
Vaitonis G.	24
Visakavičius E.	257
Zemlys P.	28, 274
Žaromskis R.	260
Žilinskas G.	268
Žilius M.	274, 278