

## JŪROTYRA

### KURŠIŲ NERIJOS MARIŲ KRANTO ZONOS MORFOLITODINAMINIAI RUOŽAI

**Ramūnas Povilanskas**

*Klaipėdos universitetas, H. Manto g. 84, LT-92294, Klaipėda*

**Julius Taminskas**

*Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT-03223, Vilnius*

*El. paštas: julius.taminskas@geo.lt*

#### Įvadas

Darniam visos Kuršių nerijos tvarkymui būtina išsami ir įvairiapusiška ilgalaikių kranto zonos morfologinių pokyčių bei krantus tiek iš jūros, tiek iš marių pusės veikiančių veiksnių analizė, apimanti visą Kuršių nerijos kranto zoną (abipus sienos).

2003 metais *TACIS CBC SPF* programos projekto „Kompleksinis Kuršių nerijos (abipus sienos) tvarkymo planas“ užsakymu buvo atlikti kompleksiniai tarpdisciplininiai Kuršių nerijos krantų dabartinės būklės tyrimai. Jais remiantis parengta Kuršių nerijos (abipus sienos) darnios krantotvarkos principinė schema, pagrįsta darnios plėtros ir interesų derinimo principais bei *Acquis communautaire* gamtosaugos ir gamtonaudos reikalavimais.

Sėkmingas Kuršių nerijos kranto zonos konfliktų sprendimas ir subalansuota žmogaus veikla šioje ypač jautrioje poveikiui teritorijoje įmanomi tik remiantis darnios krantotvarkos principais (Povilanskas, 1999). Litodinaminis kranto zonos skirstymas sudaro dinaminį kranto zonos erdvinės struktūros pagrindą, kuriuo turėtų remtis teritorinis planavimas ir ūkinė veikla kranto zonoje. Tai ypač aktualu sprendžiant marių krantų apsaugos nuo ardymo, krantinių ir jachtų prieplaukų statybos problemas.

#### 1. Metodika

Litodinaminiuose kranto zonos ruožuose ilgalaikė nešmenų apykaita yra gerokai intensyvesnė, lyginant su nešmenų išnaša už šių ruožų ribų (Armaitytė ir kt., 2004). Šioje studijoje, remiantis R. Povilansko disertacijoje (1998a) pateiktais duomenimis ir juos papildžius naujausia tyrimų medžiaga apie marių kranto zonos dinamiką XX a. pabaigoje, pakartotinai statistiniais metodais buvo patikslintas litodinaminis Kuršių nerijos marių kranto zonos skirstymas.

Nepaisant to, kad nėra tiesioginių ilgalaikės nešmenų pernašos Kuršių nerijos marių kranto zonoje matavimų, daug netiesioginių požymių rodo, kad Kuršių nerijos marių kranto zonoje yra mažų litodinaminių ruožų, kur išryškėjusi daugiametės priekrantinės nešmenų cirkuliacijos atstojamoji.

Kiekvieną litodinaminį kranto fragmentą sudaro gretimos nešmenų divergencijos, pernašos (tranzito) ir konvergencijos vietos, o ties pustomomis kopomis, be šių trijų, – ir nešmenų prietakos iš kopų vietos (Bray, Carter, Hooke, 1995). Ši tezė buvo tikrinama remiantis

Kuršių nerijos marių kranto zonos ploto pokyčių 258 skersiniuose profiliuose 1955–1994 m. (Povilanskas, 1998b) statistine analize.

Atstojamosios priekrantinės nešmenų pernašos susidarymo ir divergencijos vietas atitinka vyraujančios ardos morfodinaminio tipo profiliai, tranzitinį ardos ir tranzitinį sąnašavimo ruožus – dinaminės pusiausvyros profiliai, priekrantinės nešmenų pernašos konvergencijos vietas – vyraujančio sąnašavimo morfodinaminio tipo profiliai, o nešmenų patekimo į kranto zoną iš slenkančių kopų – vyraujančio spartaus sąnašavimo profiliai.

Kranto zonos profilių tipizavimui pagal jų morfodinamiką 1955–1994 m. taikytos kelių pakopų tipizavimo procedūros: kranto zonos statistinis skirstymas į nehierarchines tipologines grupes ir diskriminantinė analizė. Ši analizė atlikta naudojantis statistinės analizės programinės įrangos paketu *STATISTICA*. Morfodinaminio tipizavimo požymiais pasirinkti profilių plotų pokyčiai tarp kranto linijos ir 1 m, tarp 1 m ir 2 m bei tarp 2 m ir 3 m izobatų. Siekiant sulygtinti visų analizuojamų rodiklių santykinį reikšmingumą grupavimui, skirstymas atliekamas santykiniam  $[0; +1]$  požymių reikšmių variacijos intervalui, normuojant rodiklių reikšmes pagal maksimalius dydžius.

Kranto ruožai suskirstyti monotetiniu principu, t.y. vienas profilis priskirtas tik vienai grupei, priverstinai suskirstant visą arealų aibę į vis didesnę grupių skaičių. Grupių ribos nustatomos automatiškai, pagal „sutankėjimus“ daugiamatėje požymių „erdvėje“. Procedūra būdavo baigiama, kuomet toliau priverstinai didinant grupių skaičių, pagrindiniai morfodinaminiai tipai likdavo pastovūs.

Nešmenų divergencijos, kopinio įnašo, pernašos bei konvergencijos vietas atitinka penki skirtingi kranto zonos morfodinaminiai tipai, nustatomi klasterinės ir diskriminantinės analizės metodais. Laikytasi nuomonės, kad kiekvieną kranto zonos fragmentą sudaro gretimos nešmenų divergencijos, pernašos ir konvergencijos vietos (Bray, Carter, Hooke, 1995), o ties slenkančiomis kopomis, be šių trijų, – dar ir kopų nešmenų prietakos vietos.

Siekiant nustatyti analizės patikimumą, kranto zonos profiliai buvo suskirstyti į įvairius morfodinaminis tipus, o norint įsitikinti, ar patikimai pagrįstas skirtingų litodinaminių fragmentų išskyrimas, buvo atlikta *diskriminantinė analizė* pagal Wilkso parametą  $\lambda$  ir Fisherio kriterijų  $F$ . Statistinio verifikavimo procedūroms taip pat buvo naudojamas statistinės analizės programinės įrangos paketas *STATISTICA*. Grupuojamuoju parametru priimti klasterinės analizės metodu nustatytų morfodinaminių tipų numeriai, o kintamaisiais parametrais – profilių ploto pokyčiai skirtingo gylio intervaluose. Analizuojant atgalines tikimybes, apibūdinančias profilių priklausomybę skirtingiems morfodinaminiais tipams, nustatyta, kurie iš jų neteisingai aprioriškai priskirti konkrečiam tipui pagal klasterinės tipizacijos rezultatus.

Analogiškai, išskiriant skirtingus litodinaminius fragmentus, grupuojamuoju parametru buvo litodinaminio fragmento numeris, o kintamaisiais parametrais – morfodinaminis kranto zonos tipus apibūdinantys parametrai (profilų ploto pokyčiai skirtingose dalyse) ir profilio numeris, kuris atspindi negalimumą priskirti vienam fragmentui to paties morfodinaminio tipo profilius, kurie yra atskirti kitų, bent dviem klasėmis nuo šio besiskiriančių tipų profilių. Šiuo indeksu buvo nustatytas, pavyzdžiui, negalimumas priskirti tam pačiam fragmentui dviejų 1-ojo tipo profilių, tarp kurių yra įsiterpęs bent vienas 3-ojo tipo profilis, dviejų 2-ojo tipo profilių, tarp kurių yra 4-ojo tipo profilis ir t.t.

Nešmenų pernašos divergencijos ir konvergencijos zonos patikslintos hidrodinaminiais kriterijais.

Pagal J. P. May'ų ir W. P. Tannerį (1973), nešmenų priekrantinės pernašos divergencijos ir konvergencijos zonos sutampa su bangavimo energijos atstojamosios priekrantinės pernašos divergencijos ir konvergencijos zonomis. Ši teorinė prielaida Kuršių nerijos marių kranto

zonoje taip pat buvo tikrinama diskriminantine analize pagal Wilkso parametą  $\lambda$  ir Fisherio kriterijų  $F$ . Grupuojamuoju rodikliu buvo morfodinaminis skersinio profilio tipas, kintamuoju rodikliu – imitaciniame Kuršių marių bangavimo modelyje apskaičiuota bangavimo energijos priekrantinės pernašos išvestinė pagal 2 m izobatos ilgį ( $\delta P_{\tau} / \delta d_{2m}$ ), čia  $P_{\tau}$  – bangavimo galios srauto priekrantinė (tangentinė) komponentė,  $d_{2m}$  – priekrantės 2 m izobatos ilgis.  $P_{\tau}$  apskaičiuota tik skersinių kranto zonos profilių esančių taškų, todėl išvestinė skaičiuota pagal  $P_{\tau}$  pokyčių tarp kaimyninių profilių tendenciją (Povilanskas ir kt., 1999).

## 2. Rezultatai

### 2.1. Litodinaminiai ruožai

Analizuojant morfodinaminių kranto zonos tipų pasiskirstymą, Kuršių nerijos marių kranto zonoje buvo išskirtas 21 litodinaminis ruožas. Šio skirstymo statistinis patikimumas patikrintas diskriminantine analize. Analizės rezultatai (Wilkso  $\lambda = 0,001626$ , Fisherio kriterijus  $F = 29,267$ , kai  $p < 0,001$ ) rodo, kad pagal morfodinaminių tipų profilių pasiskirstymą kranto zonoje litodinaminiai fragmentai išskirti statistiškai patikimai. Apskaičiavus atgalines tikimybes, apibūdinančias profilių priklausomybę skirtingiems litodinaminiams ruožams, nustatyta, kad konkreitiems ruožams neteisingai buvo priskirti tik 7 profiliai.

Kranto zonos litodinaminis ruožas lemia morfodinamikos veiksnių poveikio erdvinė įvairovė. Pavyzdžiui, raižytoje Vidmarių pakrantėje ties ragais bangavimo energijos parametrai kinta šuoliškai. Taip pat Vidmarių pakrantėje, ties Nidos ir Preilos gyvenvietėmis, XX a. pradžioje buvo pastatytos būnos. Visos šios sąlygos stabdo nešmenų pernašą išilgai kranto. Be to, išskyrus Priedyno–Skilvytės ruožą, pustomos kopos prieina prie Vidmarių labai trumpose atkarpose. Todėl Vidmarių kranto zonoje yra trumpiausi litodinaminiai ruožai (vidutinis Vidmarių ruožų ilgis – 3,18 km, palyginus su vidutiniu 8,06 km ilgiu Budume ir 6,49 km – Panerijos duburyje).

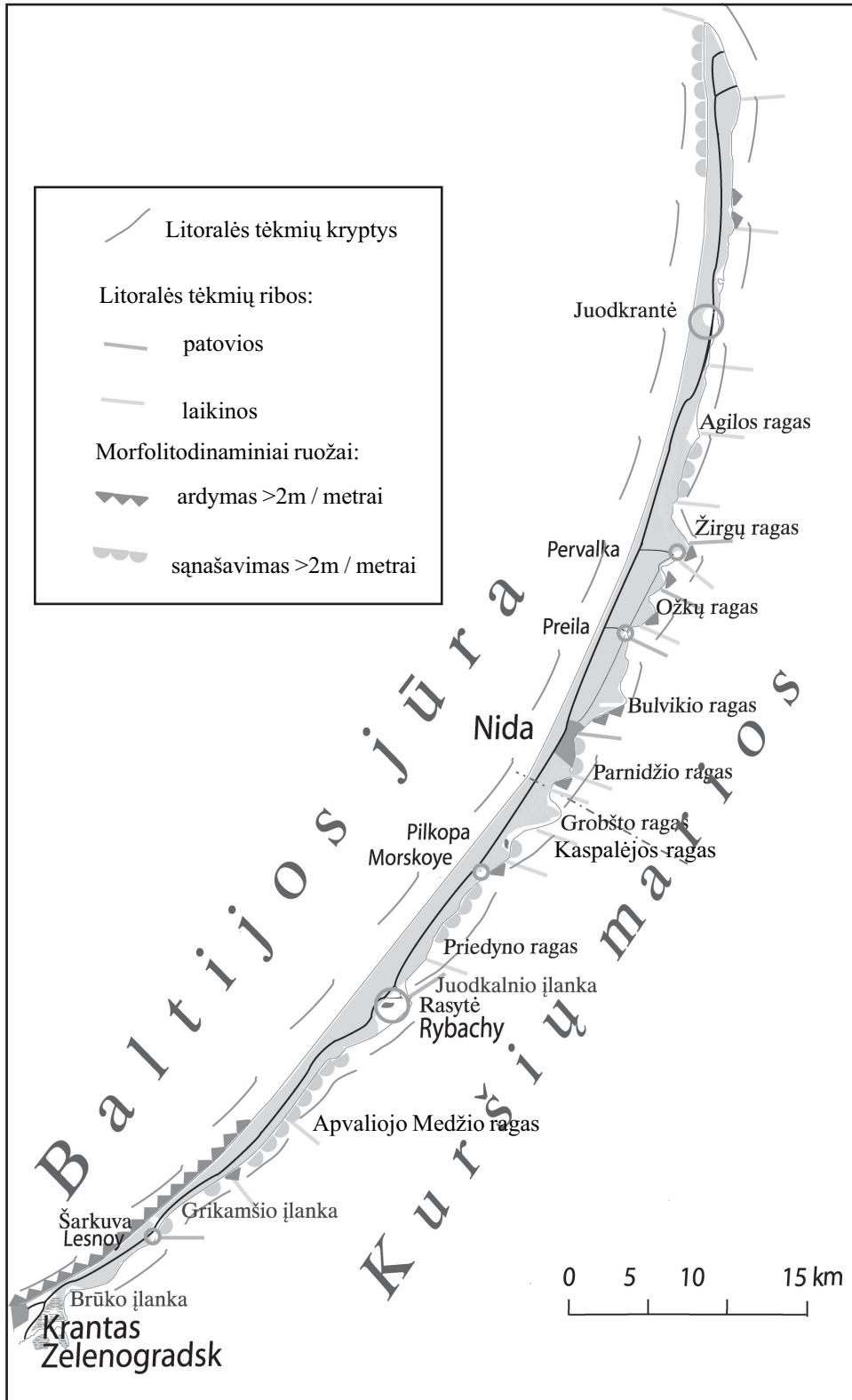
Pagal nešmenų įnašo šaltinį ir pernašos pobūdį, Kuršių nerijos marių kranto zonoje egzistuojančius morfolitodinaminis ruožus galima suskirstyti į dvi rūšis – kopinius ir pernašos.

**Kopiniais ruožais** vadintini tokie Kuršių nerijos kranto zonos ruožai, kurių ilgalaikius morfologinius pokyčius lemia pustomų kopų nešmenų prietaka ir sklaida atabrade. Kuršių nerijos marių kranto zonoje išskirtini 9 kopiniai ruožai: Baltikalnių–Apvaliojo Medžio rago, Apvaliojo Medžio rago–Rasytės rago, Priedyno rago–Kaspalėjos rago, Kaspalėjos įlankos, Grobšto rago, Grobšto įlankos–Parnidžio rago, Parnidžio įlankos–Nidos, Žirgų rago–Agilos rago, Senujų Naglių įlankos–Avių įlankos (pav.)

**Pernašos ruožais** vadintini tokie kranto zonos ruožai, kurių ilgalaikius morfologinius pokyčius lemia atstojamoji nešmenų pernaša tarp gretimų nešmenų divergencijos ir konvergencijos vietų. Išimtį sudaro Grikinio rago–Alksnių rago translokacinis ruožas, kuriame vyrauja nešmenų išnaša į Klaipėdos sąsiaurį ir kuriame nėra ilgalaikės nešmenų konvergencijos (pav.)

Pagal vyraujančią nuogulų tūrio ilgalaikių pokyčių bendrąją tendenciją ir vyraujančius morfodinaminis kranto zonos profilių tipus ruože visus litodinaminis ruožus sąlygiškai galima suskirstyti į vyraujančio sąnašavimo, vyraujančios ardos ir dinaminės pusiausvyros tipus (lent.). Tokio suskirstymo sąlyginis kriterijumi laikomas  $\pm 1,0 \text{ m}^3/\text{m}$  kranto linijos vidutinių metinių viso litodinaminio ruožo nuogulų tūrio pokyčių vidurkis.

Vyraujančias morfodinamikos tendencijas kiekviename litodinaminiam ruože lemia bendras daugiametis to rajono bangavimo ir kitų veiksnių režimas. Pavyzdžiui, gretimų kopinių



**Pav.** Kuršių nerijos kranto zonos litodinaminiai ruožai.  
**Fig.** Littoral cells in the coastal zone of the Curonian spit.

Baltikalnių–Apvaliojo Medžio rago bei Apvaliojo Medžio rago–Rasytės rago ruožų nešmenų tranzito vietose sąnašavimas yra 3–5 kartus didesnis negu translokacinio Brūko įlankos–Šarkuvos rago fragmento nešmenų konvergencijos vietoje.

Pažymėtina, kad nepaisant didelės bendros slenkančių kopų nešmenų prietakos į Kuršių nerijos marių kranto zoną kai kuriuose ruožuose šis įnašas yra nedidelis. Šiuose ruožuose kopos tik palyginti neseniai priartėjo prie Kuršių marių (pavyzdžiui, Raudonmiškio kopa ties Grobšto įlanka arba Stirnabudės kopa ties Kaspalėjos įlanka). Arba atvirkščiai, aktyvūs eoliniai procesai čia jau yra nuslopę ir kranto zoną mažai papildė eoliniai nešmenys, pavyzdžiui, Grobšto rago bei Senujų Naglių įlankos–Avių įlankos ruože.

Pagal vidutinius daugiamečius nuogulų tūrio pokyčius kranto zonoje, visi šie trys kopiniai ruožai priskiriami skirtingiems kranto tipams: Grobšto rago ruožas priskiriamas vyraujančios ardos tipui, Senujų Naglių įlankos–Avių įlankos ruožas – dinaminės pusiausvyros tipui, o Kaspalėjos įlankos ruožas – vyraujančio sąnašavimo tipui (lent.).

**Lentelė.** Kuršių nerijos marių kranto zonos litodinaminių ruožų apibūdinimas.

**Table.** Characteristics of lithodynamic cells of Curonian spit coastal zone (Curonian lagoon coastline).

Kranto zonos litodinaminiai ruožai <i>Lithodynamic cells of coastal zone</i>	Ilgis km <i>Length</i>	Vidutiniai metiniai kranto zonos nuogulų tūrio pokyčiai m <sup>3</sup> /m kranto linijos <i>Average annual turnover of sediments within m<sup>3</sup>/m of the coastline</i>	
		Vidurkis <i>Average</i>	Standartinis nuokrypis <i>Standard deviation</i>
<b><i>Vyraujančio ardymo kranto tipas</i></b>			
Juodkalnio įlankos	4,15	-23,51	14,86
Brūko įlankos – Šarkuvos rago	6,74	-18,13	19,15
Šarkuvos rago – Baltikalnių	5,31	-13,47	10,11
Grikinio rago – Alksnių rago	7,76	-10,39	7,51
Grobšto rago	1,93	-9,71	17,76
Kaspalėjos įlankos – Grobšto rago	2,92	-8,46	3,63
Karvaičių įlankos	0,93	-3,34	9,28
Pervalkos įlankos	1,39	-1,43	9,71
<b><i>IŠ VISO ŠIO TIPO RUOŽUOSE</i></b>	<b><i>31,13</i></b>	<b><i>-13,21</i></b>	<b><i>12,74</i></b>
<b><i>Dinaminės pusiausvyros kranto tipas</i></b>			
Juodkrantės	5,93	-0,36	4,96
Ožkų rago	1,70	0,35	7,23
Senujų Naglių įlankos – Avių įlankos	3,23	0,72	7,21
Grobšto įlankos – Parnidžio rago	2,59	0,90	7,82
Bulvikio rago – Preilos	8,82	0,95	9,60
<b><i>IŠ VISO ŠIO TIPO RUOŽUOSE</i></b>	<b><i>22,27</i></b>	<b><i>0,71</i></b>	<b><i>7,65</i></b>
<b><i>Vyraujančio sąnašavimo kranto tipas</i></b>			
Kaspalėjos įlankos	1,39	1,23	6,81
Pervalkos	1,88	2,75	16,31
Pervalkos rago	1,04	3,07	9,82
Baltikalnių – Apvaliojo Medžio rago	5,88	3,28	16,39
Agilos rago – Žirgų rago	9,04	6,94	11,71
Parnidžio įlankos – Nidos	4,52	19,37	23,40
Priedyno rago – Kaspalėjos rago	9,0	24,51	29,79
Apvaliojo Medžio rago – Rasytės	14,29	33,10	35,84
<b><i>IŠ VISO ŠIO TIPO RUOŽUOSE</i></b>	<b><i>47,04</i></b>	<b><i>16,10</i></b>	<b><i>27,00</i></b>
<b><i>VISOJE KRANTO ZONOJE</i></b>	<b><i>100,44</i></b>	<b><i>4,89</i></b>	<b><i>24,55</i></b>

## 2.2. *Litodinaminių ruožų ribos*

Kuršių nerijos marių kranto zonai pritaikant litodinaminių ruožų klasifikaciją (Bray, Carter, Hooke, 1995), pagal atstojamosios daugiametės nešmenų pernašos kryptis ir ilgalaikes morfologinių pokyčių tendencijas buvo išskirtos divergencinės, konvergencinės ir pulsuojančios nešmenų prietakos ruožų ribos.

Divergencinės prietakos ruožo ribomis vadinamos kranto zonos vietos, kuriose pagal tiesioginius ir netiesioginius požymius nustatytas atstojamosios ilgalaikės priekrantinės nešmenų pernašos išsiskyrimas į priešingas puses. Ties jomis, jei nėra nešmenų prietakos iš slenkančių kopų, vyrauja viršvandeninės ir povandeninės zonos ardymas. Kuršių nerijos marių kranto zonoje tokios ribos yra ties priešvėjiniiais (daugiausia pietrytiniais) ragų krantais.

Konvergencinės prietakos ruožo ribomis vadinamos kranto zonos vietos, į kurias nukreipta priešingų krypčių ilgalaikė priekrantinės nešmenų pernašos atstojamoji. Ties jomis vyksta intensyvus sąnašavimas, ypač atabrade. Kuršių nerijos marių kranto zonoje tokios ribos apatinėje kranto zonos dalyje susidaro priešais ragų viršūnes, o viršutinėje dalyje – ties „pasroviui“ esančiomis įlankomis.

Translokaciniuose ruožuose (Brūko įlankos–Baltakalnių ruože, arba Ožkų rago ir Žirgų rago) divergencinės prietakos ruože ribos ritmingai kaitaliojasi su konvergencinės prietakos ruožo ribomis.

Pulsuojančios prietakos ruožo ribomis vadinamos tokios kranto zonos vietos, kuriose pasikeičia kranto zonos morfologinių pokyčių tendencija, nesikeičiant ilgalaikės priekrantinės nešmenų pernašos kryptiai. Pulsuojančios prietakos ruožo ribos Kuršių nerijos marių kranto zonoje ypač būdingos kopiniams ruožams.

Tiek divergencinės, tiek konvergencinės ir pulsuojančios nešmenų prietakos ruožų ribos yra santykinai pastovios arba kintamos (Bray, Carter, Hooke, 1995).

**Santykinai pastovios litodinaminių ruožų ribos** egzistavo Kuršių nerijos marių kranto zonoje per visą XX amžių. Santykinai pastovių ribų ruožai susiformavę ties keliais didžiaisiais ragais. Šie ragai sudaro priekrantinės nešmenų pernašos slenksčius. Ribų pastovumą sustiprina ryškūs eolodinaminių, hidrodinaminių ir antropogeninių veiksnių šuoliška kaita, lyginant su gretimais kranto zonos ruožais (Žaromskis, 1994, 1997; Povilanskas, Chubarenko, 1998, 2000 Povilanskas ir kt., 1999).

Santykinai pastovios Kuršių nerijos marių kranto zonos litodinaminių ruožų ribos nustatytos ties Šarkuvos, Rasytės, Pervalkos ir Žirgų ragais bei Nida ir Preila. Ties Šarkuvos, Pervalkos ir Žirgų ragais šios ribos yra konvergencinės, o ties Rasytės ragu, Nida ir Preila – pulsuojančios.

Bunos ties Nida ir ties Preila trukdo tolimesnei nešmenų pernašai į šiaurę, todėl ribos, skiriančios Bulvikio rago–Preilos ruožą nuo Parnidžio įlankos–Nidos ir nuo Ožkų rago ruožų priskirtinos pulsuojančių santykinai pastovių ribų tipui.

Kintamomis litodinaminių ruožų ribomis vadintinos „pasroviui“ nuo pustomų kopų sklindančių eolinių nešmenų sklaidos ribos. Šios ribos kinta laike ir erdvėje kartu su smėlio kiekiu, patenkančiu į marias iš pustomų kopų.

Ties pietrytiniais ardomų ragų krantais esančios divergencinės ribos taip pat yra kintamos. Dėl krantų ekspozicijos ir krantinių procesų krypties bei intensyvumo ilgalaikių pokyčių tokių ribų, esančių ties lyginamais krantais, padėtis laiko atžvilgiu tolydžio kinta (Carter, 1988).

## Išvada

Diskriminantinės analizės rezultatai (Wilkso parametras  $\lambda = 0,001626$ , Fisherio kriterijus  $F = 29,267$ , kai  $p < 0,001$ ) rodo, kad pagal skirtingų morfodinaminių tipų profilių pasiskirstymą Kuršių nerijos marių kranto zonoje statistiškai patikimai išskirtas 21 litodinaminis ruožas. Nėra statistiškai patikimo ryšio tarp kranto zonos litodinaminių ruožų konvergencinių ir divergencinių ribų bei bangavimo galios srauto priekrantinės divergencijos ir konvergencijos vietų erdvinio pasiskirstymo (Povilanskas ir kt., 1999). Šios analizės rezultatas yra analogiškas R. W. G. Carterio (Carter, 1988) teiginiui: įvairių pasaulio priekrančių su skirtingu energetiniu režimu pavyzdžiu, šis mokslininkas priešingai negu J. P. May'us ir W. P. Tanneris (May, Tanner, 1973), teigia jog energijos ir medžiagos priekrantinės pernašos ribos dažniausiai nesutampa.

Gauta 2004-09-01

## Literatūra

- Armaitienė, A., Boldyrev, V., Povilanskas, R., Taminskas, J.** (2004). Integrated shoreline management and tourism development on the cross-border world heritage site. *Case study from the Curonian spit (Lithuania / Russia)*. *J. Coast. Conserv.* (special issue).
- Bray M. J., Carter D. J., Hooke J. M.** (1995). Littoral cell definition and budgets for central southern England. *J. Coast. Res.* **11**(2), p. 381–400.
- Carter R. W. G.** (1988). Coastal environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines: Academic Press.
- May J. P., Tanner W. P.** (1973). The littoral power gradient and shoreline changes. *Coastal Geomorphology*. D.R. Coates (red.). Binghamton, State University, New York.
- Povilanskas R.** (1998a). Morphodynamics of the Lagoon shore-zone of the Curonian Barrier Spit, South-East Baltic. *Doctor Dissertation Thesis*, Klaipėda.
- Povilanskas R.** (1998b). Kuršių nerijos marių kranto linijos ir priekrantės morfologiniai pokyčiai 1955–1994 m. laikotarpiu, *Geografijos metraštis* **31**, p. 224–235.
- Povilanskas R.** (1999). Kuršių nerijos marių kompleksinės krantotvarkos programos metmenys, *Geografijos metraštis* **32**, p. 139–148.
- Povilanskas R., Chubarenko B. V.** (1998). Interaction between the migrating dunes of the Curonian barrier spit and the Curonian lagoon. *Coastal dunes – management, protection and research: Report from a European Seminar. August 1997. Skagen, Denmark*. C.H. Ovesen (ed). The national Forest and Nature Agency/Geological Survey of Denmark and Greenland.
- Povilanskas R., Chubarenko B. V.** (2000). Interaction between the drifting dunes of the Curonian barrier spit and the Curonian lagoon, *Baltica* **13**, p. 8–14.
- Povilanskas R., Chubarenko B. V., Kabattchenko I. M., Matushevsky G. V.** (1999). Application of numerical models in shoreline management of the Curonian lagoon, south-east Baltic. *Coastlines 1997: Coastal Environment Management. Proceedings of the 6th Conference of EUCC – European Union for Coastal Conservation. Naples, June 2-6, 1997*. G. Randazzo (red.). Messina–Leiden, EUCC-Italy/EUCC.
- Žaromskis R.** (1994). Hidrotechninių įtvarų įtaka kranto zonos akvaliniam kompleksui, *Geografija* **31**, p. 55–60.
- Žaromskis R.** (1997). Kuršių marių priekrantinių nešmenų srautų susidarymo energetinės prielaidos, *Geografijos metraštis* **30**, p. 135–142.

**Ramūnas Povilanskas**  
*Klaipėda University*

**Julius Taminskas**  
*Institute of Geology and Geography, Vilnius*

## **Littoral cells in the lagoon coastal zone of the Curonian spit**

### **Summary**

We define littoral cells as coastal zone units within which the net long-term sediment translocation is significantly higher than the net sediment exchange with the neighboring units. Hence, littoral cell boundaries mark resulting discontinuities in long-shore sediment drift.

We identified littoral cells and their boundaries in the lagoon coastal zone of the Curonian spit in several ways:

- The resulting discontinuities in the sediment transport, as well as the sites of sediment input, transit and output within the littoral cells, are reflected by different morphodynamic types of coastal zone cross-sections; we have tested the regularity and spatial inter-relationships of their distribution along the lagoon coast using discriminant analysis (Wilkes'  $\lambda$  parameter and F-criterion). We identified the resulting sediment transfer directions and net amounts by comparing net long-term sediment volume changes on neighboring shore strips.

- The stability of sediment drift convergence and divide sites was assessed from secular morphodynamic trends at these sites. For this purpose we have made an additional cartometric survey of selected coastal zone strips using charts of the Curonian lagoon from the beginning of the 20<sup>th</sup> century.

We have elicited 21 littoral cells in the lagoon coastal zone of the Curonian spit based on indications of resulting discontinuities in long-shore sediment drift. According to the sediment source and distribution pattern, we have defined all these littoral cells as either 'dune' or 'translocation'. Dune littoral cells are characterized by Aeolian sediment input and distribution 'down-drift', (usually northwards) from the source. Sediment transfer from the erosion sites to the accretion sites characterizes translocation cells. Usually, the net sediment turnover inside the dune cells is much higher than in the translocation ones.

Following the classification proposed by Bray et al. (1995), we have identified convergent, divergent and pulse, as well as, fixed and transient sediment drift boundaries in the lagoon littoral of the Curonian spit. All these boundaries are partial ones. Fixed sediment transport boundaries are those with a historical cartographic evidence of stability dating back at least to 1910–1913.

We have identified fixed convergent boundaries at four major capes: Žirgų, Pervalkos, Rasytės and Šarkuvos, and three fixed pulse boundaries: at Cape Rasytės, Nida and Preila settlements. The permanence of fixed convergent boundaries as thresholds for sediment drift is enhanced by the physical conditions of the coastal zone (stable sediment input from adjacent sites and wave energy distribution patterns). Artificial pulse boundaries are fixed by the jetty in Rybachy (Rasytė) and groynes at Nida and Preila settlements.

Transient sediment drift boundaries occur at locations where hydraulic, morphological and Aeolian conditions do not allow formation of fixed boundaries at the heads of capes. In such cases, sediment drift boundaries migrate closer to the bights between the neighboring capes over time whereas sediments usually bypass the capes. The sediment drift boundaries, which are 'down-drift' from the dune areas, usually change with declining or growing sediment input from the dunes.