

MOKSLAS
Septintosios
GAMTOS
mokslinės konferencijos,
MOKSLŲ
vykusios 2012 m. spalio 5 d.,
FAKULTETE
pranešimai

2012
7



Vilniaus
universiteto
leidykla



MOKSLAS
Septintosios
GAMTOS
mokslinės konferencijos,
MOKSLŲ
vykusios 2012 m. spalio 5 d.,
FAKULTETE
pranešimai

2012
7



Vilniaus universiteto leidykla

VILNIUS
2012

Konferencijos organizacinis komitetas:

pirmininkas – prof. OSVALDAS RUKŠĖNAS,

pirmininko pavaduotoja – doc. JURGA TURČINAVIČIENĖ

Leidinio redakcinė kolegija:

prof. OSVALDAS RUKŠĖNAS (pirmininkas)

doc. JURGA TURČINAVIČIENĖ (pavaduotoja)

prof. GRAŽINA SLAPŠYTĖ

doc. EGIDIJUS BUKELSKIS

doc. GINTARAS VALIUŠKEVIČIUS

dr. SONATA GADEIKYTĖ

Baltijos jūros kranto linijos dinamikos tendencijos 1910–2010 metais

Coastline dynamics tendencies of the Baltic Sea in 1910–2010

Donatas PUPIENIS,

Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto Hidrologijos ir klimatologijos katedra
M. K. Čiurlionio g. 21/27, LT-03101 Vilnius. El. paštas: donatas.pupicnis@gf.vu.lt
Department of Hydrology and climatology, Faculty of Natural Sciences, Vilnius University,
M. K. Čiurlionio 21/27, LT-03101 Vilnius, Lithuania. E-mail: donatas.pupicnis@gf.vu.lt

Darius JARMALAVIČIUS, Gintautas ŽILINSKAS

Gamtos tyrimų centras Geologijos ir geografijos institutas
T. Ševčenkos g. 13, LT-03223 Vilnius. El. paštas: jarmalavicius@geo.lt; zilinskas@geo.lt
Institute of Geology & Geography, Nature Research Center
T. Ševčenkos 13, LT-03223 Vilnius, Lithuania. E. mail: jarmalavicius@geo.lt; zilinskas@geo.lt

Santrauka. Šiame darbe daugiausia dėmesio skiriama kranto linijos transgresijos ir regresijos laiko ir erdvės požiūriu analizei. Darbo tikslas – nustatyti Lietuvos Baltijos jūros kranto linijos dinamikos tendencijas ir ištirti abrazinio, akumuliacinio ir stabilaus kranto ruožų ilgio kaitą 1910–2010 metais. Vertinant Lietuvos Baltijos jūros kranto linijos pokyčius, buvo atlikta lyginamoji kartografinės medžiagos analizė. Darbe naudoti topografiniai žemėlapiai nuo 1910 m. iki 1991 m. ir ortofotonuotraukos, sudarytos nuo 1997 m. iki 2010 metų. Didžiausias kranto linijos atsitraukimas nustatytas šiauriau hidrotechninių statinių, didžiausias pasistūmimas į jūrą – piečiau jų. Dėl to ryškiausi kranto linijos pokyčiai nustatyti žemyno krante, kur žmogaus įtaka stipriausiai jaučiama, o Kuršių nerijoje, kur kranto linija formuojasi laisvai, pokyčiai mažesni. Žemyno kranto linijos kaitos didžiausia amplitudė siekė 1018 m, Kuršių nerijos krante – 315 m. Bendra kranto linijos ilgėjimo tendencija 1910–2010 m. laikotarpiu sietina su didėjančiu kranto linijos vingiuotumu. Jūros kranto linija formuojasi cikliškai. Per ilgesnį laikotarpį abrazinius procesus keičia akumuliaciniai, ir atvirkščiai. Todėl bendra viso Lietuvos kranto dinamikos daugiametė tendencija nėra didelė, palyginti su trumpesnių laikotarpių kranto linijos dinamika.

Pagrindiniai žodžiai: Baltijos jūra, kranto linijos dinamika, kaitos tendencijos.

Summary. The main focus of interest of this study is the space-time analysis of transgression and regression. The objective of the study was to determine the dynamics tendencies of the Lithuanian Baltic Sea coastline and to examine changes in the length of abrasive, accumulative and stable coastal zones in 1910–2010. In assessing the Lithuanian Baltic Sea coastline changes, a comparative analysis of cartographic material was conducted. In the study, topographic maps from 1910 to 1991 as well as orthophotos compiled in 1997–2010 were used. The largest coastline retreat was observed northerly from the hydrotechnical buildings and the largest coastal transgression southerly. As a result, most significant coastline changes were identified on the mainland coast where the human impact is most noticeable, while on the Curonian Spit, where the coastline develops freely, the changes are less significant. The

maximal amplitude of coastline changes on the mainland part of the coast reached 1018 metres and on the Curonian Spit 315 metres. The general coastline elongation tendencies in 1910–2010 are related to increasing the coastal line meandering. The sea coastline develops cyclically. Over a longer period, abrasion processes are replaced by accumulation and so forth. Therefore, the overall long-term dynamics trend of the Lithuanian coastline is rather insignificant in comparison with the short-term coastline dynamics.

Key words: the Baltic Sea, coastline dynamics, dynamics tendencies.

Ivadas

Vandenynų ir jūrų smėlėtos kranto zonos kranto linija yra viena iš dinamiškiausių vietų žemėje. Kranto linijos padėtis laiko ir erdvės požiūriu dažnai kinta tiek dėl gamtinių (vėjo, vandens lygio svyravimų, bangavimo, neotektoninių) procesų, tiek dėl žmogaus veiklos (įvairių hidrotechninių įrenginių ir uostų statybos, uostų gilinimo, krantosauginių priemonių įdiegimo ir kt.) veiklos. Dažnai kranto linija suprantama kaip linijinis dydis, todėl matuojamas tik jos ilgis ar analizuojami ilgio pokyčiai. Šiame darbe daugiausia dėmesio yra skiriama kranto linijos transgresijos ir regresijos laiko ir erdvės požiūriu analizei.

Jūros krantuose abrazyjos ir akumuliacijos procesus galima vertinti įvairiais metodais, tačiau labiausiai paplitę yra natūrinių tyrimų metu atliekama kartotinė skersinių kranto profilių niveliacija [1; 2] arba lyginamosios kartometrines medžiagos (žemėlapių, ortofotonuotraukų ir kt.) analizės (LKA) metodas, kai yra lyginama įvairių laikotarpių kranto linijos padėtis [3]. LKA metodas krantotyroje mokslininkų taikomas jau seniai tiek užsienyje [4–7], tiek Lietuvoje [8–12].

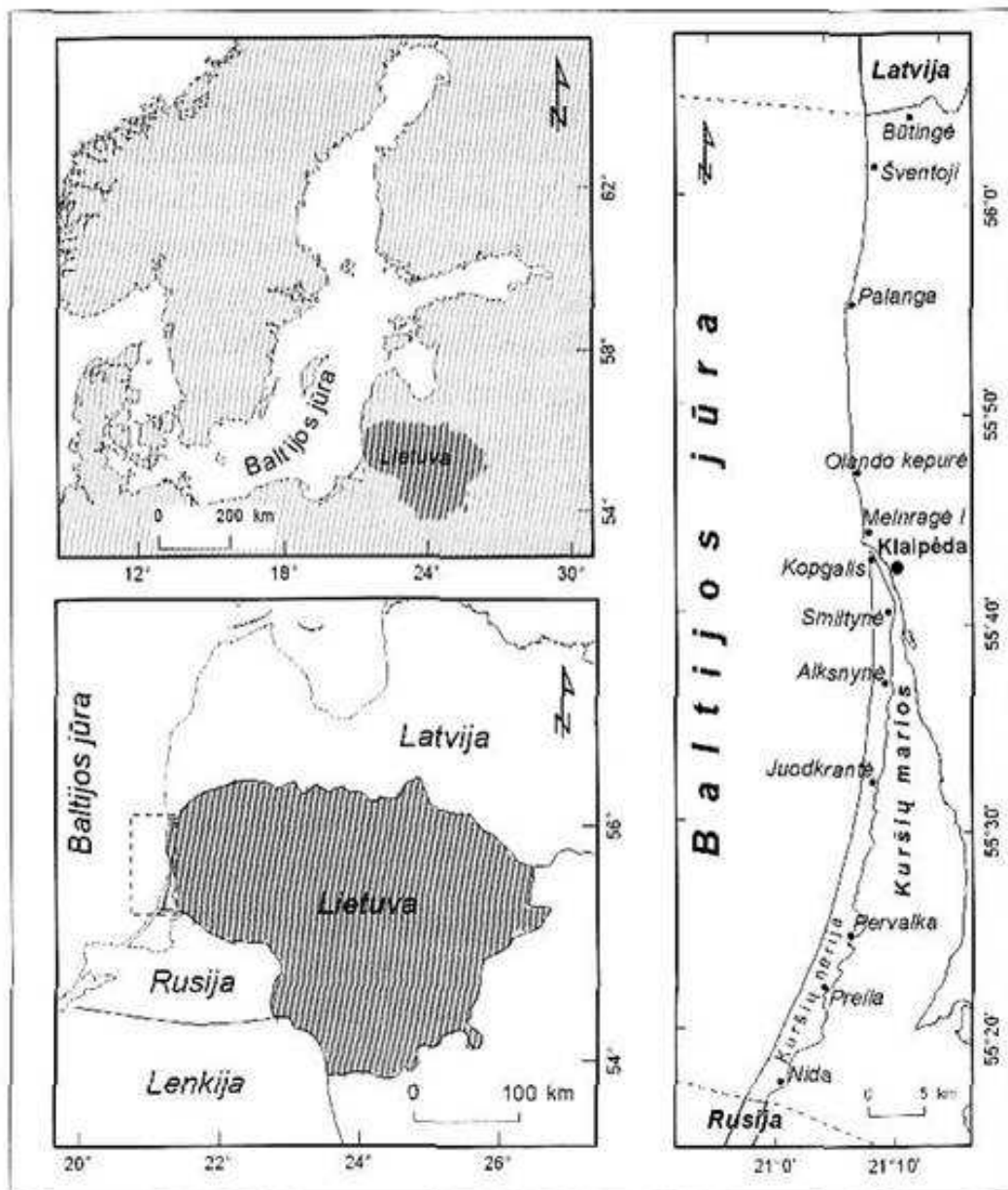
Ankstesnius duomenis apie jūros kranto linijos dinamiką Lietuvoje galima rasti vokiečių mokslininkų J. Schumano [13], G. Berendto [14] ir H. von Wichdorffo [15] darbuose. Tačiau ir ankstesniuose užsienio autorių, ir vėlesniuose lietuvių autorių darbuose dažniausiai buvo analizuojama Kuršių nerijos jūros ir marių kranto linijos dinamika [8; 9; 11] arba žemyno jūros kranto linija greta hidrotechninių įrenginių: Klaipėdos uosto molų [16; 17], Palangos promenadinio tilto [18; 19], Šventosios uosto molų [20]. Tačiau iki šiol nėra paskelbti tyrimų rezultatai, apibendrinantys viso Lietuvos jūros kranto linijos dinamiką.

Detalūs kranto linijos dinamikos tyrimai yra svarbūs, ypač atsižvelgiant į klimato kaitos poveikį, kuris gali gerokai sustiprėti per artimiausius šimtą metų. Praeities kranto linijos dinamikos tendencijų įvertinimas sudaro prielaidas tikslesnei būsimų kranto zonos pokyčių prognozei ir krantosaugos strategijos bei taktikos optimizacijai, leidžiančias geriau prisitaikyti prie kylančių dėl klimato kaitos grėsmių.

Šio darbo tikslas – nustatyti Lietuvos Baltijos jūros kranto linijos dinamikos tendencijas ir ištirti abrazinio, akumuliacinio ir stabilaus kranto ruožų ilgių kaitą 1910–2010 metais.

Tyrimo medžiaga ir metodai

Darbe analizuojama Lietuvos jūrinio kranto linija nuo sienos su Latvija iki sienos su Rusija (Kaliningrado sritimi) (1 pav.). Lietuvai priklausančios Baltijos jūros kranto linijos ilgis, pagal G. Žilinską [21], yra 90 660 m: tarp jų Kuršių nerijos – 51 030 m ir Žemyno kranto – 38 490 m, o atstumas tarp Klaipėdos sąsiaurio krantų – 1 140 m.



1 pav. Tyrimų rajonas

Fig. 1. Location of the study area

Vertinant Lietuvos Baltijos jūros kranto linijos pokyčius, buvo atlikta lyginamoji kartografinės medžiagos analizė. Darbe panaudoti topografiniai žemėlapiai nuo 1910 iki 1991 m. ir ortofotonuotraukos, sudarytos nuo 1997 iki 2010 m. (1 lentelė).

Atsižvelgiant į S. Kazakevičiaus [10] pateikiamas rekomendacijas, kranto linijos dinamiką galima tirti, kai žemėlapis yra laikomas informatyviu, t. y. kai geometrinių klaidų lygis yra mažesnis nei tiriamojo objekto kaita. Todėl, siekiant išvengti didelių kranto linijos pozicijos nustatymo paklaidų, darbe buvo naudoti ne smulkesni

1 lentelė. Kartografinė medžiaga, naudojama Baltijos jūros kranto linijos dinamikai 1910–2010 metais vertinti

Table 1. Cartographic materials applied to analyse the dynamics of the Baltic Sea coastline from 1910 to 2005

Žemėlapis Map	Mastelis Scale	Išleidimo metai Year	Tikslumas, m Resolution, m
Vokiečių karo kartografijos centro topografinis žemėlapis German Cartographic Survey topographic map	1:25 000	1910	12,5
TSRS generalinio štabo topografinis žemėlapis Agency for Geodesy and Cartography of the USSR topographic map	1: 25 000	1946–1947	12,5
TSRS generalinio štabo topografinis žemėlapis Agency for Geodesy and Cartography of the USSR topographic map	1:25 000	1958	12,5
TSRS generalinio štabo topografinis žemėlapis Agency for Geodesy and Cartography of the USSR topographic map	1:25 000	1976–1977	12,5
TSRS generalinio štabo topografinis žemėlapis Agency for Geodesy and Cartography of the USSR Topographic map	1:10 000	1984	5
Lietuvos topografinis žemėlapis KS-1942 m. Lithuanian Topographic map KS-1942	1:10 000	1990	5
Ortofotografinis ORT-10 Orthophotographic digital map ORT-10	1: 10 000	1997–1999	0,5
Ortofotografinis ORT-10 Orthophotographic digital map ORT-10	1: 10 000	2005–2006	0,5
Ortofotografinis ORT-10 Orthophotographic digital map ORT-10	1: 10 000	2010	0,5

nei 1:25 000 mastelio kartografiniai žemėlapiai. Analizuojant smulkesnio mastelio žemėlapius atsiranda ganėtinai didelių netikslumų, kurie neleidžia teisingai įvertinti kranto linijos dinamikos [10; 11].

Baltijos jūros kranto linijos pokyčių kiekybinės charakteristikos gautos palyginus įvairių metų kranto linijos kontūrų skaitmeninius modelius. Kranto linijos kontūrų tam tikrų metų skaitmeniniai modeliai buvo sudaryti įskaitmeninus popierinius žemėlapius ArcGIS 10.1 desktop programinės įrangos moduliu ArcMap. Visi popieriniai žemėlapiai prieš kranto linijos kontūro įskaitmeninimą buvo susieti su bendra Lietuvos koordinatų sistema (LKS-94), suprojektuota skersinėje Merkatoriaus kartografinėje projekcijoje.

Įvairių metų kranto linijų kontūrų skaitmeninių modelių statistinė analizė buvo atlikta kas 500 m DSAS 4.2 programa [3]. Kranto linijos kaita apskaičiuota atskirai 1910–1947 m., 1947–1990 m., 1990–1997 m., 1997–2005 m., 2005–2010 m. ir 1910–2010 m. laikotarpių.

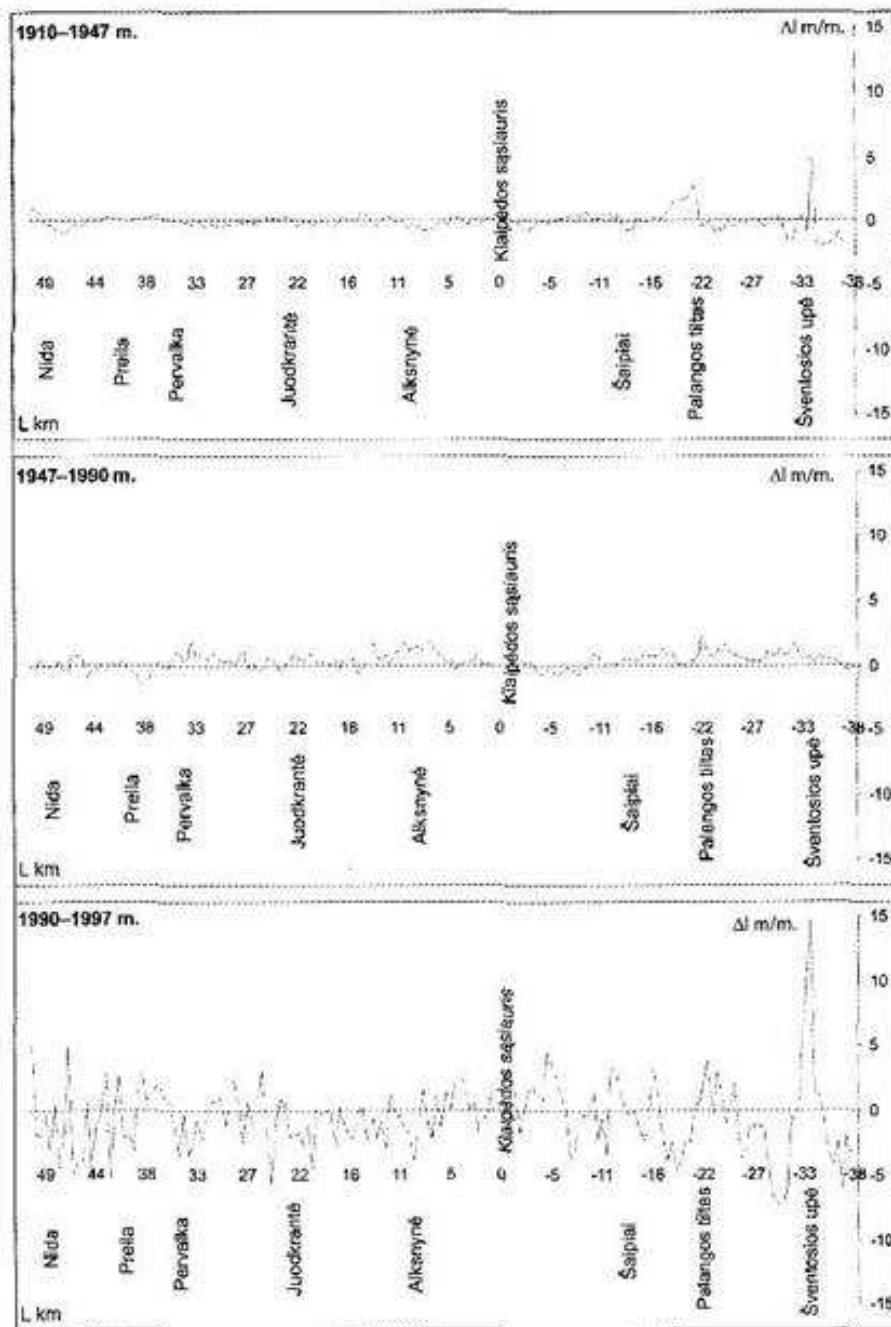
Taip pat apskaičiuotas Kuršių nerijos ir žemyno kranto linijos ilgis bei atstumas tarp Klaipėdos sąsiaurio krantų. Įvertinus tam tikrų laikotarpių kranto linijos kaitos tendencijas buvo nustatyti akumuliacijos, abrazijos ir stabilus kranto ruožai ir apskaičiuotas jų ilgis. Akumuliacinis kranto ruožas buvo laikomas tas, kur kranto linija stūmėsi į jūrą, abrazinis – kur kranto linija traukėsi, o stabilus – kur išliko stabili erdvėje arba kur kranto linijos pokyčiai buvo mažesni už žemėlapio tikslumą.

Rezultatai

Baltijos jūros žemyno kranto linija per 1910–1947 m. laikotarpį patyrė didelių pokyčių (2 pav.). Ypač jie išryškėjo piečiau ir šiauriau Šventosios upės žiočių, tam turėjo didelę įtaką 1925–1940 m. vykdoma Šventosios uosto statyba. Pietinėje Šventosios upės žiočių dalyje kranto linija per 37 metus (1910–1947 m.) pasistūmė į jūrą 184 m arba 5,0 m/m., o šiaurinėje Šventosios upės žiočių dalyje kranto linija atsi-traukė 83,0 m (arba – 2,2 m/m.).

Kita vieta, kurioje vyko intensyvus kranto linijos persistūmimas, yra ruožas prie Palangos tilto. Per tyrimų laikotarpį piečiau Palangos tilto kranto linija stūmėsi į jūrą nuo 1,7 iki 2,7 m/m greičiu. Kitose Baltijos jūros žemyno kranto vietose kranto linija keitėsi nedaug. Verta pažymėti, kad žemyno krante jūros kranto linijos kaitos didžiausia amplitudė siekė 267,0 metrus.

Kuršių nerijos kranto linija per tą patį laikotarpį, palyginti su žemyno krantu, keitėsi nedaug. Kuršių nerijos kranto linijos kaitos didžiausia amplitudė siekė tik 79,0 metrus. Labiausiai kranto linijos padėtis kito ruože tarp Rusijos–Lietuvos sienos (kranto linija pasistūmėjo į jūrą 35,0 m) ir šiauriau Nidos gyvenvietės (kranto



2 pav. Baltijos jūros kranto linijos dinamikos intensyvumas (m/m.) 1910–1947, 1947–1990, 1990–1997 metais

Fig. 2. The Baltic Sea coastline dynamics rate (m/y) in 1910–1947, 1947–1990, 1990–1997

linija atsitraukė 44,0 m). Mažesni kranto linijos atsitraukimai nuo 15,0 iki 25,0 m buvo nustatyti šiauriau Pervalkos, Juodkrantės ir Alksnynės (2 pav.).

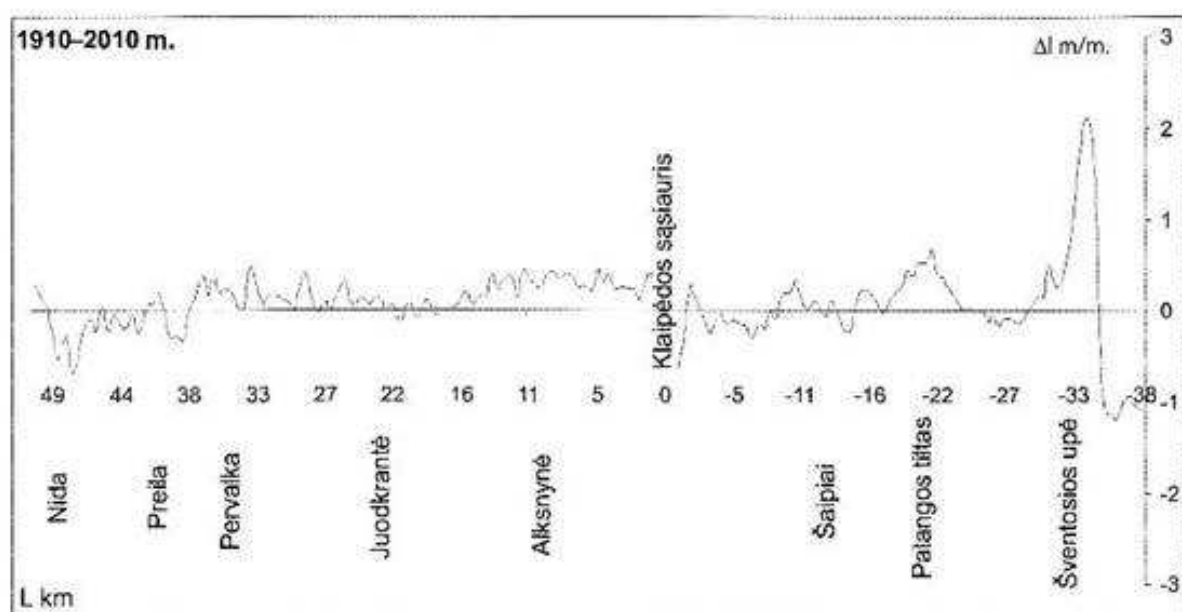
Per 1947–1990 m. laikotarpį Baltijos jūros kranto linijos kaita erdvėje susilpnėjo, palyginti su ankstesniu tyrimų laikotarpiu. Žemyno krante kranto linijos kaitos didžiausia amplitudė nuo 267,0 m (1910–1947 m.) sumažėjo iki 111,0 m

1947–1990 m.). Ties Palanga kranto linija ir toliau stūmėsi į jūrą 2,2 m/m. greičiu, o kituose ruožuose kranto linija stabilizavosi. Verta pažymėti, kad geodinaminiai procesai suintensyvėjo greta Klaipėdos sąsiaurio – tarp Klaipėdos uosto šiaurinio molo ir I Melnragės (0–1 km ruožas). Kranto linija 1910–1947 m. laikotarpiu šiame ruože traukėsi vidutiniškai 0,16 m/m. greičiu, o 1947–1990 m. kranto linijos atsitraukimo tempas padidėjo iki 0,67 m/m. (2 pav.). Kuršių nerijoje kranto linija labiausiai atsitraukė (–53,6 m) Preilos gyvenvietės ruože. O intensyviausiai (60,0 m) kranto linija pasistūmė į jūrą ties Pervalka ir Alksnyne (2 pav.). Analizės rezultatai rodo, kad šiuo laikotarpiu Kuršių nerijoje kranto linijos dinamika, palyginti su ankstesniu laikotarpiu, suintensyvėjo.

1990–1997 m. laikotarpiu geodinaminiai procesai žemyno krante ryškiausi buvo piečiau Šventosios upės tarp 28 ir 32 km bei šiauriau Šventosios upės tarp 33 ir 35 km. Kranto linija pirmajame ruože per ganėtinai trumpą laikotarpį – septynerius metus atsitraukė nuo –40,0 iki –52,1 m, o antrajame ruože ji pasistūmė į jūrą nuo 62,5 m iki 103,8 m (2 pav.). Kuršių nerijoje jūros kranto linija labiausiai atsitraukė (–39,3 m) piečiau Juodkrantės – 25 kilometre, o labiausiai pasistūmėjo į jūrą (35,0 m) prie Rusijos–Lietuvos sienos (2 pav.).

Paskutiniai 1997–2005 m. ir 2005–2010 m. laikotarpiai išsiskyrė tuo, kad kranto linija stipriai pradėjo trauktis hidrotechninių įrenginių kaimynystėje. Ruože tarp šiaurinio Klaipėdos uosto molo ir 2 kilometro (I Melnragės), ties Palangos tiltu (22 km) bei šiauriau Šventosios upės (33 km) kranto linija minėtuose ruožuose atsitraukė atitinkamai: –18,0 m, –21,3 m ir –31,8 m. O Kuršių nerijoje didžiausi kranto linijos pokyčiai buvo nustatyti tarp 40 ir 48 kilometro, t. y. Preilos – Nidos ruože, čia kranto linija atsitraukė –24,9 m (48 km), o į jūrą pasistūmė 33,0 m (40 km). Pažymėtina, kad analizuoti laikotarpiai pagal trukmę labai skiriasi (šiuos skirtumus lemia disponuojama kartografinė medžiaga), todėl neįmanoma nuosekliai (lygiais laiko tarpais) įvertinti, kaip keitėsi jūros kranto linija analizuojamo šimtmečio eigoje.

Išanalizavus 1910–2010 m. laikotarpį nustatyta, kad žemyno krante kranto linija intensyviausiai (2,2 m) stūmėsi į jūrą piečiau Šventosios upės žiočių (tarp 33–34 km), o traukėsi (–1,2 m/m.) šiauriau Šventosios upės žiočių nuo 35 km iki Lietuvos–Larvijos sienos. Taip pat intensyviai (–0,6 m/m.) kranto linija traukėsi šiauriau Klaipėdos sąsiaurio (3 pav.). Palyginus Kuršių nerijos ir žemyno jūros kranto linijos dinamikos amplitudes galima pažymėti, kad jos yra mažesnės beveik tris kartus. Kranto linijos maksimalus atsitraukimas siekė nuo –0,5 iki –0,6 m/metus ir buvo nustatytas ties Nida (tarp 47 ir 49 km), o stūmimasis į jūrą svyravo nuo 0,4 iki 0,5 m/m. įvairiuose ruožuose: šiauriau Pervalkos (33 ir 28 km) bei piečiau ir šiauriau Alksnynės (3 pav.)



3 pav. Baltijos jūros kranto linijos dinamikos intensyvumas (m/m.) 1910–2010 metais

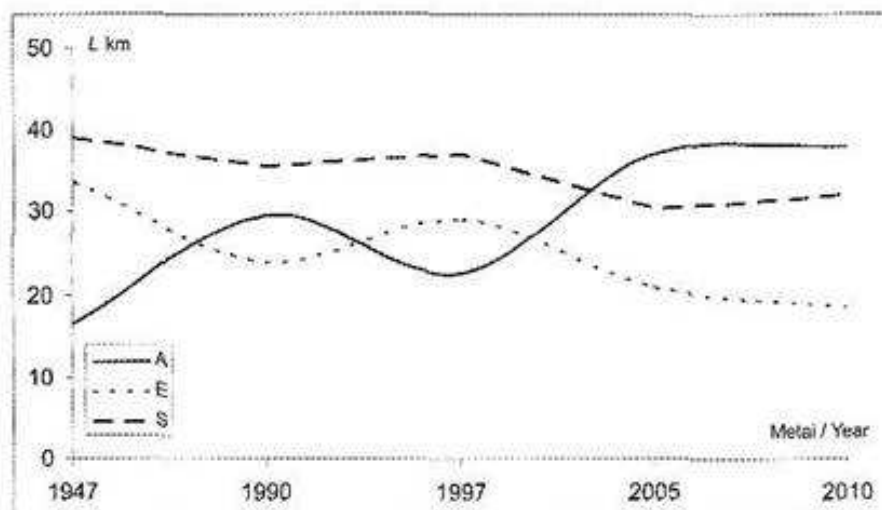
Fig. 3. The Baltic Sea coastline dynamics rate (m/y) in 1910–2010

Jūros kranto linijos vingiuotumo laiko ir erdvės požiūriu pokyčiai nulėmė Kuršių nerijos ir žemyno kranto linijos ilgio bei atstumo tarp Klaipėdos sąsiaurio krantų kaitą (2 lentelė). Didžiausias Kuršių nerijos jūros kranto linijos ilgis per šimtą metų buvo nustatytas 2010 m., žemyno – 2005 m., o atstumas tarp Klaipėdos sąsiaurio krantų – 1997 m. Tyrimų rezultatai parodė, kad tarp Kuršių nerijos ir žemyno kranto linijos ilgio kaitos tendencijų nėra ryšio. Pavyzdžiui, tuo pačiu laikotarpiu ilgėjant Kuršių nerijos kranto linijai, žemyno kranto linija gali ir trumpėti, ir ilgėti. Ilgėjant Kuršių nerijos krantui atstumas tarp Klaipėdos sąsiaurio krantų trumpėja, ir atvirkščiai. Pažymėtina, kad šis atstumas keičiasi ne dėl molų „judėjimo“, o dėl

2 lentelė. Baltijos jūros Lietuvos kranto ilgio (m) kartometriniai duomenys

Table 2. Cartometric data on the Baltic Sea Lithuanian coastline length

Metai Year	Kuršių nerija Curonian Spit	Žemyno krantas Mainland coast	Klaipėdos sąsiauris Klaipėda strait	Visas Total
1910	51 168	38 472	1 124	90 764
1947	51 188	39 452	1 136	91 776
1990	51 133	38 610	1 133	90 876
1997	51 163	38 665	1 149	90 977
2005	51 440	39 480	1 106	92 026
2010	51 449	38 895	1 071	91 415
Vidutinis Average	51 257	38 929	1 120	91 306



4 pav. Akumuliacinio (A), abrazinio (E) ir stabilaus (S) jūros kranto ruožų bendro ilgio (km) kaita 1910–2010 metais

Fig. 4. Changes in the length of accumulative (A), abraded (E) and stable (S) marine coast sectors in Lithuania in 1910–2010

matavimų metodikos – dar XIX a. viduryje Pasauliniame geografų kongrese buvo sutarta, kad kranto linija per sąsiaurius ar upių žiotis reikia matuoti nuo labiausiai į jūrą nutolusių abiejų krantų taškų [16]. Todėl, keičiantis ilgainiui kranto linijos su Klaipėdos uosto molais sąlyčio vietai, keičiasi ir išmatuotas atstumas tarp molų.

Išanalizavus jūros kranto linijos dinamiką, taip pat buvo apskaičiuotas abrazinio, akumuliacinio ir stabilaus kranto ruožų ilgis. Per tiriamąjį laikotarpį akumuliacinio ruožo ilgis padidėjo 21,5 km (nuo 16,5 iki 38 km), erozinio – sumažėjo 15,0 km (nuo 33,5 iki 18,5 km), o stabilaus – sumažėjo 7,0 km (nuo 39,0 iki 32,0 km) (4 pav.). Analizės rezultatai rodo, kad stabilaus kranto ruožo ilgis kinta mažiausiai (1,3 karto), o abrazinio ir akumuliacinio kranto ruožų ilgis svyruoja atitinkamai 1,8 ir 2,3 karto.

Diskusija

H. Boak ir L. Turner [22], analizavę kranto linijos kaitą, pažymi, kad kranto linijos padėtis laiko ir erdvės požiūriu yra labai nepastovi ir priklauso nuo daugelio veiksnių: laiko, jūros lygio, meteorologinių sąlygų ir kt. Vertinant kranto linijos kaitą, tikslinga analizuoti ilgesnį laikotarpį, tai leidžia tiksliau įvertinti kranto linijos pokyčius [4].

Išanalizavus viso Lietuvai priklausančio Baltijos jūros kranto linijos kaitą per 1910–2010 m. laikotarpį nustatyta, kad labiausiai kranto linija regresuoja pavėjinėse (šiaurinėse) hidrotechninių įrenginių (Klaipėdos uosto molai, Palangos tiltas,

Šventosios uostas, Būtingės nuotekų išleidėjas) pusėse [16–20]. Todėl šiose vietose ir ateityje galima laukti kranto linijos traukimosi. O Kuršių nerijos jūros kranto linija vystosi „savo eiga“ ir didesnių kranto linijos regresijos problemų nenusimato, išskyrus kranto ruožą tarp 42–49 km (nuo Klaipėdos uosto), kur vyksta intensyvesnė kranto abrazijs. Šioje vietoje kranto linijos traukimas gali būti nulemti geologinės sąrangos ir neotektoninių procesų [23] bei sąnašų deficito priekrantėje.

Palyginus įvairių laikotarpių kranto linijos padėties ir ilgio kaitą galima teigti, kad Baltijos jūros Lietuvos kranto linija sudaryta iš dviejų nesusijusių segmentų (žemyno ir Kuršių nerijos), kurie vystosi pagal skirtingus scenarijus. Žemyno jūros kranto linijos formavimasis yra „iškreiptas“ hidrotechninių įrenginių poveikio, o Kuršių nerijos kranto linijos – „laisvas“. Tai yra žemyno jūros kranto linijos vystymasis priklauso ne tik nuo gamtinių veiksnių, bet ir iš dalies nuo antropogeninių (hidrotechniniai įrenginiai). O Kuršių nerijos kranto linijos kaita daugiausia priklauso tik nuo gamtinių veiksnių, išskyrus Alksnynės – Kopgalio atkarpa, kurioje kranto linijos dinamikai turi įtakos Klaipėdos uosto pietinio molo poveikis bei uosto gilavimo ir valymo darbai [1; 2; 16; 24]. Minėtus teiginius galima pagrįsti kranto linijos padėties ir ilgio kaitos amplitudėmis. Žemyno ir Kuršių nerijos jūros kranto pokyčių amplitudės svyruoja atitinkamai 3,4 ir 1,1 m/metus. O žemyno ir Kuršių nerijos jūros kranto linijos ilgio kaitos amplitudė yra atitinkamai 1018 m ir 315 m (2 lentelė). Taigi žemyno ir Kuršių nerijos kranto linijos padėties ir ilgio amplitudžių kaitos skirtumai siekia daugiau nei tris kartus. Kai linija vystosi „laisvai“, ji „stengiasi“ išlaikyti dinaminę pusiausvyrą [26], todėl gamtoje vyksta nuolatinė abrazijs-akumuliacinių arba akumuliacijs-abrazijs procesų kaita (2,3 pav.). Kad žemyno ir Kuršių nerijos jūros kranto linijos vystosi nepriklausomai, patvirtina ir ankstesni tyrimai [1, 2].

Tačiau analizuojant žemyno ir Kuršių nerijos jūros kranto linijos dinamiką kaip vieną visumą galima atsekti ir bendras geodinamines tendencijas, kai abrazijsiniai procesai po tam tikro laiko yra pakeičiami akumuliacijs procesų (4 pav.). Remiantis 4 paveiksle pateiktais duomenimis galima teigti, kad santykinai (bendrais duomenimis) ir visa Lietuvos jūros kranto linija vystosi cikliška, kaip vieningas gamtinis objektas. Panašus ciklins kranto linijos vystymasis jau anksčiau buvo nustatytas Lenkijoje [27–30] ir Olandijoje [31], tačiau trumpų kranto ruožų.

Išvados

1. Didžiausias kranto linijos atsitraukimas nustatytas šiauriau hidrotechninių statinių, didžiausias pasistūmimas į jūrą – piečiau jų. Dėl to ryškiausi kranto linijos pokyčiai nustatyti žemyno krante, kur žmogaus įtaka jaučiamas

stipriausiai, o Kuršių nerijoje, kur kranto linija vystosi laisvai, – pokyčiai mažesni.

2. Bendra kranto linijos ilgėjimo tendencija 1910–2010 metais sietina su kranto linijos vingiuotumo didėjimu. Žemyno krante kranto linijos kaitos amplitudė siekė 1018 m, Kuršių nerijos krante – 315 m.
3. Jūros kranto linija vystosi cikliška, t. y. ilgainiui (šimtmečių bėgyje) abrazičius procesus keičia akumuliaciniai, ir atvirkščiai. Todėl bendra viso Lietuvos kranto dinamikos daugiametė tendencija nėra didelė, palyginti su trumpesnių laikotarpių kranto linijos pokyčiais.

LITERATŪRA

1. Žilinskas G, Jarmalavičius D, Pupienis D. Paplūdimio sąnašų papildymo Palangos rekreacinėje zonoje poveikis kranto būklei. *Annales Geographicae*. 2008; 41(1–2) : 50–66.
2. Jarmalavičius D, Satkūnas J, Žilinskas G, Pupienis D. Dynamics of beaches of the Lithuanian coast (the Baltic Sea) for the period 1993–2008 based on morphometric indicators. *Environmental Earth Sciences*. 2012; 65 (6) : 1727–1736.
3. Thieler ER, Himmelstoss E.A, Zichichi JL, Ergul A. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. 2009. Available from: <http://pubs.usgs.gov/of/2008/1278/>.
4. Thieler ER, Danforth WW. Historical shoreline mapping (1): improving techniques and reducing positioning errors. *Journal of Coastal Research*. 1994; 10(3) : 549–563.
5. Eberhardts G, Grīne I, Lapinskis J, Purgalis I, Saltupe B, Torklere A. Changes in Latvia's seacoast (1935–2007). *Baltica*. 2009; 22 : 11–22.
6. Pires A, Gomes A, Chaminé HI. Dynamics of coastal systems using GIS analysis and geomaterials evaluation for groins. *Environmental and Engineering Geoscience*. 2009; 4(15) : 245–260.
7. Bannon PG, Marshall IW, James M, Ilic S. The assimilation of historic photography and cartography into longterm coastal geomorphological analysis. *Procedia Environmental Sciences*. 2010; 2 : 527–534.
8. Michailiukaitė E. Kuršių nerijos kranto ir kopų dinamika per paskutinius 100 metų. *Geografijos metraštis*. 1967; 8 : 97–111.
9. Kazakevičius S. Cartometric analysis of the coastline change dynamics on the Curonian Spit. *Geodesy*. 1985; 13 : 133–138. [In Russian].
10. Kazakevičius S. Kuršių nerijos krantų vystymosi dinamika (kartometriniė analizė). *Geografijos metraštis*. 1989–1990; 25–26 : 46–56.
11. Povilanskas R, Baghdasarian H, Arakelyan S, Satkūnas J, Taminskas J. Morphodynamic trends of the Holocene dune ridge on the Curonian Spit (Lithuania/Russia). *Journal of Coastal Research*. 2009; 25(1) : 209–215.
12. Pupienis D, Žilinskas G, Jarmalavičius D. Nemuno avandelta paskutiniame šimtmetyje. Jūros ir krantų tyrimai – 2011 : 5-oji mokslinė-praktinė konferencija: konferencijos medžiaga: 2011 balandžio 13–15, Palanga. Klaipėda, p. 217–223.
13. Schuman J. *Geologische Wanderungen durch Altpreussen*. 1869. Königsberg.
14. Berendt G. *Geologie des kurischen Haffes un seiner Umgebung*. 1869. Königsberg.
15. Wichdorff von H. *Geologie des kurischen Nehrung*. 1919. Berlin.



16. Žilinskas G, Petrokas T. Šiaurinės Kuršių marių dalies kartometrinės charakteristikos bei jų nustatymo problemos. *Geografijos metraštis*. 1998, 31 : 110–122.
17. Žaromskis R. Impact of harbour moles and access channels on the south-eastern Baltic shore zone. *Geografija*. 2007; 43 (1) : 12–20.
18. Dubra V. Influence of hydrotechnical structures on the dynamics of sandy shores: the case of Palanga on the Baltic coast. *Baltica*. 2006; 19(1) : 3–9.
19. Pupienis D, Kudarauskaitė O, Synanovič E. Apsauginio paplūdimio kopagūbrio augalų projekcinio padengimo kaitos tyrimai GIS metodais. Jūros ir krantų tyrimai – 2010 : 4-oji mokslinė-praktinė konferencija, Palanga, 2010 balandžio 13–16 : konferencijos medžiaga. Klaipėda : Klaipėdos universiteto leidykla, 2010. p. 136–142.
20. Kriaučiūnienė J, Žilinskas G, Pupienis D, Jarmalavičius D, Gailiušis B. Šventoji port jetties impact on the Baltic Sea coastal dynamics. *Journal of environmental engineering and landscape management*. 2012; (in press)
21. Žilinskas G. Baltijos jūros Lietuvos kranto ilgis bei jo nustatymo problemos. *Geografijos metraštis*. 1997; 30 : 63–71.
22. Boak EH, Turner IL. Shoreline definition and detection: A Review. *Journal of Coastal Research*. 2005; 21(4) : 688–703.
23. Bitinas A, Pupienis D, Jarmalavičius D, Žilinskas G. Lithuanian coastal zone of the Baltic Sea: interaction of endogenetic and exogenetic processes. Third Conference of MELA „Cartographical Approach of the Morphotectonic of European Lowland Area“, May 18–21, 2008. Międzyzdroje, Poland. Warszawa: Polish Geological Institute, 2008. P. 59–60.
24. Žilinskas G., Jarmalavičius D. Interrelation of morphometric parameters of the submarine shore slope of the Curonian Spit., *Lithuania. Baltica*. 2007, 20(1–2) : 46–52.
25. Jarmalavičius D, Žilinskas G, Pupienis D. Impact of Klaipėda port jetties reconstruction on coastal dynamics. *Journal of environmental engineering and landscape management*. 2012: (in press)
26. Leont'yev IO. Equilibrium of the coastal contour. *Oceanology*. 2005; 45(5) : 790–800.
27. Pelczar M, Nejczew P, Mielczarski A. Cartometric analysis of the shoreline change on the eastern part of the Polish Baltic coast in the last century (in Polish). *Rozprawy hydrotechniczne*. 1990; 51. Gdansk
28. Basiński T. Dune erosion during storm surges. *Journal of Coastal Research*. 1995; SI 22 : 267–269.
29. Różyński G, Long term shoreline response of a non-tidal, barred coast. *Coastal Engineering*. 2005; 52 : 79–91.
30. Wodzinowski T. Short-term beach transformation on a non-tidal sea coast. *Oceanologica land Hydrobiological Studis* 2009; 38(1): 121–134.
31. Verhagen HJ. Sand waves along the Dutch coast. *Coastal Engineering*. 1989; 13(2) : 12–19.