

# Baltijos jūros priekrantės dugno reljefo kaita Klaipėdos uosto prieigose XX a.

Rimas Žaromskis<sup>1</sup>,

Saulius Gulbinskas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pajūrio tyrimų ir planavimo institutas,  
Vilhelmo Berbomo g. 10,  
LT-92219 Klaipėda  
El. paštas rimas.zaromskis@cablenet.lt

<sup>2</sup> Klaipėdos universiteto  
Jūros tyrimų atviros prieigos centras,  
H. Manto g. 84, LT-92294 Klaipėda

Žaromskis R., Gulbinskas S. Baltijos jūros priekrantės dugno reljefo kaita Klaipėdos uosto prieigose XX a. *Geologija. Geografija*. 2016. T. 2(3). ISSN 2351-7549.

Įvairiais laikotarpiais Klaipėdos uoste atliktų tyrimų kartografinės medžiagos ir literatūros šaltinių analizės pagrindu nagrinėjama visą XX a. laikotarpį Klaipėdos uosto prieigose vykusį priekrantės dugno reljefo kaitą. Šią kaitą lėmė tiek uosto plėtra, ypač susijusi su įplaukos kanalo valymu ir laipsnišku gilinimu, tiek natūralūs procesai: audros, ekstremalūs pavasario potvyniai, padidinantys vandens ir nuosėdų išnašas pro Klaipėdos sąsiaurį, Pietryčių Baltijos priekrantinis nešmenų srautas ir kt. Daromos išvados apie barinių seklumų dinamikos ir įplaukos kanalo valymo bei gilinimo apimčių priklausomybę; šių seklumų vaidmenį priekrantinių nešmenų tranzitui; hidrotechninių įrenginių poveikį piečiau ir šiauriau uosto molo esančiam priekrantės dugno reljefui.

**Raktažodžiai:** dugno reljefas, hidrotechniniai įrenginiai, įplaukos gilinimas, nešmenų srautas

## ĮVADAS

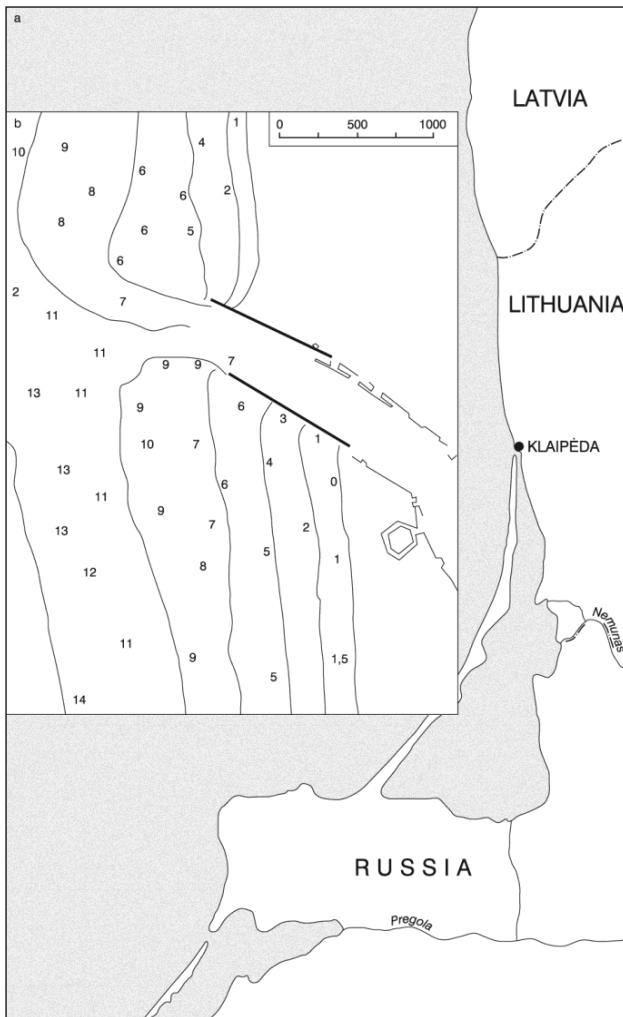
Kranto zonos raida šiandien vis labiau priklauso ne tik nuo aktyvių (hidrometeorologinis, hidrologinis režimas) ir pasyvių (geologinė sandara, nuosėdų litologinė sudėtis, dugno ir kranto reljefo ypatumai) gamtinių veiksnių, bet ir nuo antropogeninės veiklos (Gulbinskas, 1999; Charlier ir kt., 2005; Eberchards, 2009). Pradėjus tvirtinti kopas ir uostų įplaukas, žmogaus poveikis krantui Pietryčių Baltijos regione aktyviai pradėjo reikštis XIX a. (Žaromskis, 2007a; Žaromskis, Gulbinskas, 2015), o XX a. jau tapo vienu svarbiausiu krantodaros veiksmu.

Iš įvairiapusės žmonių veiklos Baltijos jūroje ypač išsiskiria uostų plėtra (Žaromskis, 2008), taip pat su ja susijusio hidrotechninių uosto įrenginių poveikio didėjimas Lietuvos kranto zonos raidai (Žaromskis, 2007b; Jarmalavičius ir kt., 2012; Kriauciūnienė ir kt., 2013; Pupienis ir kt. 2013). Klaipėdos uosto poveikio zonos priekran-

tės dugno reljefo kaita įvairiais aspektais buvo nagrinėjama daugelyje mokslinių darbų (Šimoliūnas, 1940; Merkys, 1940; Korobova, 1968, 1971; Červinskas, 1991; Žilinskas, 1998, Žaromskis, Gulbinskas, 2010). Šiame straipsnyje, remiantis hidrografiniais ir vis didėjančiais uosto išorinio įplaukos kanalo gylių duomenimis, nagrinėjami dugno reljefo pokyčiai priekrantėje ties Klaipėda per visą XX a. laikotarpį.

Priešais Klaipėdos sąsiaurio žiotis esantis jūros dugno reljefas yra veikiamas sudėtingesnio gamtinių sąlygų komplekso, negu greta esančios priekrantės atkarpos (1 pav.). Be įprastų, su bangų lauku susijusių litodinaminių procesų, dugno reljefo pokyčius veikia iš Kuršių marių ištekantis arba į sąsiaurį nukreiptas vandens srautas, turintis įtakos priešžiotinio talvego formavimuisi, o transportuojami nešmenys prisideda prie barinių seklumų susidarymo.

Vertinant uosto molų statybą kaip antropogeninio poveikio litodinaminiam procesams ir



**1 pav.** Tirtuojo rajono lokalizacija Pietryčių Baltijos regione

**Fig. 1.** Location of the area studied in the south-eastern Baltic region

dugno reljefui veiksnį, galima teigti, kad pirmasis molų statybos etapas, pakeitęs krantodaros situaciją ties Klaipėdos uostu (Žaromskis, Gulbinskas, 2015), buvo baigtas XIX a. aštuntojo ir devintojo dešimtmečių sandūroje. Antrasis etapas, kurio metu molai įgijo visas iki pat XX a. pabaigos išlikusias poveikio litodinamikai savybes, baigėsi 1902 m. Taigi per beveik visą XX a. jūros priekrantės dugno reljefo kaitą lėmė tik uosto vartų rekonstrukcijos, daugiausia susijusios su Klaipėdos uosto ir barinio (išorinio) įplaukos kanalo gilinimu.

## TYRIMO METODAI IR MEDŽIAGA

Nagrinėjant ties Klaipėdos sąsiauriu esančio jūros dugno reljefo pokyčius ir jų priežastingumą, buvo

pasinaudota įvairiais XX a. Vokietijoje, Rusijoje ir Lietuvoje išleistais jūrlapiais, uosto archyvine medžiaga, taip pat autorių atliktais batimetrinių tyrimų duomenimis.

Patikimų duomenų apie XX a. pradžioje buvusį dugno reljefą galima gauti tik iš to meto stambaus mastelio kartografinės medžiagos. Naudotas 1913 m. išleistas jūrlapis „Hafen von Memel“ M 1:20 000, sudarytas pagal 1912 m. matavimų duomenis. Jame vaizduojama 9 km ilgio Kuršių nerijos priekrantės atkarpa ir apie 1,5 km ilgio ruožas į šiaurę nuo Klaipėdos. Toliau į šiaurę nuo Klaipėdos gylių pasiskirstymas buvo pagrįstas 1915 m. žemėlapiu M 1:150 000 „Deutsche Küste von Ostpreußen und Kurisches Haff“, parengtu pagal 1914 m. matavimo duomenis.

Detalių duomenų apie po Pirmojo pasaulinio karo vykusio uosto atstatymo laikotarpio priekrantės dugno reljefą turime iš 1924 m. atliktų matavimų, kurių pagrindu E. Červinskis parengė batimetrinį uosto vartų aplinkos planą (Žaromskis, 2008). Duomenų apie priekrantės dugno ypatumus tarpukario laikotarpiu ties Klaipėdos uostu pateikia S. Daukantas (1930).

Apie priekrantės ypatumus pirmaisiais metais po Antrojo pasaulinio karo galima spręsti iš 1955 m. išleisto jūrlapio „Klaipėdos uostas ir prieigos prie jo“ M 1:15 000, parengto pagal 1947 m. gylių matavimų duomenis. Gana panašūs dugno reljefo bruožai atvaizduoti ir R. Knapso pateiktame 1957 m. batimetriniame plane. Visiškai kitokią priekrantės dugno reljefo pobūdį ties Klaipėdos uostu matome schemeje, sudarytoje pagal 1959 m. matavimų duomenis ir 1969 m. jūrlapį „Klaipėda (Memel) and approaches M 1:25000“. Daug medžiagos apie įplauką 1970–2000 m. pateikė ilgametis uosto hidrografinių tarnybų darbuotojas V. Merinovas. Duomenis apie dugno nuosėdų sudėtį ir pasiskirstymą surinko šio darbo autoriai.

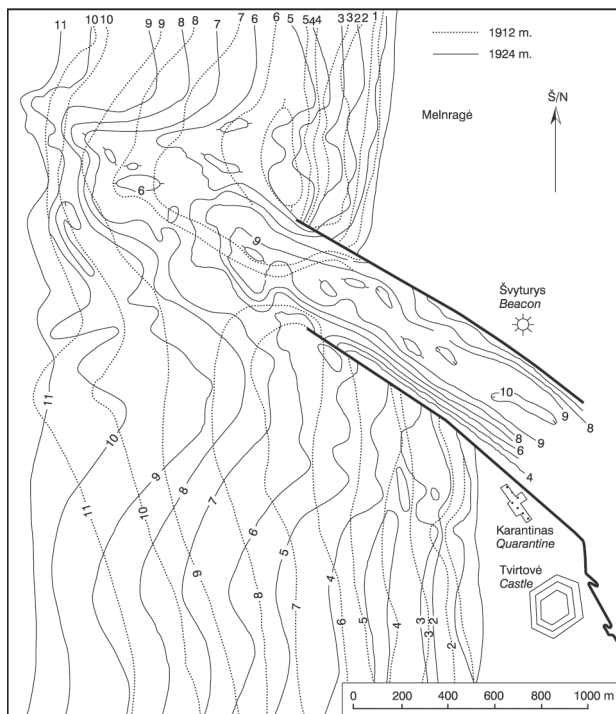
Straipsnyje nagrinėjama betarpiškai su įplaukos kanalu besiribojanti priekrantė įskaitant barines seklumas. Kiek leido kartografinė medžiaga, uosto antropogeninis poveikis aptariamas plačiau.

## PRIEKRANTĖS DUGNO RELJEFO DINAMIKA IKI ANTROJO PASAULINIO KARO

XX a. pradžioje (1912 m.) piečiau uosto 6 m izobata „rėmėsi“ į molą 68 m nuo jo galvos, o į pačią

šiaurinio molo distalinę dalį „rėmėsi“ 3 m izobata. Uosto vartuose molai turėjo užtikrinti projektnį 6,1 m gylį (Hagen, 1885), nors 1912 m. matavimų metu įplaukos gyliai siekė net 7,3–8 m (Žaromskis, 2008). Galima daryti prielaidą, kad pastačius molus 1913 m. jūrlapyje atsispindi dar ne visai prie naujų sąlygų prisitaikęs dugno reljefas. Naujų molų dėka piečiau uosto kranto link persitūmė 3,5 ir 7 m gyliai, padidėjo dugno nuolydžiai. Taip pat iki 2 m izobatos, kuri praėjo 160–200 m nuo kranto, reljefas, palyginti su 1875 m., tapo lėkštesnis.

Šiauriau uosto 2 ir 3 m izobatos driekėsi šiek tiek arčiau kranto negu prie Kuršių nerijos (2 pav.). Dviejų metrų izobata arčiausiai kranto (35 m) prisiglaudė 4 000 m nuo šiaurinio molo, o 3 m izobata driekėsi 200–250 m nuo kranto. Tarp 3 m ir 6–7 m izobatų žemėlapyje išryškėjo šiaurinė barinė sekluma, plytinti apie 0,5 km nuo uosto įplaukos laivakelio (farvaterio). Ją paryškino į vakarus išlinkusi 6 m izobata. Galima daryti prielaidą, kad



**2 pav.** Ties Klaipėdos uostu esančio priekrantės dugno reljefo batimetriniai planai pagal 1912 ir 1924 m. matavimo duomenis (sudaryta pagal E. Červinsko archyvo medžiagą)

**Fig. 2.** Bathymetry plans of the nearshore bottom relief at the Harbour of Klaipėda, according to the measurements done in 1912 and 1924 (compiled after the material from the archive of E. Červinskas)

keli šimtai metrų nuo molo krantas buvo sąlyginai stabilus arba vyravo nešmenų akumuliacija. Tuo tarpu apie 1 km šiauriau molo, kur prie kranto buvo didesni gyliai, paplūdimys ir kopagūbris galėjo būti plaunami.

Uosto molų sąveiką su litodinaminiais procesais ties Klaipėda XX a. pradžioje atspindi ir 10 m izobatos tįsa. Ties Kuršių nerijos distaliniu galu ši izobata palaipsniui tolo nuo kranto. Aplenkdamas uostą ji praėjo 800 m nuo pietų į vakarus ir 1 100 m nuo šiaurinio molų galvų. Aplenkusi barinės seklumas, šiauriau uosto ji vėl šiek tiek artėjo prie kranto. Paprastai 10 m izobata driekiasi dar gana intensyvioje nešmenų pernašos išilgai kranto zonoje (Korobova, 1971), todėl jos tįsa rodo, kad nešmenys tuo metu dar gana laisvai galėjo apeiti Klaipėdos uosto vartus.

Pirmojo pasaulinio karo metais ir iš karto po jo nebuvo vykdoma nei uosto išorinių įrenginių statyba, nei įplaukos kanalo valymas ar gilinimas. 1923 m. uostą perėmus Lietuvai, vėl buvo pradėti nuolatiniai uosto ir įplaukos laivakelio matavimai, o nuo 1927 m. – ir valymo bei gilinimo darbai (Daukantas, 1930).

1924 m. priekrantės dugno reljefe išryškėjo dėl molų poveikio pasikeitusi natūrali izobatų tįsa tiek į pietus, tiek ir į šiaurę nuo uosto vartų. Lyginant su 1912 m. situacija, daug sudėtingesnis tapo dugno reljefas įplaukos laivakelyje. Bendrame 9 m gyliaus laivakelio fone pasirodė daug seklumų, o viena iš jų – 6 m gyliaus – buvo apie 900 m į šiaurės vakarus nuo pietinio molo galvos. Ją galima traktuoti kaip skersinę barinę seklumą (Červinskas, 1991). Kadangi kvaziparalelių krantui izobatų tįsa ties uosto vartais prasideda nuo 11 m gyliaus, priekrantės dalis, plytinti tarp molų galų ir šios izobatos, atitinka išilginio nešmenų srauto ir pro uosto vartus į jūrą ištekantios srovės sąveikos areną.

Į pietus nuo uosto kranto linijos padėtis beveik nepasikeitė, tačiau povandeniniame šlaite izobatų tįsa tapo daug sudėtingesnė. Apie 800 m į pietus nuo molo izobatos išsilenkė į atviros jūros pusę, o ties linija, einančia į vakarus nuo pietų molo sankirtos su paplūdimiu, nuo 2 iki 6 m gyliaus zonoje, izobatos nutolo nuo kranto. Tai rodo, kad netoli molo mažuose gyliuose palaipsniui kaupėsi nešmenys, ir dugnas tapo lėkštesnis, bet 7–9 m gyliaus zonoje izobatos ryškiai išsilenkė į kranto pusę, palyginti su jų padėtimi 1913 m. žemėlapyje. Tai rodo, kad ties

molų galais padidėjo hidrodinaminis aktyvumas ir prasidėjo medžiagos išnešimas (2 pav.).

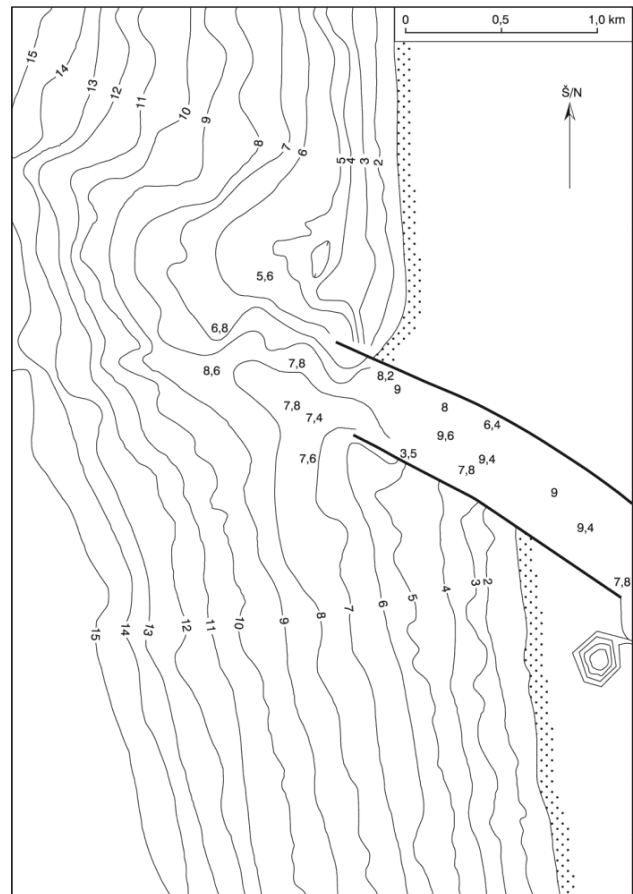
Į šiaurę nuo uosto kranto linija apie 30 m pasitraukė į rytus. Nors ir nevienareikšmiškai vingiuodamos, ta pačia kryptimi persistūmė ir 1–4 m izobatos. XX a. pradžios kartografinėje medžiagoje užfiksuota situacija, kai toliau augo šiaurinė barinė sekluma ir kartu ryškėjo šiauriau uosto besiformuojanti išplovimo įlanka. Lyginant su 1912 m. duomenimis, 1924 m. buvo žymiai silpniau išreikštas įplaukos laivakelis ir daug labiau išryškėjo bei į šiaurės vakarus persistūmė skersinė barinė sekluma (2 pav.).

Iki 1925 m. laivakelio gylis įplaukoje buvo gana kaitus, tačiau dažniausiai viršydavo 7 m. Pavyzdžiui, 1925 m. laivakelio gylis tik 39 dienas nesiekė 7 m, bet nebuvo mažesnis kaip 6,7 m. Uosto barinis kanalas 1928 m. buvo visiškai ištiesintas ir pagilintas iki 8 m (Daukantas, 1930). Skersinės barinės seklumos laivakelyje nuo 1928 m. buvo visiškai panaikintos, o iki 1939 m. įplaukos gyliai padidinti iki 10 m (Šimoliūnas, 1940).

### PRIEKRANTĖS RELJEFO RAIDA PO ANTROJO PASAULINIO KARO

Antrojo pasaulinio karo ir pirmaisiais pokario metais jūros priekrantės dugnas bei krantas keitėsi esant minimaliam uosto poveikiui. Pagal batimetrinį planą, sudarytą naudojant 1947 m. gylių matavimo duomenis, ir pagal nurodytas atžymas, kas 1 m išvedus izobatas (3 pav.), išryškėjo pietinės barinės seklumos pasislinkimas į šiaurę, susiaurinantis iš pietų pusės 8 m izobatomis apibrėžtą įplaukos laivakelį. Nuo pietų molo galvos šiaurės vakarų kryptimi ši izobata driekėsi net už 750 m. Žinant, kad iki intensyvaus uosto įplaukos kanalo gilinimo (1924 m.) 8 m izobata uosto vartus aplenkė 1 350 m atstumu, galima daryti prielaidą, kad per karo ir pokario laikotarpį, kai gilinimo darbai nevyko, priekrantėje ties uosto vartais dar nebuvo atsistatęs nešmenų kiekis, galėjęs suformuoti natūralų dugno reljefą.

Tuo metu labai padidėjo šiaurinė barinė sekluma. Jos šiaurinis šlaitas (7 m izobata) į šiaurę pasistūmė apie 300 m. Pietinė, ypač apie 600 m atstumu į vakarus nuo šiaurės molo, pasislinko į pietus per 100 m. Įplaukos laivakelis, iš pietų ir šiaurės apibrėžtas 8 m izobatomis tapo gana vingiuotas (3 pav.). Kartu pažymėtina, kad, skir-



**3 pav.** Jūros priekrantės dugno reljefas ties Klaipėdos uostu 1947 m. (sudaryta panaudojus 1955 m. jūrlapį „Klaipėdos uostas ir prieigos prie jo“ M 1:15000; 1947 m. gylių matavimų duomenys). Plane išryškėja susidariusios barinės seklumos, kai uostas nebuvo aktyviai valomas nuo nešmenų

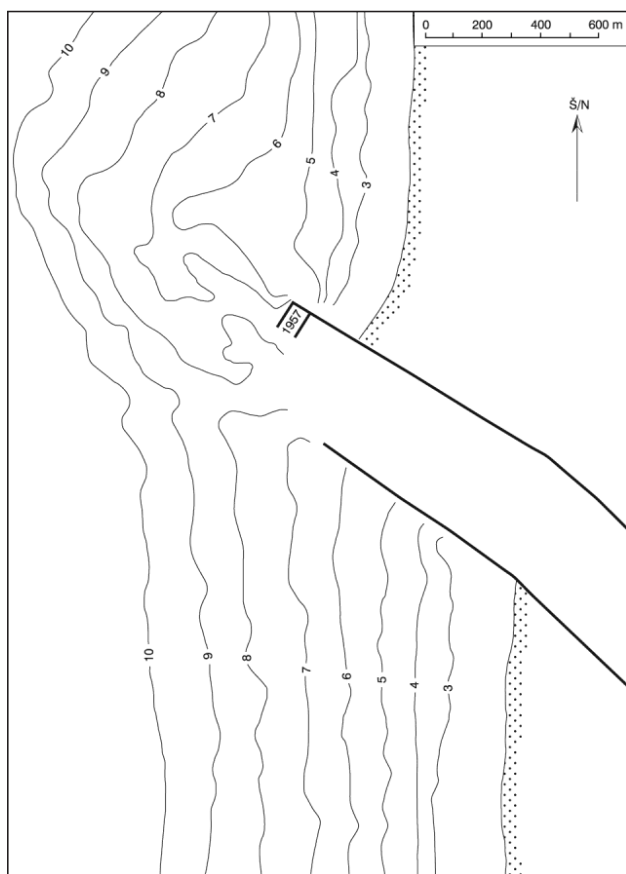
**Fig. 3.** The sea nearshore bottom topography at the approach to the Harbour of Klaipėda in 1947 (compiled after the 1955' chart "The Klaipėda Harbour and its approaches" M 1:15000, according to the depth measurements in 1947). The bars formed when the harbour bottom had not been dredged are seen in the plan

tingai nei 1924 m., laivakelyje nebuvo susidariusi skersinė barinė sekluma.

Antropogenizacijos laipsnį ties uosto vartais galima vertinti pagal izobatas, kurios nenutrūkdamos natūraliai aplenkia uostą. Šiuo atveju ties tokia izobata įplaukos kanalas arba srovių ties sąsiauriu šiek tiek praplautas talvegas visai nevaržo nešmenų migracijos išilgai kranto. Kuo izobatos nenutrūkdamos praeina arčiau molų galų, tuo intensyvesnė ir natūralesnė išilginė nešmenų migracija priekrantėje. Taigi, 1912 m. uostą laisvai aplenkė 9 m izobata, praeidama apie 900 m atstumu nuo molų, 1924 m. – 7 m izobata praėjo

apie 1 000 m nuo molų, o 1947 m. – 9 m izobata praėjo apie 1 200 m. Prie natūralių smėlio krantų intensyviausia nešmenų migracija vyksta iki „aktyvaus gylio“, maždaug 6 m (Dean, 1985). Šiuo atveju hidrotechniniais įrenginiais komplikuotoje priekrantėje uostą apeinančių izobatų nutolimas jūros link rodo, kad ties Klaipėda bangų gožos zonoje ir už „aktyvaus gylio“ ribų dar vyko intensyvūs litodinaminiai procesai (Korobova, 1971). Kuršių nerijos priekrantėje, iš pietų artėjant prie molais suformuotos uosto vartų ašinės linijos, izobatos palaipsniui tolo nuo kranto. Ši tendencija juntama apie 2 km piečiau molo. Tuo tarpu 1,0–1,25 km šiauriau uosto izobatos, aplenkusios barinę seklumą, gana staigiai priartėjo prie kranto. Jų tįsos pokyčiai rodo to meto uosto tiesioginį poveikį dugno reljefui.

Gana panašūs dugno reljefo bruožai atvaizduoti ir R. Knapso pateiktame 1957 m. batimetriniame plane (4 pav.). Jame parodytas ir apie 65 m prailgintas šiaurinis molas. Plane matyti kiek silpniau, negu prieš dešimtmetį 7–8 m izobatomis išreikšta

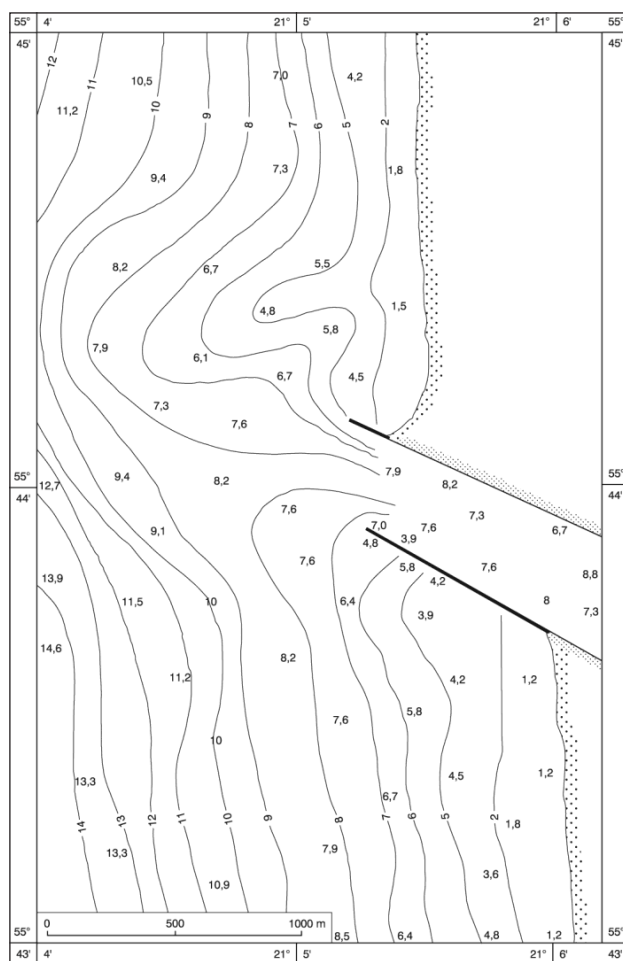


4 pav. R. Knapso pateiktas 1957 m. Klaipėdos priekrantės batimetrinis planas

Fig. 4. The Klaipėda nearshore bathymetry plan presented by R. Knaps in 1957

pietinė barinė sekluma. Tačiau šiaurinė sekluma tiek išsiplėtė į pietus, kad užėmė net vidurinę uosto vartų dalį. Įplaukos laivakelis, kurį iš šiaurės ir pietų juosė 8 m izobatos, glaudėsi prie pat pietinio molo. Iš batimetrinės situacijos galima spręsti, kad 1957 m. uosto įplauka dar nebuvo nuolatos valoma nuo sąnašų, o laivakelį prioritetiškai formavo iš Kuršių marių per Klaipėdos sąsiaurį ištekanči srovė.

Visiškai kitokį priekrantės dugno reljefo pobūdį ties Klaipėdos uostu matome 1959 m. (5 pav.). Tuo metu įplaukos kanalo gyliai tarp barinių seklumų neviršijo 8,2 m, bet pats kanalas tapo tiesesnis, o šiaurinė barinė sekluma daug mažiau pasistūmusi į pietus nei 1957 m.



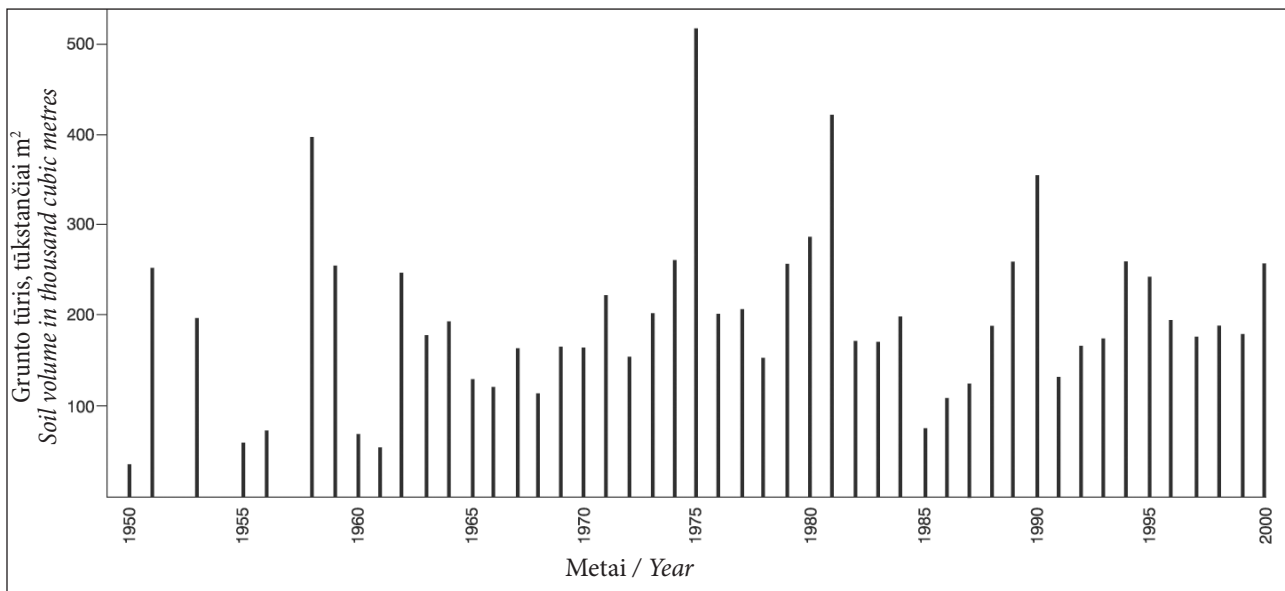
5 pav. Klaipėdos uosto prieigų dugno reljefo situacija 1959 m. (pagal 1969 m. išleistą jūrlapį „Klaipėda (Memel) and approaches M 1:25000“, sudarytą panaudojus 1959 m. matavimų duomenis“)

Fig. 5. The situation of bottom topography at the approach to the Klaipėda Harbour in 1959 (after the chart “Klaipėda (Memel) and approaches M 1:25000” compiled according to the measurements done in 1959 and published in 1969)

Tokia situacija susidarė po ką tik užbaigtų valymo darbų, kai iš barinio kanalo ir šiaurinės uosto dalies buvo pašalinta net 885 000 m<sup>3</sup> nešmenų. Didžioji jų dalis susikaupė 1958 m. pavasarį, kai katastrofiškai didelio potvynio metu per Klaipėdos sąsiaurį į jūrą plūstančio vandens debitas siekė per 5 000 m<sup>3</sup>/s (Dubra, 1978). Per balandžio ir gegužės mėn. trukusį potvynį neregėtai iškilo barinės seklumos. 1958 m. balandžio 27 d. bariniame kanale ant seklumos užplaukė vokiečių laivas „Alles“, kurio grimzlė neviršijo 5,4 m. Panašus likimas iki 1959 m. vykdytų valymo darbų ištiko dar tris laivus. Po potvynio mažiausias bariniame kanale užfiksuotas gylis tesiekė 4,4 m. Uosto tarnybos paskaičiavo, kad per šį potvynį vien barinio kanalo ašinėje dalyje susikaupė 182 750 m<sup>3</sup> smėlio (6 pav.), kuris vietomis sudarė net 4,8 m nuosėdų sluoksnį (Merinov, 1988). Šiaurinę barinę seklumą apibrėžusi 8 m izobata buvo tiek pasislinkusi į pietus, kad 400 m vakariau pietų molo galvos ji kirto menamą šio molo liniją. Tuo metu laivakelio talvegas, tik aplenkęs pietinio molo galvą, suko į vakarus.

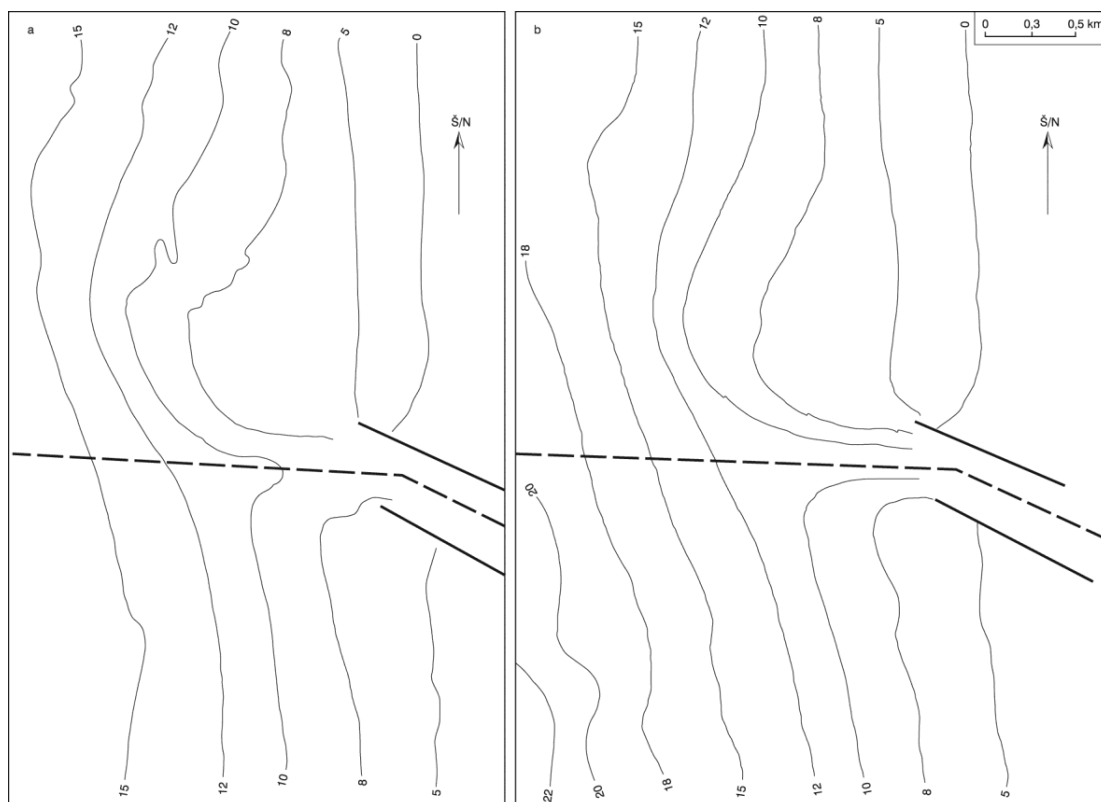
1958 m. pavasario potvynio atvejis parodo, kad Klaipėdos sąsiaurio žiočių rajone, formuojant priekrantės dugno reljefą, be jūrinių procesų labai svarbų vaidmenį gali vaidinti klimatiniai ypatumai, reguliuojantys hidrodinaminį ir litodinaminį režimą.

Šeštojo dešimtmečio pabaigoje ir septintajame dešimtmetyje dugno reljefo dinamiką ties Klaipėdos uostu aktyviai tyrinėjo „Lenmorniiproekt“ instituto Sankt Peterburge specialistė I. Korobova. Sprendžiant iš šios autorės duomenų, 1964 m. ties uosto vartais dar ryškėjo pietinės barinės seklumos fragmentai, kuriuos ties pietų molu parėškino 8 ir 10 m izobatų tįsa (Korobova, 1971). Šiaurinę barinę seklumą taip pat išreikšta 8 ir 10 m izobatomis (7a pav.). Ji buvo daug didesnė už pietinę, o jos vakarinis šlaitas plytėjo net apie 700 m toliau nuo kranto negu seklumos, esančios piečiau pietų molo. Būtina atsižvelgti ir į tai, kad 7a pav. pavaizduota situacija susidarė praėjus ištisiems metams po uosto įplaukos valymo darbų, kai dugno reljefas jau buvo pakoreguotas natūralių litodinaminų procesų. Daug labiau antropogenuota dugno reljefą ties Klaipėdos uostu mato me 7b pav., kuris užfiksuotas 1965 m. rugpjūčio mėn. po pavasarį ir vasaros pradžioje atlikto laivakelio gilinimo (Korobova, 1971). Nors įplaukos kanalas valymo darbais buvo aktyviai gilintas dar 1963 m., bet tada 10 m izobata, juosianti šiaurinę barinę seklumą, nusidriekdavo dar į patį uosto vartų vidurį, „prispausdama“ laivakelį prie pat pietinio molo. Tokiu būdu nuo 1965 m. bene pirmą kartą Klaipėdos uosto barinis įplaukos kanalas buvo visiškai ištiesintas.



**6 pav.** Klaipėdos uosto barinio įplaukos kanalo kasmetinės dugno valymo apimtys XX a. II pusėje (archyviniai Klaipėdos uosto tarnybų duomenys)

**Fig. 6.** Bottom dredging volumes of the Klaipėda Harbour bar entrance channel in the 2nd half of the 20th century (data from the archives of the Klaipėda Harbour services)



**7 pav.** XX a. septintojo dešimtmečio priekrantės dugno reljefas: a) 1964 m. kovo mėn. po valymo darbų, atliktų 1963 m. vasarą; b) 1965 m. po valymo darbų, atliktų 1965 m. pavasarį (Korobova, 1971)  
**Fig. 7.** The nearshore bottom topography in the 1960s: (a) in the March of 1964 after dredging done during the summer of 1963, and (b) in 1965 after dredging done during the spring of 1965 (after Korobova, 1971)

1958–1965 m. išsiskiria kaip esminis barinio kanalo pertvarkos etapas. Dėl atlikto gilinimo nešmenų migraciją išilgai kranto linijos ėmė veikti ne tik uosto molai, bet ir gilus bei nuolatos valomas įplaukos kanalas. Jo parametrai lėmė ne tik bariinių seklumų susidarymą, bet ir nešmenų biudžetą, akumuliacinių formų dydį ir raišką šiauriau Klaipėdos sąsiaurio (Žaromskis, 2007). Kanalo parametrai kito kartu su uosto plėtra ir priimamų laivų didėjimu. Pokario laikotarpiu iki 1956 m. buvo siekiama išlaikyti 80 m pločio ir 8 m gylio įplauką, nuo 1957 m. – 100 ir 8,5 m, o nuo 1959 m. – nekontančius 100 m pločio ir 11 m gylio barinio kanalo parametrus, nors realiai jie buvo pasiekti tik 1962 m. pabaigoje. Nepaisant pastangų, visą septintąjį dešimtmetį laikas nuo laiko kartojosi gana dideli barinio kanalo užnešimai, nulėmę nemažas valymo darbų apimtis. Taip 1962 m. kanale nusėdo 1,9–3,2 m nuosėdų sluoksnis, o valymo apimtys siekė 245,1 tūkst. m<sup>3</sup>; 1964 m. iš barinio kanalo iškasta 191,4 tūkst. m<sup>3</sup> smėlio; po uraganinio 1967 m. rudens šturmo – 159,6 tūkst. m<sup>3</sup>. Didelis 2,3–2,5 m

smėlio sluoksnis kanale nusėdo ir 1968 m. pavasarį (Merinov, 1988). Vien per pradinį kanalo pertvarkos laikotarpį (1958–1962) iš barinės seklumos buvo pašalinta 1016,6 tūkst. m<sup>3</sup> grunto.

Siekiant sumažinti barinio kanalo užnešamumą, imti formuoti šiek tiek nuolaidesni šlaitai, o abipus kanalo papildomai iškastos „nešmenis gaudančios kišenės“, arba kanalas tiesiog išplatintas. Taip šiaurinė kišenė buvo 70 m, o pietinė – 100 m pločio. Nors jos galutinai įrengtos tik 1969 m., efektyvumas pasirodė nedidelis, ir nuo 1970 m. nustota valyti. 1970–1974 m. uosto barinis kanalas gilintas iki 12 metrų. Kad užtikrintų tokį gylį, tuometinės uosto įplaukos kanalą prižiūrinčios tarnybos duomenimis, 1970–1986 m. teko kiekvienais metais iš kanalo vidutiniškai pašalinti po 220–300 m<sup>3</sup> smėlio nuosėdų. Atskirais metais šis kiekis kito nuo 74–600 m<sup>3</sup> (1985) iki 515–000 m<sup>3</sup> (1975) (6 pav.). Nagrinėjant, kokia per šį laikotarpį iš barinio kanalo pašalinto grunto dalis gali būti susijusi su pavasariinių potvynių nulemta kanale nusėdusios medžiagos dalimi, galima pasitelkti iš karto po pavasarinio potvynio

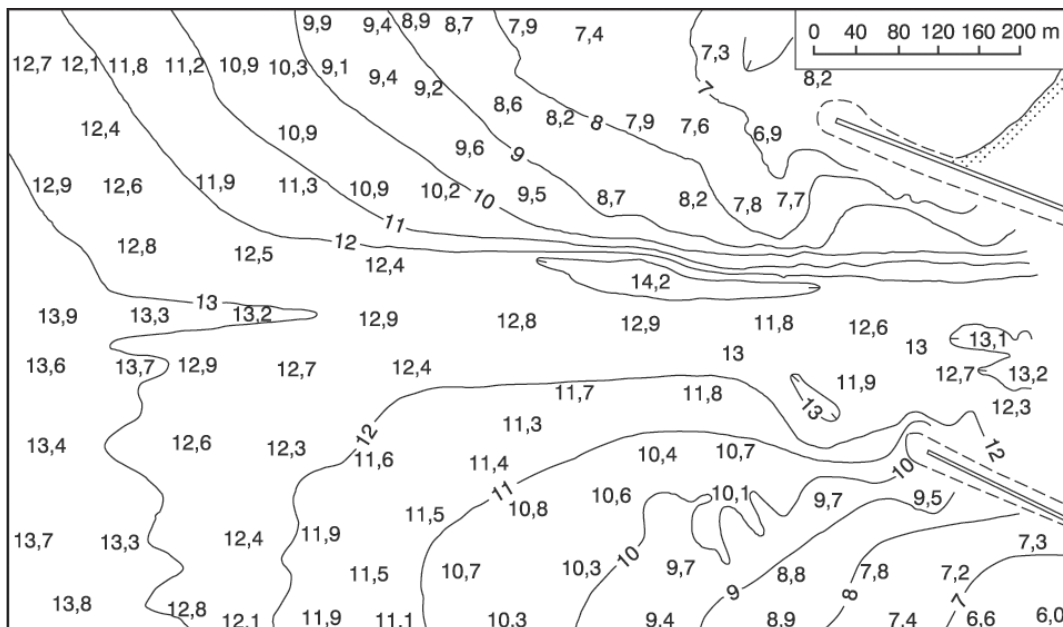
atliktų valymo apimčių duomenis. Jie vidutiniškai sudaro 76 600 m<sup>3</sup> per metus. Šią medžiagą su tam tikromis išlygomis galima priskirti išnašoms tik iš Kuršių marių, t. y. gerokai smulkesnėms frakcijoms (aleurito – smulkaus smėlio) (Trimonis, Gulbinskas, 2000; Jokšas ir kt., 2003). Jos nors ir dalyvauja jūros kranto zonos apykaitinėje litodinaminėje sistemoje, bet mažesne dalimi nei vien smėlio frakcijos, kurios priekrantėje formuoja akumuliacines dugno ir kranto reljefo formas (Žilinskas ir kt., 2003; Pruszak, Skaja, 2014). Net eliminavus iš marių patekusių nuosėdų dalį, vien dėl minėtu laikotarpiu vykdytų barinio kanalo valymo darbų Lietuvos kranto zona neteko per 3,5 mln. m<sup>3</sup> smėlio.

Vertinant antropogeninį poveikį priekrantės dugnui tikslinga apžvelgti, kur buvo vežamas kanale iškastas gruntas. XX a. I pusėje ir iki pat 1963 m. uoste iškasto grunto sąvartynas buvo 10–20 m gylyje apie 3 km į šiaurės vakarus nuo uosto vartų (Gulbinskas, 1999). Iš šio sąvartyno tam tikras smėlio kiekis patekdavo ir į kranto zoną, papildydamas sėklių zonos ir netgi paplūdimio nešmenų biudžetą. Deja, nemaža šios medžiagos dalis labai greitai grįždavo į šiaurinę barinę seklumą ir barinį kanalą. Nuo 1963 m. sąvartos rajonas perneštas kiek giliau ir plytėjo jau 20–25 m gylio zonoje. Tai reiškia, kad prasidėjus intensyvesnei uosto plėtrai ir barinio ka-

nalo gilinimui čia iškastas smėlis jau buvo beveik visai pašalinamas iš kranto zonos. Nuo 1985 m. iki šiol pagrindinis sąvartos rajonas plyti apie 24 km į pietvakarius nuo uosto 40–45 m gylyje.

XX a. devintajame dešimtmetyje, statant tarptautinės perkėlos Klaipėda–Mukranas terminalą, buvo pagilintas uosto vidinis ir barinis kanalai. Pastarajame ėmė vyrauti 12–13 m gyiliai. Batimetriniame plane, sudarytame pagal 1989 m. rugpjūčio 28 d. matavimus, matome, kad uosto vartus nenutrūkdama lenkia tik 13 m izobata, nors ties kanalo laivakeliu sudaro nemažą įlinkį uosto vartų link (8 pav.).

Šiuo laikotarpiu išryškėja ir kiti nauji dugno reljefo ypatumai. Jei septintajame dešimtmetyje ties uosto pietinio molo galu buvo maždaug 8 m gylis, o šiaurinio – tik 5 m, 1989 m. gyiliai padidėjo atitinkamai iki 10 ir 7 m. Kaip ir ankstesniais metais, įplaukos laivakelis vartuose driekiasi arčiau pietų molo. Ties pačiais vartais kanalo talvege susiformavę 13–13,2 m duburiai ir iki 11,8 m gylio pakilumos rodo, kad čia labai aktyvūs litodinaminiai procesai (Žaromskis, 2007). Pokyčiai neaplenkė ir pietinio bei šiaurinio kanalo šlaito. Pietų pusėje toli viena nuo kitos pravestos izobatos rodo gana lėkštą šlaitą: 260 m į vakarus nuo pietų molo, tarp 10 ir 12 m gylio, šlaito nuolydis (tga) tesudaro 0,0181. Tuo tarpu šiaurinis kanalo šlaitas – daug statesnis ir ypač



**8 pav.** Klaipėdos uosto barinio įplaukos kanalo batimetrinis planas, parengtas pagal uosto tarnybų 1989 08 28 matavimų duomenis

**Fig. 8.** A bathymetry plan of the Klaipėda Harbour bar entrance channel, compiled according to the measurements done by harbour services on 28 August 1989



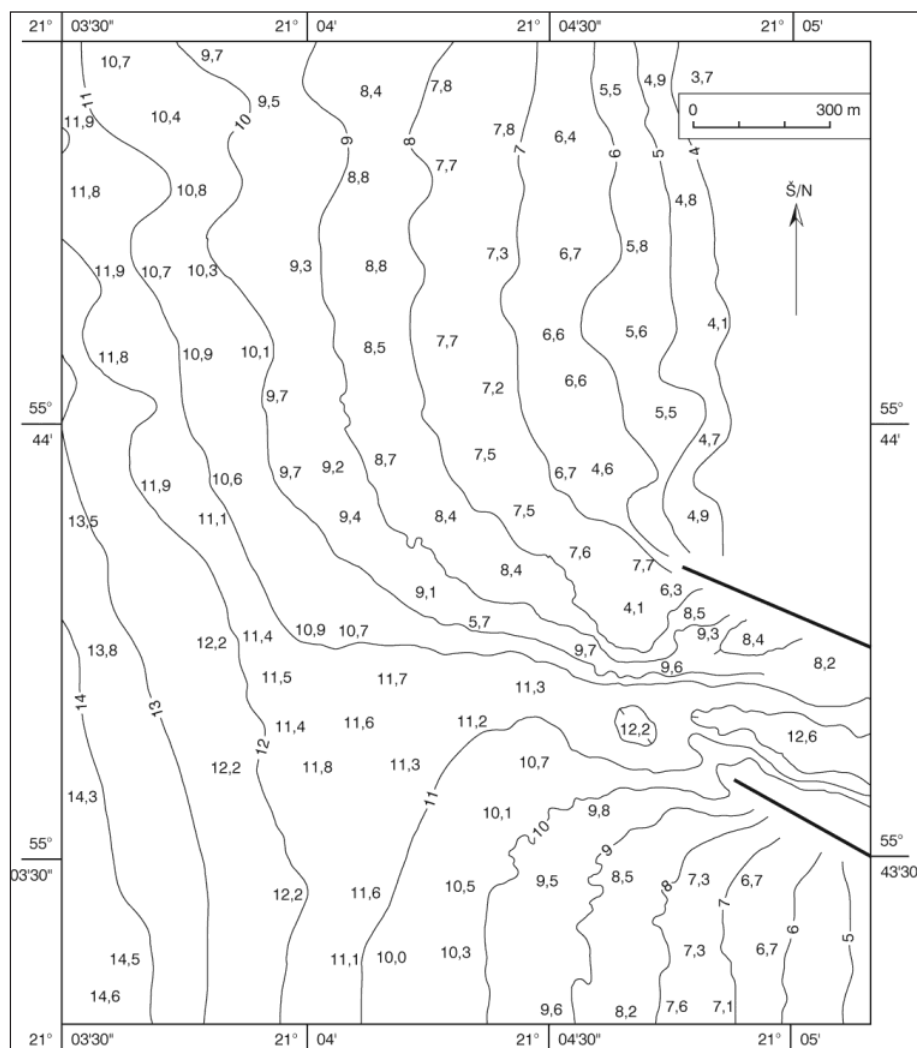
stačiai kyla nuo duburio (14,2 m) iki 8 m gylio. Čia šlaito nuolydis (tga) siekia net 0,125 reikšmę.

Toks izobatų pasiskirstymas susijęs ne tik su gilinimu, bet ir su srovių ypatumais, taip pat su dugno geologine sandara bei nuosėdų granulometrine sudėtimi skirtingose įplaukos kanalo pusėse. Šiauriniame kanalo šlaite nuosėdos gerokai rupesnės nei pietiniame (Ulst, 1970). Iš rupesnės medžiagos dalelių suformuoti šlaitai išlaiko didesnius nuolydžius negu iš smulkesnių (Bascom, 1980; Pruszek, Skaja, 2014). Taigi nuosėdų dalelių granulometrinės sudėties skirtumus atskirose kanalo pusėse padidino tiek kanalo gilinimas, tiek nešmenų migracijos ypatumai kranto povandeniniame šlaite. Į šiaurę nukreipta nuosėdinės medžiagos pernaša išilgai kranto linijos užtikrino greitą smul-

kaus smėlio patekimą iš Kopgalio priekrantės į barinį kanalą, taip sumažindama kanalo pietinio šlaito nuolydžius. Panaši kanalo šlaitų asimetrija buvo užfiksuota skirtingais metais ir pagilinus įplauką iki 14,5 m (Žaromskis, 1999).

Pačioje XX a. pabaigoje pradėti nauji uosto vartų rekonstrukcijos darbai pailginant molus, pakeičiant jų konfiguraciją, taip pat pagilinant įplaukos kanalą iki 14,5 m. Įplaukos gilinimas buvo baigtas 2000 m., o molų rekonstrukcija – 2002 m.

1997 m. gylių matavimų duomenys iš esmės atspindi priekrantės reljefą, susiformavusį iki uosto vartų rekonstrukcijos pradžios. Lyginant su ankstesne situacija, 1997 m. (9 pav.) įplaukos kanalas buvo gerokai seklesnis. Gyliai ypač sumažėjo vakarinėje kanalo pusėje, todėl uosto vartus aplenkia



9 pav. Ties Klaipėdos uosto įplauka esančios priekrantės batimetrinis planas, sudarytas pagal 1997 m. birželio 18 d. matavimų duomenis

Fig. 9. A bathymetry plan of the nearshore at the entrance to the Klaipėda Harbour, compiled according to the measurements done on 18 June 1997

nenutrūkdama jau ne 13, o 12 m izobata. Kanalo šiaurinį bei pietinį šlaitus išryškinančios 7–11 m izobatos išlaiko panašią tįsą kaip ir 1989 m., bet šiaurinio šlaito papėdėje anksčiau buvęs duburys (14,2 m) užsipildė sąnašomis, ir jūros gylis čia sumažėjo iki 11,3 m. Prie pat vartų esančiame vidiniame uosto įplaukos kanalo dugne taip pat susikaupė per 1 m storio nuosėdų sluoksnis (9 pav.).

Tokius dugno reljefo pokyčius labiausiai lėmė gana intensyvus XX a. paskutiniojo dešimtmečio hidrometeorologinis režimas ir ypač stipri 1993 m. sausio mėn. audra (Žilinskas ir kt., 1994). Šiuo laikotarpiu išskirtinai „ramiems“ metams priskiriami tik 1996 m. (Kelpšaitė, Dailidienė, 2010). Priekrantės reljefo pokyčius nemaža dalimi lėmė ir barinio kanalo valymo apimtys atskirais metais (6 pav.). Nuo 1989 iki 1997 m. ypač daug nešmenų iš kanalo buvo pašalinta 1990 m. (354,3 tūkst. m<sup>3</sup>), taip pat nemažai 1994 ir 1995 m. – atitinkamai 255,4 ir 243,4 tūkst. m<sup>3</sup>. 1996 m. iškasta tik 193,5 tūkst. m<sup>3</sup> grunto.

Palaikant įplaukoje garantuotą 11 m gylį, 1970–1990 m. periodu per metus iš kanalo vidutiniškai būdavo pašalinama 224,5 tūkst. m<sup>3</sup> grunto, o per paskutiniuosius 6 metus – tik 193,2 tūkst. m<sup>3</sup>. Suprantama, kad barinio kanalo valymo apimtys nevisiškai atspindi dėl uosto veiklos priekrantės li-

todinaminėje sistemoje prarandamą nešmenų kiekį. Priklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų, vidinio kanalo ir viso uosto gylio palaikymo, daug nešmenų gali būti prarandama visoje Klaipėdos sąsiaurio atkarpoje.

Atsižvelgiant į visą XX a. laikotarpį vykusią uosto plėtrą ir su ja susijusias barinio kanalo valymo apimtis galima išskirti keletą periodų (lentelė).

Lentelėje matome, kad valymo apimtys, kaip ir įplaukoje palaikomi gyliai, palaipsniui didėjo visą XX a. Išskirtiniais laikytni tik karų ir pokarių laikotarpiai, kai valymas būdavo nesistemingas, barinis kanalas seklėjo, o prieš uosto vartus esantis dugno reljefas įgudavo nemažai XIX a. gale buvusios barinės seklumos bruožų.

#### DISKUSIJA: GAMTINIŲ IR ANTROPOGENINIŲ PROCESŲ BENDRASIS POVEIKIS DUGNO MORFOLOGIJAI KLAIPĖDOS UOSTO PRIEIGOSE

Iki pat Klaipėdos uosto molų statybos jūros kranto zonos reljefas tiek ties distaliniu Kuršių nerijos galu, tiek šiauriau Klaipėdos sąsiaurio buvo labai kaitus (Gudelis, 1998; Gelumbauskaitė, 2000; Bitinas, Damušytė, 2004; Gelumbauskaitė, Šečkus, 2005; Kabailienė, 2006; Žaromskis, Gulbinskas,

Lentelė. Siektini Klaipėdos uosto barinio kanalo gyliai ir vidurkinės valymo apimtys (m<sup>3</sup>/m.) atskirais XX a. periodais

Table. The Klaipėda Harbour bar channel depths planned to be reached and average dredging volumes (m<sup>3</sup>/year) during different stages of the 20th century

Etapai / Stages	Periodas, metai Period, year	Įplaukos gylis m Entrance channel depth, m	Valymo apimtys tūkst. m <sup>3</sup> per metus Dredging volumes, thousand m <sup>3</sup> per year	Pastabos Comments
I	1905–1913	6–7	128,1	Įskaitant viso uosto akvatoriją / Including all water area of the harbour
II	1914–1926	5–6		Nepastovus, mažos apimties valymas (5,7–42,5 tūkst. m <sup>3</sup> ) Irregular low volume dredging (5.7–42.5 thousand m <sup>3</sup> )
III	1927–1937	8–10	163,9	Įskaitant viso uosto akvatoriją / Including all water area of the harbour
IV	1938–1946	~8		Nepastovus, mažos apimties valymas / Irregular low volume dredging
V	1947–1964	7–8	126,7	Tik barinio įplaukos kanalo valymas / Dredging only bar entrance channel
VI	1965–1970	10–11	143,0	Tik įplaukos kanalo valymas / Dredging only bar entrance channel
VII	1971–1999	11–12	213,5	Tik įplaukos kanalo valymas / Dredging only bar entrance channel

2015). Tai lėmė Kuršių nerijos raidos ypatumai: jos vystymasis iš pietų į šiaurę palaipsniui kaupiantis nešmenims iš ardomų Sambijos pusiasalio krantų. Nešmenų transportavimą šiaurės kryptimi užtikrino gerai išsivystęs Pietryčių Baltijos priekrantinis nešmenų srautas, kurio iškrovos zonoje ir buvo Klaipėdos sąsiaurio bei gretimų atkarpų priekrantė. Šią akumuliacijos zoną kirto iš Kuršių marių ištekancio vandens srauto praplautas talvegas, kuris dar labiau paryškino abipus kanalo susiformavusias barines seklumas. Laivybos tikslais sutvirtinus bei stabilizavus sąsiaurio krantus ir pastačius molus dar labiau išryškėjo pietinė ir šiaurinė barinės seklumos (Červinskas, 1991; Žaromskis, Gulbinskas, 2015). Tai pirmasis ryškus tiesioginis antropogeninio poveikio rezultatas šios priekrantės dugnui.

Reikia pažymėti, kad bendras antropogeninis poveikis Pietų ir Pietryčių Baltijos kranto zonai prasidėjo dar anksčiau ir didelį mastą įgavo XIX a. II pusėje, kai prasidėjo krantosaugos darbai Sambijoje ir Kuršių nerijoje (Žaromskis, 2001). Tokiu būdu XX a. pradžioje uosto molų ir šiek tiek pakitusio nešmenų biudžeto dėka ties Klaipėdos uostu jau buvo prasidėjęs priekrantės dugno persitvarkymas.

Povandeniniame kranto šlaite maksimalus dugno nešmenų mobilumas yra bangų gožos zonoje. Jos plotis priklauso nuo bangavimų stiprumo ir dugno nuolydžio. Ties Klaipėda sąlyginę šios zonos ribą galima praveisti 8–9 m izobatomis (Kirlyš, 1977; Knaps, 1982). Mokslininkai pažymi, kad gana aktyvi nešmenų dinamika gali vykti ir dar giliau (Korobova, 1971; Leontjev, 2001), o dėl uosto molų sąveikos dar pasistūmėti į jūros pusę (Vellinga, 1983; Pruszek, Zeidler, 1994; *Coastal...*, 2001).

XX a. pradžioje, iki pat 1913 m., kai gyliai uosto įplaukoje kaitaliojosi nuo 3 iki 8 m, o siektinas išlaikyti gylis tesiekė 6–7 m, uosto molai dar ne iki galo perkirto pagrindinę nešmenų cirkuliaciją išilgai kranto trasos, bet jau paveikė smėlio akumuliaciją Kuršių nerijos distalinėje priekrantėje bei tam tikrą kranto išplovimą atokiau šiaurinio molo. Hidrotechniniai įrenginiai esminio poveikio priekrantės dugno reljefui nedarė ir vėliau – Pirmojo pasaulinio karo ir pokario metais, nes reguliariai nevalomos įplaukos gyliai sumažėjo iki 5–6 m (6 pav.). Situacija ėmė keistis tik nuo 1927 m., kai prasidėjo nuoseklūs barinio kanalo ir viso uosto valymo bei gilinimo darbai, o gylis įplaukoje padidėjo iki 8–10 metrų.

Kyla klausimas, ar barinio kanalo valymo apimtys XX a. nuolat didėjo tik dėl antropogeninių priežasčių, ar galėjo lemti ir gamtinės priežastys, t. y. jūros audringumo kaita?

Per visą XX a. kartodavosi kelerių metų ciklai, kurių metu audringiausi mėnesiai (spalis, lapkričio, gruodžio ir sausio) išsiskyrė didesniais už vidutinius vėjo greičiais, taip pat ciklai su mažesniais vėjo greičiais (*Klimato...*, 1996; Valiuškevičienė, Bukantis, 1998). Iš audringųjų išskiria 1905–1910, 1931–1932, 1936–1938, 1951–1955, 1980–1984 ir 1998–2002 m. periodai. Tokių laikotarpių metu barinių darinių formavimasis arba įplaukos kanalo užnešamumas turėjo būti didesnis už vidutinį. Tačiau aiškaus ryšio tarp šių ciklų ir kanalo valymo apimčių nesimato, nes valymo poreikį dažniausiai nulemia ne tiek bendras nešmenų srauto intensyvėjimas, kiek navigaciniai poreikiai. Kiek geriau kanalo valymo apimtys susiję su atskiromis stipriausiomis audromis. Taip po 1962 m. sausio uraganinės audros 1963 m. valymo apimtys padidėjo nuo 69 iki 245 tūkst. m<sup>3</sup>. Dideli kanalo valymai dažnai buvo atliekami iš karto po labai smarkių audrų: 1975 m. – 515,8 tūkst. m<sup>3</sup> ir 1981 m. – 422,5 tūkst. m<sup>3</sup> (6 lentelė).

Labai smarkios audros pertvarko ne tik barinių seklumų arba įplaukos kanalo reljefą. Jų metu kranto zonos nuosėdos persiskirsto tiek išilgai kranto, priklausomai nuo bangavimo krypties, tiek tarp kranto ir jo povandeninio šlaito. Vien tik audros, kurių metu vėjas siekė 30 m/s ir daugiau, XX a. siautė 1905, 1910, 1914, 1926, 1931, 1932, 1936, 1938, 1951, 1956, 1967, 1975, 1981, 1983, 1993, 1999 metais. Jų metu kranto povandeninis šlaitas pasipildydavo nešmenimis iš paplūdimio ir apsauginio kopagūbrio, suaktyvėdavo nešmenų pernaša išilgai kranto linijos. Per 100 metų būna net 38 labai smarkių vėjų atvejai (Šimkevičiūtė, Bukantis, 2013). Smarkios audros vidutiniškai kartodavosi kas 2,6 metų, todėl tiesiog negalima pervertinti jų reikšmės nešmenų dinamikai ir priekrantės dugno reljefo kaitai.

Nešmenų migracijos išilgai kranto linijos intensyvumą iliustruoja uosto kanalo tarnybos užfiksuoti duomenys apie priešais uosto vartus per konkretų laiką susikaupusių nuosėdų tūrius. 1962 m. vasario 12–24 d. vyravę šiaurės vakarų krypties bangavimai įplaukos kanale nusodino 143 000 m<sup>3</sup> smėlio, 1964 m. vasario 3–12 d. tos pačios krypties bangavimai lėmė 175 000 m<sup>3</sup> nešmenų sankaupą, o

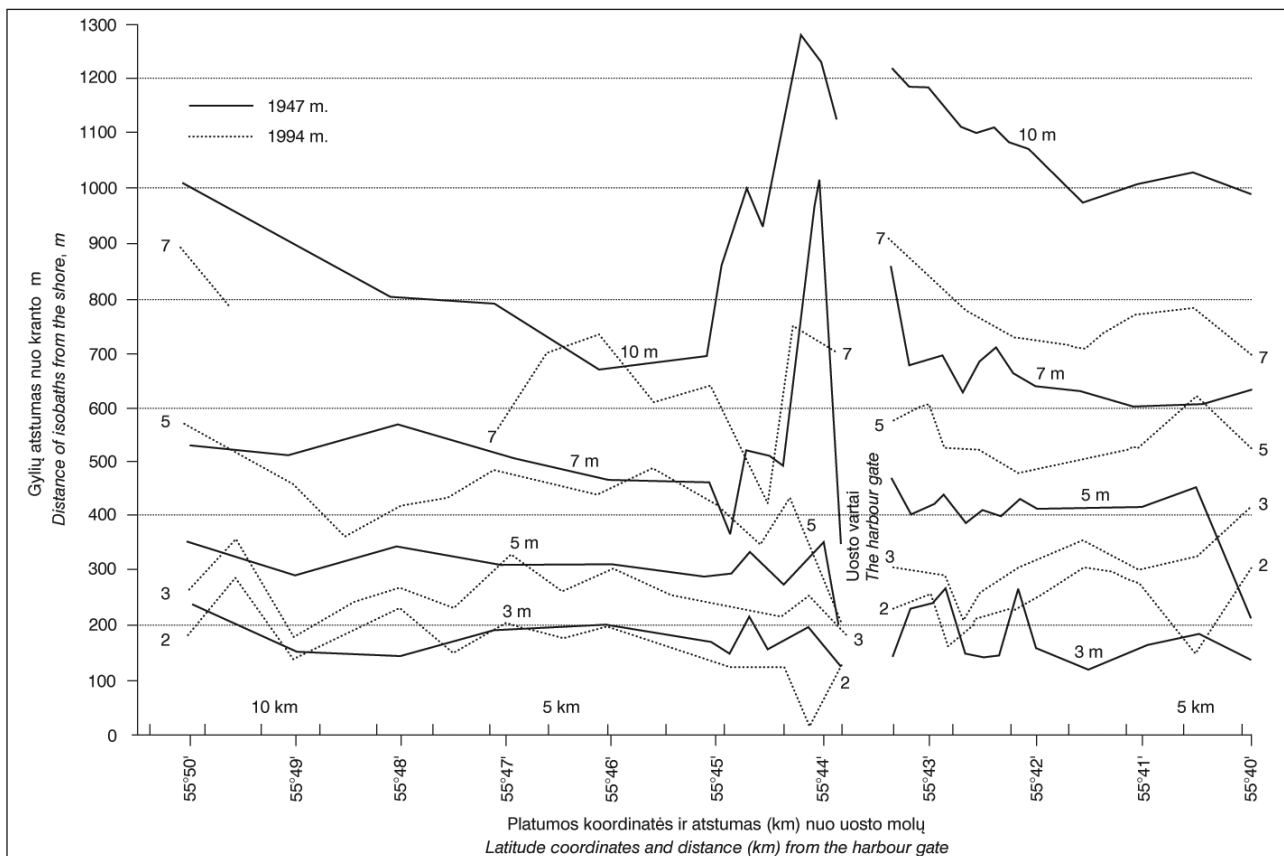
1967 m. didžiausias barinio kanalo užnešamumas ( $200\,000\text{ m}^3$ ) buvo net ne uraganinės spalio mėn. audros metu, o nuo vasario 13 iki kovo 31 d. (Merinov, 1988). Šie atvejai leidžia apytikriai įvertinti užnešamumą per 1 parą. 1962 m. atveju jis siekė  $11\,000\text{ m}^3$ , o 1964 m. –  $17\,500\text{ m}^3$ , 1967 m. –  $4\,350\text{ m}^3$ . Minėtos barinio kanalo užnešamumo apimtys apima ne tik paties štormo metu susikaupusį smėlį, o sankauptų apimtis, susidariusias tarp gylių matavimų. Be to, nešmenų srautu transportuojamas smėlis nusėda ne tik išoriniame įplaukos kanale, bet patenka ir į vidinę uosto akvatoriją, o dalis papildo šiauriau uosto molų esančią kranto zoną. Galima daryti prielaidą, kad bendra nešmenų transporto apimtys, esant net ne ekstremalaus stiprumo bangavimams, gali siekti apie  $20\,000\text{ m}^3$  per parą ir net gerokai daugiau. Tokios užnešimo apimtys siejamos su laikmečiu, kai įplaukos kanalo gylis siekė tik 10–11 metrų.

Kanalo užnešamumo negalima sieti vien su nešmenų judėjimu išilgai kranto linijos. Didžiulę reikšmę tam turėjo ir pavasariniai potvyniai (Ko-

robova, 1971), veikusio sąvartos rajono atstumas nuo uosto vartų, atskirų bangavimų trukmė, kryptis ir kiti veiksniai. Barinio kanalo užnešamumas paprastai padidėja esant dideliame vandens plūsmui į jūrą per uosto vartus ir kartu veikiant stipriems bangavimams. 1974 m. po pavasario potvynio bei ledonešio iš barinio kanalo iškasta  $159\,000\text{ m}^3$  smėlio, o 1979 m. – net  $189\,000\text{ m}^3$ .

Dėl ties uostu vykdomos žmonių veiklos jūros dugno reljefas turėjo keistis ne tik netoli uosto vartų, bet ir platesnėje priekrantės atkarpoje. Šiuos pokyčius išryškina izobatų atstumai nuo kranto linijos (10 pav.).

Iš 1912 m. matavimų duomenų (2 pav.) galima spręsti, kad prie šiaurinio molo vyko nešmenų akumuliacija. Apie 1 km toliau nuo molo visos izobatos artėjo prie kranto, o apie 2 km šiauriau uosto jos, išskyrus 7 m izobatą, tapo kvaziparalios kranto linijai: 2 m izobata praėjo 100–150 m, 3 m – 190–240 m, 5 m – apie 350 m nuo kranto. Be to, skirtingai nei arčiau kranto praeinančios izobatos, 7 m gylius jungianti linija, tolstant nuo uosto, ėmė tolti nuo kranto. Tai sietina su moreninio



**10 pav.** Skirtingo gylio izobatų pasiskirstymo grafikai į šiaurę ir pietus nuo Klaipėdos uosto 1947 ir 1994 m.  
**Fig. 10.** Distribution of different isobaths north and south of the Klaipėda Harbour in 1947 and 1994

priemolio atsidengimu dugno paviršiuje, kurio išeigos stebimos ir dabar (Gelumauskaitė, 1999; Trimonis ir kt., 2005). Dar labiau tolstant į šiaurę dugno nuolydis su gyliu keitėsi netolygiai. Už 6 km nuo šiaurinio molo 2, 3 ir 5 m izobatos apie 20 m priartėjo prie kranto, o 7 ir 10 m izobatos pasistūmė atitinkamai 100 ir 200 m į jūros pusę. Tai leidžia teigti, kad 1912 m. į šiaurę nuo uosto kranto povandeniniame šlaite šiauriau barinės seklumos jau reikėsi nešmenų deficitas. Jis buvo nulemtas dar XIX a. prasidėjusių priekrantės dugno pokyčių, susijusių su uosto molų statyba (Žaromskis, Gulbinskas, 2015) ir pasunkėjusia nešmenų migracija išilgai kranto linijos.

Piečiau uosto nuo pat XX a. pradžios reikėsi bendra nešmenų akumuliacija. Tiesa, skirtingame atstume nuo pietų molo nuosėdos kaupėsi netolygiai, o 1–2,5 km nuo molo žemėlapiuose vietomis užfiksuotas netgi nuosėdų išplovimas bei 2, 3 ir netgi 7 m izobatų persistūmimas kranto link (10 pav.). Dugno nuosėdų išplovimas 7–10 m gylio zonoje buvo siejamas su srovių greičio padidėjimu joms aptekant hidrotechninius įrenginius (Knaps, 1965; Korobova, 1968) bei su nešmenų „nutraukimu“ į vis gilinamą įplaukos kanalą (Žilinskas, 1998). Pastarasis teiginys kelia tam tikrų abejonių, nes kranto povandeninio šlaito nuolydžių padidėjimas 5–8 m gylio zonoje buvo užfiksuotas ir 1947 m. žemėlapyje, kai kanalas pokario metais dar nebuvo intensyviai gilinamas.

Į šiaurę nuo molo 1947 m. 3, 5 ir 7 m izobatos nusidriekė kvaziparaleliai kranto linijai. Sudėtingesnė jų tįsa buvo tik 2–3 km šiauriau uosto esančioje priekrantės atkarpoje, kur dėl abrazijos kranto linija traukėsi į rytus (Žilinskas, 1998; Žaromskis, 2007, 2008). Taigi, 1947 m. 3 m izobata praėjo apie 170 m nuo kranto linijos, 5 m – apie 310 m, o 7 m – apie 500 m nuo kranto. Kartu pažymėtina, kad visos izobatų linijos ties šiauriniu molu staigiai priartėja prie kranto, kas rodo ryškų, išilgai molo susidariusį dugno pagilėjimą. Be to, apie 0,5 km šiauriau molo išryškėja barinė sekluma, kurios kontūrą 7 m gylio linija „nustumia“ net 1 000 m nuo kranto. Barinės seklumos formą rodo dar ir 10 m izobata, ties uosto vartais nutolstanti nuo kranto apie 1 300 m, o 2,5 km nuo molo vėl priartėjanti prie kranto iki 700 m. Dar toliau į šiaurę, t. y. už 4–5 km nuo molo, kur formuojant dugno paviršių vis didesnę vaidmenį vaidina ne purios nuosėdos, o moreninis priemolis (Gulbins-

kas, 1998; Gelumauskaitė, 1999), 10 m izobata palaipsniui tolsta nuo kranto.

XX a. pabaigoje, veikiant natūraliems ir antropogeniniams veiksniams, uosto pietų pusėje 3 m gyliai į jūros pusę pasistūmė apie 100 m, 5 m gyliai – apie 180 m, taip pat gerokai sumažėjo dugno nuolydžiai – iki 5 m izobatos. Tuo tarpu 7 m izobata apie 1 km šiauriau uosto priartėjo prie kranto. Panaši tendencija išryškėjo ir prie pat molo. Tai rodo, kad netoli molo, apatinėje povandeninio šlaito dalyje, buvo išplaunamos nuosėdos, todėl padidėjo dugno nuolydžiai. Apie 5 km į pietus nuo uosto ir šioje, t. y. didesnių gylių zonoje, ėmė klostytis nešmenys, todėl 7 m gyliai į jūros pusę persistūmė net 265 metrus. Iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad XX a. II pusėje nešmenų akumuliacijos procesai vyravo tiek šiaurinėje, tiek pietinėje uosto pusėse. Tačiau pietų pusėje litogeninės medžiagos akumuliacija reikėsi nešmenims klostantis ir paplūdimyje, ir apsauginiame kopagūbryje, o kranto linijai (išskyrus atkarpą prie pietų molo) persistumiant į jūros pusę (Kirylys ir kt., 1984; Žaromskis, Gulbinskas, 2010).

Šiauriau uosto situacija buvo priešinga. Beveik visą XX a. antrąją šimtmečio pusę kranto linija palaipsniui traukėsi į rytus, ir šiauriau uosto formavosi išplovimo įlanka. Galima daryti prielaidą, kad palaipsniui mažėjanti šiaurinė barinė sekluma ir priekrantės dugnas šiauriau uosto buvo maitinami ne tik uostą aplenkiančių nešmenų (Ulst, 1970), bet ir šiauriau uosto esančio paplūdimio bei kopagūbrio medžiagos sąskaita (Knaps, 1965; Žilinskas, 1998; Žaromskis, 1999). Ši tendencija ypač ryški 1–2 km šiauriau molo plytinčioje atkarpoje. Netoli molo 2 m izobata 1994 m. driekėsi vos už 10 m nuo kranto (10 pav.). Tokia priekrantė leido bangoms su didele energija pasiekti paplūdimį ir intensyviai jį plauti. Šios tendencijos akivaizdžios ir anksčiau pateiktoje batimetrinėje medžiagoje (2–5, 7–9 pav.).

Bendras uosto įrenginių poveikio tendencijas visai 5–6 km į pietus nuo uosto esančiai priekrantei XX a. laikotarpiu ypač gerai atspindi 10 m izobatos dinamika. Amžiaus gale 3 km nuo uosto ji praėjo apie 1,1 km nuo kranto, o arčiau pietų molo – 1,2–1,4 km. Tuo tarpu 3 km šiauriau uosto ši izobata driekėsi tik apie 900 m nuo kranto linijos. Tai rodo, kad per XX a. į šiaurę nuo Klaipėdos uosto esančios jūros priekrantės maitinimas smėlio nešmenimis gerokai sumažėjo.

## IŠVADOS

1. Jūros priekrantės dugno reljefo dinamikai ties Klaipėdos sąsiauriu ir netoli jo be įprastų krantodaros veiksnių, būdingų smėlingai priekrantei, didelę reikšmę turi antropogeniniai veiksniai: Klaipėdos uosto išorinių hidrotechninių įrenginių statyba, plėtra ir hidrometeorologiniai bei hidroklimatiniai veiksniai, reguliuojantys sąsiauriu tekančio vandens srautą.

2. Barinių seklumų reljefo dinamiką ir nešmenų migraciją išilgai kranto linijos daugiausia reguliavo barinio kanalo valymo darbai, užtikrinę kiekvienam XX a. laikmečiui būdingus projektinius gylius. Nuo amžiaus pradžios iki 1927 m. kanale siekta palaikyti 6,1 m gylį, 1927–1938 m. – 8–9 m, 1938–1940 m. – 10 m. Antrojo pasaulinio karo ir pokario metais, esant nereguliariems valymo darbams, barinio kanalo gylis kaitaliojosi nuo 6 iki 8 m. Iki 1965 m. įplaukos kanalas buvo pagilintas ir siekė 11 m, o 1986 m. – 13 m gylį. Baigiantis XX a., vykdant uosto vartų pertvarką, įplaukos kanalas pagilintas iki 14,5 m.

3. Iki XX a. aštuntojo dešimtmečio ties uosto vartais susidarydavo pietinė ir ryški šiaurinė barinės seklumos, kurias skirdavo iš Kuršių marių plūstančio vandens praplautas talvegas – barinis kanalas. Laikas nuo laiko į jį įsiterpdavo ir skersinė barinė sekluma. Barinio kanalo pietinis šlaitas visada išsiskyrė didesniu lėkštumu, o šiaurinis – statumu. Šiaurinė sekluma šiaurėje palaipsniui pereidavo į smėlingos priekrantės reljefą. Barinės seklumos buvo priekrantinio nešmenų srauto, nukreipto iš pietų į šiaurę, veiklos zonoje.

4. Barinės seklumos – tarsi indikatorius, rodantis nešmenų migracijos išilgai jūros kranto linijos mastą ties Klaipėdos uostu. Barinių seklumų degradacija ypač pasijuto pagilinus įplaukos kanalą iki 12 metrų (nuo 1974 m.). Nuolat didinant įplaukos kanalo gylį ir nebesusiformuojant barinėms seklumoms, nešmenų pralaidumas ties uosto vartais labai sumažėjo.

5. Dėl barinio įplaukos kanalo valymo kranto zonos litodinaminė sistema neteko milžiniško purių nuosėdų kiekio: 1955–1964 m., siekiant kanale 11 m gylio, per metus vidutiniškai buvo pašalinama 167 500 m<sup>3</sup> smėlio, 1965–1970 m., palaikant 12 m gylį, pašalinta 143 000 m<sup>3</sup> smėlio, o 1971–1990 m. – 2 245 500 m<sup>3</sup> smėlio. Nuo

1971 m. iki XX a. pabaigos iš kanalo buvo pašalinta 6 190 462 m<sup>3</sup> smėlio. Maksimalios barinio kanalo valymo apimtys 1958 m. siekė 394 900 m<sup>3</sup>, 1975 m. – 515 800 m<sup>3</sup>, 1981 m. – 422 500 m<sup>3</sup> ir 1990 m. – 354 300 m<sup>3</sup> smėlio. Didžiausi barinio kanalo užnešimai sietini su ekstremaliais bangavimais ir pavasariniais potvyniais, padidinančiais per sąsiaurį į jūrą išnešamo vandens masę.

6. Nuo 1963 m., kai uosto valymo produktų sąvartynas buvo perkeltas į 20 m ir didesnius gylius, vien iš barinio kanalo buvo pašalinta 10,2 mln. m<sup>3</sup> nuosėdų. Šio smėlio kiekio neteko šiauriau uosto plytinti kranto zona.

## PADĖKA

Autoriai dėkoja ilgamečiam Klaipėdos uosto hidrografijos tarnybų darbuotojui V. Merinovui už leidimą pasinaudoti jo asmeninio archyvo duomenimis.

Gauta 2016 08 30  
Priimta 2016 09 26

## LITERATŪRA

1. Bascom W. 1980. *Waves and Beaches. The Dynamics of the Ocean Survey*. Rev. Ed. Gaeden City, N.Y.: Doubleday.
2. Bitinas A., Damušytė A. 2004. The Littorina Sea at the Lithuanian maritime region. *Proceedings of the Conference "Rapid transgressions into semi-enclosed basi"*. Polish Geological Institute Special Papers. 11: 37–46.
3. Charlier R. H., Chaineux M. C. P., Morcos S. 2005. Panorama of the history of coastal protection. *Journal of Coastal Research*. 21: 79–111.
4. *Coastal Engineering Manual*. 2001. Circular. No. 1110-2-1100.
5. Červinskas E. 1991. Klaipėdos sąsiauris. *Mokslas ir gyvenimas*. 8(406): 4–5.
6. Daukantas T. 1930. *Klaipėdos uostas*. Kaunas.
7. Dean R. G. 1985. Physical modeling of littoral processes. In: R. A. Dalrymple (ed.), A. A. Balkema. *Physical Modeling in Coastal Engineering*. Rotterdam. 119–139.
8. Dubra, J. 1978. Srovės. Iš: A. Rainys (red.). *Kuršių marios II. Hidrologinis režimas*. Vilnius: Mokslas. 17–23.
9. Eberhards G., Grine I., Lapinskis J., Purgalis I., Saltupe B., Torklere A. 2009. Changes in Latvia's seacoast (1935–2007). *Baltica*. 22(1): 11–22.
10. Gelumbauskaitė L. Ž. 1999. Jūros dugno landšaftai kaip Baltijos geosistemos dalis. Iš: *Lietuvos mokslas. Geomokslai*. Vilnius. 450–456.

11. Gelumauskaitė L. Ž. 2000. Late- and Postglacial paleogeomorphology on the Klaipėda submarine slope, southeastern Baltic Sea. *Baltica*. 13: 36–43.
12. Gelumauskaitė L. Ž., Šečkus J. 2005. Late Glacial-Holocene history in Curonian Lagoon (Lithuanian sector). *Baltica*. 18(2): 77–82.
13. Gudelis V. 1998. *Lietuvos įjūris ir pajūris*. Vilnius: Lietuvos mokslas.
14. Gulbinskas S. 1999. Antropogeninė apkrova ir geologiniai procesai Baltijos jūroje. Iš: *Lietuvos mokslas. Geomokslai*. Vilnius. 338–355.
15. Gulbinskas S. 2001. Klaipėdos uosto akvatorijoje iškasamo grunto gramzdinimo problema. *Geografijos metraštis*. 34(2): 173–188.
16. Hagen L. H. 1885. *Die Seehafen in der Provinzen Preussen. II. Der Hafen zu Memel*. Berlin.
17. Jarmalavičius D., Žilinskas G., Pupienis D. 2012. Impact of Klaipėda port jetties reconstruction on adjacent sea coast dynamics. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 20(3): 240–247.
18. Jokšas K., Galkus A., Stakėnienė R. 2003. *The Only Lithuanian Seaport and Its Environment*. Vilnius: Geologijos ir geografijos institutas. 314 p.
19. Kabailienė M. 2006. *Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14 000 metų*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
20. Kelpšaitė L., Dailydienė I. 2010. Bangų dinamikos pokyčiai Lietuvos priekrantėje 1993–2008 metais. *Jūros ir krantų tyrimai 2010: konferencijos medžiaga*. Klaipėda. 79–82.
21. Kirlyš V. 1977. Osobennosti deformatsii voln v beregovoi zone yugo-vostochnoi chasti Baltiiskogo moria. *Trudy AN Lit SSR, serija B*. 3(100): 137–143 [in Russian with English summary].
22. Kirlyš V., Močiekienė S., Janukonis Z. 1981. Intensivnost shtormovykh izmenenii pliazha i zashchitnykh diun v usloviyakh otmelogo peschanogo morskogo berega yugo-vostochnoi chasti Baltiiskogo moria. *Trudy AN Lit SSR, Serija B*. 1(122): 101–108 [in Russian with English summary].
23. *Klimato žinynas. Vėjas*. 1961–1990. 1996. Vilnius.
24. Knaps R. J. 1965. *Peremeshcheniye nanosov u beregov Vostochnoi Baltiki*. Riga: Latgipromprom. 51–59.
25. Knaps R. J. 1982. Iz opyta dinamiki berega i razvitiya potoka nanosov na peschanykh poberezhyakh. Iz: *Problemy proyektirovaniya, stroitelstva i eksploatacii beregovykh sooruzhenii morskogo transporta*. Moskva: Morflot. 3–16.
26. Korobova I. J. 1968. Analiz deformatsii bara v rayone Klaipėdskogo porta. *Trudy Soyuzmorniiiprojekta*, vyp. 20(26): 19–27.
27. Korobova I. J. 1971. Deformatsiya relyefa pribrezhnoi zony i ikh vliyaniye na zanosimostj.
28. podkhodnogo kanala porta Klaipėda. Iz: *Novyye issledovaniya beregovykh protsessov*. Moskva: Nauka. 90–102.
29. Kriaučiūnienė J., Žilinskas G., Pupienis D., Jarmalavičius D., Gailiusis B. 2013. Impact of Šventoji port jetties on coastal dynamics of the Baltic Sea. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 21(2): 114–122.
30. Leontyev I. O. 2001. *Pribrezhnaya dinamika: volny, techeniya, potoki nanosov*. Moskva: GEOS.
31. Merinov V. 1988. *Pasport Klaipėdskogo podkhodnogo kanala*. Klaipėda: Rukopis.
32. Merkys V. 1940. *Susisiekimas per Klaipėdos uostą istorinėje perspektyvoje*. Kaunas.
33. Pruzsak Z., Skaja M. 2014. *Problemy dynamiki i ochrany brzegu morskiego*. Gdansk: IBW PAN. 184 s.
34. Pruzsak Z., Zeidler R. B. 1995. Sediment transport in various time scales. *Proc. 24th ICCCE*. Kobe, ASCE. 2513–2526.
35. Pupienis D., Jonuškaitė S., Jarmalavičius D., Žilinskas G. 2013. Klaipėda port jetties impact on the Baltic Sea shoreline dynamics, Lithuania. *Journal of Coastal Research*. SI 65: 2167–2172.
36. Zembrickis J. 2004. *Klaipėda XIX amžiuje II*. Klaipėda: Libra Memelensis. 208 p.
37. Šimkevičiūtė A., Bukantis A. 2013. Šaltojo laikotarpio stichiniai ir katastrofiniai meteorologiniai reiškiniai Lietuvoje 1971–2010 metais. *Geografija*. 49(1): 33–44.
38. Šimoliūnas J. 1940. *Klaipėdos uostas*. Kaunas. 180 p.
39. Tatoris J. 1994. *Senoji Klaipėda. Urbanistinė raida ir architektūra iki 1939 metų*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla. 334 p.
40. *Tekhnicheskii otchiot ob izyskaniyakh i issledovaniyakh zanosimosti Klaipėdskogo porta v 1964–1965 g. g.* Tom. 1. 1965. Tekst. Rukopisj. Rukovoditel N. Shishov. Leningrad: Lenmorniiiprojekt.
41. Trimonis E., Gulbinskas S. 2000. Klaipėdos sąsiaurio dugno nuosėdos. *Geologija*. 30: 20–27.
42. Trimonis E., Gulbinskas S., Kuzavinis M. 2005. Sediment patterns of the underwater slope of the south-eastern Baltic Sea (Lithuanian sector). *Geologija*. 52: 46–54.
43. Valiūškevičienė L., Bukantis A. 1998. *Vėjo klimatiniai rodikliai. Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje*. Vilnius. 61–77.
44. Vellinga P. 1983. Predictive computational model for beach and dune erosion during storm surges. *Proceedings of American Society of Civil Engineers Speciality Conference on Coastal Structures*. 83: 806–819.
45. Ulst W. H. 1970. Investigation of the sand transportation in the area of Klaipėda Harbour by means of the lithological methods. *Baltica*. 4: 227–247.
46. Zembrickis J. 2004. *Klaipėda XIX amžiuje. II*. Klaipėda: Libra Memelensis. 208 p.
47. Žaromskis R. 1999. Influence of Klaipėda port of nearshore load migration. *Geografija*. 35(1): 20–27.

48. Žaromskis R. 2001. Skirtingos žmonių veiklos poveikis Pietryčių Baltijos krantų raidai. *Geografijos metraštis*. 34(1): 59–73.
49. Žaromskis R. 2007. Impact of harbour moles and access channels on the South-East Baltic shore-zone. *Geografija*. 43(1): 12–20.
50. Žaromskis R. 2007. The formation of protective dune ridge along the Southeast Baltic Sea coast: historical and social aspects. *Journal of Coastal Conservation: Planing and Mangement*. 11(1): 23–29.
51. Žaromskis R. 2008. *Baltijos jūros uostai*. Vilnius. 431 p.
52. Žaromskis R., Gulbinskas S. 2010. Main patterns of coastal zone development of the Curonian Spit, Lithuania. *Baltica*. 23(2): 149–156.
53. Žaromskis R., Gulbinskas S. 2015. Reflection of the Baltic Sea Lithuanian nearshore bottom peculiarities in the historical maps. *Geologija. Geografija*. 1(4): 183–196.
54. Žilinskas G. 1998. Kranto linijos dinamikos ypatumai Klaipėdos uosto poveikio zonoje. *Geografijos metraštis*. 31: 99–109.
55. Žilinskas G., Janukonis Z., Lazauskas A. 1994. Ekstremalaus 1993 m. štormo padarinių Palangos rekreacinėje zonoje įvertinimas. *Geografija*. 30: 40–44.
56. Žilinskas G., Jarmalavičius D., Pupienis D. 2003. Jūros priekrantės sąnašų papildymo poveikis kranto būklei. *Geografijos metraštis*. 36(1): 89–100.

**Rimas Žaromskis, Saulius Gulbinskas**

#### **CHANGES OF THE BALTIC SEA NEARSHORE BOTTOM RELIEF IN THE VICINITY OF KLAIPĖDA HARBOUR DURING THE 20TH CENTURY**

##### *Summary*

Changes of the nearshore bottom topography in the vicinity of the Klaipėda Harbour were analysed based on the available research data collected in the study area during the 20th century, cartographic material, as well as literature sources. Due to the lack of essential harbour reconstruction works, which could considerably affect the lithodynamic processes during the 20th century, the main attention of the study was given to the analysis of topography changes caused by natural processes, including the artificial dredging of the harbour entrance channel.

Before 1927 the maintained projected depth of the entrance channel reached 6.1 meters; it increased up to 8–9 meters from 1927 to 1938 and reached 10 meters from 1938 to 1940. During the war period, the depth in the channel varied naturally between 6 and 8 meters. Right after the end of World War II the channel was artificially deepened up to 11 meters and even up to 13 meters in 1986. In the end of the 20th century the maintenance of 14.5 meters depth was carried out.

Until the 1970s, two sandy bars (southern and northern) were formed at the harbour entrance channel. The northern slope of the southern bar was steeper than the southern one; moreover, the southern bar was constantly moving towards the channel, confirming the prevalent direction of the longshore sediment drift. The degradation of the bars took place when the channel was deepened up to 10 meters and intensified further when the channel was deepened to 12 meters. This fact indicates that the development of nearshore bars in the Klaipėda Harbour entrance channel is closely related to the scale of longshore sediment transportation. During the period of WWII the entrance channel was not cleaned; therefore, the bars became better expressed. Thus, the natural longshore drift between the Curonian Spit (Kuršių nerija) and the nearshore north of Klaipėda was partly restored.

With channel dredging, the amount of soil excavated was increasing from 167,500 m<sup>3</sup> in 1955–1964 to 143,000 m<sup>3</sup> in 1965–1970 and even 224,500 m<sup>3</sup> in 1971–1990. From 1971 to the end of the 20th century, 6,190,462 m<sup>3</sup> of sand was removed from the outer navigation channel. The top volumes of soil removed from the channel reached 3,944,900 m<sup>3</sup> in 1958, 515,800 m<sup>3</sup> in 1975, approx. 422,500 m<sup>3</sup>, in 1981, and 354,300 m<sup>3</sup> in 1990. The largest fillings of the channel with sand are related to severe storms and largest spring floods bringing increased volumes of water and sediments via the sound into the sea.

During the 20th century, at the southern mole, bottom inclination was gradually increasing in the lower part of the underwater shore slope, but decreasing in its upper part. At a distance of 3 km from this mole, accumulation processes prevailed in the entire area of the nearshore. Sediment erosion took place, however, in the area north of the harbour.

**Keywords:** bottom topography, hydroengineering structures, channel dredging, longshore drift