

## *Fizinė okeanografija* *Physical oceanography*

---

# Skirtingø hidrometeorologinio sąlygø poveikis Palangos kranto zonos reljefui

---

**Rimas Žaromskis**

*Vilniaus universitetas*

*El. paštas: rimas.zaromskis@gf.vu.lt*

---

### AVADAS

Litodinaminiai procesai, kuriø dėka tam tikras kranto zonos ruožas ėgauna jam būdingus bruoþus, priklauso nuo daugelio aktyviø bei pasyviø veiksnio. Tarp pirmøjø paminėtini tokie dinaminiai procesai kaip vėjas, bangavimo stiprumas, trukmė bei kryptis, vandens lygio kaita, srovio ypatumai kranto zonoje ir kt. Pasyviesiems priskirtina kranto geologinė geomorfologinė sandara, neðmenø atsargos bei pasiskirstymas ir kt. (Dolotov, Žaromskis, Kirlys, 1982). Labai svarbus vaidmuo formuojant kranto zonos reljefà tenka tikslingai þmoniø veiklai – tai krantø tvirtinimas ir eolinio smėlio kaupimas apþeldinant kopagūbrà, stant hidrotechninius árenginius ir kt. Kadangi kranto zonos litodinaminio proceso kryptingumà (iðplovimà arba neðmenø akumuliacijà) ir reljefo formavimà lemia gausybė tarpusavyje susijusio veiksnio, tikslinè þmoniø veikla ne visada duoda pageidaujamà rezultatà. Tokio atvejo pavyzdys – Palangos miesto centrinės dalies paplūdimio pastarøjø metø kaitos istorija ties promenadiniu tiltu.

Palangos kranto antropogeninè pertvarka prasidėjo 1882 m., kai ties kyðuliu buvo pastatyta neðmenims beveik nelaidi prieplauka. Nepasiteisinus lūkesèiams dėl prieplaukos galimybiø, dalis riedulio ið jos buvo paimta, o nuo 1892 m. ji paversta promenadiniu tiltu.

Pirmaisiais deðimtmeèiais po pastatymo netoli tilto intensyviai kaupėsi neðmenys ir labai prasiplėtè paplūdimys. Taèiau ilgainiui paplūdimys ėmè siaurėti – prieðvėjinėje, pietinėje pusėje, silpniau, o uþuovėjinėje, ðiaurinėje, stipriau (1 lentelė). Su kai kuriomis iðlygomis galima teigti, kad ði tendencija iðsilaikė kone visà XX amþio.

Ypaè smarkiai krantas iðplaunamas nuo 1998 m. perstaèius Palangos tiltà ir padidinus jo pralaidumà migruojantiems neðmenims. Ða procesà labai paspartino 1999 m. gruodþio 4 d. praūþæs uraganas. Jo metu skirtingose Palangos kranto atkarpose ið vieno metro kranto ilgjo buvo nuskalauta nuo 20 iki 65 m<sup>3</sup> smėlio, o ties paèiu tiltu – iki 120 m<sup>3</sup> (Pilinskas, Jarmalavièius, Kulvièienė, 2000; Pilinskas, Jarmalavièius, 2003). Kranto ardai ties tiltu sumaþinti 2000 m. tarp nupjautø senojo tilto poliø ið lauko riedulio buvo suformuota buna (1 pav.), kuri sumaþino á ðiaurà nukreiptà neðmenø migracijà. Kaip tik tuo metu jūros dugnas ties bunos galu patyrė didþiausià hidrodinamikos poveikà. Kadangi neðmenø sluoksnis virð moreninio pagrindo jūros dugne ties Palanga niekada nebuvo storas, tuo metu tikriausiai susiformavo ir piltuvo pavidalo dubuma, kuri, pastaèius ilgjà prieplaukos dalà, uþsipildė smėlio nuosėdomis. Suprantama, kad bendros kranto ardos problemos ði buna neiðsprendė. Trūkstant hidrotechninės krantosauginės statybos patirties ir toliau besitæsiant Palangos paplūdimio degradacijai ðios bunos ir natūralio krantodaros proceso sàveikos papinimas yra ádomus tiek teorine, tiek praktine prasme.

Ðio straipsnio uþdaviny – panagrinėti reljefo kaità iðilgai promenadinio tilto bei bunos priklausomai nuo hidrometeorologinio reþimo ypatumø: bangavimo krypties ir stiprumo.

### DARBO METODIKA

Straipsnyje nagrinėjamas laikotarpis – 1999 m. gruodis – 2001 m. gruodis. Tuo metu iðilgai Palangos promenadinio tilto ðiaurinės pusės ir pastatytos bunos pietinės

1 lentelė. Paplūdimio pločio kaita skirtingu atstumu (L) á šiaurę (Š) bei á pietus (P) nuo tilto atskirais XX a. metais  
 Table 1. Beach width variations at different distances (L) north (Š) and south (P) of the pier in separate years of the 20th c.

Metai Year	Paplūdimio plotis m Beach width, m											
	L 0 m		L 50 m		L 100 m		L 200 m		L 300 m		L 400 m	
	Š	P	Š	P	Š	P	Š	P	Š	P	Š	P
1902	180	180	148				120	140			623	132
1967	77	80	60	82	30	56	38	58	57	57	34	59
1976	83	83	77	85	51	77	46	55	43	56	48	42
1982	67	66			46	75	48	70			40	47
1993	18		27	22			30	20			28	42
1999	14	14	28	20	27	21	50		68	20	73	25

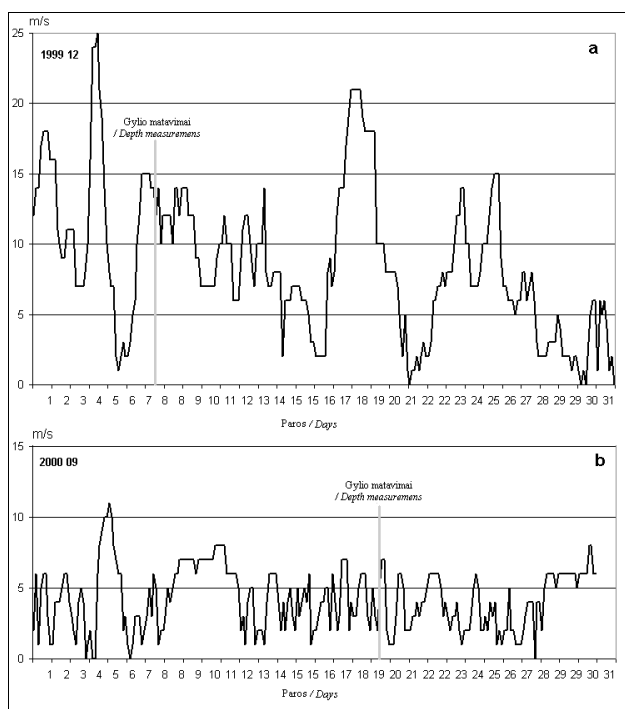
pusės buvo atlikti devyni gylio matavimai. Ðio matavimų pagrindu nustatytos reljefo kaitos amplitudės iðilgai tilto nuo 4,2 m gylio iki apsauginio kopagūbrio vakarinio ðlaito. Matuota rankiniu lotu. Nors priekrantėje vandens lygis patvankø ir nuotvankø metu svyruoja didesne nei 1,5 m amplitude, sàlyginiu vandens lygiu laikytas 4,2 m þemiau tilto grindinio esantis vandens lygis. Tiriamuoju laikotarpiu paplūdimio plotis skaiëiuotas nuo sàlyginės vandens linijos atþymos. Matavimo nuline atskaita pasirinktas promenadinio tilto grindinio pavir-

ðius. Hidrometeorologinës sàlygos buvo vertinamos pagal Lietuvos Hidrometeorologijos tarnybos Klaipėdos stoties vėjo krypties ir greiëio duomenis. Detaliai iðnagrinėtos kaitos sàlygos ir jø nulemti reljefo pokyëiai nuo 1999 12 07 iki 2000 metų pabaigos, o reljefo kaita – iki pat 2001 m. gruodþio mënėsio. Apskaiejavus atskirais matavimais gautus reljefo profiliø pokyëiø plotus, rasti iðplovimo arba akumuliacijos tūriai. Jie vertinami kaip tūrio pokyëiai m<sup>3</sup> vienam kranto ilgio metrui. Darbo metu kranto zonos skersinis profilis buvo suskirsty-



1 pav. Naujasis Palangos promenadinis tiltas (2001 12 13) ir tarp senøjø prieplaukos poliø suformuotos bunos pirmasis variantas

Fig. 1. The new promenade pier in Palanga on 13 Dec 2001 and the first version of the groyne formed among the old pier piles. The eastern end of the groyne did not reach the protective dune-ridge, and there was a gap left for cars



**2 pav.** Intensyvaus hidrometeorologinio reþimo pavyzdys (1999 12) – siautė uraganas „Anatolijus“ (a) ir silpno hidrometeorologinio reþimo pavyzdys (2000 09) – Hidrometeorologijos tarnybos Klaipėdos stoties vidutinio vėjo greiėio duomenys (b)

**Fig. 2.** Two examples of hydrometeorological regime: (a) intense (December 1999), when Anatoly hurricane was raging, and (b) weak (September 2000). Average wind data presented by Klaipėda Station of Lithuanian Hydrometeorological Service

tas á daugelá morfologinio atkarpø – dinaminės kranto linijos atkarpá, bunos maksimalaus poveikio, kopagūbrio papėdės ir kt., bet neòmenø balanso skaiėiavimuose pateikiami pokyėiai tik trijø morfologinio atkarpø: paplūdimio, povandeninio ðlaito tarp kranto linijos ir tiesios bunos atkarpos, t. y. priekrantės virøutinės dalies, bei tarp bunos galo ir tiesios tilto atkarpos galo, kurá sàlyginai galima vadinti giliavandene priekrantės daliimi.

## HIDROMETEOROLOGINIO SÀLYGØ ANALIZĖ

**Laikotarpis iki 1999 12 07 matavimø.** Daugiausia krantosaugos problemø sukėlė 1999 12 04 praūþęs uraganas „Anatolijus“ bei labai audringas visas 1999-øjø gruodis. Uragano metu audrėjimo fazė buvo trumpa, bet PV krypties vėjai gūsiuose pasiekė 36 m/s greitá. Trumpos stabilizacijos metu vėjas sukosi á ðiaurės vakarus. Ði kryptis išsilaiė ir per trumpá rimimo fazę (2 pav., a).

Per visá labai audringá gruodþio mėnesá 11,9 paros vyravo PV rumbø vėjas, 6,4 paros – ÐV rumbø vėjas bei bangavimai, o 12,7 paros vyravo rytø vėjas nuo kranto arba buvo tyka.

**Laikotarpis nuo 2000 m. pradþios iki 2000 05 24.** Per ðá gana ilgá laikotarpá stipresnis bangavimas buvo sausio, vasario ir kovo mėnesiais. Sausio mėnesá buvo audra, kurios metu vėjo greitis siekė 18 m/s, ir keli vidutiniai bangavimai, vėjo greitis – nuo 12 iki 15 m/s. Vasario mėnuo išsiskyrė silpnesniu bangavimu: tik viená kartá vėjas pasiekė 15 m/s, o vyraujanėio vėjo greitis nevirðijo 10 m/s. Kovo pirmájà dekadá buvo net du stiprūs bangavimo ciklai: per pirmájà didþiausias vėjo greitis siekė 20 m/s, o antrájà – 19 m/s. Likusá laiká buvo silpnas ir vidutinis vėjas (4–8 m/s), kuris vyravo ir visá balandá. Geguþės mėnuo buvo dar ramesnis – iki matavimo dienos (2000 05 24) tik viená kartá vėjas pasiekė 12 m/s greitá. Daþniausiai vėjas buvo tik 2–6 m/s. Be to, visá tà laiká nuo metø pradþios net 60 parø vyravo V ir PV rumbø, 30 parø – ÐV rumbø vėjas. Likusá laiká vėjas pūtė nuo kranto arba buvo tyka.

Būtina paþymėti, kad beveik visi stipresni minimo laikotarpio bangavimø ciklai baigėsi trumpa rimimo fazė. Be to, bangavimas, daþniausiai prasidėjas dėl vakarø arba pietvakariø vėjo, rimimo fazėje pereinavo á ðiaurės arba ÐR rumbus, o balandþio ir geguþės mėnesiais vyravo ðiø rumbø bangavimas.

**Laikotarpis nuo 2000 05 24 iki 2000 09 19.** Vasara pasiþymėjo silpnu vėju. Birželá buvo tik du prioritinės krypties bangø ciklai, kuriø metu vėjas virðijo 10 m/s greitá; pirmasis baigėsi palyginti ilga rimimo fazė, pereinanėia á tyká. Toks ciklas paprastai lemia gausiá akumuliacijá sekliavandenėje jūros dalyje bei paplūdimyje (Kirlys, Stauskaitė, 1981). Liepos mėnesá vykusių bangavimus daþniausiai sukeldavo 4–6 m/s stiprumo vėjas, išskyrus bangavimá 12–14 dienomis, kai staiga sustiprėjas Ð–ÐR rumbø vėjas pasiekė 15 m/s greitá. Ðio bangavimo rimimo fazė, turinti laiptuotá formá, baigėsi puėiant ðiaurės vėjui, pereinanėiam á tyká. Rugsjūėio mėnuo išsiskyrė išimtinai silpnu vėju bei bangavimu: tik du kartus V krypties vėjas buvo pasiekęs 9 m/s greitá. Be to, silpno bangavimo ciklai daþniausiai baigdavosi ðiaurės arba rytø vėju. Meteorologinė situacija nedaug tepakito ir rugsėjá kai vyravo silpnas bangavimas esant ðiaurės vakarø arba ðiaurės krypties vėjui. Ilgai truko tyka.

Taigi per visá vasará, áskaitant rugsėjo mėnesá, PV krypties vėjui teko 40 paros, ÐV – 28, o R krypties arba tykai – 39 paros.

**Laikotarpis nuo 2000 09 19 iki 2000 10 10.** Rudens pradþia išsiskyrė R ir PR rumbø vėju (2 pav., b). Net spalio mėnesá matavimø metu pūtė 8–11 m/s vėjas, taėiau jis bangavimo prie kranto nesukėlė, o tik paþemino vandens lygá.

**Laikotarpis nuo 2000 10 10 iki 2000 12 20.** Pirmasis vidutinio stiprumo bangavimas vyko spalio 24–28 dienomis. Prasidėjas dėl P–PV krypties vėjo ir stabilizacijos fazėje pasiekęs 14 m/s greitá, jis baigėsi papūtus ÐV vėjui, o ðiam pereinant á ðiaurės kryptá, bangavimo rimimo fazė truko apie 1,5 paros, taigi

buvo gana ilga. Kiti bangavimai buvo silpni. Lapkričio mėnesį vyravo 4–8 m/s vėjas, tik kartą sustiprėjęs iki 12 m/s. Šį mėnesį rytų rumbams teko net 21,1 paros, todėl didesnio bangavimo nebuvo. Panašiai padėtis išsilaiškė iki pat gruodžio mėnesio 20 dienos. Būtina pažymėti, kad prieš pat matavimus, t. y. 12–16 dienomis, prasidėjo PV krypties bangavimas, kuris baigėsi ilga ĐR–R krypties rimimo faze.

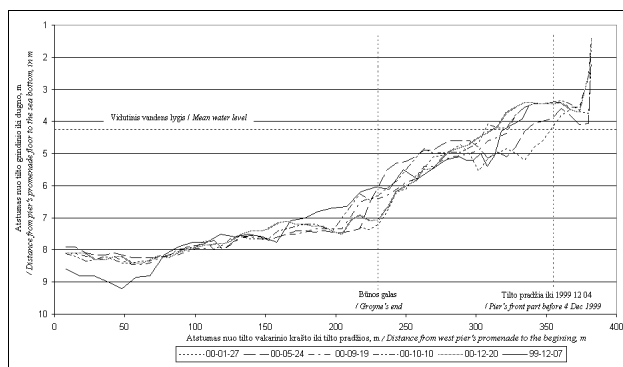
Per visą 72 parų laikotarpį tarp matavimų PV rumbų bangavimui teko 20,2 paros, ĐV – 6,4 paros, o likusią laiką vyravo rytinės krypties vėjas bei tyka. Iš tiesų toks vėjo ir bangų režimas šiam metų laikui nėra būdingas.

### KRANTO ZONOS RELJEFO KAITA

Pirmiausia būtina prisiminti, kad Palangos kranto zonos reljefas jau daugiau kaip 100 metų yra nulemtas hidrotechninių įrenginių. Tai pasakytina ir apie nagrinėjamą reljefą išilgai bunos, kuri yra pirmosios XIX a. pabaigoje statytos prieplaukos fragmentas (1882 m., pastačius ilgąją tiltą – prieplauką, jis buvo uþneštas smėliu). 1902 m. plane uþlenktas bunos galas buvo 0,3–0,5 m gylyje, o 1968 m. vasarą – ties dinamine kranto linija. Perstačius tiltą ir iš senojo tilto liekanų pašalinus akmenis, prasidėjo kranto ir priekrantės dugno abrazija, kurios maksimali išraiška buvo uragano „Anatolijaus“ padariniai (Pilinskas, Jarmalavičius, Kulviėienė, 2000).

Tiek prieš uraganą, tiek po jo ties tiltu susiformavęs kyūlus buvo lyginamas, o nešmenys palaipsniui uþpildė tilto uþuovėjinėje (šiaurinėje) pusėje susidariusią šlanką. 2000 01 27 paplūdimio plotis 230 metrų šiauriau tilto siekė net 118 metrų. Tuo tarpu priešėvinėje pusėje paplūdimys buvo nuolat plaunamas (1 lentelė).

Tokiomis sąlygomis 1999 12 07 matavimai rodė maksimalų reljefo paþemėjimą ties tilto galu; eia buvo visiškai atidengta morena. Matuojant moreninių darinių uþfiksuota ir daugelyje kitų povandeninio ųlaito vietų. Dėl to kaltas ne vien uraganas: dar



**3 pav.** Reljefo kaita išilgai Palangos promenadinio tilto nuo 1999 12 07 iki 2000 metų pabaigos

**Fig. 3.** Changes in relief along the Palanga promenade pier measured from 7 Dec 1999 to the end of 2000

1999 m. lapkričio mėnesį atlikus tyrimus morenos išėigos nustatytos ir ties vėliau akmenimis uþkrauta buna, maždaug 80 m nuo tuometinės dinaminės kranto linijos. Antra vertus, uragano „Anatolijaus“ metu ir po jo vyravęs PV vėjas, skatinęs kranto ardą piešiau tilto, iš karto po uragano ųiek tiek išlygino kranto povandeninio ųlaito viršutinės dalies profilą. Ryškus išplovimas liko tik netoli dinaminės kranto linijos (DKL) (3 pav.).

Kai senieji pirmosios prieplaukos poliai jau buvo uþpildyti akmenimis, antrieji matavimai (2000 05 24) uþfiksavo gausią akumuliaciją ties tilto galu, tarp bunos galo ir kranto linijos bei ryškų išplovimą šiaurios bunos galo. Tuo pat metu ties tiltu buvo stipriai paplautas APK, dar labiau susiaurėjo paplūdimys. Tarp matavimų suminis nešmenų kiekis pokytis vieno metro kranto ilgio atkarpoje ties matavimo linija sudarė 59,0 m<sup>3</sup>, t. y. vyko dugno abrazija. Taigi silpnas pavasario pabaigos šiaurinių rumbų bangavimas lėmė nešmenų akumuliaciją pernešant juos nuo šiauriau tilto susiformavusio kyūlio bei seklumos á apatinę, giliavandenę, ir viršutinę povandeninio ųlaito dalį (Paromskis, Kirlys, 1989). Deja, šis bangavimas buvo per silpnas, kad atstatytų paplūdimio nešmenų atsargas. Kartu šenkliai paþemėjo reljefas ties bunos galu. Tokie pokyčiai ties bunos galais dažni ir kituose rajonuose, kuriuose buvo pastatyti bunos tipo krantosaugos įrenginiai (Kolp, 1966; Kohlhasse, Frohle, Koppe, 1999).

Tolimesni matavimai (2000 09 19) nustatė silpno ĐV rumbų bangavimo poveiką krantui bei jo povandeniniam ųlaitui. Paaiškėjo, kad priekrantės ruošas tarp tilto galo ir bunos galo pakito labai nedaug. Kiek didesni reljefo pokyčiai išryškėjo ties bunos galu ir gana šenklius – priekrantės profilio viršutinėje dalyje. Birželio ir liepos mėnesiais vyko keli vidutinio stiprumo bangavimai, jė metu ties buna sukauptos smėlio atsargos buvo permestos á paplūdimį, kuris paaukštėjo apie 60 cm. Kiti silpni ĐV rumbų bangavimai tiesiog nespėjo kompensuoti ties buna sukauptos medžiagos. Be to, visą laiką uþuovėjinėje tilto ir bunos pusėje vyko susikaupusios medžiagos išplovimas. Taigi krantas tam tikru mastu vėl ėmė ųgauti bruošus, buvusius iki naujojo tilto statybos.

Kitas nagrinėtas maždaug mėnesio trukmės periodas (iki spalio 10 d. vykdytų matavimų) pasiþymėjo silpnu bangavimu, todėl apatinė kranto povandeninio ųlaito dalis beveik nepakito – pokyčių amplitudės neviršėjo 0,2–0,3 m. Viršutinėje kranto ųlaito dalyje, t. y. paplūdimyje, palei buną toliau kaupėsi nešmenys: reljefas paaukštėjo 0,6–0,7 m, o ties kranto linija – apie 0,5 m. Tuo tarpu likęs paplūdimys, nors ir prasiplėtė apie 17 m, bet beveik nepaaukštėjo. Bendras šio periodo nešmenų balansas ties matavimų profiliu buvo teigiamas – 43,5 m<sup>3</sup>/m.

Rudens ir þiemos pradþios hidrometeorologinė situacija buvo netipiška: vyravo silpnas, dažnai nuo kranto puėiantis R rumbų vėjas. Tokios sąlygos iš

esmės nepakeitė dugno, plytinėio ūūriau bunos galo. Tuo tarpu iðilgai bunos reljefas papemėjo iki 0,7 m. Buvo visai nuplautos 0,8 m ir maþdaug 2 m gylje ankstesniais matavimais uþfiksuotos povandeniniø sėkliø uþuomazgos (3 pav.). Paplūdimys abipus promenadinio tilto ðiek tiek susiaurėjo lyginant su spalio mėn. 10 d. buvusiū ploėiu, bet þenkliai paaukòtėjo netoli DKL. Bendros neðmenø atsargos paplūdimio profilyje padidėjo 4,4 m<sup>3</sup>/m.

## REZULTATØ APTARIMAS

Iðsamesnei kranto zonos reljefo pokyėiø analizei buvo apskaiėiuotas pavieniø kranto ir priekrantės morfologiniø vietø atskiras periodø neðmenø balansas (2 lentelė).

Ið lentelės ir hidrometeorologiniø duomenø matome, kad tarp 1999 12 07 ir 2000 05 24, vyraujant V–PV rumbø bangavimams, daþniausiai pasibaigusiems trumpa rimimo faze ir uþtikrinusiems priekrantinė à ðiaurė nukreiptø neðmenø pernaða, aktyviai bu-

vo ardomas APK vakarinis ðlaitas. Kadangi paplūdimys ir prieš matavimus buvo labai apardytas ir þemas, jis nukentėjo maþiau. Ið virðvandeninės kranto dalies, t. y. paplūdimio, buvo iðplauta net 98 m<sup>3</sup> smėlio viename kranto ilgio metre. Tuo tarpu naujai àrengtos bunos pietinėje, priešvėjinėje, pusėje susikaupė 28 m<sup>3</sup> medþiagos. Tarp bunos galo ir tilto galo taip pat vyravo nedidelė akumuliacija, bet ties tiltu ið vieno kranto zonos ilgio metro buvo prarasta net 59 m<sup>3</sup> smėlio.

Antrajame analizuojamame periode, tarp birþelio ir rugsėjo mėnesiø, PV krypties bangavimai ir à ðiaurė nukreipta vandens masiø ir neðmenø pernaða taip pat turėjo nedidelė persvarà prieš pernaða à pietus. Be to, vyravo silpni bangavimai, kuriø daugelis baigėsi gana trumpa rimimo faze. Jos metu bangos prie kranto daþniau buvo ne ið PV, o ið ÐV pusės. Tokios hidrometeorologinės sàlygos lėmė neðmenø akumuliacijà paplūdimyje (24,3 m<sup>3</sup>/m.), nedidelà iðplovimà bunos priešvėjinėje pusėje ir nedidelà akumuliacijà giliavandenėje priekrantės dalyje. Ru-

2 lentelė. 2000 m. neðmenø balanso duomenys ties Palangos promenadinio tilto pietine puse

Table 2. Sediment balance data obtained in 2000 at the southern side of the Palanga promenade pier

Morfologinė vieta ir pokyėiai Morphological site and changes		Periodas tarp matavimø Period between measurements			
		1999 12 07 2000 05 24	2000 05 24 2000 09 19	2000 09 19 2000 10 10	2000 10 10 2000 12 20
<b>Paplūdimys / Beach</b>	Balanso duomenys m <sup>3</sup> /m. Balance data, m <sup>3</sup> /m.	-98,0	+24,3	+0,9	+6,9
	Pastabos Notes	<b>-98,0</b>	<b>+24,3</b>	<b>+0,9</b>	<b>-2,25</b>
		Stipriai iðplautas APK ir nedaug – paplūdimys Highly eroded dune-ridge and slightly eroded beach	Susidarė aukòtas iðgaubtas paplūdimys Convex beach was formed	Beveik be pokyėiø Minimum changes	Susiaurėjo, bet netoli DKL paaukòtėjo Narrowed, but heightened close to the shoreline
<b>Tarp DKL ir bunos galo / Between shoreline and groyne end</b>	Balanso duomenys m <sup>3</sup> /m. Balance data, m <sup>3</sup> /m.	+36,0	+22,8	+29,0	+3,0
	Pastabos Notes	<b>-8,0</b>	<b>-37,0</b>	<b>+29,0</b>	<b>-42,0</b>
		<b>+28,0</b> Prie DKL susidarė apie 1 m gylio dubumair uþ jos – sėklis 1-m deep depression with a shallow beyond it formed at the shoreline	<b>-14,2</b> Iðplovimas iðilgai bunos. Ties DKL ir bunos galu – akumuliacija Erosion along the groyne Accumulation at the shoreline and groyne end	Akumuliacija iðilgai bunos ir netoli DKL Accumulation along the groyne end close to the shoreline	<b>-39,0</b> Stiprus iðplovimas iðilgai bunos. Akumuliacija netoli DKL Heavy erosion along the groyne Accumulation close to the shoreline

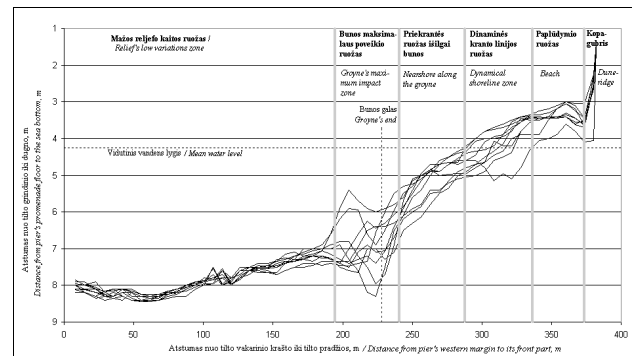
2 lentelės tęsinys  
Table 2 continued

Morfologinė vieta ir pokyčiai Morphological site and changes		Periodas tarp matavimų Period between measurements			
		1999 12 07 2000 05 24	2000 05 24 2000 09 19	2000 09 19 2000 10 10	2000 10 10 2000 12 20
Tarp bunos galo ir tilto galo / Between groyne end and pier end	Balanso duomenys m <sup>3</sup> /m. Balance date, m <sup>3</sup> /m.	+ 11,2	+ 6,0	+ 14,5	+ 15,3
	Pastabos Notes	Akumuliacija tilto gale. Išplovimas ties bunos galu Accumulation at the pier end Erosion at groyne end	+ 11,2  -3,5 Visur apie 20 cm išplovimas. Ties bunos galu akumuliacija Approx 20-cm erosion everywhere Accumulation at groyne end	+ 13,6 Akumuliacija iki 20–35 cm Accumulation up to 20–35 cm	+ 12,9 Akumuliacija nuo bunos galo apie 65 m jūros link. Kitur pokyčiai nedideli Accumulation from groyne end seawards for approx 65 m Slight changes elsewhere
Σ m <sup>3</sup> /m.		-59,0	+ 3,5	+ 43,5	+ 17,3 -39,0 -21,7
Pastabos Notes		Paplūdimys susiaurėjo apie 14 m The beach narrowed by 14 m	Paplūdimys praplatėjo apie 13 m (iki 46 m) The beach widened by 13 m (to 46 m)	Paplūdimys praplatėjo apie 17 m (iki 63 m) The beach widened by 17 m (to 63 m)	Paplūdimys susiaurėjo iki 47 m The beach narrowed to 47 m

dens pradžioje, t. y. iš rugsėjo 19 ir spalio 10 dienomis atliktø matavimø duomenø, matyti, kad dėl vyravusio rytiniø rumbø vėjo priekrantės vandens lygis buvo paėmėjas 20–30 cm. Silpni besikeičiančios krypties ĐV ir PV rumbø bangavimai paplūdimio reljefo beveik nepakeitė, nors paėmėjas vandens lygis praplėtė jà nuo 46 m iki 63 m. Tokiomis sąlygomis priekrantėje išilgai skersinio profilio vyravo neėmenø pernaėa. Jos dėka smėlis kaupėsi kranto povandeniniame ūlaite ūalia bunos: 0,5–0,7 m ir maėdaug 2 m gylje susidarė nedideli povandeniniai sėkliai, susikaupė 0,25–0,5 m neėmenø sluoksnis. Tuo pat metu apatinėje profilio dalyje, tarp bunos galo ir tilto galo, akumuliuotas smėlis nesudarė storesnio nei 0,20–0,25 m sluoksnio (2 lentelė). Šiuo periodu neėmenø atsargos ties visu nagrinėtu kranto profiliu pasipildė 43,5 m<sup>3</sup>/m.

Tarp spalio mėnesà atliktø ir paskutiniøjø 2000 m. gruodžio 20 dienos matavimø hidrometeorologinės sąlygos nebuvo tipiškos paprastai vėjuotam rudensšiemos periodui. Apibendrinus skirtingos krypties vėjo trukmæ pagal neėmenø migracijos kryptà PV vėjas su pernaėa á ūiauræ sudarė 21,3 paros, ĐV vėjas su

pernaėa á pietus – 5,6 paros ir net 43,1 paros vyravo vėjas nuo kranto. Esant tokioms hidrometeorologinėms sąlygomis, paplūdimyje susikaupė 4,4 m<sup>3</sup>/m. medėpiagos, tarp kranto linijos ir bunos galo buvo ryėkus išplovimas (3 pav.), o apatinėje nagrinėto profilio dalyje – vėl akumuliacija (12,9 m<sup>3</sup>/m.).



4 pav. Reljefo kaita išilgai Palangos promenadinio tilto nuo 2000 05 24 iki 2001 12 13

Fig. 4. Changes in relief along the Palanga promenade pier from 24 May 2000 to 13 Dec 2001

Matavimø, atliktø 2000 m. ir 2001 m., profiliai jau leidþia nustatyti ir kai kurias reljefo kaitos amplitudes (4 pav.). Kartu iðryðkøjo ir tam tikri ruopai, kuriuose reljefo kaitos pobûdis, amplitudë ir visas litodinaminis aktyvumas labai skiriasi. Antai apsauginio paplûdimo kopagûbrio (APK) ruopas iðsiskyrë didele vertikaliø kaitos amplitude (apie 3 m) ir vienatipiu – abrazijs – procesu. Paplûdimo ruopas, esantis tarp APK papëdës ir dinaminës kranto linijos (DKL), pasiþymëjo vertikaliai kintanëia 1,0–1,1 m amplitude ir didele ploëio kaita. Gana didele amplitude (1,65 m) pagal vertikala reljefas kito ir ties dinamine kranto linija, kuri priklausomai nuo vandens lygio savo padëtá keitë beveik 50 m ploëio skersinio profilio ruoþe (4 pav.). Kranto povandeninio ðlaido dalyje, tarp kranto linijos ir naujai suformuotos bunos galo, vertikali reljefo kaita, tostant nuo kranto, didëjo nuo 0,85 iki 1,35 m, o ðio ruoþo plotá labiausiai paveikë pakitæs vandens lygis ir kranto linija.

Paëia didþiausia vertikalia reljefo kaita iðsiskyrë priekrantës dalis netoli bunos tiesiosios atkarpos galo. Jos amplitudë ëia siekë 2,85 m. Tai lëmë tiek dabartinës bunos ir jos uþlenkto galo konfigûracija, tiek jos statybos ypatumai.

Perstaëius naujájá tiltá, o po to vël akmenimis uþpildþius tarpá tarp pirmosios prieplaukos poliø, susidarë visiems panaðaus tipo árenginiams bûdingos sàlygos (Kohlhase, Frohle, Koppe, 1999). Á ðiá aplinkybæ vertëjo atsivëlgti ir tilto projektuotojams, parinkusiems atraminio tilto poliø ilgá. Istorinis kontekstas atskleistø, kodël susidaro piltuvo pavidalo reljefo papemëjimas, bet nepaaiðkintø periodiðkai pasireiðkianëios gausios akumuliacijos. Pastarájá fenomená reikëtø sieti su statinio konfigûracija. Juk jos uþlenktasis galas – tarsi áprastinis bangolauþis, uþ kurio kaupiasi smëlio nuosëdos (Knaps, 1950). Deja, tokie nedáþni akumuliacijos atvejai reikalauja specialaus ir iðsamesnio visø aplinkybiø tyrimo. Tuo tarpu nagrinëtuoju periodu buvo tik du ryðkios akumuliacijos atvejai.

Visa likusi giliavandenë priekrantës dalis iki tilto galo pasiþymi nedidele vertikalia reljefo kaitos amplitude, dáþniausiai nevirðijanëia 0,3 m. Ðiá amplitudæ diktuoja virð morenos susikaupiantis arba nuplaukiamas smëlio sluoksnis.

Baigiant tenka pabrëþti ir bunos vaidmená reljefo kaitai ties tiltu. Seniai þinoma, kad panaðaus tipo statiniai, be kranto stabilizavimo vaidmens, lemia ir specifiná reljefo pokytá prie paëios bunos: tam tikrà papemëjimá iðilgai vienos arba kitos jo pusës (priklusomai nuo bangavimo krypties bei piltuvo formos prie jos áþûrinio galo) (Kolp, 1966) Mûsø atveju giliausia iðplovimo vieta buvo lokalizuota ties bunos galu. Matavimø duomenys kol kas neleidþia patvirtinti G. Ðilinsko ne kartá iðreikðtos nuomonës apie nuolat iðilgai bunos egzistavusá iðplovos kanalá. Toká iðplovimá visiðkai neutralizuoti galima tik pastaëius „T“ formos átvarus, t. y. bunos ir bangolauþio kom-

binacijá (Kohlhase, Frohle, Koppe, 1999). Atsivëlgiant á visas aplinkybes, 2000 m. árengtos bunos krantosauginá vaidmená reikia vertinti teigiamai.

## IÐVADOS

1. Reljefo kaitá ties Palangos promenadinu tiltu lemia tiek antropogeninë veikla, susijusi su hidrotechniniø árenginiø statyba, tiek neðmenø atsargos, tiek hidrometeorologinës sàlygos.

2. Detali 2000 m. hidrometeorologiniø sàlygø analizë bei reljefo pokyëiø matavimai patvirtino, kad stiprûs bangavimai, besibaigiantys trumpa rimimo faze, sukelia dugno bei kranto abrazijs, o ilgos audrø rimimo fazës arba silpni bangavimai – neðmenø akumuliacijá priekrantëje bei paplûdimyje.

3. Didþiausia skirtingø hidrometeorologiniø sàlygø poveikio nulemta reljefo kaita pasiþymi priekrantë netoli bunos tiesiosios atkarpos galo, ëia ji gali virðyti 3 m amplitudæ, ir kranto linijos ruoþe, ëia reljefo kaitos amplitudë gali siekti 2 metrus. Giliaavandenëje nagrinëtos priekrantës dalyje reljefo kaitos amplitudë iðilgai tilto nevirðija 0,5 m.

4. Pietinëje bunos pusëje ir tiesiog prie jos neðmenø akumuliacijá skatina silpna PV vëjo nulemta smëlio pernaða á ðiauræ arba silpni bangavimai, kuriø rimimo fazëje vyrauja ÐV krypties neðmenø pernaða.

5. 2000 m. pradþioje suformuota buna pasiteisino kaip krantosauginis átvarys, nors jos vaidmuo bûtø dar efektyvesnis, jei ji bûtø „T“ raidës formos.

Gauta 2005 09 28

Parengta 2005 10 03

## Literatûra

- Dolotov J. S., Ðaromskis R. B., Kirlys V. J. (1982). *Differenciacija osadoènovò materiala i sloistost pribreþnyh otloþenij*. Moskva.
- Kirlys V., Stauskaitë R. (1981). Iðplovimo ir sànaðavimo pietrytinio Baltijos jûros sektoriaus smëlingame paplûdimyje skirtingose bangavimo fazëse procesø tempai. *Lietuvos TSR MA darbai. B serija. 5(126)*: 127–138.
- Klimato þinytas*. Vëjas. 1961–1990 m. (1996). Vilnius.
- Kohlhase S., Frohle P., Koppe B. (1999). Coastal Protection of the Isle of Usedom – Conceptional Design of an Offshore Breawater System at the Streckelsberg, Baltic Sea. *Limnologica. 29*: 325–331.
- Kolp O. (1966). Untersuchung der Wireksamkeit von Seebuhnen mit Hilfe von Farbsandversuchen. *Beitrage zur meereskunde. Heft 17–18*. Akademie-verlag, Berlin 61–90.
- Knaps R. J. (1950). Effekt i primeniaemost volnolomov kak ograditelnyh sooruþenij na pesënyh pobereþjach. *Izv. AN Latv. SSR. 7(36)*.
- Ðaromskis R., Kirlys V. (1989). Vlijanije napravlenij volnienij na prieobladaujuðëje procesy raznyva i akumuliacii nanosov v beregovoj zone jugo-vostoènoj èasti Bal-

tijskovo moria. *Lietuvos TSR MA darbai. B serija. 3(172)*: 138–142.

Pilinskas G., Jarmalavičius D., Kulviėienė G. (2000). Uragano „Anatolijus“ padariniai Lietuvos jūriniame krante. *Geografijos metraštis. 33*: 191–206.

Pilinskas G., Jarmalavičius D. (2003). Lietuvos jūrinio kranto dinamikos tendencijos. *Geografijos metraštis. 36(1)*: 80–88.

**Rimas Paromskis**

### **IMPACT OF DIFFERENT HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS ON PALANGA SHORE ZONE RELIEF**

#### **S u m m a r y**

The seashore zone relief changes taking place along the Palanga promenade pier and at the newly built groyne have been analysed. In 1882, a north-bent-end pier for ships was built in Palanga, but soon it was buried under sand. When Palanga turned into a resort, the pier was extended seawards and used as a promenade. This resulted in widening of the beach and formation of a sandy promontory. In 1998, the old pier was demounted; the stones among the pier piles were removed. A new pier was erected with a free alongshore sediment drift. This caused shore erosion,

which was tried to be stopped by piles remaining from the oldest short pier.

Depth measurement data along the promenade pier and groyne have been analysed in the paper. The changes in relief and sediment transport balance (in m<sup>3</sup>) along a shore length metre in the beach were related to waves coming from different directions and being of different height. Special attention is paid to storm structure, especially to the final stage of storms.

The conclusions have been made that high waves ending in a short diminishing phase cause bottom and shore erosion, while the long diminishing phase or low waves causes sand accumulation in the nearshore and on the beach. Moreover, the maximum amplitude in relief changes (above 3 m) was found to be at the end of the groyne and at the dynamic shoreline length, where the amplitude reached 2 m, while at the end of the pier the amplitude in relief changes did not exceed 0.5 m. Analysis of storm wave direction impact has shown that sand accumulation is intensified at SW or low waves with the northward transport of sediments prevailing during wave diminishing phase. Although the groyne did not meet the standard requirements applied to such shore engineering units, its role was found to be positive. Nevertheless, the shore would be protected better if a T-shaped groyne meeting the hydro-engineering requirements were built along the promenade pier.