

JŪROS PRIEKRANTĖS SĄNAŠŲ PAPILDYMO POVEIKIS KRANTO BŪKLEI

Gintautas Žilinskas, Darius Jarmalavičius, Donatas Pupienis

Geologijos ir geografijos institutas, T. Ševčenkos g. 13, LT 2600, Vilnius
El. paštas: gintas@geologin.lt; darius@geologin.lt; donatas@geologin.lt

Galbūt laikas šiek tiek pakeisti požiūrį į krantą. Kaip ir kitiems objektams, taip ir krantui reikalinga tam tikra priežiūra. Pavyzdžiui, manoma, kad visus namus ir visus tiltus reikia reguliariai dažyti. Pakartotinas dažymas niekad nelaikomas pinigų švaistymu, o tik vertingų investicijų apsauga; kodėl gi į kranto zonos papildymą sąnašomis negalėtume pažvelgti tuo pačiu aspektu?

Jan van de Graff, 1991

Įvadas

Siekiant užtikrinti didesnės grimzlės laivų navigaciją Klaipėdos įplaukos kanalas buvo pradėtas gilinti jau XIX a. viduryje. Uosto molų statybos pradžioje (apie 1835 m.) Klaipėdos sąsiauryje vyravo 4–5 m gyliai. Dabar įplaukos kanalo farvateris pagilintas iki 14 m. Gilinant ir platinant įplaukos kanalo farvaterį buvo iškasta daug grunto. Dar daugiau jo buvo iškasta valant nešmenimis užneštą sąsiaurio farvaterį. Visas šis gruntas buvo gramzdinamas atviroje jūroje, t.y. šalinamamas iš viršutinės kranto zonos dalies migracinio nešmenų srauto biudžeto. Būtent tai ir lemia migracinio nešmenų srauto deficitą Baltijos jūroje ties Lietuvos krantais, kartu skatina ir jų išplovimą. Ypač nuo to „kenčia“ žemyno kranto zona.

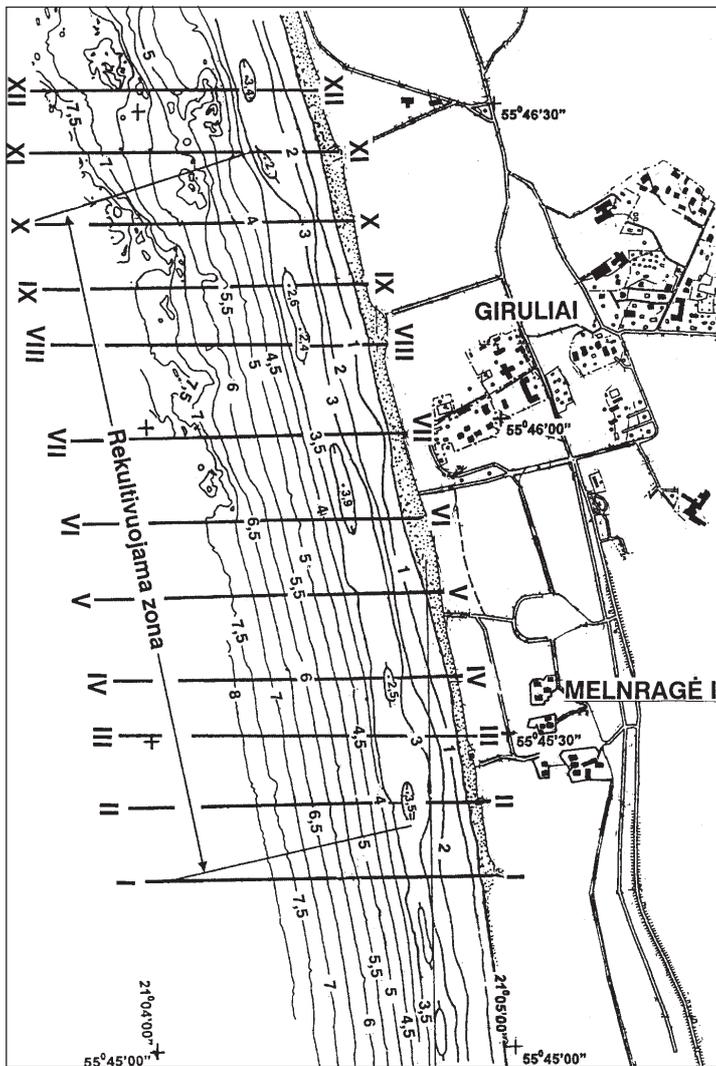
Kadangi iškasamas gruntas tapatus aplinkinių rajonų (iš kurių jo daugiausiai ir patenka į įplaukos kanalą audrų metu) priekrantės dugno paviršinėms sąnašoms tiek granulimetrine, tiek mineralogine sudėtimi (Vietos..., 2000), tai, remiantis Lietuvos Baltijos jūros krantotvarkos strategijos nuostatomis (2001-11-29 Nr. 570) ir Lietuvos Respublikos pajūrio juostos įstatymu (2002-07-02 Nr. IX-1016), buvo numatyta kranto zonos smėlio atsargas papildyti visu tinkamu (švariu) smėliu, iškastu iš Klaipėdos įplaukos kanalo jį gilinant arba valant užneštą. Remiantis Lietuvos jūrotyros specialistų pateiktomis rekomendacijomis (Vietos..., 2000), 2001 m. vasarį buvo pradėti Lietuvos pajūrio II Melnragės rajono priekrantės dugno sąnašų papildymo darbai. Šiuos darbus vykdė danų kompanija *Rohole Nielsen*, o jų poveikį kranto zonai tyrė Geografijos instituto Krantotvarkos ir krantotyros sektoriaus darbuotojai. Tokio pobūdžio krantotvarkos darbai Lietuvoje buvo atliekami pirmą kartą. Todėl priekrantės rekultivacijos eigos bei jos poveikio kranto zonos raidai tyrimai svarbūs ne tik praktiniu, bet ir moksliniu atžvilgiu.

Atsižvelgdami į ribotą straipsnio apimtį pateikiame apibendrintus tyrimų rezultatus, o detales stebėjimų duomenis (kranto bei priekrantės smėlių granulimetrinė sudėtis bei morfometriniai įvairių profilių duomenys, foninė medžiaga, sąnašų tūrių ir nuolydžių pokyčių skaičiavimai ir kt.) galima rasti ataskaitose (Vietos..., 2001a, b).

1. Tyrimų vieta ir metodika

Tyrimų vieta. Apibendrinus kompleksinių tyrimų rezultatus (Vietos..., 2000), buvo nustatyta, kad tinkamiausi iškasamo iš įplaukos kanalo grunto panaudojimo kranto zonos povandeninio šlaito rekultivacijai vieta yra tarp 2,9 ir 6 kilometro į šiaurę nuo Klaipėdos uosto (matuojant atstumą nuo Klaipėdos uosto vartų ašies) ir tarp 4 ir 5 m izobatų rytų–vakarų kryptimi. Tačiau, atsižvelgiant į navigacijos sudėtingumą šiaurinėje eksperimentinio rajono dalyje (tarp 5–6 kilometro priekrantėje yra daug didelių riedulių bei moreninių kalvų) bei į tai, kad realiai iškasto švaraus smėlio buvo mažiau ($537\,282\text{ m}^3$) nei prognozuota ($600\text{--}700$ tūkst. m^3), rekultivuojamas kranto zonos ruožas buvo sutrumpintas 1 km ir apėmė atkarpa tarp 3 ir 5 kilometro, t.y. II Melnragės–Girulių kranto ruožą.

Tyrimų metodika. Priekrantės rekultivavimo eiga tiriamajame ruože stebėta 12 atraminių kranto zonos profilių: 10 profilių kranto zonos rekultivuojamame ruože (vidutiniškai kas 200 m) ir 2 profiliuose už šios zonos ribų (t. y. apie 180 m į šiaurę ir į pietus nuo rekultivuojamo ruožo) (1 pav.). Prieš smėlio išpylimą (2001 m. vasarį), užbaigus



1 pav. Tiriamojo rajono schema (WGS koordinacių sistema): jūros dugno reljefas iki rekultivacijos darbų – 2001-02. I–XII – tyrimų profiliai.

Fig. 1. Scheme of investigation area (system of coordinates WGS): I–XII profiles; relief of sea bottom before reclamation (02 2001).

I-jį (balandį) ir II-jį (spalį) smėlio išpylimo darbų etapus bei praėjus metams po išpylimo (2002 m. spalį) minėtų profilių vietose buvo atlikti detalūs kranto niveliacijos ir priekrantės echolotavimo darbai bei paimti kranto (2 vietose kiekviename profilyje) ir priekrantės dugno (5 vietose kiekviename profilyje) paviršinių sąnašų pavyzdžiai. Niveliacijos ir echolotavimo darbai, smėlio pavyzdžių paėmimas bei analizė buvo atliekami vadovaujantis standartine tokių tyrimų metodika. Taip pat pasinaudota natūrinių tyrimų duomenimis, gautais atliekant Klaipėdos uosto krantų dinamikos monitoringą ir kitus mokslinius tyrimus.

2. Tyrimų rezultatai

Priekrantės dugno sąnašų papildymo darbai buvo atliekami keliais etapais: pirmajame (2001-02-27–2001-03-30) tarp 3 ir 4 km (matuojant atstumą nuo Klaipėdos uosto vartų ašies) buvo išpilta 250 000 m³ smėlio, antrajame – (2001-03-31–2001-04-15) tarp 4 ir 5 km – 170 000 m³, trečiajame – (2001-06-01–2001-06-31) tarp 4 ir 5 km 60 461 m³ ir ketvirtajame (2001-07-01–2001-07-31) – 56 821 m³. Pažymėtina, kad I-ajame ir II-ajame darbų etapuose smėlis buvo gramzdinamas tarp 3,5 ir 5,0 m izobatų, o III-ajame ir IV-ajame – tarp 4,5 ir 6,5–7,0 m izobatų (baržoms priartėti prie kranto trukdė I-ajame ir II-ajame etapuose suformuotas sėklus).

Atsižvelgiant į tai, kad laiko atžvilgiu I-asis ir II-asis bei III-asis ir IV-asis smėlio gramzdinimo etapai neturėjo pertraukos, 2001 m. išskirti trys tyrimų etapai: I-asis – tyrimai buvo atliekami 2001-02-14–23, II-asis – 2001-04-24–05-03, III-asis – 2001-10-12–19. Ketvirtajame tyrimų etape stebėjimai buvo vykdomi praėjus metams nuo rekultivacijos darbų pabaigos (2002 m. spalį).

I-ajame tyrimų etape (dar iki gramzdinant smėlį) buvo nustatyti kranto bei priekrantės morfometriniai ir litologiniai rodikliai, kurie vėlesniuose tyrimuose buvo atskaitos bazė (fonas) vertinant morfologinius rekultivuojamo rajono pokyčius, vykčius rekultivacijos darbų metu ir po jų (Vietos..., 2001a).

II-ajame tyrimų etape nustatyta, kad rekultivuojamo rajono priekrantėje iš išpildo tarp 3,5 ir 5 m izobatų smėlio suformuotas nuo 1 iki 2 m aukščio su viena, o kai kuriose vietose – dviem viršūnėmis vientisas, beveik lygiagretus kranto linijai povandeninis volas (2 pav.). Daugiausia smėlio – nuo 220 iki 275 m³/m išpilta tarp 3 ir 4 kilometro, o tarp 4 ir 5 kilometro smėlio išpilta mažiau (nuo 140 iki 185 m³/m). Didesnėje rekultivuojamo ruožo dalyje pagrindinė smėlio masė išpilta tarp 4 m ir 5,5 m izobatų. Nedideli morfologiniai pokyčiai užfiksuoti ir giliau – tarp 5,5–6,5 m izobatų. Rekultivacijos darbus vykdžiusios danų kompanijos *Rohde Nielsen* duomenimis, eksperimentinėje vietoje (per I-ąjį ir II-ąjį smėlio gramzdinimo etapus) iš viso buvo išpilta 420 000 m³ smėlio (3–4 km ruože – 250 000 m³ ir 4–5 km – 170 000 m³).

Rekultiuoto ruožo kranto stabilumas priklauso ne tik nuo suformuoto sėkliaus (jis atlieka natūralaus bangolaužio funkciją) bei išpildo smėlio sklidimo kranto link, bet ir nuo sumažėjusio viršutinės priekrantės dalies nuolydžio, kuris lemia didesnę bangų energijos disipaciją priekrantėje, kartu mažesnių jų poveikį krantui ir kuris (po smėlio išpylimo) tyrimų rajone vidutiniškai sumažėjo 0,005.

Krante (papildinio viduryje ir prie dinaminės kranto linijos), kaip ir priekrantėje 1, 6 bei 8 m gylyje, granulimetrinė paviršinių sąnašų sudėtis, lyginant su buvusiais iki išpildant smėlį, nepakito. Visame ruože 2 m gylyje dugno sąnašos vidutiniškai pastambėjo nuo 0,16 mm iki 0,24 mm. Labiausiai sąnašų sudėtis pasikeitė smėlio gramzdinimo vietoje – 4 m gylyje, kur vietoj visame ruože vyravusių 0,15 mm skersmens sąnašų smėlio dalelių dydis po išpylimo

pakito nuo 0,15 mm (II prof.) iki 0,76 mm (X prof.). Tai rodo, kad gilinant (iki 14 m) bei platinant (nuo 100 m iki 150 m) buvo atidengti iki tol „nejudinti“ įplaukos kanalo smėlio sluoksniai, suklostyti iš stambesnės frakcijos smėlių. Ši aplinkybė labai palanki kranto zonos rekultivacijai, kadangi stambesnių frakcijų smėliai „pajuda“ kranto link dažniau nei smulkesni.

II-ojo etapo tyrimų duomenys praktiškai atskleidžia tik eksperimentinio rajono priekrantės dugno reljefo bei dugno sąnašų granulimetrinės sudėties pokyčius smėlio gramzdinimo vietoje. Tuo tarpu remiantis III-ojo etapo tyrimais, atliktais po penkių mėnesių, įvertinta jau ir gamtinės tyrimų rajono aplinkos reakcija į atliktus kranto zonos rekultivacijos darbus bei konstatuoti priekrantės dugno reljefo pokyčiai, įvykę po III-ojo ir IV-ojo smėlio gramzdinimo etapų (2001-06-01–2001-07-31).

Vertinant išpildo smėlio dinamiką eksperimentiniame priekrantės ruože, svarbu žinoti ir meteorologinę situaciją, lemiančią hidrodinaminių procesų intensyvumą, kartu nugramzdinto smėlio migraciją.

2001 metų pavasaris ir vasaros pradžia nepasižymėjo aktyviais ciklonais. Vyravo ramūs, mažai vėjuoti orai. Trumpi, 1–3 parų, gegužės 18–21 d., liepos 9–12 d. ciklonai didesnio poveikio negalėjo turėti, nes tiek bangavimo trukmė, tiek vėjo greitis (siekęs 6–12 m/s), tiek kryptis (PV–R) nebuvo palankūs aktyviai nugramzdinto smėlio sklaidai priekrantėje. Labiausiai (šiam laikotarpyje) išpildo smėlio persiskirstymą priekrantėje galėjo paveikti suintensyvėjusi ciklonų veikla rugpjūčio–spalio mėnesiais. Jau rugpjūčio pradžioje įsivyravę P–PV vėjai 6–7 d. pasiekė 7–12 m/s greitį (gūsiuose – iki 15–18 m/s), o iki mėnesio pabaigos buvo dar dešimt dienų, kai vėjo greitis buvo didesnis nei 10 m/s (vyraujanti PV kryptis). Rugsėjo pradžioje atėjo dar galingesnis ciklonas, kurio metu (4–12 d.) P krypties vėjo greitis gūsiuose siekė iki 25 m/s. Dar du ciklonai (P krypties) buvo užfiksuoti mėnesio viduryje bei pabaigoje. Jų metu vyravo 7–12 m/s greičio vėjai. Taigi rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais praslinkusių ciklonų sukelti jūroje bangavimai buvo gana stiprūs, kad lemtų nešmenų judėjimą priekrantėje.

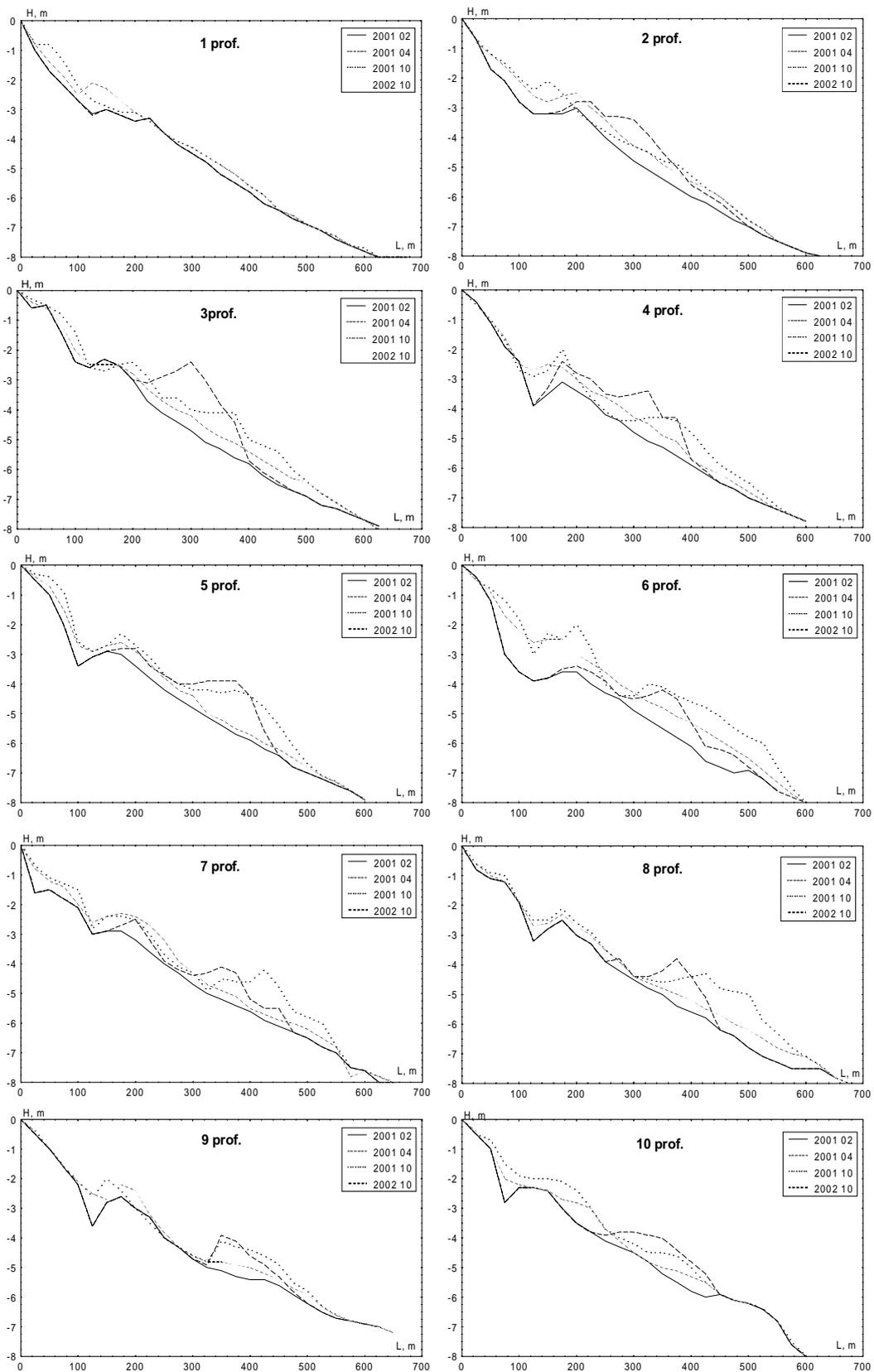
Pakartojus kranto skersinių profilių niveliaciją buvo nustatyta, kad kranto sąnašų tūrio pokyčiai (įvykę tarp dviejų stebėjimų) yra matavimo tikslumo ribose, t.y. per laikotarpį tarp II-ojo ir III-ojo stebėjimų etapų kranto būklė praktiškai nepakito.

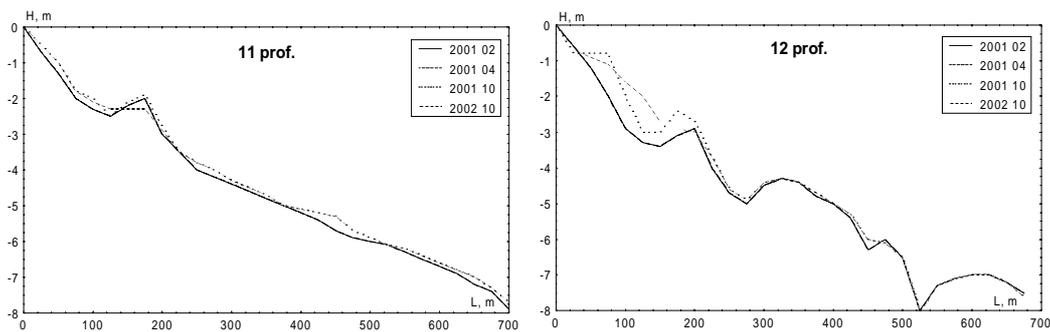
Priekrantės dugno reljefo pokyčius per šį laikotarpį įtakėjo tiek antropogeniniai (papildomas smėlio gramzdinimas), tiek gamtiniai (štorminiai bangavimai) faktoriai.

Papildomas smėlio gramzdinimas. Pasibaigus žuvų nerštui (nuo 2001-06-01 iki 2001-07-31) rekultivuojamo kranto zonos ruožo dalyje tarp 4 ir 5 kilometrų ir tarp 5 ir 8 m izobatų papildomai buvo išpilta 117 282 m³ smėlio. III-ajame tyrimų etape buvo nustatyta, kad praktiškai visas birželio–liepos mėn. išpiltas smėlis savo dislokacijos vietos nepakeitė, nors rugpjūtį–spalį jūra ne kartą stiproka bangavo. Toks papildomai išpildo smėlio stabilumas erdvėje, lyginant jį su anksčiau nugramzdinto smėlio dinamika, paaiškinamas jo gramzdinimo gyliu – pagrindinė smėlio masė lokalizuota tarp 5 m ir 6,5–7 m izobatų, tuo tarpu anksčiau smėlis buvo išpiltas tarp 4,0 m ir 5,5 m izobatų.

Dugno reljefo pokyčiai dėl gamtinių veiksnių. Kaip jau buvo minėta meteorologinės situacijos aprašyme, tarp II-ojo ir III-ojo stebėjimų etapų praėjo nemažai ciklonų, kurių sukeltas bangavimas bei cirkuliuojančios vandens masės išjudino ir perskirstė I-ajame smėlio gramzdinimo etape išpiltą smėlį. Dugno morfologinius pokyčius, įvykusius tarp II-ojo ir III-ojo natūrinių tyrimų etapų, iliustruoja 2 paveiksle pateikta grafinė medžiaga.

Tyrimų duomenų analizė parodė, kad net 61,2% (226 600 m³) išpildo smėlio buvo pernešta kranto link ir lokalizuota tarp kranto linijos ir 3,5 m izobatos, o 37,8% (140 000 m³) liko išpylimo vietoje. Ir tik labai nedaug – 1% (3400 m³) išpildo smėlio lokalizavosi tarp 7,0 m





2 pav. Rekultivuojamo kranto ruožo dugno reljefas: iki rekultivacijos darbų – 2001-02, po I-ojo smėlio gramzdinimo – 2001-04, po II-ojo smėlio gramzdinimo – 2001-10 ir praėjus metams – 2002-10.

Fig. 2. Bottom relief of recultivated coastal sector: before recultivation – 02 2001, after the 1st sand dumping – 04 2001, after the second sand dumping – 10 2001, a year after recultivation – 10 2002. 1–12 profiles.

ir 8,0 m izobatų. Giliau nei 8,0 m jokių dugno morfologinių reljefo pokyčių neužfiksuota. Taigi pasitvirtino šio darbo autorių anksčiau pateiktos (Vietos..., 2000) prognozės, kad pagal rekomenduotus rodiklius suformuotas sėklius, gesindamas bangas, judės statmenai kranto link.

Taigi rekultivuojamos priekrantės zonos dalis tarp dinaminės kranto linijos ir 3,5 m gylio izobatos, remiantis apibendrintais duomenimis, vidutiniškai paseklėjo 0,44 m, tarp 3,5 m ir 7,0 m izobatų – 0,19 m, o tarp 7,0 m ir 8,0 m izobatų – vos 0,01 m.

Taip pat nustatyta, kad didesniame nei 3,5 m gylyje už rekultivuojamos zonos ribų (nei Š, nei P kryptimi) žymesnė išpildo smėlio pernaša neužfiksuota. Tuo tarpu viršutinėje priekrantės dalyje (mažesniame nei 3,5 m gylyje) nedidelė dalis smėlio pernešta kelis šimtus metrų tiek į pietus, tiek į šiaurę nuo rekultivauto ruožo ribų (2 pav.), t.y. buvo papildomos viršutinės priekrantės dalies smėlio atsargos ir gretimuose kranto atkarpose.

Tyrimų IV-ajame etape (praėjus metams po grunto išpylimo – 2002 m. spalį) nustatyti morfologiniai dugno reljefo pokyčiai pateikti 2 paveiksle. Jame matyti, kad per labai audringą laikotarpį (2001 m. spalį–2002 m. kovą) suformuotas sėklius buvo stipriai išplautas (to laikotarpio meteorologinė situacija pateikta kitame skyrelyje). Kadangi didesnių morfometrinių pokyčių giliau kaip 7 m nenustatyta, galima teigti, kad nemaža dalis išpildo smėlio išnešta į gretimus rajonus, o ne į atvirą jūrą. Tai iš dalies patvirtina ir beveik nepakitusi 6 m bei 8 m gylyje granuliometrinė dugno sąnašų smėlio sudėtis.

Nors, kaip jau minėjome, praėjus metams po grunto gramzdinimo darbų suformuotas sėklius ir buvo apardytas, o dalis nugramzdinto smėlio išnešta į gretimus rajonus, rekultivuotame ruože stabilizavosi net 67% nugramzdinto smėlio: iš išpiltų 537 282 m³ liko 362 510 m³. Dar 12 445 m³ lokalizavosi gretimuose rekultivauto rajono ruožuose, ties I-uoju ir XII-uoju stebėjimų profiliais. Pasaulinė praktika rodo, kad dažniausiai kranto zonos rekultivavimo vietoje po metų lieka 40–50% išpildo smėlio (Basinski, 1989). Tokius palankius priekrantės rekultivavimo rezultatus (nors žiema buvo ir labai audringa), kaip jau minėjome, lėmė tai, kad nemaža dalis išpildo smėlio buvo stambių frakcijų.

Apibendrinimas

Kranto zonos rekultivavimu buvo siekiama apsaugoti kranto ruožą nuo hidrodinaminio jūros poveikio audrų metu. Kaip tai pavyko įgyvendinti?

Pirmiausia trumpai apžvelgsime hidrometeorologinį režimą, vyravusį po rekultivavimo darbų pabaigos (2001-08-31). Rugsėį vyravo santykinai ramūs orai. Tačiau jau spalį suaktyvėjo cikloninė veikla, nors mėnesio pradžioje ir viduryje praslinkę ciklonai galingumu dar neišsiskyrė (stipriausių vėjų vidutinis greitis siekdavo 8–13 m/s, o gūsiuose neviršydavo 20 m/s). Vyravo PR–PV krypties vėjai. Bet mėnesio gale (iš spalio 31-sios į lapkričio 1 d.) praūžė galingas ciklonas, kurio metu V krypties gūsiuose vėjo greitis siekė 32 m/s. Buvo uždarytas uostas, neplaukė keltai į Smiltynę. Kitas ciklonas praūžė lapkričio 11 d. – jo metu PV vėjo greitis buvo 21–22 m/s, o gūsiuose siekė 25–26 m/s. Stipri audra siautėjo ir lapkričio 21 d., kuomet ŠV vėjai gūsiuose sustiprėdavo iki 25 m/s. Cikloninė veikla buvo aktyvi ir gruodį, tačiau ciklonai nebuvo tokie galingi kaip lapkritį. Nerimo orai ir 2002 m. pradžioje. Visas sausis išsiskyrė aktyvia ciklonų veikla. Mėnesio pradžioje ir viduryje praslinko keli vidutinio stiprumo ciklonai, kurių metu vidutinis vėjo greitis buvo 7–12 m/s, o gūsiuose siekdavo 20 m/s. Mėnesio pabaigoje vėl praslinko du galingi ciklonai: sausio 25 d. PV–ŠV vėjų greitis gūsiuose siekė 28 m/s; sausio 29 d. PV–V vėjai pūtė 18–23 m/s, o gūsiuose – iki 30 m/s (uoste užfiksuotas 35 m/s vėjo greitis), neveikė uostas, neplaukė keltai. Vandens lygis Klaipėdos sąsiauryje pakilo iki 117 cm žymos. Audringas pasitaikė ir 2002 m. vasaris. Ciklonai keitė vienas kitą praktiškai be pertraukos. Vyraujanti vėjo kryptis buvo PV, rečiau ŠV. Vidutinis vėjo greitis 7–12 m/s, o gūsiuose siekė iki 20 m/s. Stipriausi vėjai buvo užfiksuoti 12 d. (V–ŠV vėjo gūšiai iki 25 m/s) ir 22–23 d. (PV vėjo gūšiai iki 30 m/s). Aktyvi ciklonų veikla truko iki kovo vidurio. Ypač audringa buvo kovo pradžia (2–9 d), kuomet PV–ŠV sektoriaus vėjai gūsiuose sustiprėdavo iki 25–28 m/s. Nuo kovo vidurio orai ėmė rimti, padažnėjo ŠR–PR sektoriaus vėjų.

Apibendrinant pateiktą meteorologinės situacijos apžvalgą galima konstatuoti, kad nuo 2001 m. lapkričio iki 2002 m. kovo II dekados dažni ir galingi ciklonai sudarė sąlygas vykti intensyviai kranto ardai. Dėl to visuose pažeidžiamiausiųose Lietuvos pajūrio kranto ruožuose (ties Būtinge, Ošupiu, Karklininkais–Šaipiais, Olando Kepure, Giruliais, Kopgaliu) krantų nuardymo laipsnis beveik prilygo 1999 m. siautusiai uragano *Anatolijus* sukeltai ardai (Žilinskas, Jarmalavičius, Kulvičienė, 2000), o kranto ruože Palangos tiltas–Birutės kalnas netgi gerokai ją viršijo. Tuo tarpu ties II Melnrage (kur po *Anatolijaus* krantas buvo taip pat labai pažeistas) po 2001 m. rudenį–žiemą siautusių audrų **krantas išliko stabilus**. Bene geriausiai rekultivacijos reikalingumą II Melnragės kranto ruože atspindi 3 ir 4 paveikslai. Rekultivavimo svarbą kranto stabilumui įrodo ir rekultivuotos zonos bei jai gretimo (nerekultivuoto) kranto ruožo palyginimas (5–6 pav.).

Pažymėtina, kad žemyninis krantas daugelyje vietų buvo aktyviai ardomas visą XX amžių, o gal dar ir anksčiau. Todėl nereikia tikėtis stebuklo, išpylus kranto zonoje tik 0,5 mln. m³ smėlio; kad atsikurtų kranto zonos pusiausvyros profilis, kranto zonos sąnašas reikia papildyti ne kartą. Reguliarūs (kas 5–10 metų) kranto zonos rekultivavimo darbai jau seniai atliekami daugelyje Europos šalių bei JAV (Van de Graff, Niemeyer, Van Overeem, 1991). Įsivyravus krantų ardymo tendencijoms ir siekiant stabilizuoti krantus, reikalingas ilgalaikis, racionalus, sistemingas, kompleksinis ir, deja, nemažai kainuojantis darbas. Tiesa, kranto zonos rekultivavimo ties II Melnrage darbai kainavo beveik tiek pat, kiek būtų kainavęs smėlio gramzdinimas artimojo dampingo rajone, kadangi atstumas į abi minėtas vietas yra beveik vienodas.



3 pav. Kranto ruožo ties II Melnrage vaizdas po 1999–2000 m. žiemos. Šis ruožas būtų atrodes taip arba dar blogiau (žr. tekstą) ir po 2001–2002 m. audringos žiemos.

Fig. 3. *A view of the coastal sector at Melnrage II after the winter of 1999–2000. The view would have been the same (see the text) or even worse after the stormy winter of 2001–2002.*



4 pav. Rekultivuota kranto zona ties II Melnrage, puikiai atsilaukiusi prieš 2001–2002 m. žiemos audras (fotografuota 2002-03-05).

Fig. 4. *After recultivation of the coastal zone the coastal sector at Melnrage II perfectly withstood the stormy winter of 2001–2002 (photograph of 05 03 2002).*



5 pav. Paplūdimys rekultivacijos zonos ribose išlikęs platus bei aukštas, apsauginis paplūdimio kopagūbris bangų net nepalietas (fotografuota 2002-03-05).

Fig. 5. The beach of recultivated zone is wide and high, the foredune ridge has not even been touched by the waves. (photograph of 05 03 2002).



6 pav. Kranto būklė po audringos 2001–2002 m. žiemos 200 m į pietus nuo rekultivuoto kranto zonos ruožo: paplūdimys siauras, žemas, vakarinis apsauginio paplūdimio kopagūbrio šlaitas stipriai nuardytas (fotografuota 2002-03-05).

Fig. 6. The state of the coast after the stormy winter of 2001–2002 200 m south of recultivated coastal sector: the beach is narrow and low, the western slope of the beach foredune ridge is strongly eroded (photograph of 05 03 2002).

Išvados

1. Praėjus septyniems mėnesiams nuo smėlio išpylimo darbų pradžios eksperimentinio rajono kranto zonoje net 61,2% viso išpildo smėlio buvo pernešta kranto link ir lokalizuota tarp kranto linijos ir 3,5 m izobatos; 37,8% smėlio liko išpildo vietoje ir tik labai nedaug – 1% išpildo smėlio lokalizavosi tarp 7,0 m ir 8,0 m izobatų. Giliau nei 8,0 m morfometrinių bei dugno nuosėdų granulimetrinių sudėties pokyčių neužfiksuota. Reikultivuotos priekrantės zonos dalis tarp dinaminės kranto linijos ir 3,5 m gylio izobatos vidutiniškai paseklėjo 0,44 m, tarp 3,5 ir 7,0 m izobatų – 0,19 m, o tarp 7,0 ir 8,0 m izobatų – vos 0,01 m. Giliau kaip 3,5 m už reikultivuotos zonos ribų (nei Š, nei P kryptimi) ryškesnės išpildo smėlio pernašos praktiškai neužfiksuota, tuo tarpu viršutinėje priekrantės dalyje (mažesniame nei 3,5 m gylyje) nedidelė dalis smėlio pernešta kelis šimtus metrų tiek į pietus, tiek į šiaurę. Nustatyta, kad gerą krantosauginį efektą davė 4 m gylyje suformuotas sėklius, tuo tarpu 5–6 m gylyje tolygiai paskleistas smėlis akivaizdžių krantosaugos funkcijų neatliko.

2. Praėjus metams nuo smėlio gramzdinimo darbų pabaigos, nors suformuotas sėklius ir buvo apardytas, o dalis nugramzdinto smėlio išnešta į gretimuosius rajonus, reikultivuotame priekrantės ruože išliko net 67% nugramzdinto smėlio (iš išpiltų 537 282 m³ liko 362 510 m³).

3. Nuo 2001 m. lapkričio iki 2002 m. kovo II dekados dažni ir galingi ciklonai sukeldavo intensyvią kranto ardą visuose itin pažeidžiamuose Lietuvos pajūrio kranto ruožuose ties Būtinge, Ošupiu, Karklininkais–Šaipiais, Olando Kepure, Giruliais, Kopgaliu – krantų nuardymo laipsnis beveik prilygo 1999 m. siautusiai uraganui *Anatolijus* sukeltai krantų ardai, o kranto ruože Palangos tiltas–Birutės kalnas – netgi gerokai ją viršijo. Tuo tarpu reikultivuotame kranto zonos ruože (kur po *Anatolijaus* krantas taip pat stipriai nukentėjo) krantas po 2001–2002 m. rudenį ir žiemą siautusių audrų, dėl atliktos kranto zonos reikultivacijos išliko stabilus.

Gauta 2003-04-10

Literatūra

Basinski T. (1990). Wybrane problemy umocnienia Polskiego wybrzeża morskiego, *Studia i materialy oceanologiczne* **55**, p. 147–162.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas *Dėl Lietuvos Baltijos jūros krantotvarkos strategijos nuostatų patvirtinimo* (2001 m. lapkričio 29 d. Nr. 570).

Lietuvos Respublikos pajūrio juostos astatymas (2002 m. liepos 2 d. Nr. IX-1016).

Van de Graff J., Niemeyer H. D., Van Overeem J. (1991). Beach nourishment, philosophy and coastal protection policy, *Coastal Engineering* **16**, p. 3–22.

Vietos eksperimentinei kranto zonos povandeninio šlaito reikultivacijos neužterštu smėliu parinkimas (2000). *Ataskaita/Geografijos institutas*.

Vietos eksperimentinei kranto zonos povandeninio šlaito reikultivacijos neužterštu smėliu parinkimas (2001a). *Ataskaita/Geografijos institutas*.

Vietos eksperimentinei kranto zonos povandeninio šlaito reikultivacijos neužterštu smėliu parinkimas (2001b). *Ataskaita/Geografijos institutas*.

Žilinskas G., Jarmalavičius D., Kulvičienė G. (2000). Uraganui „Anatolijus“ padariniai Lietuvos jūriniame krante, *Geografijos metraštis* **33**, p. 191–206.

The influence of nourishment of nearshore sediment supplies on the coast

Summary

In order to ensure the navigation for vessels with a greater draught the dredging of Klaipėda port entrance was assumed already in the middle of the 19th century. At the time when port jetties were built (in about 1835) the prevailing depth in the Klaipėda strait was 4–5 m. At present the depth of navigation channel in the entrance is 14 m. During the deepening and cleaning operations (from the beginning of port construction till present days) about 20 million m³ of soil have been removed from the entrance channel. The removed soil has been dumped in the open sea, i.e., eliminated from the migrational sediment flow balance of the upper part of coastal zone. As in granulometric and mineralogical composition the dredged soils are identical with the nearshore bottom surface sediments of adjacent areas (from which they usually get into the entrance channel during storms) a decision has been made to use the dredged clean sand for restoration of sand supplies in the coastal zone.

Generalized results of previous coastal zone investigations revealed that the best area for underwater slope recultivation is located between the 3rd and the 5th kilometers north of the Port of Klaipėda.

For observation of effects of recultivation in the study area 12 reference profiles of coastal zone, spaced about 200 m, were chosen: 10 profiles in the recultivated sector and 2 profiles outside the sector (i.e., ~ 180 north and south of recultivated sector). A detailed coastal levelling was done and nearshore bottom (from 5 points of every profile) surface sediments were taken before the recultivation (February of 2001), after the 1st stage of recultivation (April), after the 2d stage (October) and a year after recultivation (October, 2002).

The nearshore bottom sediments were replenished in a few stages: during the first stage (27 02 2001–30 03 2001) 250 000 m³ of sand were poured out between the 3rd and 4th kilometers (measuring from the Klaipėda port entrance axis), during the second (31 03 2001–15 04 2001) 170 000 m³ – between the 4th and the 5th kilometers, during the third stage (01 06 2001–31 06 2001) 60 461 m³ between the 4th and 5th kilometers, and during the fourth stage (01 07 2001–31 07 2001) 56 821 m³. It should be pointed out that during the 1st and 2d stages the sand was dumped between 3.5 and 5.0 m isobaths, during the 3rd and the 4th stages – between 4.5 and 6.5–7.0 m isobaths (barges were unable to approach the shore due to an artificial sand bar formed during the 1st and the 2d stages).

During the first stage of investigations (before the sand dumping) the morphometrical and lithological indices of the coast were determined. In further investigations these indices were taken as the point of departure (background) for evaluation of morpholithological changes occurring during and after the recultivation.

During the second stage of investigation it was determined that between 3.5 and 5 m isobaths an almost continuous, parallel to the coastline, underwater bank with one and, in some places, with two peaks was formed (Fig. 1). The height of the bank varied from 1 to 2 m.

In the coast (in the middle of the beach and at the dynamic coastline) and in the nearshore at the depth of 1.6 and 8 m the granulometric composition of surface sediments remained the same as before the sand dumping; at a depth of 2 m the bottom sediments became coarser – the average increase of the grain size over the whole sector was from 0.16 mm to 0.24 mm. The greatest compositional changes of sediments occurred at a depth of 4 m – dumping area – sediments with 0.15 mm in diameter were replaced by sediments with diameter ranging from 0.15 mm (2d profile), to 0.76 mm (10th profile). This implies that the dredged deeper, so far undisturbed, sediment layers in the port entrance are of coarser fraction.

The investigations of the 3 d stage were carried out after five months (three storms of medium strength have occurred during this time span). They were designed for evaluation of natural environment response to coastal recultivation works.

A repeated levelling of coastal cross-profiles revealed that coastal changes (between two observations) were within the limits of measuring inaccuracies. The average diameter of beach surface sediment grains in some profiles slightly decreased – at the dynamic coastline by 0.01 m, in the beach middle by 0.02 mm.

The nearshore bottom relief changes were predetermined by anthropogenic (sand dumping) and natural factors (storms).

Sand dumping. After the end of fish spawning period extra 117 282 m³ of sand were poured out (01 06 2001–31 07 2001) between the 4 th and 5 th kilometres (5 and 8 m isobaths) of the recultivated coastal zone.

Bottom relief changes predetermined by natural agents. A few cyclones which occurred between the 1 st and 2 d stages of sand circulation stirred and redistributed the sand dumped in the 1 st stage (Fig. 2). Data analysis revealed that even 61.2% (226 600 m³) of dumped sand was moved to the shore and localized between 0 and 3.5 m isobaths, where as 37.8% (140 000 m³) remained in the dump site. Only a small amount – 1% (3 400 m³) of dumped sand localized between 7.0 and 8.0 m isobaths. Beyond the 8.0 m isobathe no morphological changes of relief were recorded. Thus, the part of recultivated nearshore between the dynamic coastline and 3.5 m isobathe according to generalized data become more shallow – by 0.44 m, between 3.5 and 7.0 isobaths – 0.19 m, between 7.0 and 8.0 isobaths – only 0.01 m.

It was also determined that beyond the depth of 3.5 m (neither northward nor southward) a considerable sand transport was not recorded. In the upper part of the nearshore (at smaller depth than 3.5 m) some of the sand was transported for a few hundred meters southward and northward from the boundary of recultivated sector, i.e., the upper nearshore sand supplies were replenished also in the adjacent coastal sectors.

The fourth stage of investigations. Though a year after recultivation the nearshore was eroded, even 67% of dumped sand remained stable (362 510 m³ of the dumped 537 282 m³). 12 445 m³ localized in the adjacent areas, at the 1 st and 12 th profiles. No pronounced morphometric changes occurred beyond 7 m isobathe. This implies that a great part of sand was transported to the adjacent areas instead of the open sea. This is also proved by an almost unchanged granulometric composition of bottom sediments at a depth of 6 and 8 m. In other depth areas and at the dynamic coastline the grain diameter of sediments become smaller: at a depth of 4 m from 0.25 mm to 0.23 mm at a depth of 2 and 1 m – from 0.27 mm to 0.24 mm, at the dynamic coastline – from 0.29 mm to 0.27 mm.

Generalization. Frequent and strong cyclones occurring from November, 2001 to March, 2002 conditioned an intensive coastal erosion over the whole sensitive Lithuanian coastal sector: at Būtingė, Ošupys, Karklininkai–Šaipiai, Olando Kepurė, Giruliai, Kopgalis (the level of erosion equalled the one after hurricane Anatoli of 1999), Palanga pier–Birutės Mount. At Melnragė II (which was strongly damaged by Anatoli) the storms of the autumn–winter of 2001 inflicted almost no coastal damage due to recultivation (Figs 3–6).