

Albertas Bitinas, Gamtos tyrimų centras



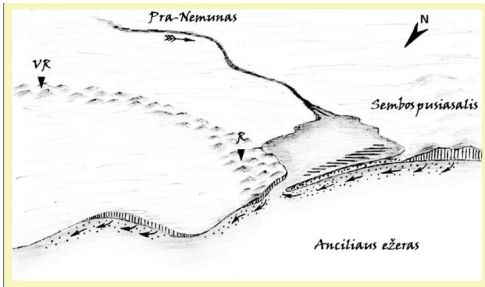
PIETRYČIŲ BALTIJOS NERIJOS: TRUMPA GEOLOGINĖS RAIDOS APŽVALGA

Žvelgiant į Baltijos regiono žemėlapių akį patraukia pietinėje jūros dalyje nusidriekusi nerijų virtinė: Lebos, Helio, Vyslos, Kuršių – savo kairiąja dalimi jos priaugusios prie kranto, o dešiniajame gale turi platesnę ar siauresnę prataką, jungiančią jūrą su lagūna (mariomis) ar, kaip Helio nerijoje, su jūrine įlanka. Vos tik pradėjus domėtis Baltijos jūros geologija kilo klausimas, kodėl nerijos orientuotos būtent taip? Kažkur literatūroje radau paaiškinimą, kad tai nulėmė cikloninis, t. y. prieš laikrodžio rodyklę orientuotas, ir Baltijos jūroje vyraujantis srovių pobūdis, atitinkamai pernešantis nešmenis ir jūros priekrantėje. Pradėjus detaliau gilintis į nerijų geologinę sandarą bei jų raidą, prieš akis atsivėrė kur kas sudėtingesni reiškiniai, kuriems paaiškinti vien tik žinių apie jūros sroves nebeužtenka...

Pačios ilgiausios ir gana panašių kontūrų Baltijos jūros pietrytinės dalies nerijos dvi – Kuršių ir Vyslos. Jos nuo jūros atskiria pačias didžiausias Baltijos lagūnas – Kuršių marias ir Vyslos (Kaliningrado) įlanką (Aistmares). Iš pirmo žvilgsnio labai panašus ir abiejų nerijų reljefas – vyraujančią padėtį užima smėlio kopų masyvai (nors ir gana skirtingi pagal matmenis), prie kurių šliejasi kauburiuoti jūros ar marių palvės plotai. Nemažai panašumo turi ir abiejų nerijų geologinė sandara – be jau minėtų eolinių kopų masyvų,

abiejų nerijų stuomenys sukloti iš jūrinio smėlio storymių, į kurias įsiterpia skirtingose nerijose nevienodai plačiai paplitusių marių mergelio ar durpių sluoksniai. Tai lyg ir byloja apie panašią abiejų šių nerijų geologinę raidą. Vis dėlto šiuo metu turimi ir vis dar tebe gaunami nauji abiejų nerijų nuosėdų bei nuogulų analitinių tyrimų rezultatai, taip pat viso Pietryčių Baltijos regiono paleogeografinių sąlygų analizė rodo, kad esama ir tam tikrų skirtumų.

Ankstesnieji nerijų geologiniai tyrimai. Kuršių nerijos ir Kuršių marių kilmė nuo seno domino gamtos tyrėjus. Pirmąsias publikacijas apie jų geologinius tyrimus XIX–XX a. sandūroje paskelbė Prūsijos mokslininkai: J. Shumann'as (1861), G. Berendt'as (1869), A. Tornquist'as, (1910), H. von Wichdorff'as (1919) ir kt. Kuršių nerijos geologine sandara ir čia vykstančiais geologiniais procesais XX a. pirmojoje pusėje pradėjo domėtis ir Lietuvos tyrėjai, pasirodė nerijos kopoms skirta V. Viliamo publikacija (1932). Sistemingų Kuršių nerijos geologinių tyrimų pradžia reikėtų laikyti šeštąjį praeito amžiaus dešimtmetį, kai pasirodė pirmosios V. Gudelio, M. Kabailienės ir kt. tyrėjų publikacijos. Jose buvo nagrinėjami nerijos geologinės raidos ypatumai, nuosėdų stratigrafija, geomorfologija, palaidotų dirvožemių paplitimas, eoliniai procesai ir kt. Kuršių nerija su šalia plytinčiomis Kuršių mariomis buvo



1 pav. Galimas Kuršių nerijos vaizdas Anciliaus ežero ir po jo buvusios ankstyvosios Litorinos jūros egzistavimo metu, maždaug prieš 8,5–8,0 tūkst. m. Vertikaliu štrichu parodyti bangų ardomi (abraduojami) krantai: Sembos pusiasalis, ledyno paliktas moreninis kalvagūbris Šarkuvos (dabar Rybačij) ir Rasytės (dabar Lesnoje) apylinkėse ir kt. Dabartinė apytikrė Rasytės vieta pažymėta trikampiu (R), kitas analogiškas trikampis (VR) rodo, kur tuo metu buvo dabartinis Ventės ragas. Rodyklės Anciliaus ežero priekrantėje žymi išilgai kranto srovių pernešamo smėlio (taškučiai eskize) kelią. Horizontali štrichuotė lagūnoje – marių mergelio kaupimosi arealas. Šiame eskize, kaip ir kituose, nėra išlaikytos vaizduojamų objektų proporcijos ir vertikalūs bei horizontalūs masteliai – juose siekta pavaizduoti tik esminius paleogeografinės situacijos bruožus bei vyravusių geologinių procesų esmę Fig. 1. A possible view of the Curonian Spit during the Ancylus Lake and the early Litorina Sea, about 8.5–8.0 ka BP. The vertical strip shows the banks that are being destroyed (abraded) by the waves: the Semba peninsula, the moraine ridge left by the glacier in the vicinity of Šarkuva (present Rybačij) and Rasytė (present Lesnoje), etc. The approximate location of present Rasytė settlement is marked with a triangle (R); another analogous triangle (VR) shows where the present Ventė Ragas cape was at that time. The arrows along the shores of the Ancylus Lake mark the sand (dots in the sketch) transportation by currents. Horizontal stroke in the lagoon – an accumulation area of the lagoon marl. In this sketch, as in the other ones, the proportions of the depicted objects and the vertical and horizontal scales are not adhered – they seek to depict only the essential features of the palaeogeographical situation and the essence of the prevailing geological processes

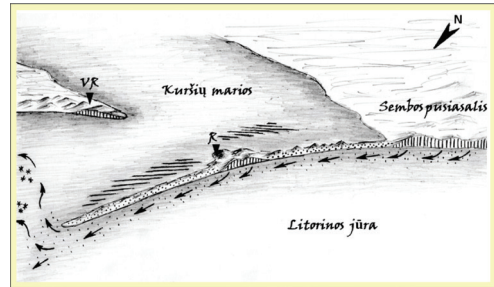
tiriama ne vien moksliniam smalsumui patenkinti – čia atlikti ir praktiniai geologiniai tyrimai: ieškota gintaro telkinių, vyko geologinio kartografavimo darbai, kurių metu buvo gręžiami grę-

žiniai ir detalai tiriama visa kvartero nuogulų storumė, sudaromi įvairaus geologinio turinio žemėlapiai. XX a. pabaigoje, o ypač pastaraisiais XXI a. dešimtmečiais Kuršių nerijos geologinės sandaros tyrimai pastebimai suaktyvėjo, į juos įsitraukė kelios dešimtys mokslininkų. Tyrimų rezultatai ne tik atskleidė naujus, iki šiol nežinotus Kuršių nerijos formavimosi bei jos geologinės sandaros ypatumus, bet ir iškėlė nemažai naujų galvosūkių.

Dauguma Kuršių nerijos genezei skirtų publikacijų autorių sutaria, kad esminį vaidmenį jos formavimuisi bei dabartinei raidai turėjo iš abraduojamų Sembos pusiasalio krantų jūros srovių pernešamas smėlis. O pati nerijos raida įsivaizduojama gana skirtingai. Tarp Lietuvos tyrėjų bene populiariausias M. Kabailienės pasiūlytas nerijos formavimosi modelis. Pagal jį nerija iš pradžių susiformavo kaip atskirų salų su sąsiauriais (pratakomis) tarp jų grandinė, kurios tik vėliau susijungė į vientisą nerijos masyvą. R. Kunsko ir R. Rimantienės interpretacijose, aiškinant akmens amžiaus gyvenviečių atsiradimą ir paplitimą nerijoje, remiamasi galimu ilgalaikių pratakų tarp marių ir jūros egzistavimu. O bene garsiausias mūsų Baltijos pajūrio tyrėjas akademikas V. Gudelis Kuršių nerijos atsiradimo klausimu išsakė vertingą įžvalgą ir teigė, kad pirmiausia ji susiformavo kiek vakariau nuo šiandien esančios (kur dabar plyti jūros priekrantė ir jos sėkliai) ir tik vėliau, kylant vandens lygiui, ši pirminė nerija buvo jūros bangų bei srovių performuota ir perstumta

į dabartinę padėtį. Jis rėmėsi faktu, kad daugelyje Kuršių nerijos vietų į smėlio stormę įsiterpusios lagūninės nuosėdos (daugiausia karbonatingas aleuritas, dar kitaip vadinamas marių mergeliu), kurios susidarė uždarame ar pusiau uždarame gėlavandeniame baseine. Jos paplitusios per visą dabartinės Kuršių nerijos plotį ir byloja apie dabartinės nerijos vietoje kažkada plytėjusią lagūną (marias). Ypač daug dėmesio mokslininkai skyrė nerijoje plytinių kopų susidarymui bei vėlesnei jų transformacijai – perpustymui į dabartinį Didįjį kopagūbrį. Tai siejama ne tik su plynaisiais miškų kirtimais vėlyvaisiais viduramžiais, bet ir su galimai stambaus masto miškų gaisrais, po kurių vykdavo ženklus eolinių procesų suaktyvėjimas ir kopų persistūmimas.

Kalbant apie Kuršių nerijos kilmės hipotezes bei su tuo glaudžiai susijusias kitas geologinio pobūdžio problemas (gintaro atsiradimas Kuršių marių akvatorijoje, marių mergelio sluoksnių susiformavimas bei paplitimas ir kt.), negalima nepaminėti kelių egzotiškų mokslinėse publikacijose aptinkamų Kuršių nerijos raidos hipotezių. Esti samprotavimų, kad dabartinė Kuršių nerija kartu su kopomis susiformavo prieš kelias dešimtis tūkstančių metų, dar iki užslenkant paskutiniojo apledėjimo ledynui. Tačiau kontinentinį apledėjimą ir su tuo susijusias problemas nagrinėjantiems tyrėjams visiškai nesuprantama, kodėl šis paskutinis iš Skandinavijos slinkęs ledynas, savo maksimalaus paplitimo metu padengęs beveik visą Lietuvą ir vos ne pusę



2 pav. Galimai buvusi paleogeografinė situacija gerokai po maksimalios Litorinos jūros transgresijos, vykusios prieš 7,7–7,6 tūkst. m., nusistovėjus dabartiniam vandens lygiui ir Kuršių nerijai pasiekus dabartinės Juodkrantės apylinkes, t. y. apytikriai prieš 6,0–5,5 tūkst. m. Žvaigždutėmis pažymėtos gintaro akumuliacijos vietos

Fig. 2. Palaeogeographic situation after the maximum transgression of the Litorina Sea (about 7.7–7.6 ka BP), when the present water level stabilized and the Curonian Spit reached vicinities of the present Juodkrantė settlement, i.e. approximately 6.0–5.5 ka BP. The areas of amber accumulation are marked with asterisks

kaimyninės Lenkijos bei slinkimo kelyje gerokai pakeitęs visą iki tol buvusį reljefą, perklostęs nuogulas ir atvilkęs galybę riedulių, kažkodėl ėmė ir pamiršo nugremžti birų nerijos kopų smėlį... Dar kitose publikacijose taip pat neapsieinama be šio ledyno veiklos, tik čia Kuršių nerijos atsiradimas jau siejamas su poledyninių nuogulų išspaudimu (glaciotektonika) į kažkokį didžiulį dabartinės nerijos vietoje ledyne atsiradusį plyšį. Jis atseit atsiradęs tarp jau baigiančio sutirpti ledo masyvo (vadinamojo negyvo ledo), gulėjusio dabartinėje Kuršių marių vietoje, ir aktyvios, Baltijos jūros depresija judėjusios ledyno plaštakos.

Mokslinėse publikacijose randame ir įvairių versijų apie gintaro sankaupų susidarymą Kuršių mariose ties Juodkrante. Dažniausiai jis siejamas su

Kuršių nerijos pratakomis, per kurias gintaras iš Litorinos jūros pateko į marias. Pastaruoju metu atsiranda ir originalesnių hipotezių. Viena jų teigia, jog kažkur Litorinos jūros priekrantėje susiklosčiusias gintaro sankaupas per nerijos prataką į marias atnešusi cunamio banga, kurią sukėlęs maždaug prieš 6–5 tūkst. m. prie Švedijos krantų įvykęs žemės drebėjimas (iš tikrųjų minėtu laikotarpiu tokių geologai yra užfiksavę) ar net į Litorinos jūrą pataikęs stambus meteoritas...

Vyslos nerijos atsiradimą ir raidą daugiausia nagrinėjo Lenkijos tyrėjai – šiai valstybei priklausanti nerijos dalis geologiškai detaliau ištirta nei kad Rusijos Federacijos dalis, kuri ilgus metus buvo uždara karinė teritorija. Vertindami šios nerijos formavimąsi savo darbuose Lenkijos tyrėjai iš esmės remiasi tik jų teritorijoje surinkta geologine informacija – jūrinių ir lagūninių (smėlių, moliuskų kiautelių) bei kranto nuosėdų (palaidotų durpių, medžių ir pan.) litologinių, geochronologinių, paleobotaninių ir kt. tyrimų rezultatais. Pasak jų, kylant jūros vandens lygiui holoceno metu, nerija formavosi kaip migruojantis krantinis smėlio barjeras, atitverdamas gėlavandenį baseiną – Aistmares, kurios niekada nebuvo jūrine įlanka. Nerijos augimas ir kopų formavimasis siejamas su Vyslos gausiai atnešamomis sąnašomis. Rusijai priklausančioje Vyslos nerijos dalyje nagrinėti tik tam tikri tyrėjus labiau sudominę klausimai – nerijos landšaftai bei reljefo geomorfologiniai ypatumai, taip pat senosios, keletą metrų virš dabartinio

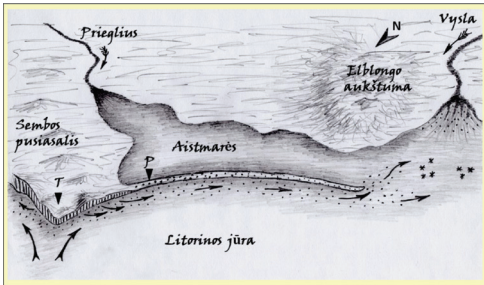
jūros ir marių vandens lygio iškeltos lagūninės nuosėdos. Pastarųjų paplitimas leido kelti hipotezę, kad gana didelę įtaką Vyslos nerijos formavimuisi turėjo neotektoniniai svyruojamieji Žemės plutos blokų judesiai holoceno pabaigoje. Vis dėlto apibendrinamojo visos Vyslos nerijos geologinės raidos modelio mokslinėje literatūroje rasti nepavyko.

Pastarųjų metų tyrimai ir naujausios interpretacijos. Gausėjant naujiems Kuršių nerijos geologinės sandaros tyrimų duomenims, formuojasi kiek kitoks supratimas apie jos atsiradimą ir raidą. Jau beveik neliko abejojančių, kad didesniąją Kuršių nerijos stuomens dalį sudaro iš ardomų Sembos pusiasalio krantų jūros srovių atneštas smėlis. Tik ruože tarp Rasytės (dabartinė Rybačij gyvenvietė) ir Šarkuvos (dabar Lesnoje gyvenvietė) jos pamatą sudaro ledyno paliktos moreninės nuosėdos. Tai kažkada aktyvios ledyno plaštakos pakraštyje sustumto moreninių nuosėdų kalvagūbrio, dabartiniu metu besitęsiančio nuo Klaipėdos iki Ventės rago ir gana gerai pastebimo žemės paviršiuje, tęsinys. Dalis tyrėjų mano, kad galbūt teisingiausią nuomonę apie Kuršių nerijos formavimosi pradžią dar praeito šimtmečio pabaigoje išsakė Baltijos jūros geologijos tyrėjas A. I. Blažčišin'as, dirbęs Rusijos mokslų akademijos P. P. Širšovo vardo okeanologijos instituto Atlanto filiale Kaliningrade. Anot jo, pirmiausia, galbūt net Anciliaus ežero egzistavimo metu, susiformavo dvi mažesnės nerijos, kurios tuo metu buvo kelis ar net keliolika

kilometrų, lyginant su dabartine Kuršių nerijos padėtimi, nutolusios jūros link ir žemesniame absoliutiniame aukštyje, o tai lėmė žemesnis vandens lygis Baltijos duburyje. Viena iš šių nerijų, kaip kad ir dabartinė, buvo nutįsusi nuo Sembos pusiasalio, o kita – nuo jau minėto tarp Šarkuvos ir Rasytės plytinčio paskutiniojo apledėjimo ledyno suformuoto moreninio gūbrio iškyšulio. Praėjus keletui tūkstantmečių ir pakilus Baltijos jūros vandens lygiui, bangos ir srovės šias nerijas performavo – perstumtos kranto link jos susijungė į vientisą neriją. Beje, Kuršių nerijos pietinės dalies persistūmimas tebesitęsia ir dabar – apie tai byloja kartkartėmis (ypač po stipresnių štormų) krante bei priekrantėje ties Rasyte atsidengiantys maždaug 3,7 tūkst. m. senumo medžių kelmai ir durpių klodai bei netoliese jūrinės abrazijos ardomos senosios kopos, kuriose atsidengia keli panašaus amžiaus palaidoto dirvožemio sluoksniai. Iš dalies šią hipotezę patvirtinta naujai gauti duomenys apie jūros priekrantėje daugiau nei 20 m gylėje, ties šiuolaikinės nerijos stuomenu aptiktas deformuoto marių mergelio masyvas. Jis toks pat, kaip ir mergelio išspaudos, matomos dabartiniame Kuršių marių krante po Parnidžio ir Sklandytojų kopomis. Jų deformacijas ir išspaudimą į žemės paviršių daugiau nei iš 7–8 m gylio sąlygoja didelis smėlio kopų slėgis joms migruojant virš minėtų marių mergelio nuosėdų storių. Tad jūros dugne rasti deformuoto marių mergelio klodai bylotų apie buvusius analogiškus procesus ir pietinėje nerijos dalyje, kurie vyko keletą tūks-

tančių metų anksčiau ir pora dešimčių metų žemesniame absoliutiniame aukštyje. Tikrąjį nerijos formavimosi modelį, matyt, teks dėlioti iš naujo, o dviejų nerijų vienalaikis egzistavimas liks tik kaip viena iš hipotezių...

Nemažai Kuršių nerijos tyrėjų savo dėmesį sutelkė į kopų atsiradimą ir tolesnę jų geologinę raidą. Dabartinis kopų reljefas siejamas su aktyvia žmogaus veikla: per XVII–XVIII a. siautusių karus, ypač per Septynerių metų karą (1756–1763 m.), Kuršių nerijos miškai buvo beveik visiškai sunaikinti, iškirstose plynėse siautėjo vėjai, o kopų slinkimas įgavo katastrofišką mastą – po smėliu palaidota net keturiolika nerijos kaimų. Perpustomos parabolines kopos jungėsi į vientisą grandinę, suformuodamos Didįjį nerijos kopagūbrį. Jų aukštis pasiekė 60–70 m (tapo aukščiausios visoje Šiaurės Europoje), o dėl vyraujančių vakarų vėjų palengva slinko rytų kryptimi. Pasiekęs rytinį nerijos pakraštį, kopų smėlis užpildavo ir dalį Kuršių marių priekrantės – taip nerija plėtėsi, o vietomis vėjas suformavo į marias nutįsčius ilgus smėlio ragus. Šitaip Kuršių nerijos plotis pasidarė labai įvairus: plačiausia ji ties Bulvikio ragu šiauriau Nidos (apie 4 km), o siauriausioje vietoje, šiauriau Šarkuvos, jos plotis tesiekia vos 400 m. Siauresnes ir mažiau iškilusias nerijos vietas stipresnių štormų metu užpildavo ir išplaudavo jūros bangos – formuodavosi laikinos pralaužos, o pati nerija trumpam iš pusiasalio virsdavo sala ar net salų virtine.



3 pav. Vyslos nerijos formavimasis po maksimalios Litorinos jūros transgresijos. Stambesnės rodyklės baseine rodo vyraujančias jūrines sroves. Trikampiu (T) pažymėta dabartinio Tarano iškyšulio (rus. *Mys Taran*) padėtis, kitas trikampis (P) žymi dabartinės Piliavos (Baltijsko) vietą

Fig. 3. Formation of the Vistula Spit after the maximal Litorina Sea transgression. Larger arrows in the basin indicate the prevailing sea currents. The triangle (T) indicates position of the present Taran Cape (in Russian: *Mys Taran*), the other triangle (P) indicates location of the present Piliava (Baltijsk) town

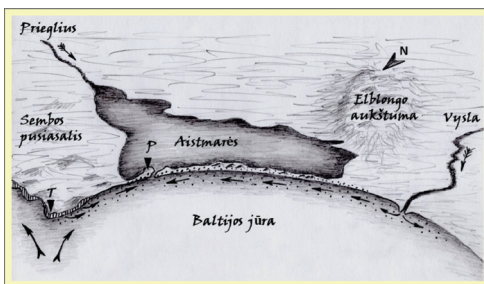
Koks Kuršių nerijos kopų reljefas buvo iki minėtojo XVII a., sprendžiama tik pagal parabolinių kopų reljefą, išlikusį ties Juodkrante, kuri detaliau patyrinėjus kyla abejonių, ar čia paplitusios kopos tikrai vien tik parabolinės... Pastarųjų metų moksliniai kopų tyrimai (LiDAR vaizdų analizė, georadarų panaudojimas, palaidotų dirvožemių datavimas radioaktyviosios anglies metodu, eolinių smėlių amžiaus nustatymas liuminescenciniais metodais ir pan.) bei jų pagrindu atliktos Kuršių nerijos kopų paleogeografinės raidos rekonstrukcijos Negyvosiose (Pilkosiose) kopose byloja, kad apytikriai jau prieš 5,6 tūkst. m. kopas dengė gerai susiformavęs dirvožemis ir per kelis vėlesnius tūkstantmečius reljefas čia mažai pasikeitė – beveik visą šį laikotarpį kopos rėmėsi į marias maždaug ties vakarine šiandieninio Didžiųjų kopų kopagūbrio papėde. Tad tuo metu Kuršių

nerija turėjo būti kur kas siauresnė nei dabar, o kopų masyvas, matyt, driekėsi nuo jūros iki marių, t. y. vyravo panašus į dabartinį ties Juodkrante esantį kopų reljefą. Tyrimai liudija, kad skirtingais laikotarpiais vykusias kopų transformacijas lėmė ne globalūs gamtiniai procesai, pvz., klimato pašaltėjimas ir su tuo susijęs didelio masto augalijos sunykimas ar pan., kaip kad buvo manoma anksčiau, o lokalūs veiksniai: galimai nedideli natūralūs miško gaisrai, o gal net žmogaus iškirsti ar specialiai išdegti nedideli miško plotai. Augalijai vienu ar kitu būdu sunykus, vėl prasidėdavo smėlio išpustymas, kopos atgydavo ir pajudėdavo marių link. Šios kopų transformacijos nebuvo didelės – persistumdavo jos dažniausiai tik dešimtis, vietomis – kelis šimtus metrų. Matuojant geologine laiko skale procesas trukdavo neilgai – tik kokių šimtmetį ar kitą. Ilgainiui kopų paviršiuje vėl įsitvirtindavo vienokie ar kitokie augalai, formuodavosi naujas dirvožemis, smėlis nustodavo slinkęs ir kopos sustodavo – prasidėdavo jų stabilizacijos laikotarpis. Jauniausio tyrinėto palaidoto dirvožemio amžius – tik 500–700 m.

Vyslos nerijos Aistmarių krante, skirtingai nei Kuršių nerijoje, kur jauniausios kopos nusidriekusios išilgai marių pakrantės, aptinkamos pačios seniausios kopos, kurių amžius siekia daugiau nei 5,5 tūkst. m. Jauniasios kopų masyvai, susiformavę apytikriai prieš 500 m., plyti išilgai dabartinės jūros pakrantės. Toks kopų pasiskirstymas, matyt, liudija apie tai, kad Vyslos nerija išvengė vėlyvųjų viduramžių antropogeninės

invazijos (miškų kirtimo). Šiuo metu ją nuolat pamaitina iš Vyslos upės į Baltijos jūrą patenkantys nešmenys.

Esminiai nerijų formavimosi ypatumai. Apibendrinus turimus Kuršių nerijos geologinius, geomorfologinius, archeologinius ir kt. mokslinių tyrimų duomenis peršasi išvada, kad jos užuomazgos galėjo atsirasti dar Anciliaus ežero egzistavimo pabaigoje, kai vandens lygis Baltijos jūros duburyje smarkiai pakilo (tačiau buvo daugiau nei 20 m žemiau nei dabar). Tuo metu šiaurinę Sembos pusiasalio dalį intensyviai ėmė ardyti bangos, o baseino srovės smėlingus nešmenis transportavo rytų link: pusiasalio šiaurinėje dalyje ėmė rasti smėlio nerija, kuri atskyrė čia esančią įlanką nuo pagrindinio baseino ir suformavo lagūną (1 pav.). Galbūt tai ir galima laikyti Kuršių nerijos bei marių užuomazgomis. Į šią lagūną (marias) jau, matyt, įtekėjo ir senasis Nemunas, kuris kiek mažiau nei prieš



4 pav. Dabartiniai Vyslos nerijos kontūrai galutinai nusistovėjo prieš pusę tūkstančio metų, Vyslos deltos sąnašoms uždarius įlanką tarp jūros ir lagūnos pietinėje Aistmarės dalyje ir susiformavus pastoviai pratakai ties Piliavos (Baltijsko) miestu

Fig. 4. The recent contours of the Vistula Spit were finally established half a thousand years ago, when the Vistula Delta deposits closed the bay between the sea and the lagoon in the southern part of Aistmarės; after the permanent strait near the town of Piliava (Baltijsk) was formed

9 tūkst. m. pralaužė Vilkyškių gūbrį ir ėmė tekėti vakarų kryptimi: iki tolei – visu poledynmečiu bei ankstyvojo holoceno metu – nuo minėto gūbrio ši upė suko pietų link ir susiliedavo su Priegliumi. Atsiradusiose mariose, matyt, dėl Nemuno atplukdomo didelio nešmenų kiekio, labai intensyviai kaupėsi organinės kilmės nuosėdos, t. y. ir jau minėtas marių mergelis.

Maksimalios Litorinos transgresijos metu, apytikriai prieš 7,7–7,6 tūkst. m., įvyko santykinai greita viso baseino transgresija, kai vandens lygis pakilo ne mažiau kaip dvidešimt metrų. Tokį šuolį galėjo sąlygoti spartesnis, lyginant su buvusiu Anciliaus ežere bei ankstyvojoje Litorinos jūroje, Pasaulinio vandenyno lygio kilimas, sukėlęs staigų Šiaurės jūros vandens plūsmą į Baltijos duburį per pralaužą (o gal net kelias) dabartinių Danijos sąsiaurių rajone. Katastrofiškai greitai kylant vandens lygiui ypač intensyviai turėjo būti ardomi Sembos pusiasalio krantai, o buvusi nerija transformuojama ir perstumiamą per buvusios lagūnos akvatoriją. Šio proceso metu, matyt, ir buvo deformuoti jau minėti lagūnoje susikaupę marių mergelio sluoksniai, kurie nerijai persistūmus atsidūrė jūros priekrantėje. Po maksimalios Litorinos jūros transgresijos, apytikriai nusistovėjus dabartiniam vandens lygiui, nerijos padėtis iš dalies stabilizavosi – ji ėmė augti ilgyn ir maždaug prieš 6,5 tūkst. m. siekė daugiau nei pusę dabartinio savo ilgio. Tai rodo ir archeologinių tyrimų duomenys, bylojantys, kad tuo metu ties Nida jau buvo apsisostoję akmens

amžiaus žmonės. Intensyviai ardomas Sembos pusiasalis palengva traukėsi pietų link, kartu keitėsi ir nerijos konfigūracija, ypač jos pietinė dalis, – nerijos stuomens padėtis kito priklausomai nuo pusiasalio kranto padėties (2 pav.). Maždaug prieš 5,5 tūkst. m. nerija galėjo siekti dabartinės Juodkrantės apylinkes. Tuo metu palengva atsitraukiant Rasytės ir Šarkuvos apylinkių jūriniam nerijos krantui, atsidengė gana ženklaus kraštinių darinių moreninio gūbrio ruožas, kurio abrazija išilginį kranto nešmenų srautą papildė rupesniu smėliu. Tik taip galima paaiškinti, kodėl nerijos pagrindas ties Juodkrante, suklotas iš stambesnio smėlio ir kodėl šio ruožo paplūdimiuose nemažai vien tik iš kristalinių uolienu sudarytų ir labai plokščiai apzultintų žvirgždo bei gargždo apvalainukų...

Aptariamuoju laikotarpiu prasidėjo dar ir kitas, gana reikšmingas procesas – gintaro akumuliacija dabartinėje Kuršių nerijos akvatorijoje bei kranto ruožuose, kuriuos tuo metu sėmė Litorinos jūros vandenys (2 pav.). Galima numanyti, kad būtent prieš minėtus 5,5 tūkst. m. besitraukiančio Sembos pusiasalio krante atsidengė ir pradėti abraduoti paleogeno epochos gintaringieji klodai. Nemenką įtaką nerijos formavimuisi padarė ir poledynmečiu prasidėjęs glacioizostatinis Žemės plutos kilimas, kilstelėjęs ją keletą metrų į viršų.

Kiek kitokia Vyslos nerijos geologinė raida. Trūkstant duomenų šiandien sunku spręsti, kada atsirado pirmosios šios nerijos užuomazgos, tad kiek konkrečiau jos geologinę raidą galima įsivaizduoti tik nuo Litorinos jūros, ypač po mak-

simalios jos transgresijos. Pirmajame etape nerijos formavimasis ir medžiagų pernešimas vyko iš šiaurės į pietus, t. y. nuo abraduojamo, į vakarus nukreipto Sembos pusiasalio kranto nešmenys migravo pietų link, palaipsniui atitverdami dabartinėje Vyslos įlankos dalyje plytinčią įlanką (3 pav.). Ten, kur šiuo metu yra sausuminė Vyslos deltos dalis, ilgą laiką tyvuliavo Litorinos jūros įlanka, į kurią kažkuriuo metu (nebūtinai tuo pačiu, kaip ir į Kuršių marias) iš ardomų Sembos pusiasalio krantų taip pat plūstelėjo gintaras. Vyslos deltos vietoje esanti jūros įlanka, nors palaipsniui ir pildoma Vyslos nešmenimis, praktiškai egzistavo visos Litorinos jūros stadijos metu. Būtent per čia Aistmarės jungėsi su jūra ir ištekdavo į marias patenkantis Priegliaus bei kitų smulkesnių intakų vanduo. Istoriniai duomenys byloja, kad dabartinė prataka ties Piliavos (rus. *Baltijsk*, vok. *Pillau*) gyvenvietė atsirado tik 1510 m. po stipraus štormo buvusios pralaužos vietoje. Iki tol buvusios štorminės nerijos pralaužos ar žmogaus bandymai dirbtinai suformuoti įplaukos kanalą baigdavosi vienodai – jūros srovės labai greitai juos pripildydavo sąnašų. Tad galima daryti prielaidą, kad pačioje XVI a. pradžioje Vyslos deltos frontas susijungė su nerija, šitaip sustabdydamas vandens cirkuliaciją tarp jūros ir marių jos pietvakarinėje dalyje ir sudarydamas sąlygas pastoviai vandens iškrovai iš Aistmarių į jūrą per pralaužą ties Piliava (4 pav.). Šiuo metu neriją maitina Vyslos atplukdomos sąnašos, nes buvusi prataka ties Piliava virto nuolat gilinamu įplaukos į

Baltijsko ir Kaliningrado uostus kanalu, kurių vargu ar beįveikia nuo Sembos pusiasalio krantų plukdomas nešmenų srautas.

Ši trumpa abiejų Pietryčių Baltijos nerijų geologinės raidos ypatumų apžvalga byloja, kad dar nėra iki galo žinomas ir suprantamas jų atsiradimas ir vystymasis. Daugiau ar mažiau aiškūs tik kai kurie šių nerijų raidos etapai, o į daugelį kitų klausimų atsakymus dar reikės rasti ateityje. Prieš kelerius metus Rusijai priklausančioje Vyslos nerijos dalyje, kuri, kaip jau minėjau, mažiausiai iširta, Rusijos mokslų akademijos P. P. Širšovo vardo okeanologijos instituto mokslininkų iniciatyva buvo išgręžta serija gręžinių, kurių kerno tyrimuose dalyvauja ir Gamtos tyrimo centro mokslininkai. Tikimės

naujos įdomios informacijos, kuri leis patikslinti, o galbūt net kitaip interpretuoti šios nerijos geologinę raidą. Nenuleidžia rankų ir Kuršių nerijos bei šalia plytinčios Baltijos jūros akvatorijos įvairių mokslo krypčių tyrėjai. Atkuriant buvusius Baltijos paleobasėnų vandens lygius bei sudarant paleogeografinės rekonstrukcijas labai vertingai Klaipėdos universiteto archeologų (V. Žulkaus, A. Girininko ir kt.) Baltijos jūros priekrantėje atlikti ir tebevykdomi tyrimai. Surasto apsemto senojo miško medžių tyrimai byloja, kad daugiau nei prieš 10 tūkst. m., Joldijos jūros metu, dabartinės Baltijos jūros priekrantėje plytėjo sausuma su vešančiais pušynais. Kaupiantis naujiems duomenims, Kuršių nerijos formavimosi modelis, matyt, dar ne kartą bus tikslinamas...

Literatūra

- Berendt, G. *Geologie des Kurischen Haffes und seiner Umgebung*. Königsberg, 1869, 10 p.
- Bitinas, A. Ką apie Kuršių neriją šiandien sako geologijos mokslas? *Dorė*, 2018, nr. 5, p. 61–70.
- Bitinas, A., Boldyrev, V., Damušytė, A., Grigienė, A., Vaikutienė, G., Žaromskis, R. Lagoon sediments in the central part of the Vistula spit: geochronology, sedimentary environment and peculiarities of geological setting. *Polish Geological Institute Special Papers*, 2008, nr. 23, p. 9–20.
- Bitinas, A., Druzhinina, O., Damušytė, A., Napreenko-Dorokhova, T., Guobytė, R., Mažeika, J. The lower reaches of the Nemunas River at the end of the Last (Weichselian) Glacial and beginning of the Holocene. *Geological Quarterly*, 2017, nr. 61 (1), p. 156–165.
- Bitinas, A., Dobrotin, N., Buynevich, I. V., Molodkov, A., Damušytė, A., Pupienis, D. Coastal dune dynamics along the northern Curonian Spit, Lithuania: toward an integrated data base. *Geological Quarterly*, 2018, nr. 62 (3), p. 553–562.
- Bučas, J. *Kuršių nerijos nacionalinis parkas*. Vilnius: Savastis, 2001, 474 p.
- Buynevich, I. V., Bitinas, A., Pupienis, D. Reactivation of coastal dunes documented by subsurface imaging of the Great Dune Ridge, Lithuania. *Journal of Coastal Research*, 2007, SI 50, p. 226–230.
- Buynevich, I. V., Bitinas, A., Pupienis, D. Lithological anomalies in a relict coastal dune: geophysical and paleoenvironmental markers. *Geophysical Research Letters*, 2007, nr. 34, L09707. Doi: 10.1029/2007GL029767.
- Damušytė, A. *Post-glacial geological history of the Lithuanian coastal area*. Summary of doctoral dissertation. Vilnius, 2011, 84 p.

- Dobrotin, N. *Evolution of the Curonian Spit dunes*. Daktaro disertacija. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2018, 102 p.
- Dobrotin, N., Bitinas, A., Michelevičius, D., Damušytė, A., Mažeika, J. Reconstruction of the Dead (Grey) Dune evolution along the Curonian Spit, Southeastern Baltic. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 2013, nr. 85, p. 53–64.
- Fedorowicz, S., Zieliński, P., Wysiecka, G., Hołub, B. Phases of aeolian accumulation on the Vistula Spit (Southern Baltic Sea) in the light of TL dating and analysis of a digital elevation model. *Geological Quarterly*, 2012, nr. 56 (2), p. 345–352.
- Gaigalas, A., Pazdur, A. Chronology of buried soils, forest fires and extreme migration of dunes on the Kuršių nerija spit (Lithuanian coast). *Landform Analysis*, 2008, nr. 9, p. 187–191.
- Gudelis, V. Lietuvos TSR Baltijos pajūrio geologinės raidos vėlyvajame glaciale ir postglaciale (holocene) pagrindiniai etapai. *Vilniaus valst. V. Kapsuko vardo universiteto mokslo darbai, VII. Biologijos, geologijos ir geografijos mokslų serija*, 1955, III, p. 119–139.
- Gudelis, V. Kuršių nerijos senųjų parabolinių kopų litologija ir Litorinos jūros kranto procesų dinamika. *Geografijos metraštis*, 1989–1990, nr. 25–26, p. 13–17.
- Gudelis, V. Litorina maximum transgression on the Southeast coast of the Baltic Sea. *Baltica*, 1997, nr. 10, p. 5–8.
- Gudelis, V. A catastrophic dune forest fire on the Kuršių Nerija spit (Lithuanian coast) and its impact on the coastal population in the Late Neolithic time. *Pact*, 1998, nr. 54, p. 45–50.
- Gudelis, V. *Lietuvos įjūris ir pajūris*. Vilnius: Lietuvos mokslas, 1998, 444 p.
- Gudelis, V., Klimavičienė, V., Savukynienė, N. Kuršių nerijos kopų senieji dirvožemiai ir jų palinologinė charakteristika. *Baltijos jūros krantų dinamikos ir paleogeografijos klausimai* (red. V. Gudelis). Vilnius: Academia, 1993, t. 2, p. 64–93.
- Kabailienė, M. Augalijos raida vėlyvajame ledynmetyje ir poledynmetyje Lietuvos ir pietinės Latvijos pajūrio zonoje. *Geografinis metraštis*, 1959 a, nr. 12, p. 477–505.
- Kabailienė, M. Lietuvos ir pietinės Latvijos Baltijos pajūrio raida vėlyvajame ledynmetyje ir poledynmetyje diatomėjų floros tyrimų duomenimis. *Lietuvos TSR MA Geologijos ir geografijos institutas. Moksliniai pranešimai. Geologija, Geografija*, 1959 b, X, 2 sąs., p. 175–213.
- Kabailienė, M. *Lietuvos holocenas*. Vilnius: Mokslas, 1990, 176 p.
- Kabailienė, M. Geological structure of the Kuršių Nerija Spit and Kuršių Marios Lagoon, development during Late Glacial and Holocene. In: *Geological history of the Baltic sea. Abstract volume of a field symposium, September 8–12, 1996, Lithuania, Vilnius*, p. 33.
- Lavrushin, J. A. Deglaciacija ostatniego lądolodu na obszarze Perybaltickim. In: Florek, W. (ed). *Geologia i geomorfologia środkowego Pobrzeża i południowego Bałtyku*. Słupsk: Wyższa Szkoła Pedagogiczna, 1993, p. 37–57.
- Miotk-Szpiganowicz, G., Zachowicz, J., Uscinowicz, S. Review and reinterpretation of the pollen and diatom data from the deposits of the southern Baltic lagoons. *Polish Geological Institute Special Papers*, 2008, nr. 23, p. 45–70.
- Mojski, J. E. Development of the Vistula river delta and evolution of the Baltic sea. *Geological Survey Finland Special Paper*, 1988, nr. 6, p. 39–50.
- Peyrat, J. Development, properties and classification of dune soils in the Curonian Spit National Park, Russian part. *Geologija*, 2007, nr. 59, p. 59–64.
- Piličiauskas, G. Coastal Lithuania during the Neolithic. In: *A hundred years in the archeological discoveries in Lithuania*, 2015, p. 96–109.
- Rimantienė, R. *Kuršių nerija archeologo žvilgsniu*. Vilnius: Vilniaus dailės akademijos leidykla, 1999, 111 p.
- Schumann, J. Die Wandernden Dunen auf Kurischen Nehrung. *Neue Preussische Provinzialblätter*, 1861, 8 p.

- Sergeev, A., Sivkov, V., Zhamoida, V., Ryabchuk, D., Bitinas, A., Mažeika, J. Holocene organic-rich sediments within the Curonian Spit coast, the south-eastern Baltic Sea. *Baltica*, 2015, nr. 28 (1), p. 41–50.
- Sergeev, A. Y., Zhamoida, V. A., Ryabchuk, D. V., Buynevich, I. V., Sivkov, V. V., Dorokhov, D. V., Bitinas, A., Pupienis, D. Genesis, distribution and dynamics of lagoon marl extrusions along the Curonian Spit, southeast Baltic Coast. *Boreas*, 2016, nr. 46, p. 69–82.
- Tornquist, A. *Geologie von Ostpreussen*. Berlin, 1910, 231 p.
- Uscinowicz, S., Adamiec, G., Bluszcz, A., Jaglinski, V., Miotk-Szpiganowicz, G. Holocene development of the Vistula spit (Baltic Sea coast) based on the multidisciplinary investigations. *The Holocene*, 2021, nr. 31 (4), p. 658–671.
- Valiukevičienė, O., Gasiūnienė, V. E. *Ar Lietuva gintaro šalis?* Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba, 1995, 11 p.
- Viliamas, V. *Kuršių nerija. Slenkančio kopos ir jų įtaka sodyboms*. Kaunas: Sakalas, 1932, 54 p.
- Wichdorff, von H. *Geologie der Kurischen Nehrung*. Preuss. Berlin, Abh. D. Preuss Geol. Landesanstalt, Neue Folge, H. 77. 1919, 196 p.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D., Damušytė, A., Pupienis, D. Kur egzistavo Juodkrantėje sąsiauris Post-Litorinos metu. *Jūros ir krantų tyrimai, 2016: konferencijos medžiaga*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2016, p. 235–239.
- Žulkus, V., Girininkas, A. The eastern shores of the Baltic Sea in the Early Holocene according to natural and cultural relict data. *Geo: Geography and Environment*, 2020, nr. 7 (1). Prieiga internete: <https://doi.org/10.1002/geo2.87>.
- Бадюкова, Е. Н., Варущенко, А. Н., Соловьева, Г. Д. История развития Вислинской косы в голоцене. *Океанология*, 1996, no. 36 (5), с. 769–773.
- Бадюкова, Е. Н., Жиндарев, Л. А., Лукьянова, С. А., Соловьева, Г. Д. Геолого-геоморфологическое строение Балтийской (Вислинской) косы. *Океанология*, 2011, no. 51 (4), с. 675–682.
- Блажчишин, А. И. *Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море*. Калининград: Янтарный сказ, 1998, 160 с.
- Дунаев, Н. Н. Неотектонический прогноз развития Вислинской косы Балтийского моря. *Океанологические исследования*, 2018, no. 46 (1), с. 67–81.
- Соловьева, Г. Д., Бадюкова, Е. Н. Геоморфологическая характеристика Вислинской косы Балтийского моря. *Геоморфология*, 1997, no. 2, с. 82–89.

Summary

THE SPITS OF THE SOUTH-EASTERN BALTIC: A BRIEF OVERVIEW OF GEOLOGICAL DEVELOPMENT

The South-Eastern Baltic is rich by two longest spit of the Baltic Sea – the Curonian Spit and the Vistula Spit. They have quite similar size and contours, also separated the largest lagoons of the Baltic Sea – the Curonian Lagoon and the Vistula Lagoon (Aistmarės). The geological structure and relief of both the spits are also very similar: in the basis are laying marine sand, in some places interrupted by interlayers of lagoon marl and peat; the sand dune massifs prevail in the relief. These

circumstances to assume a presumption that geological development of both the spits should have been very similar. However, the number of new research and the results of analytical investigations of sediments, also analysis of paleogeographic situation of the whole South-Eastern Baltic Sea region during the Holocene, maintain about some essential differences in their geological development. The specific features of geological evolution of each spit are described in the text and illustrated by sketches.